

Tengeri és folyami árvizek rövid története Hollandiában

Dr. Nagy László

BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék

Hollandiában az árvízvédelem évezredek történetét bátorság egy rövid közleményben összegezni, így csak néhány fordulópontot, általánosítható esetet szeretnék bemutatni. Ezek az esetek ráirányítják a figyelmet a holland árvízvédelem változására, fejlődésére. Már a számok is azt mutatják, komoly feladattal állnak szemben, ami elsősorban a tengeri árvizek hevesességéből származott. Bár ez az utóbbi évtizedekben kisebb jelentőséggel bírt, nem szabad elfelejtenünk a 2. évezred első néhány évszázadáról, amikor szigeteket, gátakat tépett szét a tengeri árvíz és nagy szárazföldi területeket foglalt el. Ezeknél az árvizeknél nem volt ritka az 50000 áldozat sem. Az ország belsejét a folyami árvizek veszélyeztették.

Bevezetés

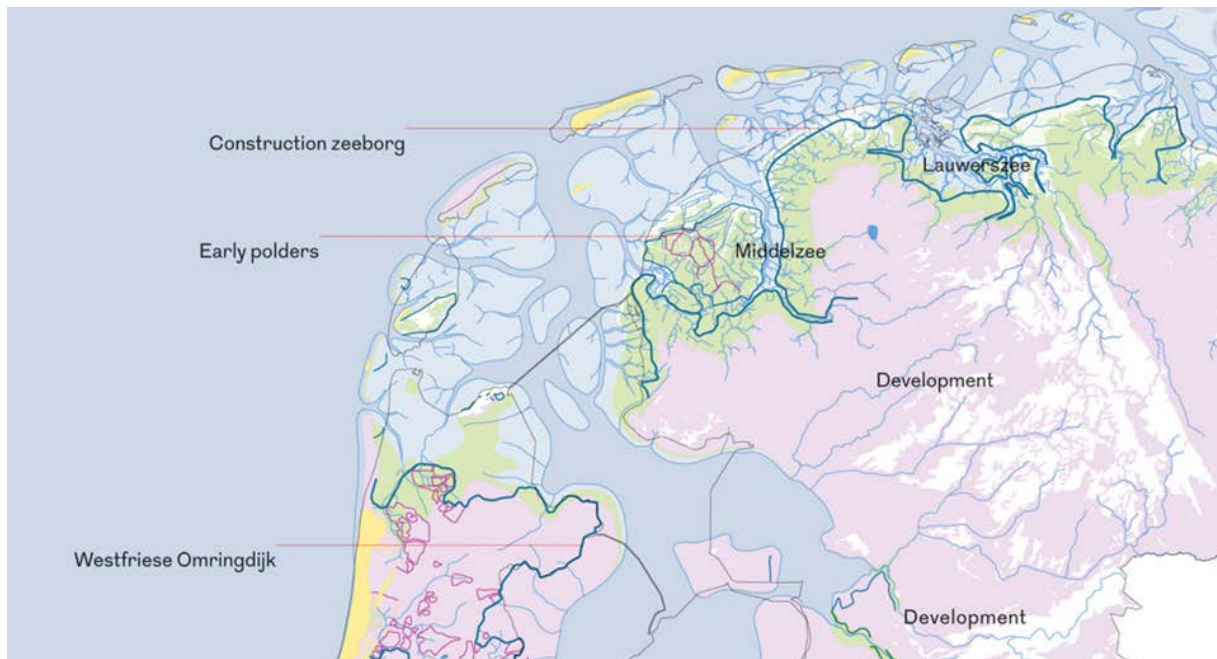
Hollandia tengerpart menti területein az első telepések mintegy 5000 éve jelentek meg (NHV 2004). A legöregebb gát Hollandiában, amiről tudunk, mintegy 2000 éves, a fríz Peins község mellett tőzegtől építették. Ez a tény kiegészítve azzal, hogy a 838. évi árvízről már írásos emlékek vannak, azt mutatja, hogy az árvíz elleni küzdelem nagyon korán kezdődött az Északi-tenger melletti területeken. Tekintettel arra, hogy mind a mai Belgium és Németország szomszédos területein is a tengerár jelentős veszély, kétségtelen, hogy Hollandia ebből a szempontból központi helyet foglal el. A tengeri árvizek gyakorisága és erőssége a második évezred elején mintegy 300-400 évig erősen dominált, ekkor alakultak ki a mai szigetek profilha a holland partoknál, és több tengeröböl a szárazföldön (pl. Zuiderzee, Jade-öböl).

A gátépítés legkorábbi jelzései a késő vaskorból származnak. Már a római korban kis gátakat építettek a mai Hollandia területén. Az állandóan fejlődő gáthálózat kulcsfontosságú pillanatait a különböző szakaszok jellemzik. Többek között Peins és Dongjum fríz falvak dűnéinél végzett ásások során találtak gátesteket, a bucca kialakulását megelőző időkből származó apró gátakat. Ezek a kicsi, legfeljebb 70 cm magas gátak tőzegekből álltak össze. Később a szerkezetet megerősítették úgy, hogy a víttoldali részsűt enyhébb hajlással építették hozzá.

A kora középkorban kevés gátépítési tevékenységet jegyeztek fel Hollandiában. A rómaiak távozásával politikai instabilitás és népességcsökkenés kezdődött. A nyolcadik századtól kezdődően lassú népességnövekedést láthatunk, aminek következtében a lakosság Hollandiában tízszeresére nőtt 1250-re. Új települések alakultak ki a sós mocsarakban, amelyek a halban és az állattenyésztési legelőben gazdagok voltak. Kiseb léptékben a vízfolyásokat elgátalták, kis gátakat építettek fel, követve a meglévő domborzat magaslatai közötti mélyebb részt. A népesség növekedésével nőtt a gátak hossza is (1. ábra).

Az első folyógátak a XI. században jelentek meg a folyó torkolatánál, ahol a tenger behatolása a folyó magas vízszintjéhez fűződött. A helyi uralkodók elgátalták a folyók mellékágait, hogy megakadályozzák a földjükön az áradást (Graaf van Holland 1160 körül a Kromme Rijn-t, V. Floris 1285 a Hollandse IJssel-t), ami csak problémákat okozott másoknak a folyón fenntebb. Ugyanakkor a folyó felső részén a nagyléptékű erdőirtás a folyó szintjét egyre szélsőségesebbé tette, míg a szántóterületek iránti kereslet ahhoz vezetett, hogy egyre több területet védtek be gátakkal, kevés helyet biztosítva a folyóágnak, patakoknak, ami még magasabb vízszinteket okozott. A falvak védelmére szolgáló helyi gátak összekapcsolódtak, hogy mindenkor a

folyótól el legyenek szigetelve. Ezek a fejlemények azt jelentették, hogy amíg a folyóvölgyek első lakóinak a rendszeres áradás csak kellemetlen volt, ezzel ellentétben a későbbi ritka áradások, amikor a gátak a terhelés hatására átszakadtak, sokkal rombolóbbak voltak.



1. ábra A gátak elhelyezkedése 1200 körül

Omringdijk

Markáns növekedés a lakosság lélekszámában az első évezred végén kezdődött. A föld védelme érdekében 1100 környékén már egyre több gátat emlegetnek a forrásmunkák. A községek és gazdaságok által szervezett gátépítés több, mint ezer évre tekint vissza észak Hollandiában, bár több helyen feljegyzésekkel nem rendelkezünk, csak a gátak ősi magjának vizsgálata enged következtetni erre. (Kuks 2002) Nem ismert, hogy hol, és mikor kezdődött el a Nyugat-Fríz Omringdijk építése, de valószínűleg ez valamikor a XI. vagy XII. században lehetett. A teljes Omringdijk az első említése 1320-ból származik, ami "Verdin püspöki döntése" néven vált ismertté (Beenakker, 1988). Abban az évben a III. Vilmos gróf idején készült el az a könyv, amelyben részletesen ismertették a gát helyét, beleértve a különböző szakaszok nevét és hosszát is. A nyugat fríz tözeges területek süllyedése az 1000-es évekig szükségessé tette a vízrendszer összefogását, patakok, csatornák építését és a torkolatok kialakítását. Az Omringdijk-ot úgy alakították ki, hogy több kisebb patakot összekapcsoltak. Ezt a munkát 1250 körül fejezhatték be, éppen időben, mert a St. Lucia 1287-es árvize betört a területére. Nem lehet tudni, hogy mennyire tudatosan, de a körgát nyugati részét a tengerparttól mintegy 8-10 km-re vezették, mintegy helyet hagyva a tengeri árvizek csillapítódásának. Ugyanakkor a keleti parton a gát közvetlenül a Zuiderzee (ma IJsselmeer) partján futott.

Az Omringdijk töltéseivel (2. ábra) sikeresen létrehozta egy nagy Nyugat-Fríz életteret. A gát valóságos hossza mintegy 126 kilométer, a körbefogott terület 800 km² és a magassága csak néhány méter. A gát csatlakozik Enkhuizen, Hoorn, Alkmaar, Schagen, Medemblik városaihoz. A Nyugat-Fríz terület úgy nézett ki, mint egy gáttal körülvett nagy sziget. (Omringdijk ma is látható, öt napos az a séta, amivel az egész gát bejárható, történelmi emlék és turista attrakciók csatlakoznak a kiránduláshoz www.westfrieseomringdijk.nl.) Bár a XIII. században már kiépítették ezt az "arany gyűrűnek" nevezett azonos magasságú gátrendszert, de a koordináció nagyon gyenge volt és az egyes községek rendelkezésre álló eszközei sem voltak önmagukban

elégsek. A károsodások és gátszakadások kijavítása is azoknak a feladata volt, akiket a víz betörése leginkább veszélyeztetett, ami hatalmas megújuló munka volt és nagy terhet rótt az ott élőkre.

1375-ben az Omringdijk nagy része a Lutjeschardam és az Nek között elmosódott, majd a helyreállított gátat 1434-ben megint elmosta egy nagy vihar. A nyugati frízek ismét egy alacsony töltést építettek Scharwoude falu mentén, hogy a vizet kivezethessék a területről. A Klamdijk, eredetileg az Omringdijk része volt, de 1436-ban két helyen beszakadt. A Graf Raad (Grófi tanács) megfedte a nyugati frízeket, hogy mostantól jobban tartsák fenn a gátat. Az 1570-es Mindenszentek árvíz előntése óta nem történt valódi katasztrófa.



2. ábra Az Omringdijk területe és a kerítő gát helye

1675. november 1-jén egy súlyos észak-nyugati vihar korbácsolta a Zuiderzee vizét, aminek eredményeként 2-án éjjel két helyen Scharwoude-nál a Zuiderzee felől a hullámok áttörték a gátat. A víz mintegy 10 méteres mélységbe száguldott le és eljutott Rustenburgba és Medemblikbe. A gátszakadás helyén a tenger egy mély kopolyát alakított ki. Ebben az árvízben sok szarvasmarha elpusztult, azonban a veszélyhelyzet már november 15-én megszűnt. Megkezdtek a gát kijavítását, de december 19-én ismét súlyos vihar támadt, a nyugati fríz reménytelenül elveszettek tűnt. De nem adták fel. Egy emberi erővel működtetett hatalmas cölöpöző gépet használva minden vízbetörési lyukat nagy mennyiségű cölöppel zártak el. 1676. január 26-ára lezárták a összes gát megnyílását. Ezután kezdődhetett el a sós víz által elárasztott föld kiszárítása. Az Omringdijk azonban nem volt olyan biztonságos, mint ahogy azt korábban gondolták. Az 1675-es Scharwoude-i áradások meggyőzték a frízeket arról, hogy tovább erősítsék a gátat.

Az Omringdijk környékén több régi gátszakadás nyoma ma is látszik. A keletkezett kopolyákat nem tömtek be, inkább az új gáttal megkerülték azt. Ilyen, az utóbbi időben ikonikussá vált kopolyák láthatóak Grootven mellett (1. kép).



1. kép Nyugat-Fríz Omringdijk az un. Burger kopolya tavával. A gát tartományi emlékmű.

1255. Az első árvízvédelmi tanács

Megdöbbenően régen, 1255-ben alakult II. Vilmos Hollandia és Zeeland grófja vezetésével az első helyi árvízvédelmi tanács (amire a hollandok, mint demokratikus intézményrendszerre roppant büszkék) (<https://www.dutchwatersector.com/our-history/>). A korai gátak ekkor még kisméretű körgátak voltak, elsősorban a tengerár ellen épültek, és esetenként különálló gazdaságok létesítettek. Majd a XII. századtól már városok is, építettek gátakat, mint például Amsterdam vagy Rotterdam (az Amstel és Rotte folyók gátjairól van szó). Ezek a nyári időszakban kitarattak addig, míg a gabonát, főként a zabot és a lóbabot learatták, viszont a téli időszak erős áradásai sokszor elmosták őket. A középkorban az ilyen különálló gátakat a tengerpart mentén összefüggő gátvonallá kezdték alakítani, a védelem mellett jellemzően inkább a tengeri területeket szárazföldi területté alakították vissza. (NHV 2004) Csak lényegesen később az állami koordináció és a gazdasági potenciál javulása tudta a földműveseket és az akkor már kapcsolódó kereskedelmi és ipari vállalkozásokat a hatékony gátépítés érdekében összefogni, mint például az oldenburgi grófság esetében.

1400 körül az árvíz még nagyobb probléma volt a gyorsan növekvő és fejlődő ország számára. A tengervíz kicsapásával szemben egy másik probléma is jelentkezett, a felszín süllyedése. A terület egy nagy része olyan mélyre süllyedt, hogy a tenger és a folyó szintje alá került. Az Európai Unió legmélyebb természetes pontja a szárazföldön jelenleg Hollandiában van, -7 méter az átlagos tengerszint alatt. Az akkori idők egyik legnagyobb találmánya a szélmalomnak a búza és a gabona őrlésén kívül más célra történő felhasználása volt. A szélmalomokkal szivattyúzták a vizet az elsüllyedt polderekből a gát fölött át a folyókba. Több mint száz évvel később szélmalomok már mindenhol üzemeltek az egész országban. Ez a találmány lehetővé tette, hogy az ország lakosságának egy része a tengerszint alatt élhessen.

www.molens.nl/www.kinderdijk.com

Kétségtelen tény, hogy a tengeri árvizeknél az áldozatok száma mintegy három nagyságrenddel magasabb volt, mint a folyami árvizeknél, de az ország belső területeit a folyami árvizek veszélyeztették. Az is tény, hogy kevesebb alkalommal veszélyeztettek a folyami árvizek, visszatekintve évszázadonként átlagosan egy-egy katasztrofális árvíz alakult ki a folyók mellett, de jelentős volt a mezőgazdasági termelés kiesés, nem is beszélve a humán veszteségekről és az elszegényedésről. A gátak építése részben igazodott a folyószabályozási elvek változásához, de

jelentős méretű lokalizációs gát is épült (pl. Diefdijk). Ezen gátak építése egy erős területi szemlélet meglétét bizonyítja, hasonlóan a folyószabályozási megoldásokhoz.

Az ellensi-gát

Bár minden holland gátnak jólismert a története, az Ellensi-gát példája talán jól mutatja a termőföld tengertől való visszahódításának hajdani munkáját. Egy körülbelül 180 km²-es területet, a Jade-öblöt nagyrészt a vihar árvizek hozták létre a XIII. és XIV. században. Ilyen árvíz volt 1384-ben is, amikor a tengerár behatolt a szárazföldre és a magas víz a hullámzással hozzájárult a Jade-öböl kialakulásához. Az öböl területe nyugaton messze a fríz-félszigetig terjedt, keleten a XIV. század elejétől a Weser folyó delta torkolatához csatolódt. Ennek következtében majdnem két évszázadra Butjadingen és Stadland a Weser bal partján keskeny szigetté alakult. Az áradások pusztítása és a területvesztés gyengítette a fríz közösséget. Az 1400-as években ugyan Bréma szabad városa már megpróbálta szabályozni Butjadingent és Stadlandot, de nem ért el sikert. A XVI. század elején a Jade-öböl körüli megyéket Oldenburg grófjai hódították meg.

A Jade egy időben három összekötő ágon is csatlakozott a Weser torkolatán keresztül a tengerhez. Az első ilyen folyómedret 1450-ben zárták le gáttal, míg az utolsót 1515-ben. Azonban további közel egy évszázad telt el, hogy a többi elárasztott területet visszanyerjék legelőnek és szántóföldnek. A Stadland-sziget meghódításával együtt a Weser-delta legnagyobb ágát egy 1515-ös megnyílás szakította meg. A következő évtizedekben több vízfolyást is áttöltöttek.

A XVI. század elejétől Hollandiában számos gát épült a tengeri viharok árvize ellen és azért, hogy szántóföldet nyerjenek. Az Ellensi-gát a Jade-öböl egy részét zárta le a Fekete-Brack iszapszigetei mentén, összekötve a Dél-Oldenburgi földet az Északi-Jeverlanddal. A mintegy négy kilométer hosszú gát áthaladt Ellens- és Ahm-szigeten. A fő gát, az Ellensi-gát, 1596 és 1615 között épült Oldenburg megye irányításával, a gátvonal lerövidítette a korábban megépített gátakat, ez volt az egyik legelső nagyobb összefüggő munka a tenger jelentősebb mértékű visszaszorítására.

A Fekete-Brack egymástól elválasztotta a grófság két részét. A kapcsolat csak a kelet-fríz területeken keresztül volt lehetséges, amely azonban útdíjat követelt. Ezért a tervezte VII. János Oldenburg grófja a gátépítést Ostfriesland (Keleti-Fríz) terület akaratával szemben az egész öbölben. 1593 történt az első lépés, megépült egy északra vezető gát Ellens szigetén át. 1595-ben a két Oberahmer-szigetet a Jever északi oldalához kötötték egy gáttal. 1596-1597-ben egy másik gát épült, ami Jiddingtől a Hiddels-szigeten át az Ellensi-szigetre vezetett, és így kiszáradhatott az Ellensi-szigettől délre eső terület.

Az Ellensi-gát kialakításával kapcsolatban már az építkezés második évében (1597-ben) Ostfriesland kifogást emelt a töltésépítés ellen, majd 1599-ben a Birodalmi Bírósági Kamaránál (Reichskammergericht) az Oldenburgiakat beperelte. A bíróságon bemutatott dokumentumok és az értékes térképek pontosan leírták a meglévő helyeket, azok történelmi multját. Ostfriesen a kereskedelem, a hajózás és a halászat elvesztésével indokolta panaszát. Az Oldenburgiak az ókori Oldenburg és Jever szárazföldi terület helyreállítására hivatkoztak. A pereskedés elhúzódott, ezért Oldenburgot 1604-ben arra kényszerítették, hogy szüntesse be az építkezést. Az 1612-es évben csak azzal a feltétellel folytatódhatott a kivitelezés, ha az akkori uralkodó, gróf Anton Günther, a per elvesztése esetén kötelezi magát arra, hogy eltávolítja a gátat. Végül a peres eljárás néhány évvel a keresztöltés végleges megépítése után záródott sikeresen, így maradhatott a gát.

A szárazföldi víz kiáramlásának biztosítására két új zsilipet terveztek, egyet a jeveri és egyet az oldenburgi oldalon. Az egyetlen zsilipet gondolatát elvetették, mert a megnyílás szükséges szélességét az akkor lehetséges technológia nem tudta megvalósítani. A zsilip évekkel azelőtt

épült, hogy a gát bezáródott volna, az első 1603-04-ben készült Oldenburgi oldalon. A második a Jever oldalon 1608-ban épült, de le kellett bontani, mivel a helye nagyon kedvezőtlennek bizonyult. A második zsilipet végül az első közelében helyezték el az Oldenburg oldalon. Csak 1615. július 31-én sikerült az Ellensi-gátat bezárni nagy anyagi ráfordítások mellett.

A több településre kiterjedő összehangolt építkezés méreteit mutatják a következő mennyiségek: A gátépítésen több, mint 1000 munkás dolgozott. Mintegy 100 katona a békét és a rendet biztosította a munka során. A gát számára szükséges földet a Jade-öböl akkori fennmaradt szigeteiről hajóval szállították. Ebből a célból 180 különböző méretű csónakot-hajót használtak. Oldenburg részére a szomszéd városoknak fát és különböző anyagokat kellett szállítaniuk. Anyagként 230000 bokrot, 100000 kerítésoszlopot, 200 szarufát, 120 db 10 és 17 méter hosszú fát és 24 hordót használtak fel. A terület lezárásával kb. 1600 hektár földet nyertek vissza. A XIX. század közepén további intézkedések történtek, hogy a Fekete-Brack-ot a szárazföldre alakítsák vissza.

Az 1650-es évek előtt a legfontosabb projekt az Ellensi-gát megépítése volt az öböl nyugati oldalán (1596-tól), 1643-ban gátépítés volt a Fekete-Brack területén, és 1643-ban a keleti New Hoben gát kialakítására került sor. Az időközben kialakult nagy áradások jelentősen befolyásolták a munkákat, mert a területen épített gátak nagyon sérülékenyek voltak. (Wikipedia)

Az új Ellensi-gátnál a két sziget jelentős stratégiai fontossággal bírt a térségben. Ezért Oldenburg grófja a szigeten két erődítményt emelt, melyben mintegy tucat katona tartózkodott. A harmincéves háború (1618-1648) idején 1622 gróf Ernst von Mansfeld csapatai foglalták el a Kelet-Fríz területet és emeltetett ott egy sáncot. Röviddel később, Anton Günther gróf tárgyalta a külföldi csapatok visszavonásáról, így aztán fokozatosan visszafoglalták a szigetet és a domb területén az erődöt megnagyobbították. Így a háború alatt már 400 katona volt elszállásolva. 1658-ig északi, nyugati és déli irányba bástyákat építettek. Elkészült egy emelhető híd a hozzá tartozó őrházakkal, valamint laktanya, löporraktár és raktárépület. Azonban a harmincéves háború a végén, a katonák száma jelentősen csökkent és 1658-tól részben visszabontották az erődöt. Anton Günther halála után pedig azt teljesen lebontották, és egy vámház épült a helyén.

A harlemi polder

Az 1500 és 1800 közötti időszakban Hollandia egyre gazdagabb lett, és gyors népességnövekedést tapasztaltak, bár a lakosság számát mutató grafikon tartalmaz csúcsokat és vályúkat is. Az aranykor csúcspontja a tizenhetedik század első felében volt. Nagyszabású hidraulikai munkákra, mint például talajjavításra, polderok kialakítására és nagyméretű tőzegkivonásra került sor. Az aranykor fellendülése 1730 körül hirtelen véget ért, egy nagy katasztrófával, a hajóféreg megjelenése volt (ld. később).

Az első polder víztelenítése 1605-ben kezdődött privát befektetők megbízásából. A terveket Jan Adriaanszoon Leeghwater (1575-1650) holland mérnök készítette, és ő irányította a kivitelezést is. Korábban a Beemster polder tőzeges terület volt, a lakosok nagy része tőzegásással foglalkozott. A holland aranykorban felhalmozódott tőke és a gabona iránti kereslet növekedése igényelte a polder víztelenítését szélmalom segítségével. Már majdnem elkészült a munka, amikor 1610-ben a Zuidersee gátja átszakadt. Ekkor határozták el, hogy a poldert kerítő körgát magassága legyen egy méterrel magasabb, mint a környező terepszint. Végül a polder kiszáritása 1612-re készült el, a befektetők pedig egymás között elosztották a visszanyert területet. A polihisztor Leeghwater további polderok kiszáritásában is részt vett, mint a Purmer, Schermer és Heerhugowaard polderok.

Az 1600-as évek közepére a polderok víztelenítése általánossá vált a tengerszint illetve a folyók vízszintje alatti területeken. A tenger visszaszorítására tett erőfeszítéseket a harlemi tengeri polder víztelenítésének példáján keresztül mutatjuk be. A lecsapolás módja hagyományosan a

következő volt: Először egy csatornát ástak a tó körül, a Ringvaartnak (körscatornának) megfelelően, hogy összegyűjtsék a tóban található vizet, és elvezessék az átemelő telepre. A körscatorna másik feladata a hajózás elősegítése. A csatornából kitermelt földet töltés építésére használták, a gát 30-50 méter távolságra futott a tó körül. A módszert Andries Vierlingh írta le 1578-ban megjelent könyvében (ld. később).

Az eredeti Harlemi-tenger egy tözezes mélyedés volt, de 1531-re a víz területe 26 km²-re húzódott vissza a polder kiszáritásának eredménye képpen, és már csak három kisebb tó alkotta. A Holland függetlenségi háború idején 1629 január 7-én lett elöntve, 150 km² került víz alá, aminek a század végére 170 km²-re nőtt a területe. Már 1643-ban Leeghwater azt javasolta, hogy csapolják le a tavat. Hasonló elképzelés időről-időre előkerült, melyek közül 1742. évi és 1820-as méltó külön említésre. De mindez csak addig tartott, amíg egy dühös hurrikán 1836 novemberében a tengervíz az Amszterdam kapui alá vezette északról, és a polder újra elöntésre került. Nem kellett soká várni a következő árvízre sem, mely ugyanazon év karácsony napján az ellentétes irányból érkezett, elöntve a Leideni utat.

A következő évben 1837. augusztus 1-jén I. Wilmos király vizsgálóbizottságot nevezett ki, mely által kidolgozott műszaki rendszert a holland parlament második tanácsa 1839 márciusában hagyta jóvá. A munka következő májusban megkezdődött. Először egy 61 km hosszú és 2,4 méter mély csatornát ástak a tó körül, a vízelvezetés érdekében. A földet 30-50 méter talpszélességű gát építésére használták fel a tó körül. A csatorna által körülvett terület több mint 180 négyzetkilométer volt, és a tó átlagos mélysége 4 méter. Mintegy 1000 millió m³ vizet kellett mechanikus úton etávolítani.

Mivel a víznek nem volt természetes elvezetése, ezért csak szivattyúzás jöhetett szóba. Ez Hollandiában hagyományosan a szélmalomok feladata volt, azonban a technikai fejlődés lehetővé tette szivattyútelep létesítését. Ebben az időben a gőzgépek, egy olyan innovációt jelentettek, amelyek megújulást hoztak a szélmalomok segítségével működő víztelenítési gyakorlattal szemben a polderek történetében. A szivattyúzás 1848-ban kezdődött, és a tó 1852. július 1-jére kiszáradt. (Wikipedia) A Cruquius szivattyútelepen a munkát gőzgépek végezték, ami ellentétben áll azzal a történelmi gyakorlattal, hogy a poldereket szélmalomok segítségével leürítik. A három importált gőzgép a kor legnagyobbjának számított. (Az épület a 2. képen látható, ma múzeum.) A ténylegesen eltávolított víz mennyisége 800 millió tonna volt. 1853. augusztus 16-án először fizettek körülbelül 28 hektáros területért, a teljes terület értékesítésért ért kapott pénz pontosan lefedte a vállalkozás költségeit.

A harlemi polderben a talaj különböző vályog, agyag, homok és tözeg. A legtöbb helyen elég termékeny, de az alsó részeken kopár foltok vannak, itt a területet gyenge növényzet borítja a magas sótartalom miatt. Kezdetben a mezőgazdaság volt a vezető szektor a harlemi polderben. De a földek 99 %-t birtokló gazdag földtulajdonosok, a gyenge termékek és az alacsony mezőgazdasági árak miatt nem találták meg számításaikat, így az élet nagyon nehéz volt a bérlők számára. 1900 után a helyzet javult, amikor a termékárak emelkedtek, és a gazdálkodók már saját földet birtokoltak. Ezután nagyobb jövedelemtermelő képességű üvegházi gazdálkodás alakult ki. Az évszakos munkavállalók, akiket a jó fizetés vonzott, növelték a lakosságot a falvakban. A gabona, a kukorica, a szarvasmarha, a vaj és a sajt volt a fő termék. Manapság nagy ipari és irodai fejlesztések vannak, különösen Hoofddorp és Schiphol környezetében.

1917-ben katonai repülőteret építettek Schiphol közelében, ami polgári repülési központtá fejlődött. Napjainkban a Schiphol repülőtér Hollandia legnagyobb repülési terminálja, a polder földterületének 15 %-át használva. 1926-ban Amszterdam városi önkormányzata átvette a Schiphol vezetését, és a stockholmi repülőtér után a Schiphol volt a második európai repülőtér, amely szilárd burkolatú kifutópályával rendelkezett 1937-1938-ban. A Schiphol név azaz "hajó lyuk" az egykori tó viharok veszteségére utal, olyan mély lyuk, ahol a hajók odavesztek. Ez a története az egyik utolsók között víztelenített poldernek, a harlemi poldernek.



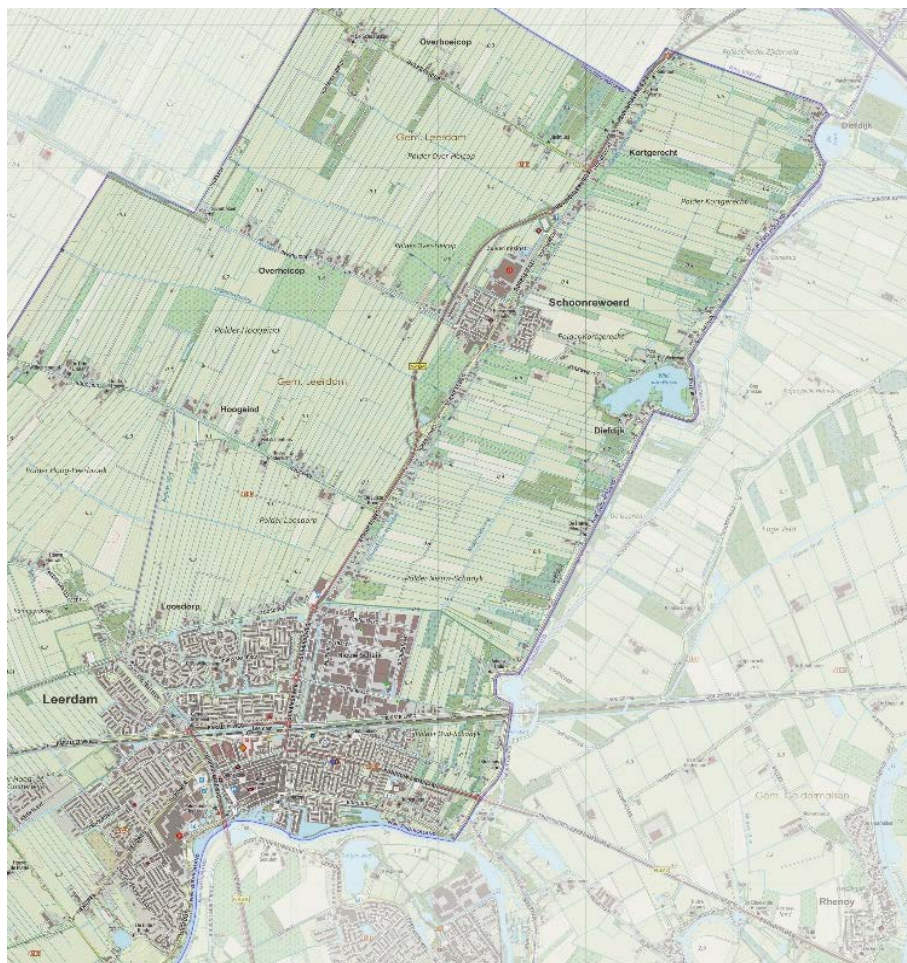
2. kép A Cruquius szivattyútelep egyike annak a háromnak, ami víztelenítette a harlemi poldert

Diefdijk

A Diefdijk (Schoonrewoerd mellett) egy közel észak-dél irányú gát mintegy félúton Utrecht és Tilburg között messze a víztől, merőlegesen a folyókra. Összeköttetést jelentett a Lek és Linge (a középkorban még a legjelentős Rajna-ág volt) folyók között, de a gát egyik oldalán sem volt víz. Az építésének célja a felsőbb helyen keletkezett gátszakadásokból kiömlött víz megállítása volt. A gát 1284-ben épült és utána többször magasították és erősítették. Sokszor megállította a Rajna és a Maas kiömlött árvizét, hogy megelőzze Délnyugat-Hollandia elöntését. A Keleti oldalán lévő területet a gát "vízbefolytotta", elnéptelenedett, de a nyugati oldalán lévőket, mint például a legközelebbi települést Leerdamot, megóvta (3. ábra). Így építésének célját elérte, de nem minden alkalommal. Néhányszor a víz ezt a gátat is áttörte. Az utolsó ilyen alkalom 1573-ban volt. A szakadás helyén hatalmas kopolya keletkezett, és a gátat új nyomvonalon, a kopolya vízoldalán állították helyre. A kopolya jelenleg is egy nagy tó, ez a legnagyobb kopolya tó Hollandiában. A Holland gátak mellett sok ilyen kopolya van, Diefdijk mellett is három található emlékeztetve a régmúlt idők gátszakadásaira (3. ábra).

Könyv a gátépítésről és a polderlecsapolásról

Andries Vierlingh (1507-1579) Hollandiában volt gátépítő és polder alkotó hidraulikus mérnök, aki Bredaban született. Nagyon fiatal korától kezdve ismerte a gátügyeket mind technikai, mind igazgatási szempontból. Fiatalon alkalmazottként dolgozott egy gátgróf (dijkgraaf) mellett. A hírhedt Szent Félix napi árvíz után 1530-ban Walcheren szigetén találta magát az Arne gátszakadásoknál (ahol majdnem ő maga is vízbe fulladt), majd a Zuid-Beveland Verdrunkenvidékre ment, ahol Kreke híressé vált többszörös kopolyáján dolgozott. A XVI. század ötvenes éveiben betöltötte a Hendrikspolder gróf munkáját, ahol 1540-ig már mintegy 4000 hektár földet nyertek vissza. Az emlékirata (Memorie) a Walcheren melletti kiszögellésekről azt mutatja, hogy ellenezte az aktuális rezsim erőszakos beavatkozását. Időnként azonban erőszakkal kellett megállítani az áramlást, különösen Schouwen déli oldalán. Andries Vierlingh műszaki megoldásokat adott a befektetőknek; akik fényes jövőt és pénzt láttak a területi terjeszkedésben. Orániai Vilmos volt az egyikük, aki felkarolta munkáját. Andries Vierlingh leginkább a "Tractaet van dyckgacie" című könyvéről ismert (4. ábra).

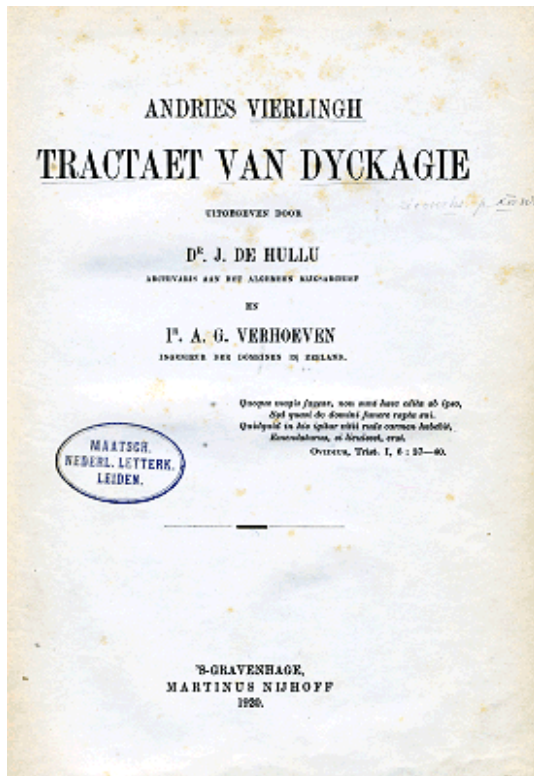


3. ábra A Diefdijk gát Dél-Hollandiában

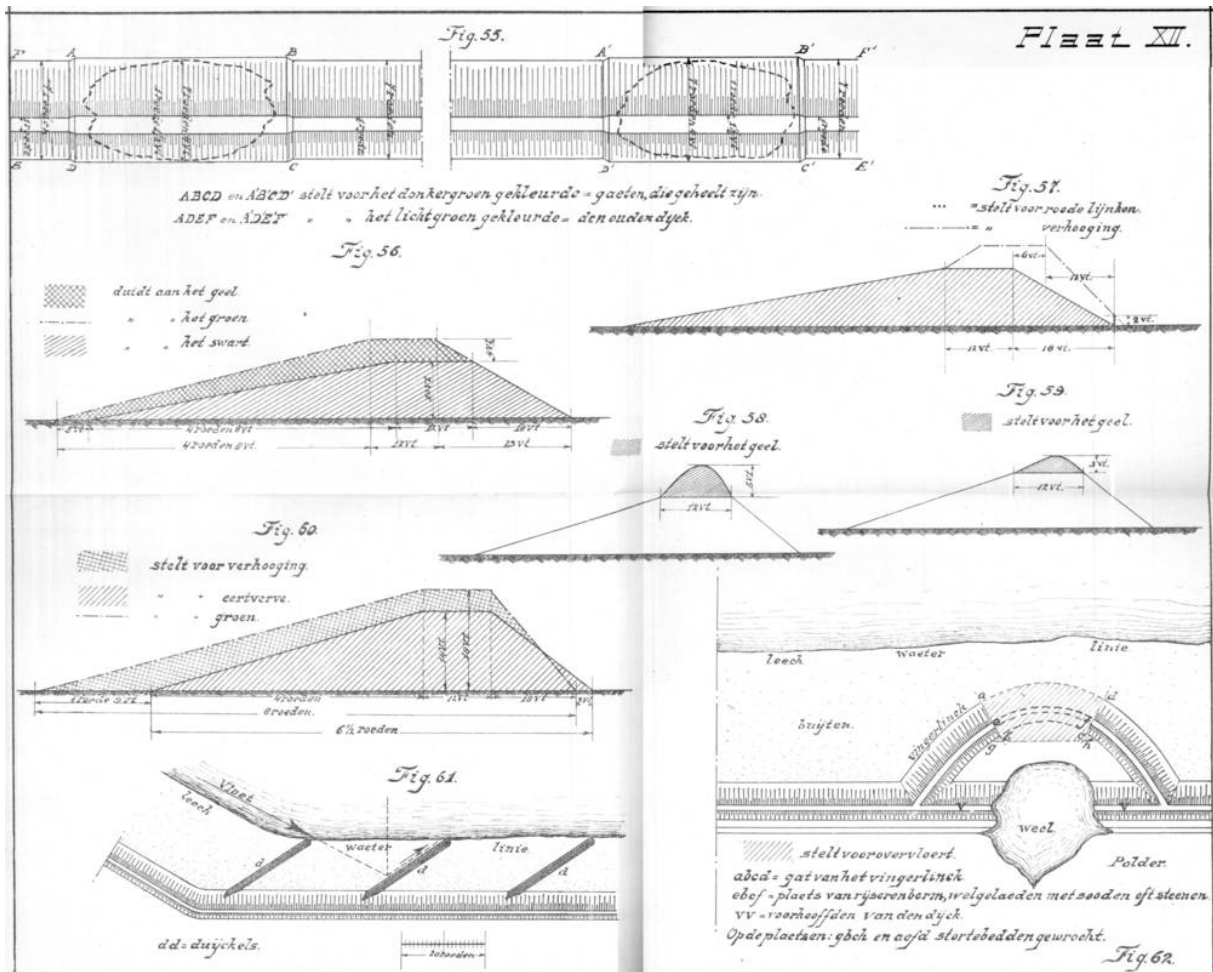
Röviddel a halálát megelőzően, 1578-ban megjelent Vierlingh kézirata a *Tractaet Dyckagie* címmel (könyvként csak 1920-ban jelent meg 543 oldalon, 72 ábrával, reprint 1973-ban), amely még mindig érvényes a föld- és vízgazdálkodás alapvető hibáira vonatkozó figyelmeztetésként. Ez a mű egy példa arra, hogy a tapasztalat, a tudással párosulva olyan elméletileg alátámasztott új műszaki megoldásokhoz vezet, ami az emberek boldogulását biztosítja. A könyv részletes útmutatást ad a polderek lecsapolási munkálataival kapcsolatban, kitér a gátak keresztmetszetére, a gátmagasításra illetve a gátszakadások helyreállítására (5. ábra). Bemutatja a kopolyás gátszakadás helyreállításának lehetőségeit.

Faszerkezetek tönkremenetele

A földmunkák gépek nélküli végzése nagy ráfordítást igényelt, főleg ott ahol a laza talaj miatt még szekereket sem alkalmazhattak a földszállításához, ezért a gátak részeit a vízoldalon faszerkezetekkel erősítették meg. Ez a módszer hatékony volt a vízoldali elhabolással szemben. A földmunka-gépek megjelenését követően a XIX. század végétől egyre nagyobb földtömegeket mozgattak meg és építettek belőlük magasabb, szélesebb és erősebb gátakat, azonban sok helyen hely hiányában és a laza talaj miatt még mindig kézi földmunkára volt szükség. A laza, tömörítetlen átmeneti és finomszemcsés talajoknak alacsony volt az erózióval szembeni ellenállása. Az így kialakított laza szerkezetű gátak sérülékenyek voltak a rajtuk átcsapó hullámokkal szemben. A gátak vízoldali megerősítésében (3. kép) és a kikötői partok építésében nagy jelentőséggel bírt a faanyagok felhasználása.



4. ábra Andries Vierlingh könyvének fedőlapja az 1920. évi első kiadás



5. ábra Részletek Andries Vierlingh könyvéből, gát magasztása, kopolya helyreállítása

Az 1732. évhez köthető az esemény, mely a holland árvízvédelem évszázados hagyományát leginkább megzavarta, de árvízi pusztításhoz nem csatlakozik. Hollandia aranykorát a nemzetközi kereskedelemben a VOC, az Egyesült Kelet-indiai Társaság révén érkező hajóféreg (terredo navalis, vagy bolyhos féreg) tönkretette, akárcsak a faanyagot, melyeket a gátak és kikötők védelmében felhasználtak. Állítólag volt olyan hajó, amelyik Batáviából haza menet szétesett a hajóféreg munkájának eredményeként.

Ez a puhatestű, féreg gyorsan elszaporodott, rövid idő alatt az árvízvédelem szerkezeti módszere szétesett. A part mentén minden faszerkezetet, köztük a gátakat a hullámzástól védő fát is megtámadta. Sokan isteni büntetésnek vették: Isten haragját látták az aranykor dekadenciája miatt. Lázasan erőfeszítéseket tettek, hogy alternatív anyagokat és formaterveket keressenek a gát profiljában. A katasztrófa elkerülése érdekében nagy erőfeszítéseket tettek a gátak korszerűsítésének érdekében. Jelentős mérnöki kihívást és beruházást igényelt az alkalmazott technológiák famentesítése. Azonnal új technológiára volt szükség. A különösen laza talajra épített gátakat kőművekkel, mégkésőbb szádlemezveréssel erősítették meg, mert máskülönben a gátba épített föld nem bírta volna a hullámterhelést. A követ tengeren Norvégiából és folyón Belgiumból hozták.



3. kép Egy régi gátszerkezet rekonstruálása Hollandiában

A Rijkswaterstaat megalapítása

1798-ban francia befolyásra növelték az árvízvédelem központi irányítását, megalakították a Birodalmi Vízügyi Szolgálatot, a Rijkswaterstaat-ot, ami hamarosan az árvízvédelem szakértőjévé, szakértő szervezetévé vált. A Rijkswaterstaat jelenleg az Infrastruktúra és Környezetvédelmi Minisztérium része. Feladata az állami munkák végrehajtása és a vízgazdálkodás, magába foglalva a víziutak és szárazföldi közlekedési utak építését és fenntartását, valamint az árvízvédelmi és megelőző művek. A szervezetet szintén bevonták a nagy vasúti projektek megvalósításába. Rijkswaterstaatnak 10 regionális, 6 speciális szolgáltató szervezete van. www.rijkswaterstaat.nl

Folyami árvizek

A XVII. és XVIII. században számos a hírhedt folyami árvizek sok halálesetet okoztak. Gyakran jégtablák blokkolták a folyót. A nagy földvisszanyerési munkálatok, a kiterjedt fűzfaültetvények és a folyó téli medrében lévő épületek mindegyike súlyosbította a problémát. Sok esetben a vízszint meghaladta a töltés magasságát, meghágás történt. Ezek sokszor szándékosan alacsony gátak voltak, ahol a belvíz lefelé a folyóba visszairányítható legyen. Később sok kifolyási helyet megerősítettek és fókuszáltak az erősebb gátak építésére, valamint a folyókágak vízhozamának jobb megosztására. Ennek érdekében csatornákat ástak, mint például a Pannerdens Kanaal és a Nieuwe Merwede.

Hollandia a kis és sebezhető államok közé tartozott, elég sok háborút viselt az évszázadok folyamán. Így megszállás idejére esett az 1808. január 15.-i vihardagály (Zeelandon és Vlaanderenben okozott jelentős károkat), és az 1809. évi folyami árvíz is, amikor a Rajna talán az ország legpusztítóbb árvize (4. kép) vonult le, jelentős kiöntéseket okozva a Maas mellett is. Az előntés területe Németországtól a Maas és a Waal vidékén keresztül egészen az ország nyugati végéig tartott. Az IJssel folyó völgyének nagy része is megmerült. A gátszakadásokat jégdugók váltották ki, a jégdugó blokkolta a víz szabad átfolyását, a felvizet felduzzadva, a gátat meghágva, majd átszakítva kiöntést okozott.

Az 1809. évi árvíz idején Louis Napoleon, a francia császár testvére volt a király, igaz csak négy évig, azonban rövid uralkodása lényeges változást hozott a kormányzat árvízi szerepvállalásában. A francia uralom óta a kormányzatnak jelentős központi szerepe van a vízgazdálkodásban. Ekkor formálódott és kezdett erősödni a Rijkswaterstaat.

1809. évben a folyami árvizek legnagyobb katasztrófája következett be Hollandiában (4. kép). Körülbelül 100000 ember szembesült a nagy áradás hatásával, ami 275 halálos áldozattal járt. Hollandiában a folyó menti árvíz általában csak néhány áldozattal járt, maximum néhány tucattal. Az ezreket elpusztító árvíz a tengerárnál jelentkezett. Sok volt a sebesült. Kétháromezer ló, tehén és sertés fulladt meg, és legalább 1000 otthon teljesen megsemmisült. A katasztrófa után bekövetkezett nagymértékű nyomorúság eredményeként az árvízi probléma természetesen mindenki figyelmét magára vonzotta.

Louis Napoleon, olyan ember volt, aki mindent elkövetett a királtságáért. Így a folyami problémák sem kerültek el a figyelmét. A francia császár testvére jelen volt csaknem minden alkalommal, amikor egy gát átszakadt. Ráadásul rövid négyéves uralkodásának utolsó napjaiban számos előremutató döntést hozott az árvíz problémáinak kezelésére. Ezek közül a fontosabbak a következők voltak:

- A folyami árvíz megoldásának új megközelítési módjának kialakításában Louis Napoleon király fontos szerepet játszott, ugyanis azt követelte a holland folyami szakemberektől, hogy azonnal intézkedjenek a folyami árvizek elkerülése érdekében. Viszonylag rövid idő alatt nagy eredményeket kellett felmutatni, és végrehajtani. A folyómeder módosítással ellentétben a folyó oldalirányú elterelését javasolták. Ez volt a hidrológiai mérnökök szaktudásának egyik legfontosabb ajánlása, amiről tájékoztatták a királyt. Ez az árvíz kezelésének új módja volt. Az elterelés kivitelezéséhez az IJssel folyó mentén 5 és a Linge folyó mellett Asperennél 16 új túlfolyót építettek a gátba. További 4 túlfolyó készült a Merwede folyó mentén valamint Gorinchem északi részén, még mielőtt a katasztrófa éve véget ért volna.
- A Folyótörvény elfogadása, új, megváltozott jogi szabályozás kidolgozása. A folyótörvény hangsúlyozta, hogy a központi kormány, végső felelősséggel tartozik a folyók állapotáról. A törvény legfontosabb célkitűzése a folyóknál a vízlevezetési kapacitás további romlásának megakadályozása volt. Megtiltottak bármilyen olyan munkát, amely akadályozná a folyó vízlevezető képességének csökkenését. Ilyet csak a Rijkswaterstaat engedélyével lehetett

végezni. A folyómeder, a folyóágy feltöltése szintén nem engedélyezhető. Ezenkívül a törvény kimondta, hogy azokon a területeken, ahol nicsenek gátak vagy rakpartok, engedély nélkül nem lehet ilyeneket építeni és szabályozni a parti sávot. Az engedély nélkül épített munkákat a tulajdonos költségén kell eltávolítani. A törvény megsértése esetén 600 gulden bírságot szabtak ki.

- A Diefdyke gát (ld. az 1573. évi árvíznél, valamint a 3. ábrán) vonalának a megerősítése.
- Az 1809-es árvíz katasztrófa után a Linge folyón megkezdett munkálatoknak, a folyó oldalirányú elterelésének kivitelezése, zsilipek építése a Lek folyó mentén Culemborg mellett és Gorinchem melletti Merwede gáton. Az 1809 utáni években nagyléptékű gáterősítési munkák kezdődtek az árvíz hatására (Floodsite project 2006). Ugyanakkor kiderült, hogy a folyók elterelése, mint az éppen aktuális tervezési irány megoldja a még erősen uralkodó szkepticizmust, ami a folyók szabályozására és az árvédelem megoldására való országos képességet illette. Ezt a kétséget tovább erősítette a francia uralkodás időszakát követő általános társadalmi-politikai klíma. Ebben az időszakban (az európai restauráció éveiben 1814 - 1830), sokan hajlamosak voltak elfordulni a felvilágosodás főbb eszményeitől és a korábbi nézetek egyre inkább előtérbe kerültek minden területen. Ez alól a folyópolitika sem volt kivétel, a folyók hagyományos megközelítése a meder vízvezető képességének javítása újra előtérbe került. A Köztársaság után 1809-től az érdeklődés központjába került a folyó elterelési stratégia. A restauráció eredményeként például, I. Wilmos királynak nem sikerült újjáélesztenie az 1810-es gát-törvényt (ez a törvény, Hollandia területét 17 vízgazdálkodási körzetre osztotta, és több lehetőséget biztosított az államnak az ellenőrzésre), sőt a restauráció nyomására azt 1835-ben teljes egészében vissza kellett azt vonnia.



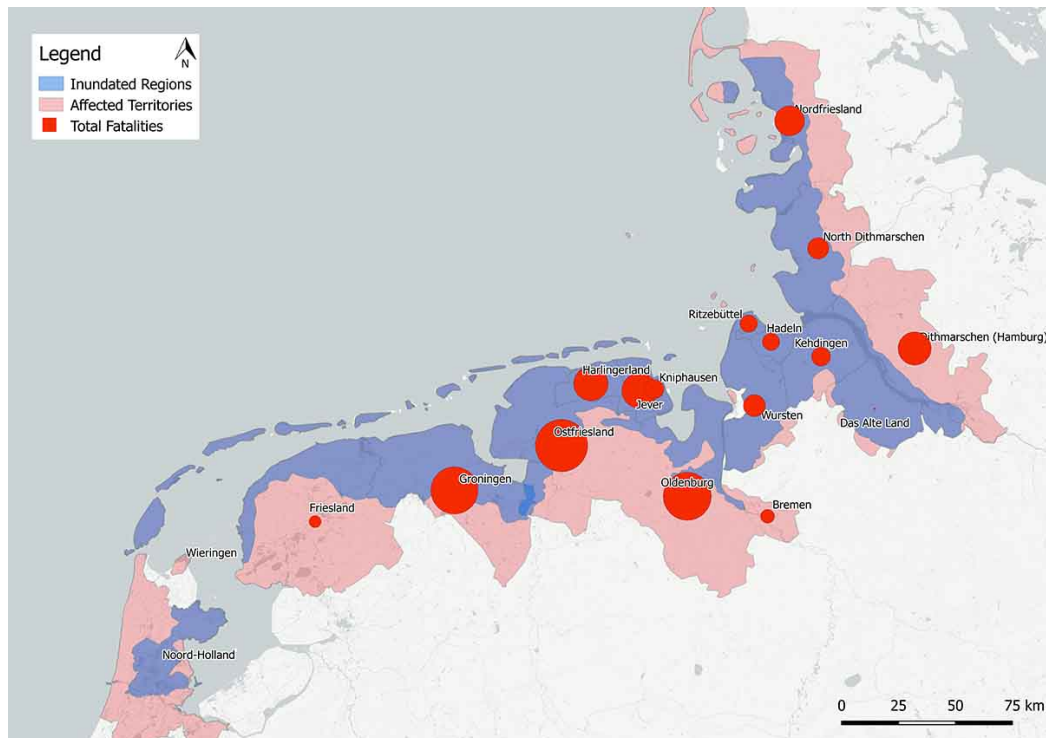
4. kép A Lingen gát szakadása meghágással 1809-ben, amikor az utóbbi ezer év egyik legnagyobb folyami árvize volt Hollandiában 28 gátszakadással

Paleo árvizek

Nagyon fontos az a munka, amelyet a paleo árvizek megismerése érdekében végeznek Hollandiában. Hidrológiai modellekkel szimulálják az egyes elöntéseket, számolják a vízmennyiséget, az elöntési szinteket. Sok adat is van ezekhez a számításokhoz a városi és a

vízügyi irattárakban. Ezeket egészítik ki a topográfiai adatok, magasságok, kopolyák mérete, gátak magassága.

Az árvizeknél is nagyon fontos a feljegyzésekkel, történi leírásokkal rendelkező árvizekkel kapcsolatos információk időhatárának a kiszélesítése. Az ilyen ún. paleo árvizek természetesen nagyon korlátozott információ tartalommal rendelkeznek, azonban a nagyság és frekvencia elemzések szempontjából fontosak. Egy 200 évre visszatekintő vízállás statisztikát, egy mintegy ezerévre visszatekintő eseménytárral lehet kibővíteni. Tehát nem 200 év, vagy még rövidebb időszak inhomogén adatsorából kell például a 10000 éves valószínűséget becsülni. A holland vízügy ebben élenjáró, csakúgy, mint a feljegyzésekkel bíró árvizek rekonstrukciójában (ld. pl. 6. ábra).

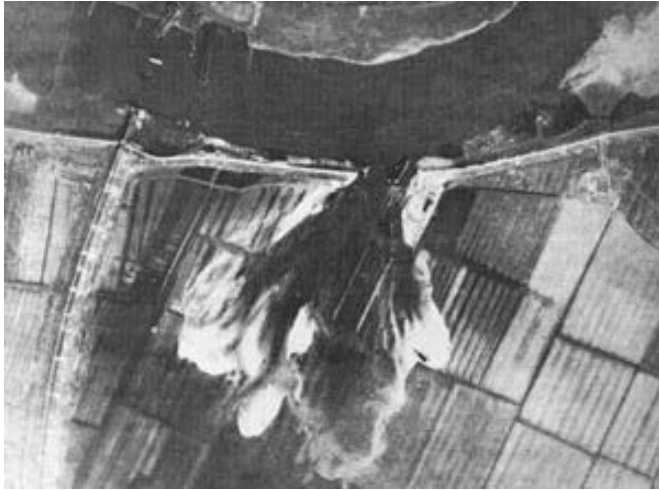


6. ábra Elöntött területek és az áldozatok megoszlása az 1717. évi árvíznel

Ezekkel párhuzamosan sok ősi gát archeológiai feltárása is készült évről évre, megismerve az ősi gátak helyét, magjának valódi építési idejét, korábbi keresztmetszvényét és a gát fejlődését.

Gátszakadások

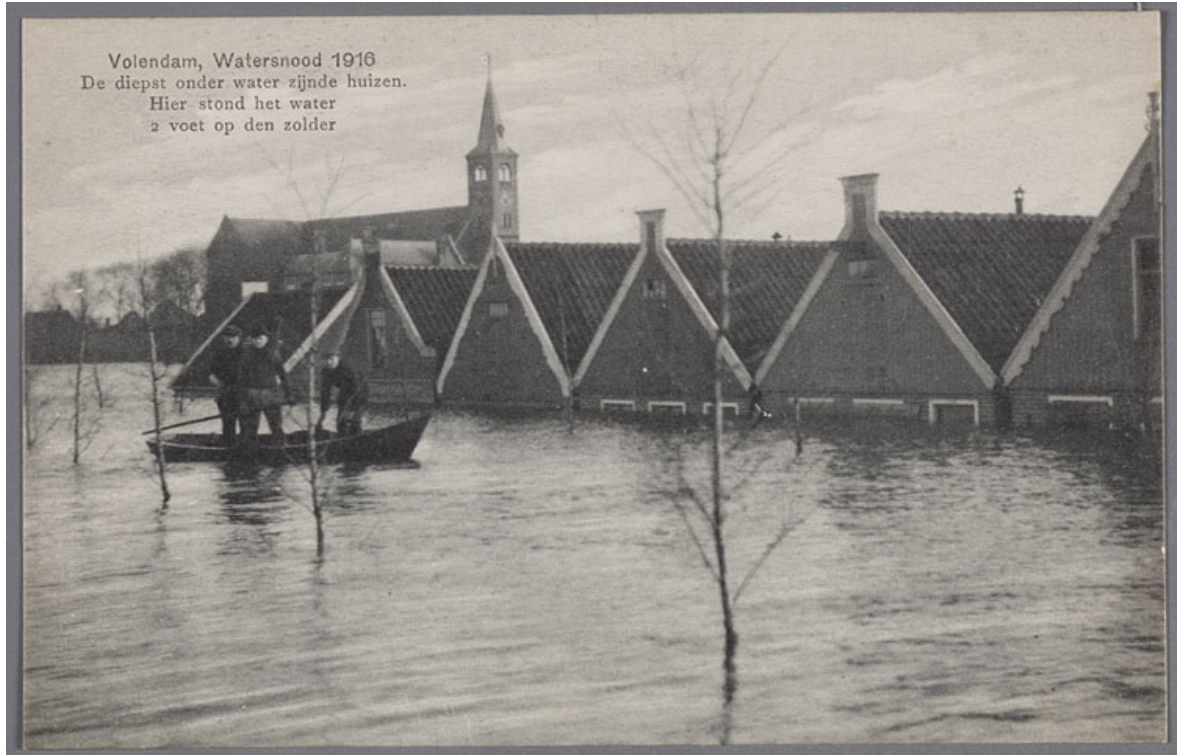
Az ismert árviekről körülbelül ezer év távlatában vannak értékelhető információk Hollandiában. Évszázadokon át Hollandia számított a gátépítés példaképe és még ma is a Rijkswaterstaat a legnagyobb hatóság az országban. A gátak azonban sok esetben nem elégtették ki műszaki jellemzőik alapján a természet által elvárt igényeket. Erről tanuskodik az 1735 gátszakadás, ami 1134 és 2006 közötti időszakban kialakult (van Baars, és van Kempen 2009). Az 1. és 5. képek a gátszakadások után visszamaradt kopolyákat illetve a kopolya elkerülésével megépített árvízvédelmi gátakat mutatnak. A fényképek és űrfelvételek lehetővé teszik a gátszakadások méretének felmérését, azok jellemző méreteinek meghatározását. Az 5. kép jól mutatja a kopolyából kimosott talaj szétterülését.



5. kép Az Overslag-i kopolya (hollandul kolk) Betuweben, ember indukálta gátszakadás a második világháború alatt

XX. századi katasztrófák

1916. január 13. és 14. közötti árvíz katasztrófa a Zuiderzee környezetében több tucat gátszakadással járt (6. kép). 1891-ben Cornelis Lelynek a híres Holland vízépítő mérnöknek már volt egy terve a Zuiderzee bezárására, de addig kellett a terv megvalósulásával várnia, amíg az idő megérett rá. Ez a pillanat a 1916. évi árvízkor jött el, amikor a környező településeket és városokat az árvíz elöntötte. Lely lett a közmunkákért felelős miniszter és megvalósíthatta tervét. Már 1918-ban a Zuiderzee kivitelezési munkái megkezdődtek: beindult a gát építése és terület-rehabilitációs munkák. A project 1932-re készült el. 1927 és 1932 között készült el a zárógát, mely a Zuiderzee-t az IJsselmeerré (a Déli-tengert IJssel-tóvá) változtatta.



6. kép A Zuiderzee elöntése 1916-ban



7. kép Az 1953. évi árvíz, gátszakadás az IJssel melletti Ouderkerknél

1953. január 31./február 1. éjjel az árvíz Hollandiában volt a legsúlyosabb 1836 halott (Angliában 307 áldozat, Belgiumban 22), 64 helyen több, mint 400 gátszakadás történt. A károk röviden: 200000 szarvasmarha veszett oda, 200000 ha termőterület került elöntésre, 3000 házat és 300 farmot rombolt le a víz, 40000 ház és 3000 farm károsodott, 72000 embert evakuáltak, 139 km gát súlyosan károsodott. Az utolsó tengeri árvíz, ami Hollandiát súlytotta február elsején a kora reggeli órákban, több száz helyen szakadt át a parti gátak Zeeland, Brabant és Dél-Hollandiában (7. kép). Közel 8 %-a a szárazföldnek került elöntésre, 1500 km². A katasztrófa nem mindenkit lepett meg. Johan van Veen, egy mérnök a Közmunkáknál a későbbi Delta Terv megalapítója már 1946-ban készített egy jelentést, melyben leírta a gátak állapotát. Az 1946-ban kifogásolt állapotú gátak nagy része átszakadt 1953-ban, így nem sokkal a háború, és az azt követő újjáépítés után a gátak kerültek az országos figyelem központjába. Az árvíz végül a Delta tervhez, illetve a Delta Munkák kivitelezéséhez vezetett. Ugyancsak ez az árvíz alapozta meg Hollandia folyami árvízi gátépítését is. Delta Munkák kezdete 1958. (Wikipedia)

Az 1953-as nagy hollandiai áradás és az 1962-es németországi tengerparti árvíz után a gátakat többször is megmagasították. Azóta a Rajna-Maas-Schelde-deltában valamint a német partszakasz több más folyótorkolatában és öblözetében megerősítették a partvédelmet. A part természetes élővilágának a lehető legnagyobb mértékű megőrzése érdekében a védműveket igyekeztek úgy kialakítani, hogy a szokásos tengerjárásnak részben vagy egészben utat engedjenek, és csak vihardagálykor zárják be őket.

Az Északi-tenger sekély partszakaszain a partvédelem több szinten van kialakítva. A gát előtti terület már magában valamelyest csökkenti a tenger erejét, amivel a gátra lecsaphat. Amennyiben a gát közvetlenül a tenger mellett található, akkor különösen meg kell erősíteni.

Az évszázadok alatt a gátak magassága egyre nőtt, eléri akár a 10 méteres magasságot is, ugyanakkor a lehető laposabb profilt kapott, hogy a hullámok erejét jobban gyengítse. A modern gátak akár 100 méter talpszélességűek is lehetnek, melyek mögött szervízút fut és a mögöttes terület ritkán lakott. A régebbi gátakat e mögöttes területeken sok helyen megtartották a védelem kiegészítéseként, de máshol elbontották őket, mivel a mocsaras polder területeken maga a föld is nagy értéket képvisel.

1986-ban elkészült a Delta Works 13 gátja közül a legambiciózusabb nyitható kapu a Schouwen-Duiveland és a Noord-Beveland szigetek között, amit arra terveztek, hogy megvédje dél Hollandiát az Északi-tenger áradásától. Eredetileg ez a 9 km hosszú gát egy zárógát lett volna, azonban a tiltakozások hatására mozgatható gát épült négy kilométeren keresztül. Ezeknek a kapuknak alapállapota, hogy nyitva vannak, de a vízszint emelkedéssel bezárják azokat. A gát 65 darab 18000 tonnás 35 méter magas beton pilléren nyugszik. 62 acél kapu teszi lehetővé a vízáramlást. Minden kapu 42 méter széles. A gátat 200 éves visszatérési idejű árvízre tervezték.

Egy bizottság 1977-ben beszámolt a gátak gyengességéről, kiemelve a korábbi gáterősítések és magasítások hatására a gátba beépült régi épületek (8. kép) elbontását, a kanyargó gátak kiegyenesítését valamint a gátak erősítését. A helyi lakosság túlságosan ellenállt a házak lebontásának, így ezt elvetették. Az árvízveszély ilyenén történő csökkentését 1993-ban és 1995-ben ismét el kellett vetni. A mi megvalósulhatott az a biztonsági szint növelése.



8. kép Több ezer házra a gát ráépült a mentett oldali erősítések következtében

1993. és 1995. években nagyvíz volt a folyókon, de a gátak tartották a vizet! Az 1993-as magas vízszint meglepetésként jött. A Meuse-völgyben Limburgban mintegy 180 km² földterület lett elárasztva, nyolcezer embert evakuáltak és hat ezer ház megsérült. (Boetzelaer 2005) A vízben lévő házak képei olyan területen készültek, amelyet nem védtek gátak: itt a víz a Meuse a természetes völgyében áramlott.

Különösen az 1995-ös áradások tartották Hollandiát izgalomban, ugyanis Ochtenben a Waal folyó gátja fenyegetett összeomlással. Úgy tűnt, hogy abban az időben ez az árvízvédelmi gát nem felelt meg az előírásnak: ennek a gátnak ellen kell állnia az 1250 évente előforduló valószínűségű árvízi terhelésnek. A valóságban az 100 éves előfordulási valószínűségű áradás is már kritikus helyzetet eredményezett. 1995-ben országos döbbenetet váltott ki a katasztrófa

közeli állapot (9. kép). Ettől kezdve az új szabványt a gát megerősítésére "normatív magas vízszintnek" vagy NHW-nek nevezték (TAW 1998). Összesen 550 km gátat kellett megerősíteni, aminél a befejezés céldátuma 1998 volt. (Boetzelaer 2005)

Közvetlenül az árvíz után a holland parlament elfogadta a nagy folyókra vonatkozó Delta Tervet (Delta Plan Large Rivers). Néhány éven belül a gátakat évi 1250 éves előfordulás biztonsági szintjére emelték. Továbbá a falvak és a városok részeit a Meuse mentén, gátakkal védték be. Ezek a gátak 250 éves visszatérési valószínűsége lettek kiépítve. Az 1993-as és az 1995-ös nagyvizek azt mutatták, hogy a Rajna 1250 évesnél nagyobb valószínűséggel előforduló vízhozama megfelelően konzervatív megoldást jelent.

A Hollandiában a folyók régiójában a lakosok 1993-ban és 1995-ben konfrontálódtak a folyó okozta veszéllyel. Szerencsére a gátak tartották magukat, de a vízszint extrém magas volt így Limburg megyében több várost elöntött a megemelkedett talajvíz és a hóolvadás együttes áradata. Mintegy negyed millió embert kellett evakuálni azokról a helyekről, ahol nem voltak gátak. Megállapították, hogy az extrém magas vízhozam egyre gyakrabban fog előfordulni a jövőben, ezért biztosítani kell a folyó nagyobb vízlevezető képességét (TAW 2000). A kormányzat elfogadta a „helyet a folyóknak” programot 2007-ben (Rijkswaterstaat 2011). Ez a terv három alapon nyugszik:

- 2015-re a folyóágak vízszállító kapacitásának el kellett érnie a 18000 m³/s;
- a biztonság növelése érdekében végrehajtott intézkedések javítsák a folyó-régió általános környezeti minőségét;
- extra terület szükséges a folyóknak, hogy az elkövetkezendő évtizedekben megbirkózzanak az előrejelzett éghajlatváltozások miatti magasabb vízhozamokkal.



9. kép 1995. évi árvíz, a víz közel a koronához a Rajna mentén (Slomp 2012) katasztrófa közeli állapot alakult ki.

Az idők szavát meghallva további két tervvel ált elő a holland vízügy a harmadik évezredben:

- 2010-ben bejelentették az Új-Delta tervet, ami a klímaváltozásra alapulva tekint előre.
- 2015-ben fejlesztési tervet fogadott el a parlament az Afsluitdijk (az Északi-tengert az IJsselmeertől elválasztó gát) megerősítésére. Ennek a becsült költsége 850 millió € A 32 km hosszú zárógát 80 éves fennállása alatt veszített ellenállóképességéből és nem elégíti ki a szabványi előírásokat. Ugyancsak a terv része egy öt kilométer hosszú hallépcső, ami elősegíti a halak vándorlását, és egy Európában egyedülálló kapacitású szivattyútelep megépítését 400 m³/s vízhozammal.

Partvédelem

Hollandiában a tengeri árvizek humán veszélyeztetése magasabb, mint a folyami árvizeké. Különösen heves tengeri árvizek voltak a X.-XIV. századok között. Ekkorra már bizonyos eredményeket ért el az árvizek elleni védelem, de még nem voltak megfelelő méretűek és ellenállásúak a védművek. A leghusztitobb tengeri árvizeket az 1. táblázat mutatja be.

A Németalföldet évezredek óta súlytják az áradások, különösen sok áldozattal járt, amikor az Északi-tengeri szél hatására felkorbácsolt hullámok elöntötték a sík területet. Egyes történészek szerint a tengerár kicsapásának hatására indult meg a germán törzsek délre áramlása (kimberek, teutonok, ambronok és más népek), melyet az időszámítás előtti első század fordulóján Gaius Marius (157-86 kre.) tartóztatott fel. A tengerárok valószínűleg hasonló frekvenciával pusztítottak az első évezredben, mint az utána következő évszázadokban, csak ezekről nagyon töredékes írások vannak. A tengerárok pusztításáról az első hiteles feljegyzések az első ezredforduló környékéről származnak.

1. táblázat A tíz legsúlyosabb tengerparti árvíz

Árvíz	Hely	Időpont	Áldozatok
St. Stephen árvíz	Friesland, Groningen	838. december 26.	2437
St. Michael árvíz	Zeeland és Flandria	1014. szeptember 29.	ezrek
Tengeri földrengés árvíze	Zeeland	1134. október 1.	ismeretlen
St. Juliana árvíz	Északi part	1164. február 17.	ezrek
St. Lucia árvíz	Friesland, Groningen	1287. december 14.	50 000+
St. Elizabeth árvíz	Flandria, Zeeland és Holland	1404. november 19.	ismeretlen
Második St. Elizabeth árvíz	Zeeland, Holland és Flandria	1421. november 18.	10 000+
Mindenszentek árvíz	Zeeland	1570. november 1.	20 000
St. Marten árvíz	Northeast coast	1686. november 12.	3000
Karácsonyi árvíz	Northeast coast	1717. december 25.	14 000
1953. évi árvíz	Zeeland és Flandria	1953 február 1.	1836

A partvédelmet segítik a dűnék is. Egyes helyeken, különösképpen a holland partszakaszon Hoek van Holland és Den Helder között ezek jelentik az egyetlen védelmet. Másutt, mint például Zeelandban és némelyik Észak-Fríz szigeten a dűnéket gátakkal erősítették meg. Ezeket manapság homoknáddal telepítik be, hogy így akadályozzák meg a víz és szél által okozott eróziót, valamint a dűnék vándorlását. Különösen nagy erőfeszítést igényel a delta-torkolatok védelme Hollandiában és a homokos part megőrzése Syltnél.

A hollandiai tengeri árvizek bemutatásánál nem szabad elfelejteni, hogy hasonló tengerárral kell megküzdeniük a szomszéd országoknak is Belgiumnak és Németországnak, sőt Dániának és Angliának. Belgium tengerparti kiépítése a Sigma Project az 1972. évi árvíz után kezdődött, és 512 km gátat kell megerősíteni. Németországban az 1962. évi árvíz 337 áldozattal járt, 141 gátszakadáson keresztül öntötte el a tengervíz Hamburgot és a környező településeket.

Hansje Brinker

A holland árvízvédelem meghatározó története, hogy Hansje Brinker nyolc éves kislány az ujjával tömte be a gáton a csúrgást árvíz idején, amíg segítségért kiabált. A történet jól mutatja, hogy a hollandok már gyerekkorukban is tisztában voltak az árvíz veszélyességével. Bár vannak, akik szerint csak egy mese, de akkor is kiválóan megfelel annak, hogy a gyermekek figyelmét ráirányítsa az árvízvédelem fontosságára. A történetet számos gyermek-könyv feldolgozta, sőt egy szobor is készül a történet kulcsepizódjáról (10. kép), melyet Harlingenben lehet megtekinteni.



10. kép Hansje Brinker szobor Hartlingenben

Összefoglalás

A gátépítés hosszú holland tradíciójára történő rátekintés mutatja annak a kultúrába történő mély gyökerű beágyazódását. A történelmi események szerint akár egy nagy árvíz vagy egy kis kukac, de a nemzeti boldogulásba vetett hatalmas hit konzekvenciákhoz és az árvízvédelmi rendszer összeomlásához vezethet.

Hollandia fejlett vízgazdálkodással rendelkező ország, mely megtapasztalta az árvizek szenvedését, kitanulta az árvizek viselkedését és adekvált válaszokat ad ezekre a kihívásokra. Az évszázadok alatt felgyülemlett árvízi tapasztalatok alapján a fejlesztéseket a folyó- és területgazdálkodással valamint más vízgazdálkodási ágakkal harmonizálva végzi.

Bepillantva a történelmi múlt eseményeibe az mondható, hogy az írásbeliség fejlettsége összekapcsolódott az árvíz elleni védelemmel és a politikai környezettel. Csak a cikkben bemutatott néhány szempontot összehasonlítva a hazai eseményekkel, megállapítható az a kulturális örökség, ami a vízgazdálkodás 800-1000 éves történetét jellemzi.

Köszönetnyilvánítás

A közlemény alapjául szolgáló kutatást az Emberi Erőforrások Minisztériuma által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program támogatta, a BME FIKP-VÍZ tématerületi programja keretében.

Irodalomjegyzék

- Boetzelaer, M. és Schultz, B. (2005). Historical Development of Approaches and Standards for Flood Protection along the Netherlands Part of the Rhine River. ICID 21st European Regional Conference 2005, 15-19. May 2005, Frankfurt (Oder) and Slubice, Germany and Poland, Integrated Land and Water Resources Management in History, ISBN 3-8334-2463-X.
- Cultural Heritage Agency (2014). Man-made lowlands. A future for ancient dykes in the Netherlands.
- Floodsite (2006). Flood Risk Analysis for the River Scheldt Estuary. Report Number T25-06-01, Revision Number 1_0_P01, Co-ordinator: HR Wallingford, UK.
- Gottschalk, M.K.E. (1971, 1975, 1977). Stormvloed en rivieroverstromingen in the Nederland, Deel I, II en III (Storm surges and river floods in the Netherlands, part I, II and III), Van Gorcum, Assen, The Netherlands, ISBN 90-232-0717-3, -1193-6 and -1491-9.
- Kuks S. (2002). The Evolution of the National Water Regime in the Netherlands. University of Twente (UT), Center for Clean Technology and Environmental Policy (CSTM).
- Netherlands Hydrological Society NHV (2004). Water in the Netherlands, managing checks and balances. DrukZaken Rotterdam, ISBN 90-803565-6-5.
- Rijkswaterstaat (2011). Water Management in the Netherlands.
- Slomp R. (2012). Flood Risk and Water Management in the Netherlands.
- TAW (1998) (TAW = Technical Advisory board Water barriers). Grondslagen voor waterkeringen (Foundation rules for water defence systems), Balkema, Amsterdam.
- Technical Advisory Committee on Water Defences (TAW) (2000). Towards a new safety approach. A calculation method for probabilities of flooding. Delft, the Netherlands.
- Van Baars, S., and Van Kempen, I.M. (2009). The Causes and Mechanisms of Historical Dike Failures in the Netherlands. E-Water, Official Publication of the European Water Association (EWA), ISSN 1994-8549.