



Afdeling Grondwater
Princetonlaan 6
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T 030 2564750
F 030 2564755
info@nitg.tno.nl

TNO-rapport

NITG 03-241-A

**De historische verbreiding van inundatiegebieden
in de provincie Noord-Brabant**

Datum	8 december 2003
Auteur(s)	R.J. Stuurman
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	23
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	Provincie Noord-Brabant
Projectnaam	Inundatie
Projectnummer	005.50253

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vernenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoekopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2004 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Doelstelling	3
2	Veranderingen in het Brabantse watersysteem tijdens de laatste tweeduizend jaar	5
2.1	De periode 0-1100 jaar A.D.	5
2.2	De periode 1000-1800 jaar A.D.	6
2.2.1	Stroomgebied Mark, Aa of Weerijns en Donge	7
2.2.2	Het Dommel-stroomgebied	10
2.2.3	De Maaskant en de Beersche Maas	11
2.3	Het Aa-stroomgebied	12
3	Belangrijkste naoorlogse veranderingen	14
4	De toepassing van kunstmatige inundatie ten behoeve van vloeiveiden	15
5	Inundatiegebieden in kaart gebracht.....	16
5.1	Reconstructie inundatiegebieden met behulp historische kaarten	16
5.2	Vier kaarten met historische inundaties	17
5.2.1	Overlaatsystemen	17
5.2.2	Militaire inundaties	17
5.2.3	Overstromingen in de WO II en 1953	18
5.2.4	Toepassingsmogelijkheden	18
6	Conclusies en aanbevelingen	20
7	Literatuurlijst	21

1 Inleiding

1.1 Doelstelling

In opdracht van de provincie Noord-Brabant is een inventarisatie gemaakt van gebieden die in het verleden regelmatig overstromden (inundeerden). Deze kennis kan van nut zijn bij het herstel van (grond-)waterafhankelijke natuurgebieden en/of bij het zoeken naar oplossingen voor wateroverlast door overstromingen.

Deze historische inundaties zijn in het verleden nauwelijks in kaart gebracht. Tijdens het onderzoek zijn talrijke historische rapporten en kaarten bestudeerd. Deze staan genoemd in de literatuurlijst. Aanvullend is ook bestudeerd welke informatie de bodemkaart ten aanzien van het voorkomen van inundaties op kon leveren. Regelmatig optredende inundatie kan vaak worden aangetoond met het voorkomen van beekleem, vaak op veen. Deze afzettingen zijn meestal echter in te smalle zones aanwezig of te dun om als aparte bodemeenheid gekarteerd te worden. Deze activiteit leverde weinig op en wordt daarom niet verder beschreven.

In de Brabantse literatuur is weinig geschreven over natuurlijke inundatiegebieden. Deze conclusie wordt gedeeld door Akkerman (1986). Historische kaarten waar inundatie op wordt aangegeven zijn zeldzaam. Staring (1856) schrijft wel, meer in algemene zin over de beekdalen, als 'groengronden'. Deze naam wordt gebruikt omdat deze gronden begroeid zijn met grassoorten in tegenstelling van de aangrenzende, bruingekleurde heidegronden. Staring noemt de Dommel, de Beerze, de Reusel, de Mark en de Aa als groengronden. Deze groengronden worden getypeerd door kleihoudende zandige (zavel) afzettingen aan het oppervlak.

De groengronden zijn volgens Staring ontstaan door slechte afwatering. Deze afwatering werd tussen 1800-1850 sterk verbeterd doordat 'gemeen' bezeten gronden overgingen in particuliere handen. De groengronden stonden in de winter lang onder water. Slechts een gering deel kwam later tot afvoer. Het grootste deel verdween door 'uitdamping', soms pas in het midden van de zomer. Ook de Staatscommissie voor de Bevloeiing (1897) geeft op indirecte wijze aan dat inundatie van de beekdalen een regelmatig voorkomend en belangrijk proces was. De beekdalen waren immers vruchtbaar door de aanwezigheid van beekleem.

Bongaerts (1920) geeft aan dat de belangrijkste gebieden met frequente inundaties voorkomen rond Den Bosch, langs de rivieren Dommel, Aa en Mark, in de polders langs de Roosendaalsche- en Steenbergsche Vliet en in het noordoosten van de provincie.

Doel van de kaartenserie 'Inundatie' is een zoektocht naar de gebieden die in het verleden van nature en/of door menselijk handelen regelmatig inundeerden. Deze inundatie moet meerdere dagen per jaar zijn voorgekomen. Het verleden is hier aangeduid als de periode 1850-1960. Er zijn hiervoor vijf kaarten samengesteld:

- Militaire inundaties
- Historische inundaties bij overlaten
- Inundatie ten gevolge van oorlogshandelingen in de jaren 1944 en 1945,
- Geïndeerd gebied als gevolg van de stormvloed 31 jan/ 1 feb.1953.
- Inundatie op basis van historische bronnen en kaarten.

De belangrijkste resultaten van deze studie zijn in een eerder stadium gepubliceerd in de Noord-Brabantse atlas “Watersystemen in beeld” (Stuurman, Van Beusekom, Reckman, 2000). In dit rapport wordt een uitgebreide onderbouwing geleverd voor deze reeds gepresenteerde kaarten.

2 Veranderingen in het Brabantse watersysteem tijdens de laatste tweeduizend jaar

2.1 De periode 0-1100 jaar A.D.

Vanaf 700 v. Chr. (IJzertijd) nam de bevolking sterk toe en ontwikkelden zich permanente akkercomplexen, welke vanaf het begin van de jaartelling steeds meer afgestemd raakte op de Romeinse economie. In deze periode kwamen voornamelijk uitgestrekte loofwouden en veengebieden voor. Het beekdal raakte regelmatig geïnundeerd als gevolg van stormvloed, kruiend ijs, meandering en beverdammen. Deze beekdalen leverden ook het ijzeroer voor de productie van gereedschap en wapens.

Er zijn geen aanwijzingen dat de beken, met uitzondering van de ijzeroerwinning, gedurende deze periode op directe wijze door menselijk ingrijpen beïnvloed werden. Wel zal de ontbossing indirect het beeksysteem beïnvloed hebben.

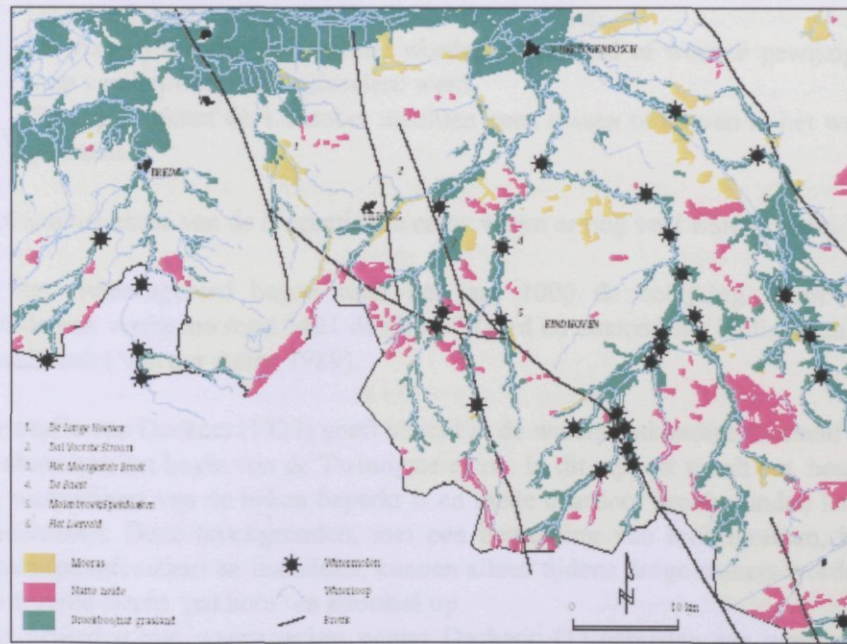
Wellicht van belang voor de waterhuishouding in De Mark, Donge, Dieze en hun zijbeken kan de doorbraak zijn geweest van de duinenreeks bij Zeeland rond de vijfde eeuw na Chr. Als gevolg hiervan werd een deel van het veen in noordwest-Brabant weggeslagen en kwam bijvoorbeeld De Mark sterk onder zeeïnvloed te staan.

De grens waar de getijdenwerking nog merkbaar was, verplaatste zich in de loop van de tijd geleidelijk in stroomafwaartse richting. Dit hing samen met verzandingen en het ontstaan van grilliger meanders in de loop van de eeuwen waardoor ook scheepvaart op De Mark geleidelijk onmogelijk werd.

Na de Romeinse tijd raakten het grondbezit in handen van kloosters en hoven ('hofhorigheid'). In deze periode (ca. 800 na Chr.) werden vooral door de kloosters talrijke watermolens aangelegd, waardoor de beekafvoer en het beekpeil sindsdien sterk onder menselijke invloed kwamen te staan. Dit gold in het bijzonder voor de beken in Midden- en Oost-Brabant (figuur 1).

In De Mark zijn uit deze periode slechts een viertal watermolens bekend.

Overigens werd het beekpeil in deze tijd ook sterk beïnvloed door visserij waarbij het peil plaatselijk opgestuwd raakte en de afvoer geremd werd.



Figuur 1: De ligging van watermolens in Midden-Brabant en de verbreiding van natte gronden.

2.2 De periode 1000-1800 jaar A.D.

Na het verdrijven van de Noormannen (ca. 1100) nam de ontginning ten bate van de landbouw toe. De bevolking groeide sterk, de horigheid en het grootgrondbezit nam af. Het oppervlak bos nam in deze periode sterk af en het oppervlak heide, weiland en akker nam sterk toe. De natuurlijke gronden werden gebruikt voor strooiselwinning, afplaggen en veeweidening.

Doordat als gevolg van de houtkap een brandstoftekort opgetreden was, ontstond tussen 1000 en 1200 de turfwinning. Hierbij werden eerst de lage gronden in het noordwesten van Brabant ontgonnen waarna geleidelijk het meer zuidelijke, tegen de zandgronden opwiggende veen ontgonnen werd (Leenders, 1989). Hierbij werden talrijke turfvaarten aangelegd. In feite kon tot deze periode alleen de hoge dekzandruggen bewoond worden. Voorbeelden van nederzittingslocaties zijn Baarle-Nassau, Alphen, Oirschot en Valkenswaard.

Bij de turfwinning werden op de hogere gronden vaarten gegraven en beken gekanaliseerd en verdiept waardoor een sterke verandering in het natuurlijke ontwateringssysteem ontstond.

Rond 1100 werden ook grote delen van de beekdalen ontgonnen en omgezet naar grasland. Dit werd mede mogelijk gemaakt door een klimatologisch drogere periode (Kortlang, 1987).

De opstuwing als gevolg van de talrijke watermolens veroorzaakte veel wateroverlast. In het begin van de Zestiende eeuw stelde Karel V daarom streefpeilen ('pegels') in ter bestrijding van wateroverlast en droogte stroomafwaarts (Brabantse molens). Gelijkertijd werden verschillende adviezen gegeven om de wateroverlast bij Den Bosch te bestrijden:

- Tot half maart moesten alle molens 2-4 dagen hun sluizen open stellen,

- De waterloop moest geveegd en uitgediept worden,
- De visserij activiteiten moesten worden opgeruimd of worden gewijzigd zodat de loop van het water niet gehinderd werd,
- Tussen 15 maart en 1 oktober mochten geen russen of korven in het water worden gebracht.

Tot aan het einde van de Negentiende eeuw waren er nog veel watermolens.

In het rivierengebied begon rond het jaar 1000 de bedijking. Door bestuurlijke problemen verdween rond 1421 de Grote Waard en ontstond het Hollandsch Diep en de Biesbosch (van der Aalst, 1989).

De studie van Deckers (1927) geeft inzicht in de waterstaatkundige toestand van Noord-Brabant aan het begin van de Twintigste eeuw. In dit rapport wordt o.a. beschreven dat de waterafvoer van de beken beperkt is en mede daardoor broekgronden langs de beek voorkomen. Deze broekgronden, met een begroeiing van schijngrassen, biezen, riet, moeraspaardenstaart en lisdodden, kunnen alleen tijdens droge zomers worden gehooit. Ze leveren slecht 'pakhooi' en strooisel op.

Als gebieden met wateroverlast noemt Deckers; (1) gebieden aan weerszijde van de Peelrug, (2) lage weilanden rond Den Bosch en in de Maaskant, (3)lage plaatsen in de heide (natte heide en vennen), (4) de broekgronden langs de beken.

Beschreven wordt dat het eenvoudig is om de vennen doormiddel van het graven van een watergang 'droog te lopen'. Het ontbreken van deze watergangen wordt genoemd als de oorzaak van het ontstaan van de natte heide.

Veel gebieden in de Lage Maaskant (streek tussen Grave en den Bosch) staan in april nog onder water. De gronden zijn mede hierdoor zee zuur waardoor 'goede grassen er niet groeien en slechts schijngrassen, moeras- en waterplanten er tieren'.

Deckers stelt dat de waterkwaliteit van de Dommel en Tongelreep, economisch gezien, het best is als gevolg van de vloeiveiden (kalkrijk maaswater!).

2.2.1 *Stroomgebied Mark, Aa of Weerijns en Donge*

In westelijk Noord-Brabant werden een 19-tal turfvaartstelsels gegraven. Ze werden met name begin 1500 aangelegd en waren vaak 4-6 meter breed en voerden ca. 2 meter water. Deze turfvaarten bezaten talrijke sluizen en stonden ook in verbinding met in het veen gelegen waterreservoirs waarmee de vaarten desgewenst gevuld konden worden.

Na de ontginning, die rond 1750 werd beëindigd, bleef een gebied met heide en duizenden vennen over.

In deze periode startte men ook met de ontginning van de nattere, lagere gronden. Hierbij werden de natte gronden langs de beekdalen verdeeld en vervolgens ontgonnen c.q. ontwaterd. In deze tijd ontstonden de beemden of hooigraslanden. De beemdpercelen liepen soms ver tegen de dalflank op.

De lager gronden in westelijk en noordwestelijk Noord-Brabant raakten in deze periode steeds sterker onder mariene invloed. Dit werd veroorzaakt door veenafgraving en zoutwinning. In deze periode ontstond het Hollandsch diep. Als gevolg van de geleidelijke in oostelijke richting oprukkende zee werd het veen met klei afgedekt. Het gebied veranderde in een landschap van platen en gorzen. Deze werden later bedijkt om vervolgens weer door de zee teruggewonnen te worden. Rond 1600 ontstonden de huidige polders.

Onder invloed van de geomorfologische en hydrologische gesteldheid van het gebied ontstond in deze periode duidelijke agrarische cultuurlandschapspatronen waarbij twee categorieën onderscheiden kunnen worden:

1. de beekdalnederzetting en
2. de plateau nederzetting.

Een voorbeeld van een beekdalnederzetting vormt 't Groeske bij Castelré. Bij dit type bevinden zich beemden langs de beek. Deze waren veelal smalle particuliere percelen, loodrecht gerangschikt t.o.v. de beek. Iets hoger op de beekdaloever bevond zich de nederzettingskern welke omgeven was door het akkergebied. Het akkergebied werd meestal door een houtwal gescheiden van de woeste gronden (de Gemeynt) welke uit bossen en heide bestond.

Als gevolg van de ontbossing en het intensieve gebruik van de heide, namen vanaf de tiende eeuw zandverstuivingen toe. Hierdoor nam ook de sedimentlast in de beken geleidelijk toe.

In het begin van 1300 stagneerde de ontwikkeling door allerlei oorzaken (o.a. passieve overheid, tekort aan mest etc.). De ontginning nam nog maar zeer langzaam en kleinschalig toe hetgeen in feite tot in de negentiende eeuw duurde. Belangrijk was echter de introductie van de potstalmest rond 1300 waardoor een driedeling ontstond van woeste gronden, hooilanden en akkers.

In het stroomgebied van **De Mark en Aa of Weerij**s stond De Mark in 1554 (volgens edict van Keizer Karel V in geschil tussen Filips de Lalaing en de Prins van Oranje) tot aan de Belgisch-Nederlandse onder getijde-invloed. De Mark was bevaarbaar tot aan Hoogstraten waar o.a. scheepsbouw plaatsvond. In het Graafschap Hoogstraten was de beek 24-30 voet breed (8-10 meter). De schepen waren rond de 10 voet (3 meter) breed en 45 voet (15 meter) lang (Havermans, 1973, Verstraelen, 1974). Er werd ook gevist met kleine schuiten. Uit de 'Memorie' bleek wel dat bruggen nauwelijks gepasseerd konden worden, omdat deze te laag boven de waterspiegel lagen en te nauw waren. Daarnaast bleek De Mark in de omgeving van Galder gekenmerkt te worden door droogten, versmallingen, zandbanken en kronkels.

Rond 1610 werd De Mark tweemaal per jaar geschouwd tot aan Merksplas. Uit het schouwrapport blijkt dat de beekbreedtes in deze periode gelijk zijn aan latere metingen in het begin van de negentiende eeuw. In de eerste helft van de Zeventiende eeuw werden alle 'waterlaten door hei, weiden, door land, euselen en heiningen' geschouwd door schout, schepenen en een secretaris. Als de waterloop 'oncusbaar' was volgde een boete van 2 'groten Brabants', was deze verstopt volgde een boete van 1 'pecter'. De Mark zelf werd halverwege mei gecontroleerd.

Uit verschillende berichten rond 1672 blijkt dat hooi, stro, vis en mosselen per schip naar het Land van Hoogstraten werd vervoerd. Rond 1600 bedroeg het getijdenverschil bij Terheijden nog ca 170 cm en rond 1700 ca 60 cm.

Ferraris (1778) beschrijft de langdurige winterinundaties van de beemden in het (boven)-Markdal. Volgens Ferraris inundeerde de beemden van het Merkske incidenteel. Ook Kroon (1969) schrijft dat in de zestiger jaren de laagste beemden in de winter en het voorjaar overstromden.

In de achttiende eeuw werd de scheepvaart geleidelijk onmogelijk door verzandingen en de ontwikkeling van grilliger bochten. Rond 1816 werd een laatste poging gewaagd welke strandde bij Meersel-Dreef.

Volgens Havermans (1973) werd dit veroorzaakt door de natuurlijke veroudering van de rivier en het wegvallen van de getijdenwerking. Deze getijdenwerking viel definitief weg bij de bouw van de sluis te Dintelsas in 1829. Al in 1808 werd de Dintel

gekanaliseerd en een sluis aangelegd. Deze ging echter in 1810 kapot waardoor de getijdenwerking op de rivier weer werd hersteld.

In deze tijd groeide de wateroverlastproblemen in het Boven-Mark traject. Deze hingen samen met de ontginning van duizenden bunders moerassige grond in de provincie Antwerpen (Heemraadschap van De Mark en Dintel, 1915). Hierdoor nam het wateraanbod fors toe terwijl gelijktijdig verzanding plaats vond en zich grote zandbanken ontwikkelden. Regelmatig werd druk uitgeoefend op het Heemraadschap om de Boven-Mark uit te diepen, maar deze deed niets omdat het niet tot hun taak gerekend werd (nl. geen bevaarbaar water). De oprichting van het Waterschap 'De Boven-Mark' in 1879 was het gevolg. De ontginning zette voort (afvoer groter), de instelling van Waterschap resulteerde daaropvolgend in een snellere afvoer. Volgens 'Voorlopig rapport omtrent de verbetering der afwatering van Noord-Brabant'(1920) nam met name in de periode 1890-1920 de afvoer sterk toe. De Markafvoer werd toen mede bezwaard door bevloeiingen in de Belgische Kempen.

Natuurlijke leidde dit hoge wateraanbod ook tot wateroverlast beneden Breda. Halverwege de Negentiende eeuw was het wateraanbod te hoog om het gewenste peil te kunnen handhaven. De beemden onder Hoeven, Etten en Princenhage werden langdurig geïnundeerd. Dit was ook regelmatig het geval bij hevige zomerregens. Deze overstromingen werden mede veroorzaakt doordat het peil in de Dintel hoog werd gehouden voor de scheepvaart. Deze scheepvaart had een hogere prioriteit dan de ontlasting van de lage polders en de hooigraslanden.

Overigens was inundatie ook vaak gewenst. In 1859 verzocht het gemeentebestuur van Teteringen het waterschap de hooilanden te inunderen om ongedierte te verdelgen (Deckers, 1927).

Aan het begin van de Twintigste eeuw werd ook in het Markdal bij Hoogstraten bevloeiing van de beemden door Markwater gunstig geacht. Bij de afschaffing van de watermolen (ca 1913) nam deze inundatie nam deze af wat nadelig werd bevonden. De overstromingen waren in het verleden namelijk van korte duur en daardoor gunstig voor de beemden. Na het wegvallen van de stuwwerking kwam de revier vaak droog te staan maar onstond door ook oever erosie.

Ook benedenstrooms van Breda was telkens sprake van wateroverlast. Hierdoor werden de beemden onder Hoeven, Etten en Princenhage regelmatig getroffen. De belangrijkste oorzaak lag in het feit dat het peil hoog werd gehouden ten bate van de scheepvaart. De scheepvaart had hier eerste prioriteit, terwijl de 'vrije ontwatering van polders en beemden een tweede prioriteit kenden voor zover de scheepvaart dat toeliet'. Hierdoor raakten ook zomers de beemden regelmatig onder water. Een verbetering trad op in 1915 toen het Markkanaal geopend werd. Deze staat in open verbinding met De Mark.

Gedurende de vijftiger jaren van de Twintigste eeuw namen de inundaties in de boven-Mark verder door een te geringe afvoercapaciteit (bron: waterbeheersing in Noord-Brabant, 1957). In droge perioden ontstond droogval of extreem lage peilen.

Binnen het stroomgebied van **De Mark en Aa of Weerij**s bevonden zich van oudsher zeker een zevental watermolens. Over het bestaan van deze watermolens wordt reeds in het begin van de zestiende eeuw gesproken. De molens veroorzaakten vaak overstromingen. Rond 1872 werden door de watermolen te Hoogstraten tot 4 km stroomopwaarts inundaties veroorzaakt welke volgens de geschriften verzuring van de gronden veroorzaakten (Havermans, 1973). De oorzaak van deze inundaties lag echter ook bij de toegenomen afvoer als gevolg van de ontginningen in België.

Ook in **De Donge** ten hoogte van Dongen, bevond zich lange tijd een watermolen. Stroomafwaarts van deze molen stond de Donge, tot de afsluiting van het Haringvliet in 1970, onder invloed van eb en vloed (Koolen, 1987). Het noordelijk deel van het Donge stroomgebied had regelmatig wateroverlast bij stormvloeden, mede als gevolg van een gestremde lozing. De Buitenpolders fungeerden als bergboezem, de keringen (dijken) moesten hier lager dan 2,50 m +NAP zijn. Iedere winter liepen deze Buitenpolders vol waardoor tijdelijk het overtollige water uit de Binnenpolders niet kon worden geloosd en ook deze inundeerden.

2.2.2 *Het Dommel-stroomgebied*

In **De Dommel** tussen Den Bosch en Boxtel en in de **Voortse- en Esche Stroom** tussen Tilburg en Den Bosch vond in de 18e en 19e eeuw nog kleine scheepvaart plaats.

Van oudsher (sinds 800) werden De Dommel en zijn zijbeken opgestuwd door talrijke watermolens. De gronden langs De Dommel ondervonden mede als gevolg van deze molens wateroverlast. Andere oorzaken vormde weer de ontginning van de woeste gronden, slecht onderhoud (ondiepten, zandplaten) en sinds het midden van de negentiende eeuw de bevoeiing vanuit het Kempens kanaal. Stroomafwaarts van Boxtel werd de waterhuishoudkundige situatie in de Dommel sterk bepaald door het Maaspeil.

Wateroverlast als gevolg van de ontginning van woeste grond werd met name in de periode 1800-1810 sterk merkbaar.

Net als in De Mark veranderde De Dommelafvoer na de afscheiding van België in ongunstige zin. In België startte men nl. in 1847 met grootschalige bevoeiingsprojecten vanuit het Kempens Kanaal. Rond 1850 werden ca. 3000 ha gronden in het Belgische deel van het stroomgebied bevoeid. Het bevoeiingswater uit de Kempense kanalen werd weer afgevoerd op de Brabantse beken.

Rond 1850 bevond De Dommel zich dan ook in zeer gebrekkige toestand. Als oorzaken voor de wateroverlast in deze tijd noemden de statenlieden in 1850:

- De toevoer van bevoeiingswater,
- De ontginning van de woeste gronden,
- De misbruik door de watermolens,
- De ondiepten en zandplaten

Tussen 1876-1886 wordt de afwatering van De Dommel sterk verbeterd. Als gevolg van de instelling van het waterschap (1863) werd nu ook structureel geruimd en gebaggerd en vonden de meest noodzakelijke normalisaties plaats. Deze activiteiten waren afgestemd op de maximumafvoer in de zomermaanden.

In 1911 werd de afvoer van de Dommel bij Den Bosch sterk verbeterd door de tot standkoming van het Afwateringskanaal tussen Den Bosch en Waalwijk, ook bekend als het Drongelens kanaal. Bij een peil van 2,06 m +NAP liep de Dieze voortaan over in dit kanaal. Ook de Zandleij ging nu op dit kanaal lozen. Voorheen loosde deze op de Bossche Sloot.

De Zandleij, die ontspringt tussen Tilburg en Loon op Zand, ontwatert o.a. het moerasgebied De Brand. Vermoedelijk heeft de Zandleij een rol gespeeld bij de Turfwinning in De Brand en het transport naar Den Bosch (van Oosterhout, 1992). Bij hoge waterstanden van de Dieze, Maas en bij (militaire) inundaties ontstond wateroverlast in de omgeving van de Zandleij (o.a. Helvoirts broek, dal van de Broekleij, dal van de Oude Leij en dal van de Ruygbossche loop). Ook het Helvoirts broek is het relict van veenwinning in de Middeleeuwen.

Het maaiveld van de broekgronden langs de Broekleij lagen slechts op een geringe afstand boven de laagwaterstand. Deze lage gronden waren meestal pas rond mei-juni

watervrij en bleven ook in de zomermaanden drassig. Binnen de Broekleij bevonden zich 200 ha permanent verdrongen moeraslanden.

Tijdens de Eerste Wereldoorlog werd een aparte verbinding gegraven tussen het Helvoirts broek en het Drongelens kanaal en met behulp van een dijk geïsoleerd van de Zandleij. Met behulp van een stoomgemaal met een capaciteit van 125 m³/minuut vond de afvoer op het kanaal plaats. Al in de winter van 1918-1919 bleef het Helvoirts broek droog terwijl het stroomgebied van de Zandleij te kampen had met zware wateroverlast. De Zandleij stond bekend om zijn slechte waterkwaliteit. De loop werd eeuwenlang gebruikt als afvoerriool, o.a. als gevolg van de Tilburgse industrie. Sinds 1925 werd ook het rioleffluent van de Tilburgse vloeivelden afgevoerd (Smulders, 1949). De Zandleij werd hiervoor aanzienlijk verbreed. In 1925 bedroeg de DroogWeer Afvoer (DWA) vanuit de vloeivelden 35.000 m³/week, in 1962 was dit 150.000 m³/week. Sinds de zestiger jaren waren de vloeivelden overbelast waardoor vaak ongezuiverd rioolwater werd geloosd. Ook het Drongelens kanaal kreeg last van deze vervuiling.

Rond 1917 namen de klachten over overstromingen en schade in het Dommel stroomgebied weer toe. Daarop werd in 1920 een rapport voor de verbetering van de Dommel aan Gedeputeerde Staten aangeboden. Mede op aangeven van deze studie werd tussen 1931-1941 een afwateringskanaal aangelegd om Dommelwater via het Beatrix- en Wilhelminakanaal af te voeren. Daarnaast werd tussen 1933-1936 onder Boxtel een afwateringskanaal aangelegd. Hierdoor werden de voorheen talrijk voorkomende inundaties rond Boxtel grotendeels verholpen.

Stroomafwaarts van Boxtel was de afwatering van oudsher bepaald door de stand van de Maas. Hier vonden ook regelmatig zomerinundaties plaats (o.a. in de Bossche Broek). Echter na aanleg van het Drongelens afwateringskanaal waren deze zomerinundaties voorbij (uit Verbeteringsplan etc, 1948). Inundaties in de winter werden juist voordelig geacht wegens de toegedichte bemestende werking. Na de eeuwwisseling veranderde men van gedachte omdat bij winterinundaties het gebruik van kunstmest onmogelijk was, de aeratie van de teeltlaag onvoldoende bleek en bewerken en zaaien niet op tijd mogelijk was. De inundaties van het Bossche Broek vonden in de periode 1918-1944 ongeveer 1 maal per 2 jaar plaats met een gemiddelde duur van 15 dagen/jaar (van Hovell, 1948).

2.2.3 *De Maaskant en de Beersche Maas*

Al rond 1300 moest Hertog Jan II zich regelmatig met het waterbeheer in het gebied ten zuiden van de Maas bezig houden (Buijks, 1984). In 1309 werd hiervoor al een waterschap opgericht.

Tussen 1100-1300 werd de Maas vanuit het westen, geleidelijk in oostelijke richting bedijkt. Daardoor kon bij overvloedige regenval, water stroomopwaarts achter de dijk langs stromen. Om de overlast te bestrijden werd daarom in 1331 tussen de Maasdijk bij Haren en de hoge zandgronden bij Duureind (Berghem) een 'dwarsdijk' aangelegd (Harensche Zegedijck die later Groenendijk ging heten).

De Maaskant werd lange tijd sterk door wateroverlast geteisterd door de traverse van De Beersche Maas. De Maas ontlastte zich, sinds de Zestiende eeuw, als gevolg van de gestegen rivierstanden voor een groot deel dwars door noordoostelijk Noord-Brabant heen, achter de bedijking om (uit: De verbetering der afwatering van Noord-Brabant, 1920). Tot halverwege de negentiende eeuw stond de Maas bij St. Andries namelijk in open verbinding met de Waal waardoor de Maas onafgebroken onder invloed stond van de Waal. Bij hoge Waalpeilen raakte de afvoer van de Maas belemmerd en zocht deze een uitweg door het noordoostelijk poldergebied. Tussen Gassel en Linden, bij Beers,

en tussen Linden en Cuijk waren stukken Maasoever namelijk nog onbedijkt. Aanvankelijk waren de terreinruggen parallel aan de Maas namelijk hoog genoeg. Deze terreinruggen werden de overlaten, respectievelijk de 'benedenmond' en de 'bovenmond'.

Een verbetering trad op bij de installatie van de Heerwaardensche overlaten. Hierbij werd de open verbinding tussen Maas en Waal afgesloten maar kon de Waal zich alleen nog bij hoge peilen ontlasten op de Maas. Op dat moment werd de Maas weer tussen Cuijk en Grave gedwongen zijn weg door het poldergebied te vervolgen. Bij Den Bosch kon deze dan weer terugstromen in de Maasbedding zelf of over de Baardwijkse Overlaat zijn uitweg zoeken naar de Langstraatse Buitenpolders. De overlaten functioneerden in het algemeen meerdere keren per jaar.

In de tweede helft van de Zestiende eeuw speelden veel conflicten rond de Groenendijk. De 'bovenlanders', o.a. uit het Land van Ravenstein, zagen de afvoer geremd waardoor zij wateroverlast kregen (of liever gezegd behielden). De Ravensteiners staken daarom regelmatig de dijk door. In 1596 werd een onafhankelijke commissie ingesteld om een oplossing te bereiken. Deze commissie bestond uit ingezetenen van Gelderland. Er worden doorlaten (sluizen) aangelegd die actief werden als vaste peilen werden overschreden. Ondanks deze oplossing moest de dijk in de Negentiende eeuw nog worden bewaakt door militairen en politie.

Aan het begin van de Twintigste eeuw werd de Peeldam aangelegd om te voorkomen dat het zure 'peelwater' in de Beersche Maas en vervolgens op de weilanden en akkers terecht zou komen.

Na instelling van de "Commissie voor de zaken der zomersluiting der Beersche Maas" werd sinds 1853 de Beerse Maas, in de zomer (15 maart-15 november) gesloten. De Beerse Maas had een typerend 'Traverse landschap' doen ontstaan omdat obstakels, zoals heggen, moesten worden verwijderd. Dit landschap is rond 1950 verdwenen.

In 1904 werd door de aanleg van de Amer (Bergsche Maas) de scheiding tussen Maas en Waal volledig. Nu werd het mogelijk om aan een gereguleerde afvoer van de Maas door zijn eigen bedding te werken. De overstromingen bleven echter voortduren. Ondanks deze aanpassing was men pas in 1942, na eeuwenlange verzoeken om een oplossing, definitief verlost van de overlast van de Beersche Maas. Overigens stond het traject van de Beersche maas ook zonder overstroming 's-winters ca. 10 cm onder water als gevolg van kwelwater.

Sinds 1930 vonden verschillende ruilverkavelingen plaats. De landbouw en veeteelt kreeg nu ook te maken met watertekorten. Als oplossing werden daarom langs de Maas 2 inlaatsluizen aangelegd.

2.3 Het Aa-stroomgebied

Ook De Aa werd van oudsher gekenmerkt door de aanwezigheid van veel watermolens. Deze parallel aan De Dommel gelegen beek onderscheidde zich door een sterk afwijkende afvoerdynamiek en waterkwaliteit. De Aa vormde immers de hoofdafwatering van de Peelgebieden en voerde hoofdzakelijk zuur, voedselarm water af.

Uit 'De beschrijving van de rivier de Aa en van de daarop gelegen watermolens' (Anonymus, 1860) kan een nauwkeurige reconstructie verkregen worden. De Aa ontsprong toen in een ven op het Somerensche Broek.

De oevers waren in het algemeen steil waarbij deze dichterbij de watermolens steeds lager werd. Stroomafwaarts van Aarle-Rixtel waren op verschillende plaatsen kaden opgeworpen. De hoge steile oevers vormde een belangrijk probleem bij de afvoer. Ze ontstonden door inscharing, nastorten van grond en tijdens het wegnemen van de 'zandschel' waarbij grond op de oever gegooid werd. Hierdoor werd deze hoger dan het aangrenzende perceel en bleef het water na inundaties onbedoeld langer op het land.

De breedte en diepte waren verder zeer ongelijk. Tot aan de Stipdonkse watermolen kon de rivier op enkele plaatsen zelfs zeer makkelijk bewaden worden. Tussen Helmond en Dinther was de breedte van de rivier zeer gelijkmatig terwijl de diepte als gevolg van ijzeroerfzettingen sterk varieerde. Tussen Dinther en de uitstroming in de Dieze werd ook de breedte weer zeer ongelijkmatig.

De bodem bestond tot aan Helmond hoofdzakelijk uit los zand. Stroomafwaarts van Helmond werd de bodem geleidelijk harder als gevolg van ijzerafzettingen. Stroomafwaarts van Aarle-Rixtel bevatte de bodem zoveel 'ijzergrond' dat deze een geregelde afvoer belemmerde. Op verschillende plaatsen in dit traject tot aan De Dieze bevonden zich blokken 'ijzergrond' in de rivier.

Voor de watermolens waren de zomer- en winterpegels zo ingesteld dat het land stroomopwaarts 'op den geschikten tijd boven en onder water komen'. Echter bleek in de praktijk dat de molens schade veroorzaakten. Daarom werd aan het begin van deze eeuw getracht de molens te verwijderen. In 1920 was dit gelukt voor alle molens stroomafwaarts van Helmond.

Een belangrijke verandering in de waterhuishouding van de Aa ontstond door de ontginning van de Peel. In 1918 werd hiervoor de vereniging 'Peelbelang' opgericht. De afwatering van de Peel was in het verleden gering. De beken voerden slecht hemelwater vanuit de rand van het hoogveengebied af. De rest van de neerslag (hemelwater) werd geborgen in het veen en in depressies (Bongaerts, 1920). Een deel werd waarschijnlijk ook geleidelijk via het grondwater naar de beken afgevoerd. Tijdens en na de ontginning moest een veel groter gebied worden afgewaterd waardoor stroomafwaarts wateroverlast ontstond.

Om de afvoer van de Aa verder te verbeteren werden daarnaast tussen 1927-1929 twee afleidingskanalen, boven en onder Helmond, aangelegd. Zij waterden af op de Zuid-Willemsvaart. Bij Den Bosch kon dit water vanuit het kanaal weer worden ingelaten. Deze maatregelen bleken echter nog steeds niet voldoende zodat rond 1934 gestart werd met de normalisatie welke rond 1951 afgerond werd. Hierdoor ontstond echter weer plaatselijk verdroging als gevolg van de diepe insnijding.

3 Belangrijkste naoorlogse veranderingen

Sinds de Tweede Wereldoorlog nam de druk op het watersysteem snel toe. Met Marshallhulp werden gebieden geïnventariseerd waar de landbouw te lijden had van hoge grondwaterstanden, droogte of verzilting. Deze inventarisatie vormde de start voor grootschalige verbeteringen in het ontwateringsstelsel. Dit gebeurde grotendeels tijdens verschillende ruilverkavelingsprojecten met als resultaat dat de grondwaterstand over een groot oppervlak verlaagd werd.

Sinds het begin van de twintigste eeuw is gestart met het onttrekken van grondwater voor de drinkwatervoorziening en industrie. Echter pas in de vijftiger jaren vond een sterke groei plaats. In de vijftiger jaren begon ook de landbouw te onttrekken ten behoeve van beregening. Deze toepassing kreeg een impuls na de oprichting van de "Werkgroep Voorlichting Beregening" en de uitgave van het boekje "Beregening in de Landbouw" (Uitgave Ceres, 1956). De beregening is gegroeid tot ca 90 miljoen m³/jaar in het jaar 2000. In de vijftiger jaren is ook gestart met enorme ontrekkingen in Duitsland om honderden meters diepe bruinkoolgroeves droog te houden. Deze grondwateronttrekking beïnvloed diepe stijghoogten in Limburg en Oost-Brabant. De verbeterde ontwatering en de grondwateronttrekking heeft geleid tot verdroging van de natuur. Onder verdroging wordt zowel verlaging van de grondwaterstand als afname van kwel verstaan.

De verbetering van de ontwatering maakte een verbetering van de afwatering noodzakelijk. Veel grote waterlopen werden verbeterd en het onderhoud geïntensiveerd. Hierdoor namen regelmatige inundaties af. Incidenteel ontstonden, mede hierdoor, stroomafwaarts wel grote overstromingen. De natuurlijke berging in de overstromingsgebieden werd in feite ongedaan gemaakt. De verbeterde bont- en afwatering heeft ook tot gevolg dat het oppervlaktewaterstelsel in de zomer nog maar zeer weinig water bevat of grotendeels droog staat.

Een recente, zich nog steeds ontwikkelende, verandering vormt de klimaatsverandering. Naar het zich laat aanzien verandert de temperatuur, het neerslagregiem en het zeepeil geleidelijk. Het wordt warmer, de neerslagverdeling verandert en gaat gepaard met een toename van zeer intensieve buien en het verdampingsregiem zal mede door temperatuuffecten wijzigen. Sinds de afgelopen 100 jaar is de neerslag al met ca 100 mm/jaar toegenomen en het zeepeil met ca 15-18 cm gestegen.

Naast de hierboven beschreven kwantitatieve aantastingen van het watersysteem is ook de waterkwaliteit de laatste decennia sterk onder druk geraakt. Met name de intensieve veehouderij was hiervoor verantwoordelijk. De mestoverschotten hebben tot hoge stikstof- en fosfaatbelastingen van grond- en oppervlaktewater geleid. Weinig is nog bekend over andere stoffen die met de mest worden aangevoerd zoals hormonen en antibiotica. Naast deze diffuse verontreiniging hebben veel puntverontreinigingen (vuilnisbelten, gasfabrieken etc.) de grondwaterkwaliteit aangetast. De verbreiding van de vervuiling in het grondwater hangt weer samen met de positie van de vervuiliingsbron in het grondwatersysteem. Een vervuiliingsbron op een infiltratiegebied bedreigt het diepe grondwater. Een bron in een intermediair gebied wordt meestal ondiep afgevoerd naar het ontwateringsstelsel.

Als gevolg van deze verslechtering van de waterkwaliteit kan herstel van inundatie mogelijk een risico vormen voor de natuurwaarden en gezondheid.

4 De toepassing van kunstmatige inundatie ten behoeve van vloeiveiden

Aan het einde van de Negentiende eeuw werd bevoeiing gezien als een belangrijke mogelijkheid om de gewasopbrengst te verhogen. Om de mogelijkheden hiervoor verder te verkennen werd door de Regering in 1893 een Staatscommissie ingesteld (Anonymus, 1897).

De commissie concludeerde dat de zeer lichte zavelgronden een verrassend resultaat gaven. Deze gronden komen met name in het zuidoosten van de provincie voor. Omdat in dit gebied ook genoeg water met een geschikte waterkwaliteit beschikbaar was en er genoeg verhang aanwezig was, werd dit gebied aangewezen als één van de geschiktste gebieden voor bevoeiing binnen Nederland.

Al tussen 1843-1874 waren de Kempensche kanalen aangelegd ten behoeve van de agrarische benutting (v.d. Herten, 1996). Deze kanalen werden voorzien met Maaswater en werden een belangrijke bron voor de Vlaamse vloeivelden in het grensgebied. Ook de Zuid-Willemsvaart werd tussen 1822-1826 aangelegd om ondermeer de irrigatie te dienen. In het algemeen werden de beken minder geschikt gevonden voor bevoeiingsprojecten omdat zij te diep ingesneden lagen. Ze waren alleen geschikt voor lokale projecten. Bij de bevoeiingsprojecten werden kunstwerken aangelegd om het water aan te voeren.

In Vlaanderen startte in 1847 de eerste bevoeiing en werd in 1849 ca 1300 ha en in 1850 ca 3000 ha bevoeid.

Tijdens het onderzoek werden in Noord-Brabant de volgende actieve bevoeiingen aangetroffen:

- In westelijk Noord-Brabant werd ten tijde van het onderzoek nergens bevoeiing toegepast. In 1896 werd echter gestart met de bevoeiing van een terrein van 5 ha uit de Turfvaart,
- In midden Brabant werd bij het landgoed De Baest (Baaster Hoef), uit de Grootte Beerze, een terrein van 12 ha met goed gevolg bevoeid,
- Bij Diessen werd een complex verlaten vloeiveiden aangetroffen dat volgens de commissie juist veel potentieel zou bezitten. Hier had al in 1795 een experiment met bevoeiing plaatsgevonden (Beerse Gemeijnt, 1996) en werden in 1863 ca 26 ha vloeiveide aangelegd,
- Bij Liempde langs de Waterloop een terrein van 3,5 ha,
- De bekende vloeiveiden bij Westerhoven (Beekloop). Hier werden ook in 1948, 1952 en 1956 nog drie infiltratiecomplexen (150 ha) aangelegd. Een belangrijk deel van het water uit de Beekloop was afkomstig uit de Vlaamse vloeivelden,
- In de gemeente Borkel en Schaft (Dommel),
- Bij Achelse Kluis werd door de Paters Trappisten vanuit de Tongelreep bevoeid (de ruïnes van de bakstenen kunstwerken zijn nu plaatselijk nog aanwezig),
- De Varkensputten onder Nuenen bij de Urkhovense Zeggen werden vanuit het Eindhovensch Kanaal, 'met uitnemende uitkomsten', bevoeid (de wateraanvoer sluis is nu nog aanwezig),

Mogelijk bieden deze gebieden kansen voor herstel van cultuurhistorisch erfgoed in combinatie met waterberging.

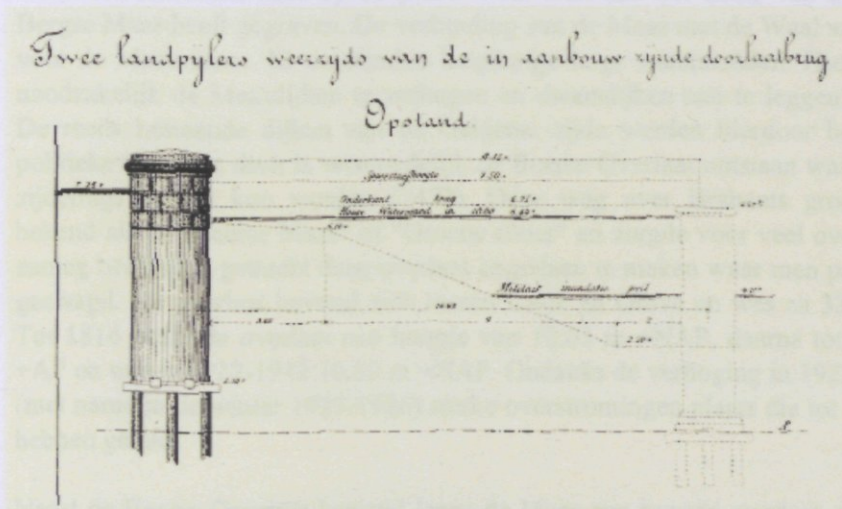
Naast bovenstaande agrarische bevoeiingen kwamen plaatselijk (o.a. Tilburg) ook bevoeiingen voor om riool- en afvalwater te zuiveren.

5 Inundatiegebieden in kaart gebracht

5.1 Reconstructie inundatiegebieden met behulp historische kaarten

Kaart 1 geeft de laaggelegen historische natte gebieden uit 1850 weer. Deze gebieden zijn: Moeras, Graslanden met sloten, Broekbos, Boekweitpercelen, Schorren en gorzen, Wadden, slikken en platen. Deze zijn uit het kaartbestand met historische natte gebieden geselecteerd en weergegeven (schaal 1:50.000).

De kaart is gebaseerd op talrijke historische bronnen. Deze bronnen zijn grotendeels uit de periode 1920-1940. Tijdens de kartering werd duidelijk dat de mozaïek die ontstond bijna naadloos samen viel met de laaggelegen graslanden en moerassen uit de Topografische Militaire kaart. De informatie uit de Topografische Militaire kaart is dus als inter- en extrapolatie gebruikt voor de hier gepresenteerde kaart. Het blijkt dat de gebieden waar in het verleden regelmatig voorkomende inundaties voorkwamen samen vallen met veel kwelgebieden. Dit is verklaarbaar. Zowel kwel als oppervlaktewater zoeken immers het laagste punt.



Figuur 2.19 Rond 1890 moest bij planning van bebouwing en infrastructuur rekening worden gehouden met de functies als militair inundatiegebieden en Overlaat. De figuur toont een bouwtekening van de spoorbrug door de Moerpotten bij Den Bosch. Het huidige peil ligt rond 1,50m + NAP (AP=NAP).

Figuur 2; Rond 1890 moest bij planning van bebouwing en infrastructuur rekening worden gehouden met de functies als militair inundatiegebieden en Overlaat. De figuur toont een bouwtekening van de spoorbrug door de Moerpotten bij Den Bosch. Het huidige peil ligt rond 1,50 m + NAP (AP=NAP).

Op de zoektocht naar het herstel van watersystemen is tevens een aanvullende kaart gemaakt (kaart 2). Deze kaart is een verdere uitwerking van kaart 1 doordat nu ook de hoger gelegen gebieden, waar water kon worden geborgen, zijn weergegeven. Dit zijn natte heiden, vennen en hoogvenen. In feite zijn dit gebieden waar bovenstrooms in het watersysteem regenwater kon worden opgeslagen. De vennen en natte heide zijn afkomstig uit de Historische kaart en de bodemkaart (gooreerd- en moerige podzol bodems). Voor de begrenzing van hoogveen is de actuele verbreiding gebruikt. In de kaart zijn deze gebieden getypeerd als "berging bij de bron" ter onderscheid van de stroomafwaarts gelegen laag liggende inundatie gebieden.

5.2 Vier kaarten met historische inundaties

In kaartblad 3 zijn vier kaarten aangegeven. Deze zijn respectievelijk afkomstig van de volgende bronnen:

- “Kaart van de Inundaties in Nederland ten gevolge van de oorlogshandelingen in 1944-’45” schaal 1:800.000 (b.o.).
- “Kaart van de geïnundeerde gebieden in de provincie Zeeland, Noord-Brabant en Zuid-Holland ten gevolge van de stormvloed van 31 jan./1febr. 1953” schaal 1:100.000 (b.o.)
- Militaire inundaties: “Atlas van historische vestingwerken in Nederland. Noord-Brabant” (Sneep et al., 1996).
- Historische inundaties bij overlaten: voor het gebied van de Beersche Maas: kaart behorende bij het Kon. besluit 1919, Staatsblad nr. 748, schaal 1: 50.000. De westelijke overlaten – Bokhovensche en de Baardwijkse overlaten – komen van Rijkswaterstaat, afdeling Noord-Brabant

5.2.1 *Overlaatsystemen*

Rond de 13e eeuw ontstond de verbinding van de Maas met de Waal bij St. Andries. Voorheen stroomde deze op de plaats waar men aan het einde van de 19e eeuw de Bergse Maas heeft gegraven. De verbinding van de Maas met de Waal was zeer nadelig voor de Maasafvoer. Er ontstonden langdurige hoge waterstanden. Hierdoor werd het noodzakelijk de Maasdijken te verhogen en dwarsdijken aan te leggen (Fijnje, 1853). De reeds bestaande dijken aan de Gelderse zijde werden hierdoor bedreigd. Onder politieke Gelderse druk is vermoedelijk de Beerse Overlaat ontstaan waardoor de Maas zijdelings ontlast kon worden (1472). Deze weg over Brabants grondgebied werd bekend als de “Beerse Maas” of “Groene rivier” en zorgde voor veel overlast. Sinds de aanleg heeft men getracht deze overlaat ongedaan te maken waar men pas in 1942 in is geslaagd. De overlaat bevond zich tussen Cuijk en Grave en was ca 3200 meter lang. Tot 1816 bezat de overlaat een hoogte van 10.03 m +NAP, daarna tot 1922 10.19 m +AP en tussen 1922-1942 10.80 m +NAP. Ondanks de verhoging in 1922 traden daarna (met name in de winter 1925/1926) sterke overstromingen plaats die tot enorme schade hebben geleid.

Naast de Beerse Overlaat bestond langs de Maas een tweede overlaat, namelijk tussen Den Bosch en Heusden. Als deze in werking was gesteld stroomde Maaswater in zuidelijke richting. Bij hoge Maaspeilen en een geactiveerde Beerse Maas kon Dommel en Aa water niet meer naar de Maas afstromen. Dit zorgde voor stagnerende afvoer en grote overstromingen langs deze waterlopen. Om toch een afvoer te realiseren werd de Baardwijkse overlaat ingesteld (figuur 2). Het Dommel- en Aawater kon bij Den Bosch in westelijke richting over land naar de buitenpolders boven Waalwijk afstromen. Om deze inundaties te stoppen werd hiervoor later het Drongelens Kanaal aangelegd.

5.2.2 *Militaire inundaties*

Sinds 1400 werden veel steden beschermd door waterlinies waar op de zwakke (droge) plekken schansen gebouwd werden. Deze waterlinies, inundatie gebieden, werden aangelegd in de van nature laaggelegen terreinen en bleven tot ver in de negentiende eeuw in tact. Regelmatig zijn deze gebieden onder water gezet. Soms, zoals in Het Oudlandsch- en Halsteren Laag (vesting Bergen op Zoom) werd zelfs zeewater ingelaten (figuur 3). In de tijd dat militaire inundatiegebieden actief waren gold dat hoe slechter de afvoer, hoe drassiger de omgeving des te beter voor de vesting. Om deze verdedigingswerken operationeel te houden golden verschillende maatregelen (proclamatie 1775) zoals bouwverboden, verboden om de waterwegen te schonen of

onkruid weg te halen en aanvullende verplichtingen om speciale maatregelen te nemen (van Landschot, 1935, Glaudemans, 1999). Het Bosche Broek en de Moerputten bij Den Bosch maakten zowel deel uit van een overlaatsysteem als van een militair inundatie gebied. Bij de aanleg van de spoorlijn Den Bosch-Geertruidenberg is daarom in de Moerputten een bijna 400 meter lange spoorbrug aangelegd.

In 1874 werd de stelling Den Bosch, na drie eeuwen, bij wet opgeheven en gestart met de watervrijmaking.

5.2.3 *Overstromingen in de WO II en 1953*

Door Rijkswaterstaat zijn de gebieden in kaart gebracht die tijdens de Tweede Wereld Oorlog en de ramp van 1953 overstromden.

In de Tweede Wereldoorlog hingen werden de overstromingen grotendeels veroorzaakt doordat gemalen buiten werking waren. In 1953 kon onderscheid gemaakt worden tussen gebieden die overstromden doordat dijken waren doorgebroken en gebieden waar de afvoer stagneerde. Bij de kartering is ook onderscheid gemaakt tussen gebieden waar het water zoet of zout was.

5.2.4 *Toepassingsmogelijkheden*

De informatie over historische inundatiegebieden kan gebruikt worden bij het zoeken naar bergingsgebieden. Het kan ook van nut zijn bij (eco-)hydrologische systeembeschrijvingen. De historische overstromingen kunnen bijvoorbeeld een verklaring vormen voor de ondiepe grondwatersamenstelling of zelfs voor het voorkomen van plantensoorten.

6 Conclusies en aanbevelingen

- Wateroverlast in de provincie is van alle tijden. Vanaf de Middeleeuwen waren steeds nieuwe maatregelen noodzakelijk om te kunnen anticiperen op de, door menselijk handelen veroorzaakte, veranderingen in de waterhuishouding. Maatregelen ter bestrijding van deze overlast waren nog niet afgerond of nieuwe ingrepen genereerden opnieuw wateroverlast.
- In de winters voor de Tweede Wereldoorlog, maar ook daarna, waren inundaties in Noord-Brabant heel gewoon. Voor de beekdalen was dit zo gewoon dat er nauwelijks karteringen plaatsvonden van de gebieden waar deze inundaties plaatsvonden. Aan de hand van het voorkomen van beekleem kunnen deze inundaties in het verleden worden aangetoond. Het is echter niet zo dat de afwezigheid van beekleem historische inundaties uitsluit.
- De natuurlijke dimensies van de beekdalen waren niet afgestemd op de grote toename in wateraanbod door de ontginning van de heide en hoogvenen waardoor de frequentie en duur van de inundaties toenamen,
- In het verleden werd veel neerslagwater geborgen in vennen, heide en hoogveen. Dit water verliet deze gebieden hoofdzakelijk door verdamping en wegzijging. Als gevolg van de ontginning van deze gebieden ging dit water voortaan onderdeel uitmaken van de oppervlaktewater afvoer.
- Bergen aan de bron; herstel van de berging van (neerslag-)water in de heiden en vennen verkleint het deel van het watersysteem dat snelle afvoer genereert bij (hevige) neerslag. Ook de grondwateraanvulling zal toenemen. Dit is niet het zelfde proces als vasthouden (bergen) in de haarvaten. Bij berging aan de bron mag water op maaiveld komen waarbij moet worden voorkomen dat dit water kan worden afgevoerd naar het oppervlaktewatersysteem,
- Door de verbetering van de waterafvoer in recente tijden staat het grootste deel van het oppervlaktewaterstelsel nu in de zomer droog of bezit een zeer geringe watervoerendheid. Vermoedelijk bestaat het grootste deel van dit oppervlaktewater in de zomer uit R.W.Z.I-effluent. In de winter treden daarentegen sterk schommelende peilen op waarbij plaatselijk wateroverlast kan optreden,
- De waterkwaliteit van het oppervlaktewater is sterk verslechterd. Het is daarom de vraag of herstel van inundaties mogelijk een risico kan vormen voor natuur en gezondheid,
- In het kader van het onderzoek van de Staatscommissie Onderzoek Bevloeiingen (1897) hebben een 80-tal gemeente- en polderbesturen en particulieren in Noord-Brabant schriftelijk informatie aangeleverd. Deze informatie lijkt een zeer geschikte bron voor onderzoek naar de waterhuishoudkundige situatie aan het einde van de Negentiende eeuw.
- Veel van de historische bevoeiingsgebieden bieden nog kansen voor herstel waardoor plaatselijk de mogelijkheid bestaat cultuurhistorisch erfgoed, specifieke natuurwaarden en waterberging te combineren.

7 Literatuurlijst

- Anonymus, 1897; Verslag der Staatscommissie tot het instellen van een onderzoek omtrent bevoeiingen. Gebr. Van Cleef, 's-Gravenhage.
- Anonymus; De ontmanteling van 's-Hertogenbosch, de watervrijmaking en wat zoal verder geschiedde.
- Anonymus, 1936; Verslag inzake onderzoek verbetering afwatering Mark en Dintel en verbinding Mark en Vliet. Provinciale Waterstaat van Noord-Brabant.
- Anonymus, 1996; Historische gegevens over de rivier De Aa en het ontstaan van het Waterschap De Aa. Informatiefolder uitgegeven in opdracht van het Waterschap.
- Aalst, T.T.A.B.M. van der, 1989; Zeven eeuwen waterschappen tussen de Maas en de Dieze. Drukkerij Sikkers, Drunen-Vlijmen.
- Akkerman, S.S., 1986: landschapecologie van een deel van het stroomgebied van de Dommel. Rapport Universiteit van Amsterdam/ Natuur, Milieu en Faunabeheer (Tilburg).
- Beekman, A.A., 1928: De zogenaamde afdamming van het Kreekrak en de Belgen. Tijdschrift van het Koninklijk Aardrijkskundig Genootschap.
- Beekman, A.A., 1909; Polders en droogmakerijen. De gebroeders Van Cleef, 's-Gravenhage.
- Beerse Gemeijnt, 1996; De Beerse , jaargang 6, 1996.
- Bogaard, M. van den, 1861; Bijdrage ten betooge van het onnatuurlijke en verderfelijke van het stelsel van Wateropstuwing in Noord-Brabant of De Groenendijk. Druk Thieme Nijmegen.
- Bongaerts, M.C.E., 1909; De scheiding van Maas en Waal onder vastlegging van de uitmonding der Maas naar den Amer. Min. van waterstaat.
- Bongaerts, M., 1919; Verbetering der afwatering van de rivieren de Dommel en de Aa. Zuid-nederlandse drukkerij, 's-Hertogenbosch.
- Bongaerts, M., 1920; Afwatering en kanalisatie van de Peel. Voorlopig rapport.
- Bongaerts, M., 1920; Voorlopig rapport omtrent de verbetering der afwatering van Noord-Brabant. Zuid-Nederlandse Drukkerij, 's-Hertogenbosch.
- Bongaerts, M., 1922; Verbetering van de afwatering der rivier De Donge.
- Bont, Ch. De, ...; ..Al het merkwaardige in bonte afwisseling. Een historische geografie van Midden- en Oost-Brabant. Stichting Brabants Heem.

Breugel C. van, 1794; Becshreeve Staat van de Meijerije. In *Historia Agriculturae*, jaarboek uitgegeven door Het Nederlands Agronomisch-Historisch Instituut te Groningen. Wolters-Groningen-1965.

Buijks, H.G.J., 1984; 675 jaar waterschappen in de Maaskant 1309-1984.

Deckers, J.H.F., 1927; De waterstaatstoestanden in Noord-Brabant binnen het stroomgebied der Maas-voorheen en thans- uit een economische en landbouwkundig oogpunt beschouwd. Drukkerij Bergmans en cie, Tilburg.

Fijnje, H.F., 1853; Vervolg op de geschiedkundige beschrijvingen der overlaten in de provincie Noord-Brabant. 's-Hertogenbosch, H. Palier en Zoon.

Geus, a. de en E.C.B. van Rappart, 1843; Statistiek Tableau der Polders in Noord-Brabant. Uitgegeven door H.Palier en Zoon, 's Hertogenbosch.

Glaudemans, R. en G. van Tussenbroek, 1999; De moerasdraak, achthonderd jaar Bossche vestingswerken. Waanders uitgevers. Boekhandel Adr. Heinen.

Havermans, R.,1973; De Mark bijdrage tot de kennis van haar stroomgebied. Drukkerij Haseldonckx Hoogstraten.

Heeren, J.J.M., 1936; Geschiedenis van de rivier de Aa tot 1922. Tot de oprichting van het Waterschap. Gebr. Juten Bergen-op-Zoom.

Herten, B. van der, 1996; De Belgische binnenscheepvaart 1830-1913, een verkeerstechnische analyse. Tijdschrift van het gemeentekrediet. 50e jaargang, nr. 197.
Hooff C.C. van, 1859; Beschrijving van de rivier De Aa en de daarop gelegen watermolens.

Hovell, C. van, 1948; Rapport inzake de verbetering van de waterstaatkundige toestand in het benedengebied van de rivieren de Dommel en Esschestroom. Waterschap Het Stroomgebied van de Dommel, Boxtel.

Jansen, P.J., 1934; Wetenswaardigheden voor de ingelanden van het waterschap "de Gecombineerde Hoevensche Beemden". In Keur of Politieverordening van het waterschap "de gecombineerde Hoevensche Beemden" en verder wetenswaardigheden voor belanghebbenden en belangstellenden in speciaal Westelijk Noord-Brabants waterschappen. Druk. W. Vorsselmans, Zundert.

Koolen, W.J.A., 1987; Waterschap De Dongestroom in Historisch perspectief.

Kortlang, Fokke, 1987; Landschapsonderzoek. Archeologie. De Dommelvallei, een archeologische inventarisatie. Uitgave Provincie Noord-Brabant.

Kroon, G.H.J. de, 1969; Het stroomdallandschap van het Merkske. *De Levende Natuur*. Jaargang 72, afl.9.

Lanschot, F.J. van, 1935; De ontmanteling, de watervrijmaking en wat er zoal verder geschiedde. Druk C.N. Teulings' Kon. Drukkerijen 's Hertogenbosch

Leenders, 1989 : Verdwenen venen. Pudoc Wageningen

Lely, C.W., 1926; Rapport betreffende de verbetering van de Maas voor goede afvoeren. 's-Gravenhage, algemene landsdrukkerij.

Looye, B., 19..; Het dal van de Kleine Dommel
Ramaer, J.C., 1928; Het Nederlandsche alluvium in den Romeinschen tijd en de Middeleeuwen. Tijdschrift van het Koninklijk Aardrijkskundig Genootschap, nr.1928/45.

Mechelen, h. van, 1915; Eene bijdrage tot de geschiedenis der Heemraden in Nederland. Heemraadschap van de Mark en Dintel. Oud-Gastel.

Oosterhout, W.C.M. van, 1992; Vijftig jaren Waterschap De Zandleij 1942-1992.

Ramaer, J.C., 1928; Het Nederlandsche alluvium in den Romeinschen tijd en de Middeleeuwen. Tijdschrift van het Koninklijk Aardrijkskundig Genootschap, nr.1928/45.

Rochussen, J., 1810; Geschied en waterloopkundige aantekeningen, nopens de dichting van de rivier De Dintel. Druk Palier en Zoon, 's-Hertogenbosch.

Scheltus, I., 1779; Reglement en ordonnantie opp het maken reparereen en onderhouden der publicque Heere-Baanen en alle andere Weegen en straten; gelyk meede op het ruymen, veegen en schoonmaken der beeken, banwateringen en verder waterlopen in de baronie Breda. Druk 's-Gravenhage.

Smulders, F, 1949; Over Beerze en de Broekleij. Vlugschrift van de heemkunde studiekkring voor Helvoirt en omstreken. Tweede jaargang (1949), nr. 6 en nr. 7.

Snijdelaar, M., 1960; Rapport inzake onderzoek naar de frequenties van afvoeren in het stroomgebied van de Hoge Gronden boven Breda. Rijkswaterstaat, Dienst voor de waterhuishouding.

Staatscommissie ter voorbereiding van maatregelen tegen de vervuiling van openbare wateren, 1902.

Staring, W., 1856; De bodem van Nederland. De zamenstelling en het ontstaan der gronden in Nederland. Haarlem, A.C. Kruseman.

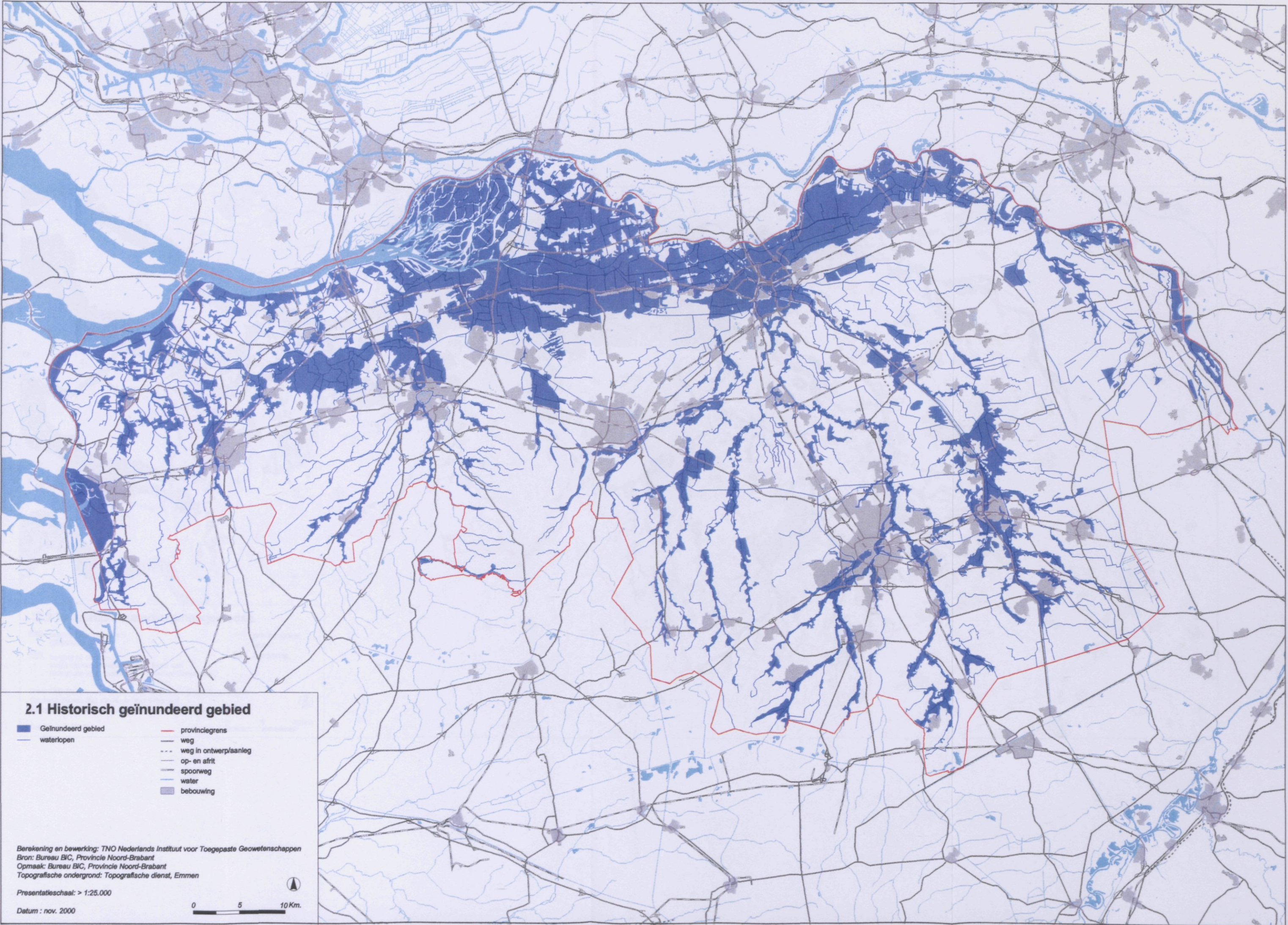
Stuurman, R.J., J.E.M. Peeters en J.W.T.M. Reckman, 1997; Watermolen-afhankelijke standplaatsen in Noord-Brabant. Stromingen 3 (1997, nummer 3. Vakblad van de Nederlandse hydrologische Vereniging NHV.

Stuurman, R.J., G. van Beusekom, J. Reckman, 2000; Watersystemen in beeld. Provincie Noord-Brabant.

Veelen, W.I.C. van, e.a., 1936; Verslag inzake onderzoek verbetering afwatering Mark en Dintel en verbinding Mark-Vliet. Provinciale Waterstaat van Noord-Brabant.

Verstraelen, G., 1974; De Mark in de kunst. De Mark in vroegere eeuwen.

Vriend, H., 19..; De rivier de Mark door de eeuwen heen.



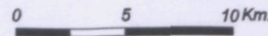
2.1 Historisch geïnundeerd gebied

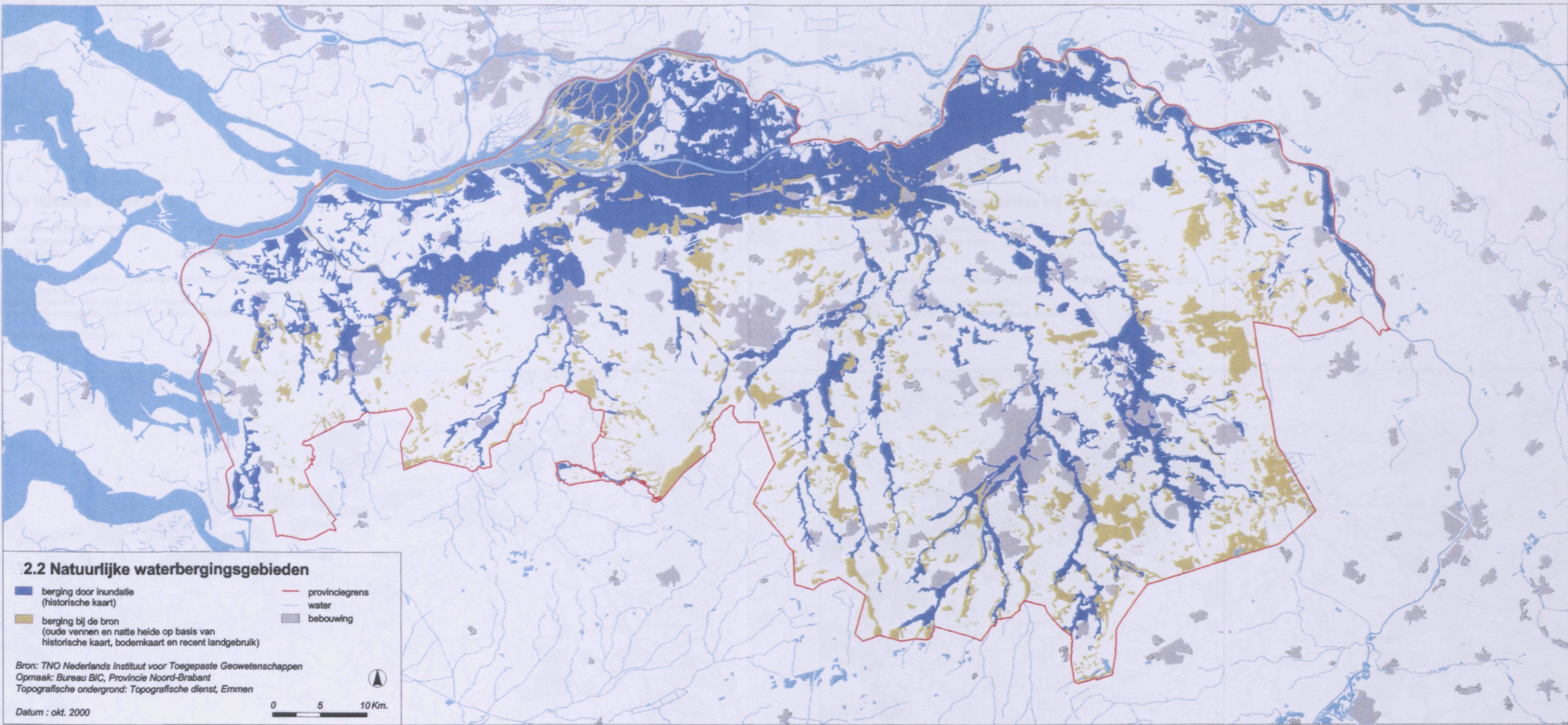
- Geïndeerd gebied
- waterlopen
- provinciegrens
- weg
- weg in ontwerp/aanleg
- op- en afrit
- spoorweg
- water
- bebouwing

Berekening en bewerking: TNO Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen
Bron: Bureau BIC, Provincie Noord-Brabant
Opmaak: Bureau BIC, Provincie Noord-Brabant
Topografische ondergrond: Topografische dienst, Emmen

Presentatieschaal: > 1:25.000

Datum: nov. 2000



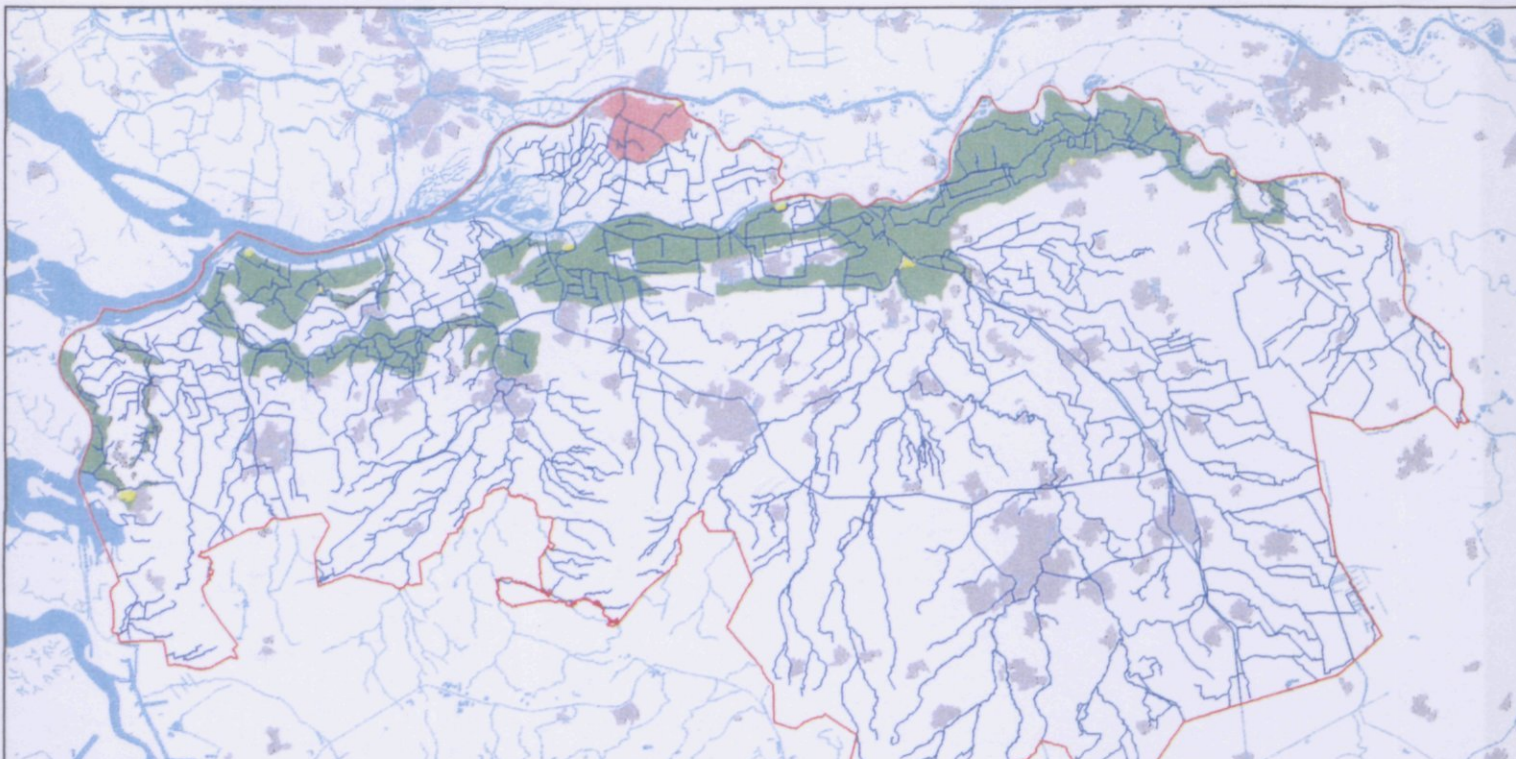


2.2 Natuurlijke waterbergingsgebieden

- berging door inundatie (historische kaart)
- berging bij de bron (oude vennen en natte heide op basis van historische kaart, bodemkaart en recent landgebruik)
- provinciegrens
- water
- bebouwing

Bron: TNO Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen
Opmaak: Bureau BIC, Provincie Noord-Brabant
Topografische ondergrond: Topografische dienst, Emmen

Datum : okt. 2000



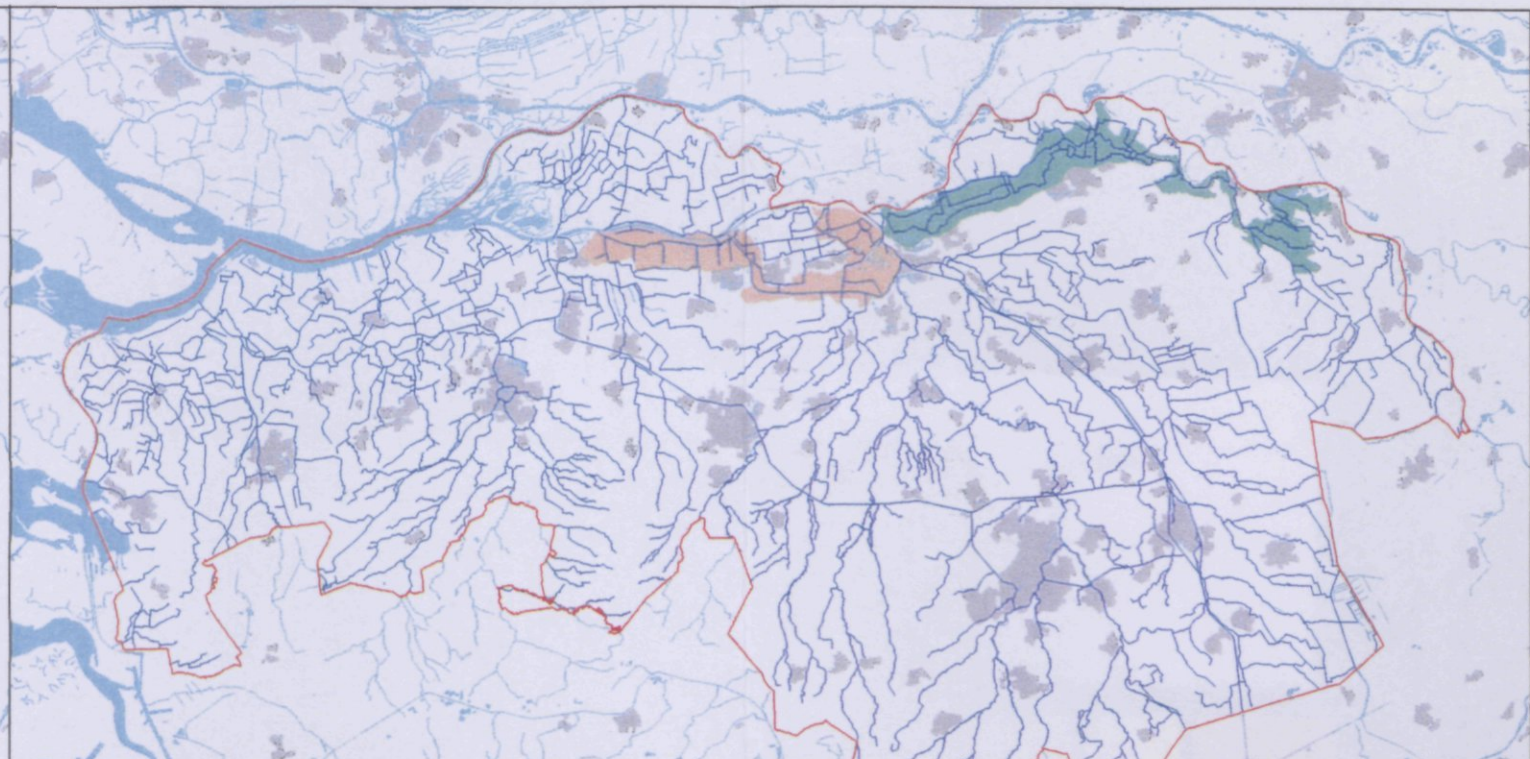
2.3a Militaire inundaties

Nieuwe Hollandse Waterlinie	provinciegrens
Vestigingsplaats	water
Zuidfrontier	bebouwing

Berekening en bewerking: TNO Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen
 Bron: zie bijlage A
 Opmaak: Bureau BIC, Provincie Noord-Brabant
 Topografische ondergrond: Topografische dienst, Emmen

Presentatieschaal: > 1:25.000

Datum : nov. 2000



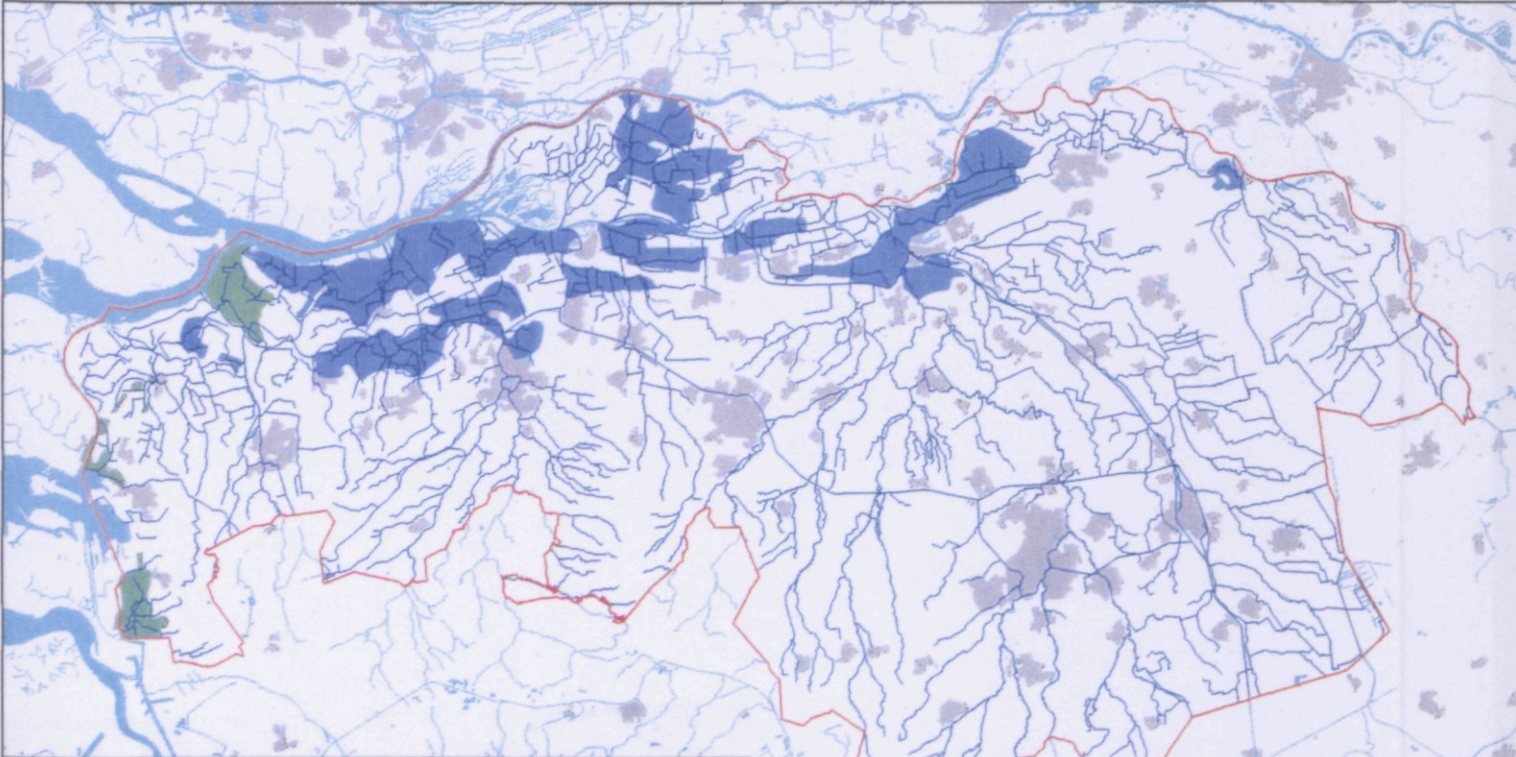
2.3b Historische inundaties bij overlaten

Bakhovensche en Baardwijkse overlaten	provinciegrens
Gebied rond de Bergsche Maas	water
	bebouwing

Berekening en bewerking: TNO Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen
 Bron: zie bijlage A
 Opmaak: Bureau BIC, Provincie Noord-Brabant
 Topografische ondergrond: Topografische dienst, Emmen

Presentatieschaal: > 1:50.000

Datum : nov. 2000



2.3c Inundaties door oorlogshandelingen in '44-'45

zoet water	provinciegrens
zout water	water
	bebouwing

Berekening en bewerking: TNO Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen
 Bron: zie bijlage A
 Opmaak: Bureau BIC, Provincie Noord-Brabant
 Topografische ondergrond: Topografische dienst, Emmen

Presentatieschaal: > 1:50.000

Datum : nov. 2000



2.3d Ondergelopen gebied na de stormvloed van '53

Geïndeerd gebied	provinciegrens
	water
	bebouwing

Berekening en bewerking: TNO Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen
 Bron: zie bijlage A
 Opmaak: Bureau BIC, Provincie Noord-Brabant
 Topografische ondergrond: Topografische dienst, Emmen

Presentatieschaal: > 1:25.000

Datum : nov. 2000