

De bodemgesteldheid van de uitbreiding van het herinrichtingsgebied "Ooypolder"

32/446(215)2002

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

**De bodemgesteldheid van de uitbreiding van het herinrichtingsgebied
"Ooypolder"**

**Resultaten van een bodemkundig-hydrologisch onderzoek in de Bemmelsche Polder,
Gendtsche Polder en Klompenwaard**

**J.R. Mulder
T.C. van Steenbergen
F. Brouwer**

Rapport 215

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1992

20 JAN. 1993

+ 6 bijl

571 502*

REFERAAT

Mulder, J.R., T.C. van Steenberg en F. Brouwer, 1992. *De bodemgesteldheid van de uitbreiding van het herinrichtingsgebied "Ooypolder"; resultaten van een bodemkundig-hydrologisch onderzoek in de Bemmelsche Polder, Gendtsche Polder en Klompenwaard*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 215; 39 blz.; 2 fig.; 1 tab.; 4 kaarten; 2 dwarsdoorsneden.

In opdracht van de Landinrichtingsdienst te Utrecht is een bodemkundig-hydrologisch onderzoek uitgevoerd van de Bemmelsche Polder, Gendtsche Polder en Klompenwaard. Het gebied bestaat uit klei- en zandgronden. De kleigronden bestaan uit stroomruggronden die onderverdeeld zijn in poldervaaggronden (255 ha = 27%), kolenslibgronden (66 ha = 7%) en ooivaaggronden (30 ha = 3%), en restbeddinggronden (81 ha = 9%). De zandgronden bestaan uit stroomrug- en rivierstrandgronden (171 ha = 18%) en rivierduingronden (21 ha = 2%). Grote delen van het gebied zijn afgegraven voor de baksteenindustrie. De kleidikte is op een kaart in klassen weergegeven. Het grootste deel van het gebied heeft een gemiddelde overstromingsduur van 14-80 dagen per jaar en een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) die dieper is dan 1,80 m - mv. De ooivaaggronden en rivierduingronden overstroomden gemiddeld minder dan 14 dagen per jaar. De rivierstrandgronden overstroomden gemiddeld meer dan 130 dagen per jaar.

Trefwoorden: bodemgesteldheid, zanddiepte, hydrologie, overstromingsduur, rivierdynamiek.

ISSN 0927-4499

©1992 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Postbus 125, 6700 AC Wageningen
Tel.: 08370-74200; telefax: 08370-24812; telex: 75230 VISI-NL

DLO-Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu (IOB), de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp" (LB), en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

	blz.
WOORD VOORAF	7
SAMENVATTING	9
1 INLEIDING	11
2 LIGGING VAN HET GEBIED EN ONTSTAANSGESCHIEDENIS	13
2.1 Lentse Waard	13
2.2 Ambtswaard en Bemmelsche-, Gendtsche- en Ooijrijksche Polder	16
2.3 Gendtsche Polder	17
2.4 Klompenwaard en Nicolaaswaard	17
2.5 Pannerdensche Kop	18
3 BODEMKAART, SCHAAL 1 : 10 000	19
3.1 Indeling van de gronden, toevoegingen en overige onderscheidingen	19
3.2 Beschrijving van de rivierkleigronden	21
3.2.1 Stroomruggronden	21
3.2.2 Restbeddinggronden	22
3.3 Beschrijving van de zandgronden	22
3.3.1 Stroomrug- en rivierstrandgronden	22
3.3.2 Rivierduingronden	23
4 KLEIDIKTEKAART, SCHAAL 1 : 10 000	25
5 OVERSTROMINGS-DUREN- EN GLG-KAART, SCHAAL 1 : 10 000	27
5.1 Overstromingsduur	27
5.1.1 Materialen en methode	28
5.1.2 Resultaten	30
5.1.3 Discussie	30
5.2 Grondwater	31
5.2.1 Materialen en methode	31
5.2.2 Resultaten	31
6 DWARSDOORSNEDEN	33
7 DIGITALE VERWERKINGS/MANIPULATIE VAN DE VERZAMELDE GEGEVENS	35
LITERATUUR	37
FIGUREN	
1 Ligging van het gebied	14
2 Ligging en nummering van de LD-vakken	15
TABEL	
Oppervlakte van de eenheden op de bodemkaart	20

KAARTEN

- 1 Bodemkaart, schaal 1 : 10 000
- 2 Kleidiktekaart, schaal 1 : 10 000
- 3 Overstromingsduren- en GLG-kaart, schaal 1 : 10 000
- 4 Boorpuntenkaart, schaal 1 : 10 000

DWARSDOORSNEDEN

- 1 Dwarsdoorsnede A-A' in de Bemmelsche Polder
- 2 Dwarsdoorsnede B-B' in de Nicolaaswaard/Klommenwaard

WOORD VOORAF

In opdracht van de Landinrichtingsdienst te Utrecht heeft DLO-Staring Centrum een bodemkundig-hydrologisch onderzoek verricht in de uitbreiding van het herinrichtingsgebied "Ooypolder". Het onderzoek werd uitgevoerd van november 1991 tot mei 1992 door:

ing. F. Brouwer: automatische verwerking en rapportage;
ing. M. Knotters: kennisoverdracht t.b.v. overstromingsduren;
J.R. Mulder: projectleiding en rapportage;
T.C. van Steenbergen: veldbodemkundig onderzoek en rapportage;
drs. J.A.M. ten Cate: organisatorische leiding.

DLO-Staring Centrum is dank verschuldigd voor de ontvangen medewerking bij de uitvoering van dit onderzoek aan:

- de heer L. Goedegebure van het Polderdistrict Betuwe te Elst;
- ing. J. Koolwijk, ir. K. van Dixhoorn en ir. H.D. Duizendstra van RIZA, vestiging Arnhem;
- de grondeigenaren en grondbeheerders die onze medewerkers toestemming verleenden om hun grond te betreden.

SAMENVATTING

In opdracht van de Landinrichtingsdienst te Utrecht heeft DLO-Staring Centrum een bodemkundig-hydrologisch onderzoek verricht van de Bemmelsche Polder, Gendtsche Polder en Klompenwaard in de uitbreiding van het herinrichtingsgebied "Ooypolder".

Het doel van het bodemgeografisch onderzoek in de uitbreiding van het herinrichtingsgebied "Ooypolder" was de bodemgesteldheid, de kleidikte, de gemiddelde overstromingsduur en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in kaart te brengen. Bij de opname van de bodemkaart van het uitbreidingsgebied is dezelfde methode gevolgd als die gebruikt is bij de opname van het oorspronkelijke herinrichtingsgebied "Ooypolder".

De volgende kaarten zijn vervaardigd, alle op schaal 1 : 10 000:

- bodemkaart;
- kleidiktekaart;
- overstromingsduren- en GLG-kaart;
- boorpuntenkaart.

Er zijn twee dwarsdoorsneden vervaardigd, nl. één in de Bemmelsche Polder en één in de Nicolaaswaard/Klompenwaard.

De resultaten van het onderzoek in het oorspronkelijke herinrichtingsgebied en in het uitbreidingsgebied zullen een functie vervullen bij de planvorming en de schatting van de agrarische ruilwaarde in dit gebied.

Het oorspronkelijke herinrichtingsgebied ligt ten zuiden van de Waal, ten oosten van Nijmegen. Het uitbreidingsgebied ligt ten noorden van de Waal. Dit gebied maakt deel uit van de Overbetuwse uiterwaarden. Grote delen van de uiterwaarden zijn afgegraven voor de steenfabricage. De gehercultiveerde gebieden zijn voornamelijk als grasland in gebruik, de overige als natuurterrein.

Evenals in het oorspronkelijke herinrichtingsgebied hebben we in het uitbreidingsgebied kleigronden en zandgronden onderscheiden. De kleigronden zijn onderverdeeld in stroomrugggronden en restbeddinggronden. De stroomrugggronden zijn verder onderverdeeld in ooivaaggronden, poldervaaggronden en kolenslibgronden; de restbeddinggronden bestaan uit poldervaaggronden. De zandgronden bestaan uit stroomrugggronden, rivierstrandgronden en rivierduingronden. De stroomrug- en rivierstrandgronden bestaan uit vlakvaaggronden met en zonder kleidek; de rivierduingronden zijn niet onderverdeeld. De stroomrugggronden bestaan grotendeels uit voormalige op- en aanwassen. Verreweg de grootste oppervlakte wordt ingenomen door poldervaaggronden en kolenslibgronden. Een klein areaal bestaat uit ooivaaggronden. De restbeddinggronden vormen opgevolde rivierlopen.

De stroomrugggronden van de zandgronden zijn grotendeels afgegraven. Meestal hebben de kleiwinnings een dun zaveldek laten zitten of is de rooibouw weer teruggestort. De

rivierstrandgronden zijn niet afgegraven. Ze komen pal langs de Waal voor en zijn sterk onderhevig aan de dynamiek van de rivier. Bij extreem lage waterstanden kunnen de strandjes gaan stuiven.

De rivierduingronden bevinden zich als een zeer smalle, langgerekte strook langs de rivierstranden van de Waal. In de winter (schaarse begroeiing) is de kans op stuiven erg groot. De rivierduingronden langs de Waal zijn nog steeds in ontwikkeling. De dikte van het zandpakket varieert van enkele centimeters tot enkele meters.

Van de kleidiktekaart is tevens de diepte van het zand af te lezen. De kleidikte is in 7 klassen op kaart weergegeven. Met name de Gendtsche Polder is diep afgegraven; daar komt het zand over grote delen binnen 40 cm - mv. voor. De restbeddingen zijn veelal diep opgevuld met humusarme tot humeuze zavel en klei, en plaatselijk met bagger. In de Nicolaaswaard en Klompenwaard komt het zand relatief diep voor. Dat geldt ook voor een deel van de Lentse Waard.

De gegevens over hoogteligging, bodemgesteldheid, rivierregime en inlaatbeleid van de polders vormen de basis voor het onderzoek naar de overstromingsduur. Voor de bepaling van de gemiddelde overstromingsduur is rekening gehouden met gebieden die een vrije verbinding hebben naar het zomerbed, en met polders. De overstromingsdurenkaart kan dienen om bestaande relaties tussen overstromingsduur, GLG, bodem en vegetatie, en potentiële mogelijkheden voor vegetatieontwikkeling aan te geven.

De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) hangt in de uiterwaarden nauw samen met de laagste rivierwaterstanden.

Aan de hand van de bodem- en kleidiktekaart hebben we langs twee raaien boringen verricht tot een maximale diepte van 6,00 m - mv. Dwarsdoorsnede 1 ligt in de Bemmelsche Polder en dwarsdoorsnede 2 in de Nicolaaswaard/Klompenwaard. Beide dwarsdoorsneden geven een goed beeld van de geologische en bodemkundige opbouw van beide uiterwaarden. Buiten de meandergordel komen afzettingen voor, die vóór de bedijking en zelfs vóór de Romeinse tijd zijn gesedimenteerd. Ze zijn bedekt met een laag uiterwaardklei. Binnen de meandergordel komt duidelijk het patroon van opwassen en strangen tot uiting.

INLEIDING

Het doel van het bodemgeografisch onderzoek in de uitbreiding van het herinrichtingsgebied "Ooypolder" was de bodemgesteldheid, de kleidikte, de gemiddelde overstromingsduur en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in kaart te brengen.

Bij de opname van de bodemkaart, schaal 1 : 10 000 (kaart 1) is dezelfde methode gevolgd als die gebruikt is bij de opname van het oorspronkelijke herinrichtingsgebied "Ooypolder" (rapport 1914 van Mulder 1989). Voor uitgebreide informatie over methode, opzet van de legenda en resultaten verwijzen wij naar bovengenoemd rapport. Voor het samenstellen van de kleidiktekaart, schaal 1 : 10 000 (kaart 2) hebben we doorgeboord tot de zandondergrond tot maximaal 2,50 m - mv. Een dergelijke kaart is niet voor het oorspronkelijke herinrichtingsgebied vervaardigd. Daarentegen is voor het uitbreidingsgebied geen grondwatertrappenkaart vervaardigd, maar wel een gemiddelde overstromingsduren- en GLG-kaart, schaal 1 : 10 000 (kaart 3). Voor de bekaide polders hebben we een andere methode gevolgd als bij het onderzoek in Ochten-Opheusden (Mulder et al. 1992). Deze methode is ontwikkeld door het RIZA te Arnhem (Model INUNDA; Duizendstra i.v.). De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) hebben we geschat en is aangegeven op de overstromingsdurenkaart. De hoogtecijfers zowel op kaart als in digitale vorm hebben we van Rijkswaterstaat gekregen.

Op de boorpuntenkaart, schaal 1 : 10 000 (kaart 4) zijn plaats en nummer van de boringen aangegeven.

We hebben twee dwarsdoorsneden vervaardigd, nl. één in de Bemmelsche Polder (dwarsdoorsnede 1) en één in de Nicolaaswaard/Klompewaard (dwarsdoorsnede 2). Daarvoor hebben we op basis van de gegevens van de bodem- en kleidiktekaart diepboringen verricht tot een diepte van maximaal 6,00 m - mv.

Bij ons onderzoek hebben we gebruik gemaakt van reeds eerder verschenen bodemkundige gegevens: de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, blad 40 West Arnhem (1975), de kleidiktekaart van de Rijn- en Waalwaterwaarden (Buringh 1953) en Ruilverkaveling Over-Betuwe-Oost (Mulder et al. 1979). Gegevens over overstromingsduur hebben we ontleend aan De Bruin (1982), De Bruin et al. (1987), De Graaf et al. (1990), Jongman en Leemans (1982), Knaapen en Rademakers (1990), Kooyman (1983), Mulder et al. (1992) en Rijkswaterstaat (1991).

De resultaten van het onderzoek in het oorspronkelijke herinrichtingsgebied (Mulder 1989) en in het uitbreidingsgebied (dit rapport) zullen een functie vervullen bij de planvorming en de schatting van de agrarische ruilwaarde in dit gebied.

Methode, resultaten en conclusies van ons onderzoek zijn weergegeven in dit rapport en op 6 bijlagen. Rapport en kaarten vormen een geheel en vullen elkaar aan. Bij het lezen van dit rapport is het van belang het rapport: De bodemgesteldheid van het herinrichtingsgebied "Ooypolder" (Mulder 1989) te raadplegen.

In hoofdstuk 2 gaan we summier in op de ligging van het gebied en de ontstaansgeschiedenis. In hoofdstuk 3 en 4 bespreken we respectievelijk de bodemkaart en de kleidiktekaart. In hoofdstuk 5 beschrijven we de overstromingsduren- en GLG-kaart. Hoofdstuk 6 geeft een beschrijving van de dwarsdoorsneden. In hoofdstuk 7 beschrijven we hoe de resultaten digitaal verwerkt zijn en op welke wijze de gebruiker over de bestanden kan beschikken of ermee kan manipuleren. De literatuurlijst bevat de geraadpleegde literatuur.

2 LIGGING VAN HET GEBIED EN ONTSTAANSGESCHIEDENIS

Het oorspronkelijke herinrichtingsgebied ligt ten zuiden van de Waal, ten oosten van Nijmegen. Het uitbreidingsgebied ligt ten noorden van de Waal. Dit gebied maakt deel uit van de Overbetuwse uiterwaarden (fig. 1). De Waalbandijk vormt de noordgrens. Figuur 2 geeft de ligging en nummering van de LD-vakken. De nummering sluit aan op die van het oorspronkelijke herinrichtingsgebied "Ooypolder".

Sinds de bedijking heeft de rivier zich binnen de uiterwaarden herhaaldelijk verlegd. Hierdoor zijn op- en aanwassen, restbeddingen en rivierduinen ontstaan. Een aanzienlijk deel van de uiterwaarden zijn bekaad. Vanaf Nijmegen treffen we aan:

- Lentse Waard (niet bekaad);
- Bemmelsche-, Gendtsche- en Ooijrijksche Polder;
- Ambtswaard;
- onbekade uiterwaarden van de Bemmelsche Polder;
- Gendtsche Polder;
- onbekade uiterwaarden van de Gendtsche Polder;
- Klompenwaard (niet bekaad),
- Nicolaaswaard;
- Pannerdensche Kop.

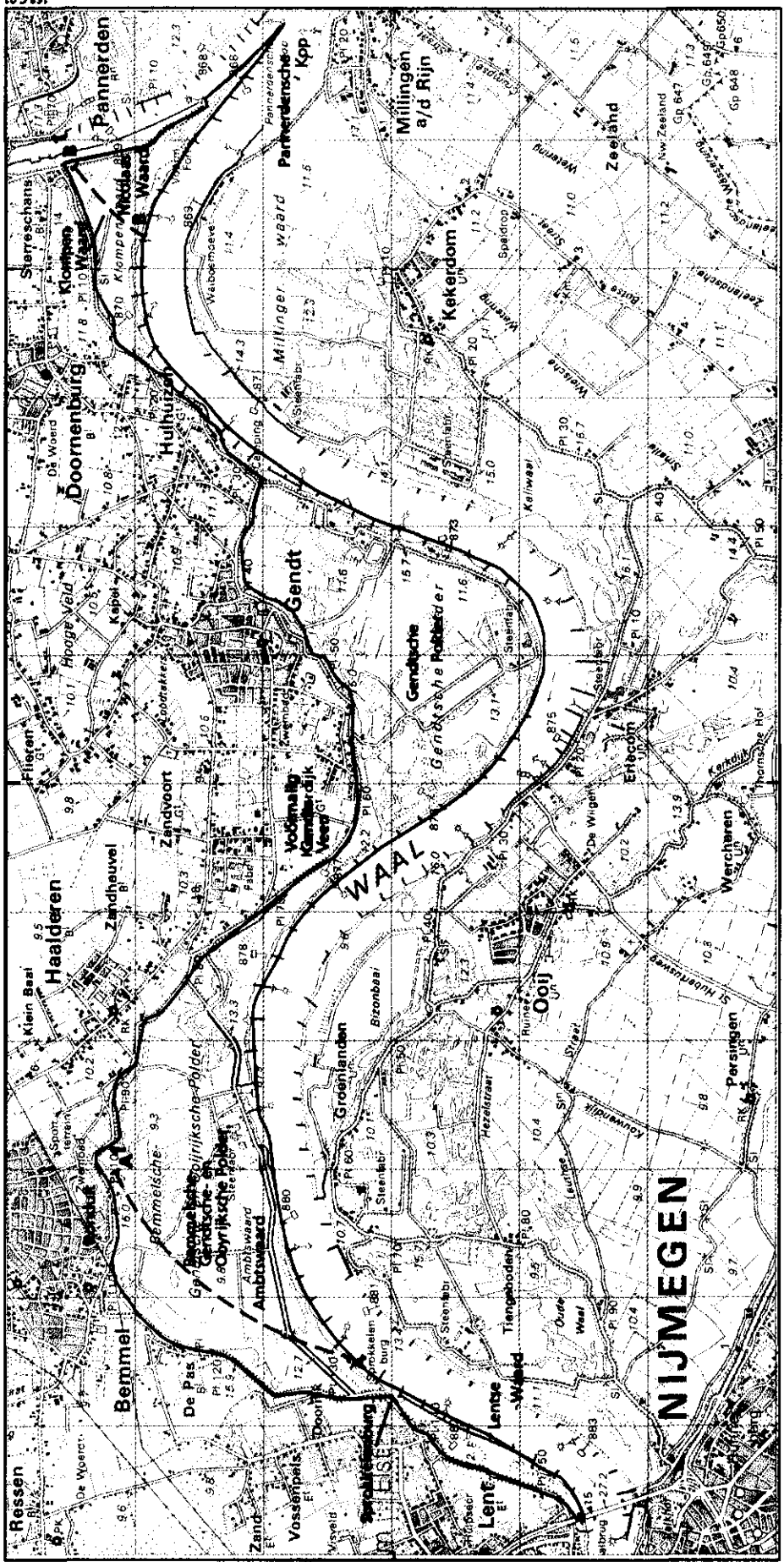
Grote delen van de uiterwaarden zijn afgegraven voor de steenfabricage. De gehercultiveerde gebieden zijn voornamelijk als grasland in gebruik, de overige als natuurterrein.

De bandijk is in het verleden talloze malen doorgebroken. Hierdoor verdween een deel van Hulhuizen (Smit 1983) en het kasteel Doornik (Wolters 1954) in de Waal. Ook Bommel en Haalderen hebben onder de overstromingen geleden, getuige de kolken die zowel binnen- als buitendijks voorkomen.

De bandijk is recentelijk verzwaard vanaf de Sterreschans tot aan Haalderen. De werkzaamheden waren tijdens het onderzoek bij Gendt nog in volle gang. Langs de Waal bevindt zich een smalle strook uiterwaarden, die niet zijn bekaad. De hoogste terreinen worden hier ingenomen door rivierduintjes, die zich nog steeds ontwikkelen. Bij lage Waalstanden vallen de zandstranden droog.

2.1 Lentse Waard

De Lentse Waard strekt zich uit van de Waalbrug tot aan Sprokkelenburg. De Lentse Waard was in het begin van de zeventiende eeuw aanzienlijk breder. De Waal stroomde toen nog pal langs de Ooijrsche Bandijk (Gorissen 1956). Nadat in 1649 de Waalbocht bij Bommel werd afgesneden (Van Heiningen 1972) heeft de rivier een groot deel van de Lentse Waard aangetast. Aan de overzijde kreeg men er land bij, namelijk het huidige natuurgebied De Oude Waal. De Lentse Waard is onbekaad en als grasland in gebruik.



A --- A' Situering van de dwarsdoorsneden
 B --- B'

Fig. 1 Ligging van het gebied

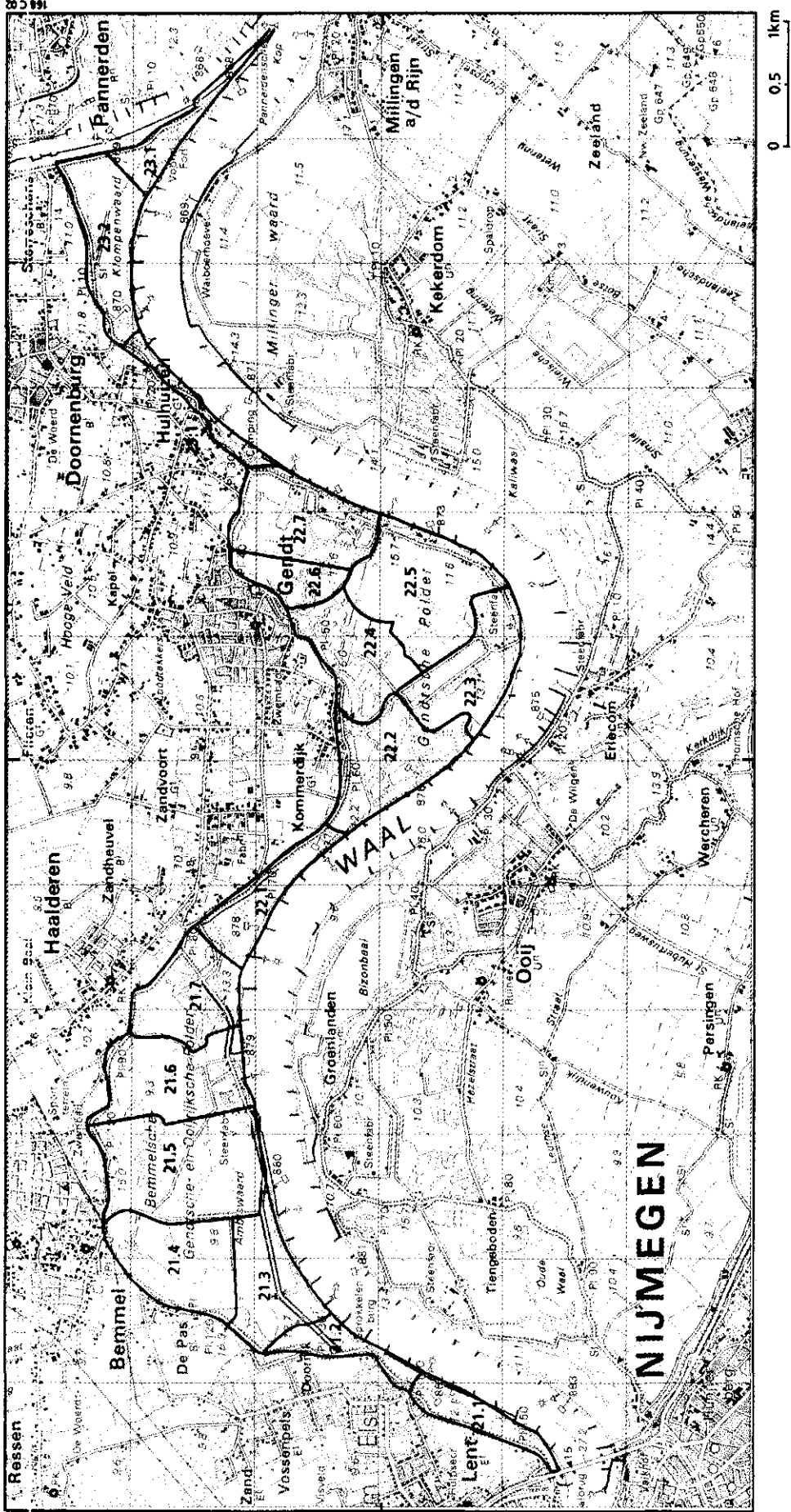


Fig. 2 Ligging en nummering van de LD- vakken

Langs de dijk ligt op een terp het voormalig fort Lent-oost.

2.2 Ambtswaard en Bemmelsche-, Gendtsche- en Ooijrijksche Polder

De Bemmelsche-, Gendtsche- en Ooijrijksche Polder (samen de Bemmelsche Polder) zijn gevormd in de binnenbocht van de Waal, die in het begin van de zeventiende eeuw pal langs de schaaldijk van Bommel stroomde. Vanwege het grote gevaar voor dijkdoorbraak hebben de Bemmelnaren in 1649 de Waalmeander afgesneden (Van Heiningen 1972). De open strang langs de Bemmelse Dijk vormt het restant van de oude Waalbocht.

Vóór de doorsnijding maakte het gebied deel uit van de uiterwaarden van "Ooypolder". Nadien heeft de Waal zich opnieuw in noordelijke richting verplaatst en ontstond de Ambtswaard. Mede door de aanleg van kribben heeft de rivier zich weer naar het zuiden verplaatst. De restgeul, die de scheiding vormt tussen bovengenoemde polders, is vrijwel geheel verland.

Restanten van "oud land", dat reeds ver voor de bedijking is gevormd (Mulder et al. 1979), treffen we aan ten noorden van de Waalstrang langs de Bemmelse Dijk ter plaatse van het voormalige kasteel Doornik en bij de Ronduit. Het "oude land" ligt ten noorden van de Waalmeander en is door de afsnijding in 1649 voor afkalving gespaard gebleven. De gronden zijn bedekt met een laag uiterwaardklei.

De Defensiedijk vormt de zomerkade van de Ambtswaard en de Bemmelsche-, Gendtsche- en Ooijrijksche polder. Daarin bevindt zich benedenstrooms een uitwateringssluis. In de winter blijft de sluis open en in de zomer dicht, tenzij zodanig hoog water wordt verwacht, dat de zomerkade zal overstromen. Dan wordt de sluis geopend om water binnen te laten om de kans op kadebreuk te beperken. Het gemaal draagt zorg voor de afwatering, wanneer bij zomerhoogwaters de waterstand op de rivier hoger is dan in de polders (Polderdistrict Betuwe 1986).

Grote delen van beide polders waren reeds vóór 1949-1951 afgegraven voor de baksteenfabricage blijkens de klei-inventarisatiekaart van Buringh (1953). De gronden zijn grotendeels weer gehercultiveerd en zijn voornamelijk als grasland in gebruik. In de natte gebieden zijn wilgenbosjes ontstaan. Aan de Waal bevindt zich een steenfabriek. Verder wordt er zand gewonnen, waardoor diepe zandwinputten zijn ontstaan.

Langs de Waal bevindt zich een smalle strook onbekade uiterwaarden die zich uitstrekken van Sprokkelenburg tot aan het voormalige Gendtsche Veer. Bij de steenfabriek is het voorland door erosie van de Waal vrijwel geheel verdwenen. De Defensiedijk vormt daar een schaaldijk. De oevers worden vastgelegd met stortsteen.

2.3 Gendtsche Polder

In de dertiende eeuw stroomde de Waal pal langs Gendt, dat in 1233 stadsrechten kreeg (Moorman van Kappen 1983). In de 15e eeuw heeft de rivier zich naar het zuiden toe verplaatst, waardoor Gendt steeds verder van de rivier kwam te liggen. Het stadje nam daardoor in betekenis af. De restbedding langs de bandijk vormt het restant van de middeleeuwse Waalloop. Erlecom lag in de vijftiende eeuw nog aan de noordoever en is door een, waarschijnlijk natuurlijke, bochtafsnijding aan de zuidelijke oever komen te liggen (Mulder 1989). In de zestiende en zeventiende eeuw brokkelde steeds meer land af van het dorp Hulhuizen. Uiteindelijk verdween een deel van het dorp met het kasteel in de Waalstroom (Smit 1983). Het onbekade deel van de Gendtsche Polder, aan de westzijde, is grotendeels in de achttiende en negentiende eeuw gevormd.

De Gendtsche Polder wordt beschermd door een zomerkade. Benedenstreams nabij de bandijk bevindt zich een uitwateringssluis en een zg. coupure. Er wordt eenzelfde beheer gevoerd als in de Bemmelsche Polder (par. 2.2). Ten zuiden van de zomerkade bevindt zich een smalle strook uiterwaard die niet is bekaad.

De Gendtsche Polder is voor een aanzienlijk deel afgegraven voor de baksteenfabricage. De terreinen zijn voor een groot deel geheercultiveerd en zijn in gebruik als grasland. Verder komen verspreid over de polder kleiputten, moerassen en wilgen- en populierenbosjes voor. In het zuiden bevindt zich steenfabriek De Zandberg met diverse woningen aan de zomerkade. Ten oosten daarvan ligt het zgn. Gannita Circuit, waar "Stockcar" race's worden gehouden, en een sloopbedrijf. In het onbekade deel van de Gendtsche Polder, vlak langs de Waal, ligt een zandwinput.

Tussen Hulhuizen en de Klompenwaard bevindt zich een zeer smalle strook uiterwaarden met daarop een camping en de scheepswerf Vahalis.

2.4 Klompenwaard en Nicolaaswaard

Tussen de Klompenwaard en de Nicolaaswaard ligt de oude dijk. De Nicolaaswaard is het oudst. De ondergrond wordt gevormd door Waalafzettingen van vóór de bedijking.

We treffen er verscheidene overloopgeulen aan, afgewisseld met hoge ruggen. De Nicolaaswaard vormt een voortzetting van het zg. sleuven en richellandschap, dat in het Rijnstrangengebied van de Oude Rijnmond voorkomt (Pons 1952; Harbers en Mulder 1981). Het gebied is bedekt door een meer of minder dikke laag uiterwaardklei. Er is nauwelijks klei afgegraven, behalve voor de versterking van Sterreschans en voor de bandijk. In de oude dijk is een nieuwe uitwateringssluis aangelegd.

De Klompenwaard is voornamelijk in de achttiende en negentiende eeuw gevormd en bestaat in het noorden uit een brede, verlande restbedding en in het zuiden uit opwassen en rivierduinen. Een klein deel is afgegraven voor de baksteenfabricage. De Klompenwaard is niet bekaad.

2.5 Pannerdensche Kop

Na het graven van het Pannerdensch Kanaal in 1707 vormde de Nicolaaswaard in eerste instantie het splitsingspunt. Na de bochtafsnijding van de Waal bij Millingen (Bijlandsch Kanaal) in 1784 werd vanaf de Nicolaaswaard een strekdam aangelegd, de Pannerdensche Kop. Voor uitgebreide informatie over de waterstaatperikelen rond de verdeling van het Rijnwater in de zeventiende en achttiende eeuw verwijzen wij naar Van der Ven (1976).

Halverwege de strekdam is aan het eind van de vorige eeuw het Fort Pannerden gebouwd, dat in de Tweede Wereldoorlog nog als verdedigingswerk heeft gefungeerd. In tegenstelling tot de Rijnsoever van de Pannerdensche Kop ontwikkelen zich aan de Waalzijde rivierduinen.

3 BODEMKAART, SCHAAL 1 : 10 000

Het bodemkundig onderzoek van de uitbreiding van het herinrichtingsgebied "Ooypolder" is uitgevoerd in de periode november 1991 tot mei 1992. Voor de bespreking van de methode van het onderzoek en de opzet van de legenda verwijzen wij naar het rapport van het oorspronkelijke herinrichtingsgebied (Mulder 1989). De schattingen van de textuur en het humusgehalte hebben we gerefereerd aan de grondmonsters uit de ruilverkaveling Over-Betuwe-Oost (Mulder et al. 1979). De resultaten van het bodemkundig onderzoek zijn samengevat op een bodemkaart, schaal 1 : 10 000 (kaart 1).

3.1 Indeling van de gronden, toevoegingen en overige onderscheidingen

Evenals in het oorspronkelijke herinrichtingsgebied hebben we in het uitbreidingsgebied kleigronden en zandgronden onderscheiden. Grindgronden ontbreken in het uitbreidingsgebied. In afwijking van het oorspronkelijke herinrichtingsgebied hebben we gekozen voor een onderverdeling van de gronden op basis van landschappelijke en geomorfologische kenmerken, en daarna voor een verdere onderverdeling volgens de classificatie van De Bakker en Schelling (1989). Deze opzet is gevolgd i.v.m. het samenstellen van de overstromingsduren- en GLG-kaart (kaart 3).

In het uitbreidingsgebied hebben we holocene rivierklei-, rivierzand- en rivierduingronden aangetroffen. De rivierkleigronden zijn in eerste instantie onderverdeeld in stroomruggronden en restbeddinggronden. De stroomruggronden zijn verder onderverdeeld in ooivaaggronden, poldervaaggronden en kolenslibgronden; de restbeddinggronden bestaan uit poldervaaggronden. Bij de zandgronden hebben we naast holocene rivierzandgronden, bestaande uit stroomrug- en rivierstrandgronden, ook holocene rivierduingronden aangetroffen. De stroomrug- en rivierstrandgronden bestaan uit vlakvaaggronden met en zonder kleidek; de rivierduingronden hebben we niet onderverdeeld. In een tabel is de oppervlakte van de eenheden op de bodemkaart aangegeven.

De gebruikte toevoegingen in het uitbreidingsgebied zijn identiek aan de gebruikte toevoegingen in het oorspronkelijke herinrichtingsgebied, waarbij we echter wel enige opmerkingen moeten maken. Toevoeging U... (gronden die in de uiterwaard liggen) hebben we niet op de bodemkaart aangegeven, omdat alle gronden van het uitbreidingsgebied in de uiterwaard liggen. In het oorspronkelijke herinrichtingsgebied waar het grootste deel van de gronden binnendijs ligt, is deze toevoeging wel gebruikt. Toevoeging ...T (overdekte oude woongrond) hebben we niet aangetroffen. Toevoeging .../A (afgegraven) is veranderd in .../G (vanwege de automatische verwerking).

In het uitbreidingsgebied zijn alleen profielverloop 2 en 5, en kalkverloopklasse A waargenomen.

Tabel Oppervlakte van de eenheden (ha en %) op de bodemkaart

Eenheid	ha	%
B12A	10,6	1,1
B15A	26,3	2,8
B32A	6,7	0,7
B35A	29,1	3,1
B55A	8,9	1,0
Restbeddinggronden	81,6	8,8
KS05A	8,1	0,9
KS12A	4,7	0,5
KS15A	45,2	4,8
KS32A	2,3	0,2
KS35A	6,0	0,6
Kolenslibgronden	66,3	7,0
Rd12A	4,9	0,5
Rd15A	13,5	1,4
Rd35A	12,0	1,3
Ooivaaggronden	30,4	3,3
Rn02A	34,2	3,7
Rn05A	27,8	3,0
Rn12A	66,3	7,1
Rn15A	49,3	5,3
Rn32A	25,7	2,8
En35A	48,9	5,3
Rn55A	3,4	0,4
Poldervaaggronden	255,5	27,4
ZdA	21,0	2,3
Rivierduingronden	21,0	2,3
K1ZnA	73,3	7,9
K3ZnA	8,1	0,9
ZnA	90,0	9,7
Vlakvaaaggronden	171,4	18,4
Q	46,7	5,0
Sterk opgehoogde gronden	46,7	5,0
Bebou	58,2	6,2
Pol	0,8	0,1
Fort	4,2	0,4
Kade	46,4	5,0
Moer	6,7	0,7
Water	142,6	15,3
Diversen	258,9	27,8
Totaal	931,8	100,0

Van de overige onderscheidingen ontbreken in het uitbreidingsgebied: de gedempte kasteelgracht (GG), voormalige kade of dijk en "geen toestemming om de percelen te betreden" (GT). Steilranden zijn op de bodemkaart van het uitbreidingsgebied wel aangegeven, maar niet op de bodemkaart van het oorspronkelijke herinrichtingsgebied.

3.2 Beschrijving van de rivierkleigronden

Voor de profielschetsen van de betreffende kaartenheden verwijzen wij naar rapport 1914: De bodemgesteldheid van het herinrichtingsgebied "Ooypolder" (Mulder 1989). De rivierkleigronden beslaan ene oppervlakte van 434 ha.

3.2.1 Stroomruggronden

De stroomruggronden bestaan grotendeels uit voormalige op- en aanwassen. Verreweg de grootste oppervlakte wordt ingenomen door poldervaaggronden en kolenslibgronden; een klein areaal bestaat uit ooivaaggronden.

De poldervaaggronden zijn vrijwel geheel afgegraven. We hebben 7 legenda-eenheden onderscheiden:

Rn02A	34	ha = 3,7%;
Rn12A	66	ha = 7,1%;
Rn32A	26	ha = 2,8%;
Rn05A	28	ha = 3,0%;
Rn15A	49	ha = 5,3%;
Rn35A	49	ha = 5,3%;
Rn55A	3	ha = 0,4%.

Kolenslibgronden komen in het gehele uitbreidingsgebied dicht langs de Waal voor. We hebben 5 legenda-eenheden onderscheiden:

KS05A	8	ha = 0,9% (alleen in het uitbreidingsgebied);
KS12A	5	ha = 0,5%;
KS32A	2	ha = 0,2%;
KS15A	45	ha = 4,8%;
KS35A	6	ha = 0,6%.

Legenda-eenheid KS05A komt qua aard en samenstelling vrijwel geheel overeen met legenda-eenheid KS15A m.u.v. de bovengrond, die bij KS05A wat lichter is (het lutumgehalte bedraagt 8-12%; vergelijk tabel 83b, blz. 145, in: Mulder 1989).

De hoogste delen van de stroomruggronden bestaan uit ooivaaggronden en zijn meestal niet afgegraven. We hebben 3 legenda-eenheden onderscheiden:

Rd12A	5	ha = 0,5%;
Rd15A	14	ha = 1,4%;
Rd35A	12	ha = 1,3%.

De ooivaaggronden komen vooral voor in de Nicolaaswaard en Klompenwaard, en lokaal in de Bemmelsche Polder en Gendtsche Polder. Bij Bommel tussen de Bandijk en de strang liggen de ooivaaggronden buiten de meandergordel en wordt de ondergrond gevormd door oudere afzettingen. Tenslotte treffen we ooivaaggronden aan ten westen van Fort Lent in de Lentse Waard. Alle gekarteerde legenda-eenheden van de stroomrugggronden in het uitbreidingsgebied komen ook voor in het oorspronkelijke herinrichtingsgebied (met uitzondering van bovengenoemde legenda-eenheid KS05A).

3.2.2 Restbeddinggronden

In tegenstelling tot het oorspronkelijke herinrichtingsgebied hebben we in het uitbreidingsgebied restbeddinggronden onderscheiden. Deze informatie op de bodemkaart is onder meer van belang voor eventuele natuurontwikkeling. De restbeddinggronden bestaan alle uit poldervaaggronden en zijn met code B... op de bodemkaart (kaart 1) weergegeven. Er zijn 5 legenda-eenheden onderscheiden:

B12A	11	ha = 1,1%;
B32A	7	ha = 0,7%;
B15A	26	ha = 2,8%;
B35A	29	ha = 3,1%;
B55A	9	ha = 1,0%.

De restbeddinggronden stemmen qua aard en samenstelling overeen met de poldervaaggronden met eenzelfde textuur, profielverloop en kalkverloopklasse in het oorspronkelijke herinrichtingsgebied. De diepere ondergrond (> 120 cm - mv.) bestaat veelal uit humeus materiaal, dat varieert van donkergrijze zavel tot slappe bagger. Een groot deel van de restbeddinggronden is afgegraven. Ze komen vooral voor in de Bemmelsche Polder, en in de Nicolaaswaard en Klompenwaard.

3.3 Beschrijving van de zandgronden

De zandgronden beslaan een oppervlakte van in totaal 192 ha. We hebben stroomrug- en rivierstrandgronden, en rivierduingronden onderscheiden. Voor de profielschetsen van de betreffende kaarteenheden verwijzen wij naar rapport 1914: De bodemgesteldheid van het herinrichtingsgebied "Ooypolder" (Mulder 1989).

3.3.1 Stroomrug- en rivierstrandgronden

De stroomrugggronden van de rivierzandgronden zijn grotendeels afgegraven (toevoeging ../G) en bestaan uit vlakvaaggronden. Meestal hebben de kleiwinners een dun zaveldek laten zitten of is de rooibouw weer teruggestort (code k.ZnA/G, kaart 1). Op enkele plaatsen is tot op het zand afgegraven (code ZnA/G, kaart 1).

De rivierstrandgronden bestaan uit vlakvaaggronden. Deze zijn niet afgegraven (code ZnA, kaart 1). Ze hebben geen kleidek. Wel kan plaatselijk restbeddingmateriaal aan de oppervlakte voorkomen. Dit materiaal is meestal donker van kleur en bestaat uit humeuze zavel of klei, plaatselijk uit bagger en is meestal sterk gelaagd. Aan de benedenstroomse zijde van de steenfabrieken zijn de zandstrandjes bezaaid met bakstenen, die door de eroderende werking van het rivierwater zijn afgerond. Plaatselijk heeft de rivier veel grind over het zandstrand afgezet. De rivierstrandgronden komen pal langs de Waal voor en zijn sterk onderhevig aan de dynamiek van de rivier. Bij extreem lage waterstanden kunnen de strandjes gaan stuiven.

We hebben in totaal 3 legenda-eenheden bij de stroomrug- en rivierstrandgronden onderscheiden:

ZnA 90 ha = 9,7% (zonder kleidek);
K1ZnA 73 ha = 7,9% (dek van lichte zavel);
K3ZnA 8 ha = 0,9% (dek van zware zavel).

3.3.2 Rivierduingronden

De rivierduingronden bevinden zich als een zeer smalle, langgerekte strook langs de rivierstranden van de Waal. In het oorspronkelijke herinrichtingsgebied "Ooypolder" hebben we deze gronden ondergebracht bij de vlakvaaggronden. Voor het uitbreidingsgebied hebben we gekozen voor een landschappelijke indeling van de gronden (zie par. 3.1).

Vooraf in de winter (schaarse begroeiing) is de kans op stuiven erg groot. De rivierduingronden langs de Waal zijn nog steeds in ontwikkeling. De dikte van het zandpakket varieert van enkele centimeters tot enkele meters. We hebben één legenda-eenheid onderscheiden:

ZdA 21 ha = 2,3%.

4 KLEIDIKTEKAART, SCHAAL 1 : 10 000

Op de kleidiktekaart (kaart 2) is de kleidikte in 7 klassen (met intervallen van 40 cm) weergegeven. Tevens is van deze kaart de begindiepte van het zand af te leiden. Door de kleiwinning komt bij een groot deel van het uitbreidingsgebied het zand binnen 80 cm - mv. voor. Met name in de Gendtsche Polder is op verscheidene plaatsen diep afgegraven. Daar komt het zand over grote delen binnen 40 cm - mv. voor. De restbeddingen zijn, voor zover ze niet zijn afgegraven, in het algemeen diep opgevuld met veelal humusarme tot humeuze zavel en klei, met daarin plaatselijk veenbandjes. Voorts hebben we in de meeste restbeddingen lokaal slappe bagger aangetroffen. De grote diversiteit van het opvullingsmateriaal op korte afstand maakte het niet mogelijk om dit afzonderlijk op de kaart aan te geven. De restbedding van de Ambtswaard is opgevuld met matig fijn zand, waaronder beddingklei voorkomt. In de Nicolaaswaard en Klompenwaard komt het zand relatief diep voor, plaatselijk dieper dan 2,40 m - mv. Dat geldt ook voor een deel van de Lentse Waard.

De kolenslibgronden, die op de bodemkaart zijn weergegeven (kaart 1), zijn niet op de kleidiktekaart onderscheiden. Voor de baksteenindustrie zijn deze gronden niet geschikt, omdat het organische-stofgehalte in de bovengrond te hoog is.

5 OVERSTROMINGS-DUREN- EN GLG-KAART, SCHAAL 1 : 10 000

Basis voor het onderzoek naar de overstromingsduur en GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) vormen gegevens over hoogteligging, bodemgesteldheid, rivierregime en inlaatbeleid van de polders.

Hoogteligging

Gegevens over de hoogteligging hebben wij ontleend aan de rivierkaart, schaal 1 : 5 000, van Rijkswaterstaat (1978 en 1982), in totaal ca. 4670 punten. Van deze punten hebben wij de overstromingsduur benaderd. Bij de interpolatie hebben wij gestratificeerd naar bodemgesteldheid, op basis van de bodemkaart, schaal 1 : 10 000 (kaart 1).

Rivierregime

Over het rivierregime is bij Rijkswaterstaat statistische informatie aanwezig. Voor ons onderzoek zijn de overschrijdingsduren van waterstanden van belang, de zgn. waterstandsduurlijnen. Deze waterstandsduurlijnen berusten op de volgende basisgegevens:

- afvoer Bovenrijn 1901 - 1990;
- afvoerverdeling Rijntakken 1986.1;
- betrekkinglijnen 1986.0.

Een betrekkinglijn geeft de betrekking weer tussen de afvoer van de Bovenrijn bij Lobith en de waterstand die optreedt op een meetpunt langs een Rijntak, rekening houdende met de looptijd van de afvoergolven. De overschrijdingsduren zijn berekend uit de afvoeren bij Lobith over de periode 1901 - 1990. Uit onderzoek van Rijkswaterstaat (Veraart 1984) en uit de rapportage van een internationale commissie voor de hydrologie van het stroomgebied van de Rijn (Commission Internationale de l'Hydrologie du Bassin du Rhin 1977) is gebleken dat trendmatige veranderingen in de afvoer van de Rijn bij Lobith niet aantoonbaar zijn. Hierdoor is het mogelijk overschrijdingsduren te berekenen over de periode 1901-1990. De overschrijdingsduren zijn berekend op basis van de huidige afvoerverdelingen.

Inlaatbeleid van polders

Gegevens over de inlaat in de polders van het uitbreidingsgebied werden verstrekt door het Polderdistrict Betuwe (Polderdistrict Betuwe 1986).

5.1 Overstromingsduur

Met gebruikmaking van bovenstaande informatie is voor ieder hoogtecijfer een gemiddelde overstromingsduur te benaderen, in dagen per jaar. Dit is het criterium dat in onderzoek naar vegetatiezonerings wordt gehanteerd (Jongman en Leemans 1982 en De Graaf et al. 1990). Bij de bepaling van de gemiddelde overstromingsduur van een punt in een uiterwaard dient het volgende te worden nagegaan:

- 1 Is er een vrije verbinding met het zomerbed van de rivier of is er sprake van een ingesloten laagte of van een polder met een inlaatkunstwerk?
- 2 Wat is de hoogte t.o.v. NAP?
- 3 Ter hoogte van welke rivierkilometer ligt het punt?

Als deze drie vragen beantwoord zijn, kan de gemiddelde overstromingsduur bepaald of benaderd worden. Voor gebieden met een vrije verbinding naar het zomerbed en voor polders zal de methode worden toegelicht.

Vrije verbinding met zomerbed

Voor deze gebieden is de gemiddelde overstromingsduur eenvoudig te bepalen. Het maaiveld met een bepaalde hoogte heeft een gemiddelde overstromingsduur die gelijk is aan de overschrijdingsduur van de waterstand met dezelfde hoogte. Door de maaiveldhoogten aan te passen ten opzichte van het rivierverhang, met als referentiepunt een meetpunt van Rijkswaterstaat waarvan de overschrijdingsduren bekend zijn, is de gemiddelde overstromingsduur eenvoudig af te leiden. Het rivierverhang van de Waal is 11 cm per km.

Polders

In de winterperiode (1 november - 31 maart) behoren polders tot het winterbed van de rivier. Sluizen en andere inlaatkunstwerken zijn in deze periode open. Doordat het water via een sluis in de polder moet stromen, zal de polder tijdens een hoogwater later overstroomd zijn dan een gebied met een vrije verbinding. Doordat het water de polder via dezelfde sluis moet verlaten, zal de polder langzamer droogvallen dan de gebieden met een vrije verbinding.

In tegenstelling tot de herinrichting Ochten-Opheusden (Mulder et al. 1992) hebben we ook in de polders de gemiddelde overstromingsduur benaderd voor het gehele jaar. Daarbij is gebruik gemaakt van het rekenmodel INUNDA (Duizendstra i.v.).

Gedurende het groeiseizoen (1 april - 31 oktober) worden de polders tegen hoogwaters beschermd door zomerkaden en afsluitbare kunstwerken, meestal sluizen. Wanneer een waterstand wordt voorspeld die hoger is dan de zomerkaden wordt water ingelaten om de zomerkaden te beschermen. Het model INUNDA houdt hiermee rekening.

5.1.1 Materialen en methode

De overstromingsdurenkaart is afgeleid van een digitaal puntenbestand met ca. 4670 hoogtecijfers van Rijkswaterstaat en een digitaal bestand met bodemvlakken van het Staring Centrum. Het puntenbestand met hoogtecijfers is via interpolatie verdicht tot een grid met een puntafstand van 10 m. De totale oppervlakte van het onderzochte gebied is 932 ha minus 143 ha water, zodat de gemiddelde afstand tussen de gemeten hoogtecijfers ongeveer 50 meter is. De interpolatie hebben we gestratificeerd uitgevoerd met behulp van het bodemvlakkenbestand.

De uiterwaarden in het uitbreidingsgebied zijn onder te verdelen in twee bekende polders

en een langgerekt buitenkaads gebied. De Nicolaaswaard hebben we vanwege de geringe oppervlakte gemakshalve tot het buitenkaads gebied gerekend.

De hoogtecijfers in de Bemmelsche Polder en Gendtsche Polder zijn via interpolatie vertaald naar hoogtevlakken met om de 10 cm een klassegrens. Het model INUNDA (Duizendstra i.v.) heeft voor elke klasse in beide polders een gemiddeld jaarlijkse overstromingsduur berekend.

In het buitenkaads gebied is voor elk gridpunt eerst een gemiddelde overstromingsduur berekend (Mulder et al. 1992). De overstromingsduren per punt zijn vervolgens via interpolatie vertaald naar overstromingsduren per vlak.

Om te bereiken dat het, door interpolatie te verkrijgen, kaartbeeld overeenstemt met patronen die in het terrein zichtbaar zijn, hebben we de eenheden van de bodemkaart als volgt samengevat:

- poldervaaggronden;
- restbeddinggronden;
- ooivaag- en rivierduingronden;
- kolenslibgronden;
- vlakvaaggronden;
- opgehoogde gronden;
- afgegraven gronden;
- sterk opgehoogde terreinen;
- kades en pollen;
- water;
- bebouwing, wegen, niet gekarteerd, enz.

Bij de stratificatie hebben we ook rekening gehouden met twee bekende gebieden. Deze twee polders verschillen in overstroming vanwege verschillen in inlaat en kadehoogte.

De stratificatie en interpolatie hebben we uitgevoerd met het programmapakket ARC/INFO. ARC/INFO is een Geografisch Informatie Systeem (GIS) die verzamelingen van objecten (punten, lijnen en/of vlakken) kan bevatten, met een liggingsbeschrijving in het ARC-gedeelte en een thematische beschrijving in het INFO-gedeelte.

Met het commando IDENTITY is voor elk hoogtecijfer en voor elk gridpunt het stratum bepaald, waartoe het behoort. IDENTITY (ESRI 1989a) maakt een geometrische intersectie van twee coverages (hoogtecijfer met bodemvlak of gridpunt met bodemvlak). Daarna wordt het commando ARCTIN gebruikt om uit de gestratificeerde hoogtecijfers met bekende X- en Y-coördinaten een triangulated irregular network (TIN, ESRI 1989b) te vervaardigen. De interpolatie vindt plaats binnen de punten van het opgegeven stratum volgens een algoritme van negen nabij gelegen omgevingspunten, gewogen op de afstand. Het commando ARCSPOT interpoleert vervolgens uit de TIN voor elk gridpunt van hetzelfde stratum een hoogte. De werkelijke en geïnterpoleerde hoogtecijfers van elk stratum worden vervolgens weer bij elkaar gebracht in één gebiedsdekkend gridbestand [APPEND].

Vanaf hier zijn de polders en het buitenkaads gebied verschillend doorgerekend. Voor

de twee polders is uit de hoogtecijfers van het gridbestand een TIN vervaardigd, waarbij hoogtevlakken zijn geconstrueerd [LATTICEPOLY]. Uit de TIN is niet rechtstreeks een geïnterpoleerde vlakkenkaart af te leiden. Hiervoor gebruiken we eerst het commando TINLATTICE waarbij uit de TIN een LATTICE (file met gridcellen) wordt gemaakt, waarna het resultaat wordt 'geclippt' [LATTICECLIP] zodat alleen de gebieden behorend tot de polders overblijven. Vervolgens wordt uit de 'geclippte' LATTICE een polygon-coverage aangemaakt [LATTICEPOLY], waarbij klassegrenzen met intervallen van 10 cm zijn opgegeven. Voor elke hoogteklasse is een gemiddeld jaarlijkse overstromingsduur bepaald (Duijzenstra i.v.).

Voor het buitenkaads gebied hebben we de hoogtecijfers van het gridbestand eerst omgezet in relatieve hoogtecijfers t.o.v. een referentiepunt met bekende waterstandsduurlijnen (Mulder et al. 1992). De relatieve hoogtecijfers zijn vervolgens weer omgerekend tot een gemiddeld jaarlijkse overstromingsduur. De gemiddeld jaarlijkse overstromingsduur is geïnterpoleerd [ARCTIN], waarbij vlakken zijn geconstrueerd [LATTICEPOLY] met klassegrenzen 2, 14, 35, 80 en 130 dagen per jaar. De klassegrenzen zijn gekozen op basis van onderzoek naar vegetatiezonering (De Graaf et al. 1990).

5.1.2 Resultaten

De ruimtelijke verdeling van de gemiddelde overstromingsduur hebben wij weergegeven op de overstromingsduren- en GLG-kaart, schaal 1 : 10 000 (kaart 3). De gemiddelde overstromingsdurenkaart is in ons onderzoek gecombineerd weergegeven met de gemiddeld laagste grondwaterstand (paragraaf 5.2).

5.1.3 Discussie

Het is mogelijk om de interpolatie uit te voeren met geostatistische interpolatietechnieken, zoals kriging. Deze vormen van interpolatie moeten evenwel (nog) plaatsvinden buiten het programmapakket ARC/INFO.

De overstromingsdurenkaart kan worden gebruikt bij het aangeven van bestaande relaties tussen overstromingsduur, GLG, bodem en vegetatie en bij het aangeven van potentiële mogelijkheden voor vegetatieontwikkeling. Het criterium "gemiddelde overstromingsduur" geeft geen informatie over de verdeling van de overstromingsduur in de tijd. Deze verschilt tussen onbekade uiterwaarden en polders, en ook tussen de polders onderling. Kaart 3 toont verschillen met de overstromingsdurenkaart van de Bemmelse Waarden uit het onderzoek van Jongman en Leemans (1982). Oorzaken van deze verschillen zijn:

- stratificatie naar bodemgesteldheid;
- verschil in benadering van de gemiddelde overstromingsduur tussen polders en onbekade uiterwaarden;
- andere isolijnen, gebaseerd op recent onderzoek van De Graaf et al. (1990).

5.2 Grondwater

5.2.1 Materialen en methode

Het grondwater in de uiterwaarden hebben wij onderzocht voor wat betreft de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand). Aan de hand van profielkenmerken schatten wij de diepte van de GLG, bij een boringsdichtheid van ca. 1 boring per 1 à 2 hectare. Wat betreft de ruimtelijke verbreiding hebben wij een nauwe samenhang verondersteld met de terreinhoogten. Omdat de ondergronden doorgaans goed doorlatend zijn en de afstand tot de rivier klein is, zal het niveau van de GLG sterk bepaald worden door de rivierwaterstand. De diepte van de GLG t.o.v. maaiveld zal daarom voornamelijk door de hoogte van het maaiveld t.o.v. de rivierwaterstand bepaald worden. Daarnaast is het substraat van invloed op de grondwaterbeweging.

De veldwaarnemingen zijn niet geïjkt door middel van een gerichte opname, omdat gedurende de periode van het onderzoek het grondwater zich boven het GLG-niveau bevond.

De GLG hebben wij samen met de gemiddelde overstromingsduur op een kaart (kaart 3) weergegeven. Beide zijn sterk gerelateerd aan hoogteligging en bodemgesteldheid, en beide geven informatie over de rivierdynamiek in de uiterwaarden.

5.2.2 Resultaten

De ruimtelijke verbreiding van de GLG is weergegeven op kaart 3: de overstromingsduren- en GLG-kaart, schaal 1 : 10 000.

Op de Waal zakt het water jaarlijks tot enkele meters onder het maaiveld van de uiterwaarden. De GLG bevindt zich in een groot deel van de uiterwaarden dieper dan 1,80 m beneden maaiveld. Bij de ooivaaggronden en de rivierduingronden die per jaar minder dan 14 dagen overstromen, kan het grondwater in de zomer dieper dan 3,00 m - mv. wegzakken. Deze gronden met een gunstig substraat, d.w.z. met een bovengrond lichter dan 20% lutum, zijn kansrijk voor stroomdalvegetatie's (Mulder et al. 1992).

Zelfs een groot deel van de laagste terreinen met hoge overstromingsduren heeft een GLG, dieper dan 1,80 m - mv. Het overgrote deel van het uitbreidingsgebied overstroomt gemiddeld tussen de 35 tot 130 dagen per jaar. Deze gebieden behoren grotendeels tot de afgetichelde terreinen. Uit landbouwkundig oogpunt kunnen we stellen, dat deze gronden bij droge perioden droogtegevoelig zijn en bij natte perioden wateroverlast hebben. Voor natuurontwikkeling zijn deze gronden evenmin waardevol (Mulder et al. 1992).

Enkele terreintjes en reeds bestaande moerasjes hebben zowel een hoge gemiddelde overstromingsduur als een ondiepe GLG. Deze terreinen zijn interessant voor natuurontwikkeling, in het bijzonder voor moerasvegetatie's (Mulder et al. 1992).

Bij de sterk opgehoogde terreinen (kaart 1), kaden, pollen, steenfabrieken etc. is geen GLG aangegeven.

6 DWARSDOORSNEDEN

Aan de hand van de bodem- en kleidiktekaart hebben we langs twee raaien boringen verricht tot een maximale diepte van 6,00 m - mv. De afstand tussen de boringen bedraagt gemiddeld 100 meter.

Dwarsdoorsnede 1 ligt in de Bemmelsche Polder en dwarsdoorsnede 2 in de Nicolaaswaard/Klompewaard (fig. 1). De Gendtsche Polder is als lokatie voor een dwarsdoorsnede minder geschikt, omdat de variatie in bodemgesteldheid gering is.

Beide dwarsdoorsneden geven een goed beeld van de geologische en bodemkundige opbouw van beide uiterwaarden. Buiten de meandergordel vinden we afzettingen die vóór de bedijking en zelfs vóór de Romeinse tijd zijn gesedimenteerd (Mulder et al. 1979). Ze zijn bedekt met een laag uiterwaardklei. In de Bemmelsche Polder bevindt zich in de oude afzettingen een pakket kalkloze komklei, waarin enkele laklagen voorkomen.

Binnen de meandergordel van de Waal vinden we duidelijk het patroon van opwassen en strangen in de dwarsdoorsneden terug. De opwassen zijn overwegend opgebouwd uit kalkrijk, matig fijn tot matig grof zand, dat wit tot lichtbruin van kleur is. In de Klompewaard komt pal langs de Waal onder het rivierduin roestbruin grind voor. Mogelijk hebben we hier te maken met een erosierest van de Formatie van Kreftenheye. Dit materiaal zou gedurende de laatste ijstijd, het Weichselien, door de rivieren zijn afgezet (zie ook Mulder 1989). Het is echter ook mogelijk, dat deze grindbank als jonge opwas door de Waal is gevormd.

De strangen zijn opgevuld met beddingzand en beddingklei. Het beddingzand is kalkrijk en meestal grijs tot blauwgrijs van kleur. Het zand kan zowel matig fijn tot zeer grof zijn.

De beddingklei is veelal sterk gelaagd afgezet met zandlensjes en humusbandjes. Plaatselijk komen er veenlaagjes in voor. De kleur van het beddingmateriaal varieert van lichtgrijs tot zwart naar gelang het humusgehalte. De top van het beddingmateriaal is geoxideerd. Dit "roestige" materiaal bevat relatief weinig humus en is bruin tot grijsbruin van kleur.

De oeverafzettingen bestaan uit bruine, kalkrijke zavel en klei, en liggen als een deken over de restbedding- en opwasafzettingen. Een groot deel van de oeverafzettingen zijn afgegraven voor de baksteenindustrie.

In de Bemmelsche Waard bestaan de oeverafzettingen tussen de Waal en de Defensiedijk uit kolenslib. Het materiaal betaamt uit kalkrijke gelaagde zavel, dat donkergrijs tot zwart van kleur is.

Langs de Waal vinden we de rivierduin- en rivierstrandgronden. Ze zijn beide overwegend opgebouwd uit kalkrijk, matig fijn zand, gelaagd met dunne zavelbandjes.

7 DIGITALE VERWERKING/MANIPULATIE VAN DE VERZAMELDE GEGEVENS

Digitale bestanden voor BOPAK-2

De volgende bodemkundige gegevens zijn voor BOPAK-2 gedigitaliseerd en op magneetband opgeslagen:

- de bodemkaart:
 - a. de lijnen van de bodemeenheden, toevoegingen en overige onderscheidingen;
 - b. de code van het vlak(je);
- de boorpuntenkaart: lokatie's van de beschreven boringen;
- de boorstaten/veldcomputer: alle gegevens van de boorstaten.

Deze bestanden zijn samen met een aantal computerprogramma's, een gebruikershandleiding, een technische documentatie en een beheerdersdocumentatie (BOPAK i.v.) overgedragen aan de afdeling Ontwikkeling en evaluatie van de Landinrichtingsdienst te Utrecht. De gedigitaliseerde gegevens van het uitbreidingsgebied zijn opgenomen binnen de bestaande gegevens van de oorspronkelijke herinrichting "Ooypolder" (Mulder 1989). Daarmee gelden alle opties van BOPAK-2 voor de totale herinrichting Ooypolder.

LITERATUUR

BAKKER, H. DE en J. SCHELLING, 1989. *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus*. Wageningen, PUDOC.

BODEMKAART VAN NEDERLAND, 1 : 50 000. Blad 40 West en Blad 40 Oost Arnhem, 1975. Wageningen, STIBOKA.

BOPAK, i.v.; HANDLEIDING BOPAK; TECHNISCHE DOCUMENTATIE BOPAK; Beheerders-documentatie BOPAK. Wageningen, DLO-Staring Centrum.

BRUIN, D. DE, 1982. *Rivierbeheer op de Nederlandse Rijntakken*. Arnhem, Directie Bovenrivieren. Rijkswaterstaat.

BRUIN, D. DE, D. HAMHUIS, L. VAN NIEUWENHUYZEN, W. OVERMARS, D. SIMONS en F. VERA, 1987. *Ooievaar, de toekomst van het rivierengebied*. Stichting Gelderse Milieufederatie.

BURINGH, P., 1953. *Rapport betreffende de inventarisatie van de uiterwaardgronden langs de Rijn en de Waal ten behoeve van de steenindustrie*. Wageningen, STIBOKA. Rapport 282.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'HYDROLOGIE DU BASSIN DU RHIN, 1977. *Le bassin du Rhin*. Monographie Hydrologique.

DUIZENDSTRA, H.D., i.v. RIZA rekent aan inundaties in uiterwaarden.

ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.), 1989a. *ARC/INFO Volume 2 Command References Users Guide*. Redlands (USA).

ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.), 1989b. *TIN Users Guide*. Redlands (USA).

GORISSEN, F., 1956. *Stede-atlas van Nijmegen*. Kleve, Boss-druck und Verlag.

GRAAF, M.C.C. DE, H.M. VAN DE STEEG, L.A.C.J. VOESENEK en C.W.P.M. BLOM, 1990. *Vegetatie in de uiterwaarden: de invloed van hydrologie, beheer en substraat*. Publikaties en rapporten van het project 'Ecologisch Herstel Rijn', publikatie no.16. Rijkswaterstaat, RIVM en RIVO.

HARBERS, P. en J.R. MULDER, 1981. Een poging tot reconstructie van het Rijnstelsel in het oostelijk rivierengebied tijdens het Holoceen, in het bijzonder in de Romeinse tijd. *Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap. Geografisch tijdschrift XV*, 5: 404-421.

HEININGEN, H. VAN, 1972, *Tussen Maas en Waal*. 650 jaar geschiedenis van mensen

en water. Zutphen, De Walburg Pers.

JONGMAN, R.H.G. & J.A.A.M. LEEMANS, 1982. *Vegetatie-onderzoek Gelderse Uiterwaarden. Een onderzoek naar de relatie tussen vegetatie, rivierregime en ontgrondingen*. Provincie Gelderland, Dienst Landinrichting en Landbouw, afdeling Natuur en Landschap.

KNAAPEN, J.P. EN J.G.M. RADEMAKERS, 1990. *Rivierdynamiek en vegetatieontwikkeling*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 82.

KOOYMAN, C., 1983. De inrichting van een uiterwaard. *Tijdschrift Vereniging Koninklijke Nederlandsche Heide Maatschappij*. 94e jaargang, nr. 5: 185-195.

MOORMAN VAN KAPPEN, O., 1983. *Het Gendtse vrijheidprivilege van 1233*. In: *Gendt 750 jaar stadsrechten*. Stichting Gendt 750 jaar stad: 11-31.

MULDER, J.R., H.R. SALVERDA en J.A. VAN DEN HURK, 1979. *Ruilverkaveling Over-Betuwe-Oost. Bodemgesteldheid en bodemgeschiktheid. Deel I en II*. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1389.

MULDER, J.R., 1989. *De bodemgesteldheid van het herinrichtingsgebied "Ooypolder"*. Wageningen, STIBOKA. Rapport 1914.

MULDER, J.R., E.T.M. OVERKAMP, F. BROUWER en M. KNOTTERS, 1992. *Een ecohydrologische systeembeschrijving van het landinrichtingsgebied Ochten-Opheusden*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 166.

POLDERDISTRICT BETUWE, 1986. *Het beheer van de zomerwaterkeringen 1986-1995. Plan en bijlagen*. Elst, Polderdistrict Betuwe.

PONS, L.J., 1952. *De bodemgesteldheid van het uiterwaardengebied van de Oude Rijnmond (Spijkse Overlaat) en van de Driedorpenpolder (Pannerden, Herwen en Aerdt)*. Wageningen, STIBOKA. Rapport nr. 302.

RIJKSWATERSTAAT, 1991. *Beschrijving van de provincie Gelderland behorende bij de 5e editie van de waterstaatskaart*. Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst Delft.

SMIT, E.J.Th.A.M.A., 1983. *Hulhuizen*. In: *Gendt 750 jaar stadsrechten*. Stichting Gendt 750 jaar stad: 99-109.

VEN, G.P. VAN DER, 1976. *Aan de wieg van Rijkswaterstaat; wordingsgeschiedenis van het Pannerdensch Kanaal*.

VERAART, A.J., 1984. *De veranderingen van de waterstanden op de IJssel bij lagere hoogwaters*. Rijkswaterstaat. Nota 84.6.

WOLTERS, J., 1954. *De gemeente Bemmelen in het land van Overbetuwe. Geschiedenis van een vijf-dorpen-gemeenschap*. Uitgave; Comité geschiedenis Bemmelen.

Gebruikte oude kaarten:

- Manuscript van de Topografische en militaire kaart van het Koninkrijk der Nederlanden. Blad 40 kwartblad III. Ca. 1850. Vergroting op schaal 1 : 25 000 van het origineel op de schaal 1 : 50 000. Uit: Kartografische Bibliotheek van STIBOKA.
- Chrono-topografische Kaart van het Koninkrijk der Nederlanden op de schaal 1 : 25 000, de bladen 533, 534. Verkend omstreeks 1880. Uit: Kartografische Bibliotheek van STIBOKA.
- Een groot aantal 17e, 18e en 19e eeuwse kaarten, schetsen etc. in het Rijks Archief Gelderland te Arnhem.

Gebruikte luchtfoto's:

Luchtfoto's van de geallieerde luchtmacht 1944/1945. Uit: Kartografische Bibliotheek van STIBOKA.

Gebruikte recente kaarten:

- Topografische kaart van Nederland 1 : 25 000, blad 40 C en D. Uitgave 1985.
- Topografische kaart van Nederland 1 : 50 000, blad 40 West. Uitgave 1986.
- Rivierkaart, 1 : 5 000 van Rijkswaterstaat, blad 207 (1978), 208 , 209 en 210 (1982) van de Nederrijn en blad 112, 113 en 114 (1982) van de Waal.
- Waterstaatskaart van Nederland, 1 : 50 000 blad Tiel-oost 39. Delft, Rijkswaterstaat meetkundige dienst, 1986.