VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING
TA No. 222 dd. 19 november 1963

Enige beschouwingen betreffende enkele punten uit de "Richtlijnen voor het ontwerpen van open waterlopen en sommige bijbehorende kunstwerken"

Opgesteld door de "Werkgroep Waterlopen van de Cultuurtechnische Vereniging" van Gorkum, Assen 1958

ir. J.Bon

Bij het doorlezen van deze richtlijnen wordt sterk de indruk verkregen alsof zij zijn opgesteld voor open waterlopen in polders. Zo nu en dan wordt terloops opgemerkt hoe men moet handelen voor waterlopen in hellende terreinen. In de volgende beschouwingen wordt hierop gewezen.

1. In de inleiding van de "richtlijnen" wordt het volgende vermeld:

"De richtlijnen geven aanwijzingen voor het bepalen van de vorm en afmetingen van leidingen en kunstwerken,.... waarvan de door elke leiding te vervoeren hoeveelheid als gegeven wordt beschouwd.
..... de te vervoeren hoeveelheden zijn veelal slechts bij benadering bekend".

2. Men gaat bij deze richtlijnen uit van een polderpeil (2.2.), daar "Voor het vaststellen van plannen moet vaststaan welke waterstanden in de leidingen het meest gewenst zijn".

De nummers welke tussen haakjes zijn vermeld, verwijzen naar de hoofdstukken van de "richtlijnen".

Hierbij is van de gedachte uitgegaan, dat in een polder een vrij dicht slotennet en eventueel een buisdrainage aanwezig is. De ontwatering is dus vrij intensief en het polderpeil wordt zoveel mogelijk constant gehouden door de bemaling. Hierdoor ontstaat een zeker verband tussen de grondwaterstand in het perceel en het sloot- of polderpeil.

Dan kunnen immers verstoringen van het bovengenoemde verband tijdens of kort na regenbuien worden verwaarloosd, daar deze slechts gedurende korte tijd optreden bij de vrij geringe slootafstanden en het vrij

constante polderpeil, dat door een sterk gemaal wordt beheerst.

Hoe de situatie in een hellend zandgebied zou zijn, wordt niet vermeld.

3. Wat het verhang betreft (2.3.) wordt vermeld, dat "bij berekeningen van de afvoermetingen van de waterlopen vaak wordt uitgegaan van een debiet Q en een aangenomen waarde voor het verhang S.

Voor de bepaling van het verhang wordt uitgegaan, enerzijds van de toelaatbare overschrijding van het polderpeil aan de boveneinden van de leiding en anderzijds van de toelaatbare onderschrijding van het polderpeil aan het lozingspunt" (sluis of gemaal).

"Zowel deze over- als onderschrijding van het polderpeil kan niet exact worden bepaald".

Over het verhang van de slootbodem wordt niets vermeld, dus ook niet over de situatie in hellende beekgebieden.

In een polder zal in een toestand van rust, wanneer het gemaal dus niet werkt, een horizontaal polderpeil aanwezig zijn. Zodra het gaat regenen wordt dit peil gelijkmatig verhoogd. Wordt het gemaal in werking gesteld of de sluis bij laag buiten water geopend, dan ontstaat bij het lozingspunt een verlaging van het polderpeil, waardoor een verhang van de waterspiegel zal ontstaan. In de voorbeelden worden dan ook zeer kleine verhangen aangenomen van 10 à 25 cm per km.

Om grote hoeveelheden water op het lozingspunt in een vrij korte tijd te kunnen lozen, moeten de leidingen en sloten groot en vrij diep zijn. De waterdiepte in deze leidingen is dan ook vrij groot in tijden van rust.

In een beek is steeds een bodemverhang en dus ook een beekpeilverhang aanwezig van 40 cm en meer per km. Een beek kan dus worden vergeleken met een poldersloot welke continu wordt afgemalen. Het minimum verhang in de beek is gelijk aan dat van de beekbodem indien geen stuwen zijn gesteld. Wel vermelden de "richtlijnen", dat in hellende gebieden het verhang S wordt bepaald door de toelaatbare snelheid. Om het grondverzet te beperken wordt de hoogst toelaatbare S-waarde gekozen.

4. Dwarsprofielen van waterlopen (3)

Bij de opstelling van de "richtlijnen" wordt een splitsing gemaakt

naar bouwland (3.2.1.), gesplitst in gedraineerd en ongedraineerd land en naar grasland (3.2.2.).
Opmerking: Elk land heeft een zekere drainage nodig om boven water te blijven. Hier wordt onder "drainage" verstaan het aanwezig zijn van drainbuizen.

"In gedraineerd bouwland ligt de bodem tenminste 20 à 40 cm onder de onderkant van de drain, die veelal 80 à 120 cm beneden maaiveld ligt". De slootbodem ligt dus tussen de 100 en 160 cm beneden maaiveld.

"In ongedraineerd bouwland ligt de bodem 20 à 40 cm beneden de gewenste grondwaterstand bij maatgevende afvoer".

"In andere gevallen ligt de bodem horizontaal". Wat echter met andere gevallen wordt bedoeld is niet duidelijk. Ook over het al of niet horizontaal liggen van de slootbodem staat niets vermeld.

"Sloten met smalle bodem zijn voldoende voor een oppervlakte van 15 à 20 ha, die met een brede bodem voor een oppervlakte van maximaal 20 à 30 ha". Wat nu onder smalle of brede bodem wordt verstaan, wordt niet vermeld.

"Voor grasland ligt de bodem meer dan 50 cm onder de gewenste slootwaterstand". Hieruit blijkt, dat om een snelle toevoer te krijgen in een polderleiding een grote waterdiepte is gewenst, doordat het verhang gering is.

In een beekgebied is een 50 cm waterdiepte in een kleinere afvoerleiding van 2,5 m bodembreedte voldoende om een afvoer van 3 l/sec/ha te verwerken van een oppervlakte van 400 ha. Aan de monding van de beek staat bij vrije afvoer uiterst zelden 100 cm water.

5. Voor de wandruwheidscoëfficiënt (4.4.2.) in begroeide leidingen wordt aanbevolen gebruik te maken van de K_M. De te gebruiken formule wordt:

$$Q = A\ K_M\ R^{2/3}\ S^{1/2}$$

waarin: Q = debiet (m^3/sec)
A = natte doorsnede (m^2)
K_M = coëfficiënt verband houdende met de wandruwheid ($m^{1/3}$/sec)
R = hydraulische straal van de doorsnede (m)
S = verhang in de leiding (dimensieloos)

"Bij de beoordeling van de ruwheid van bestaande leidingen kan men gebruikmaken van gegevens, welke zijn ontleend aan metingen in kleine waterlopen (diepte $<$ 80 cm)".

Bedoeld is hier de waterdiepte.

De indeling naar kleine en grote sloten (4.4.4)

Kleine waterlopen	, waterdiepte	$<$ 80 cm, K_M 35(winter),	K_m 20(zomer)
Middelgrote waterlopen,	"	70 à170 cm, K_M 40 "	, K_m 30 "
Grote waterlopen	, "	$>$150 cm, K_m 40-50	

Uit deze grote waterdiepten blijkt dat men hier met een poldergebied heeft te doen, om bij de bemaling een voldoende toevoer van water te krijgen, welke gelijk wordt aan de bemalingscapaciteit van het gemaal.

In beekgebieden wordt de afvoercapaciteit bepaald door het dwarsprofiel, het bodemverhang en de vulling van de beek.

"De tabellen met K_M waarden, welke voorkomen in de diverse hydraulische boeken, berusten voor een groot deel op de bovengenoemde metingen van RAMSER en SCOBEY".

Al de K_M-waarden moeten echter worden opgevat als een totale weerstandscoëfficiënt, daar door de onderzoekers RAMSER en SCOBEY niet alleen de weerstand tengevolge van de wandruwheid, maar ook (Bij aantekening 5, pag. 59), alle andere weerstanden in de leidingen in deze coëfficiënt tot uitdrukking zijn gebracht.

6. Bij (de aantekening 2, pag. 39), "Keuze van het verhang" wordt opgemerkt dat "Bij het maken van een ontwerp dient eerst te worden vastgesteld welke ontwateringsdiepte of drooglegging normaliter is gewenst. Dit betekent, dat in een vlak gebied een horizontaal polderpeil het meest is gewenst.

Dit advies geldt voor die terreinen, waar een vrijwel stationaire grondwaterstand kan worden gehandhaafd door een vrij constant slootpeil. Dergelijke gronden liggen doorgaands in polders met een goede afwateringscapaciteit. Door het zich vlug instellen van het polderpeil en de grondwaterstand treedt een praktisch stationaire toestand op.

Afwijkingen van een zekere gewenste toestand kunnen vrij snel worden gecorrigeerd, door de kleine slootafstand en het regelmatig uitmalen van het overtollige regenwater totdat het gewenste peil weer is bereikt.

In een hellend gebied treedt de stationaire toestand na zeer lange

tijd op door de grote afstand van de beken ongeveer 1000 m of meer.

Deze beken zijn qua afmetingen te vergelijken met de sloten in een polder. De sloten in een beekgebied zijn vrij ondiep, smal en veelal sterk begroeid. Lagen deze sloten in een polder, dan zouden ze als grotere greppels worden aangemerkt, die pas water af gaan voeren indien het grondwater hoog staat of indien oppervlakte water door intensieve regens toestroomt.

Het grondwater stroomt onder een helling naar de beek, ook in regenloze tijden. Aldaar aangekomen, wordt het direct weer afgevoerd. In een polder wordt niets afgevoerd indien niet wordt afgepompt. Het gemaal kan direct na het begin van de regen op volle capaciteit in werking worden gesteld, waardoor een verhang ontstaat in de leidingen. De berging in de leidingen wordt dan door de bemaling vergroot. Een beek ontvangt steeds meer water, doch ondanks de toenemende afvoercapaciteit wordt de beekberging ten opzichte van de uitgangstoestand verkleind door het stijgen van het beekpeil.

"Voor de stroming van water is echter een zeker verhang noodzakelijk. In het ontwerp wordt per leidingvak de maatgevende afvoer vastgesteld en daarna wordt een zeker verhang en een waarde voor de wandruwheid aangenomen".

Zo wordt in dit geval na een zekere aanname van de maatgevende afvoer, een verhang en een wandruwheid getaxeerd, in de hoop dat deze gegevens in de praktijk ook worden gerealiseerd. Fouten in de taxatie kunnen dan ook tot grote afwijkingen leiden.

"In het geval van afwatering is de maatgevende afvoer doorgaans een afvoer, welke slechts weinig en gedurende korte tijd optreedt.

Voor deze korte periode is een zekere vermindering van de drooglegging toelaatbaar. Deze vermindering is afhankelijk van diverse nog niet nauwkeurig bekende factoren. Er zijn aanwijzigingen, dat zij 10 à 20% van de gewenste drooglegging mag bedragen". (bij aantekening 5, pag. 61).

"Het uitbreiden van het aantal metingen in kleine leidingen heeft verder weinig zin. Wel is het dringend gewenst dat spoedig een beter inzicht in de totale weerstand van middelgrote en grote leidingen in Nederland wordt verkregen".

De wens welke in deze laatste alinea wordt geuit zou kunnen worden uitgebreid door metingen te verrichten in hellende beekgebieden voor grotere, zowel als voor kleinere beken in onverbeterde als in verbeterde toestand.

Pas nadat hierover een onderzoek heeft plaatsgevonden, kan een uitspraak worden gedaan voor het ontwerpen van de afmetingen van beken, de diepte van de beek, de stroomsnelheid, de wandruwheidscoëfficiënt, het verhang en de te verwachten maatgevende afvoer.

Uit de weinige metingen welke in de Lunterse beek zijn verricht blijkt dat er een correlatie bestaat tussen de ruwheidsfactor K_M en de stroomsnelheid V. Dit is onder andere reeds gevonden door BOYER (1954) en door JAYARAMAN (1963).

Ook is gebleken dat de K_M in een bepaalde beek bij een bepaald onderhoud verandert met een verandering van de afvoer Q, en het verhang S.