

DEPARTEMENT VAN WATERWESE

AFDELING HIDROLOGIESE NAVORSING

TEGNIесе NOTA NR. 22

DIE BEREKENING VAN STROOMVLOEI BY OPGAARDAMME

R. D. McDONALD

FEBRUARIE 1972.

## DIE BEREKENING VAN STROOMVLOEI BY OPGAARDAMME

### 1. Inleiding

In die verlede was dit algemene praktyk om slegs van Bruto Verdampingsyfers gebruik te maak by die berekening van afloop by opgaardamme. Die waarde vir afloop, wat so verkry is, korrespondeer egter nie baie goed met dit wat gemeet sou gewees het, indien n meetstasie (i.p.v. n opgaardam) op die betrokke terrein was nie. Vir ontledings- en beplanningsdoeleindes moes na regte altyd in gedagte gehou word dat die afloop wat by n meetstasie gemeet word en die afloop wat vir n opgaardam berekén word, nie volkome vergelykbare data is nie. Daar is egter glad nie gediskrimineer tussen die twee tipes van resultate nie en die berekende afloop by opgaardamme is deurgaans aanvaar vir ontledings- en beplanningsdoeleindes. Dit was aanvaar dat die fout wat gemaak word hierdeur, nie groot genoeg was om daarvoor te korrigeer, voordat so n aflooprekord gebruik word nie. In die bestaande damstate (op D.W. 320-vorms) word hierdie ongekorrigeerde aflooprekord aangegee onder die hoof "Inloopstroom" - "Inflow". Op die nuwe vorms wat vanaf valjaar in gebruik geneem word, verskyn dit onder "Bruto Inloopstroom" - "Gross Inflow".

Hierdie toestand het voortgeduur tot in April 1969 toe die Sekretaris van Waterwese in sy diensbrief 101,103, 61/10 en 1 aan die Hoofhidroloog daarop gewys het dat probleme hierdeur kan ontstaan. n Briefwisseling het gevolg en afskrifte hiervan en van relevante gedeeltes daaruit, word hierby aangebied as bylaes A, B, C en D.

Na hierdie korrespondensie is opdrag gegee aan die betrokke seksie om voortaan ook die afloop te bereken, deur gebruikmaking van die Netto Verdamping. Sedert Oktober 1969 word hieraan voldoen en op die damstate verskyn hierdie "gekorrigeerde" aflooprekord onder die hoof "Netto Invloei" - "Net Inflow".

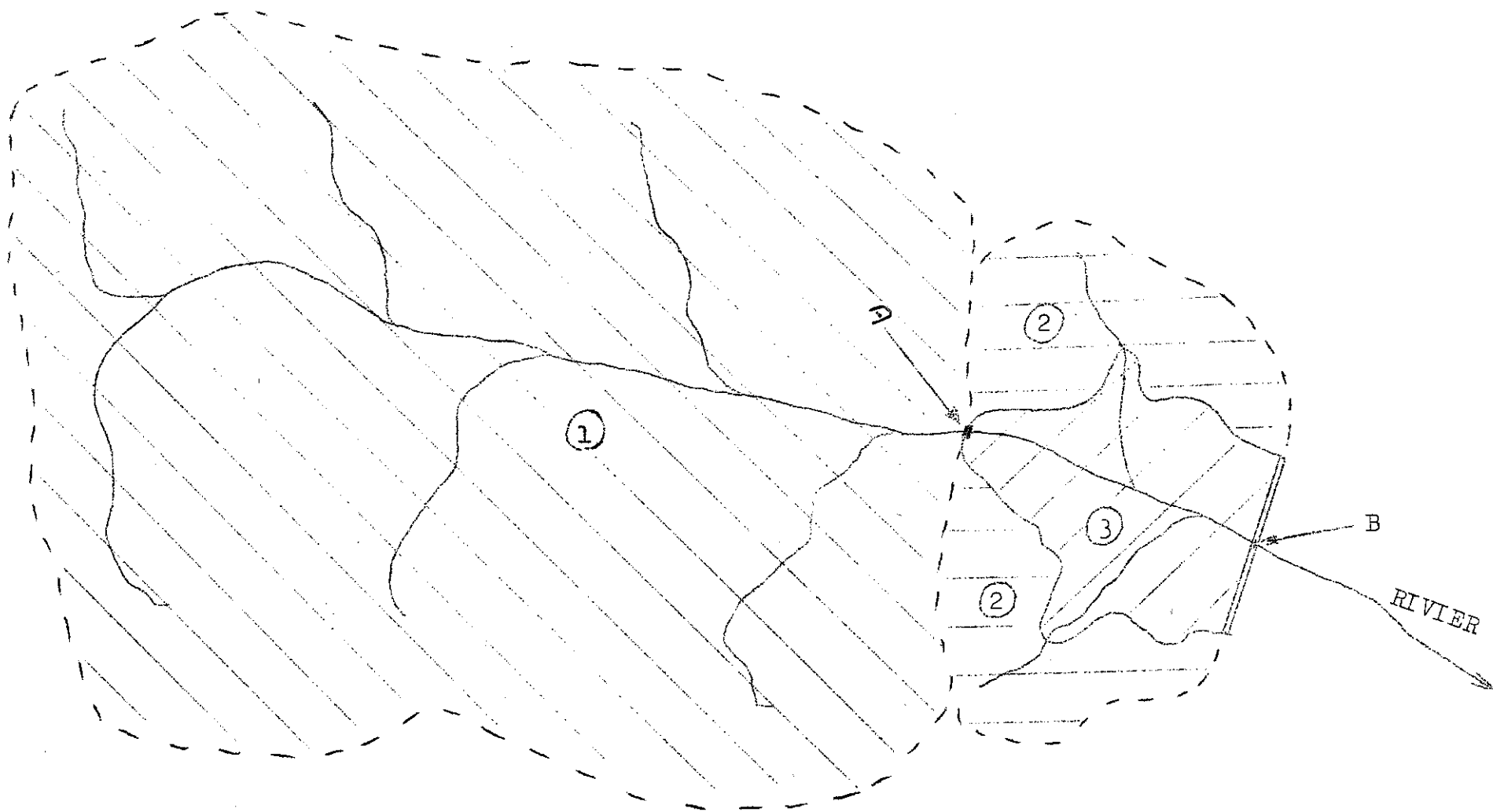
Tans is die posisie t.o.v. beskikbare damrekords dus as volg:-

- (a) Voor Okt. 1969:- Slegs ongekorrigeerde rekords wat op Bruto Verd. berus, is beskikbaar. Enige persoon wat van n gekorrigeerde rekord gebruik wil maak, moet self daarvoor sorg.
- (b) Na Okt. 1969: Sowel ongekorrigeerde as gekorrigeerde (Netto Verd.) rekords is beskikbaar.

### 2. TEORETIESE BESPREKING

Ten einde volkome duidelikheid te kry oor die betekenis en die aard van die twee rekords wat sedert Okt. 1969 bereken word vir damme, word die volgende bespreking aangebied. Dit behoort hieruit vir gebruikers van damrekords duidelik te wees waarom n gekorrigeerde aflooprekord verkieslik is vir ontledings- en beplanningsdoeleindes.

FIG. I



Beskou fig. 1. Die area deur (1) aangedui, is die opvanggebied van die rivier tot by die punt A. Area (3) dui op die area wat bedek is met water as gevolg van die dam op 'n betrokke tydstip. Die area's (2) maak die res uit van die totale opvanggebied van die rivier tot by die punt B waar die damwal geleë is.

Dis duidelik dat punt B altyd vas is. Aangesien die volume water in 'n dam voortdurend skommel, volg dit dat punt A moet varieer sowel as die area's (1), (2) en (3).

N.B. Aanvanklik word nou beskou dat die area (3) nie bedek is met water nie. Die doel is om al die elemente te identifiseer, wat deel sal uitmaak van die vloei wat gemeet sal word by die punt B, indien daar nie 'n dam bestaan nie.

Die volgende afkortings word gebruik:-

- G.R. - Gedeelte van die reënval oor die opvanggebied wat afloop.
- T.R. - Totale Reënval oor die opvanggebied.
- O.B. - Bydrae van ondergrondse bronne in die opvanggebied.
- V.B. - Verbruiksverliese t.o.v. die water wat afloop in die opvanggebied.
- F.A. - Water wat in die grond filtreer en ge-absorbeer word in die gebied.
- B.Verḡ. - Bruto verdamping vanaf blootgestelde wateroppervlaktes vanoor die opvanggebied.
- E.P. - Evapotranspirasie vanaf die gebied.
- G.V. - Gemete vloei by 'n betrokke punt.
- E.O. - Eindopgaring van 'n dam na 'n sekere tydsverloop.
- B.O. - Beginopgaring van dieselfde dam aan die begin van die tyd.
- O.L. - Oorlope oor die damwal.
- U.V. - Uitvloei uit die dam d.w.s. Verbruike daaruit.

Die onderskrifte (1), (2) en (3) dui op die betrokke area's wat bedoel word en A en B dui op punte op die rivier (Sien Fig. I).

2.1 Indien 'n meetwal by punt A opgerig was, kan die gemete vloei as volg opgebreek word.

Gemete vloei<sub>A</sub> = n Gedeelte van die reënval oor opvanggebied (1) plus moontlike bydraes van ondergrondse bronne minus moontlike ander verbruiksverliese

D.w.s. = G.R. + O.B. - V.B.

= Totale Reënval oor die hele gebied (1)

- Water wat in die grond filtreer en geabsorbeer word - bruto verdamping vanaf blootgestelde wateroppervlaktes vanoor die hele gebied (1) + O.B. - V.B. - Evapotranspirasie

D.w.s. / ...

$$D.w.s. = T.R. - F.A. - B.Verd. + O.B. - V.B. - E.P.$$

Finale vorm dus:-

$$G.V._A = T.R. (1) + O.B. (1) - F.A. (1) - B.Verd. (1) - V.B. (1) - E.P. (1) \quad \text{---} \quad (X)$$

2.2 By punt B bestaan die opvanggebied uit die areas (1), (2) en (3).

Indien n meetwal by punt B opgerig was, kan die vloei wat gemeet sou word, as volg opgebreek word:-

$$\begin{aligned} \text{Gemete vloei } B &= \text{Totale Bydraes oor die opvanggebiede (1), (2) en (3) minus totale verliese oor gebiede (1), (2) en (3).} \\ &= T.R. (1), (2) \text{ en } (3) + O.B. (1), (2) \text{ en } (3) - F.A. (1) \text{ en } (2) \\ &\quad - F.A. (3) - B.Verd. (1) \text{ en } (2) - B. Verd. 3 - V.B. (1) \text{ en } (2) \\ &\quad - V.B. (3) - E.P. (1) \text{ en } (2) - E.P. (3) \text{---} \quad (Y) \end{aligned}$$

Dus volg dat:-

$$\begin{aligned} G.V._B &= (T.R. (1) + O.B. (1) - F.A. (1) - B.Verd (1) - V.B. (1) - E.P. (1)) \\ &\quad + (T.R. (2) + O.B. (2) - F.A. (2) - B.Verd. (2) - V.B. (2) - E.P. (2)) \\ &\quad + (T.R. (3) + O.B. (3) - F.A. (3) - B.Verd. (3) - V.B. (3) - E.P. (3)) \\ &= G.V._A + \text{"Gemete Vloei" vanuit die gebied (2)} \\ &\quad + (T.R. (3) + O.B. (3) - F.A. (3) - B.Verd. (3) - V.B. (3) \\ &\quad \quad \quad - E.P. (3) \text{---} \quad (Z) \end{aligned}$$

(Hierdie gemete vloei vanuit gebied (2) plus  $G.V._A$  kan fisies slegs gemeet word deur n meetwal wat reg rondom die dam al op die grondwater-lyn gebou is. Aangesien die wateroppervlakte gedurig fluk-tueer en as gevolg van die koste, is dit prakties onmoontlik en hierdie hoeveelheid is dus onbekend).

2.3 Die gewone kontinuïteits-vergelyking vir enige opgarings-struktuur lyk as volg:-

$$\text{Eindopgaring} = \text{Beginopgaring} + \text{Aanvullings} - \text{Verliese.}$$

Indien n damwal by punt B opgerig word en die area (3) dus met water bedek word, dan volg dit dat daar n verandering sal kom in die grootteorde van die elemente wat bydra tot die afloop vanaf area (3). Byvoorbeeld B Verd (3) sal baie kleiner wees as B.Verd Dam. Die plasing van n watermassa oor die area (3) skep dus verliese sowel as bydraes, met betrekking tot die toestand waar daar nie n watermassa is nie. Die onderskrif "Dam" dui op die arsa (3) wanneer dit wel met n watermassa bedek is.

Die kontinuïteitsvergelyking neem dus nou die volgende vorm aan:-

$$\text{Eindopgaring} / \dots$$

Eindopgaring = Beginopgaring + G.V.<sub>B</sub> + Alle bydraes a.g.v. die daarstelling van die Dam - alle verliese as gevolg van die daarstelling van die dam.

$$\begin{aligned} \text{D.w.s. E.O.} &= \text{B.O.} + \text{G.V.}_B + \left\{ (\text{V.B.}_{(3)} - \text{V.B.}_{\text{Dam}}) + (\text{E.P.}_{(3)} - \text{E.P.}_{\text{Dam}}) \right\} \\ &- \left\{ (\text{F.A.}_{\text{Dam}} - \text{F.A.}_{(3)}) + (\text{B.Verd.}_{\text{Dam}} - \text{B.Verd.}_{(3)}) + \right. \\ &\quad \left. (\text{O.B.}_{(3)} - \text{O.B.}_{\text{Dam}}) \right. \\ &+ \left. (\text{T.R.}_{(3)} - \text{T.R.}_{\text{Dam}}) + \text{Oorlope} + \text{Uitvloei uit die dam} \right. \\ &\quad \left. (\text{verbruik}) \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{D.w.s. G.V.}_B &= (\text{E.O.} - \text{B.O.}) - \left\{ (\text{V.B.}_{(3)} - \text{V.B.}_{\text{Dam}}) + (\text{E.P.}_{(3)} - \text{E.P.}_{\text{Dam}}) \right\} \\ &+ \left\{ (\text{F.A.}_{\text{Dam}} - \text{F.A.}_{(3)}) + (\text{B.Verd.}_{\text{Dam}} - \text{B.Verd.}_{(3)}) + \right. \\ &\quad \left. \text{O.L.} + \text{U.V.} + (\text{O.B.}_{(3)} - \text{O.B.}_{\text{Dam}}) + (\text{T.R.}_{(3)} - \text{T.R.}_{\text{Dam}}) \right\} \\ &\quad \text{-----} \textcircled{\text{K}} \end{aligned}$$

Bostaande vgl.  $\textcircled{\text{K}}$  bied nou vir berekeningsdoeleindes die ware gesogte waarde van G.V.<sub>B</sub>, d.w.s. wat gemeet sou gewees het, indien daar nie n dam was nie maar slegs n meetwal by die punt B.

Die elemente in vgl.  $\textcircled{\text{K}}$  kan as volg vereenvoudig word:-

- (i)  $(\text{E.O.} - \text{B.O.})$  Dit is die verandering in opgaring gedurende die periode onder beskouing en word aangedui met  $\Delta O$ .
- (ii)  $(\text{V.B.}_{(3)} - \text{V.B.}_{\text{Dam}}) \cdot \text{V.B.}_{(3)}$  kan dalk wel n merkbare waarde hê dog in die meeste gevalle sal dit relatief klein wees terwyl  $\text{V.B.}_{\text{Dam}}$  as weglaatbaar beskou kan word.
- (iii)  $(\text{E.P.}_{(3)} - \text{E.P.}_{\text{Dam}})$   $\text{E.P.}_{(3)}$  is natuurlik n waarde wat afhang van die area  $\textcircled{3}$  en aangesien dit n baie groot persentasie van  $\text{T.R.}_{(3)}$  verteenwoordig, kan dit nie buite rekening gelaat word nie.  $\text{E.P.}_{\text{Dam}}$  egter is n baie klein hoeveelheid en kan as weglaatbaar beskou word.
- (iv)  $(\text{F.A.}_{\text{Dam}} - \text{F.A.}_{(3)})$  Vir n periode kort na die bou van die dam kan  $\text{F.A.}_{\text{Dam}}$  se waarde dié van  $\text{F.A.}_{(3)}$  selfs oorskry, dog daarna word die wande van die dam "verseël" deur slik, organiese materiaal, ens. sodat dié grootte oor die langtermyn baie klein word.  $\text{F.A.}_{(3)}$  bly egter steeds n faktor om mee rekening te hou.
- (v)  $(\text{B.Verd.}_{\text{Dam}} - \text{B.Verd.}_{(3)})$  Aangesien area  $\textcircled{3}$  gedurig bedek word deur water is  $\text{B.Verd.}_{\text{Dam}}$  n groot faktor terwyl  $\text{B.Verd.}_{(3)}$  in vergelyking daarmee baie kleiner is.

(vi) / ...

(vi) (O.B.<sub>3</sub> - O.B.<sub>Dam</sub>) O.B.<sub>3</sub> sal in die meeste gevalle nie juis n faktor wees waarmee rekening gehou hoef te word nie. O.B.<sub>Dam</sub> daarenteen kan egter nie groter as O.B.<sub>3</sub> wees nie en kan as gevolg van die verhoogde druk deur die damwater uitgeoefen, dalk tot nul verval. Dit word egter voorgestel dat beide O.B.<sub>3</sub> en O.B.<sub>Dam</sub> as weglaatbaar klein beskou word.

(vii) (T.R.<sub>3</sub> - T.R.<sub>Dam</sub>) Dis logies dat T.R.<sub>3</sub> gelyk aan T.R.<sub>Dam</sub> moet wees sodat die verskil nul word.

Vergelyking (K) reduseer dus tot :-

$$G.V._B = \Delta O + O.L. + U.V. - (V.B._3 + E.P._3) + \{(-F.A._3) + (B. Verd._{Dam} - B. Verd._3)\} + (0,0) + (0,0)$$

$$= \Delta O + O.L. + U.V. + B.Verd._{Dam} - (B. Verd._3 + F.A._3 + E.P._3 + V.B._3) \dots\dots\dots (L)$$

Analoog aan vgl. (X), (Y) en (Z) kan ook gesê word dat

$$G.V._3 = T.R._3 - F.A._3 - B.Verd._3 + O.B._3 - V.B._3 - E.P._3$$

$$D.w.s. - (B.Verd._3 + F.A._3 + E.P._3 + V.B._3) = G.V._3 - T.R._3 - O.B._3$$

In vgl. (L) ingestel, lyk dit dus as volg:-

$$G.V._B = \Delta O + O.L. + U.V. + B.Verd._{Dam} - T.R._3 - O.B._3 + G.V._3$$

Indien aanvaar word dat O.B.<sub>3</sub> = 0 is, dan volg dat:-

$$G.V._B = \Delta O + O.L. + U.V. - (T.R._3 - B.Verd._{Dam}) + G.V._3$$

Soos voorheen gesê is T.R.<sub>3</sub> = T.R.<sub>Dam</sub> en dus is:-

$$G.V._B = \Delta O + O.L. + U.V. + (B.Verd._{Dam} - T.R._{Dam}) + G.V._3 \text{ ----- } (M)$$

$$= \Delta O + O.L. + U.V. + N. Verd._{Dam} + G.V._3 \text{ ----- } (N)$$

(Waar N.Verd.<sub>Dam</sub> = Netto Verdamping oor die dam)

Vgl. (N) toon dus n goeie beraming aan van hoedat die normale ongesteurde vloei by die punt B bepaal kan word indien daar egter n damwal by B bestaan i.p.v. n meetwal.

Om nou terug te keer na die vgl. I en II soos gegee in diensbrief 102, gedateer 14/5/69 vanaf die H.H. aan die S.v.W.W. (Bylaag B) kan dit vergelyk word met vgl. (M) van hierbo.

(A) Die R.K. van vgl. I in die diensbrief

$$= \Delta O + G + V_{Bruto} + S_{ander}$$

$$= \Delta O + U.V. + B.Verd._{Dam} + O.L. \text{ (Simbole verander)}$$

$$D.w.s. = G.V._B + T.R._{Dam} - G.V._3 \text{ (Volgens vgl (M)) ----- } (P)$$

Hierdie / ...

Hierdie uitdrukking van (P) hierbo word "Totale invloei" genoem in die diensbrief en is die waarde wat nog altyd tot dusver in die berekenings vir damme bepaal is.

(B) Analooq hieraan is die R.K. van vgl. II weer:-

$$= \Delta O + G + V_{\text{Netto}} + S_{\text{ander}}$$

$$= \Delta O + U.V. + N.Verd._{\text{Dam}} + O.L. \text{ (Simbole verander)}$$

$$D.w.s. = G.V._B - G.V._{(3)} \text{ (Volgens vgl (N))} \text{-----} \text{ (Q)}$$

Dié uitdrukking word "Netto Invloei" of "Stroomvloei" genoem in die diensbrief en is die waarde wat gebruik moet word om die beste waarde van  $G.V._B$  te verkry.

#### 2.4 OPSOMMEND

Indien aanvaar kan word dat  $G.V._{(3)} = \text{Nul}$ , dan verval die uitdrukkings (P) en (Q) na die volgende:-

$$\text{"Totale Invloei" of "Bruto Inloopstroom"} = G.V._B + T.R._{\text{Dam}} \text{----} \text{ (R)}$$

$$\text{en "Stroomvloei" of "Netto Inloopstroom"} = G.V._B \text{-----} \text{ (S)}$$

(Aangesien in die grootste deel van die land gevind word dat afloop n relatief klein persentasie van die totale neerslag uitmaak, word gevoel dat die aanname dat  $G.V._{(3)} = \text{nul}$ , vir die meerderheid van damme in orde sal wees).

Uit vgl. (R) blyk dus dat "Totale Invloei" groter is as die gesogte  $G.V._B$  en wel met die waarde van die totale Reënval oor die dam se blootgestelde wateroppervlak nl.  $T.R._{\text{Dam}}$ . Om die afloop korrek; d.w.s. vergelykbaar met wat n meetwal sou meet, te bereken, moet "Stroomvloei" dus bereken word. Die verband is dus uit vgl. (R) en (S) as volg:

$$\text{"Stroomvloei"} = \text{"Totale Invloei"} - T.R._{\text{Dam}} \text{-----} \text{ (T)}$$

Vgl. (P) en (Q) toon dat "Totale Invloei" bereken word m.b.v. Bruto Verdamping en "Stroomvloei" m.b.v. Netto Verdamping.

In die verlede is dus duidelik gefouteer deur die Afloop by n opgaardam ("Stroomvloei") te bereken m.b.v. Bruto Verdamping. Vanaf Okt. '69 word hierdie waarde egter bereken m.b.v. Netto Verdamping en die probleme word dus uitgeskakel.

In hierdie berekenings van die stroomvloei word sover moontlik gepoog om van die werklike daaglikse en/of uurlikse Netto verdamping gebruik te maak. Verskeie probleme ontstaan egter in die praktyk waarvan onderstaande twee die vernaamste is.

- (a) Gewoonlik word slegs daaglikse verdampings- en reënval-data versamel. Die uurlikse verspreiding hiervan is nie bekend nie en dus moet aannames hieromtrent gemaak word wat nie altyd noodwendig korrek is nie. Dit word voorgestel dat in die toekomst n navorsingsprojek gewy word aan die bepaling van die gemiddelde uurlikse verspreiding van Bruto verdamping vir verskillende streke in ons land. Vir reënval

sal / ...



sal soiets seker nie baie prakties wees nie, dog vir hierdie doel, kan dit nuttig wees.

- (b) Om Stroomvloei te bereken, kan van twee metodes gebruik gemaak word nl.
- (i) Bereken Totale invloei m.b.v. Bruto Verdamping en T.R.<sub>Dam</sub>. Die verskil is dan Stroomvloei (Vgl. (T)) of
- (ii) Bereken Stroomvloei direk deur van Netto Verdamping gebruik te maak in plaas van Bruto Verd. Hou in gedagte dat Netto Verd. = Bruto Verd. - T.R.<sub>Dam</sub> en vergelyk met vgl. (T). Die berekeningsproses hang dus af daarvan of reënvaldata beskikbaar is, wat vertegenwoordigend is van dit wat werklik oor die dam se wateroppervlakte val. In die geval van Vaaldam is die wateroppervlakte so groot dat geen reënvalstasie volkome verteenwoordigend kan wees nie. Soms ontstaan ook probleme deurdat daar nie n geskikte reënvalstasie beskikbaar is nie.

### 3. REKENAARPROGRAM

Bostaande bespreking dui hoofsaaklik op die wyse waarop stroomvloei vir die periode sedert Okt. 1969 bereken word. Vir die Ontleder of Beplanner is die probleem egter dat n volle stroomvloei-rekord benodig word, d.w.s. ook vir die periode vanaf die dam begin opgaar het tot Okt. '69. Om so n rekord op n daaglikse en/of uurlikse basis te bereken, is in meeste van die gevalle in die tyd wat beskikbaar is n onbegonne taak. Daar is toe besluit om sulke rekords (vir ontledingsdoeleindes en nie vir publikasie nie!) op n maandelikse basis op te werk. Aangesien maandelikse reënvaldata geredelik beskikbaar is, is die berekeningsproses om die reeds berekende "Totale Invloei" te gebruik en vir elke maand van die rekord T.R.<sub>Dam</sub> te bereken. Die verskil lewer dan n "stroomvloei" - rekord. Dis duidelik dat hierdie metode vinnig is maar ook relatief grof, dog dit is aanvaarbaar vir ontledings-doeleindes as al die moontlike meetfoute in gedagte gehou word.

n Rekenaarprogram (Nr. 280/321) is ontwikkel om hiervoor voorsiening te maak. Die destydse skriftelike versoek aan die Hoof van die Rekensentrum word hierby aangeheg as Bylae E en dit dien ook as program-beskrywing.

3.1 Bogenoemde program se invoerkaarte lyk as volg:-

- (a) Naamkaart - Al 80 kolomme is beskikbaar vir n gepaste opskrif.
- (b) Area-Kapasiteitskaart - Van die gewone vorm soos vir die Bedryfsontledingprogram gebruik word. (Sien Tegnieese Verslag Nr. 51)

(c) / ...

(c) Kontrolekaart:-

<u>Kolomme</u>	<u>Gegewens</u>
1 - 4	--- -- Aantal maande van die invloei- rekord.
5 - 6	--- -- Aantal kaarte van die invloei- rekord.
7 - 8	--- -- Begin maand (byv. Febr. = 02)
9 -10	--- -- Beginjaar (byv. 1964 = 64)
11-12	--- -- Reënvalrekord se eenheid spesifi- kasie (01 vir duim per maand en 02 vir mm. per maand.)

- (d) Invloei-rekord (Format 8X12F6.0 in morgvoet en hidrologiese jare)
- (e) Kapasiteitsrekord. (Format 8X12F6.0 in morgvoet en hidrologiese jare)

L.W. Daar moet een kapasiteitswaarde meer wees as vir die invloei-rekord!!

- (f) Reënvalrekord (Format 8X12F6.2 in duim of in mm. en in hidrologiese jare).
- (g) Voldoende blanko kaarte sodat die resulterende stroomvloei-rekord daarop gepons kan word (Format 8X12F6.0 in morgvoet en hidrologiese jare).

3.2 As gevolg daarvan dat

- (a) die berekenings op n (growwe) maandelikse basis gedoen word en
- (b) dit nie altyd moontlik is om n baie goeie verteenwoordigende reënvalstasie te kry nie,

gebeur dit soms dat negatiewe waardes bereken word vir die stroomvloei in n betrokke maand. Hierdie waardes is nooit noemenswaardig groot nie en kan gewoonlik gelyk aan nul gestel word. Om hiervoor voorsiening te maak, is mettertyd n addisionele kolom gevoeg by die resultate op die rekenaardrukstuk. Die hoof daarvan is: "Aanvaarde Werklike Stroomvloei Tydens Maand (Mg. vt)" en alle negatiewe waardes word hieronder gelyk aan nul gestel. Hierdie is dan ook die finale Stroomvloei-rekord wat gepons word.

4. AANBEVELINGS

- (a) Daar word tans na my mening reeds oormatige gebruik gemaak van die terme "Netto" en "Bruto". So vind ons:-

Bruto en Netto Verdamping  
Bruto en Netto Opgaarvermoë of Kapasiteit  
Bruto (Natuurlike) en Netto Gemiddelde Jaarlikse Afloop.  
Bruto en Netto Lewerings, ens.

Om hierdie lys nie nog langer te maak nie word aanbeveel dat vir alle vloei-rekords by damme gestandaardiseer word op die benamings STROOMVLOEI vir "Netto Inloopstroom" en TOTALE INVLOEI vir "Bruto Inloopstroom".

(b) / ...

- (b) Daar moet onthou word dat Stroomvloei gegewens in die toekoms gepubliseer moet word en daarom moet gestreef word om die berekenings so akkuraat as moontlik te kry. Sien in die verband die instruksie van die Sekretaris van Waterwese in sy diensbrief aan die Hoofhidroloog. (Bylae C hierby - laaste sin - laaste bladsy).
- (c) Tans word dit oorgelaat aan die ontleder of beplanner om stroomvloei te bereken vir die periode voor Okt. 1969. Dit word aanbeveel dat hierdie rekords slegs deur een instansie bereken word en dan ook akkuraat genoeg, sodat dit geskik is vir publikasie. Hierdie funksie ressorteer duidelik by die aktiwiteite van die Berekeningsseksie en daar word aanbeveel dat genoegsame personeel vir hierdie seksie beskikbaar gestel word, sodat amptelike stroomvloei rekords vir die periode voor Okt. '69 beskikbaar gestel kan word.
- (d) Die huidige rekenaar-program is ingestel daarop om data in morgvoet-eenhede te verwerk. Aangesien alle damrekords voor Okt. '69 nog in hierdie eenhede is, pas die program die huidige probleem goed. Sodra hierdie rekords egter gemetriseer word, sal die program dienoreenkomstig aangepas moet word.

Op hierdie stadium egter behoort die program al aangepas te word om gemetriseerde resultate ook te produseer en te pons.

---

BYLAE A

101  
103  
61/10  
1

29.4.1969

HOOFHIDROLOOG

BEREKENING VAN AFLOOP BY OPGAARDAMME

Soos u weet is dit die gebruik by u afdeling dat die invloed na opgaardamme bereken word op basis van die bruto verdamping en nie op basis van die netto verdamping nie. Die gevolg is dat die afloopsyfers afgelei van opgaardamme nie heeltemal vergelykbaar is met dié wat verkry is van riviervloei-meetstasies nie, en in sommige gevalle, soos bv. Vaaldam, kan die verskil aansienlik wees en bly dit steeds n komplikasie om vir hierdie verskille voorsiening te maak in beplanningsberekenings. Ek meen u sal saamstem dat dit onwenslik is.

Voorheen, toe daar betreklik min opgaardamme was, het dit nie soveel saak gemaak nie, maar met die vermeerdering in opgaardeenhede waarvoor berekenings gemaak word beskou ek dit as uiters wenslik dat berekenings vir opgaardamme op basis van die netto invloed gemaak word sodat die werklike invloed in die dam aangegee word, en nie n verhoogde syfer wat ook honderd persent van die reënval op die wateroppervlakte insluit nie.

Ek beseft dat n omskakeling baie werk sal meebring, maar meen dat die verandering op die lange duur geregverdig sal wees en dat dit met verdrag gedoen kan word deur die berekenings vir alle nuwe opgaardamme op basis van netto verdamping te maak. Die bestaande damme se berekenings kan dan met ingang van Oktober 1969 omgeskakel word na netto verdamping, en n nota by alle rekords aangebring word om aan te dui watter jare op basis van bruto en watter op basis van netto verdamping bereken is, totdat die vorige rekords ook herbereken kan word.

Laat my asseblief weet as daar baie groot besware teen die voorstel is en wanneer met die omskakeling begin sal word.

(get.) J.P. Kriel  
SEKRETARIS VAN WATERWESE.

1969 Mei 14.

Die Sekretaris van Waterwese,  
KAAPSTAD.

## BEREKENING VAN AFLOOP BY OPGAARDAMME.

1. Hierdie is in antwoord op u diensbrief Nr. 101; 103; 61/10 en 1 van 29 April 1969.

2. As ons die kontinuïteitsvergelyking in die volgende vorms beskou lyk dit nie of daar op die oog af enige verskil kan wees watter verdamping, bruto of netto, in die berekening gebruik word vir die waterbalans van opgaardamme nie:-

Totale Invloei = Verandering in opgaring + Gebruik + Bruto verdampingsverliese + ander verliese of in simbole

$$I_{\text{Totaal}} = \Delta O + G + V_{\text{Bruto}} + S_{\text{Ander}} \text{-----} \text{(I)}$$

of aangesien (i) totale invloei die som van die stroomvloei en direkte reënval op die wateroppervlakte is en (ii) bruto verdampingsverlies die som van netto verdampingsverlies en direkte reënval op die dam is, en die term direkte reënval =  $I_R s_e$ , aan albei kante van die vergelyking voorkom kan die vergelyking net so goed gebruik word in die vorm:-

$$I_{\text{Stroomvloei}} = \Delta O + G + V_{\text{Netto}} + S_{\text{Ander}} \text{-----} \text{(II)}$$

sonder om enige verskil aan die terme  $\Delta O$ ,  $G$  en  $S_{\text{Ander}}$  te maak.

Dit wil dan voorkom of ons deur met bruto verdamping te bereken n betekenislose hoeveelheid,  $I_R$ , inbring wat met die netto verdampingsberekening uitgeskakel kan word.

3. Dit is nie moeilik om in beplanningsberekenings vir hierdie komplikasie voorsiening te maak waar n damrekord tesame met n stroomvloeiarekord gebruik word nie aangesien as gevolg van die aanbou van die dam daar tog n werklike wins aan invloei is in daardie maande wanneer die netto verdamping negatief is, en hierdie hoeveelheid maklik in berekening gebring word waar die netto verdamping vir riviervloei en die bruto verdamping vir damvloei berekenings gebruik word.

4. Indien u voorstel aanvaar word dat netto verdamping in damberekenings gebruik word, gaan ons nie die werklike waterbalans bereken nie, veral ten opsigte van bruto verdampingsverlies.

Ons weet dat daar redelike korrelasies tussen bruto verdampings by verskillende punte bestaan, wat nie met netto verdamping a.g.v. reënval invloed verkry kan word nie.

Dit mag ook moontlik wees om later meer noukeurige korrelasies te vind tussen bruto verdamping uit damme en ander klimaatsfaktore byv. die massaordrag- gepaard met die energie-balansmetode, wat alreeds, na n kalibreringstydperk van nagenoeg 3 jaar gebruik word om verdampingsverliese in Boulder en ander meerdere damme in

die / ...

die Westelike V.S.A. te bereken. Oppermansdriftdam leen hom uitmuntend tot 'n ondersoek van die uitvoerbaarheid van die toepassing hiervan, aangesien feitlik alle invloei, met min moeite, vir 'n absolute balansberekening gemeet kan word en daar groot skommelings in die watervlak sal wees. Die voorneme is om so 'n ondersoek uit te voer.

5. Weens die volgende opsomming van redes meen ek dus nie dat dit nie wenslik is om damberekenings uit te voer op die basis van netto verdamping nie:-

- A. So 'n berekening sal nie die werklike totale waterbalans van 'n dam ten opsigte van verdampingsverliese aantoon nie.
- B. Daar is heelwat damme wat ontoeganklik is en waar die nodige inligting ontbreek of moeilik bekombaar sal wees, en waar ons nog steeds, soos tans, sal moet benader, bv. waar daar geen verdampingsbak of reën-meter in die omgewing is nie.

6. Om egter u beswaar van die vergelyking van stroomvloeirekords met damrekords uit die weg te ruim kan ons net 'n bykomstige kolom in die huidige damrekords inbring waar die invloei as gevolg van reën op die wateroppervlakte, ook aangetoon word en die totale damrekord kan dan in die toekoms gepubliseer word, wat heelwat meer inligting sal bevat. Die huidige vorm van publikasie het nie veel nut nie.

Ons sal dus nog steeds die totale invloei en ook die direkte reënvalinvloei aantoon en enigiemand wat stroominvloei wil bereken kan dit dan doen. Laasgenoemde, afhanklik van so baie dinamiese faktore bly nog steeds feitlik tystipgebonde terwyl bruto verdamping 'n meer vaste waarde het.

7. Indien u met bogenoemde voorstel saamstem, sal dit nie so 'n groot omwenteling in die oorskakelingsproses meebring nie en kan ons die metode vanaf Oktober 1969 in werking bring en mettertyd die ou rekords omskakel waar moontlik en gereed maak vir publikasie.

(get.) T.C. Menné

HOOFHIDROLOOG.

5-6-1969

Hoofhidroloog,  
Departement van Waterwese,  
PRETORIA.

BEREKENING VAN AFLOOP BY OPGAARDAMME.

Deels stem ek saam met die beredenering in u skrywe 102 van 14 Mei 1969.

Ek meen u sal egter met my saamstem dat een van die belangrikste stellinge hidrologiese gegewens, vir die doeleindes van die Departement, die afloopgegewens vir riviere is en dat alle rekords in hierdie verband vergelykbaar behoort te wees. Dit was eintlik die punt van my vorige skrywe van 29 April 1969. Die posisie is dat die afloop bereken volgens opgaardamgegewens, soos tans die gebruik is, aansienlik kan verskil in die vloei wat sou gemeet gewees het deur 'n meetstasie op dieselfde terrein. By Vaaldam, byvoorbeeld, kan die verskil soveel as 75,000 morgvoet per jaar wees. Dit meen ek is uiters onwenslik.

Ek beseft dit is maklik om die nodige korreksies te maak by stroomvloei-ontledings, maar veral waar rekords uit beide stroomvloeigegewens en opgaardamgegewens by dieselfde plek bestaan, is dit baie maklik om fout te maak en tot aansienlik verkeerde gevolgtrekkings te kom. As daar nie besonder sorg gedra word om vir die verskillende voorsiening te maak, wat nie altyd maklik is nie, by vergelyking van die afloop in verskillende jare en kan daar ook heeltemal verkeerde gevolgtrekkings omtrent stroomvloei tendense gemaak word. Ek meen ook u sal saamstem dat hierdie oorweging in die praktyk van veel groter invloed kan wees as om die werklike waterbalans van 'n dam ten opsigte van waterverliese aan te toon.

Een voorbeeld van 'n foutiewe gevolgtrekking wat gemaak kan word is, byvoorbeeld, die volgende:

Volgens ons rekords was die laagste afloop vir 'n jaar tot 1968 by Engelbrechtsdrift-Vaaldam die 12-maande tydperk November 1932 tot Oktober 1933 met 'n afloop van 173,177 morgvoet, soos gemeet by Engelbrechtsdrift (C2MO 3). Volgens ons rekord was die invloed in Vaaldam vir die jaar Januarie tot Desember 164,141 morgvoet, dus net effens minder as in November 1932 - Oktober 1933. In werklikheid was die afloop, as reënval op die wateroppervlakte afgetrek word, waarskynlik slegs omtrent 125,000 morgvoet, of miskien nog minder wat baie laer is as die vorige laagtepunt. Daarbenewens is dit moontlik dat die werklike afloop vir die hidrologiese jaar 1965-66 (227,050 morgvoet volgens Vaaldam rekords) en selfs 1948-49 (260,343 morgvoet volgens Vaaldamrekords) ook nog laer was as dié in 1932-33. By studies van afloop-tendense is dit tog die werklike afloop wat van belang is, en nie die afloop plus direkte reënval op dam-oppervlakte nie, veral waar laasgenoemde baie verskil van jaar

tot / ....

tot jaar. Kan u my laat weet wat die werklike afloop vir die betrokke jare was.

By stroomvloei-ontledings vir beplanning van watervoorsiening, wat die belangrikste gebruik is vir afloopgegewens, word die hele saak outomaties reggestel deur van netto verdamping gebruik te maak. Die wins deur reënval op die watervlak is eintlik 'n ekstra bron wat verdamping deels teëwerk, maar dit is nie 'n antuurlike bron nie en ontstaan slegs as gevolg van die daarstelling van die dam. In sommige gevalle, soos byvoorbeeld Oxbowdam, is die afloop van die oppervlakte wat onder water gestoot word en 'n aansienlike persentasie is van die reënval op die oppervlakte, van belang, maar dit is baie selde dat hierdie faktor in aanmerking geneem hoef te word.

Ek is egter tevrede dat u voorstel in paragraaf 6 die moeilikheid sal oplos, maar dan met die wysiging dat in die bykomstige kolom in die damrekords die werklike stroomvloei aangetoon word. Diegene wat belangstel in die toevoeging tot die waterbron weens reënval op die oppervlakte, wat verreweg die minderheid van die gebruikers van die gegewens uitmaak, kan dit dan apart uitwerk. As alternatief kan natuurlik twee ekstra kolomme bygevoeg word sodat die aanvulling as gevolg van reënval op die damoppervlakte, die stroomvloei wat myns insiens vir beplanningsdoeleindes die belangrikste faktor is, en ook die totale aanvulling elke maand aangegee word.

Ek laat dit aan u oor of u een of twee ekstra kolomme wil byvoeg en verneem graag wat u daaromtrent besluit, maar ek meen dat die werklike afloop beslis aangegee moet word as een van die gegewens en ook in ons publikasies moet verskyn.

(get.) J.P. Kriel  
SEKRETARIS VAN WATERWESE.



1969 Julie 1.

Die Sekretaris,  
Departement van Waterwese,  
Hoofkantoor.

1. BEREKENING VAN AFLOOP IN OPGAARDAMME.
2. LAAGVLOEIJARE BY VAALDAM.

1. Hierdie is in antwoord op u skrywe Nr. 101, 103, 61/10 en 1 van 5 Junie 1969.

2. Daar sal een ekstra kolom in die damstaat aangebring word waar in die toekoms die netto afloop by opgaardamme aangetoon word, aangesien die ruimte te beperk sal wees om nog n bykomstige kolom vir die direkte reënval op die wateroppervlakte ook aan te toon.

3. Aangaande u versoek om die laagste 12 maande tydperk se invloei in Vaaldam, is die lys van die 10 laagste tydperke wat met n redelike mate van vertroue uit stroommetings afgelei kan word soos volg:-

Orde	12 Maande Van	Tydperk tot	Netto Invloei in Vaaldam Morgvoet.
1	Nov. 1913	Okt. 1914	78,000
2	Feb. 1903	Jan. 1904	96,000
3	Jan. 1968	Des. 1968	117,012
4	Nov. 1932	Okt. 1933	173,177
5	Okt. 1965	Sept. 1966	199,086
6	Okt. 1950	Sept. 1951	244,381
7	Okt. 1948	Sept. 1949	245,803
8	Sept. 1931	Aug. 1932	267,471
9	Okt. 1923	Sept. 1924	293,070
10	Nov. 1930	Okt. 1931	295,508

Die eerste twee hoeveelhede is afgelei van die metings by Vereeniging met die aanname dat die bydrae van die Klip- en Suikerbosriviere 4 persent van die totaal was, soos in die droogtejaar 1932/33. Ongelukkig is die Vereeniging-rekord onderbreek vanaf Oktober 1904 tot Oktober 1909.

Ons het egter uit die argiewe deurlopende waarnemings vanaf Oktober 1885 by Riverton opgediep en ek meen ons kan n baie goeie rekord hier opwerk. Hierdie rekord, benaderd opgewerk, toon dat die vloei in die jare 1904/05 en 1905/06 by Riverton nog laer was as 1902/03 en 1913/14, wat in die tabel hierbo as 1 en 2 verskyn.

Die / ...

Die kritiekste tydperk by Riverton was dan ongetwyfeld 1902 tot 1906 en dit is noodsaaklik dat ons minstens die vermiste Vereeniging-rekord kry vir meer besonderhede. Die Rand Waterraad-mense is op versoek alreeds hiermee besig en n noukeuriger verwerking van die rekords by Riverton vanaf 1885 tot 1908, d.w.s. voor die studam aangebou was, word ook nou gedoen.

Die voorlopige natuurlike vloeirekord by Riverton gee n goeie prentjie van lae afloop tydperke wat ongeveer 8 jaar duur en herhaaldelik voorkom.

(get.) D.J. Keyser  
HOOFHIDROLOOG.

6 Junie 1969.

Die Hoof van die Rekensentrum,  
Ontwerpafdeling.

BEREKENING VAN AFLOOP BY OPGAARDAMME.

Soos uit die aangehegte diensbrief 102 van die H.H. aan die S.v.W.W. (gedateer 14/5/69) blyk, is vir alle damme tot dusver n "invloeiarekord" bereken wat ooreenstem met "Totale Invloei" soos in die brief genoem.

Hierdie is egter n oeroptimistiese syfer aangesien dit op bruto verdamping gebaseer is en as sulks ook nog die reënval wat oor die dam se wateroppervlakte geval het insluit. Ten einde n meer akkurate prentjie te kry van wat gemeet sou gewees het indien die dam nie bestaan het nie, moet uit al ons damrekords nou dié reënval-bydrae verwyder word.

Die program wat daarvoor benodig word, behoort heel eenvoudig te wees en kan as volg aangepak word.

1. Invoer:-

- (i) Naamkaart - n enkele ponskaart waarop besonderhede van die betrokke dam aangegee kan word.
- (ii) Area-Kapasiteitskonstantes - Dit is dieselfde as vir die sgn. Bedryfsontledingprogram en die Netto Leweringsprogram. Dit dui die verband aan tussen Area (morge) en Kapasiteit (in mg.vt.) van die betrokke dam.
- (iii) Die sgn. "Totale Invloei"-rekord soos wat dit nou op rekords verskyn en wat die ekstra reënval ook insluit. Die format is 8X12F6.0 en dit word maandeliks gepons vanaf Oktober-maande. (mg.vt/md.)
- (iv) Die berekende kapasiteite soos wat dit op ons rekords voorkom en dui aan die hoeveelheid water in die dam aan die begin van die betrokke maand. Dit word net soos vir die "invloeiarekord" as n "inhoudsrekord" aangegee (In morgvoet).
- (v) n Reënval-rekord afkomstig van (n)stasie(s) in die onmiddellike omgewing van die dam en dit gee n aanduiding van wat die reënval oor die dam se wateroppervlakte tydens n betrokke maand was. Word ook volgens 8X12F6.0 gepons vanaf Oktobermaande en is in duim per maand.
- (vi) Moontlike verdere informasie deur die programmeerder benodig byv. tydperke van ontleding, begin- en eind-datums, ens.

2. BEREKENINGS:

Gestel daar word gewerk met maand X en (X + 1) is die chronologiese volgende maand.

Beginopgaring/ ...

Beginopgaring = Kapasiteit aan die begin van maand X.

Eindopgaring = Kapasiteit aan die begin van maand (X + 1).

D.m.v. die beskikbare subroetine KVLYN ("Keuse van lyn") kan dan nou die gemiddelde blootgestelde wateroppervlakte tydens die maand bepaal word (GOPP).

Die reënval tydens maand X is volgens die gegewe rekord in duim. Dit moet na voet omgeskakel word en dan met GOPP vermenigvuldig word om die ekstra-reënval-bydrae in morgvoet vir maand X te verkry. Gestel dit is Y morgvoet. Hierdie waarde (Y) moet dan van die ingevoerde Totale Invloei vir maand X afgetrek word om by die Sgn. "Stroomvloei" of "Netto invloei" vir md. X uit te kom. Die resultate kan dan uitgedruk word en daar kan aangegaan word na die volgende maand (X + 1) ensovoorts totdat die volledige rekord-periode deurgewerk is.

### 3. Afvoer:-

Indien die resultate onder die hoofde soos op die aanhangsel hierby aangebied kan word, sal ek dit op prys stel. Daar moet egter ook nog voorsiening gemaak word sodat die laaste kolom syfers gepons kan word indien dit verlang sou word. Dit moet gepons word net soos die "Totale-Invloei" rekord by die invoer, d.w.s. volgens 8X12F6.0 vanaf Oktober tot September. Ongelukkig pons die masjien gewoonlik n desimale punt by sodat daar dan slegs 5 tellendesyfers sal voorkom i.p.v. die gebruikelike 6. Mnr. Kilpatrick het reeds n "toorkunsie" vervolmaak waarmee dié probleem omseil kan word en dit kan asb. in die program geinkorporeer word.

(get.) R.D. McDONALD.  
Eerste Hidroloog.  
6/6/69.

KORRIGERING VAN DAMREKORD - BEPALING VAN NETTO INVLOEI

----- (80 spasies vir besonderhede volgens die Naamkaart - Sien bls. I) -----

JAAR	MAAND	GEGEWE INHOUD AAN DIE BEGIN VAN DIE MAAND (MG.VT.)	GEMIDDELDE AREA TYDENS DIE MAAND (MORGE)	GEGEWE REENVAL TYDENS DIE MAAND ( DUIM)	REENVAL BYDRAE TYDENS DIE MAAND (MG.VT.)	GEGEWE TOTALE INVLOEI TYDENS DIE MAAND (MG.VT)	BEREKENDE NETTO INVLOEI TYDENS DIE MAAND (MG.VT.)

AANHANGSEL

