

Sedimentafvoer in Suider-Afrikaanse Riviere

A ROOSEBOOM

[DEPARTEMENT SIVIELE INGENIEURSWESE UNIVERSITEIT VAN
PRETORIA, PRETORIA 0002]

Abstract

This paper describes sediment discharge patterns in Southern African rivers together with summarized results of a comprehensive analysis of available data. Observed variations in sediment yield as functions of time and space are depicted for Southern Africa.

It has been found that for different catchments in Southern Africa the annual sediment yield varies from less than 10 t/km² to more than 1 000 t/km².

Sediment loads transported by local rivers consist mainly of small particles (<0,2 mm). As a result, it is the availability of sediment and not the carrying capacity of a river that determines how much sediment is carried at any instant. It follows that for any typical river section there is no specific relationship between sediment load and water discharge.

It has been found that during the period 1930–1970 the total average sediment load of the major South African river system decreased by more than 50%. This decrease can be attributed mainly to a decrease in the amount of easily erodible material over part of the catchment.

Inleiding

Hoewel die totale hoeveelheid sediment wat deur Suider-Afrikaanse riviere tot in damkomme en oseane afgevoer word heelwat minder is as wat dikwels beweerd word, bly die omvang daarvan enorm. Die totale hoeveelheid wat tans jaarliks vanuit Suid-Afrika, Lesotho en Swaziland afgevoer word, is volgens berekening tussen 100 en 150 miljoen ton (Rooseboom, 1975). Hiervan is ongeveer 40 miljoen ton tans vanuit die Oranje-rivieropvanggebied afkomstig terwyl die lewering vanuit hierdie gebied omstreeks 1935 gemiddeld meer as 90 miljoen ton per jaar bedra het. Waargenome gemiddelde sedimentlewering per eenheidsoppervlakte varieer vir verskillende opvanggebiede van minder as 10 t/km² tot meer as 1 000 t/km² per jaar.

Erosie

Dit is algemeen bekend dat 'n groot aantal faktore 'n rol by erosie speel. Erosie kom basies neer op die losmaak van sedimentpartikels van moedermateriaal deur die inwerking van fisiese en/of chemiese prosesse en die verwydering daarvan deur stromende media.

Ten einde sedimentafvoerpatrone in riviere beter te kan interpreteer is dit gerieflik om tussen twee tipes erosie te onderskei:

Verbrokkelingserosie

Hiermee word bedoel die verwydering van hoofsaaklik fyn sediment waarby stromende water primêr as vervoermedium dien en nie as afbrekende medium nie. Materiaal word deur die inwerking van fisiese en/of chemiese prosesse vir verwydering beskikbaar gestel. Wind kan hier 'n belangrike rol speel deurdat die los materiaal daardeur na laerliggende posisies verplaas word vanwaar dit makliker deur waterafloop afgevoer kan word.

Sleurerosie

Hiermee word bedoel die meevoering van sediment waarby die meesleurende aksie van 'n stroom inwerk om materiaal vir afvoer beskikbaar te stel.

Die grootste gedeelte van die totale sedimentvrag wat deur Suid-Afrikaanse riviere afgevoer word, word deur verbrokkelingserosie gelewer.

Sedimentvrag van Riviere

Omdat die meeste sediment tot in riviere gevoer word wanneer die riviere in vloed is en derhalwe 'n baie groot transporterende vermoë besit ten opsigte van fyn sediment, is plaaslike riviere selde met fyn sediment oorbelaai.

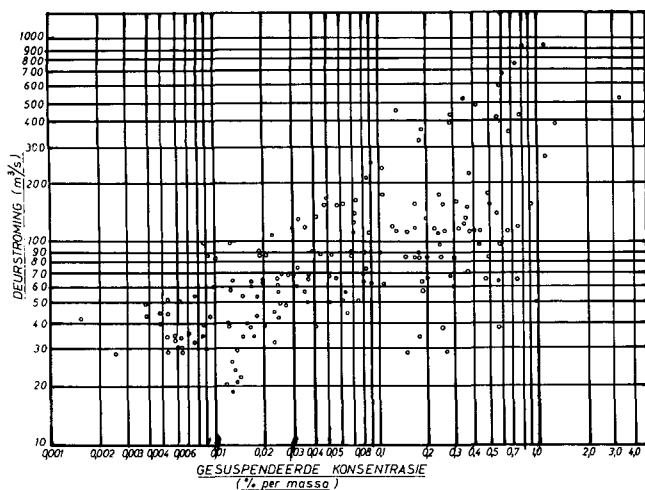


Figure 1
Oranjerivier te Bethulie – gemiddelde sedimentkonsentrasies teenoor deurstroming

Daar bestaan derhalwe nie 'n enkelvoudige verband tussen sedimentvrag en deurstroming nie.

In Figuur 1 word daagliks waargenome gemiddelde sedimentkonsentrasiewaardes te Bethuliebrug (Oranjerivier) gedurende 1968 as funksie van deurstroming weergegee. Die spreiding van punte is tipies vir riviere wat fyn sediment afvoer.

Die grootte van die sedimentvrag wat op 'n gegewe oomblik by 'n riviersnit verbygevoer word, hang in die eerste plek af van wat vooraf gebeur het. Na 'n langdurige droogtetypperk kan 'n betreklik klein vloed 'n groot hoeveelheid sediment afvoer terwyl 'n heelwat groter vloed na 'n langdurige nat tydperk relatief min sediment sal afvoer. Langdurige reëns wat volg op 'n droë tydperk verwyder aanvanklik opgegaarde los materiaal en stimuleer vaspenning van sediment deur verbeterde plantbedekking.

Variasie in Sedimentlewering met Tyd

Sedimentlewering is afhanklik van faktore soos grondtipe, plantbedekking, reliëf en klimaat waarby die toestand van 'n opvanggebied 'n bepalende rol speel. Gebiede wat oaglopenderg geërodeer is kan byvoorbeeld min sediment lewer wanneer maklik erodeerbare bolae reeds afgestroop is.

'n Duidelike voorbeeld van verandering in lewering met tyd word gebied deur saamgestelde afvoergegewens vir die Oranjerivierstelsel vir die tydperk 1929–1970 te ontleed. (Rooseboom en Maas 1974). Vergelykbare gemiddelde sedimentafvoersyfers by verskillende meetstasies word in Tabel 1 weergegee.

Dit blyk duidelik dat terwyl die sedimentafvoer te Upington met minstens die helfte verminder het vanaf die dertigerjare tot die sestigjare hierdie afname nie 'n gelykmatige afname in sedimentlewering oor die hele opvanggebied weerspieël nie. Die gemiddelde sedimentvrag te Aliwal Noord en Bethulie het gedurende hierdie tydperk min gevarieer terwyl die sedimentlewering stroomaf van Bethulie drasties verminder het.

Detailontleding van die gegewens (Rooseboom en Maas, 1974) toon dat verreweg die grootste vermindering in sedimentafvoer voorgekom het voordat daar met intensiewe grondbewaringsaktiwiteite begin is. Dit wil dus voorkom asof die vermindering grotendeels gewyt moet word aan 'n vermindering in die hoeveelheid erodeerbare bogrond in die opvanggebied stroomaf van Bethulie.

Sedimentleweringssyfers

Beskikbare sedimentleweringssyfers soos verkry by verskillende meetstasies en deur gebruikmaking van volumes van sedimentafsettings in damkomme word in Tabel 2 weergegee (Rooseboom, 1975).

Ten einde gemete leweringssyfers te kan ekstrapoleer vir die voorspelling van volumevermindering deur sedimentafsettings in beplande damkomme, asook om gebiede wat hoë leweringspotensiaal behoort te besit te kan identifiseer, is dit nuttig om 'n sedimentleweringsskaart (Figuur 2) saam te stel. Aangesien sedimentlewering met tyd kan verander, is dit nie moontlik om 'n kaart daar te stel wat permanent geldig sal wees nie. Die mees sinvolle benadering is om maksimum waargenome leweringssyfers aan gebiede met gelyke teoretiese leweringspotensiaal te koppel.

As basis vir die kaart (Figuur 2) is 'n kaart met streeksindeeling deur Harmse (1975) gebruik. Harmse het volgens grondtipes, geomorfologie en geologiese oorewegings 'n kaart opgestel waarop gebiede met gelyke leweringspotensiaal aangedui is, tesame met rangordes van potensial. Die gemete leweringssyfers het goed ooreengestem met die vooropgestelde rangordes wat aan die verskillende gebiede toegeken is.

TABEL 1

ORANJERIVIER: VERANDERING IN GEMIDDELDE SEDIMENTVRAG MET TYD

Tydsperk	Meetstasie	Afvoer (10 ⁶ t)	Afvoer as breukdeel van dié te Upington
1932 –	Aliwal Noord	16,5	0,18
1939	Bethulie	44,6	0,49
	Upington	90,3	1
1946 –	Bethulie	52,8	0,72
1950	Upington	73,5	1
1964 –	Aliwal Noord	19,3	0,47
1969	Bethulie	40,0	0,96
	Upington	41,5	1

TABEL 2
SEDIMENTLEWERING VIR VERSKILLENDSE OPVANGGEBIEDE

Rivier- stelsel	Tak	Stasie of Dam	Opvanggebied oppervlakte (km ²)	Volume Sediment in dam na 50 jr (10 ⁶ m ³)	Tydperk	Sediment opbrengs t/km ² /jaar
Oranje	Oranje	Oranjedraai	24 882		1964-1971	402
	Oranje	Aliwal-Oranjedraai	12 321		1929-1969	540
	Caledon	Jammersdrift	13 320		1929-1943	890
	Witspruit	Egmont Dam	326	1,45	1937-1955	120
	Stormbergspuit	Burgersdorp	2 370		1935-1948	762
	Oranje	Bethulie-Aliwal	6 362		1929-1969	900
	Bethuliespruit	Bethuliedam	254	3,3	1921-1959	351
	Oranje	Oranjerivierbrug- Bethulie	29 316		1929-1952	418
	Dorpspruit	Victoria-Wes	243	0,56	1924-1955	62
	Ongers	Smartt	13 183	29,2	1912-1946	60
	Hartbees	Rooiberg	72 208	15,7	1935-1960	6
	Vaal	Standerton	8 254		1929-1940	193
	Vaal	Vaaldam	37 110	172,0	1938-1966	125
	Renoster	Koppiesdam	2 196	17,6	1911-1966	216
	Vet	Vetriverbrug	5 504		1935-1947	279
	Harts	Schweizer-Reneke	9 251		1934-1956	7
	Kaffer	Tierpoortdam	940	5,35	1922-1961	154
	Riet	Kalkfontein	10 277	31,1	1938-1959	82
	Riet	Leeuwkraal	10 277		1929-1938	100
	Modder	Sannaspos	1 650		1935-1943	304
	Modder	Paardeberg	14 812		1939-1948	95
Swartbas	Swartbas	Leeubosdam	260	0,34	1948-1953	35
Olifants	Olifants	Clanwilliam	2 056	11,3	1935-1962	148
Breë	Hoeks	Moordkuil	176	0,13	1950-1965	20
Gouritz	Leeuw	Leeuwgamka	2 222	2,58	1920-1930	31
	Cordiers	Oukloof	148	0,28	1929-1965	51
	Nels	Calitzdorp	176	0,184	1917-1946	28
	Kammanassie	Kammanassiedam	1 505	6,64	1923-1955	119
	Prins	Prinsrivier	761	2,82	1917-1962	100
	Brak	Bellaire	546	1,27	1920-1946	63
Sondags	Sondags	Van Ryneveldpas	3 740	28,0	1925-1973	202
	Sondags	Jansenville	11 560		1930-1948	136
	Sondags	Mentz	13 245	101,0	1922-1966	206
Groot Vis	Groot Brak	Grassridge	4 483	37,0	1924-1966	223
	Tarka	Kommandodrif	3 528	12,3	1956-1966	86
	Tarka	Lake Arthur	4 460	86,0	1925-1951	521
	Klein Vis	Buffelsfontein	995		1931-1939	589
	Groot Vis	Hougham-Abramson	18 436		1930-1940	209
	Kat	Upsher	554		1931-1948	499
Buffels	Buffels	Laing	914	4,6	1950-1968	136
Mzimkulwana	Mzimkulwana	Gilbert Eyles	409	1,35	1951-1966	89
Umlaas	Umlaas	Nshongweni	803	5,75	1927-1960	193
Tugela	Tugela	Colenso	4 200		1950-1959	463
	Boesmans	Wagendrift	754	10,6	1963-1972	380
	Ngagane	Chelmsford	829	13,3	1961-1972	433
	Buffels	Vant's Drift	7 930		1930-1932	559
Pongola	Pongola	Intulembi	7 122		1932-1938	114
Limpopo	Marico	Klein-Marico	1 018	0,96	1934-1950	25
	Hex	Olifantsnek	490	2,70	1928-1973	149
	Hex	Bospoort	578	2,30	1933-1953	108
	Krokodil	Hartebeespoort	4 144	9,42	1925-1964	61
	Apies	Bon Accord	308	1,48	1925-1956	130
	Nzhelele	Nzhelele	837	5,69	1948-1966	184
	Olifants	Doornpoort	3 618	0,412	1925-1973	3
	Olifants	Loskop	8 663	12,5	1939-1966	39
	Bloed	Rooikraal	168	1,88	1921-1968	302