

# ÜBERPRÜFUNG DEN KURZFRISTIGEN NIEDERSCHLÄGEN IN BUDAPEST

János WINTER

Lehrstuhl für Wasserwirtschaft  
Technische Universität Budapest  
H-1521 Budapest, Ungarn  
Tel.: 463-2362 Fax.: 463-1879

Eingegangen am: März 31 1994

## Abstract

The purpose of the paper is to decide the question, if formula of the sort time precipitation has been changed since 1971, as well as to test the difference between the rains in Buda and Pest. The research was done by comparison the earlier results and the data of the last 2 decades.

*Keywords:* short time precipitation, probability, mathematical statistics.

## 1. Einleitung

Die Niederschlagsintensität – Dauer – Häufigkeitsdiagramme (im weiteren: Niederschlagsmaximum-Funktion), die den ungarischen Vorschriften zur hydrologischen Dimensionierung von Abwasserkanälen VMS unterliegen, wurden an der TU Budapest 1971 (SALAMIN, P. et al. 1968–73) ausgearbeitet. In den letzten Jahren entstand der Verdacht, daß diese Funktionen führen zur Unterdimensionierung den Regenwasser- oder vereinigte Abwasserkanälen (in erster Linie in Buda) führen. Zur Klärung dieser Frage wurden die dargestellten Forschungen durchgeführt.

## 2. Untersuchung Den Budapester Ombrometer-Daten

Die Hydrographischen Jahrbücher teilen die Niederschlagsdaten mit, deren Zeitdauer kürzer ist als 4 Stunden ist. Zu jeder Budapester Niederschlagshöhe zwischen 1941 und 1985 wurde eine Häufigkeit (durchschnittliche Wiederkehrzeit) aufgrund der ungarischen Vorschrift WMS-201 bestimmt. Die Niederschläge, deren Wiederkehrzeit 20 Jahre oder mehr beträgt sind in der *Tabelle 1* gezeigt. (Man muß bemerken, daß die meisten Regenzeitdauern sind nur auf 10 Minuten pünktlich wegenger Bestimmung mit Ombrometer haben. Die zu bziehenden Konsequenzen sind auch nur solchermaßen zuverlässig.)

**Tabelle 1**  
Regen mit 20 jähriger Häufigkeit in Budapest

Zeitpunkt	Meßstation	Regenhöhe mm	Zeitdauer Minute	Häufigkeit Jahr
07.1941	Budafok	46.9	60	20
07.1953	Békásmegyer	56.0	90	38
	Rákospalota	47.3	55	35
06.1954	Ferenchegy	64.3	60	120
	Meteor. Int.	56.5	90	45
06.1955	Műsz. Egy.	41.7	45	22
08.1955	Labanc u.	58.1	90	50
	Meteor. Int.	71.0	160	50
	Krisztina	59.4	150	35
06.1957	Diana út	48.0	80	25
05.1958	Sánc u.	66.5	180	40
06.1963	Pestlőrinc	46.4	90	20
06.1965	Csillagda	39.0	27	33
	Labanc u.	62.5	60	110
	Zuhatag sor	53.2	55	50
07.1966	Ferenchegy	59.1	120	33
	Zsigmond tér	55.0	180	20
08.1967	Csepel sziv. tel.	69.2	60	150
06.1970	Krisztina	55.0	115	20
	Kőbánya	52.0	40	70
07.1972	Csepel sziv. tel.	43.5	70	33
	Rákoscsuba	87.2	200	110
07.1973	Egressy út	48.4	70	20
08.1975	Ecseri út	55.4	185	20
07.1977	Pesthidegkút	42.0	10	120
07.1983	Thököly út	49.5	70	30

Laut der Tabelle sind zwischen 1940 – 1987 26 Niederschlagshöhen mit 20jähriger oder höherer Häufigkeit an irgendeiner Station in Budapest, 2/3 davon (19 Fälle) in Buda vorgekommen. Einen Regen mit 100 jähriger oder größerer Wiederkehrzeit hat man 5-mal, davon 3-mal in Buda gemessen. Da an der Budaer Seite die Anzahl der Niederschlags-Meßstationen kleiner (bzw. keinesfalls größer) ist als in Pest, die vorigen Zahlenweisen darauf hin, daß die kurzfristigen Niederschläge in Buda grösser sind als in Pest.

Aus den Daten der *Tabelle 1* folgt noch eine interessante Feststellung. Aus den erwähnten 26 Fällen sind 10 im Monat Juni aufgetreten, was über ist mehr als verhältnismäßigen Wert ist auch im dem Fall, wenn man nur die 4 Sommermonaten (Mai – August) in Betracht zieht. Von den 5 Daten, mit über 100jähriger Häufigkeit, sind 2 in Juni vorgekommen. Diese

Feststellungen beweisen, daß die Budapester bzw. Budaer Niederschläge im Juni größer sind als in den Sommermonaten im allgemeinen.

Um die vorigen Feststellungen zu verfeinern, untersuchen wir die Niederschläge mit 4jähriger Häufigkeit an denselben Stationen in Buda. In der *Tabelle 2* befinden sich die an den Stationen Meteorologische Institut, Platz Zsigmond und Békásmegyer gemessenen Werte. (An diesen Stellen wurden die Messungen zuverlässig und permanent durchgeführt.) In dem Zeitraum 1940–87 (48 Jahre) mußten die Niederschläge mit 4 jähriger Häufigkeit 12-mal, bzw. wenn man die Periode zwischen 1940–50 als weniger zuverlässig betrachtet, in den 37 Jahren zwischen 1951–87 10-mal vorkommen. Demgegenüber die Regen mit 4jähriger Wiederkehrszeit sind an der Meßstation Meteorologisches Institut nur 4-mal, am Platz Zsigmond 6-mal, an der Meßstelle Békásmegyer 7-mal aufgetreten. Dies widerspricht durchaus der Feststellung, daß die größere Niederschläge in Buda öfter auftreten. In der *Tabelle 2* ist die Rolle von Juni nicht auffallend, von den 17 Daten der 3 Stationen entfallen nur 4 auf Juni.

**Tabelle 2**  
Regen mit 4 jähriger Häufigkeit in Buda

Zeitpunkt	Meteorologisches Institut		
	Regenhöhe mm	Zeitdauer Minut	Häufigkeit Jahr
01.06.1954	56.5	90	45
14.08.1955	71.0	160	50
09.08.1970	33.4	145	4
30.08.1978	27.4	45	6
	Platz Zsigmond		
25.07.1959	32.0	30	15
22.07.1962	27.0	70	4
16.07.1966	55.0	180	20
16.06.1970	43.0	60	8
27.08.1974	45.4	80	10
17.05.1985	33.7	80	7.5
	Békásmegyer		
03.09.1949	41.5	120	7
04.07.1953	56.0	90	40
21.06.1957	45.2	150	10
11.08.1959	44.2	120	10
22.08.1965	39.2	210	4
17.06.1971	26.6	45	5
16.05.1975	54.2	120	25

### 3. Untersuchung Ombrograph-Daten

Nur eine registrierende Niederschlagsstation funktioniert in Budapest, in der Zentrale des Meteorologischen Instituts in der Straße Kitaibel Pál. In den zitierte VMS wurden die Daten von 38 Jahren aus dem Zeitraum zwischen 1915–65 eingetragen. Während unserer Vorschungsarbeit 1991 wurden die Niederschlagsdaten der Periode 1966–83 bezogen, so wurden die Datenreihen bezüglich 10, 20, 30, 60 und 180 Minuten langen Regen um 16 Jahre verlängert. Die Ombrographstation wurde im Jahre 1984 umgesetzt, so wurden die Daten des letzten Jahrzehntes nicht berücksichtigt. Wegen der Vergleichbarkeit wurden die Datenreihen auch diesmal mit lognormal Verteilungsfunktionen ernähert.

In der *Tabelle 3* sind die Parameter der lognormal Verteilungsfunktion zusammengefaßt. Gehörend einer Zeitdauer sind die Parameter der erste Kolumne aus der 54 jährigen (neuen, langen ) Periode zwischen 1915–83, die der zweiten Kolumne sind aus der 38jährigen (alten, kurzen) Datenreihe der Periode zwischen 1915–65 berechnet. Wie es schon in dem Punkt 2. festgestellt wurde, konnte man keine signifikante Differenz finden. Diese Tatsache haben wir auch mit Varianzanalyse (KORIS, K. et al, 1993) bestätigt.

Wenn es doch möglich wäre, manchen Unterschied zu machen, könnte man feststellen, daß die neuen Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) in den Monat Juni und Juli etwas kleiner sind als die alten, aber im August größer. Die Standardabweichungen ( $\sigma$ ) sind im Mai und Juni etwas größer geworden, also die Niederschläge sind 'extremer' geworden.

Zur Bestätigung, daß der Unterschied nicht signifikant ist, wurden auch die Niederschlagsmaximum-Funktionen in der *Abb. 1.* konstruiert. Wegen der besseren Übersichtlichkeit wurden nur die Linien mit 1, 10 und 50%. Wahrscheinlichkeit mit keinerlei Glättung oder Ausgleichung gezeichnet. Ohne Beweisführung (bzw. ohne Konstruierung der Konfidenz-Interwall) ist es einsehbar, daß die Differenz klein und zufällig ist.

In der *Tabelle 3* ist es auffallend, daß die Mittelwerte im Juni wesentlich größer sind, als in den anderen Monaten, aber die Deviationen sind etwas kleiner. Diese Feststellung wurde auch mit mathematischer statistischer Methode (Varianzanalyse) unterstützt. Nach den Ergebnissen dieser Berechnung kann man die Standardabweichungen der 4 Monate auf der 10–30% Signifikanzebene als gleich ansehen, aber unter den Mittelwerten gibt es einen signifikanten Unterschied. Die Niederschlagsmaximum-Funktionen mit 1, 10 und 50% Wahrscheinlichkeit (unter Anwendung der längeren Datenreihen) sind in der *Abb. 2* angegeben. Die 1% Linien unterscheiden sich voneinander kaum (weil eine kleinere Deviation zu dem größeren Mittelwerten gehört, d.h. Niederschläge im Juni sind größer, aber weniger

**Tabelle 3**  
Lognormal Parameter

		Mittelwert, $\mu$			
		Mai	Juni	Juli	Aug.
10 Minuten	neu	1.221	1.838	1.564	1.454
	alt	1.224	1.924	1.614	1.318
20 Minuten	neu	1.601	2.161	1.879	1.752
	alt	1.557	2.234	1.968	1.553
30 Minuten	neu	1.747	2.288	1.985	1.875
	alt	1.736	2.356	2.046	1.644
60 Minuten	neu	1.948	2.497	2.179	2.119
	alt	1.958	2.586	2.334	1.911
180 Minuten	neu	2.247	2.756	2.479	2.389
	alt	2.271	2.816	2.508	2.234
		Standardabweichung, $\sigma$			
10 Minuten	neu	0.778	0.689	0.734	0.891
	alt	0.685	0.587	0.696	0.893
20 Minuten	neu	0.651	0.657	0.749	0.954
	alt	0.676	0.586	0.737	0.964
30 Minuten	neu	0.733	0.644	0.697	0.980
	alt	0.660	0.601	0.717	0.984
60 Minuten	neu	0.739	0.609	0.678	0.934
	alt	0.665	0.569	0.722	0.997
180 Minuten	neu	0.706	0.564	0.641	0.933
	alt	0.637	0.558	0.699	0.959

extrem). Der Unterschied wird mit dem Wachstum der Wahrscheinlichkeit grösser. Bei 50% (überschreitenden) Wahrscheinlichkeit ist der Niederschlag schon um etwa 35% größer, als in einem durchschnittlichen Sommermonat. Dieses Ergebnis harmonisiert mit der Feststellung des Kapitels 2., d.h. im Juni treten große Niederschläge öfter auf.

**Tabelle 4**  
Lognormal Parameter, Sommer

		Mittelwert, $\mu$				
		10 Min.	20 Min.	30 Min.	60 Min.	180 Min.
Budapest		1.51	1.81	1.96	2.17	2.45
Ungarn		1.64	1.92	2.04	2.27	2.55
		Standardabweichung, $\sigma$				
Budapest		0.82	0.85	0.83	0.83	0.80
Ungarn		0.71	0.71	0.70	0.68	0.65

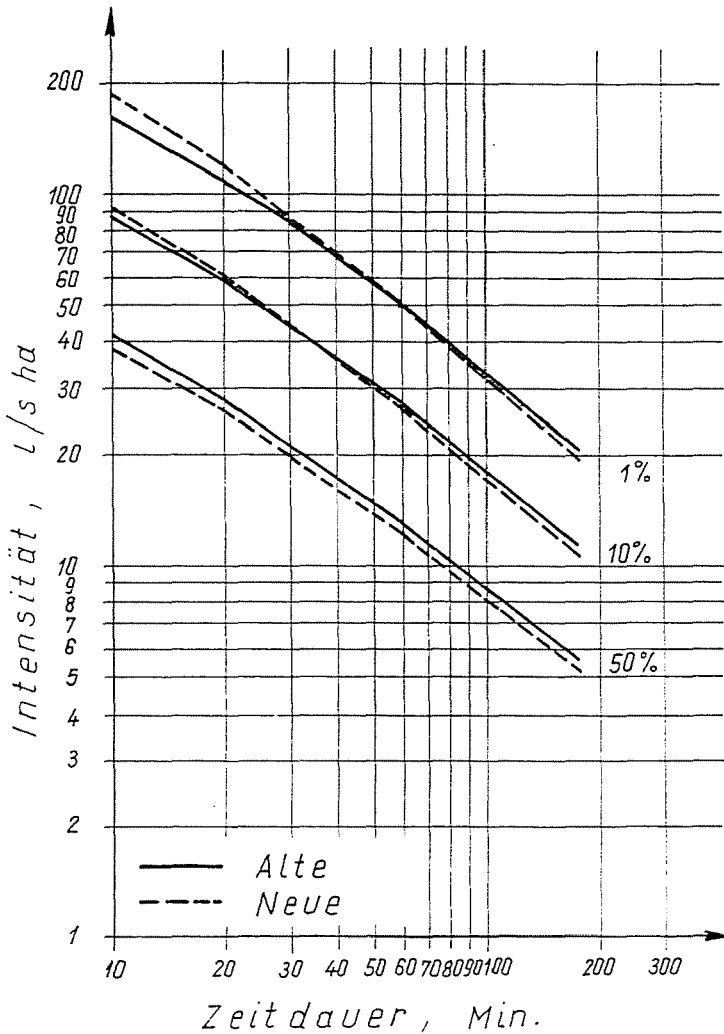


Abb. 1. Alte und neue Niederschlagsmaximum Funktionen. Juni Budapest

Prüfen wir jetzt, ob dieser Unterschied nur für Budapest oder für das ganze Land charakteristisch ist. In der *Tabelle 4* sind die lognormal Parameter eines durchschnittlichen Sommermonats für Budapest und für den Landesdurchschnitt zusammengefaßt. Um Datenreihen gleicher Zuverlässigkeit vergleichen zu können, wurden nur die 10 Stationen mit den längsten Datenreihen statt der in der technischen Vorschrift (VMS) angewandten 16 Stationen berücksichtigt. Man findet keine signifikante Dif-

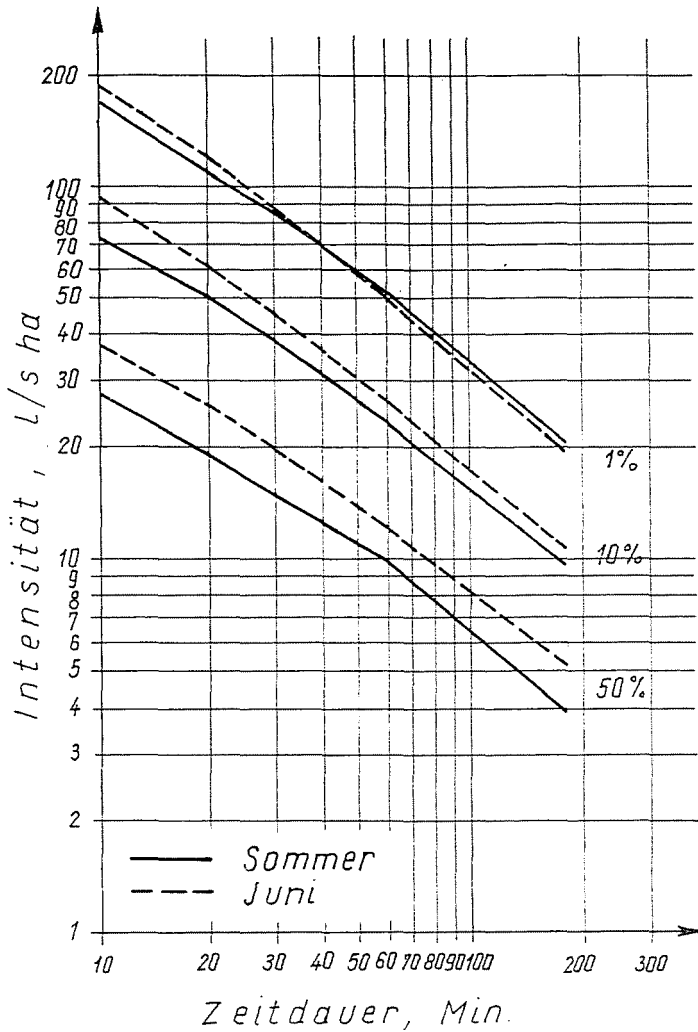


Abb. 2. Budapester Niederschlagsmaximum-Funktionen, Sommer und Juni

ferenz, doch könnte man feststellen, daß die Mittelwerte den Budapester Regen etwas kleiner sind als der Landesdurchschnitt (!), obwohl die Deviationen größer sind. Der gleiche Vergleich wurde lognormal Parametern des Monats Juni (Tabelle 5) vorgenommen. Die Mittelwerte sind in Budapest etwas größer als der Landesdurchschnitt, aber die Standardabweichungen sind etwas kleiner.

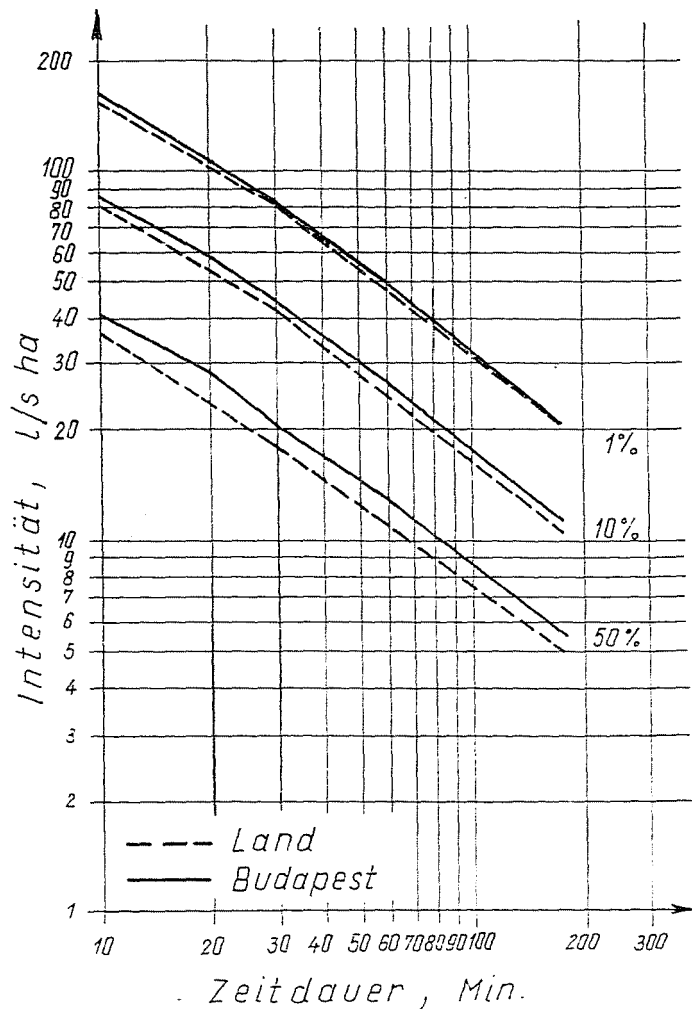


Abb. 3. Niederschlagsmaximum-Funktionen, Juni, Ungarn und Budapest

Die Niederschlagsmaximum-Funktionen sind in der Abb. 3 dargestellt. Es ist festzustellen, daß die Budaer (bzw. Buda, Str. Kitaibel Pál) Niederschläge im Juni etwas über dem Landesdurchschnitt liegen. Der Unterschied wächst mit Zunahme der Wahrscheinlichkeit, bei 50% Wahrscheinlichkeit erreicht er 20%.

Aus dem Vergleich der Tabelle<sup>4</sup> und 5 geht hervor, daß die Mittelwerte im Juni den Sommerdurchschnitt überschreiten. Dieser Unterschied



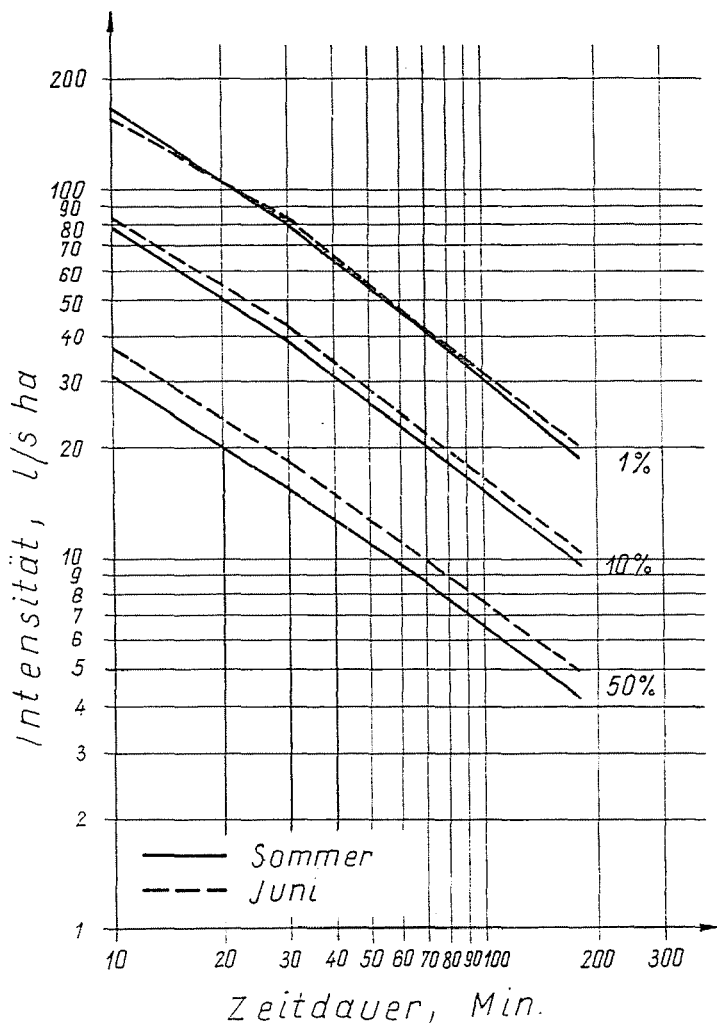


Abb. 4. Landes-Niederschlagsmaximum-Funktionen, Sommer und Juni

ist in Budapest grösser. Bei den Deviationen ist die Lage umgekehrt, d. h. die Budapester Regen sind im allgemeinen größer, aber weniger extrem.

In der Abb. 4 sind die Niederschlagsmaximum-Funktionen für Juni und für einen durchschnittlichen Sommermonat für das ganze Land verglichen.

Bei einer kleinen Wahrscheinlichkeit (1%) gibt es praktisch keinen Unterschied, aber bei Zunahme der Wahrscheinlichkeit wird der Unterschied

**Tabelle 5**  
Lognormal Parameter, Juni

	Mittelwert, $x$			
	10 Min.	30 Min.	60 Min.	180 Min.
Budapest	1.92	2.36	2.52	2.82
Ungarn	1.82	2.24	2.35	2.71
	Standardabweichung, $\sigma$			
Budapest	0.59	0.59	0.58	0.56
Ungarn	0.61	0.64	0.64	0.60

zwischen den Niederschlägen im Juni und in einem durchschnittlichen Sommermonat größer, bei 50% Wahrscheinlichkeit erreicht es schon etwa 20%.

#### 4. Zusammenfassung

Aus unser Forschungen ist es feststellbar, daß die Periode 1966–83 keine signifikante Veränderung in der Niederschlagsmaximum-Funktion in Budapest brachte. Man kann nicht eindeutig behaupten, daß die Budaer Regen grösser als die Pester wären. Dagegen steht es aber fest, daß die Niederschläge im Juni bei einer Wahrscheinlichkeit von 10–50% größer sind als die Niederschläge in einem durchschnittlichen Sommermonat. Im Juni sind die Niederschläge in Budapest (Buda) über dem Landesdurchschnitt.

Aufgrund des Obigen, muß man die Überprüfung der Niederschlagsmaximum-Funktionen in Hinsicht auf die für die Abwasserkanäle maßgebenden Zeitdauer und Wahrscheinlichkeit in Erwägung ziehen. Man muß überprüfen, ob der Monat Juni, eventuell aus den jährlichen maximalen Regen stammende Niederschlagsmaximum-Funktion als maßgebend betrachtet werden kann. Wir würden auch vorschlagen, statt Häufigkeit (durchschnittliche Wiederkehrzeit) die viel eindeutigere Wahrscheinlichkeit anzuwenden.

#### Literatur

- SALAMIN P. et al. (1968–73).: Szakvélemények a rövid időtartamú csapadékok vizsgálatáról. Kézirat, Budapesti Műszaki Egyetem.
- Vízügyi Műszaki Segédlet (VMS) 201/1. (1977). Rövididejű (10–180 perces) csapadékok meghatározása.
- KORIS, K. et al. (1993).: Hidrológiai Számítások. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1993.