

7. 付 属 書

7.1(1) 質 問 書

調査の便宜上別紙の Questionnaire を作成し使用した。

質問書 (1) リヤド市浄水場

(2) 下水処理場

(3) 下水再利用計画

(4) 水行政管轄官庁

質問書 設計の基礎データ

RO プロセスを含む水処理

これらは、打合議事録付属書として添付した。

質問に対する回答として次の資料が得られたのでこれを示す。

7.1(2) サウディ農水省の組織

7.1(3) 労働法（英訳）労働時間部分のみ抜すい

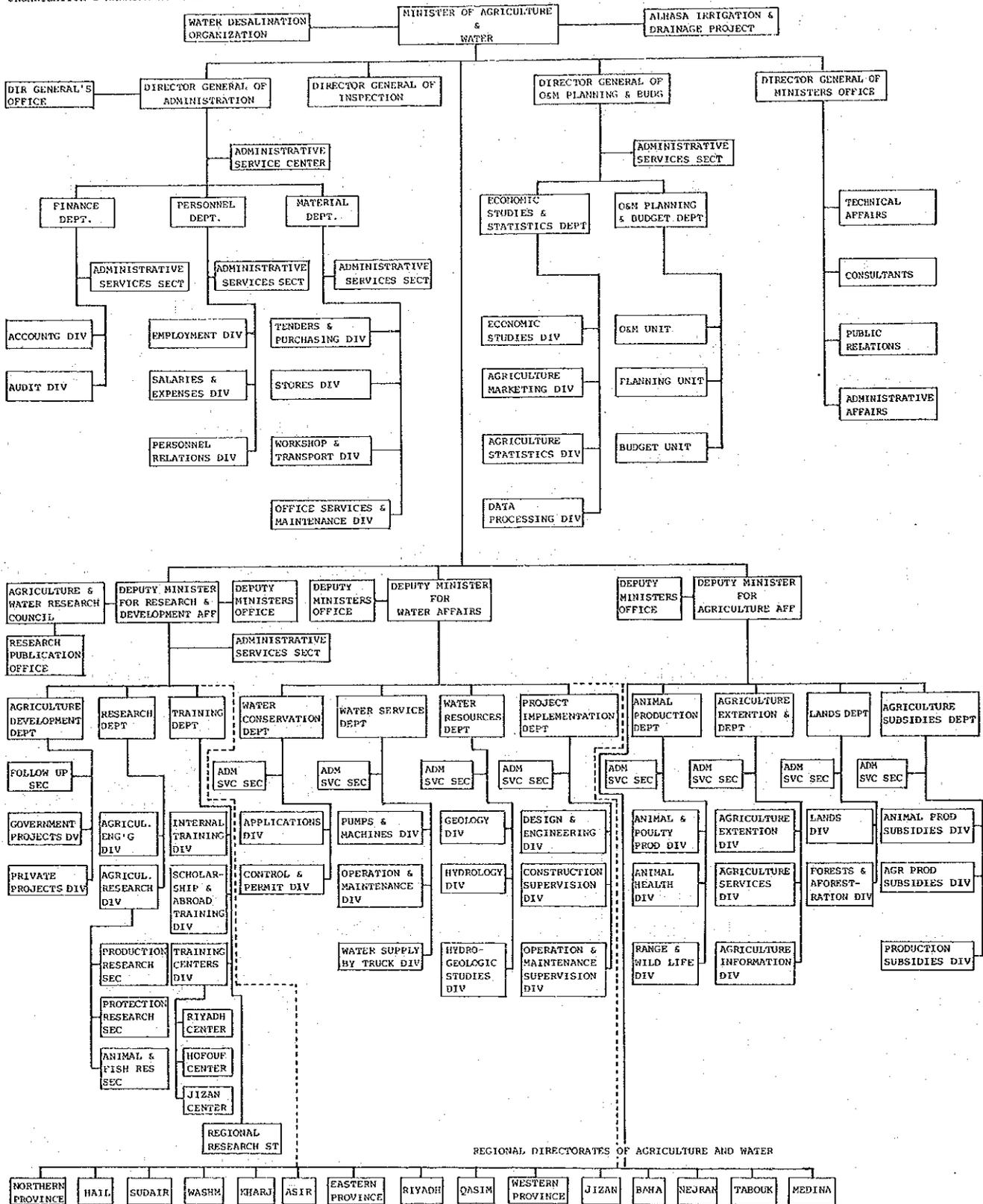
7.1(4) 気象データ

7.1 (2) サウディ農水省の組織

KINGDOM OF SAUDI ARABIA
MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

MINISTRY CENTRAL ORGANIZATION STRUCTURE

DIRECTORATE GENERAL FOR O&M PLANNING & BUDGET
ORGANIZATION & MANAGEMENT UNIT



7.1(3) 労働時間

CHAPTER 3

8.3.0 WORKING HOURS, WEEKLY REST, VACATIONS AND OVERTIME

8.3.1 WORKING HOURS

A workman shall not be employed for more than 8 actual working hours in any day, or 48 hours a week, in all months of the year, with the exception of the month of Ramadan when actual working hours shall not exceed 6 hours a day or 36 hours a week, exclusive of the intervals reserved for prayer, rest and meals.

8.3.2 The number of working hours may be raised to 9 hours a day in respect of certain categories of workmen or in certain industries or operations where the workman does not work continuously, such as seasonal establishments, hotels, snack bars, restaurants and the like.

8.3.3 The number of daily working hours may be reduced for certain categories of workmen or in certain industries or operations of a hazardous or harmful nature.

8.3.4 HOLIDAYS

Friday, which is the day observed as an official holiday, shall be a day of rest with full pay. The employer may, however, with the approval of the Labor Office, replace this day for some workmen by any other day of the week, provided that the number of working days per week shall not exceed six, and

that the workmen shall in all cases be enabled to perform their religious duties.

8.3.5 OVERTIME

The employer shall pay the workman for additional work hours an additional wage equivalent to the workman's normal wage plus 50%.

8.3.6 Where the work is performed on the weekly day of rest or on feast days or official holidays, the employer shall pay the workman additional wages for the regular or additional work hours.

8.3.7 VACATIONS

The workman who has completed one year in the service of the employer shall be entitled to an annual vacation of 15 days with full wages payable in advance.

8.3.8 The vacation shall be increased to 21 days when the workman completes ten continuous years in the service of the employer.

8.3.9 The workman may, with the employers's consent, defer his annual vacation or a number of days thereof to the next following year. The workman may not forgo his annual vacation.

8.3.10 The employer shall have the right to choose the dates of such vacation according to work requirements, or to grant the vacations on a rotational basis to ensure the proper conduct of his business.

8.3.11 If the workman leaves the work, he shall be entitled to receive pay for unused vacation days due

in respect of the period for which he has not taken his vacation.

8.3.12 He shall be entitled to vacation pay for fractions of the year, in proportion to that part of the year which he has spent at work.

8.3.13 Each workman shall be entitled to days-off with full pay on the holidays designated by the Minister of Labor, provided that such holidays shall not exceed 10 days a year.

8.3.14 OTHER LEAVES

The workman may obtain leave without pay for not more than 10 days a year, subject to the employers's approval.

8.3.15 The workman shall be entitled to a three-days leave for his marriage and to one-day leave with full pay in each of the following two cases:

- 1) In the event a child is born to him.
- 2) In the event the death of the workman's spouse or any of his ascendants or decendants.

8.3.16 SICK LEAVES

An employer who employs twenty workmen or more shall, in case of workman's illness is confirmed by a medical certificate issued by a competent physician accredited by the employer, or where the employer has no accredited physician, by a physician designated by the appropriate Government agency, grant the workman sick leave with full pay for the first 30 days and with three-quarter pay for the next 60 days in any one year.

8.3.17 The workwoman ⁽¹⁾ shall be entitled to take as maternity leave the four weeks immediately preceding the expected date of delivery and six weeks following that date.

8.3.18 During her absence on maternity leave, the workwoman shall be entitled to half pay if she has been in the employer's service for one year or more, and to full pay if she has been in the employer's service for three years or more, as of the date of commencement of such leave.

8.3.19 A workwoman shall not be paid any wages during her regular annual vacation to which she is entitled under the provision of this Law, if she had availed herself in the same year of a maternity leave with full pay, and she shall be paid half wages during the annual leave, if she had availed herself in the same year of a maternity leave with half-pay.

8.3.20 The expenses of medical examination and the costs of treatment and delivery shall be borne by the employer.

8.3.21 The employer shall not terminate the workwoman while she is on pregnancy and delivery leave.

(1) The employment of women, however, is not allowed at present in the Kingdom except in schools and hospitals. The Labour Law, anyway, regulated the employment of women and juveniles. (Article 160 to 171).

7.1(4) 気象データ

- ① 気 温
- ② 降 水
- ③ 風速と風向
- ④ 地 中 温 度
- ⑤ 日 射
- ⑥ 相 対 湿 度
- ⑦ 蒸 発 量

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development

Hydrology Division

Riyadh

Monthly Values of	Air Temperature °C
Name of Station	Riyadh
Observed by	MOAW
Location	24°39' 46°43' Elev. 563.8 m
No.	R-001

Year	Items	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean
1964	Max. Abs.	26.6	32.8	37.7	38.9	44.4	45.6	47.7	46.1	44.4	37.2	35.6	27.8	38.7
	Mean	20.0	27.6	31.1	33.8	40.0	42.8	42.7	42.0	40.0	33.3	30.6	19.7	33.6
	Min. Abs.	-5.6	2.2	10.0	10.0	16.7	20.0	22.2	20.5	17.2	7.2	5.0	0.6	10.5
	Mean	3.4	7.0	14.6	16.4	22.3	23.0	25.2	23.3	19.8	12.3	9.4	5.1	15.2
	Max. Avr.	18.0	22.8	27.2	30.2	34.2	35.8	38.6	37.5	33.0	27.2	23.6	17.2	28.8
1965	M.M. Avr.	11.7	17.1	22.8	25.1	31.2	32.9	34.0	32.6	29.9	22.8	20.0	12.4	24.4
	Max. Abs.	32.2	32.8	35.6	36.1	42.8	46.6	46.1	46.7	46.7	40.6	34.4	30.0	39.1
	Mean	22.9	26.0	30.0	29.0	39.5	42.	43.7	44.2	42.3	27.9	30.5	24.7	34.6
	Min. Abs.	1.1	3.9	6.1	10.6	15.0	21.1	21.1	22.8	18.9	13.9	8.3	0	11.9
	Mean	8.3	8.8	12.5	15.7	21.5	23.8	24.4	24.7	21.6	16.4	12.7	6.5	16.4
1966	Max. Avr.	22.8	22.8	27.0	27.8	34.4	36.4	37.2	36.2	35.8	29.8	26.4	20.6	29.8
	M.M. Avr.	15.6	17.4	21.2	22.3	30.5	33.3	34.0	34.7	32.3	27.1	21.6	15.6	25.5
	Max. Abs.	33.3	33.9	35.6	39.0	43.3	46.7	46.1	47.2	45.4	42.8	37.4	31.4	40.2
	Mean	26.6	23.5	28.2	33.4	40.7	43.4	42.9	44.9	43.5	37.9	31.4	37.1	32.3
	Min. Abs.	2.2	3.9	2.8	9.0	17.2	21.1	21.1	23.9	20.0	15.0	1.7	1.7	11.6
1967	Mean	7.9	8.2	9.8	16.8	21.5	23.7	25.0	25.9	22.4	19.1	11.8	7.7	16.6
	Max. Avr.	23.9	24.4	25.8	30.6	35.0	37.2	38.0	37.0	34.4	32.2	25.0	22.5	30.5
	M.M. Avr.	17.3	15.9	19.0	25.1	31.1	33.5	33.9	35.4	33.0	28.5	21.6	17.4	26.0
	Max. Abs.	30.0	31.7	33.3	37.0	43.0	45.6	46.0	43.8	44.5	39.8	34.1	28.5	38.1
	Mean	23.4	23.5	26.6	31.6	37.9	40.6	42.3	41.2	40.9	36.2	26.8	21.3	31.9
1968	Min. Abs.	1.0	-1.1	7.2	6.7	13.0	16.7	18.2	18.5	15.0	9.5	7.5	-1.5	9.2
	Mean	6.6	8.2	11.9	16.5	20.6	20.9	23.6	21.0	18.7	14.3	13.1	4.2	15.0
	Max. Avr.	20.0	23.1	25.6	28.5	37.8	35.0	39.8	33.4	33.4	31.2	24.9	19.8	29.4
	M.M. Avr.	15.0	15.8	19.2	24.1	29.2	30.7	32.9	31.1	29.8	25.2	19.9	12.7	23.8
	Max. Abs.	29.5	29.0	35.8	35.0	39.4	43.8	46.0	45.4	44.8	37.6	34.5	30.3	37.6
1968	Mean	22.5	29.1	29.8	30.5	36.1	40.0	42.7	41.1	40.2	35.1	29.4	34.5	32.7
	Min. Abs.	-1.5	-1.5	6.0	8.7	13.6	18.0	18.9	17.9	14.4	9.5	4.6	1.6	9.2
	Mean	4.4	5.7	11.5	14.6	20.7	21.2	22.7	20.7	18.2	13.3	10.9	8.5	14.4
	Max. Avr.	18.5	20.8	25.1	26.2	31.2	34.5	35.1	34.2	32.9	26.8	24.2	22.0	27.6
	M.M. Avr.	13.3	12.9	20.7	22.5	28.4	30.6	32.7	30.9	28.2	24.2	20.2	46.6	23.4

Abs. : Absolute maximum or minimum (extreme values) during the month
 Mean : Sum of values, number of values
 Average : 1/2 (highest value + lowest value)
 Max. Avr. : Highest average during the month
 M.M. Avr. : Monthly mean average sum of daily average, number of daily average

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
Hydrology Division
Riyadh

Monthly Values of	Air Temperature °C
Name of Station	Riyadh
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°39' 46°43' Alt. 564m
No.	R-001

Year	Items	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean	
1969	Max.	Abs.	27.1	30.5	38.3	39.7	46.0	47.2	45.8	45.7	43.8	40.5	36.0	29.4	
		Mean	19.9	22.8	32.8	33.3	40.1	44.4	43.6	43.6	41.0	37.4	25.0	25.6	34.1
	Min.	Abs.	1.4	0	7.9	9.0	15.1	16.5	18.4	18.1	16.7	11.0	2.9	2.5	
		Mean	9.9	7.0	14.6	16.8	19.7	20.7	22.7	22.1	18.5	13.6	9.5	6.9	
	Max. Avr.	21.8	21.5	28.5	30.0	37.0	35.4	37.0	25.1	32.1	39.8	27.0	20.0		
	M.M. Avr.	14.7	14.7	23.6	25.1	29.9	32.5	33.2	32.8	29.8	25.5	17.2	16.2	24.6	
1970	Max.	Abs.	27.6	31.2	36.4	41.7	44.7	45.0	46.0	46.1	42.7	39.5	34.5	30.0	
		Mean	21.2	25.3	28.8	36.3	39.7	42.3	43.4	42.9	39.4	34.5	30.8	22.5	
	Min.	Abs.	-3.8	3.5	4.6	9.0	15.0	17.0	20.2	18.0	14.4	7.5	7.0	-3.8	
		Mean	5.8	8.2	11.0	15.6	19.6	20.6	22.2	21.6	18.2	14.1	9.2	2.4	
	Max. Avr.	19.2	22.2	25.1	30.4	32.7	33.2	34.6	35.5	31.9	29.2	21.9	23.4		
	M.M. Avr.	13.5	17.1	19.9	26.0	29.6	31.5	32.8	32.2	28.8	24.3	20.0	14.5	24.2	
1971	Max.	Abs.	27.8	33.0	34.0	38.0	43.0	43.7	45.5	45.8	43.0	37.7	34.1	29.8	
		Mean	22.1	24.4	28.6	31.2	39.2	40.0	42.8	42.9	39.7	34.0	28.9	22.1	
	Min.	Abs.	0.2	-0.8	2.0	10.9	16.5	17.2	19.0	18.8	13.0	8.5	4.5	-3.9	
		Mean	5.1	6.4	10.8	16.1	21.8	21.4	22.9	21.7	18.1	12.2	9.5	5.1	
	Max. Avr.	17.2	23.2	25.5	30.0	34.0	33.8	36.0	35.0	32.8	26.0	22.8	20.1		
	M.M. Avr.	13.6	15.4	19.7	23.7	30.5	30.7	32.8	32.3	28.9	23.1	19.2	13.6	23.6	
1972	Max.	Abs.	26.0	30.0	33.7	37.2	43.3	46.5	47.0	46.0	43.5	39.0	33.0	25.5	
		Mean	19.1	21.7	26.7	30.8	37.3	43.7	42.9	43.2	40.5	36.4	27.6	18.6	32.4
	Min.	Abs.	-0.8	-1.2	5.6	11.0	16.5	19.5	17.0	18.0	14.5	11.0	3.8	-3.0	
		Mean	6.1	5.8	12.3	16.6	20.5	22.7	22.0	21.5	18.4	13.9	11.0	6.3	
	Max. Avr.	19.6	21.6	26.2	28.1	33.8	36.2	35.0	36.0	33.1	28.2	24.0	19.8		
	M.M. Avr.	12.6	13.8	19.5	23.7	28.9	33.2	32.4	32.3	29.5	25.1	19.3	12.5	23.6	
1973	Max.	Abs.	31.2	34.7	38.3	42.5	46.5	45.5	45.3	46.0	45.5	40.5	34.0	30.8	
		Mean	20.0	26.6	29.7	34.8	40.5	42.0	43.1	44.3	42.0	35.6	27.1	21.3	
	Min.	Abs.	-1.7	3.5	5.0	13.5	17.8	18.0	21.0	23.0	17.5	9.0	4.5	2.5	
		Mean	3.8	9.3	13.9	19.2	22.6	22.7	24.5	26.4	22.5	14.2	8.6	6.5	
	Max. Avr.	19.6	26.0	28.8	32.9	36.8	36.0	35.8	39.0	36.2	31.0	23.5	19.0		
	M.M. Avr.	11.9	18.0	21.8	27.0	31.6	32.4	33.8	35.4	32.2	24.9	17.8	13.9	25.1	

Abs. : Absolute maximum or minimum (extreme values) during the month
 Mean : Sum of values, number of values
 Average : 1/2 (highest value + lowest value)
 Max. Avr. : Highest average during the month
 M.M. Avr. : Monthly mean average sum of daily average, number of daily average

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
Hydrology Division
Riyadh

Monthly Values of	Air Temperature °C
Name of Station	Riyadh
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°39' 46°43' Alt. 564m
No.	R-001

Year	Items	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean	
1974	Max.	Abs.	30.0	33.7	32.0	42.0	43.5	46.0	45.5	47.0	43.0	38.0	36.0	31.0	
		Mean	20.0	22.6	25.8	34.8	38.9	43.0	42.9	43.5	40.4	34.6	30.2	21.0	
	Min.	Abs.	-2.5	0.5	8.5	10.0	15.2	17.5	17.7	18.0	17.0	6.0	5.5	1.5	
		Mean	8.0	8.5	14.0	16.8	19.9	22.3	23.4	22.6	19.0	13.3	8.0	8.8	
	Max. Avr.	22.0	25.2	25.5	31.0	33.5	36.2	36.8	37.2	32.5	28.0	23.4	22.2		
M.M. Avr.	14.0	15.6	19.9	25.8	29.4	32.7	31.1	33.0	29.8	24.0	19.1	19.4			
1975	Max.	Abs.	28.0	31.0	37.5	40.0	45.0	45.0	46.0	45.0	43.0	41.0	34.0	28.0	
		Mean	20.1	23.3	27.8	29.9	40.3	41.6	44.3	42.0	40.9	33.4	29.1	20.1	
	Min.	Abs.	-1.7	3.2	2.7	9.0	18.0	16.0	22.0	20.0	17.5	8.0	6.0	4.0	
		Mean	6.3	9.4	11.6	16.0	21.4	22.2	23.9	23.8	20.7	12.9	9.6	9.4	
	Max. Avr.	19.8	23.5	27.2	30.8	33.5	36.2	37.0	36.0	33.0	30.5	22.2	21.4		
M.M. Avr.	13.2	16.4	19.7	22.9	30.8	31.9	34.1	32.9	30.8	23.2	19.4	14.8			
1976	Max.	Abs.	28.5	31.0	31.0	37.4	43.6	44.2	44.0	45.0	44.0	40.6	32.0	29.8	
		Mean	21.9	20.5	23.4	29.4	38.3	42.5	41.6	42.5	39.5	36.5	27.1	25.1	
	Min.	Abs.	5.2	4.0	9.8	15.0	17.0	19.0	19.4	17.4	16.0	12.4	7.4	4.0	
		Mean	9.2	10.5	15.6	17.6	23.0	22.7	25.0	22.8	20.3	18.8	11.5	8.9	
	Max. Avr.	20.5	25.0	23.6	29.5	32.2	37.0	36.9	37.2	36.0	30.5	21.9	22.0		
M.M. Avr.	15.6	15.5	19.5	23.5	30.7	32.6	33.3	32.6	29.9	27.7	19.9	17.0			
1977	Max.	Abs.	25.0	30.0	37.4	41.0	44.0	44.8	44.0	45.0	44.0	38.8	34.8	31.6	
		Mean	18.7	26.1	30.5	31.8	40.3	41.9	42.0	42.8	39.4	34.0	29.7	24.5	
	Min.	Abs.	-2.0	4.2	5.0	10.0	18.0	18.6	18.8	18.8	15.2	13.8	4.6	1.4	
		Mean	6.5	6.8	13.6	16.4	22.0	22.2	22.6	22.9	19.6	17.8	10.9	10.6	
	Max. Avr.	17.2	20.4	28.0	31.4	33.9	35.5	34.5	35.5	33.2	29.7	25.4	23.3		
M.M. Avr.	12.5	16.5	22.1	24.1	31.2	32.0	32.3	32.9	29.5	25.9	19.3	17.5			
1978	Max.	Abs.	31.0	33.0	35.5	42.0	42.5	44.5	46.2	44.0	43.0	37.5	33.5	31.8	
		Mean	24.5	27.2	29.4	35.2	39.4	41.0	42.9	41.7	39.4	35.3	27.8	25.7	
	Min.	Abs.	2.2	6.0	6.0	12.0	15.0	16.5	20.0	19.0	15.0	11.0	5.0	4.2	
		Mean	8.2	10.8	12.6	20.0	20.6	21.9	26.4	23.0	19.8	13.6	9.9	8.3	
	Max. Avr.	22.5	23.5	28.0	34.1	33.8	35.2	38.4	35.4	32.6	26.5	22.8	22.0		
M.M. Avr.	16.4	19.0	21.0	27.6	30.0	31.4	34.6	32.4	29.6	24.4	18.8	17.0			

Abs. : Absolute maximum or minimum (extreme values) during the month
 Mean : Sum of values, number of values
 Average : 1/2 (highest value + lowest value)
 Max. Avr. : Highest average during the month
 M.M. Avr. : Monthly mean average sum of daily average, number of daily average

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development

Hydrology Division

Riyadh

Monthly Values of	Air Temperature °C
Name of Station	Riyadh
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°39' 46°43' Alt. 564m
No.	R-001

Year	Items		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean	
1979	Max.	Abs.	29.4	33.0	39.0	42.2	44.8	45.5	46.0	43.5	44.0	41.0	33.8	30.2		
		Mean	23.0	28.7	29.9	36.4	39.4	43.9	42.1	42.2	40.8	34.8	29.4	20.4		
	Min.	Abs.	1.0	2.1	3.0	11.0	15.6	21.0	21.0	21.0	16.2	12.2	2.0	0.0		
		Mean	7.0	9.7	11.9	15.2	21.2	24.9	23.5	23.4	19.6	14.8	8.8	6.2		
	Max. Avr.			19.9	26.6	29.5	29.6	35.1	38.0	36.4	36.2	33.2	28.8	22.0	21.6	
	M.M. Avr.			15.0	19.2	20.9	25.8	30.3	34.4	32.8	32.8	30.2	24.8	19.1	13.3	
1980	Max.	Abs.	31.0	31.7	41.2	43.0	42.8									
		Mean	20.4	22.6	31.2	36.1	37.8									
	Min.	Abs.	-1.7	1.0	1.4	12.4	12.2									
		Mean	5.4	10.2	15.0	18.5	19.4									
	Max. Avr.			23.5	25.1	30.0	35.9	31.7								
	M.M. Avr.			12.9	16.4	23.1	27.3	28.6								
	Max.	Abs.														
		Mean														
	Min.	Abs.														
		Mean														
	Max. Avr.															
	M.M. Avr.															
	Max.	Abs.														
		Mean														
	Min.	Abs.														
		Mean														
	Max. Avr.															
	M.M. Avr.															
	Max.	Abs.														
		Mean														
	Min.	Abs.														
		Mean														
	Max. Avr.															
	M.M. Avr.															

Abs. : Absolute maximum or minimum (extreme values) during the month
 Mean : Sum of values, number of values
 Average : 1/2 (highest value + lowest value)
 Max. Avr. : Highest average during the month
 M.M. Avr. : Monthly mean average sum of daily average, number of daily average

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
 Hydrology Division
 Riyadh

Monthly Values of	Precipitation mm
Name of Station	Riyadh
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°34' 46°43' Alt. 563m
No.	R-001

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1964	69.6	20.1	2.0	0.7	0.3	0	0	0	0	0	0.1	71.5	164.3
1965	6.2	0	0.5	37.6	0	0	0	0	0	0	12.7	0	57.0
1966	3.5	12.5	1.0	10.0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	27.1
1967	0.4	9.3	12.9	36.2	19.8	0	0	0	0	0	16.9	0	95.5
1968	0	31.2	4.1	43.7	38.8	0.7	0	0	0	0	1.8	5.4	125.7
Total													
Mean													
1969	15.2	3.1	7.6	19.6	4.9	0	0	1.1	0	0	1.9	0	123.4
1970	7.2	0	4.9	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0.3	12.6
1971	0	0.2	16.4	72.7	0.5	0	0	0	0	0	0	0.5	90.3
1972	27.1	0.5	48.6	24.0	3.6	T	0	0	0	0	6.7	10.0	120.5
1973	8.3	T	0	11.1	4.8	0	3.9	0	0	0	0	26.6	54.7
Total													
Mean													
1974	3.2	3.7	32.1	1.4	15.7	0	0	0	0	0	0	14.2	70.3
1975	15.8	5.0	43.5	35.7	1.0	0	0	0	0	0	0	22.0	123.0
1976	5.8	20.9	58.5	59.4	16.0	0	0	0	0	0	1.5	14.5	176.6
1977	17.2	T	5.6	7.4	7.8	0	0	0	0	1.0	0	4.2	43.2
1978	0.2	12.0	0	17.0	0	0	0	0	0	0	0	0	29.2
Total													
Mean													
1979	21.0	0	8.3	1.3	19.7	0	0	0	0	0	0	3.4	53.7
1980	17.6	34.6	3.4	0	6.0	0							
Total													
Mean													

Mean Values for Total Period of Observation

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Hydrology Division

Rainfall Intensity

Station: Riyadh

Station No: R-001

Year	Date	Rainfall in mm									Total Duration in Hours
		Maximum Intensity for Durations Indicated									
		10 min	20 min	30 min	1 hr	2 hr	3 hr	6 hr	12 hr	Total	
1963	9-5			10	10	11.5				11.5	2
	10-5			2	2	2.5	4	6		6	5
1964	5-1				4	7	9	10	11	13	13
	6-1				6	12	15	23.5	38.5	51.5	24
	12-12	3.5	3.5		4	4.2	5.6		7.3	13.0	24
	15-12			9	11.5	13.5	14.0	14.8	17.0	19.0	21
	16-12			7	8	9	11.0	20.0	21.0	24.5	16
1965	14-14			1.5						1.5	0.5
	15-14			12.0	20.0	20.5	21.0	22.0		22.0	6
	16-14			6.5	8.0	8.0				8	2
	21-11				7	8	8	10		10	4
1966	8-2				2	3	4.5	4.5	6	7	24
	9				1	1.5	2.5	3.0	3.5	3.5	9
1967	3-2			1.0	2.5		2.5			2.5	3.0
	28				0.5	1.0				1.0	2.0
	29			2.0	2.0		4.0	4.5		4.5	10
	5-3	2.0		2.5		2.5				2.5	1.5
	12-4			7.0	10.0	13.0	14.5	15.5	16.5	16.5	8
	13-4	2.0				3.5	3.5			3.5	3
	14-4			4.0	5.5					5.5	1.0
	19		3.0							3.0	0.33
	22-11	4.0								4.0	0.17
	26			4.0						4.0	0.5

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Hydrology Division

Rainfall Intensity

Station: Riyadh

Station No: R-001

Year	Date	Rainfall in mm									Total Duration in Hours
		Maximum Intensity for Durations Indicated									
		10 min	20 min	30 min	1 hr	2 hr	3 hr	6 hr	12 hr	Total	
1968	10-2			3.0	5.0	5.5	7.0	10.0	12	12	7
	11				4.0	4.0	4.5		10.5	14	19
	7-3	3								3	0.17
	8-4	1.5			1.5	1.5				3.5	11
	9-4			11	14.5	17.0	19.0			19.0	2.5
	11			6.5	7.5	11.5				11.5	1.5
	2-2	3.5			4.0	4.5				4.5	2.0
	13-5	7.0	7.0	8.0	9.5	9.5	14.0	16.0	16.5	16.5	8.0
	25			2.5						2.5	0.5
	26			3.0						3.0	0.5
	31	2.5		3.0	4.0					4.0	1.0
1969	4-1				3.0	5.0	6.5	10.5	12.5	18.5	19
	6	4.5			4.5	5.5				5.5	2
	9			3.3	3.3	3.5	3.5	5.0	5.5	6.0	19
	15			3.0	5.0	5.8	8.0	12.5	12.5	12.5	8
	17	2.0								2.0	0.17
	24				2.5	4.0	4.5	10	11	13.5	14
	29				2.5	2.8	4.0	4.5	5	5.0	7
	19-2			1	1.3	1.3	1.3	2		2.0	4.5
	15-3				1.0	1.2	1.4	1.7	2.5	2.5	12
	19		1.5	1.5				3.0		3.0	5.0
	18-4	1		1	2.4	2.6	2.6	3.2		3.2	6
1970	21-1	2	2	2	2	4	4	4	4	4.5	10

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Hydrology Division

Rainfall Intensity

Station: Riyadh

Station No: R-001

Year	Date	Rainfall in mm									Total Duration in Hours
		Maximum Intensity for Durations Indicated									
		10 min	20 min	30 min	1 hr	2 hr	3 hr	6 hr	12 hr	Total	
1971	28-3	1.5	2.5	3	4.5	5.0	5.5	6.0		6.0	5.25
	30	0.7	1	1.2	1.7	3.0				3.0	2
	8-4	7.0	10	15	21.0	25	26			26	2.5
	10	14	16.5	18.6	19.0	20.5				20.5	2
	12	6.5	7		7		11			11	2.75
1972	-1			1	1	1	1.8	2		2	3.25
	16-	2	2.8	3	3	3.5	7.5	8.5		8.5	3.5
	27-	4	5.0	6	6	6	6	11.2		11.2	4.0
	11-3				1.5	2.2	2.8	3.5		3.5	
	13-		1								0.33
	14-	2	2.5	3.0	3.5					3.5	1
	21-	3		3.5	4	7.5	7.5	11	17.8	17.8	11
	22-	5.0	6.5	10	13.5	13.6				13.6	1.75
	14-4	4								4.0	0.17
	16				2					2	1
	23			2	3	4	5	8		8	4
1973	28-12	1	1.5	2.2	3.5	4	7.3	8.5		8.5	5.25
1974	22-3			2.0	3.8	4.8	5.0				2.25
1975	29-3	5.5							10.0	31.0	18.5
	11-4	3.0	4.0							4.5	1.0
	13-4		3.0	6.0	9.0					9.0	1.0

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Hydrology Division

Rainfall Intensity

Station: Riyadh

Station No: R-001

Year	Date	Rainfall in mm									Total Duration in Hours
		Maximum Intensity for Durations Indicated									
		10 min	20 min	30 min	1 hr	2 hr	3 hr	6 hr	12 hr	Total	
1976	22-2	3.8		5.0	5.6					5.8	12
	13-3	5.0					5.6	9.8		9.8	5.32
	20-	5.0	5.2		5.6	10.8				10.8	2
	27-	4.0			4.6		6.4	7.4	12.6	12.6	8.1
	8-5	1.8	2.0			3.6		7.2			6
1977	7-1	10.0	11.6	11.8						11.8	0.5
	26-3	1.0	1.3	1.5	2.0	2.7	3.3		5.7	5.7	4.1
	21-12	1.5	2.3	2.3	2.2	3.1	4.2			4.2	1.0
1978	8-2	1.0	1.8	1.8	2.6	2.8	4.0	4.6		4.6	2.0
	29-4	6.6	10.2	10.4	11.8	14.2	14.2	15.6	15.8	15.8	3.5
1979	10-1	2.0	3.0	3.0	3.2	3.4	4.0	5.0		5.4	2.0
	22-1	8.0	9.7					10.0		10.0	0.3
	13-3	1.2	1.6	1.6	1.6	2.6			4.0	4.0	1.2
	6-5	3.0	4.0	4.8	6.8	8.0	8.2	8.2	11.2	13.4	4.0
	9-5	4.7	5.0	5.2	5.4	5.4	5.4	5.8	6.1	6.1	1.0
1980	9-	1.4	1.8	2.2	2.8	3.0	5.4			5.4	2
	23-1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	6.4			6.4	5
	10-11/2	4.0	4.0	4.2	4.4	6.8	6.8	7.2	13.8	23.2	7.5

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
Hydrology Division
Riyadh

Monthly Values of	Wind (km)
Name of Station	Riyadh
Location	
No.	

Year	Items	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1968	Prev. Wind Dir.			(SE)	NW	SE	N						
	M.M. Average			(5.8)	6.5	6.3	6.4	6.6	6.8	4.4	3.8	4.0	4.4
	Max. Wind Speed			(30.0)	30.5	32.5	25.5	27.5	24.0	19.5	19.0	18.0	16.5
	Dir. of Wind			SW	NW	NW	NW	NW	NW	NE	NE	S	SE
	Time of Max.			1100 1200	1800 1900	2300 2400	1500 1600	1400 1500	1400 1500	1400 1500	1400 1500	1100 1200	1000 1100
	Date of Max.			22	23	10	3	30	16	15	2	17	24
1969	Prev. Wind Dir.	SE		SE	N	N		(NW)		N	SE	SE	SE
	M.M. Average	5.1		5.6	6.6	5.5		(5.6)		4.0	3.4	4.3	3.8
	Max. Wind Speed	23.5		28.0	26.0	30.5		(16.0)		15.5	17.0	17.0	17.0
	Dir. of Wind	SE		NW	SE	NW		SW		NE	NE	SW	SE
	Time of Max.	1200 1300		300 400	600 700	2100 2200		1500 1600		1300 1400	1100 1200	1200 1300	900 1000
	Date of Max.	19		23	2	9		25		5	30	8	30
1970	Prev. Wind Dir.	Var	SE	SE	NE	NE	NW	NW	NW	N	N	S	S
	M.M. Average	5.4	5.5	5.6	6.0	6.5	6.3	6.0	5.5	4.9	4.1	2.9	4.4
	Max. Wind Speed	21.5	18.5	20.5	25.0	26.0	22.0	19.0	17.5	17.0	16.5	15.0	20.0
	Dir. of Wind	NW	N	N	N	N	N	N	NE	NW	NW	SE	SE
	Time of Max.	1100 1200	1800 1300	900 1000	1900 2000	2000 2100	1400 1500	1000 1100	1200 1300	1500 1600	1100 1200	1000 1100	700 800
	Date of Max.	22	22	5	19	1	23.0	28.0	1	9	22	27	11
1971	Prev. Wind Dir.	SE	NW	SE	WS	Var	NW	SE	SW	E	NW	NE	SW
	M.M. Average	5.0	5.7	6.0	7.0	5.5	7.1	6.3	5.1	4.6	4.2	3.7	5.0
	Max. Wind Speed	22.0	30.0	25.0	28.0	25.0	23.0	23.0	21.0	16.5	22.0	14.5	22.5
	Dir. of Wind	SE	N	N	NW	N	N	NE	SW	SE	NW	NE	Var
	Time of Max.	1400 1500	900 1000	1300 1400	2100 2200	2100 2200	1300 1400	1100 1200	1200 1300	1300 1400	900 1000	1300 1400	1200 1300
	Date of Max.	21	13	27	4	22	24	12	24	18	25	7	19

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
Hydrology Division
Riyadh

Monthly Values of	Wind Sp. (km)
Name of Station	Riyadh
Location	
No.	

Year	Items	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1972	Prev. Wind Dir.	Var	SW	SE	SW	SE	Var	Var	NW	SW	SW	SW	SW
	M.M. Average	5.6	6.0	6.8	6.0	6.6	4.8	6.6	4.3	3.9	3.2	3.9	5.0
	Max. Wind Speed	22.0	20	25	16	25	22	25	15	17	14	24.5	17.5
	Dir. of Wind	SW	SW	S	Var	Var	Var	SW	Var	SW	SE	SW	Var
	Time of Max.	1200 1300	1400 1500	1200 1300	1400 1500	1500 1600	0100 0200	1200 1300	1300 1400	1300 1400	1300 1400	1000 1100	1400 1500
	Date of Max.	29	7	1	23	17	9	12	5	16	3	3	28
1973	Prev. Wind Dir.	SE	SE	SE	SE	Var	Var	Var	Var	S	Var	Var	
	M.M. Average	4.8	5.2	6.8	6.0	6.3	6.8	7.2	6.3	5.2	3.9	4.0	
	Max. Wind Speed	20.0	26.0	26.0	21.0	30.0	21.0	32.0	11.0	21.5	17.5	21.0	
	Dir. of Wind	SE	Var	SE	SE	NW	NW	N	Var	NE	N	N	
	Time of Max.	1100 1200	1200 1300	1200 1300	1300 1400	0900 1000	1400 1500	1800 1900	1700 1800	1200 1300	1500 1600	1200 1300	
	Date of Max.	15	22	31	26	5	19	24	5	10	2	23	
1974	Prev. Wind Dir.	Var	SE	SE	S	SE	Var	NW	Var	SW	S	SW	Var
	M.M. Average	6.0	5.4	5.6	6.1	4.9	5.3	7.0	4.8	4.2	3.6	3.0	4.6
	Max. Wind Speed	29.0	17.5	28	21.5	31.0	20.0	21	19	15	21	13.5	17
	Dir. of Wind	N	NW	NW	S	Var	NW	NE	NW	SW	SW	NW	W
	Time of Max.	1200 1300	1500 1600	1200 1300	1800 1900	0200 0300	900 100	1400 1500	1500 1600	1300 1400	1500 1600	1300 1400	0700 0800
	Date of Max.	18	28	17	9	9	2	25	19	5	7	23	23
1975	Prev. Wind Dir.	Var	SW	Var	SE	SW	Var	SE	X	X	NW	X	Var
	M.M. Average	5.1	5.1	5.7	5.2	5.4	7.1	5.4	X	X	4.4	X	5.0
	Max. Wind Speed	24.5	23.0	23.0	20.0	28.0	29.0	15.5	X	X	19.0	X	16.5
	Dir. of Wind	NW	S	NW	NW	NE	N	NW	X	X	NW	X	NW
	Time of Max.	1300 1400	1300 1400	0900 1000	1300 1400	2300 2400	1500 1600	1600 1700	X	X	1400 1500	X	1500 1700
	Date of Max.	24	24	3	22	5	9	21	X	X	12	X	10

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
Hydrology Division

Monthly Values of	Wind Speed (km/hr) and Direction
Name of Station	Riyadh
No.	R-001
Location	24°39' 46° 43'
Altitude	563.8m

Year	Items	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
1976	Max.	Speed	18.0	19.0	19.0	25.5	23.5	25.0	22.0	21.0	23.0	16.5	19.0	19.0
		Dir.	NW	SE	NW	NE	NW	Var.	Var.	NNW	Var.	SW	SW	SW
		Time	1900	1500	1500	0800	2000	1400	1300	1700	1200	1200	1000	1300
			2000	1600	1600	0900	2100	1500	1400	1800	1300	1300	1100	1400
	Date	10	27	10	11	2	26	1	1	15	18	28	26	
	Mean	4.3	7.0	6.1	4.8	5.3	6.6	7.8	7.2	5.5	3.8	4.1	3.4	
Pre.W.Dir.	SE	SE	SE	Var.	SE	Var.	Var.	NW	Var.	Var.	SW	Var.		
1977	Max.	Speed	22.5	19.5	25.0	20.0	23.0	31.0	18.5	16.0	17.5	18.0	16.5	22
		Dir.	NW	Var.	SW	Var.	SW	Var.	Var.	Var.	NNW	NE	NNW	SE
		Time	1300	1700	1000	2000	0300	1000	1600	1200	1500	2000	1200	1200
			1400	1800	1100	2100	0400	1100	1700	1300	1600	2100	1300	1300
	Date	28	24	26	24	23	26	22	4	14	23	17	13	
	Mean	5.7	4.3	6.0	8.2	5.4	6.2	7.0	4.9	4.2	4.4	4.6	4.8	
Pre.W.Dir.	Var.	Var.	Var.	Var.	Var.	Var.	NNW	Var.	Var.	Var.	NNW	SE		
1978	Max.	Speed	27.0	25.0	24.0	23.0	23.0	22.0	22.0		15.0	-	21.0	17.5
		Dir.	NNW	NNW	Var.	NNW	SW	NNW	NNW		NW	-	NW	SE
		Time	0200	1700	2100	2000	1100	1500	0900		1300	-	1200	1100
			0300	1800	2200	2100	1200	1600	1000		1400	-	1300	1200
	Date	26	24	18	24	31	24	3		15	-	4	11	
	Mean	4.5	4.6	5.9	6.2	5.6	7.7	6.5		5.0	-	4.6	4.2	
Pre.W.Dir.	Var.	Var.	Var.	Var.	SE	NNW	NNW		NNW	-	NNE	SE		
1979	Max.	Speed	23.0	18.0	22.0	22.0	26.0	22.0	23.0	18.0	14.5	11.5	14.5	19.5
		Dir.	SE	Var.	Var.	SE	W	Var.	Var.	W	NE	SE	SW	Var.
		Time	1100	1200	2300	1100	0900	1500	1200	1900	0100	1100	1000	2400
			1200	1300	2400	1200	1000	1600	1300	2000	0200	1200	1100	0100
	Date	9	28	27	14	5	25	10	28	16	15	29	30	
	Mean	4.4	5.2	5.8	4.6	5.9	5.6	8.2	4.3	3.5	3.2	2.9	4.9	
Pre.W.Dir.	SE	Var.	Var.	SE	SE	NNW	NNW	NNW	Var.	SE	Var.	Var.		

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
Hydrology Division

Monthly Values of	Wind Speed (km/hr) and Direction
Name of Station	Riyadh
No.	R-001
Location	24°34' 46°43'
Altitude	564m

Year	Items	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1980	Max. Speed	21.0	25.0	23.5	20.0	21.0							
		Dir.	NNW	W	SW	SE	W						
	Time	0100	2300	1000	1200	2000							
		0200	2400	1100	1300	2100							
	Date	24	25	9	2	4							
	Mean		4.0	6.2	6.0	5.7	5.2						
	Pre.W.Dir.	SE	SE	SE	SE	NE							
1981	Max. Speed												
		Dir.											
	Time												
		Date											
	Mean												
		Pre.W.Dir.											
1982	Max. Speed												
		Dir.											
	Time												
		Date											
	Mean												
		Pre.W.Dir.											
1983	Max. Speed												
		Dir.											
	Time												
		Date											
	Mean												
		Pre.W.Dir.											

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
 Hydrology Division
 Riyadh

Monthly Values of	Mean Soil Temperature °C SCM
Name of Station	Riyadh 0900 hr
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°37' 46°43' Alt. 563 m
No.	R-001

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1976	13.5	14.2	16.9	22.7	29.3	33.4	24.7	34.2	31.7	27.2	26.0	15.3	
1977	11.4	15.1	21.1	25.5	31.8	34.6							
1978	13.8	15.0	20.7	27.2	31.5	33.4	36.1	36.1	30.3	26.0	19.7		
1979	14.7	17.5	21.8	29.0	32.7	37.7	37.3	36.7	33.7	27.9	20.7	14.6	
Total													
Mean													
Total													
Mean													
Total													
Mean													

Mean Values for Total Period of Observation

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
 Hydrology Division
 Riyadh

Monthly Values of	Mean Soil Temperature °C 10cm
Name of Station	Riyadh 0900 hr
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°37' 46°43' Alt. 563m
No.	R-001

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1976	13.7	14.5	17.1	22.8	29.1	32.8	34.0	33.5	31.1	29.1	27.7	23.0	
1977	11.1	14.6	20.9	25.2	30.8	33.6							
1978	14.1	15.2	20.5	26.7	30.5	32.4	35.2	34.6	29.9	24.3	18.9		
1979	14.3	16.0	20.3	26.5	30.5	35.1	34.8	34.0	32.1	26.3	19.6	14.1	
Total													
Mean													
Total													
Mean													
Total													
Mean													

Mean Values for Total Period of Observation

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
 Hydrology Division
 Riyadh

Monthly Values of	Mean Soil Temperature °C 20cm
Name of Station	Riyadh 0900hr
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°37' 46°43' Alt. 563m
No.	R-001

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1976	15.6	16.5	18.6	24.1	30.9	34.7	35.9	35.8	32.9	29.8	22.5	18.0	
1977	13.8	16.9	22.7	26.6	32.4	35.2							
1978	16.6	17.4	22.1	28.1	31.4	34.0	36.5	35.3	32.5	26.5	21.1		
1979	16.5	18.3	22.3	27.8	31.4	36.2	35.8	35.3	33.2	28.7	22.8	16.8	
Total													
Mean													
Total													
Mean													
Total													
Mean													

Mean Values for Total Period of Observation

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
 Hydrology Division
 Riyadh

Monthly Values of	Mean Soil Temperature °C 50cm
Name of Station	Riyadh 0900 hr
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°37' 46°43' Alt. 563m
No.	R-001

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1976	17.4	18.1	18.9	25.2	30.9	35.0	37.2	36.7	34.4	31.5	25.2	20.7	
1977	16.9	18.8	23.3	27.5	32.5	35.5							
1978	18.4	19.3	21.9	27.8	31.4	34.4	36.2	36.2	34.0	28.9	23.6		
1979	18.6	19.9	23.3	28.3	31.2	36.0	35.8	35.7	34.2	30.6	25.4	19.8	
Total													
Mean													
Total													
Mean													
Total													
Mean													

Mean Values for Total Period of Observation

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
Hydrology Division
Riyadh

Monthly Values of	Radiation Integrator ml
Name of Station	Riyadh
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°39' 46°43' Elevation 563.8m
No.	R-001

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1964											3433	2315	
1965	2811	3281	5393	4987	6508	6533	6952	6537	5985	5505	3992	3124	61609
1966	3529	3915	5439	5265	6903	7050	7184	6900	6280	5471	4201	4834	66971
1967	4159	4153	5298	5935	7764	8406	9009	8694	6851	5130	2781	3246	71426
1968	3350	3506	4954	5304	5586	6723	7029	6302	5769	4313	3751	3231	59818
Total													
Mean													
1969	2354	4156	5353	5149	6736	7678	6994	6950	6014	5698	3334	3326	63622
1970	3033	3916	5195	5670	6022	6666	6830	6790	5692	4910	3714	3092	61590
1971	3677	1289	5450	5232	5766	6539	6835	6626	5897	5874	4249	3330	63756
1972	3273	4542	5084	4953	6216	6584	6991	7032	6528	5676	3422	2593	62858
1973	3597	4079	5415	5646	6564	6844	6841	7105	6241	5609	3720	2440	6411
Total													
Mean													
1974	282	373	423	639	626	646	663	622	601	508	354	183	
1975	223	291	486	472	653	714	746	687	553	507	358	236	
1976	334	350	421	568	657	693	728	691	625	533	364	345	
1977		456	549	551	521	577							
1978*	11.9	14.4	17.2	19.2	22.2	23.0	22.4	21.7	19.7	18.4	11.3		
Total													
Mean													
1978	368	420	478	519	582	598	586	571	530	503	355	360	
1979	341	470	534	621	667	675	679	644	599	487	392	312	
Total													
Mean													

Mean Values for Total Period of Observation

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
Hydrology Division
Riyadh

Monthly Values of	Relative Humidity %
Name of Station	Riyadh
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°39' 46°43' Elev. 563.8m
No.	R-001

Year	Items	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean
1964	Max.	Abs.								41	94	82	100	
		Mean								31	40	54	82	
	Min.	Abs.								17	15	21	16	
		Mean								19	20	28	38	
	Max. Avr.									32	63	60	92	
M.M. Avr.									25	30	41	60		
1965	Max.	Abs.	100	80	60	100	28	24	22	38	27	75	80	64
		Mean	84	52	33	53	23	18	15	19	19	31	58	54
	Min.	Abs.	18	9	8	8	3	6	5	4	6	7	13	14
		Mean	34	20		21	7	7	7	8	8	11	23	24
	Max. Avr.		78	65	43	80	28	15	15	27	20	48	59	44
M.M. Avr.		60	36	24	37	15	12	11	14	14	21	40	39	
1966	Max.	Abs.	82	90	100	100	34	23	19	46	34	58	55	78
		Mean	52	58	56	46	20	14	14	19	22	36	40	49
	Min.	Abs.	14	12	7	7	3	3	3	7	2	8	10	6
		Mean	24	24	29	21	8	6	7	9	11	18	21	24
	Max. Avr.		70	64	74	73	22	16	14	27	24	39	40	57
M.M. Avr.		38	41	43	33	14	10	11	14	16	27	31	36	
1967	Max.	Abs.	79	88	90	74	83	53	68	49	47	74	90	100
		Mean	48	55	44	44	51	33	40	40	38	50	73	88
	Min.	Abs.	11	13	0	5	10	12	12	15	9	9	15	15
		Mean	21	25	16	16	12	14	16	18	14	16	31	30
	Max. Avr.		63	59	68	51	55	36	48	34	32	50	78	70
M.M. Avr.		34	40	30	30	34	23	29	29	26	33	52	59	
1968	Max.	Abs.	88	100	86	100	97	79	50	52	56	69	92	100
		Mean	67	84	58	75	64	44	36	38	39	48	76	87
	Min.	Abs.	11	12	11	11	17	10	10	11	11	11	16	20
		Mean	22	33	17	23	22	15	14	14	15	16	23	31
	Max. Avr.		58	85	56	66	60	52	34	36	36	44	68	68
M.M. Avr.		45	59	38	49	43	30	25	26	27	32	45	59	

Abs. : Absolute maximum or minimum (extreme values) during the month
 Mean : Sum of values, number of values
 Average : 1/2 (highest value + lowest value)
 Max. Avr. : Highest average during the month
 M.M. Avr. : Monthly mean average sum of daily average, number of daily average

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
Hydrology Division
Riyadh

Monthly Values of	Relative Humidity %
Name of Station	Riyadh
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°39' 46°43' Elev. 563.8m
No.	R-001

Year	Items	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean
1969	Max. Abs.	100	100	95	87	73	42	37	31	41	51	91	90	
	Mean	95	92	62	56	45	35	28	22	29	34	70	75	53
	Min. Abs.	28	9	9	10	10	10	7	7	6	7	11	16	
	Mean	50	29	19	16	14	12	13	8	9	10	28	22	19
	Max. Avr.	99	84	63	60	45	27	26	22	24	37	69	61	
1970	M.M. Avr.	73	60	40	36	30	24	20	15	19	22	48	48	36
	Max. Abs.	100	87	93	66	54	38	40	31	58	88	96	96	
	Mean	78	60	50	43	35	31	29	25	29	58	80	84	50
	Min. Abs.	10	12	7	13	13	12	12	8	10	11	22	23	
	Mean	29	21	17	17	16	14	14	11	13	22	28	37	20
1971	Max. Avr.	74	55	61	41	39	26	28	26	35	58	64	76	
	M.M. Avr.	54	41	34	30	25	23	21	18	21	40	54	60	35
	Max. Abs.	99	94	80	85	58	40	38	48	37	55	92	92	
	Mean	82	64	57	60	43	26	30	32	31	40	80	68	49
	Min. Abs.	22	18	14	17	16	10	14	13	12	13	17	17	
1972	Mean	34	27	27	30	21	15	16	16	15	18	26	30	23
	Max. Avr.	71	66	68	64	43	29	27	33	28	38	62	89	
	M.M. Avr.	58	45	42	45	32	21	23	24	23	29	44	49	36
	Max. Abs.	95	93	88	84	70	48	36	38	43	58	89	86	
	Mean	79	67	63	66	49	36	30	31	34	42	69	62	52.3
1973	Min. Abs.	23	20	14	18	16	12	13	12	13	12	15	18	
	Mean	38	29	31	30	23	15	15	14	15	16	28	38	24.3
	Max. Avr.	73	67	70	66	46	35	26	28	29	39	69	69	
	M.M. Avr.	58	48	47	48	36	25	22	23	24	29	49	50	38.2
	Max. Abs.	93	88	63	76	60	37	49	32	32	52	68	92	
1973	Mean	65	44	39	38	34	25	28	22	24	40	47	67	
	Min. Abs.	16	12	12	13	13	12	13	11	4	12	13	12	
	Mean	28	24	20	20	17	14	16	13	12	16	22	33	
	Max. Avr.	66	67	49	62	41	26	37	23	22	38	49	84	
	M.M. Avr.	47	34	30	29	26	20	22	18	18	28	34	50	30

Abs. : Absolute maximum or minimum (extreme values) during the month
Mean : Sum of values, number of values
Average : 1/2 (highest value + lowest value)
Max. Avr. : Highest average during the month
M.M. Avr. : Monthly mean average sum of daily average, number of daily average

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
Hydrology Division
Riyadh

Monthly Values of	Relative Humidity %
Name of Station	Riyadh
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°39' 46°43' Alt. 564m
No.	R-001

Year	Items	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean	
1974	Max.	Abs.	96	85	97	88	96	39	35	41	47	68	88	96	
		Mean	70	58	83	51	57	29	23	30	33	40	62	76	
	Min.	Abs.	15	9	15	8	11	9	8	10	8	8	14	12	
		Mean	39	23	30	15	17	12	12	14	14	14	20	33	
	Max. Avr.		94	62	78	55	67	26	24	29	32	42	58	90	
	M.M. Avr.		55	41	56	33	37	21	18	22	23	27	41	54	
1975	Max.	Abs.	96	96	96	96	79	43	42	52	62	90	96	87	
		Mean	75	77	49	84	49	30	31	31	36	45	73	70	
	Min.	Abs.	17	8	12	9	13	12	12	10	11	9	17	12	
		Mean	30	26	20	23	16	14	15	16	15	17	24	30	
	Max. Avr.		88	75	87	84	47	29	31	36	41	56	64	80	
	M.M. Avr.		52	51	35	54	33	21	23	23	26	31	48	50	
1976	Max.	Abs.	96	96	96	96	96	41	27	27	36	51	99	97	
		Mean	84	77	74	84	53	24	20	20	26	37	77	75	
	Min.	Abs.	8	15	10	12	8	6	7	7	8	10	13	15	
		Mean	26	26	26	22	16	8	9	9	12	12	26	26	
	Max. Avr.		75	71	78	71	57	25	17	18	24	33	70	74	
	M.M. Avr.		55	51	50	53	35	16	14	14	19	25	52	51	
1977	Max.	Abs.	97	98	88	97	96	46	34	54	38	97	98	97	
		Mean	86	71	51	53	49	28	25	29	31	60	82	89	
	Min.	Abs.	15	7	12	9	8	9	12	9	11	14	11	14	
		Mean	27	17	16	14	14	12	13	13	13	25	28	34	
	Max. Avr.		76	60	56	56	56	29	25	37	28	76	70	82	
	M.M. Avr.		56	43	34	34	32	20	19	21	22	42	55	62	
1978	Max.	Abs.	97	97	97	96	97	44	62	33	45	70	100	100	
		Mean	76	80	56	56	38	30	33	24	30	44	72	81	
	Min.	Abs.	14	9	8	13	8	11	9	8	11	12	7	8	
		Mean	24	22	18	20	12	15	16	12	14	17	25	21	
	Max. Avr.		74	81	59	59	56	30	37	23	31	46	73	69	
	M.M. Avr.		50	51	37	38	25	23	24	18	22	30	48	51	

Abs. : Absolute maximum or minimum (extreme values) during the month
 Mean : Sum of values, number of values
 Average : 1/2 (highest value + lowest value)
 Max. Avr. : Highest average during the month
 M.M. Avr. : Monthly mean average sum of daily average, number of daily average

MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

Department of Water Resources Development
 Hydrology Division
 Riyadh

Monthly Values of	Relative Humidity %
Name of Station	Riyadh
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°39' 46°23' Alt. 564m
No.	R-001

Year	Items		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean
1979	Max.	Abs.	100	100	100	100	100	54	54	43	68	76	89	88	
		Mean	90	77	43	49	40	38	24	30	41	52	66	71	
	Min.	Abs.	8	10	4	2	0	3	6	7	8	9	8	8	
		Mean	18	17	17	13	6	12	10	10	13	16	14	25	
	Max. Avr.		72	63	81	62	60	33	36	30	44	54	50	76	
M.M. Avr.		54	47	40	31	23	25	17	20	27	34	40	43		
1980	Max.	Abs.	98	100	100	70	92								
		Mean	80	77	63	43	37								
	Min.	Abs.	4	13	8	6	16								
		Mean	22	23	17	13	9								
	Max. Avr.		83	73	59	43	50								
M.M. Avr.		51	50	40	28	23									
	Max.	Abs.													
		Mean													
	Min.	Abs.													
		Mean													
	Max. Avr.														
M.M. Avr.															
	Max.	Abs.													
		Mean													
	Min.	Abs.													
		Mean													
	Max. Avr.														
M.M. Avr.															
	Max.	Abs.													
		Mean													
	Min.	Abs.													
		Mean													
	Max. Avr.														
M.M. Avr.															

Abs. : Absolute maximum or minimum (extreme values) during the month
 Mean : Sum of values, number of values
 Average : 1/2 (highest value + lowest value)
 Max. Avr. : Highest average during the month
 M.M. Avr. : Monthly mean average sum of daily average, number of daily average

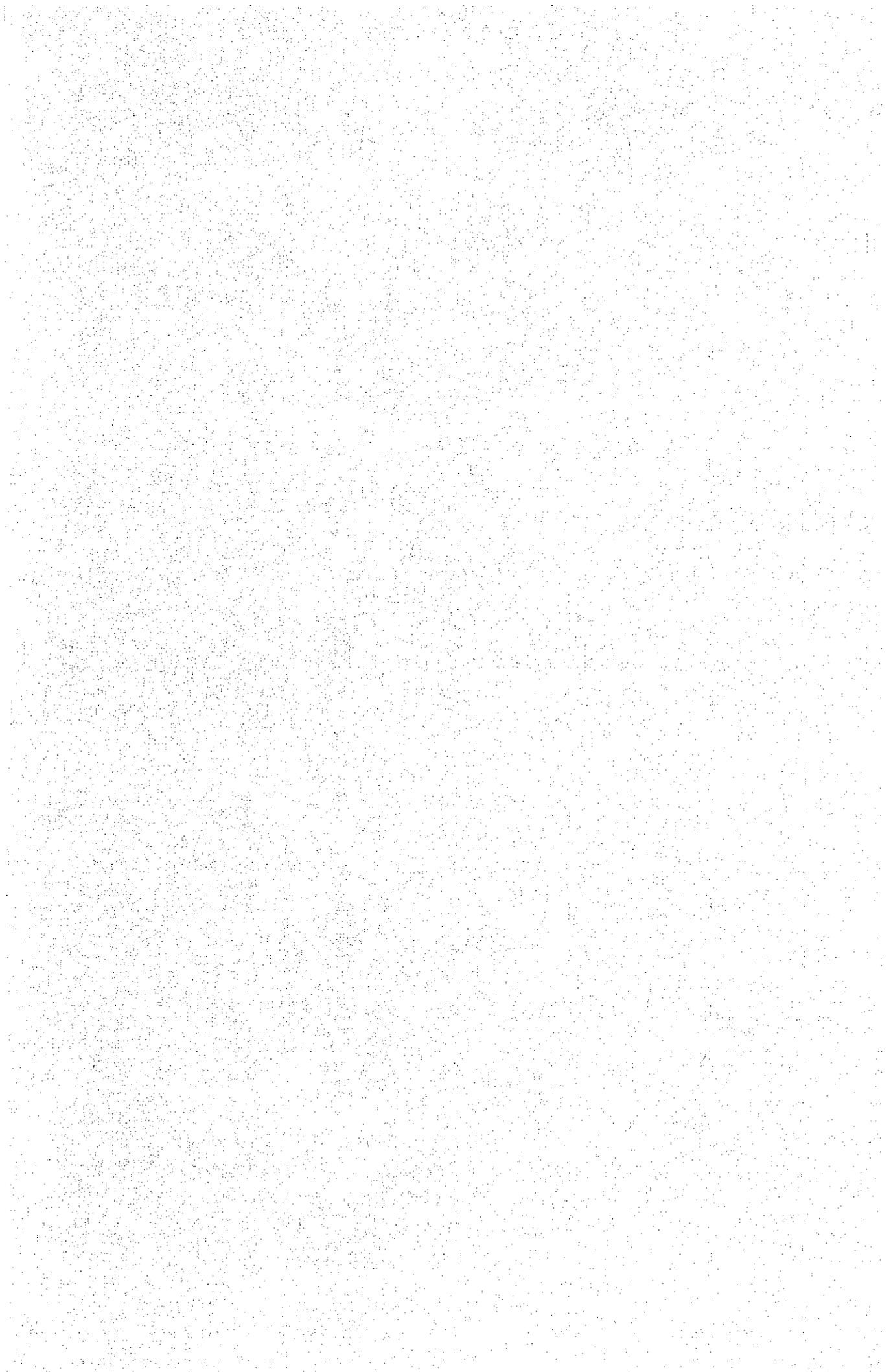
MINISTRY OF AGRICULTURE AND WATER

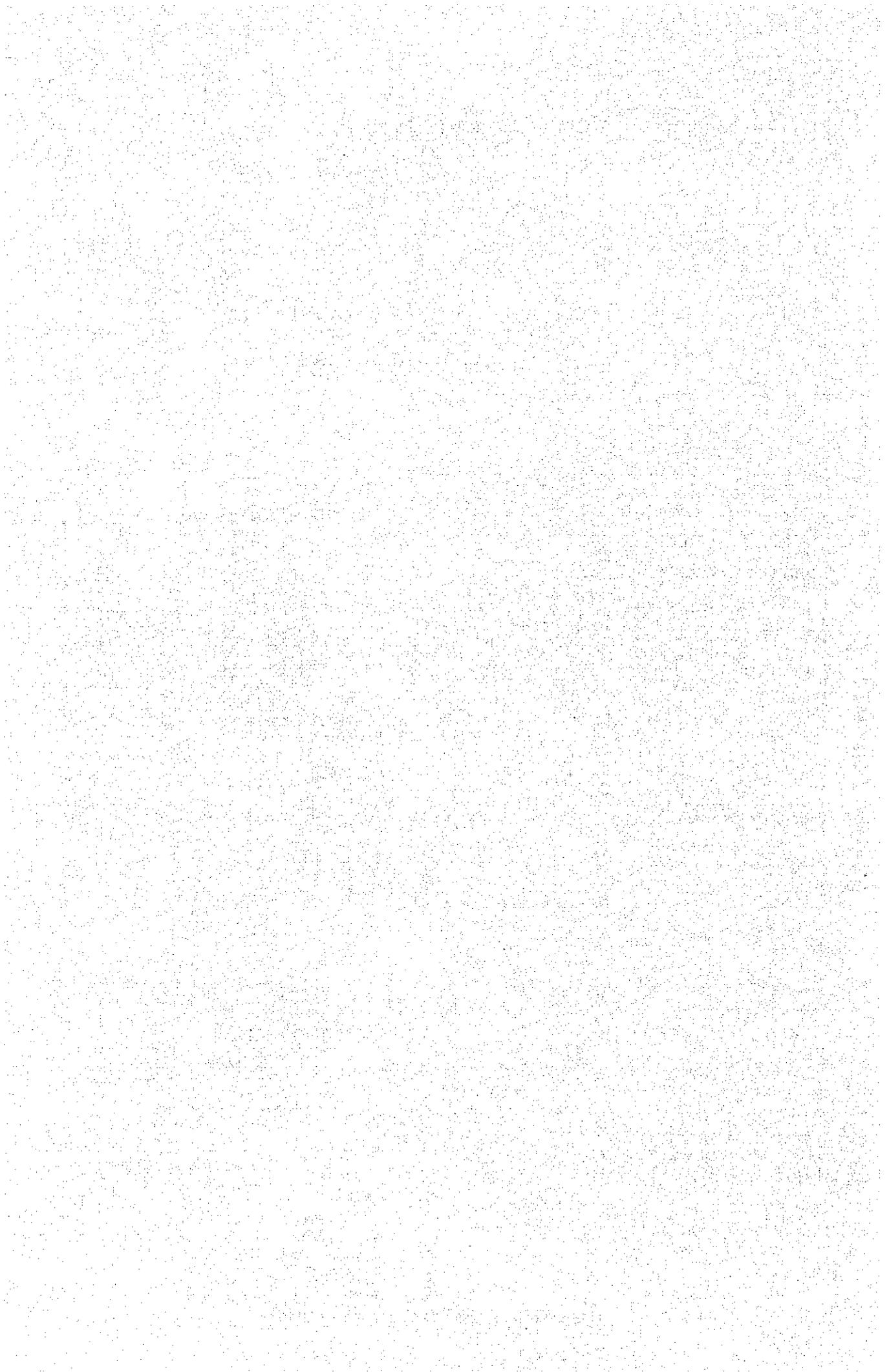
Department of Water Resources Development
Hydrology Division
Riyadh

Monthly Values of	Evaporation mm
Name of Station	Riyadh
Observed by	M.O.A.W.
Location	24°39' 46°43' Alt. 564m
No.	R-001

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1964											142	74	
1965	95	135	233	222	326	366	405	357	320	243	143	126	2971
1966	132	148	242	260	378	413	462	428	322	244	154	122	3305
1967	124	145	204	243	282	367	385	350	264	203	104	87	2758
1968	104	98	202	203	224	288	330	315	250	172	123	98	2407
Total													1441
Mean													2861
1969	68	97	194	223	319	369	401	357	270	197	114	90	2699
1970	93	134	195	276	342	354	355	326	251	186	117	81	2710
1971	103	142	202	216	275	336	351	316	258	201	120	86	2606
1972	79	133	178	186	308	330	351	315	268	192	104	70	2514
1973	89	144	233	293	325	374	380	393	316	216	113	67	2944
Total													3473
Mean													2695
1974	89	126	152	277	296	340	381	310	278	187	104	82	2622
1975	80	114	227	188	343	396	370	384	284	225	116	87	2814
1976	112	151	163	218	360	452	528	467	376	269	163	119	3378
1977	108	171	253	313	364	416	402	387	309	249	148	124	3244
1978	126	128	221	287	362	414	392	379	311	206	148	144	3118
Total													
Mean													
1979	118	161	233	289	340	416	471	403	297	304	216	146	3402
Total													
Mean													

Mean Values for Total Period of Observation





7.2(1) 下水道施設の調査

リヤド市の下水道について調査した結果を添付する。

下水処理場水質については、リヤド市上下水道供給公社が別紙様式により水質データを採取している。これを付属書 7.2(1)-①として添付する。

7.2(1)-① リヤド市上下水道公社下水処理プロジェクト

訪 問 日 1980年9月29日

面 接 者 A. マラーイ バデル (土木技師リヤド下水処理プロジェクト)

ユーサフ・A・エルスーフイ (水資源技師 同上)

サム・ユーセフ・ラハラウイ (土木技師 同上)

アブドラ・アジズ・A・ドリピイ (プロジェクトマネージャー)

ナジー シャムマス博士 (公社顧問 リヤド大学教授)

訪 問 者 猪飼 勝, 加藤圭一, 宮崎正浩, 堀 順三, 井上源之助, 小笠原尙夫
津田 宏, 糸井 滋, 高橋 洋

同 行 者 オマール・アルシェイク (サウディ農水省)

長田直俊・小森 毅

概 要 質問書を渡し検討を要するものは後日回答を貰うこととして情報を得た。公社内は上水道と下水処理の2部門に分れるが、当日は下水処理プロジェクトのメンバーのみが会談する。下水処理プロジェクトのエンジニアは14名で予算は20億リヤル、運転とメンテナンスの契約を行っている。下水道計画は市街を14地区に分け行っている。シャムマス博士によるとリヤド市では人口900,000人のうち200,000人が下水道を利用している。上水の計画水量は現在300ℓ/日・人、次期拡張期の計画水量は340ℓ/日・人になると予想している。人口増加に対し、下水道計画は常に遅れを取り、現在の下水処理場は能力40,000m³/dに対し処理量は50,000m³/dである。処理規準はBODおよびSSについてのみ設け、BODについては300mg/ℓの80%除去値60mg/ℓを計画値としている。しかし実際の処理は成行きになり勝ちである。TDS値の改善は現在の散水床ではなされない。

水質データは次のもののみで、化学分析データはない。^{*}

* 化学分析、細菌検査は様式を定め必要の都度行う。

下水処理水再利用のために定められた水質規準はない。石油精油所での利用は冷却水としての目的のみである。

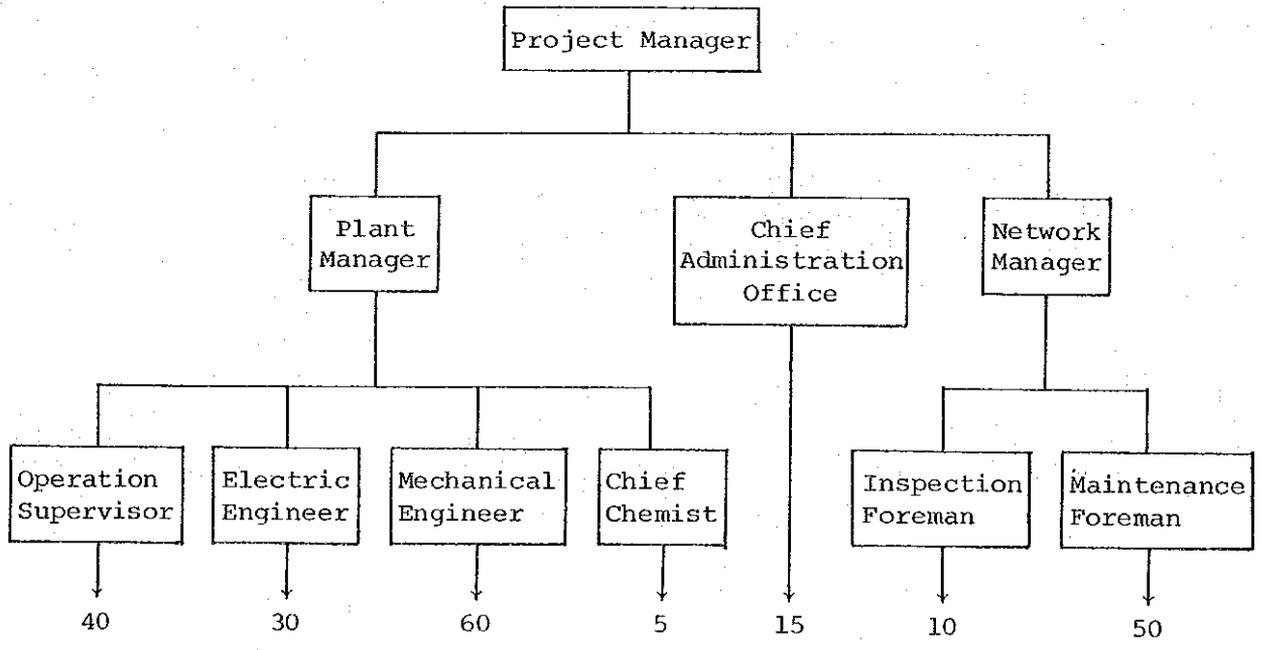
データのあるもの 温度
 pH
 BOD
 SS

TDSの変化の実態は2,000 mg/lから3,000 mg/lであろう。
 TDSの悪化は雨期に生じる。下水処理場がオーバーロードになる結果、処理水への塩素添加量が増加している。現在の下水処理上の運転に関しコントロール面での問題はない。処理水を穴を掘って放流すると浅井戸へ影響を与え、付近の浅井戸は使えなくなる。重金属については何の基準も設けていない。下水処理場の建設計画は予算によるが、1981年末現在の処理量40,000 m³/dから80,000 m³/dへ、1983年末には200,000 m³/dとする。
 200,000 m³/dの処理量に達したら別のプラントを作り合計で400,000 m³/dとする。
 濃縮排水を放流してBOD、SSの値が悪くならなければ、下水処理プロジェクトの責任にはならない。濃縮排水はBODもSSも含まないので下水処理の水質データの上では有利になるかもしれないとの見解も成立し得る。

7.2(1) リヤド市の下水道

1. 組織

リヤド上下水道公社の下水道部門が維持管理を行うが、その下部組織である施設の維持管理は下記のとおりである。(数字は人数)



2. 施設概況

2.1 下水道管路

下水道管路は次の幹線からなる。

① Batha 幹線 (Ø 2,000)

市の中央部を走るもので、現在使用している。

② Kharj 幹線 (Ø 1,000)

市の東部を走り、途中から Batha 幹線に合流する。

③ 現在全部使用されていない。

Hanifa 幹線 (Ø 2,300)

市の西部を走り、現在建設中である。

2.2 下水道管の管種

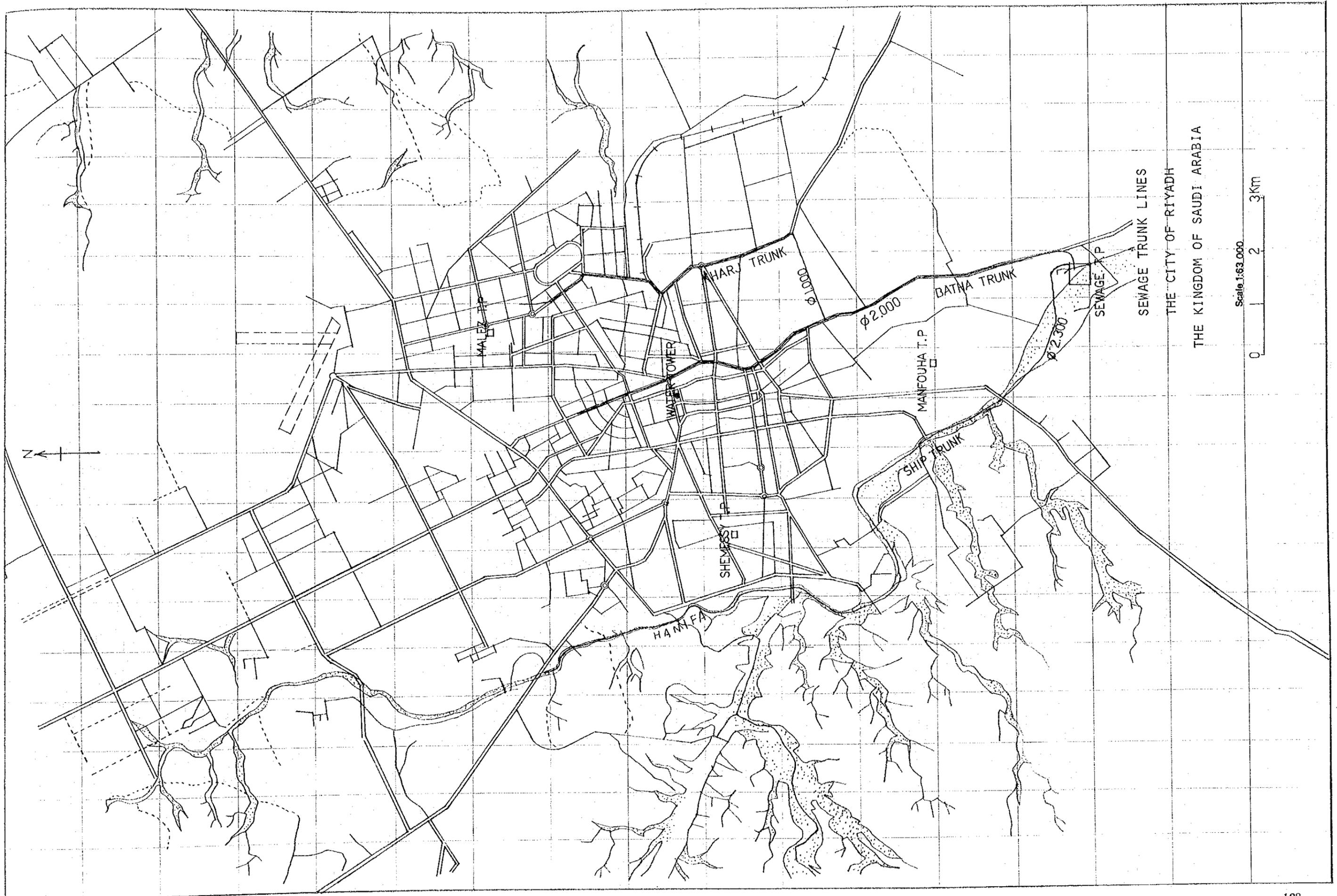
管径の小さいもの PVC管

＃ 中位のもの 陶管

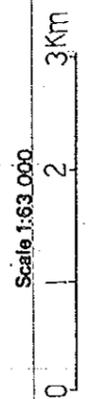
＃ 大きいもの PVCライニングコンクリート管

この他 G. R. P も使用されている。

なお、下水道幹線の概略図を図1に示す。



SEWAGE TRUNK LINES
 THE CITY OF RIYADH
 THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA



7.2 (1)-② マンホーハ下水処理場

調査日 1980年9月30日
面接者 D.J. クラーク (プロジェクト・マネージャー)
A. ホワイトヘッド博士 (チーフ・ケミスト)
ユーサフ・A・エルスーフィ
調査者 猪飼 勝, 加藤圭一, 宮崎正浩, 堀 順三, 井上源之助, 小笠原尚夫
津田 宏, 糸井 滋, 高橋 洋
同行者 オマール・アルシェイク (サウディ農水省)
長田直俊, 小森 毅

マンホーハ下水処理場の調査事項を次に記す。

マンホーハ下水処理場

現在, リヤド市唯一の下水処理場で, 市の南部郊外に位置している。

(1) 規模

現在	40,000 m ³ /d
1981年	80,000 m ³ /d
1983年	200,000 m ³ /d

(2) 処理フロー (図2参照)

下水 → スクリーンおよび流量測定 → 砂利, 砂等の除去および曝気 → ポンプ場 → 最初沈殿タンク → 第1散水汙床[⊕] → 第1ヒューマスタック[※] → 第2散水汙床[⊕] → 第2散水汙床 → 第2ヒューマスタック[※] → ラグーン → Wadi へ放流
塩素注入 → 再利用

また, 最初沈殿タンクおよびヒューマスタックから排出される汚泥処理フローは次のとおりである。

汚泥 → 沈殿タンク → 消化タンク → 乾燥床 → 近くへ廃棄

※ 第1ヒューマスタックは中間沈殿池, 第2ヒューマスタックは最終沈殿池のことである。

⊕ 散水汙床の汙材は現在の碎石を, 拡張分はプラスチック製に変更する。

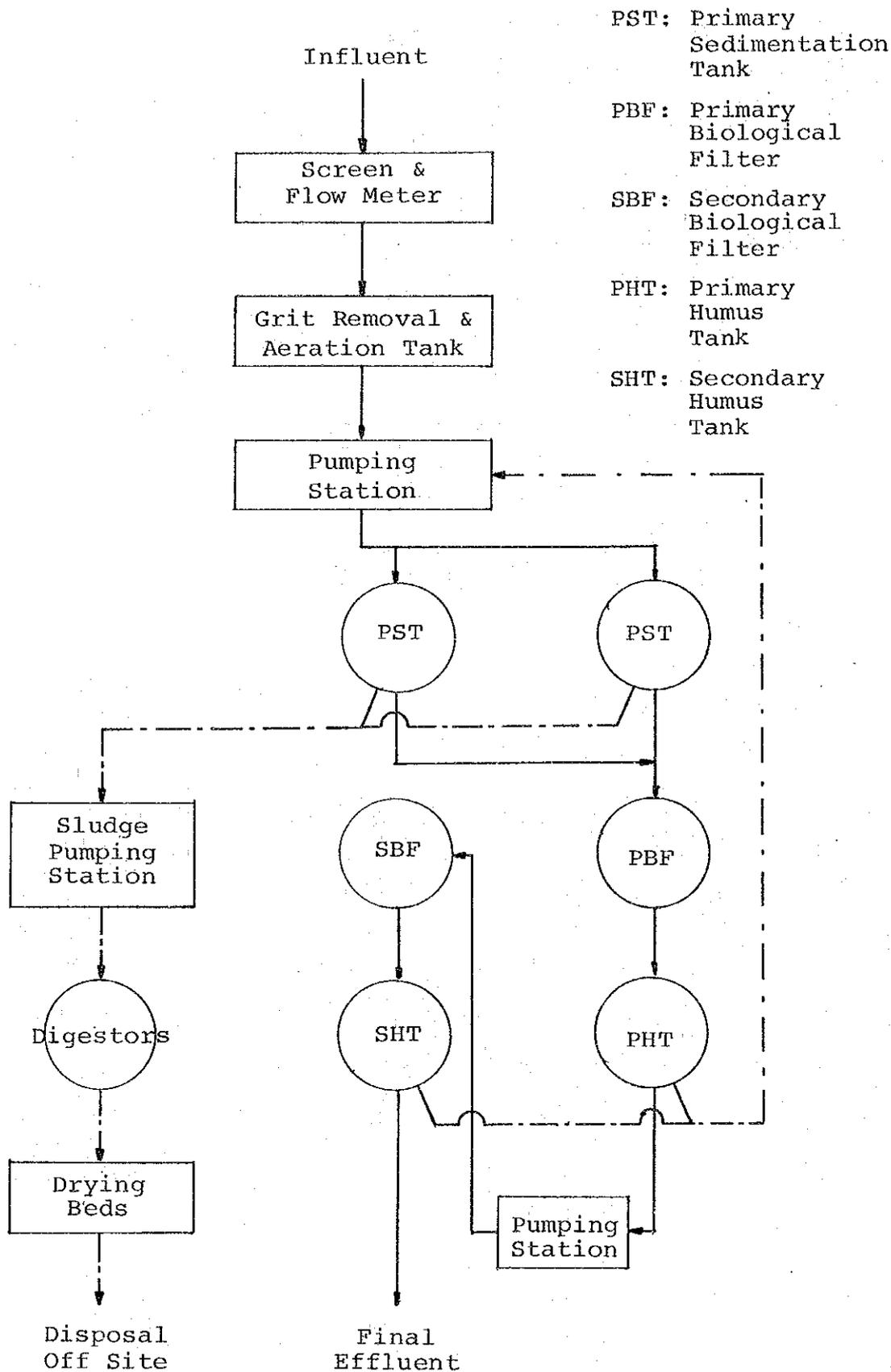


Fig.2: Flow Diagram of Manfouha Sewage Treatment Plant with Alternating Double Filtration System (1 series only)

(3) 処理目標水質（設計値）

SS, BODの除去率80%

(4) 処理水量の現況

最高 57,000 m^3/d

最低 42,000 m^3/d

平均 45,000 m^3/d (下水道普及率約25%)

また、1980年1月～8月までの統計結果を次に示す。

8ヶ月間の月間変動 45,200～52,600 m^3/d
(図3参照)

4月の月間変動 47,000～61,200 m^3/d
(図4参照)

4月6～7日の時間変動 1,125～3,200 m^3/d
(図5参照)

(5) 水質の現況

1980年1月～8月までの統計結果を次に示す。

① 流入下水の水質（図6～14参照）

水温 23～32℃

pH 6.8～7.9

SS 180～832 mg/l

BOD 102～432 mg/l

COD(Cr) 440～1,740 mg/l

Cl 250～690 mg/l

NH₄-N 35.2～74 mg/l

TDS 1,930～3,130 mg/l

電気伝導度 2,160～4,470 $\mu s/cm$

② 処理水の水質（図15～22参照）

水温 23～31℃

pH 7.1～8.1

SS 49～154 mg/l

BOD 34～138 mg/l

COD(Cr) 270～520 mg/l

NH₄-N 21.1～82 mg/l

TDS 1,350～2,340 mg/l

③ 現地での測定結果

	流入下水	処理水
pH	7.2	7.5
電気伝導度 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	3,050	2,950
総硬度 (mg/ℓ)	707	600
Cl^-	565	520
SiO_2	50	50
NH_4^+	(100)	(100)
$\text{NO}_2 + \text{NO}_3$	< 0.1	< 0.1
CN	< 0.05	< 0.05

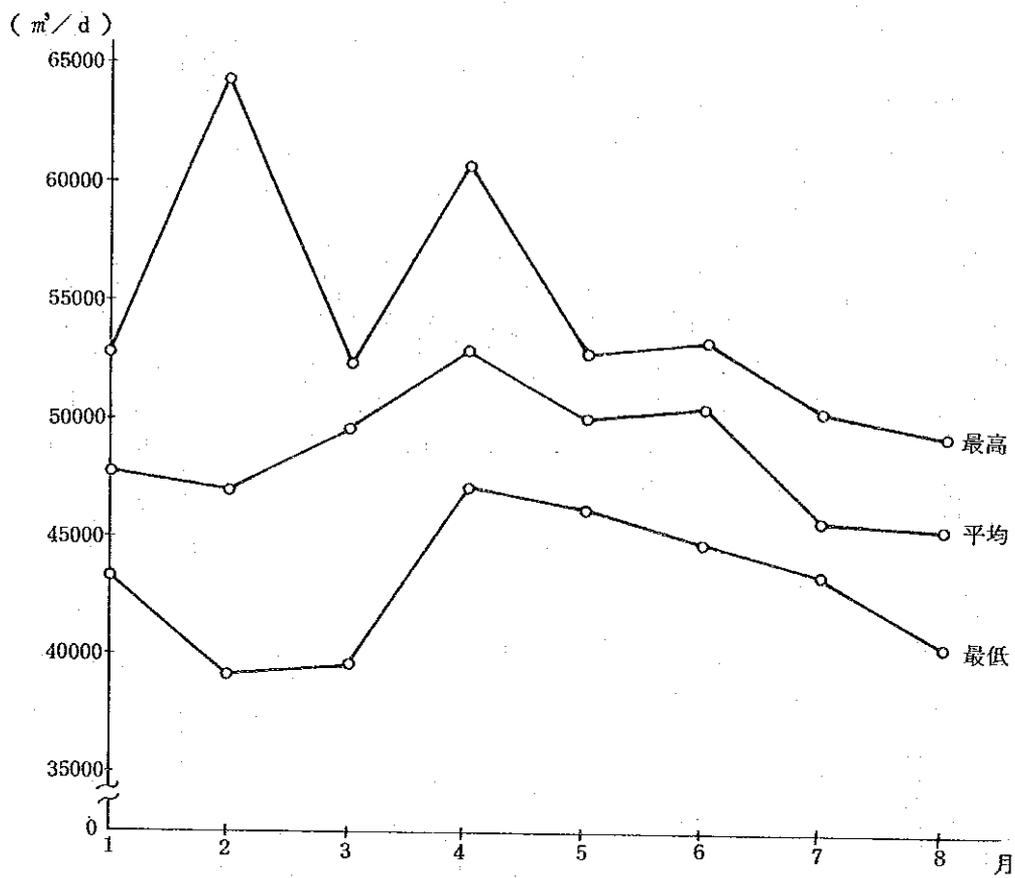


図 3. 流入下水量の月間変動 (1980年)

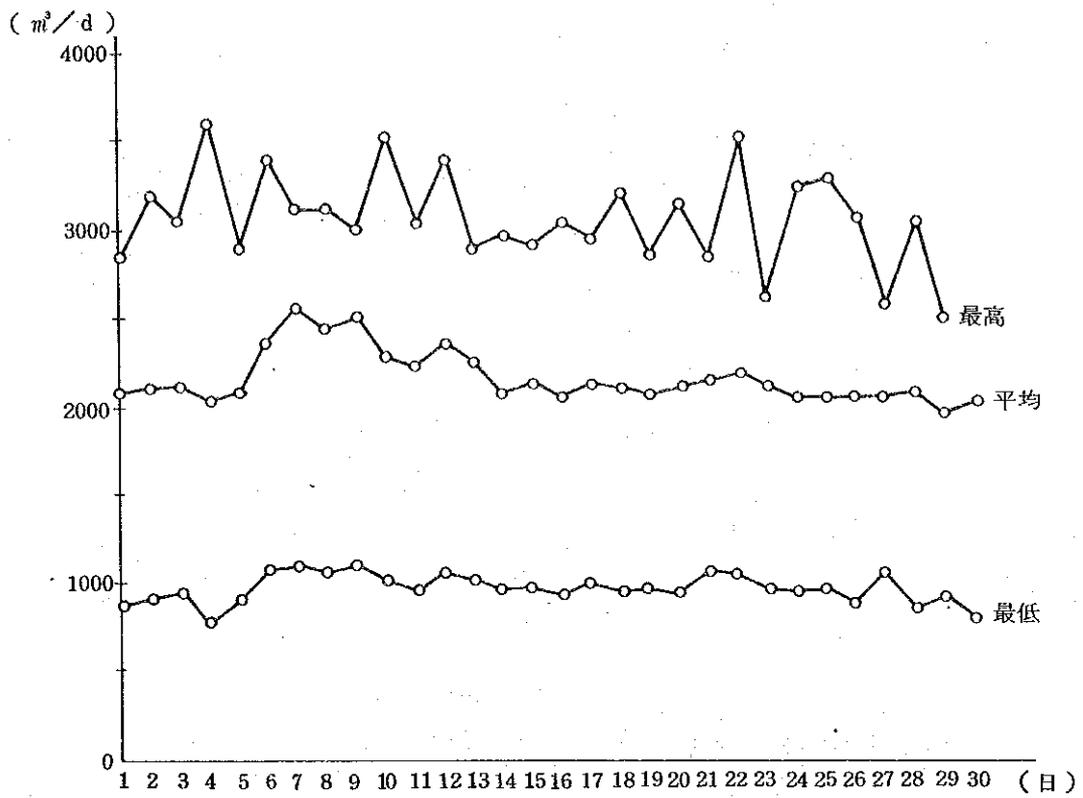


図4. 流入下水量の日間変動(1980年4月)

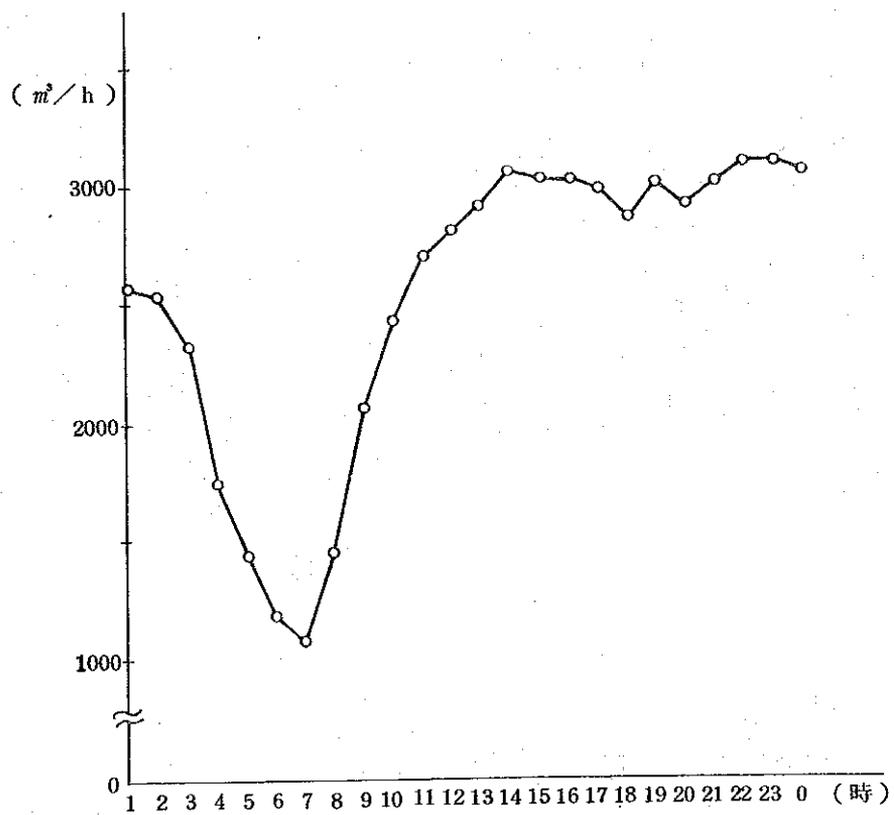


図5. 流入下水量の時間変動(1980年4月6日~7日)

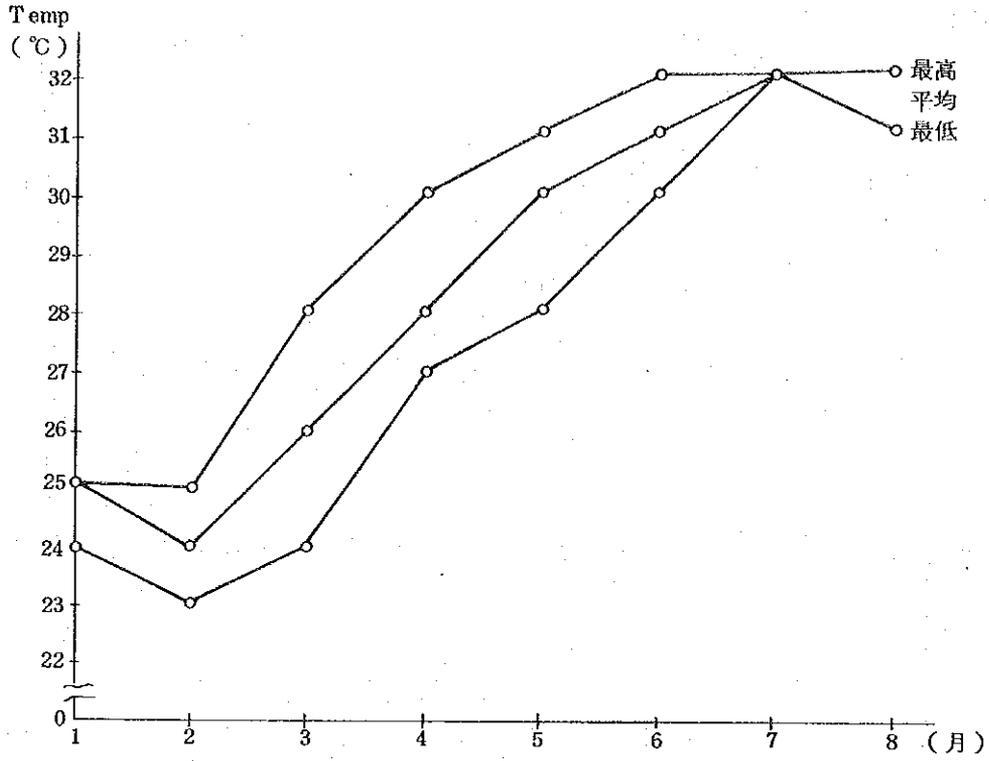


図 6. 流入下水水質の月間変動 (1980年)

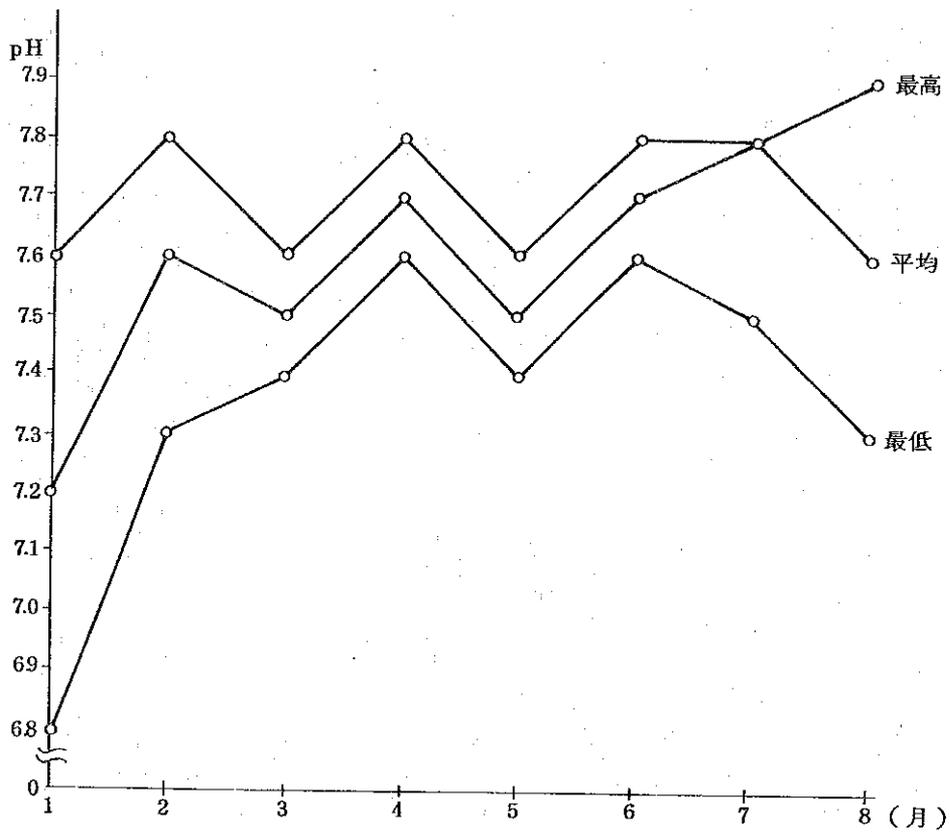


図 7. 流入下水水質の月間変動 (1980年)

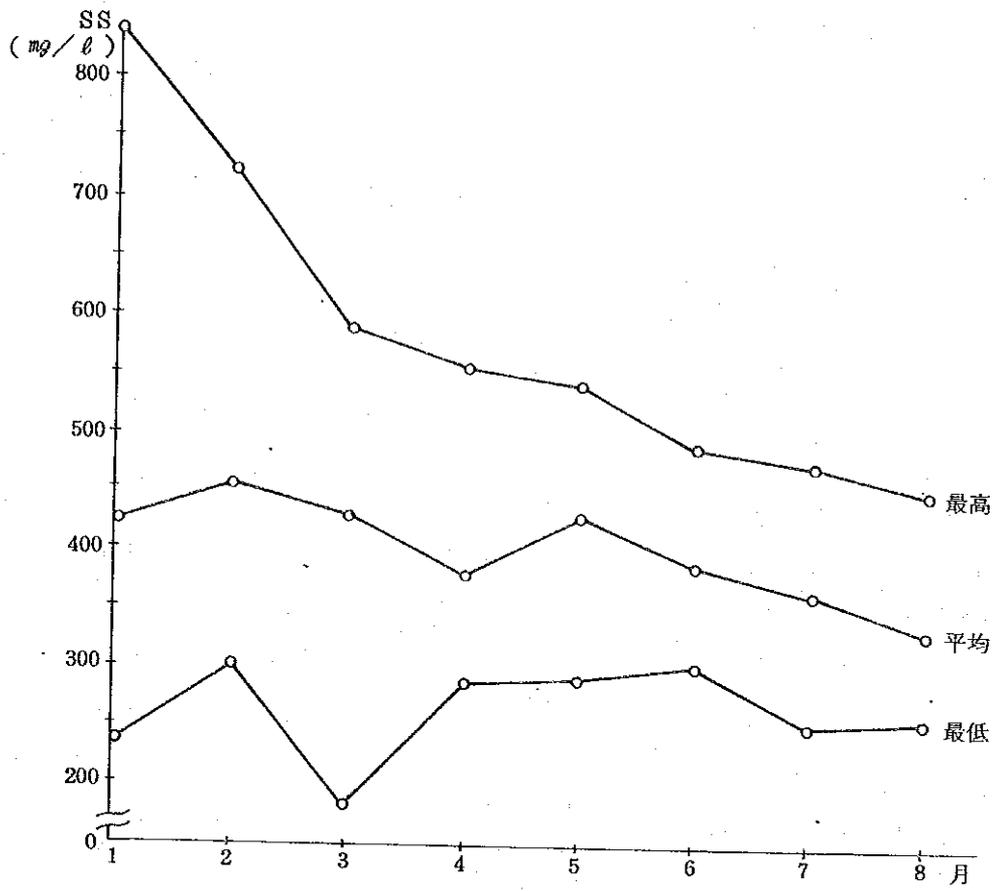


図8. 流入下水水質の月間変動(1980年)

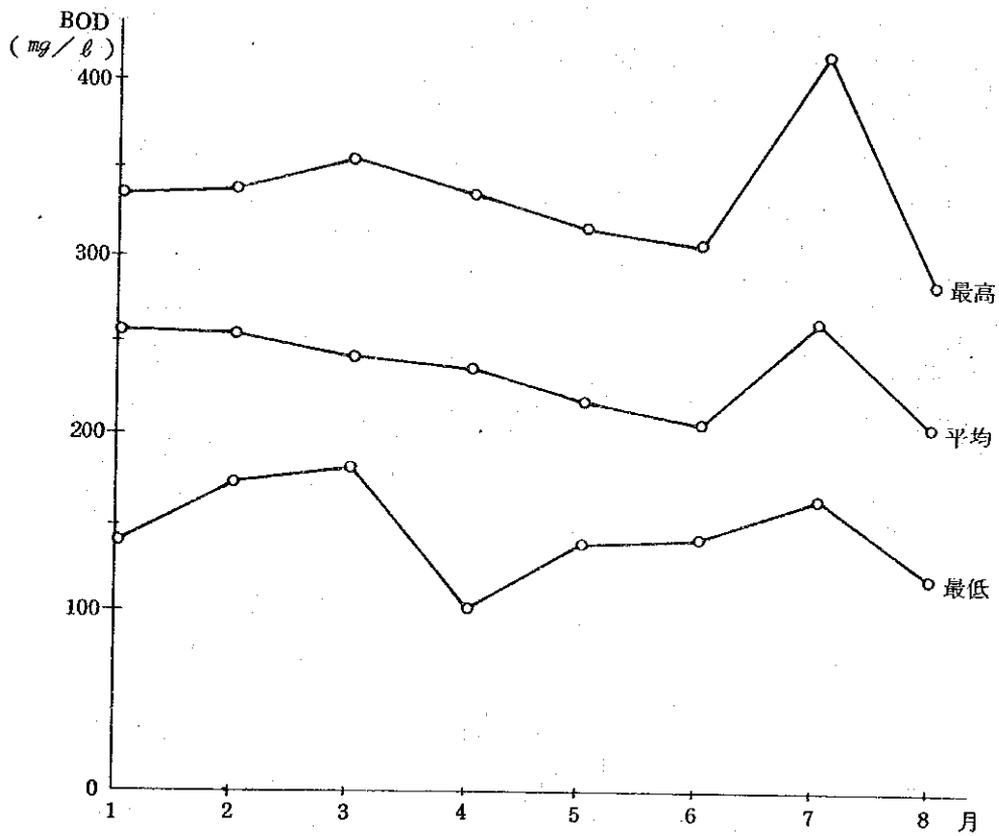


図9. 流入下水水質の月間変動(1980年)

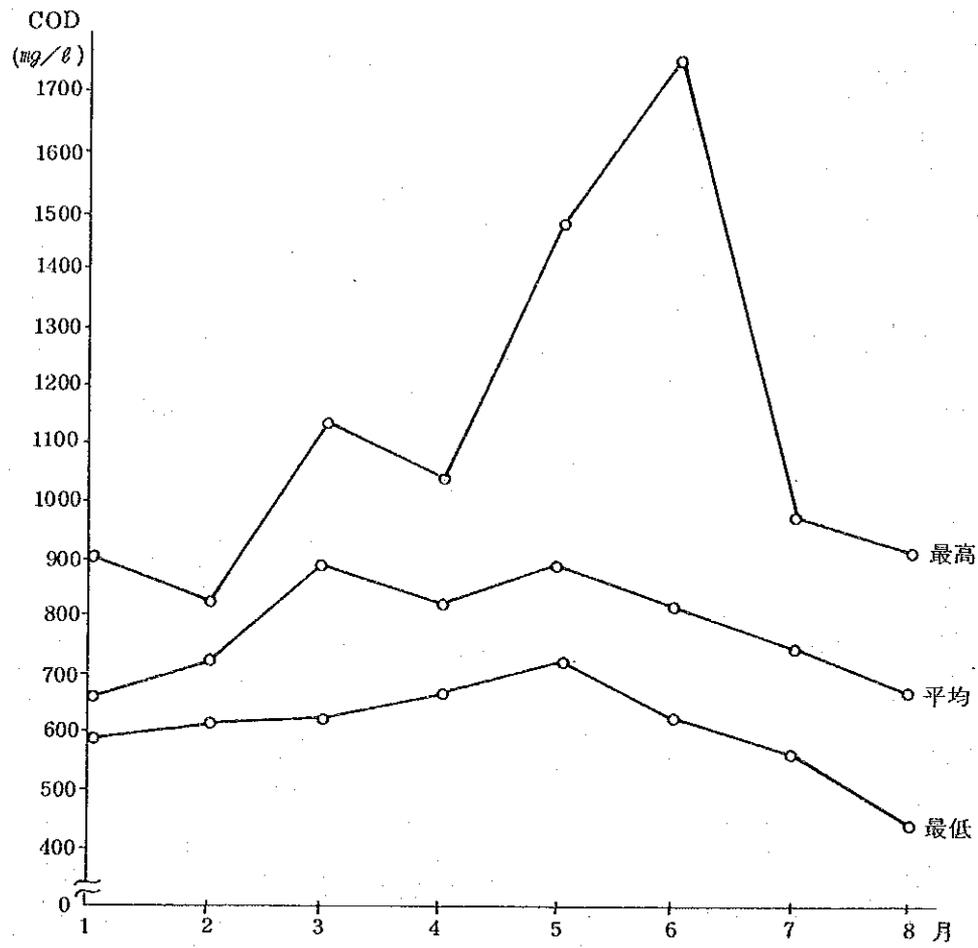


図10. 流入下水水質の月間変動(1980年)

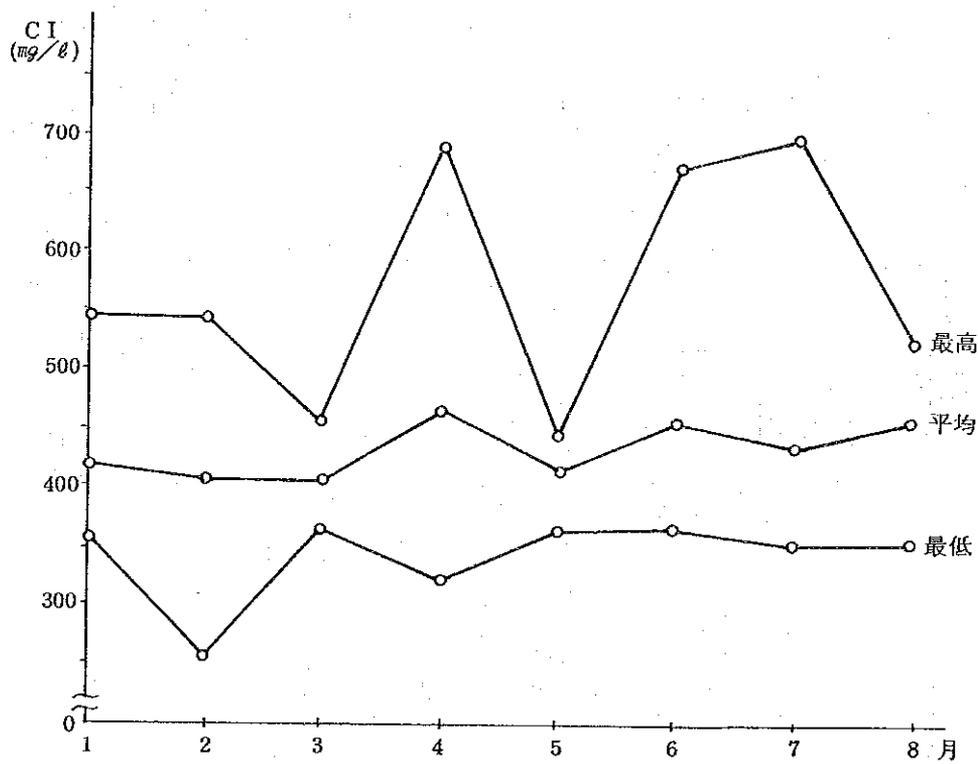


図11. 流入下水水質の月間変動(1980年)

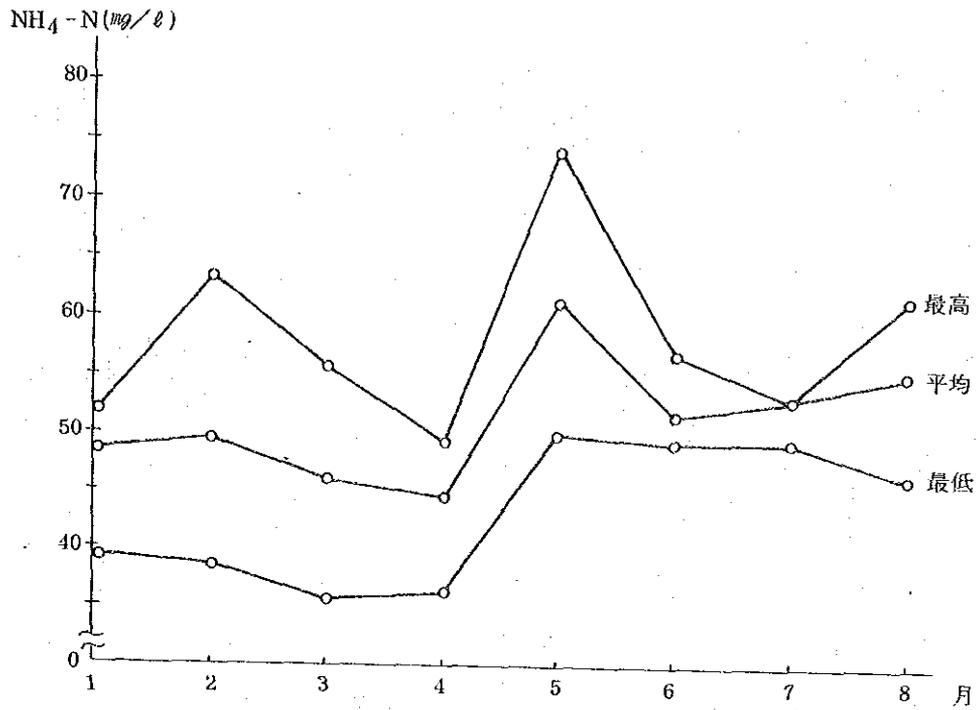


図 1 2. 流入下水水質の月間変動 (1980年)

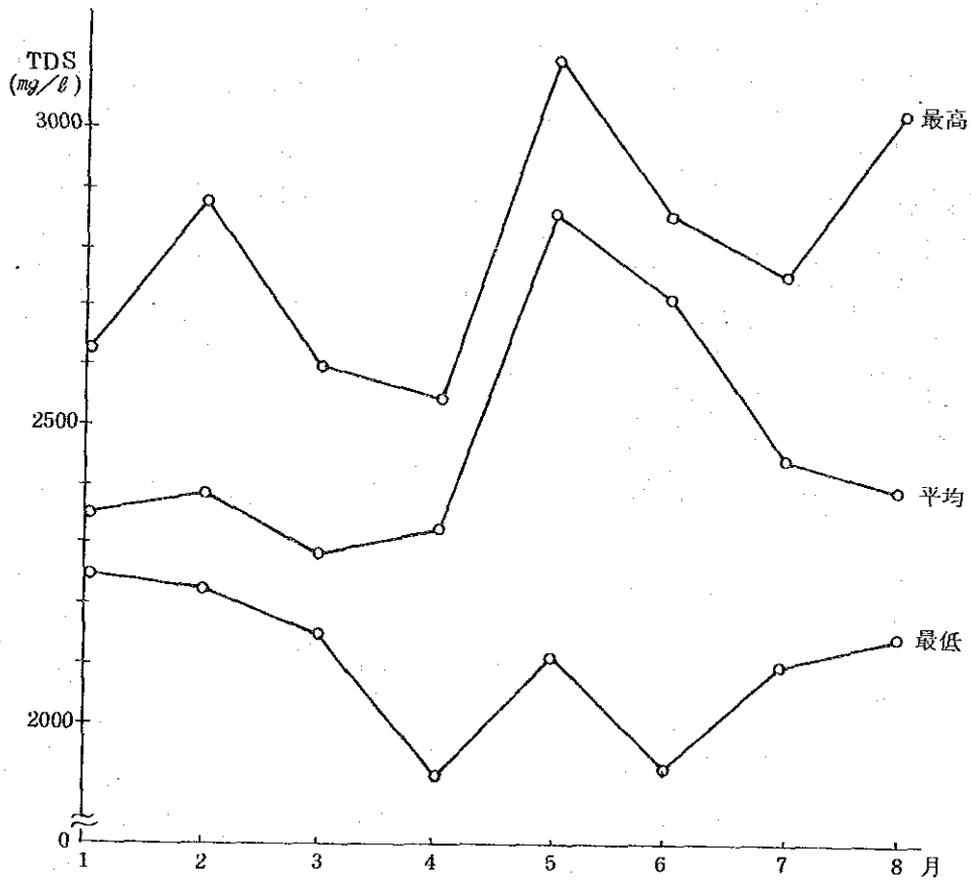


図 1 3. 流入下水水質の月間変動 (1980年)

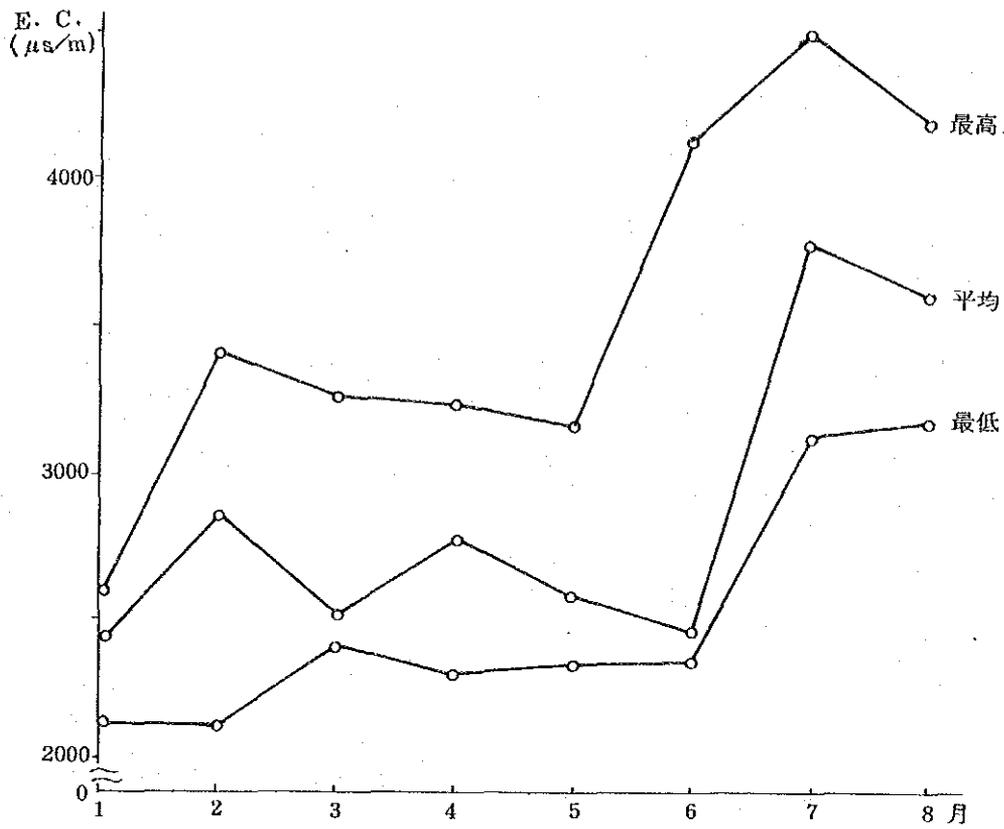


図 14. 流入下水水質の月間変動(1980年)

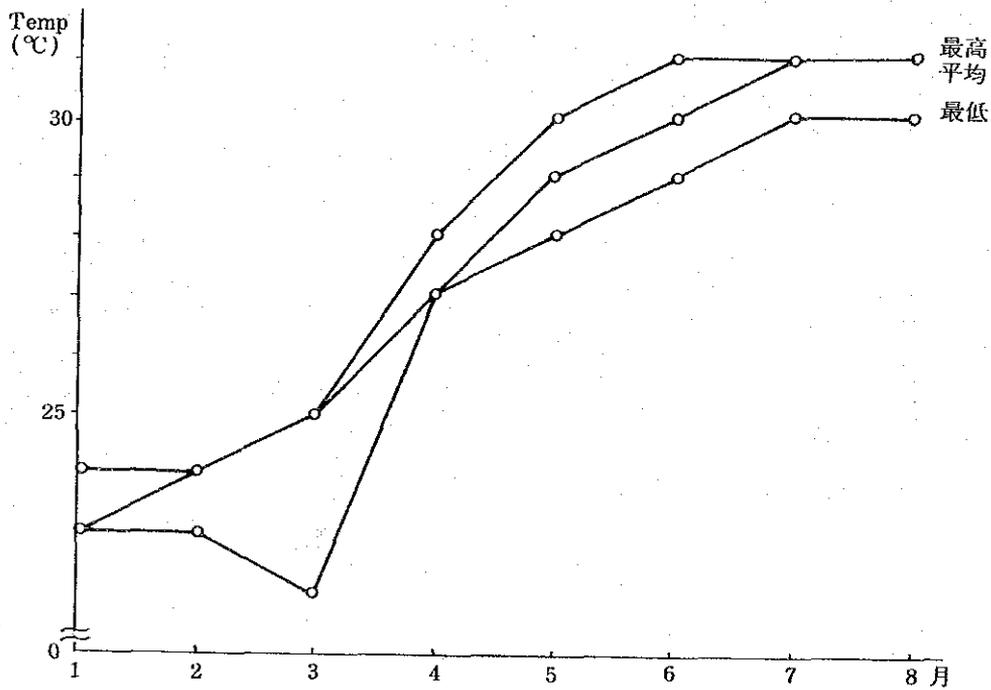


図 15. 下水処理水水質の月間変動(1980年)

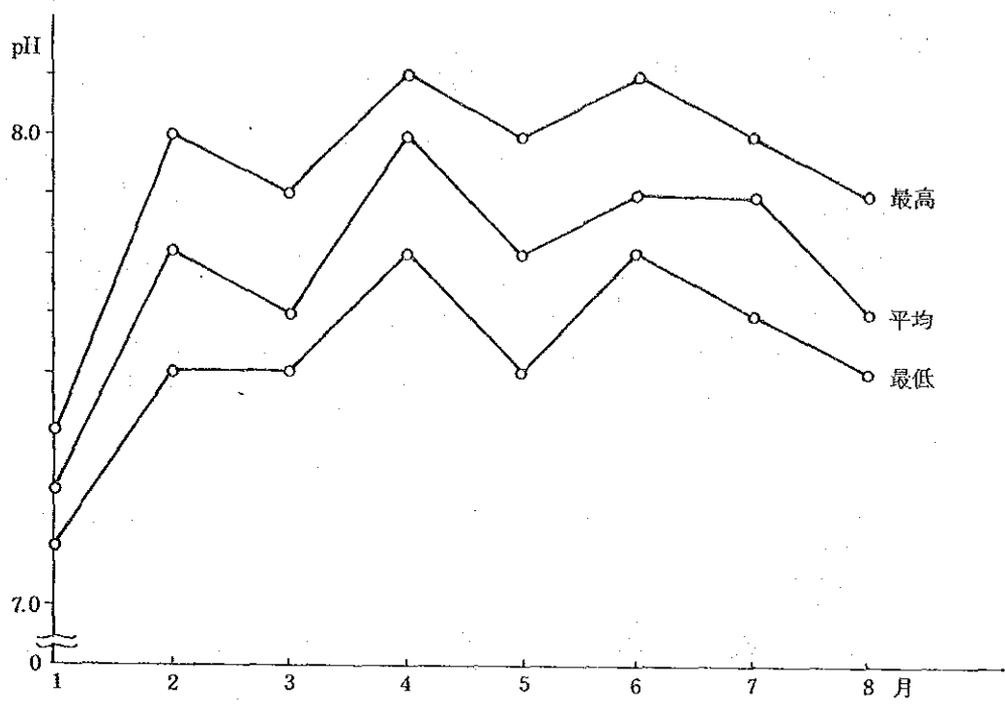


図 16. 下水処理水水質の月間変動 (1980年)

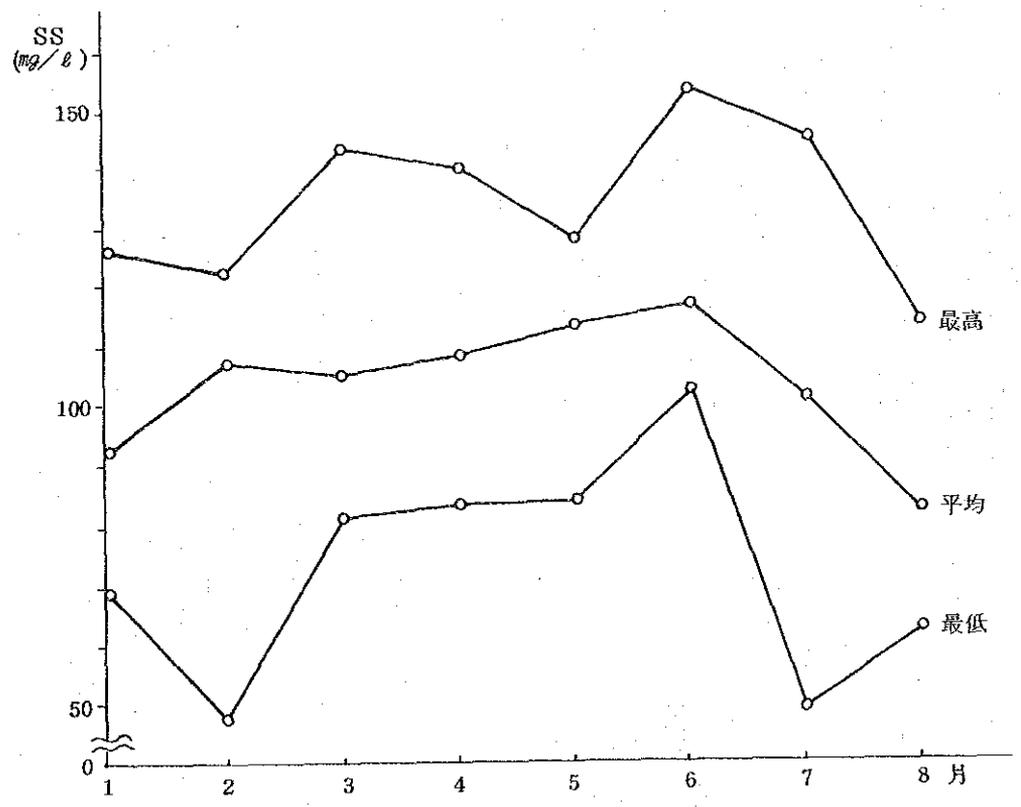


図 17. 下水処理水水質の月間変動 (1980年)

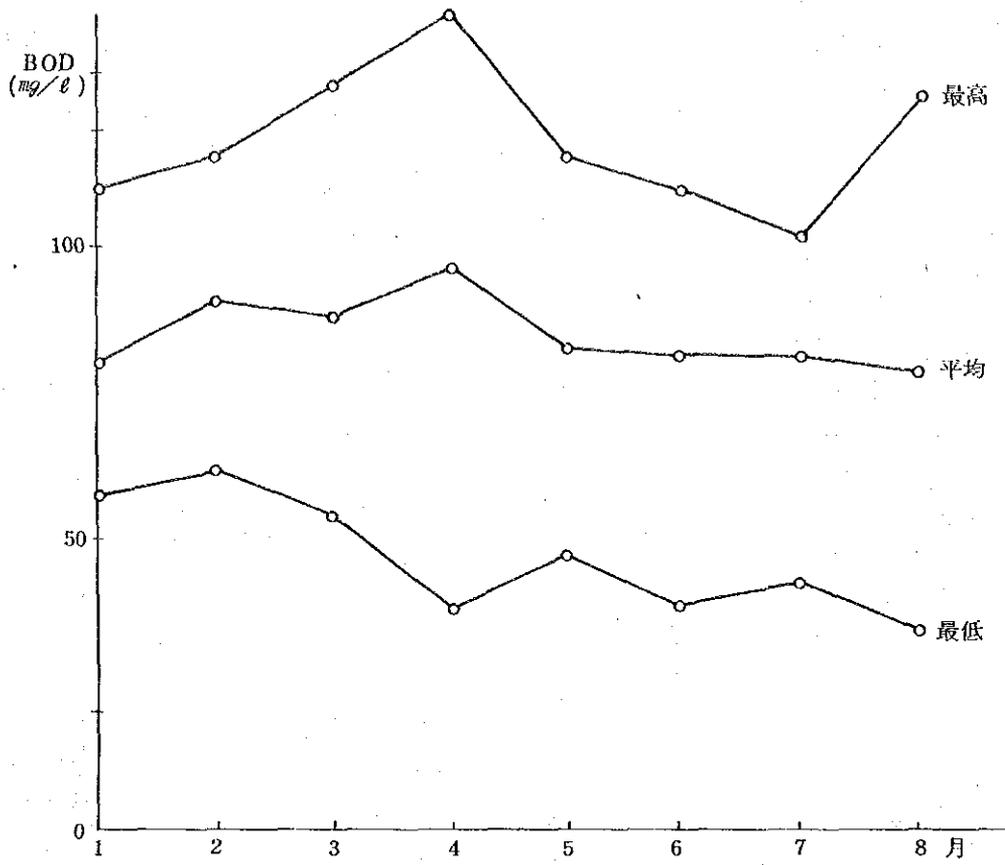


図 18. 下水処理水水質の月間変動 (1980年)

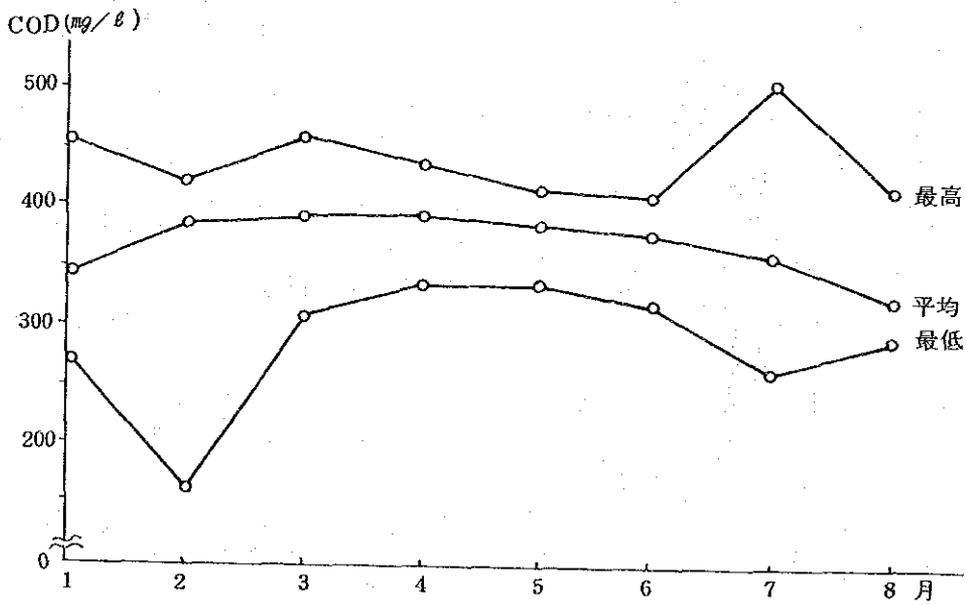


図 19. 下水処理水水質の月間変動 (1980年)

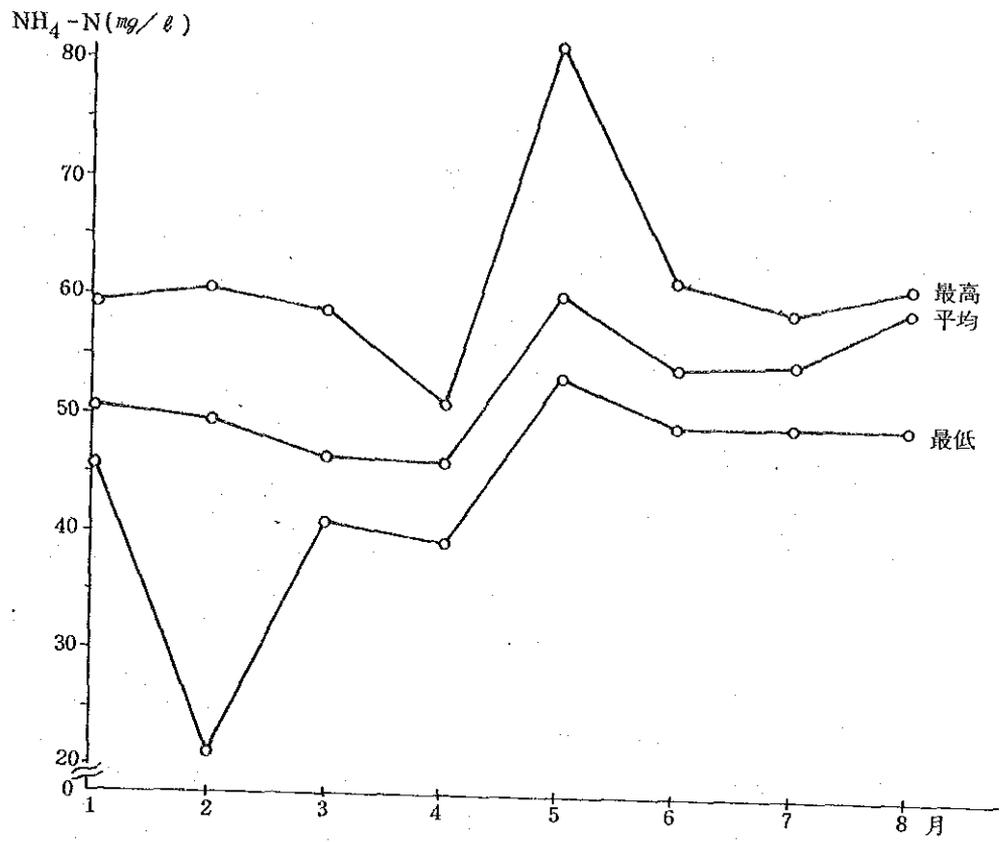


図20. 下水処理水水質の月間変動(1980年)

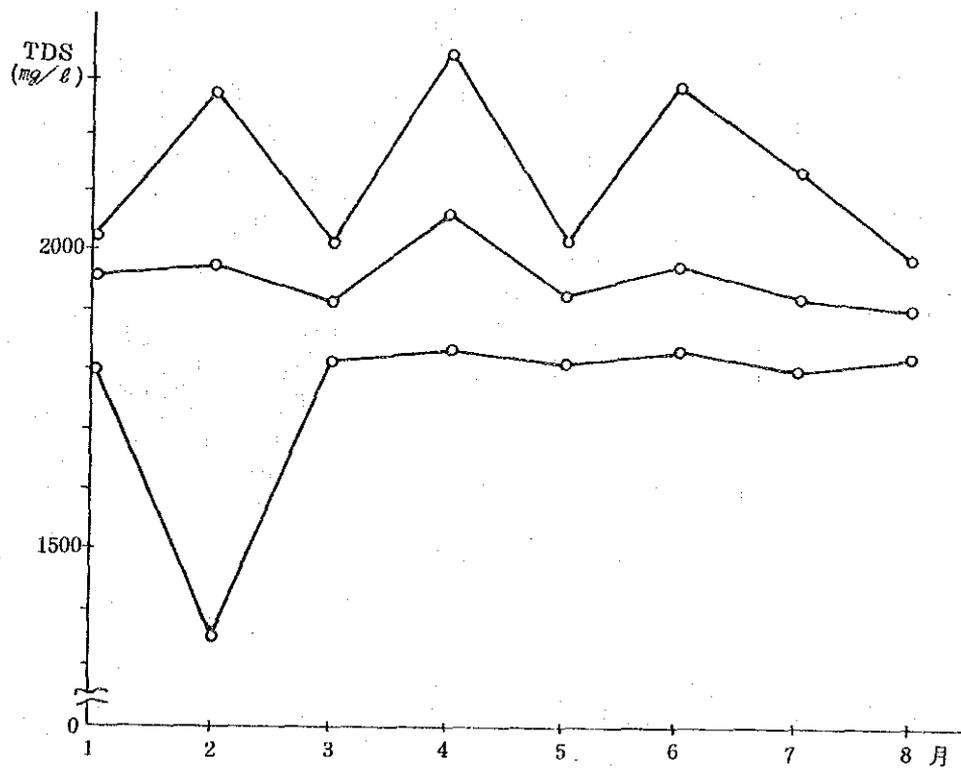


図21. 下水処理水水質の月間変動(1980年)

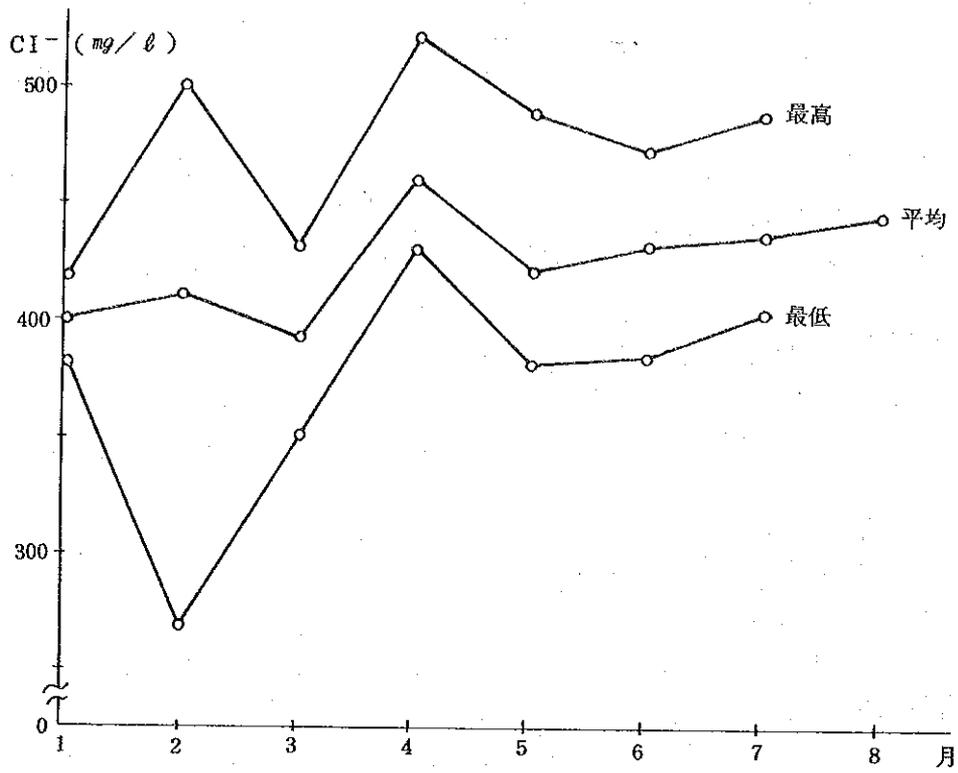


図 2 2. 下水処理水水質の月間変動 (1980年)

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

SAUDI ARABIA KINGDOM
RIYADH WATER & SEWAGE DEPARTMENT
RIYADH WATER WORKS
OPERATION AND MAINTENANCE PROJECT
LABORATORY

المملكة العربية السعودية
مصلحة مياه ومجارى الرياض
مشروع ادارة تشغيل وصيانة مياه الرياض
المختبر

التاريخ / /

تقرير عن فحص الماء بكتريولوجيا

REPORT ON BACTERIOLOGICAL EXAMINATION OF WATER

Date and time of collection ----- at ----- 0, clock
Place of collection -----
Water temperature at collection ----- °C
Date and time of commencing examination ----- at ----- 0, clock
Water temperature at arrival at laboratory -----
Residual free chlorine at sampling point ----- p.p.m

RESULTS

النتائج

Total number of bacterial (35°C) ----- per cu.
Presumptive test of coliform bacteria -----
MPN of coliform bacteria (35°C) ----- per 100 ml.
MPN of faecal coliform bacteria (44°C) ----- per 100 ml.
Presumptive test of faecal streptococci -----
MPN of faecal streptococci ----- per 100 ml.

REPORT

التقرير

According to the results the water
has been found to be:

طبقا لنتائج الفحص المذكور
ويجد ان الماء : -

Acceptable

صالح

Possibly acceptable

ممكن ملامتته

Unacceptable

غير صالح

For use as drinking water

للاستعمال كما للشرب

COMMENTS

Chief Chemist مدير المختبر

Chemist الكيميائي

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

RIYADH WATER & SEWAGE DEPARTMENT
RIYADH WATER WORKS,
OPERATION & MAINTENANCE PROJECT.

الجمهورية العربية السعودية
مصلحة مياه ومجارى الرياض
مشروع ادارة تشغيل وصيانة مياه الرياض

LABORATORY

المختبر

RESULTS OF WATER ANALYSIS

SITE :

التاريخ :

DATE :

	PLACE OF SAMPLING						
Temperature	°C						
Odour							
Taste							
pH							
Hardness - Total	mEq/l						
- Calcium	"						
- Magnesium	"						
Alkalinity - Total	"						
- Phenolphalein	"						
Conductivity	us/cm						
Salinity	mg/l						
Colour	mgpt/l						
Turbidity	NTU						
Sediments	mg/l						
KMn O4 demand	"						
Ammonium	"						
Nitrite as NO ₂	"						
Nitrate as NO ₃	"						
Sulphate	"						
Chloride	"						
Fluoride	"						
Phosphate as PO ₄	"						
Silicate as SiO ₂	"						
Aluminum	"						
Iron	"						
Manganese	"						
Free Chlorine	"						
Free Carbon Dioxide	"						
Hydrogen Sulphide	"						
Dissolved Oxygen	%						
Marble Test pH							
- TH	mEq/l						
- TA	"						
Qm	m ³ /h						
Lime	mEq/l						
Soda	"						

Chief Chemist

رئيس المختبر

7.2(2)

現地調査の一環として、リアド市上下水道公社運転、管理部を訪問、またリヤド市にある下記5浄水場を調査した。

- ① マンホーハ浄水場
- ② マレズ浄水場
- ③ シェメイシ浄水場
- ④ ハイール前処理場
- ⑤ サルブク浄水場

訪問、調査の状況は次のとおりである。

7.2(2)-① リアド市上下水道公社水プロジェクト運転・管理部

訪 問 日 1980年10月1日

面 接 者 モハメッド・I・A・A・カリーム プロジェクトマネジャー リヤドウォーター
プロジェクト
ハムザ・A・B・リック ディレクター、処理プラント、電力
モハメッド・S・Bジャーラン 主任化学者

調 査 者 猪飼 勝, 加藤圭一, 宮崎正浩, 堀 順三, 井上源之助, 小笠原尚夫
津田 宏, 糸井 滋, 高橋 洋

同 行 者 オマール・アルシェイク(サウディ農水省), 小森 毅(JICAリヤド事務所)

1) 浄水場の設計条件

マレズ浄水場		1,200 m ³ /h
マンホーハ浄水場	No.1	1,800 m ³ /h
	No.2	2,400 m ³ /h
シェメイシ浄水場		1,800 m ³ /h
ハイール前処理場		1,200 m ³ /h
サルブク浄水場		2,800 m ³ /h

2) コスト等

電 力 料 金	7ハラハ ≒ 5円/kWh
燃料(ディーゼル・オイル)	5.5ハラハ ≒ 4円/ℓ
冷 却 水	考慮しない
ス テ ィ ー ム	なし

労務費(人夫) 基本給 1,500リアル/月
 通勤費 200 //
 遠地の場合は住宅費を加算
 以上合計約119,000円/月(1リアル=70円として)
 休 日 毎週金曜日
 休 暇 ラマダンおよびハッジ期間
 減 価 償 却 償却の考えはないらしい

3) ROプラント運転不可能の理由

- (イ) 電力供給に問題があったが、変電所を設置し、解決した。
- (ロ) プワイブはポンプに故障あり交換品待ち。
- (ハ) 濃縮排水を下水道施設に放流できないこと。

4) 質問書(付属書①④参照)を提出し、後日の回答を依頼した。

5) 下記資料を後日提供するとの回答を得た。

- ① 各浄水場のレイアウト図
- ② 薬品単価表
- ③ 各浄水場の処理容量リスト

7.2(2)-② マンホーハ浄水場

調 査 日 1980年9月30日

面 接 者 ガジ・アルアスマリ(プラント・マネージャー)
 モハメッド・バクル

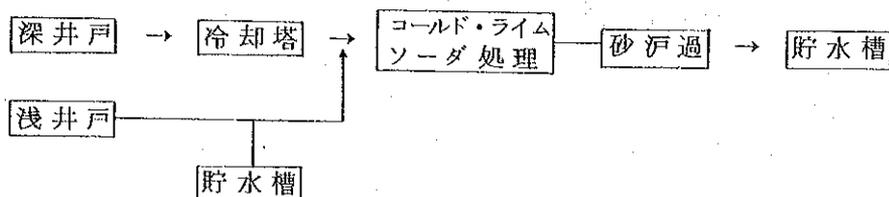
調 査 者 猪飼 勝, 加藤圭一, 宮崎正浩, 津田 宏, 糸井 滋, 高橋 洋

同 行 者 オマール・アルシェイク(サウディ農水省)

概 要

- 1) 前処理第1プラントはすでに稼動中であつた。
 - 2) RO第2プラントはほぼ完成しているが、モジュールの取付けが終っていない部分もあつた。RO第1プラントも濃縮排水の問題があり、試運転も終っていない。
- したがって、ROプラントはいまだにサウディ農水省の管轄下であり、デグラモン社が管理している。

3) フロー



4) 設計容量

第1浄水プラント 1,800 m³/h

第2浄水プラント 2,400 m³/h

なお、調査時には原水の流量計は1,400 m³/hを示していた。

5) 水質

項目	原水		コールド ライム処理後	ろ過後
pH	8.0	(8.0)	9.1	8.6 (8.6)
TDS (mg/l) (mg/l) (CaCO ₃ として)	11.0 (550)	(608.6)	(245)	(240) (331.2)
Ca (mg/l)	7.2 (360)		1.9 (95)	1.7 (85)
Mg (mg/l)	3.8 (190)		3.0	3.1 (155)
総アルカリ度 (mg/l)	2.75 (137.5)		1.18 (150)	1.08 (54)
Pアルカリ度 (mg/l)			0.23 (115)	0.01 (0.5)
電気伝導度 (μS/cm)	1400~ 1500 (1800)			(1700)
Clイオン(mg/l) (Clとして)	220 (225)			(250)
SiO ₂	(45)			(20)
N-NO ₃ (mg/l)	202			234

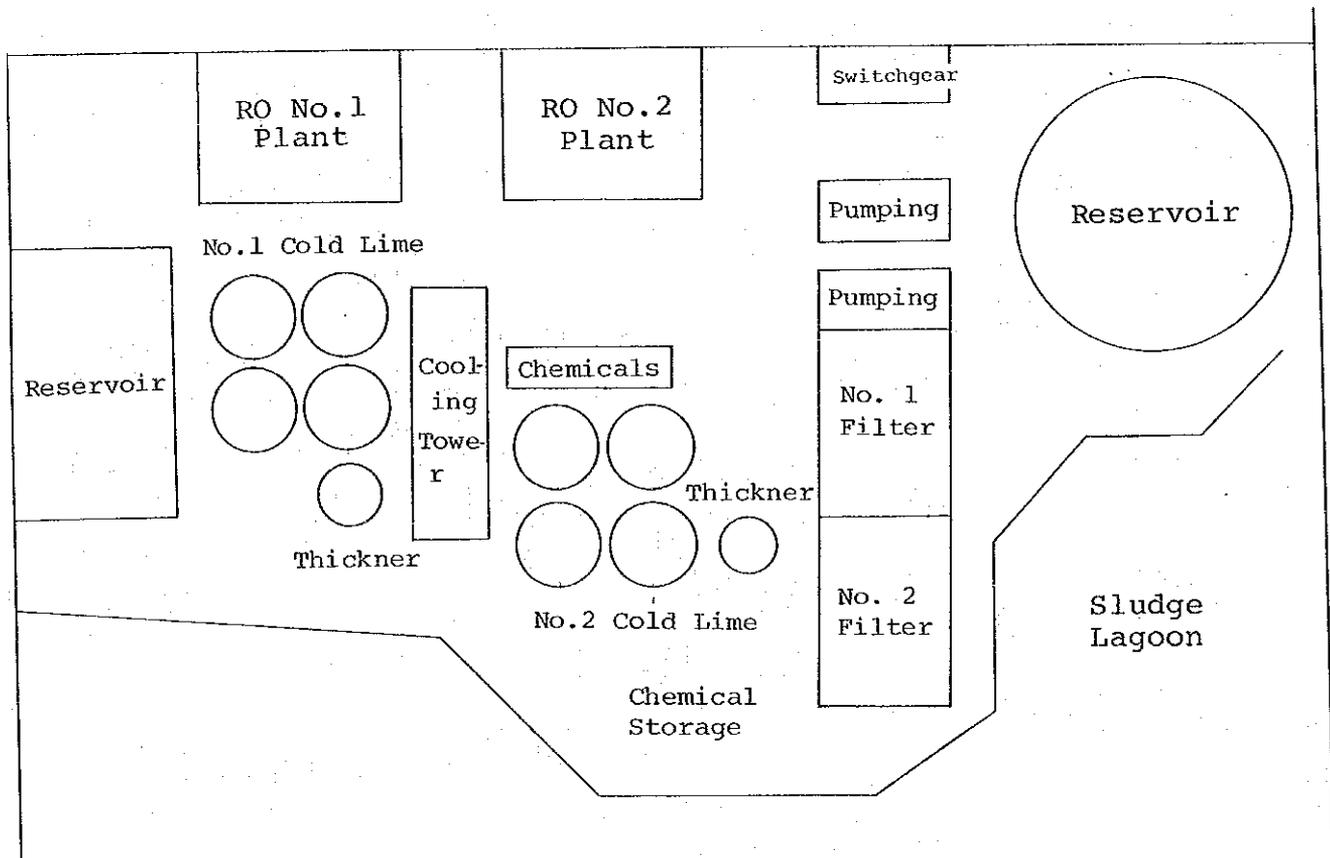
注：()内の数値は調査団の簡易分析計による測定値である。

6) 薬品注入量

浄水量 $22,900 \text{ m}^3/\text{d} = 954.2 \text{ m}^3/\text{h}$ として

薬品名	Kg/d	mg/l
ライム	2881	125.8
ソーダ	4255	185.8
硫酸バンド	168	7.3
塩素	50	2.2

7) 配置



濃縮排水処理プラントの設置場所としては、薬品貯蔵所又はスラッジ・ラグーンが利用できる。

8) スラッジ処理

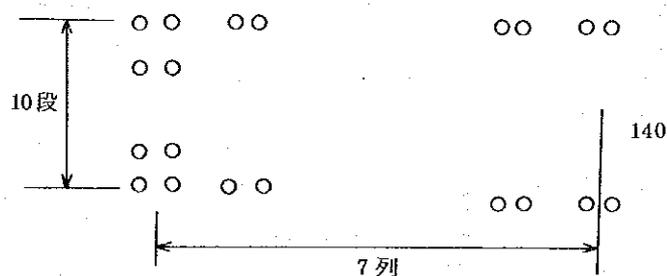
スラッジはラグーンへ搬出している。ただし、住民からスラッジに対する苦情が出ているが、それほど強いものではない。

9) ROプラント

No.1プラントは完成しているが、試運転は未だ実施していないとのことであった。(ただし、オペレーターは部分的に動かしていると云っており、パネルの流量計は $1,400\text{ m}^3/\text{h}$ を示していた。)

No.2プラントは、モジュールを取付けてない部分もあり、未完成であった。RO装置については一切説明がなく、ちらっとプラントをのぞかせてくれただけであった。

モジュールは $8\text{ B} \times 1,000\text{ mm}$ と考えられ、1トレインは下記の通り140本のモジュールからなっている。



7.2(2)-③ マレズ浄水場

調査日 1980年10月1日

面接者 ハムザ・A・B・リズケ, モハメッド・S・B・ジャーラン

調査者 猪飼 勝, 井上源之助, 小笠原尚夫, 津田 宏, 糸井 滋, 高橋 洋

同行者 オマール・アルシェイク (サウディ農水省)

概要

1) フロー

マンホーハ浄水場と同じ。

2) 設計容量

$1,200\text{ m}^3/\text{h}$

3) 水質

資料を入手できなかったが、調査団の行った簡易分析計による測定値は次の通りである。

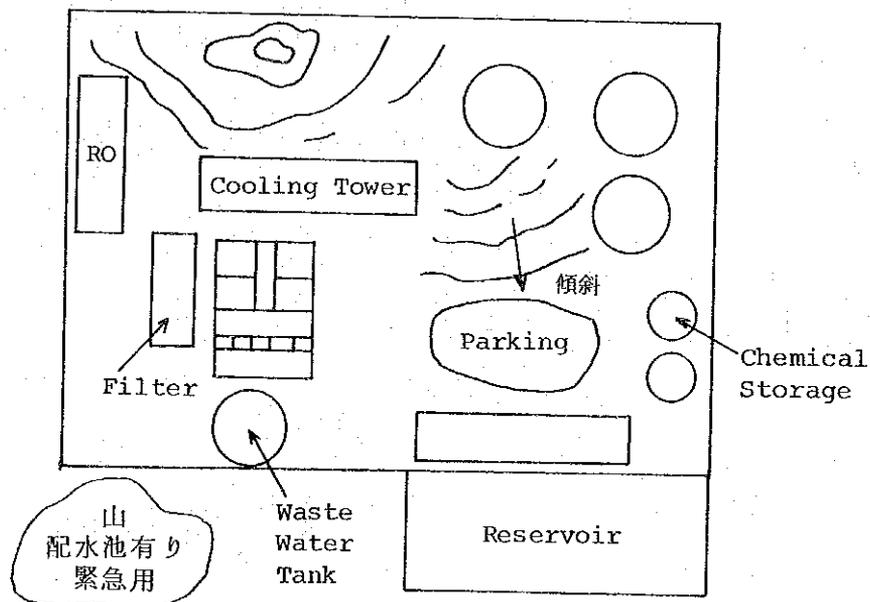
項 目	原 水	軟 化 水
pH	7.1	9.3
TDS (mg/l) CaCO ₃ として	670	250
塩素イオン (mg/l)	300	275
SiO ₂ (mg/l)	45	20
電気伝導度 (μ /cm)	1,710	1,940
水 温 (℃)	47	

4) 薬品注入量

ラ イ ム	126 ~ 130 ppm
ソ ー ダ	182 ~ 220 ppm
アルミン酸ソーダ	4.7 ppm
塩 素	0.8 ppm

5) 敷 地

プロット・プランを当日入手できなかったので明確に云えないが、場内はほぼ一様で、利用可能な場所としては駐車場を利用しても20m×40m(800m²)程度しか余裕はない。



6) スラッジ処理

スラッジは脱水し、直線距離にして約1Kmのポンドまでダンプカーで搬出している。ポンドの面積は、60,000m²とのことである。

7) ROプラント

見学を許されなかった。

8) 所在地

リヤド市街住宅地の中心部にあり、周囲に空地を求めることは困難である。

9) 濃縮排水を下水施設に放流できない理由

濃縮排水が酸性であることとTDSが高いことのため「下水公社が下水施設への放流を許可しない」ためであるとの説明があった。

RO濃縮排水の放流管は浄水場のフェンスまでは布設してあるが、下水管とは接続されていない。

10) ROプラントについては浄水場勤務者は一切知らないようである。

11) 参考として、調査団の宿泊したリヤド市内パレスホテルの水質を下記に示す。

項	目	
電気伝導度	($\mu s/cm$)	2,400
シリカ	(mg/l)	20
全硬度	($^{\circ}$) CaCO ₃ として	429
塩素イオン	($^{\circ}$)	465

7.2(2)-④ シェメイシ浄水場

調査日 1980年10月4日

面接者 モハメッド・S・B・ジャーラン

調査者 猪飼 勝, 加藤圭一, 宮崎正浩, 井上源之助, 小笠原尙夫, 津田 宏
糸井 滋, 高橋 洋

同行者 オマール・アルシェイク(サウディ農水省)

概要

- 1) 本浄水場はリヤド市南部の住宅地にあり、構成はマンホーハ、マレズ両浄水場と類似しており、同一設計によるものと想定される。
敷地はほとんど余裕のない状態であるが、冷却塔の奥手に若干の空地がみられた。

スラッジは2kmほど離れたラグーンに廃棄している。下水配管はフェンス際まで布設されている由。

本浄水場には水質分析月の実験室が併設されており、他の浄水場の水質検査も集中して行っている。

2) フロー

マンホーハ、マレズ再浄水場と同じ。

3) 設計容量

1,800 m³/h

4) 水質

リヤド市上下水道会社にてデータは提出済であり詳細は得られなかったが、他の浄水場も含めてデータは蓄積されている。

5) 配置

別添図面の通り。

濃縮排水処理プラントを設置するとすれば、貯水池、冷却塔およびフェンスで囲まれた空間である。

ラグーンまでの約2kmの配管が可能ならば、スペースは十分と考えられる。

7.2(2)-⑤ ハイール浄水場

調査日 1980年10月4日

面接者

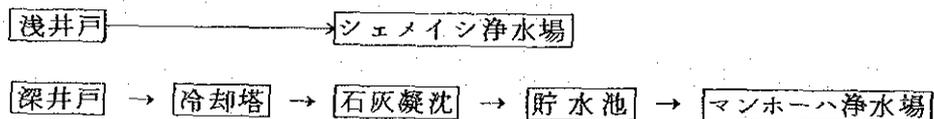
調査者 猪飼 勝, 加藤圭一, 宮崎正浩, 井上源之助, 小笠原尚夫, 津田 宏
糸井 滋, 高橋 洋

同行者 オマール・アルシェイク (サウディ農水省)

概要

1) リアド市の南約30kmにあるワジによって侵蝕形成された谷間にあり、浅井戸の水は無処理でシェメイシ浄水場へ、深井戸の水はライム処理後マンホーハ浄水場へ送水している。

2) フロー



3) 設計容量

深井戸水 720 m³/h

浅井戸水 230～240 m³/h (実動)

4) 水質

1日6回サンプリングし、シメイン浄水場の実験室で分析しているため、データは入手できなかった。

調査団のサンプリング試料による簡易分析の結果は次の通りである。

項目	冷却後	ろ過後
pH	8.0	10.4
全硬度 (meq/l)	13.1	9.1
(mg/l)	65.3	45.6
塩素イオン (mg/l)	20.0	21.5
SiO ₂		
電気伝導度 (μs/cm)		

5) その他

本浄水場に近いワジにマンホーハ下水処理場の処理水が滞留しており、地下浸透の場合に浅井戸への影響が懸念される。

7.2(2)-⑥ サルブク浄水場

調査日 1980年10月5日

面接者 アブドララーマン・アルサラーン (リヤド水道局サルブク浄水場デレクター)

ダウッド・コウリイ (ケミカルエンジニア, デグラモン)

調査者 猪飼 勝, 宮崎正浩, 井上源之助, 糸井 滋, 津田 宏, 高橋 洋

小笠原尚夫

同行者 オマール・アルシェイク (サウディ農水省)

概要 リヤド郊外北北西約70kmに位置し、1979年から稼動を開始し、調査当日RO運転満1周年ということであった。リヤド市より標高差で100m高い高台に位置し、処理水の一部は重力式にて市内へ送水しているとのことである。このプラントはまた、リヤド市内に建設されたROプラント中実際に操業している唯一のプラントでもある。深井戸から汲み上げた水は冷却後沈澄池を通し一部はROで処理し、残りの一部の水と混合してTDS 500 mg/l 程度の水と

して供給している。

V B B 設計になるプラントは、冷却塔、沈澄槽、前処理用薬品サイロ、貯槽、ROプラント、自家発電所、地上貯水槽、隣接地に建てられた住宅群、1 km程離れた所にある蒸発池などからなる。建設後日浅く清掃が良く行きとどいて綺麗で清潔なプラントであった。レイアウトも最も小高い場所に冷却塔を置きこれに対峙した入口側に住宅群を置くなど、アプローチの美しさを考えた設計意図を感じさせるものであった。

1. 水 源 深井戸水を 25km 離れた位置から、配管で輸送する。

水温 55℃～75℃

2. 冷却塔 8基×450m³/基、冷却後の水量 2,824 m³/h

3. 沈澄槽 5基内1基予備、能力2,800 m³/h

添加剤 ソーダ灰 (Na₂CO₃) 360 mg/ℓ

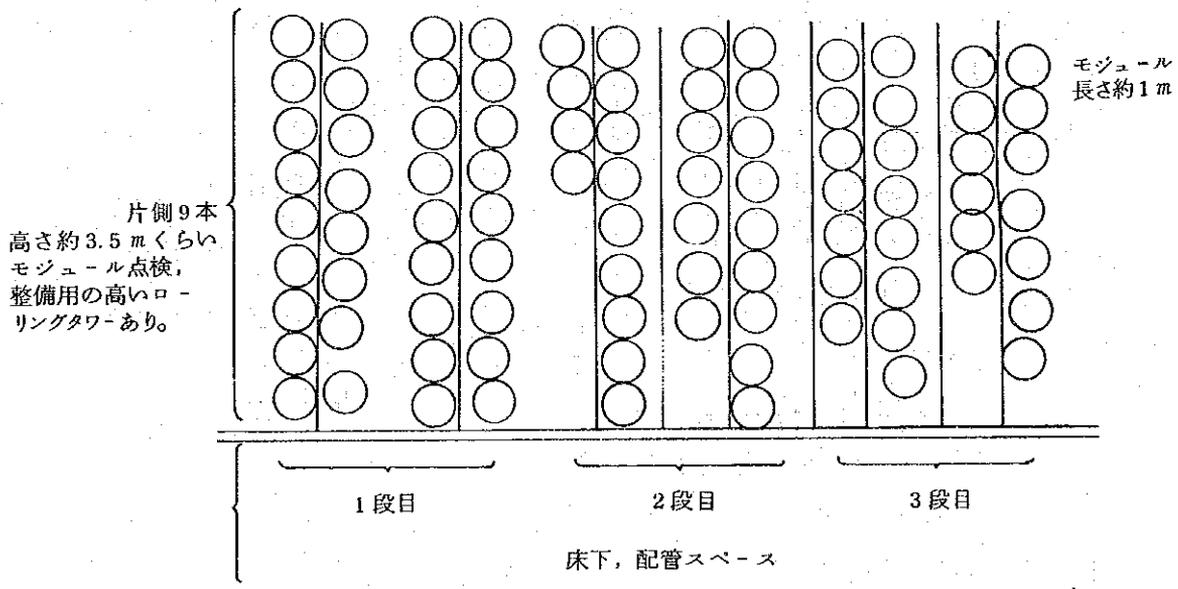
石灰 130 mg/ℓ

硫酸バンド 30 mg/ℓ
(鉄塩は添加せず)

4. 自家発電 2.4 MW, 3,000 kVA×7台, 4.16 kV, 60

5. RO装置 膜はデュボン社 B-9, 長さ3フィートもの。

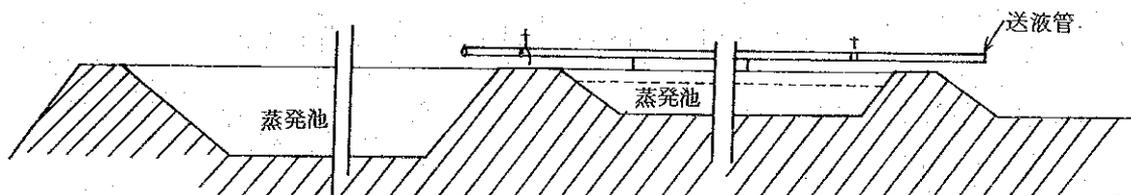
モジュール配列は3段のクリスマスツリー型、縦長のスタックに配水管を挟んで9本積み重ねられ、配管は床下の配管スペースを経て、ポンプ室へ導かれる。床下の配管スペースは、一階分の高さ2.5 m くらいの高さを有していると見受けられた。



6. ポンプ 高圧ポンプは、PUMPE GUINARD社製 6台
設計圧 24.5 bar のもの 4台
36 bar のもの 2台
7. 運転状況 過去1年間モジュールの異常は認めていないとのこと。4ラインのROを
60%の稼動状態で運転した。
ROの電力消費量 1.2~1.4 kWh/m³
供給水 2,112 m³/h TDS 1,470 mg/ℓ
生産水 1,950 " TDS 500~550 mg/ℓ
濃縮排水 "
- 水質 RO生産水 pH 6.6
井戸からの冷却河過水 pH 7
8. スラッジの処置

- (1) 深井戸冷却河過までのプロセスで発生したスラッジは、約100m×200m/基の蒸発池で蒸発浸透させる。当然一部は地中へ滲透し、他は空中へ蒸発する。3,200 m³/d ±5%
- (2) 濃縮排水は、プラントを挟み蒸発池の反対側の砂漠へ放流しているとのことであった。

(1)の蒸発池の略図を書くとおりのとおりである。



7.3 打ち合わせ記録

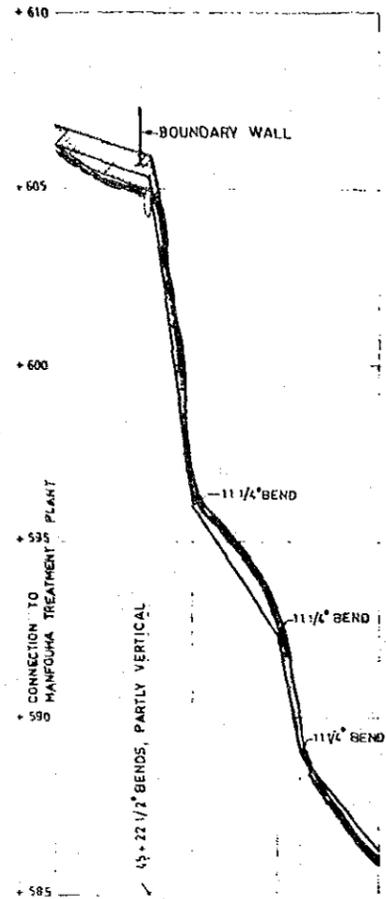
現地調査打合記録

現地調査における日一サ間の打ち合わせ事項は、その都度議事録として残したが、その添付データを添付する。

なお、議事録に添付した報告書は、その内容を本報告書本文に記載したので、添付を省略した。

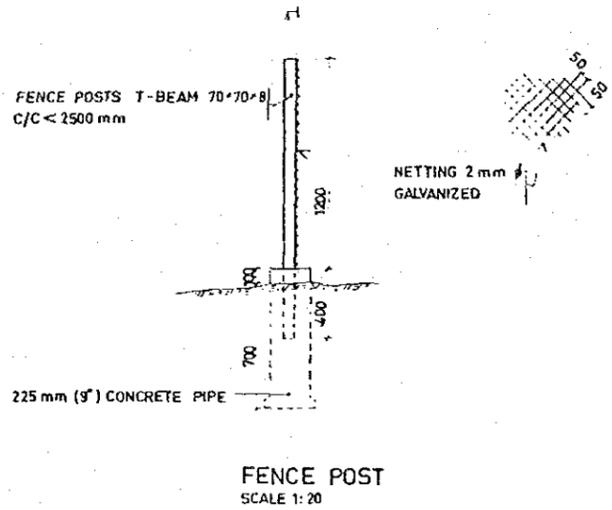
- (1) 9月28日1980年 打ち合わせ議事録添付書
- (2) 10月8日1980年 打ち合わせ議事録添付書
- (3) 2月7日1981年 打ち合わせ議事録添付書

GROUND STRUCTURE	FILL	OPEN LAND
SUBSOIL CONDITIONS		

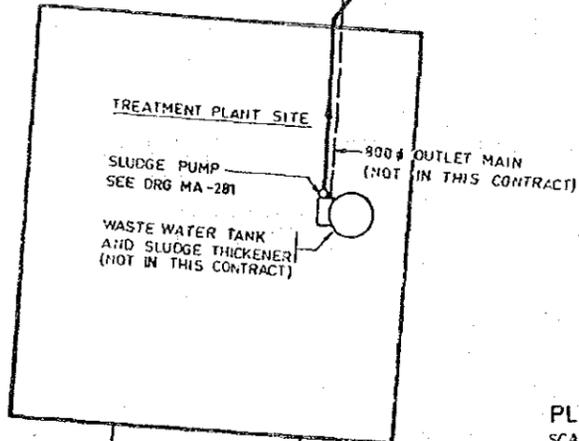
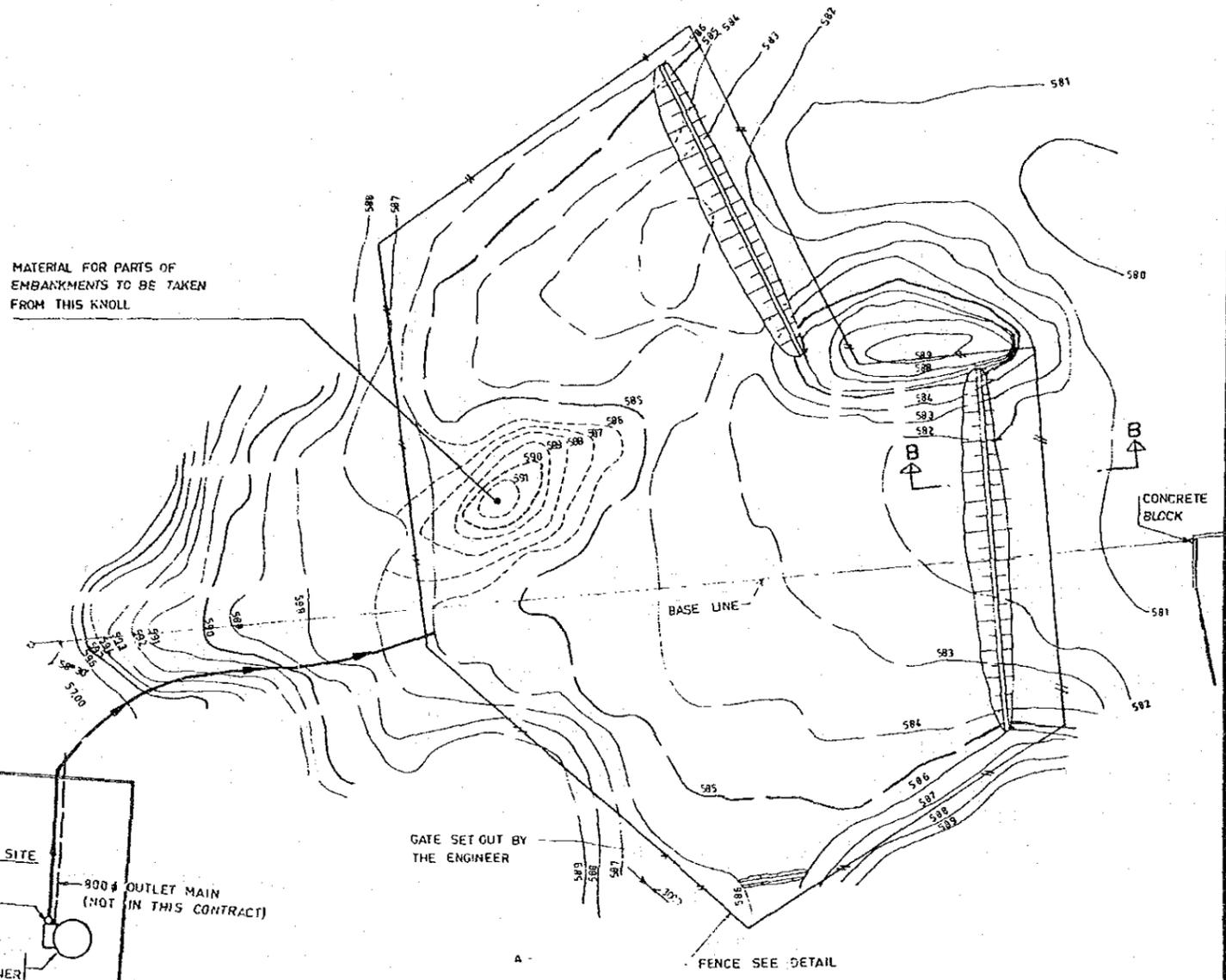


LONGITUDINAL MEASURE	m				
PIPE TOP ELEVATION	m	806.230+000	805.500+051	806.100+077	806.230+100
SLOPE	%	16	357	76	61
DIAMETER					

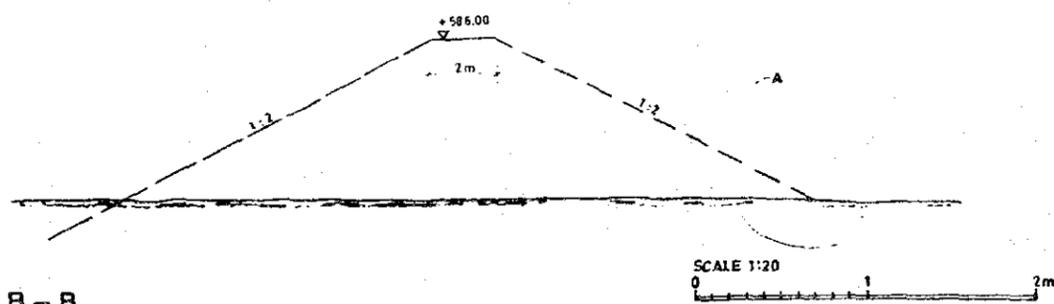
SCALES 1:2000
1:100



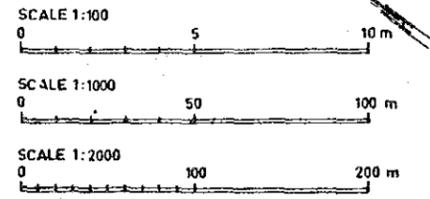
FENCE POST
SCALE 1:20



PLAN
SCALE 1:1000

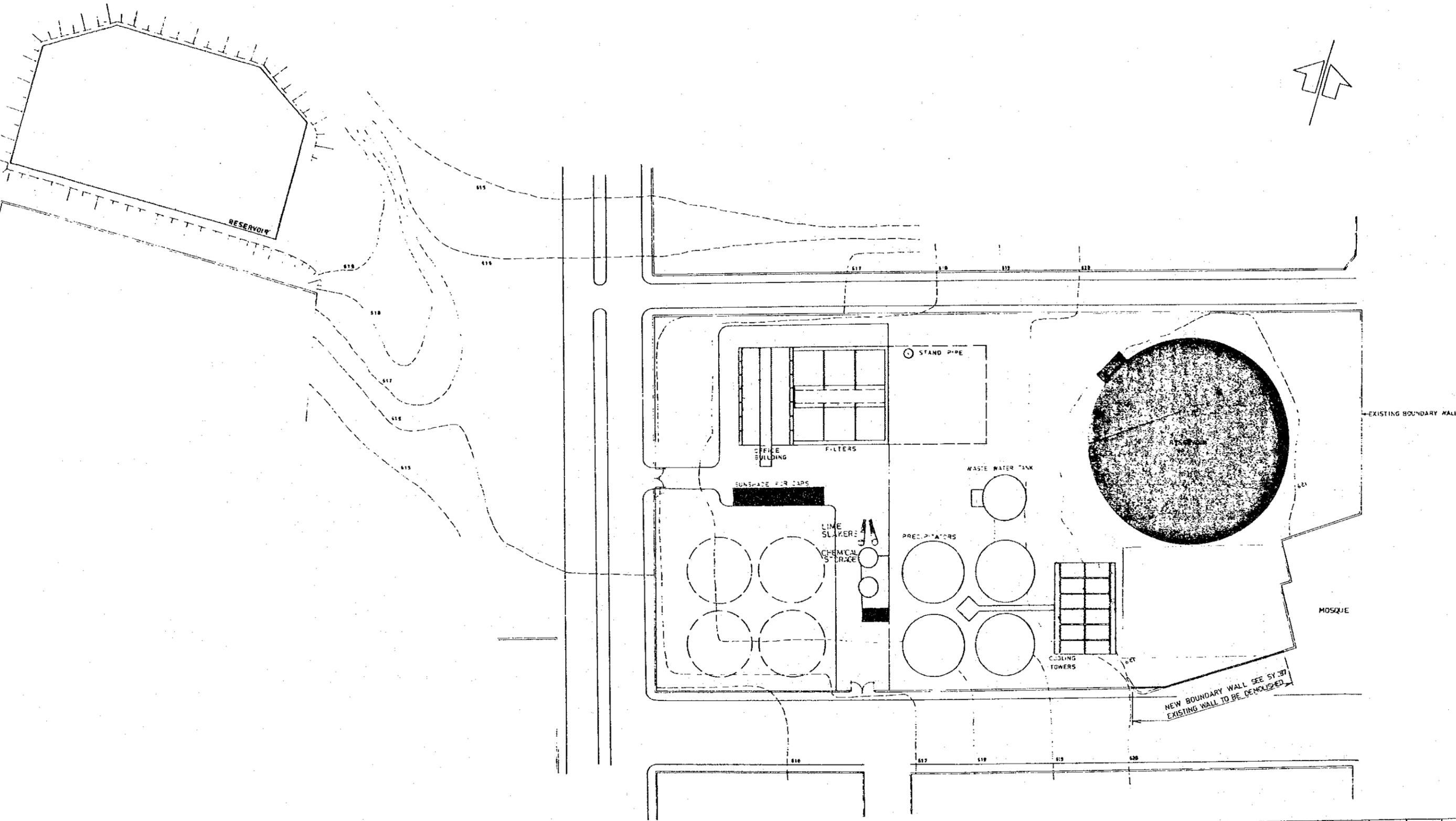
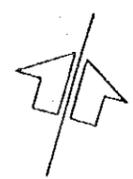


B - B
SCALE 1:100



RECORD DRAWING
DATE 1/11/68
DRAWN BY [Signature]
CHECKED BY [Signature]

RIYADH WATER TREATMENT AND DISTRIBUTION SYSTEM					
FIRST STAGE TREATMENT PLANTS					
MANFOUHA					
SLUDGE LAGOON PIPELINES					
VATTENBYGGNADSBYRÅN					
CONSULTING ENGINEERS AND ARCHITECTS					
POSTBOX 2828 - STOCKHOLM 3 - SWEDEN					
DESIGNED	DRAWN	CHECKED	APPROVED	DATE	DRAWING NO
	AW			FEBR. 1968	V88-10654-MA-292A

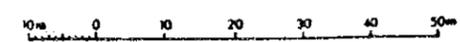


RECORD DRAWING

B	GENERAL	15-5-76	CH. CH.	<i>(Signature)</i>
RL	REVISION	DATE	DESIGNER	SIGN
BIOKAT	PROJECT ENGINEER	C. MANIAS	RESIDENT ENGINEER	
CONTRACTING COMPANY	DATE	1-9-76	DATE	
SAJICI AR 2912	SIGN	<i>(Signature)</i>	SIGN	

LEGEND

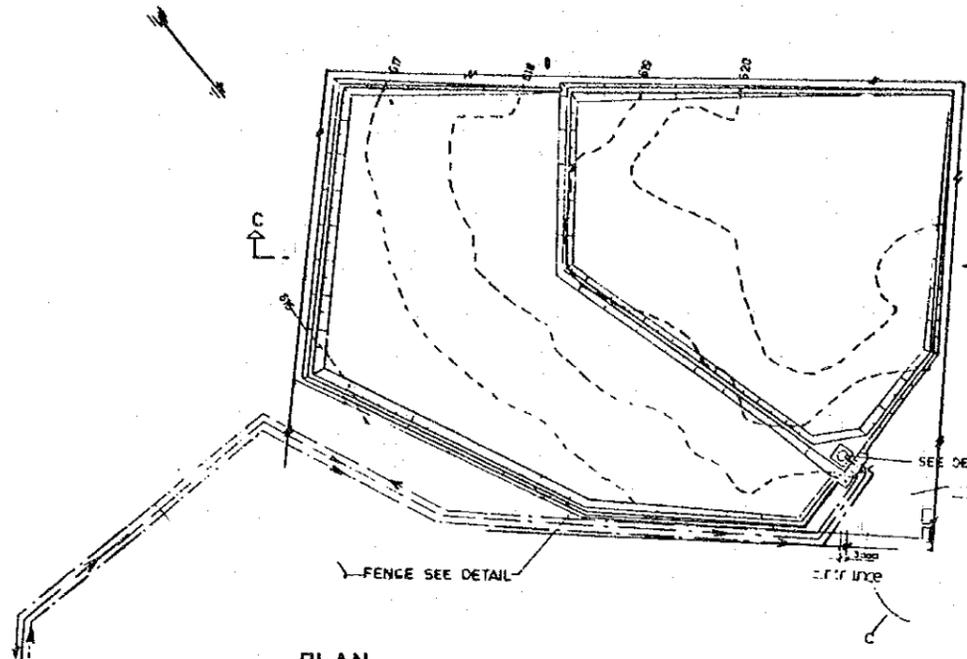
- EXISTING BUILDINGS
- NEW BUILDINGS
- FUTURE BUILDINGS



SCALE 1:500

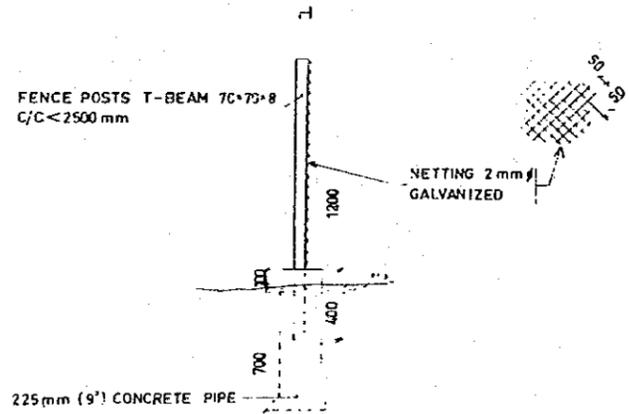
A	GENERAL	MAY 1973		
LIT.	NO	REFERENCE OF REVISION	DATE	APPR.
<p>RIYADH WATER TREATMENT AND DISTRIBUTION PLANTS - THIRD STAGE TREATMENT PLANTS SHEMESSY GENERAL LAYOUT DIMENSIONS</p>				
<p>DESIGNED BY <i>(Signature)</i></p>		<p>DRAWN BY <i>(Signature)</i></p>		<p>NO. 13482</p>
<p>CHECKED BY <i>(Signature)</i></p>		<p>APPROVED BY <i>(Signature)</i></p>		<p>SY 101 B</p>
<p>DATE FEB 1973</p>				

VBB
 WATTENBERG & PARTNERS
 CONSULTING ENGINEERS
 AND ARCHITECTS
 P.O. BOX 1026
 S-102 21 STOCKHOLM 3
 SWEDEN

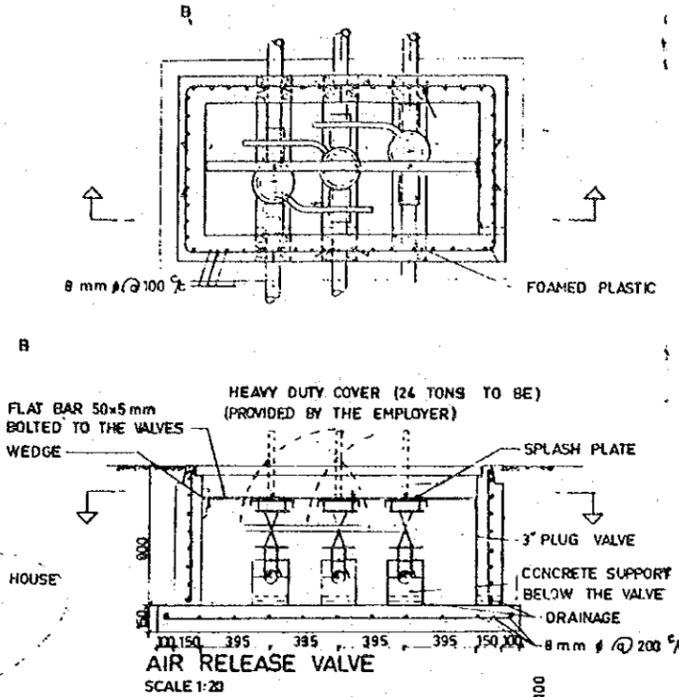


PLAN
SCALE 1:2000

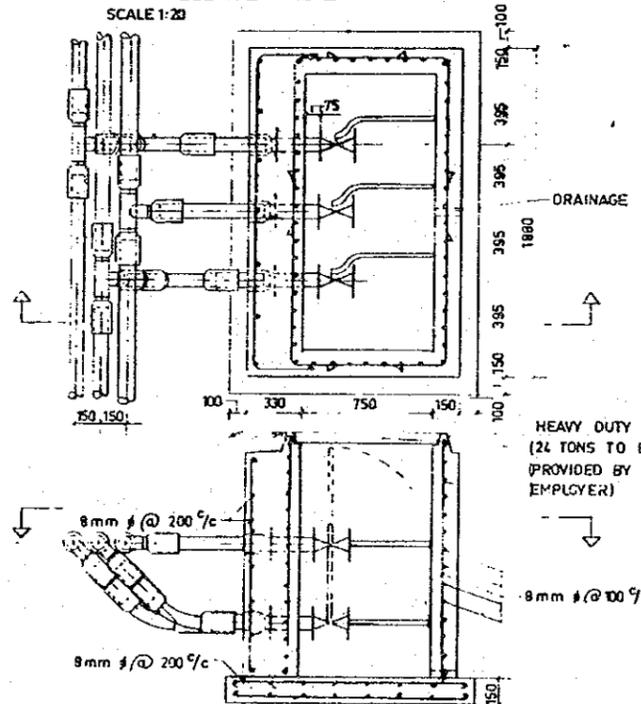
FENCE POSTS T-BEAM 70x75x8
C/C < 2500 mm



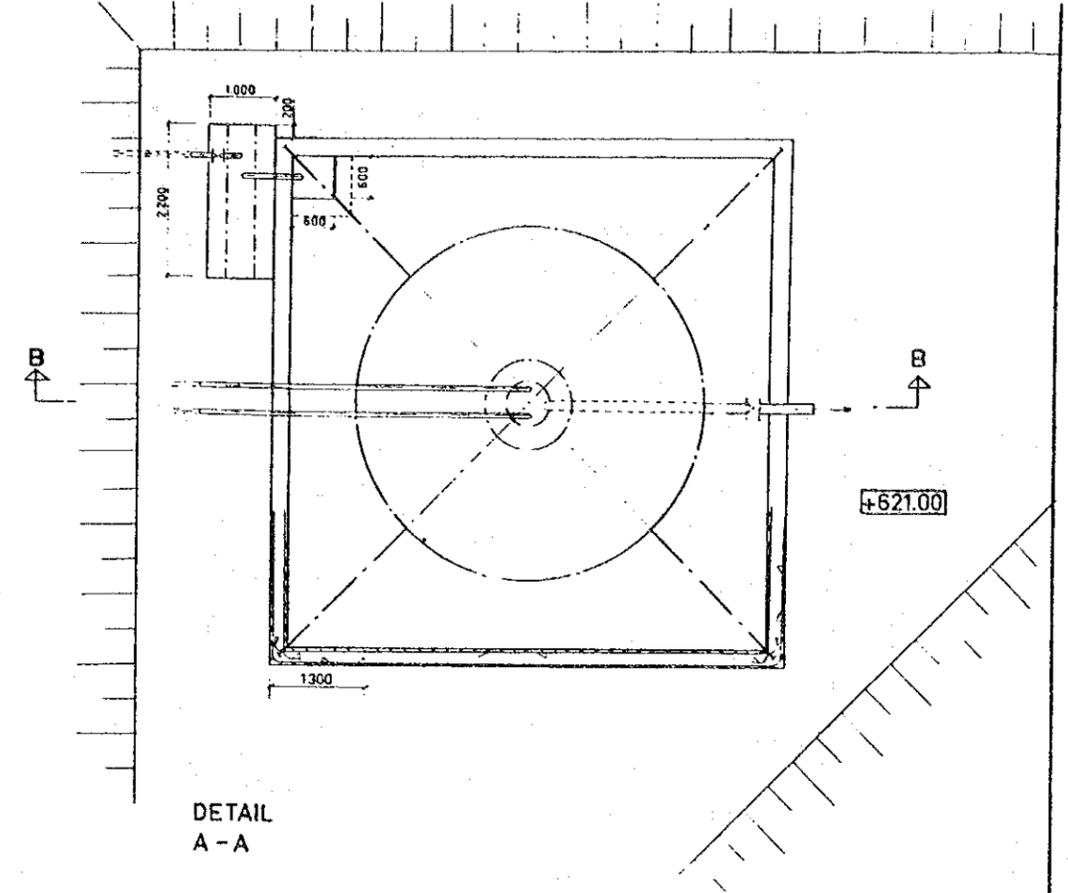
FENCE POST
SCALE 1:20



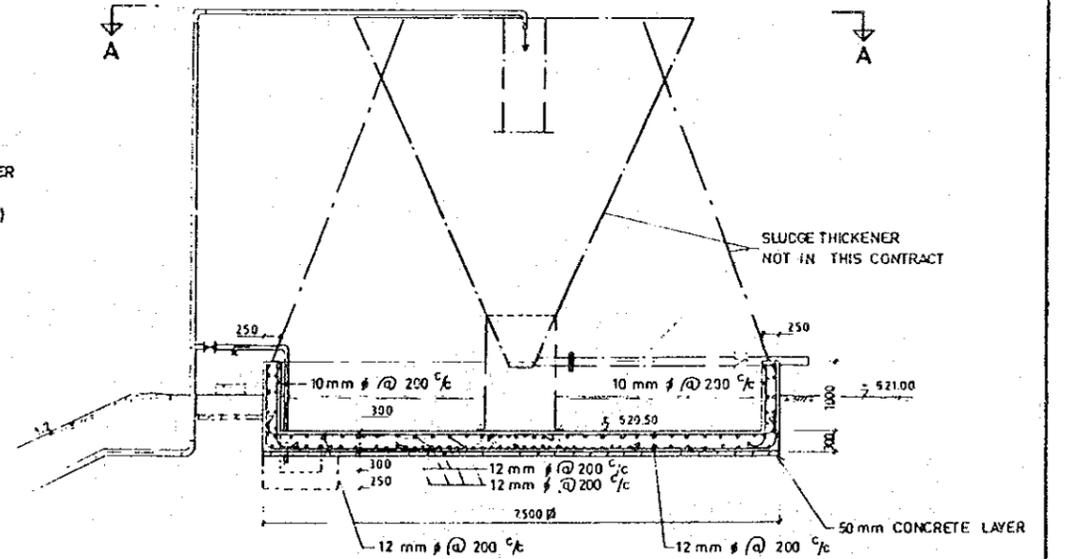
AIR RELEASE VALVE
SCALE 1:20



WASH-OUT VALVE (1 NO WITH 3 VALVES
1 NO WITH 2 VALVES)
SCALE 1:20



DETAIL
A-A

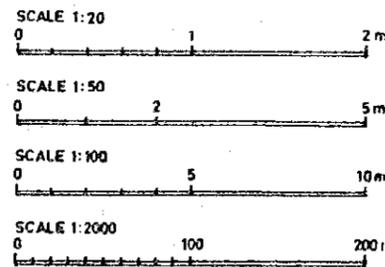


B-B
SCALE 1:50

GENERAL NOTES

- CONCRETE SHALL FULFIL THE CONDITIONS FOR CLASS CEMENT SHALL BE SULPHATE RESISTING IN ACCORDANCE WITH BS 1027 BLINDING CONCRETE SHALL BE OF CLASS III NOT LESS THAN 50mm THICK
- REINFORCEMENT SHALL BE DEFORMED BARS OF HIGH TENSILE BILLET STEEL EXCEPT FOR STIRRUPS WHICH SHALL BE OF MILD STEEL IN ACCORDANCE WITH BS 785 THE CONCRETE COVER TO ALL REINFORCEMENT SHALL BE NOT LESS THAN 30mm
- JOINTS BETWEEN ROOF SLABS AND WALLS TO BE PAINTED WITH ASPHALT
- VALVES BOTH FLANGES OF EACH VALVE TO BE SECURED BY TWO TIE BARS 6mm Ø TO FLANGE OF ANCHOR PIPE

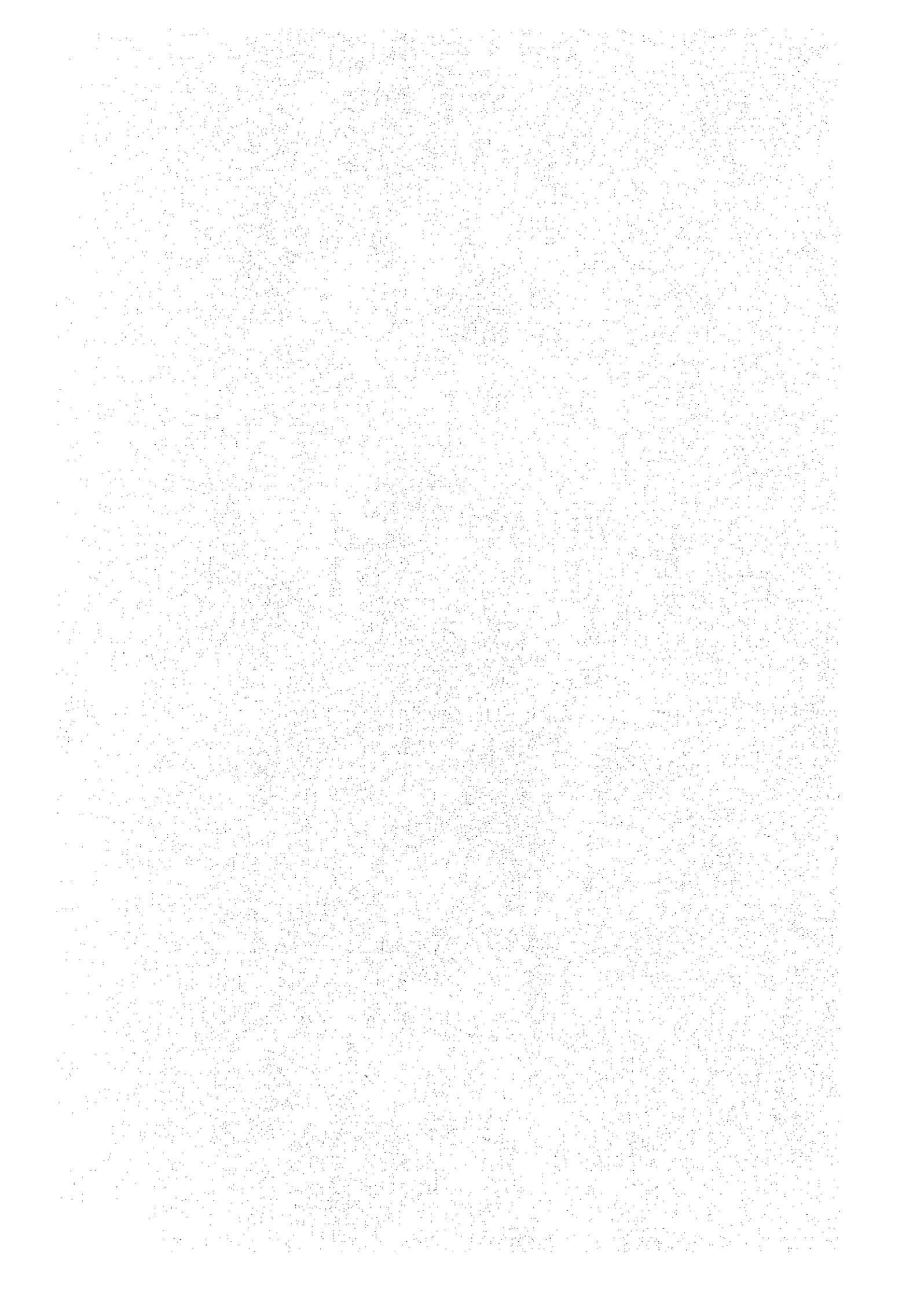
SECTION C
SCALE 1:100



RECORD DRAWING
DATE _____
BIOKAT
CONTRACTING CO
N. SKIADAS

NO	REFERENCE OF REVISION	DATE	SIGN
C	3	GATE GUARD HOUSE SLOPE	5.3.69
B	3	NOTE, FLAT BAR REINFORCEMENT	5.11.68
A		AIR RELEASE VALVE	30.9.68
A		WASH-OUT VALVE	30.9.68
A		DOUBLING OF SLUDGE LINE	30.9.68
DESIGNED	DRAWN	CHECKED	APPROVED

RIYADH WATER TREATMENT AND DISTRIBUTION SYSTEM
FIRST STAGE TREATMENT PLANTS
SHEMESSY
SLUDGE LAGOON DETAILS
VATTENBYGGNADSBYRÅN
CONSULTING ENGINEERS AND ARCHITECTS.
POSTBOX 5228 - STOCKHOLM 5 - SWEDEN
DATE FEBR 1969 DRAWING NO VBB-10654-SY-294 C



7.3 打ち合わせ議事録に添付したこの報告書に関係ある資料

調査期間を通じて、調査団とサウディ農水省との間で3通の打ち合わせ議事録が作成されている。

これらの議事録には、今回の調査の基礎となった資料を含む。

この資料は、今回の調査結果を将来更に発展させる時には、必ず必要になるものと思われるので、これを原文のまま添付する。

この資料は、現地調査のはじめにサウディ農水省へ提案された調査手順、現地調査内容、全体の工程、質問書を、また、現地調査結果として、合意された基礎データおよび各打ち合わせに出席した出席者名などを記す。

7.3 (1) Annex to the Minutes dated September 28, 1980.

At the site survey, following matters are proposed and agreed by the both parties:

1. List of Attendants
2. Schedule
3. Scope of Feasibility Study
4. Step of Works
5. Method of RO Brine Reject Treatment
6. Tentative Report (see next chapter)
7. Questionnaires

Annex 1: List of Attendants

1. JAPANESE DELEGATION

Masaru Ikai	Delegation Leader, Water Re-Use Promotion Center
Masahiro Miyazaki	Industrial Water Division Ministry of International Trade and Industry
Keiichi Kato	Japan International Cooperation Agency (JICA)
Koh Tsuda	Water Re-Use Promotion Center
Shigeru Itoi	Water Re-Use Promotion Center
Yo Takahashi	Water Re-Use Promotion Center
Junzo Hori	Water Re-Use Promotion Center
Gennosuke Inoue	Water Re-Use Promotion Center
Hisao Ogasawara	Water Re-Use Promotion Center

2. Japanese Observers

Naotoshi Osada	Deputy Japanese Representative for the Secretariat to the Saudi-Japanese Joint Committee
Takashi Komori	Resident Representative Riyadh Office JICA

3. MOAW

H.E. Abdulla Al Gholaikha	Deputy Minister for Water Affairs MOAW
Mohamed Aquil Khan	Deputy Director General Projects Execution Department MOAW
Amer Hossein	Assistant Director General Water Resources Development Department MOAW
Omar Al-Sheikh	Civil Engineer Projects Execution Department MOAW

Annex 2: Schedule

Date	Schedule	Person to Meet
Sept 26, Fri	Leave Japan	
" 27, Sat	Arrive in Riyadh	
" 28, Sun	Visit to Min. of Agr. & Water Explanation of scope of work, step of works, site survey and tentative report	H.E. Al Gholaikha
" 29, Mon	Visit to Water & Sewage Authority (WSA) Same explanation as above	
" 30, Tue	Visit to Manfouha Sewage Treatment Plant Visit to Manfouha Water Treatment Plant	Mr. M. El-Baker
Oct 1, Wed	Visit to Water Division, WSA Visit to Malez Water Treatment Plant	
" 2, Thu		
" 3, Fri		
" 4, Sat	Visit to Haiyr Pretreatment Plant	
" 5, Sun	Visit to Salbukh Water Treatment Plant	
" 6, Mon	Visit to Sewage Division, WSA Visit to Shemessy Water Treatment Plant	
" 7, Tue	Pigeonholing of obtained data & preparation of interim report	
" 8, Wed	Explanation of interim report	H.E. Al Gholaikha
" 9, Thu		
" 10, Fri		
" 11, Sat	(Reserved for the above explanation)	
" 12, Sun	Leave Riyadh	
" 13, Mon	Return to Japan	

Annex 3: Scope of Feasibility Study

1. Assessment and investigation of RO brine reject disposal
 - (1) Disposal into the municipal sewage pipeline
 - (2) Disposal into the sewage treatment plant
 - (3) Water re-use program
 - (4) Proposition and evaluation of effective concentration method of RO brine reject
2. Selection of disposal method
3. Planning
 - (1) Conceptual design of selected method
 - (2) Cost estimation
 - (3) Economical analysis
4. Conclusion
 - (1) Conclusion
 - (2) Proposal and comment
5. Explanation of the result to the Ministry of Agriculture and Water, the Government of the Kingdom of Saudi Arabia

Annex 4: Step of Works

1. On the spot survey in Riyadh
 - (1) Meetings
 - (2) Visits to plants
 - (3) Interim reporting
 - (4) Confirmation of figures (data)
2. Works in Japan
 - (1) Analysis
 - (2) Planning
 - (3) Evaluation
 - (4) Drafting of final report
3. Explanation of draft of final report to the Ministry of Agriculture and Water, the Government of the Kingdom of Saudi Arabia

Annex 5: Method of RO Brine Reject Treatment

1. Evaporation pond in the suburbs
2. Deep well injection
3. Concentration by electrodialysis (ED) process
 - 3.1 ED process followed by evaporation pond in the suburbs
 - 3.2 ED process followed by evaporation pond in the RO plant site
 - 3.3 ED process followed by Evaporator/Crystallizer
 - 3.4 ED process followed by deep well injection
4. Concentration by reverse osmosis (RO) process
5. Disposal into municipal sewage pipeline
6. Recovery of valuables

Annex 6: Tentative Report

TENTATIVE REPORT ON
FEASIBILITY STUDY OF
RO BRINE REJECT TREATMENT IN
THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA

(DOCUMENT NO. SAJ/RO-101)

SEPTEMBER 1980

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

TOKYO, JAPAN

Questionnaire (2) -- Sewage Treatment Plant

1. Manfouha Sewage Treatment Plant

Design capacity: _____ m³/day
Operational record: Maximum _____ m³/day
Minimum _____ m³/day
Average _____ m³/day
Expansion program: _____ m³ by _____ (Year)
_____ m³ by _____

2. Planned plant

Location: _____
Design capacity: _____ m³/day
Year of completion: _____

3. Quality of influent, both design & operational record

a) Temperature: _____ / _____	l) Pb: _____ / _____
b) pH: _____ / _____	m) Cr (6 valence): _____ / _____
c) BOD: _____ / _____	n) As: _____ / _____
d) SS: _____ / _____	o) Total Hg: _____ / _____
e) n-Hexan Extract Substances: _____ / _____	p) Cr: _____ / _____
f) Iodine consumed: _____ / _____	q) Cu: _____ / _____
g) Phenols: _____ / _____	r) Zn: _____ / _____
h) Cyanide: _____ / _____	s) Fe (soluble): _____ / _____
i) Alkyl Hg: _____ / _____	t) Mn (soluble): _____ / _____
j) Organic P: _____ / _____	u) F: _____ / _____
k) Cd: _____ / _____	

4. Layout drawings, both present & expansion program

Questionnaire (3) -- Sewage Re-Use Program

1. Capacity and expansion program

Name of Plant	Design Capacity (m ³ /day)	Operational Record (m ³ /day)			Expansion Program (m ³ /day by year)
		Maximum	Minimum	Average	

2. Quality of reclaimed water, both design & operation record

- | | | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------|---------------|
| a) Temperature: | _____ / _____ | l) Pb: | _____ / _____ |
| b) pH: | _____ / _____ | m) Cr (6 valence): | _____ / _____ |
| c) BOD: | _____ / _____ | n) As: | _____ / _____ |
| d) SS: | _____ / _____ | o) Total Hg: | _____ / _____ |
| e) n-Hexan Extract Substance: | _____ / _____ | p) Cr: | _____ / _____ |
| f) Iodine consumed: | _____ / _____ | q) Cu: | _____ / _____ |
| g) Phenols: | _____ / _____ | r) Zn: | _____ / _____ |
| h) Cyanide: | _____ / _____ | s) Fe (soluble): | _____ / _____ |
| i) Alkyl Hg: | _____ / _____ | t) Mn (soluble): | _____ / _____ |
| j) Organic P: | _____ / _____ | u) F: | _____ / _____ |
| k) Cd: | _____ / _____ | | |

3. Layout drawings, both present & expansion program

Questionnaire (4) -- Governmental Office in Charge of
Water Administration

1. Basic Plan of Water Resources Development:

2. Potable Water:

3. Industrial Water:

4. Agricultural Water:

5. Sewage:

6. Organization Chart of the above

7. Law and Regulation related to Water Administration:

8. Budgetary System:

#

Questionnaire

1. Bearing capacity in the Riyadh area
2. Boring log of deep well more than 1,000 m in the Riyadh area
3. Permeability coefficient of aquifer
4. Atmospheric pressure in the Riyadh area
5. Wind velocity and direction in the Riyadh area
6. Evaporation rate in the Riyadh area
7. Topographical map of the Riyadh area
8. Available utilities and their unit prices
 - 1) Electric power
 - 2) Fuel
 - 3) Steam: Pressure ($\text{kg/cm}^2\text{G}$), Temperature ($^{\circ}\text{C}$), Quantity (kg/h)
 - 4) Water (for cooling):
Quantity (m^3/h), Temperature ($^{\circ}\text{C}$), Quality
 - 5) Chemicals
 - (1) Hydrazin
 - (2) Coagulation aid
 - (3) Biocide
 - (4) Na_2CO_3
 - (5) NaOH
 - (6) NaCl
 - (7) H_2SO_4
 - (8) Na_2SO_4
9. Labor
 - 1) Cost per hour
 - 2) Cost per year
 - 3) Working day per year

10. Depreciation

Formula used by MAW and WSA

7.3 (2) Annex to the Minutes dated October 8, 1980.

After the site survey following matters are confirmed:

1. Actual Schedule of the Japanese Delegation
2. List of Attendants
3. References obtained by the Japanese Delegation
4. General Conditions
5. Summary of Interim Report

Annex 1: Actual Schedule of the JAPANESE DELEGATION

Date	Actural Schedule
Fri., Sept. 26	Leave Japan
Sat., " 27	Arrive in Riyadh
Sun., " 28	Visit to Ministry of Agriculture and Water (MOAW) to explain scope of work, step of works, site survey and tentative report
Mon., " 29	Visit to Water and Sewage Authority (WSA) to explain the same items as above
Tue., " 30	Visit to Manfouha Sewage Treatment Plant Visit to Manfouha Water Treatment Plant
Wed., Oct. 1	Visit to Water Division, WSA Visit to Malez Water Treatment Plant
Thu., " 2	
Fri., " 3	
Sat., " 4	Visit to Haiyr Pretreatment Plant Visit to Shemessy Water Treatment Plant Visit to Water Division, WSA, to receive data
Sun., " 5	Visit to Salbukh Water Treatment Plant
Mon., " 6	Visit to MOAW to receive data and to discuss general conditions Visit to Sewage Division, WSA, to receive data
Tue., " 7	Visit to MOAW to receive additional data Preparation of interim report

Annex 2: List of Attendants

1. JAPANESE DELEGATION

Masaru Ikai	Delegation Leader, Water Re-Use Promotion Center
Masahiro Miyazaki	Industrial Water Division Ministry of International Trade and Industry
Koh Tsuda	Water Re-Use Promotion Center
Gennosuke Inoue	Water Re-Use Promotion Center

2. Japanese Observers

Naotoshi Osada	Deputy Japanese Representative for the Secretariat to the Saudi-Japanese Joint Committee
Takashi Komori	Resident Representative Riyadh Office Japan International Cooperation Agency

3. MOAW

H.E. Abdulla Al Gholaikha	Deputy Minister for Water Affairs MOAW
Mohamed Aquil Khan	Deputy Director General Projects Execution Department MOAW
Amer Hossein	Assistant Director General Water Resources Development Department MOAW
Omar Al-Sheikh	Civil Engineer Projects Execution Department MOAW

Annex 3: References obtained by the JAPANESE DELEGATION

1. Water treatment facilities

1.1 Water treatment plants

(1) Quality of treated water

Month: August 1979

Plants: Malez, Shemessy and Manfouha

Items: pH, total hardness, total alkalinity

Range: Minimum, average and maximum

(2) Results of water analysis (average)

Month: August 1979

Plants: Malez, Shemessy and Manfouha

Items: Temperature

pH

Hardness (TTL Ca, Mg)

Alkalinity (TTL Phenolphthalein)

Chloride

Conductivity

KMnO₆ demand

Manganese

Aluminium

Free Chlorine

Dissolved oxygen

Checking point: Parsh Flume

Before filters*

After pumps

Note: * Items from Chloride to dissolved oxygen are not indicated.

(3) Capacity and expansion program (design capacity) in m³/h

Malez: 1,200

Manfouha: No.1 -- 1,800 (plus 600 from Hayir)

No.2 -- 2,400

Shemessy: 3,600

Haiyr: 900

(4) Available utilities and their unit prices

Electric power: SR 0.07/kWh

Fuel (diesel oil): SR 0.055/liter

(5) Prices of chemicals

Coagulant aid (polyelectrolite): SR 21,000/ton

Na₂CO₃: SR 1,030/ton

H₂SO₄: SR 1,050/ton

(6) Operator

Cost per year: SR 100,000 (approximate)

Working days per year: 365

(7) Depreciation

Depreciation or amortization is not applied

(8) Drawings

1) General layout of Malez Plant

2) General layout of Shemessy Plant

3) General layout of Manfouha Plant

1.2 Salbukh RO Plant (verbal information)

(1) Capacity (m³/d)

Design: 60,000

Maximum: 65,000

Minimum 55,000

Average: 60,000

(2) Quality of permeate water

Items	Raw	Softened	Permeate	Brine Reject
TTL dissolved solids mg/l	1,300	1,300	75	10,000 - 12,000
Chloride, Cl ⁻ mg/l	300	200 - 300	14-15	3,000
Sulphate, SO ₄ ²⁻ mg/l	375	475	20	500
Calcium Ca ²⁺ mg/l	450	70	40	600
meqv/l	2.5			
Magnesium, Mg ²⁺ mg/l	225	140	14	900
meqv/l				
Silica mg/l	22- 28	8	trace	80
TTL hardness mg/l	14			
meqv/l		6.8	(6.6)*	5.5

*: read from meter

(3) TTL operating volume (m³/h)

After cooling: 2,824

RO feed: 2,112

RO permeate 1,950

Brine reject: 195

2. Sewage Treatment

2.1 Manfouha Sewage Treatment Plant

- (1) Capacity (m^3/d)
 - Design: 40,000
 - Maximum: 57,000
 - Minimum: 42,000
 - Average: 45,000
- (2) Check items of effluent quality
 - BOD and SS
- (3) Reduction ratio of BOD
 - 80% (designed and operational record)
- (4) Expansion program
 - 80,000 m^3/d in 1981
 - 200,000 m^3/d in 1983
- (5) Quantity of influent
 - 1) Monthly maximum, minimum and average
 - 2) Daily maximum, minimum and average
 - 3) Hourly change
- (6) Quality of effluent
 - 1) Effluent standard
 - None
 - 2) TDS variation of effluent
 - 2,000 to 3,000 mg/l

2.2 Sewage pipeline

- (1) Drawings
- (2) Profiles
 - 1) Trunk line
 - 2) Branch line connecting water treatment plant and trunk line

Annex 4: General Conditions

1. Sewage

- (1) TTL volume: 80,000 m³/d in 1981
200,000 m³/d in 1983

(2) Quality of influent and effluent

<u>Items</u>	<u>Influent</u>	<u>Effluent</u>
TDS	910 - 3,130	1,800 - 2,340
BOD	207 - 269	77 - 95
SS	333 - 460	82 - 117
pH	7.2 - 7.8	7.2 - 8.0

2. Re-Use

- (1) Standard of effluent from sewage treatment plant:

None

(2) Object for re-use

- 1) Agriculture
- 2) Ground water increase by injection
- 3) Industry

3. Design basis of RO brine reject treatment method

- (1) Quantity of RO brine reject (m³/d)

- 1) Malez: 2,230
- 2) Manfouha: 6,800
- 3) Shemessy: 3,310

- (2) Recovery ratio: 90%

- (3) Salt rejection: 97%

4. Weather conditions

Items	Data in Tentative Report	Present Data
Temperature		
Minimum	-4°C	-5.6°C
Maximum	52°C	47.7°C
Relative Humidity		
Winter	100-16%	100-6%
Summer	51-5%	68-2%
Highest Total Daily Rainfall		
Maximum	57 mm/d	51.5 mm/d
Annual Reainfall		
Minimum	15 mm	12.6 mm
Maximum	230 mm	176.6 mm
Wind Velocity		
Maximum	128 km/h	32 km/h
Wettest Month	March - April	November - February
Driest Month	June - October	June - September
Evaporation rate	3,000 mm/y	2,890 mm/y

Annex 5: Summary of Interim Report

1. Disposal method of RO brine reject

(1) Manfouha

- 1) Concentration by electrodialysis (ED) followed by evaporator/crystallizer

* Construction cost: 17 million US\$

* Required area: 2,450 m²

- 2) Concentration by ED followed by evaporation pond

* Construction cost: 10 million US\$

* Required area: 188,000 m²

(2) Shemessy

- 1) Concentration by ED followed by evaporator/crystallizer

* Construction cost: 11 million US\$

* Required area: 1,200 m²

- 2) Evaporation pond in the suburbs

* Construction cost: 8 million US\$

* Required area: 150 m² (in plant site)

420,000 m² (present lagoon)

(3) Malez

Disposal into sewage pipeline

2. Schedule

Method \ Year	1980	1981	1982	1983	1984	1985
ED plant in Manfouha		(P) → ○	→ ○	(C)	→ ○	(O) →
ED plant in Shemessy		(P) → ○	→ ○	(C)	→ ○	(O) →
Brine disposal from Malez		○ →				
(Reference) Expansion of Sewage treatment plant		→ ○		80,000 m ³ /d	→ ○	200,000 m ³ /d

(P)=Preparation; (C)=Construction; (O)=Operation

7.3 (3) Annex to the Minutes dated February 7, 1981.

1. Attendants to the Meetings

ANNEX I

Attendants to the Meetings

MOAW Side:

H.E. Dr. Abdullah Al-Ghulaikah	Deputy Minister for Water Affairs MOAW (partly attended)
Mr. Mustafa Noori	Director General, Water Resources Development Dept.
Mr. Amer Husein	Assistant Director General, Water R. D. Dept.
Mr. M. Aquil Khan	Assistant Director General, Projects Execution Dept.
Mr. Mosa Robaian	Assistant Director General, Water Resources D. Dept.
Mr. Musfir Al Kalthan	W.R.D. Dept.
Mr. Ibrahim Saqabi	" "
Mr. Fahad Marshond	" "
Mr. Omar Al-Sheikh	Project Execution Dept.
Mr. Abdullah Sadhan	W.R.D. Dept.

JICA Side:

Mr. Masaru Ikai	Team Leader JICA Study Team
Mr. Hiroyuki Maki	Deputy Director Industrial Water Division Ministry of International Trade and Industry
Mr. Akira Nishimura	JICA Study Team
Mr. Susumu Akiyama	Representative for the Secretariat to the Saudi-Japanese Joint Committee
Mr. Michio Hirano	1st Secretary, Embassy of Japan/Jeddah
Mr. Naotoshi Osada	Deputy Representative for the secre- tariat to the Saudi-Japanese Joint Committee
Mr. Takeshi Komori	Resident Representative Japan International Cooperation Agency

JICA