Table-1 Water and Farmland Resources in Thailand and Chao Phraya Basin

Basin	Area (103 sq.km)	1993 Population (million)	Water Resources			Farmland Resources		
			Volume (BCM)	Yield (mm)	Per Capita Volume (m3)	Area (106 ha)	Per Capita Area (ha)	Per ha Volume (m3/ha)
1. Whole Country								
Chao Phraya	157.9	21.7	32.9	210	1,500	5.9	0.27	5.6
North East	168.9	20.5	47.3	280	2,300	9.2	0.45	5.1
East	36.3	3.9	26.4	730	6,800	2.0	0.52	13.2
West	43.2	3.5	13.7	320	3,900	1.4	0.40	9.8
South	72.1	7.6	73.8	1,020	9,710	2.8	0.36	26.7
Kok/Ing etc.	34.7	2.0	18.2	520	9,200	0.6	0.27	9.2
Total	513.8	59.2	212.3	410	3,600	21.9	0.37	9.7
2. Chao Phraya Basin								
Nan	34.3	2.3	9.16	270	4,000	1.08	0.47	8.5
Yom	23.6	1.8	2.96	130	1,600	0.76	0.42	3.9
Wang	10.8	0.7	1.10	100	1,600	0.15	0.21	7.3
Ping	33.9	2.6	7.97	240	3,000	0.65	0.25	12.3
Sakae Krung	5.2	0.5	1.30	190	2,700	0.26	0.52	5.0
Pasak	16.3	1.6	2.98	180	1,900	0.91	0.57	3.3
Delta	33.8	12.2	7.43	220	610	2.07	0.17	3.6
Total	157.9	21.7	32.90	210	1,500	5.9	0.27	5.6

Remark: The above water volumes of Chao Phraya basin are estimated on the basis of observed data in past 20 years which are already reduced because of upstream water diversion for irrigation and other purposes. The potential water resources in the Chao Phraya basin would therefore be assumed at 42,000 MCM or 260 mm if about 9,000 MCM of upstream water diversion is taken into consideration.

Table-2 Runoff Characteristics of Major Rivers

Basin and Gaging Station		Drainage Area (km^2)	Mean Annual Runoff			Specific Runoff Yield (mm)	Maximum Annual Runoff (MCM)	Minimum Annual Runoff (MCM)	Discharge	
			Wet Season (MCM)	Dry Season (MCM)	Total (MCM)				Mean (m^3/sec)	Maximum (m^3/sec)
1. Kok;	(GN3) Myanmar Border	2,980	1,642	498	2,140	719	3,034	1,342	68	551
	(G2A) Diversion Damsite	6,053	2,892	696	3,588	593	5,686	2,034	114	953
	(GN1) River Mouth	10,300	4,208	982	5,190	504	7,266	3,430	165	874
2. Lao;	(GN15) Confluence of Kok	3,080	715	140	855	278	1,338	424	27	-
3. Ing;	(IN_2) Existing Wair	3,450	819	62	881	256	1,383	435	28	596
	(IN_1) A. Thoeng	5,700	1,733	149	1,882	331	3,926	823	60	1,250
4. Yao;	(N51) Confluence of Nan	774	323	57	380	491	606	199	12	380
5. Nan;	(N17) Upper Nan	1,156	577	149	726	628	1,096	452	23	1,843
	(N1) Nan City	4,609	2,320	224	2,544	552	4,748	1,342	81	2,800
	Sirikit Inflow	13,100	4,419	705	5,124	391	8,574	3,119	163	3,378
	Sirikit Outflow	13,100	2,131	2,721	4,852	370	7,284	2,405	154	1,963
	(N12A) Uttaradit	15,718	2,891	2,466	5,375	342	10,270	2,486	171	3,300
	(N5A) Phitsanulok	25,286	4,712	2,443	7,155	283	12,131	3,199	286	1,896
	(N7) Phicit	29,153	6,027	2,740	8,767	301	14,288	3,850	278	1,563
	(N14) Chung Saeng	33,197	6,838	2,348	9,186	277	15,874	3,562	292	1,448
6. Yom;	(Y14) Sukothai	12,131	2,323	204	2,527	209	5,092	840	81	-
7. Wang;	(W4A) Tak	10,507	965	412	1,077	147	2,104	408	100	445
8. Ping;	Buhmibol Inflow	26,386	4,559	686	5,245	199	8,804	2,562	167	-
	Buhmibol Outflow	26,386	1,917	3,021	4,938	188	7,620	2,790	157	-
	(P7A) Kamphaeng Phet	42,700	4,357	3,402	7,759	103	12,221	4,184	35	2,452
9. Chao Phraya;	(C_2) Nakhon Sawan	110,569	15,367	7,099	22,466	182	36,917	11,541	246	4,712
	(C_{13}) Chainat Inflow	119,000	16,028	6,381	22,409	188	38,771	8,587	711	4,360
	Chainat Outflow	119,000	8,595	2,196	10,791	91	26,055	2,650	343	-
	Chainat Diversion	119,000	7,433	4,185	11,618	98	14,577	5,937	369	-
10. Pasak;	Damsite	12,925	1,835	156	1,991	204	4,830	609	713	-
	Confluence of Chao Phraya	16,292	2,224	189	2,413	149	5,855	738	77	-
11. Mekong;	Chiang Saen	189,000	67,844	17,728	85,572	453	126,682	67,850	2,714	17,600
	Chiang Khong	204,000	75,993	19,508	95,501	468	129,696	75,328	3,029	18,000

Table-3 Summary of Sirikit Reservoir Operation in Wet and Dry Season

Year	Inflow into Reservoir			Outflow from Reservoir			Balance (Inflow-Outflow)		Storage at End of		Storage Space at End of	
	Wet	Dry	Total	Wet	Dry	Total	Wet	Dry	June	November	June	November
1974	3505.2	723.6	4228.8	2861.8	2328.8	5190.6	643.4	-1605.2	7352	7928	2158	1582
1975	7649.4	924.7	8574.1	3522.1	3697.4	7219.5	4127.3	-2772.7	6442	9345	3068	165
1976	5347.3	976.2	6323.5	3432.4	3789.7	7222.1	1914.9	-2813.5	5902	8113	3608	1397
1977	3434.1	706.2	4140.3	3290.3	1850.4	5140.7	143.8	-1144.2	4577	5189	4933	4321
1978	5792.9	727.6	6520.5	1675.0	3660.0	5335.0	4117.9	-2932.4	3919	7803	5591	1707
1979	3068.0	508.4	3576.4	3092.6	1579.6	4672.2	-24.6	-1071.2	4828	4635	4682	4875
1980	5734.8	882.3	6617.1	1317.2	3094.2	4411.4	4417.6	-2211.9	3578	7588	5932	1922
1981	6858.3	717.2	7575.5	3711.6	3572.9	7284.5	3146.7	-2855.7	4830	8216	4680	1294
1982	4614.5	694.6	5309.1	2147.5	3612.0	5759.5	2467.0	-2917.4	5073	7488	4437	2022
1983	4592.2	857.9	5450.1	1353.7	2734.7	4088.4	3238.5	-1876.8	4273	7562	5237	1948
1984	5640.8	770.9	6411.7	2666.3	3815.0	6481.3	2974.5	-3044.1	5494	8310	4016	1200
1985	4517.3	1169.9	5687.2	1164.2	3120.3	4284.5	3353.1	-1950.4	4891	8274	4619	1236
1986	3593.0	485.4	4078.4	3028.3	3102.2	6130.5	564.7	-2616.8	5777	6519	3733	2991
1987	2552.0	684.6	3236.6	1402.5	1570.4	2972.9	1149.5	-885.8	3629	4776	5881	4734
1988	3843.0	643.4	4486.4	822.1	2100.1	2922.2	3020.9	-1456.7	4012	6648	5498	2862
1989	3315.6	605.3	3920.9	1761.8	2644.2	4406.0	1553.8	-2038.9	5092	6448	4418	3062
1990	3476.1	552.1	4028.2	2271.7	2446.4	4718.1	1204.4	-1894.3	4202	5320	5308	4190
1991	2862.1	401.5	3263.6	1297.1	1966.5	3263.6	1565.0	-1565.0	3376	4746	6134	4764
1992	2555.4	563.2	3118.6	569.1	1835.9	2405.0	1986.3	-1272.7	2997	4927	6513	4583
1993	2743.2	583.0	3326.2	2301.2	1122.7	3423.9	442.0	-539.7	3402	3853	6108	5657
1994	7112.1	623.5	7735.6	1055.0	3504.4	4559.4	6057.1	-2880.9	3549	9108	5961	402
1995	8401.0			4021.7			4379.3		5739	9397	3771	113
Mean	4419.4	704.8	5124.2	2130.6	2721.3	4852.0	2288.8	-2016.5	4629	6800	4881	2710
Max.	7649.4	1169.9	8574.1	3711.6	3815.0	7284.5	6057.1	-539.7	7352	9345	6513	5657
Min	2552.0	401.5	3118.6	569.1	1122.7	2405.0	-24.6	-3044.1	2997	3853	2158	113

Note: (1) Wet season from June to November and dry season from December to next May. (2) The year 1995 was excluded from calculation of mean, maximum and minimum values. (3) Drainage area is 13,100 sqkm and gross capacity is 9,510 MCM.

Table-4 Summary of Bhumibol Reservoir Operation in Wet and Dry Season

Year	Inflow into Reservoir			Outflow from Reservoir			Balance (Inflow-Outflow)		Storage at End of		Storage Space at End of	
	Wet	Dry	Total	Wet	Dry	Total	Wet	Dry	June	November	June	November
1974	5427	1167	6594	2391	3123	5514	3036	-1956	8435	11687	5027	1775
1975	7654	1150	8804	3712	3908	7620	3942	-2758	9462	13366	4000	96
1976	4038	893	4931	3423	3874	7297	615	-2981	9610	10965	3852	2497
1977	4681	837	5518	3607	2966	6573	1074	-2129	7108	8806	6354	4656
1978	6379	470	6849	2055	3551	5606	4324	-3081	5955	10732	7507	2730
1979	2849	325	3174	3682	2020	5702	-833	-1695	7224	6480	6238	6982
1980	5596	652	6248	659	2995	3654	4937	-2343	4845	9475	8617	3987
1981	4599	878	5477	1578	3085	4663	3021	-2207	6773	10051	6689	3411
1982	4725	409	5134	2691	3582	6273	2034	-3173	7778	9588	5684	3874
1983	4538	675	5213	1063	2920	3983	3475	-2245	5808	9413	7654	4049
1984	3656	444	4100	1407	2494	3901	2249	-2050	7055	9040	6407	4422
1985	5124	1209	6333	874	2939	3813	4250	-1730	6801	10776	6661	2686
1986	3072	418	3490	2723	3321	6044	349	-2903	8415	8970	5047	4492
1987	4159	783	4942	1923	2854	4777	2236	-2071	5678	7933	7784	5529
1988	5429	740	6169	258	4323	4581	5171	-3583	6235	10611	7227	2851
1989	3803	622	4425	1921	3382	5303	1882	-2760	6812	8414	6650	5048
1990	3360	296	3656	2210	2277	4487	1150	-1981	5191	6404	8271	7058
1991	3948	312	4260	1003	2935	3938	2945	-2623	4254	6980	9208	6482
1992	3651	616	4267	429	2604	3033	3222	-1988	3902	7136	9560	6326
1993	2017	545	2562	1802	988	2790	215	-443	4507	5011	8955	8451
1994	7035	961	7996	848	3294	4142	6187	-2333	4822	10486	8640	2976
1995	5737			1360			4377		7415	12138	6047	1324
Mean	4559	686	5245	1917	3021	4938	2642	-2335	6508	9158	6954	4304
Max.	7654	1209	8804	3712	4323	7620	6187	-443	9610	13366	9560	8451
Min.	2017	296	2562	258	988	2790	-833	-3583	3902	5011	3852	96

Note: (1) Wet season from June to November and dry season from December to next May. (2) The year 1995 was excluded from calculation of mean, maximum and minimum values.
(3) Unit is given in MCM.

Table - 5 Summary of Projected Water Demand at Present and in Future

Item	Unit	Nan	Yom	Wang	Ping	Sakae Kurang	Pasak	Delta	Total
1. Basin Area									
Total Area	km^2	34,330	23,620	10,790	33,900	5,190	16,290	33,800	157,920
Farm Land Area	10^3 ha	1,080	760	150	650	260	910	2,070	5,880
2. Present Water Demand (1993)									
(1) Irrigation Area	10^3 ha	278	132	68	260	92	121	1,281	2,232
(2) Population	10^3	2,310	1,960	670	2,430	430	1,670	13,150	22,620
(3) Water Demand									
Irrigation Water	MCM	2,871	859	487	2,428	1,161	835	11,620	20,261
Domestic Water	MCM	66	54	20	76	8	72	-	296
Municipal Water	MCM	37	15	-	53	-	-	1,200	1,305
Industry/tourism	MCM	-	-	1	-	-	24	550	575
River Maintenance	MCM	-	-	-	-	-	-	2,860	2,860
Total	MCM	2,974	928	508	2,557	1,169	931	16,230	25,297
3. Future Water Demand (2016)									
(1) Irrigation Area	10^3 ha	437	285	138	482	126	179	1,315	2,962
(2) Population	10^3	3,110	2,410	850	3,980	690	2,210	13,420	26,670
(3) Water Demand									
Irrigation Water	MCM	4,360	2,066	813	4,344	1,161	1,114	13,500	27,358
Domestic Water	MCM	76	64	23	94	16	114	-	387
Municipal Water	MCM	57	28	-	90	-	-	1,860	2,035
Industry/tourism	MCM	6	1	3	6	-	34	1,100	1,150
River Maintenance	MCM	-	-	-	-	-	-	2,400	2,400
Total	MCM	4,499	2,159	839	4,534	1,177	1,262	18,860	33,330
4. Increment									
(1) Irrigation Area	10^3 ha	159	153	70	222	34	58	34	130
(2) Population	10^3	800	450	180	1,550	260	540	270	4,050
(3) Water Demand									
Irrigation	MCM	1,489	1,207	326	1,916	0	279	1,880	7,097
Others	MCM	36	24	5	61	8	52	750	936
Total	MCM	1,525	1,231	331	1,977	8	331	2,630	8,033

Remark: The above water demand in the Chao Phraya basin except the Delta area at present is summarized based on the study result of the water resources development for 25 basins. The water demand at present is summarized by the data of the diversion water at the Chainat Barrage issured by RID O/M Division.

Table-6 Outline of Existing Large and Medium Dams

Basin	Dam	Drainage Area (km^2)	Annual Runoff (MCM)	Active Capacity (MCM)	Irrigable Area (ha)
1. Large Scale					
Ping	Bhumibal	26,386	5,250	9,660	649,000
– Do –	Mae Ngat	1,281	290	243	4,800
– Do –	Mae Kuang	569	210	249	28,000
Wang	Kiu Lom	2,700	590	108	25,600
Nan	Sirikit	13,130	5,120	6,660	649,000
Sakae Krung	Tap Salao	534	200	152	23,000
Chao Phraya	Krasieo	1,200	170	201	20,800
Subtotal	7	45,800	11,830	17,273	1,400,000
2. Medium Scale					
Ping	Mae Tub	126	24.6	39	4,160
Wang	Mae Yao	35	3.2	3.5	960
– Do –	Mae Arb	35	4.4	7.5	640
– Do –	Mae Prik	45	5.5	4.2	620
Yom	Mae Kam Pong	–	13.9	2.6	960
– Do –	Mae Man	–	23.3	18.8	2,320
– Do –	Khlong Khang Nai	28	3.0	10.4	320
Nan	Huai Head	40	6.0	4.1	1,230
– Do –	Khlong Tron	265	38.0	10.4	3,740
– Do –	Nam Haeng	227	30.2	18.8	960
– Do –	7 Sub-Projects	–	–	41.7	1,230
Sakae Krung	7 Sub-Projects	–	–	–	15,700
Pasak	19 Sub-Projects	–	–	108.0	79,400
Chao Phraya	38 Sub-Projects	–	–	26.0	31,700
Subtotal	81	–	–	295.0	143,940
Total	88	–	–	17,568	1,544,140

Table-7 Outline of Proposed Large and Medium Dams

Basin	Dam	Drainage Area (km²)	Annual Runoff (MCM)	Active Capacity (MCM)	Irrigable Area (ha)
1. Large Scale					
Ping	Mae Khan	1,085	181	165	3,200
Wang	Kiew Kho Ma	1,275	265	190	4,400
Yom	Kaeng Sua Ten	3,583	933	1,175	48,800
Nan	Khwae Noi	4,254	1,449	769	24,900
–Do–	Nam Khek	854	489	345	10,800
Sakae Krung	Mae Wong	615	221	250	46,700
Pasak	Pasak	12,929	2,100	785	37,000
Subtotal		24,595	5,638	3,679	175,800
2. Medium Scale					
Ping	Huai Mae Khon Reservoir	34	9.6	2.7	800
	Huai Mae Kon Reservoir	44	10.3	5.6	1,700
	Khlong Khayang Reservoir	20	6.7	4.6	600
	Khlong Prai Reservoir	51	17.1	13.0	600
	Nam Lai Reservoir	74	18.5	15.0	1,600
	Khlong Khlung Reservoir	95	20.6	18.0	1,800
Wang	Ban Lu Reservoir	–	–	24.5	2,700
Yom	Mae Song Reservoir	305	75.7	65.8	8,200
	Mae Tang Reservoir	120	29.8	30.6	3,500
	Huai Mae Song Reservoir	60	6.3	12.4	1,300
	Huai Ta Pae Reservoir	287	30.3	58.0	3,200
	Mae Mok Reservoir	728	85.0	96.0	8,500
	Wang Deang Reservoir	179	34.1	12.0	1,300
	Mae Sai Reservoir	177	43.9	24.3	3,700
	Huai Suang Reservoir	47	5.0	5.6	700
	Mae Khong Kai Reservoir	70	8.2	9.0	1,100
Nan	Mae Khaning Reservoir	229	34.0	62.0	2,400
	Huai Nam Klung Reservoir	184	63.2	12.4	4,500
	Khlong Chomphu Reservoir	364	63.5	13.0	5,900
	Mae Chaey Reservoir	18	6.8	4.3	600
Sakae Krung	Khlong Pho Reservoir	376	97.0	67.5	--
	Huai Nam Dung Reservoir	40	8.2	5.0	600
	Huai Kan Yao Reservoir	85	17.5	5.0	800
Subtotal		3,587	691.3	566.3	56,100
Total		28,182	6,329.3	4,245.3	231,900

Table-8 Case Study of Sirikit Reservoir Operation with Various Combination of Diversion Capacity

Ing-Nan Cap.	Kok-Ing Cap.	Carry-Over = 500MCM						Carry-Over = 1,000MCM						Carry-Over = 1,500MCM					
		Diversion		Usable Storage		Spill-age	Over URC	Diversion		Usable Storage		Spill-age	Over URC	Diversion		Usable Storage		Spill-age	Over URC
		Potent	Actual	Potent	Addit.			Potent	Actual	Potent	Addit.			Potent	Actual	Potent	Addit.		
150	75	1867	1803	5334	2238	0	0	1867	1741	5267	2171	26	1	1867	1631	5129	2033	459	2
	90	1956	1885	5414	2318	0	0	1956	1813	5336	2240	34	1	1956	1698	5193	2098	459	2
	105	2007	1930	5458	2362	0	0	2007	1852	5373	2278	37	1	2007	1735	5228	2132	459	2
	120	2030	1951	5477	2381	0	0	2030	1869	5389	2293	39	1	2030	1752	5243	2147	459	3
175	87	2071	1989	5520	2424	0	0	2071	1896	5416	2320	123	1	2071	1763	5258	2163	459	2
	105	2175	2077	5606	2510	0	0	2175	1970	5486	2391	133	1	2175	1838	5330	2235	459	3
	122	2230	2123	5649	2554	0	1	2230	2004	5517	2421	137	1	2230	1875	5365	2269	459	3
	140	2255	2142	5667	2572	0	1	2255	2018	5530	2434	140	1	2255	1889	5377	2281	459	3
200	100	2258	2137	5668	2573	0	0	2258	2026	5540	2444	210	1	2258	1880	5373	2277	459	4
	120	2367	2226	5753	2657	0	1	2367	2102	5610	2515	231	1	2367	1941	5430	2334	459	5
	140	2427	2271	5796	2700	0	1	2427	2148	5655	2559	237	2	2427	1974	5459	2364	459	5
	160	2450	2286	5810	2715	0	1	2450	2166	5671	2576	238	2	2450	2984	5468	2373	459	5

Note: (1) Carry-Over is the storage to be maintained at the end of dry season for unforeseen drought.
(2) Potential diversion is possible amount of diversion corresponding to capacity of diversion channel.
(3) Actual diversion is amount of water diverted after adjusted with the Sirikit storage.
(4) Potential usable storage is estimated at (November End Storage+Dry Season Inflow-Carryover).
(5) Additional usable storage is estimated at (Potential Usable Storage-Existing Water Use 3,095MCM).
(6) Spillage is the total amount of spillage during 20 years.
(7) Over URC means number of time when reservoir storage exceeds the upper rule curve.

Table - 9 Dry Season Cropping Pattern and Water Demand for Existing Area

Crops	Unit Irrigation Demand (m^3/ha)	Phitsanulok		Delta		Total	
		Area (ha)	Water Demand (MCM)	Area (ha)	Water Demand (MCM)	Area (ha)	Water Demand (MCM)
1. Plan A, Existing Irrigation Area without Dry Season Paddy							
Dry Maize	4,000	6,000	24.0	64,000	256.0	70,000	280
Dry Soybean	5,000	5,100	25.5	54,900	274.5	60,000	300
Dry Peanut	4,000	1,700	6.8	18,300	73.2	20,000	80
Sugar Cane	7,000	3,400	23.8	36,600	256.2	40,000	280
Orchard	11,000	3,400	37.4	36,600	402.6	40,000	440
Vegetable	6,000	900	5.4	9,100	54.6	10,000	60
Fish	12,000	2,600	31.2	27,400	328.8	30,000	360
Total	-	23,100	154.1	246,900	1,645.9	270,000	1,800
2. Plan B, Existing Irrigation Area with Dry Season Paddy							
Dry Paddy	10,000	6,000	60	85,000	850	91,000	910
Dry Maize	4,000	3,000	12	32,000	128	35,000	140
Dry Soybean	5,000	3,000	15	27,000	135	30,000	150
Dry Peanut	4,000	-	-	9,000	36	9,000	36
Sugar Cane	7,000	2,000	14	18,000	126	20,000	140
Orchard	11,000	2,000	22	18,000	198	20,000	220
Vegetable	6,000	-	-	4,000	24	4,000	24
Fish	12,000	1,000	12	14,000	168	15,000	180
Total	-	17,000	135	207,000	1,665	224,000	1,800

Remark : (1) Irrigable area at Phitsanulok and Delta is 108,000ha and 1,190,000ha respectively. Accordingly the increasing cropping intensity in dry season is 22% in the A plan but 17% in the B plan due to high water demand of dry season paddy.

Table-10 Plan C, Cropping Pattern and Water Demand for the Existing and New Area

Crops	Unit Irrigation Demand (m^3/ha)	Phitsanulok, Exist		Phitsanulok, New		Delta, Exist		Total	
		Area (ha)	Water Demand (MCM)	Area (ha)	Water Demand (MCM)	Area (ha)	Water Demand (MCM)	Area (ha)	Water Demand (MCM)
Wet Paddy	2,000	-	-	120,000	240	-	-	120,000	240
Dry Paddy	10,000	-	-	12,000	120	25,000	250	37,000	370
Dry Maize	4,000	3,000	12	4,000	16	39,000	156	46,000	184
Dry Soybean	5,000	3,000	15	3,000	15	33,000	165	39,000	195
Dry Peanut	4,000	1,000	4	1,000	4	11,000	44	13,000	52
Sugar Cane	7,000	2,000	14	2,000	14	22,000	154	26,000	182
Orchard	11,000	2,000	22	2,000	22	22,000	242	26,000	286
Vegetable	6,000	1,000	6	1,000	6	6,000	36	8,000	48
Fish	12,000	1,000	12	2,000	24	17,000	204	20,000	240
Total	-	13,000	85	147,000	461	175,000	1,251	335,000	1,797

Remark: (1) Phitsanulok new irrigation area is lying on the left bank of the Nan river and can get the water by Naresuan barrage.

(2) Supplemental irrigation water of 2,000 m^3/ha will be sufficient for wet season paddy plantation, because the wet season paddy can take sufficient irrigation water from the rich runoff in the Nan river from August to October and will requires only the water in June to July which has the less runoff in the Nan river and is covered with Sirikit outflow.

Table-11 Outline of Alternative Plans for Diversion Route between Kok and Ing

(Cost Unit : Baht million)

Item	Unit	A Plan		A-R Plan		B Plan		B-J Plan		B-P Plan	
		Quantity	Cost	Quantity	Cost	Quantity	Cost	Quantity	Cost	Quantity	Cost
1. Diversion Capacity	m^3/sec	125	-	125	-	125	-	125	-	125	-
2. Kok Diversion Dam Intake	m	385	-	385	-	389	-	389	-	389	-
Water Level											
Cost		-	536	-	536	-	160	-	160	-	160
3. Canal in Kok Basin											
Open Canal	m	13,746	513	15,112	631	14,063	723	18,589	800	23,507	1,135
Culvert	m	1,050	187	3,011	568	17,994	3,763	1,861	330	3,856	661
Nong Luang Reservoir	L,S	-	160	-	160	-	160	-	160	-	60
Pumping Station	L,S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,600
4. Tunnel between Kok & Ing											
No.1 Tunnel	m	5,800	3,126	3,114	1,734	-	-	3,114	1,734	-	-
No.2 Tunnel	m	7,240	3,344	7,755	3,630	5,506	2,901	7,775	3,630	4,200	2,100
Regulating Pond	L,S	-	120	-	120	-	120	-	120	-	120
5. Canal in Ing Basin	m	21,750	922	21,750	922	21,750	922	21,750	922	21,750	922
6. Total	m	49,866	8,908	50,762	8,301	59,313	8,749	53,089	7,856	53,313	6,758

Remark:(1) Plan A and B are proposed by the local consultant and A-R by RID.

(2) B-J and B-P are proposed newly by JICA Team in order to minimize the cost for Plan A, B and A-R.

B-P plan is however set up by pumping and will not be recommendable when pumping operation cost is taken into consideration.

Table-12 Project Cost of Kok-Ing-Nan Water Diversion

(Unit 10^6Baht)

Item	Plan A and B	Plan C	Remark
1. Construction Cost			
(1) Diversion Dam and Canal between Kok and Ing	8,500	8,500	
(2) Ing Diversion Dam	354	354	
(3) Lao Diversion Canal	3,588	3,588	
(4) Ing-Yot Diversion Tunnel	20,604	20,604	
(5) Yot Flood Control Dam	182	182	
(6) Yao River Training	400	400	
(7) Irrigation Project in Kok & Ing Basin	1,600	1,600	32,000 ha
(8) Irrigation Project in Phitsanulok II	-	6,000	120,000 ha
(9) O/M Office, Quarters & Facility	170	170	
Subtotal	35,398	41,398	
2. Contingency	5,310	6,210	15% of subtotal
3. Total 1+2	40,708	47,608	
4. Others			
(1) Engineering Fee	3,257	3,809	8% of total 3
(2) Administrative Fee	2,035	2,380	5% of total 3
(3) Land Acquisition	1,000	1,200	
(4) O/M Equipment	106	124	0.3% of total 3
(5) Environmental Mitigation	500	500	
Total	6,898	8,013	
Grand Total	47,606 ≒47,600	55,621 ≒55,600	

Remark : (1) The beneficial area of the plan A and B is the existing irrigation area of the Phitsanulok I and Delta area, which will not require the construction cost for canal system.

(2) The beneficial area of the plan C includes the new irrigation area of the Phitsanulok II, which requires the construction cost of canal system.

Table - 13 Crop and Fish Benefit/ha (Economic)

Crop / Fish	Yield / ha ton / ha	Economic Price (Baht / ton)	Economic Gross Value per ha (Baht / ha)	Economic Input Cost per ha (Baht / ha)	Economic Net Value per ha (Baht / ha)
	A	B	C=A×B	D	E=C - D
Wet Paddy	1.8 ※	4,000	7,200	1,860※	5,340
Dry Paddy	4.5	4,300	19,350	9,320	10,030
Maize	3.5	3,000	10,500	6,195	4,305
Soybean	2.0	8,300	16,600	7,624	8,976
Peanut	1.8	11,400	20,520	9,410	11,110
Sugar Cane	43.3	460	19,918	12,078	7,840
Orchard	5.0	16,500	82,500	37,120	45,380
Vegetable	10.0	9,100	91,000	33,600	57,400
Fish	4.0	27,000	108,000	47,250	60,750

Remark: ※ The benefit of wet season paddy is estimated by difference of with project (irrigation) and without project (rainfed).

Table-14 Agricultural Increment Net Benefit (Economic) in Nan & Chao Phraya

Crop / Fish	Net Benefit /ha Baht/ha	Plan A		Plan B		Plan C	
		Area 10^3ha	Net Benefit 10^6 Baht	Area 10^3ha	Net Benefit 10^6 Baht	Area 10^3ha	Net Benefit 10^6 Baht
Wet Paddy	5,340	-	-	-	-	120	641
Dry Paddy	10,030	-	-	91	913	37	371
Maize	4,305	70	301	35	151	46	198
Soybean	8,976	60	539	30	269	39	350
Peanut	11,110	20	222	9	100	13	144
Sugar Cane	7,840	40	314	20	157	26	204
Orchard	45,380	40	1,815	20	908	26	1,180
Vegetable	57,400	10	574	4	230	8	459
Fish	60,750	30	1,823	15	911	20	1,215
計	-	270	5,588	224	3,639	335	4,762

Table-15 Agricultural Increment Net Benefit (Economic) in Project Area

Crop / Fish	Net Benefit /he Baht / ha	Area (10^3 ha)	Net Benefit 10^6 Baht
Maize	4,305	10	43
Soybean	8,976	6	54
Peanut	11,110	6	67
Orchard	45,380	6	272
Vegetable	57,400	2	115
Fish	60,750	2	122
計	-	32	673

Figure-1 Flow Diagram of Water Resources in Chao Phraya Basin (Average)

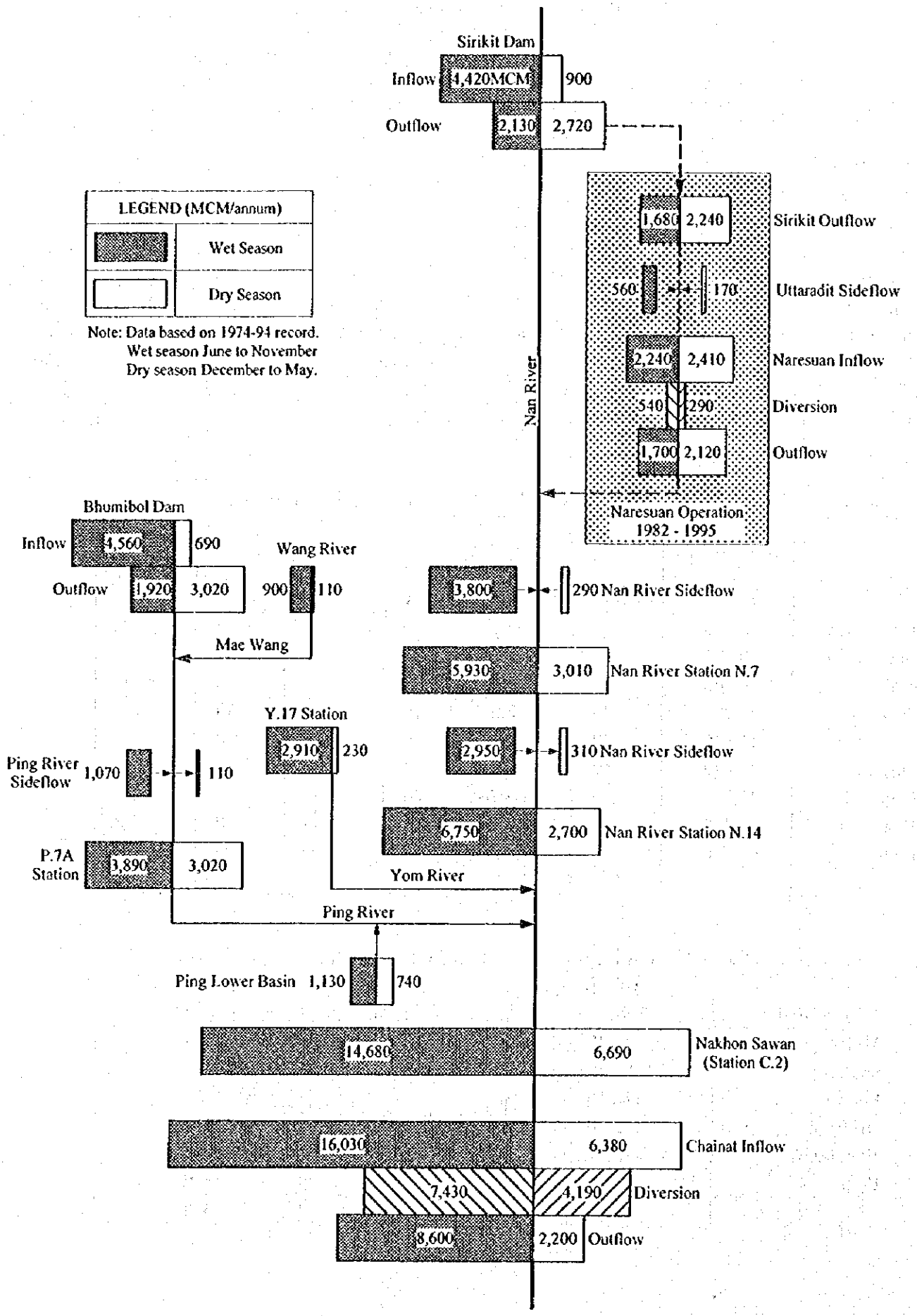


Figure-2 Flow Diagram of Water Resources in Chao Phraya Basin (Dry Years)

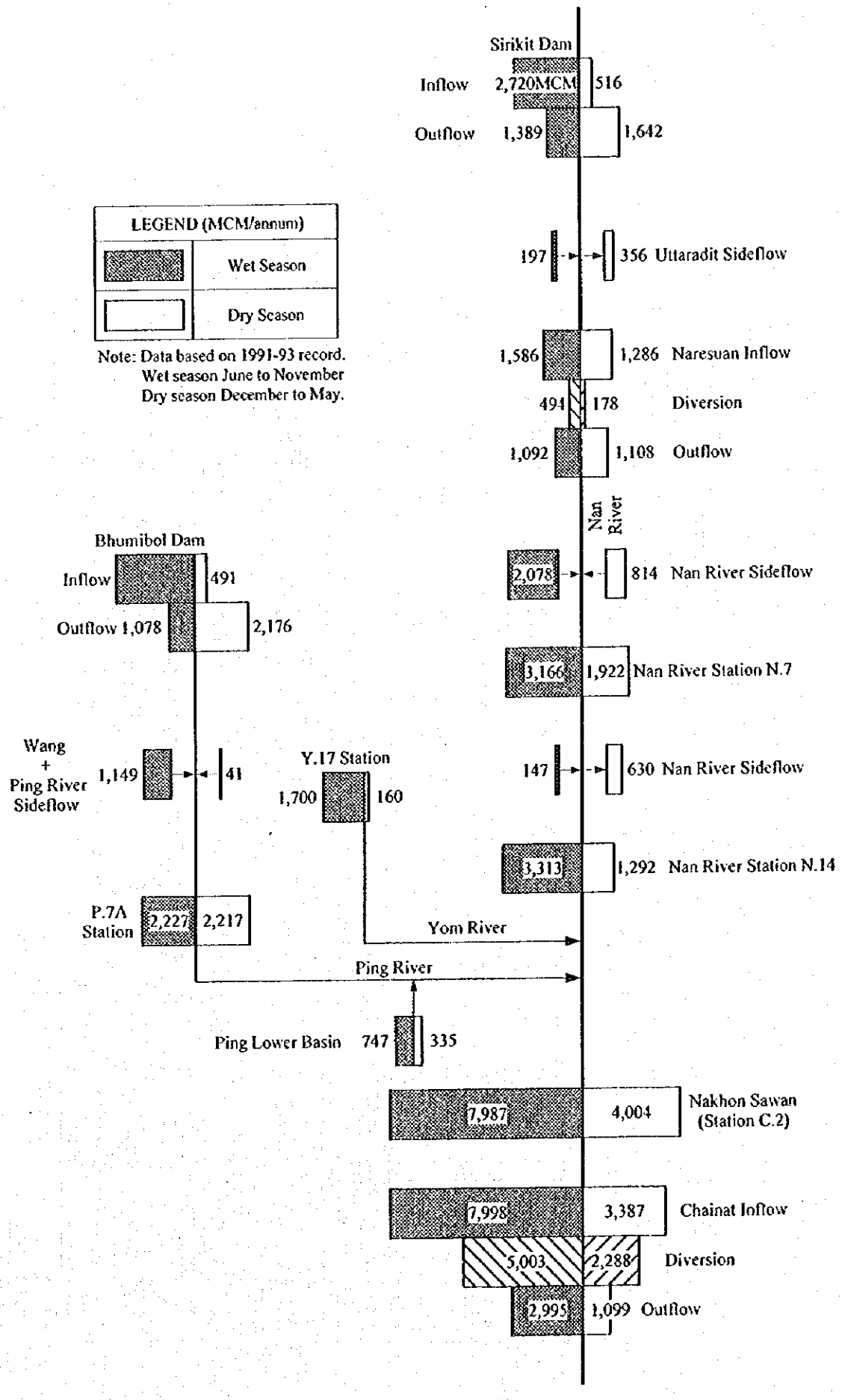


Figure-3 Sirikit Reservoir Operation Curve

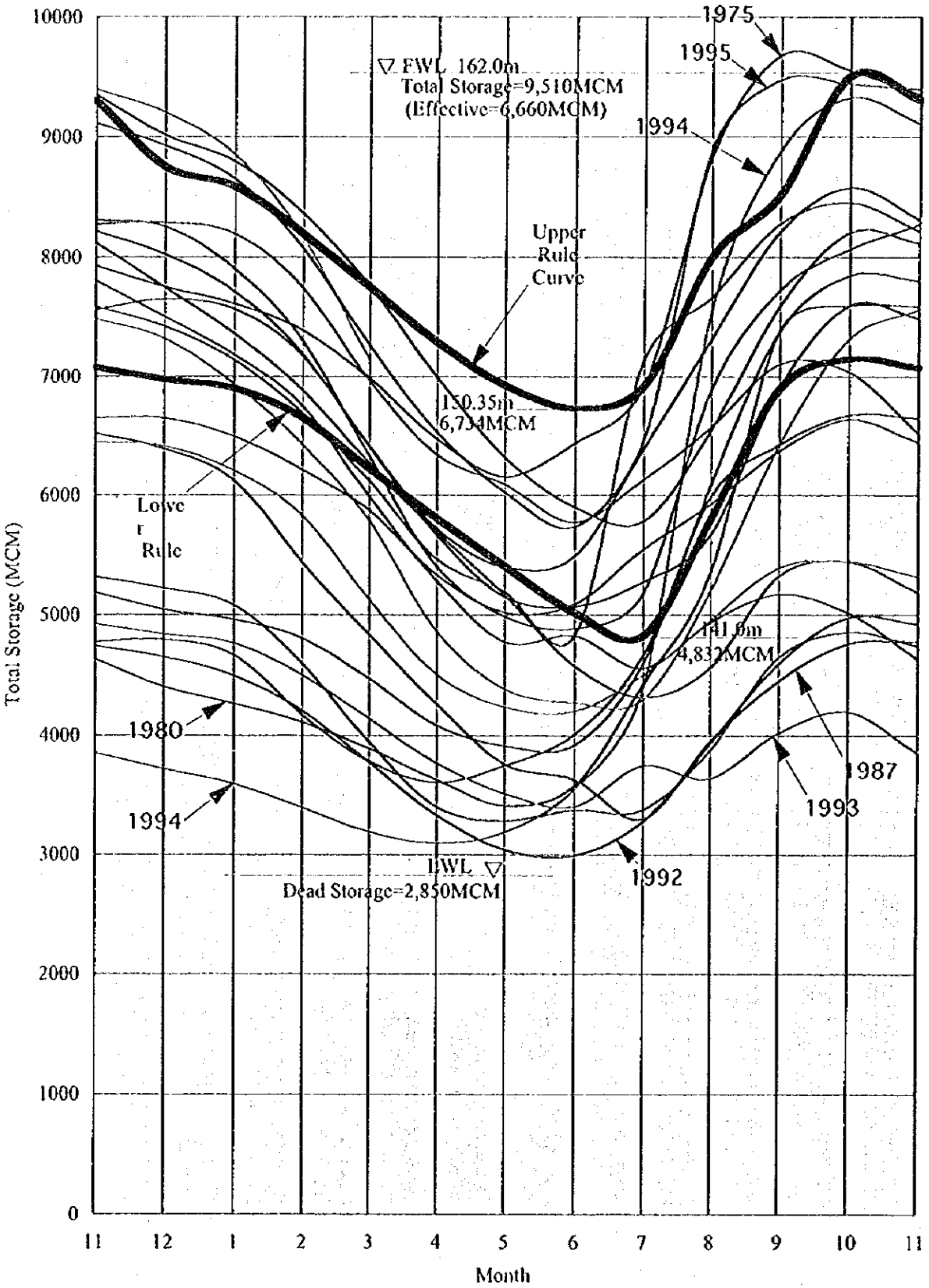


Figure-4 Bhumibol Reservoir Operation Curve

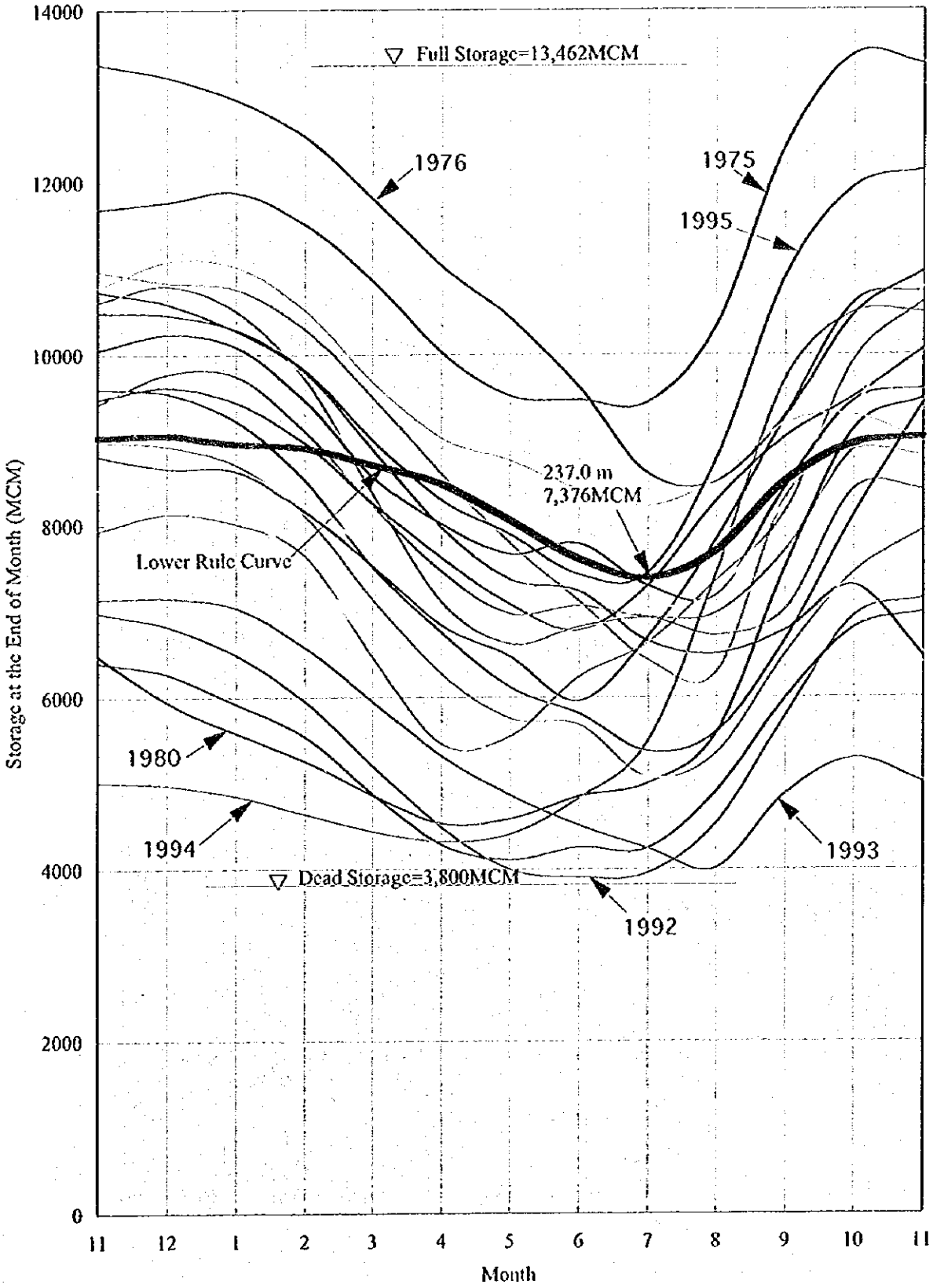


Figure-5 Cropping Area of Pitsanulok Project vs Naresuan Diversion/Sirikit Storage

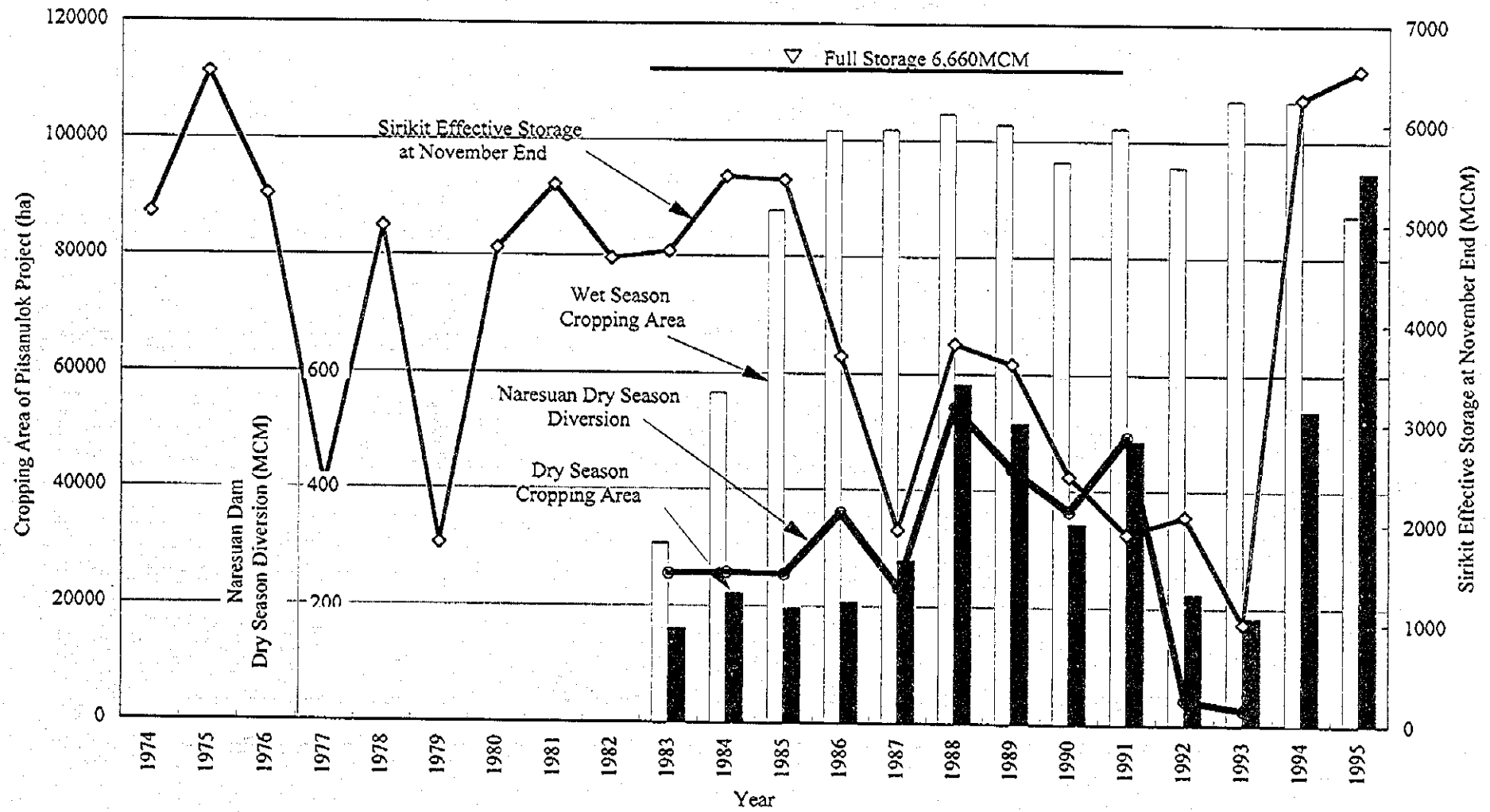


Figure-6 Cropping Area of Delta vs Chao Phraya Diversion/Sirikit Storage

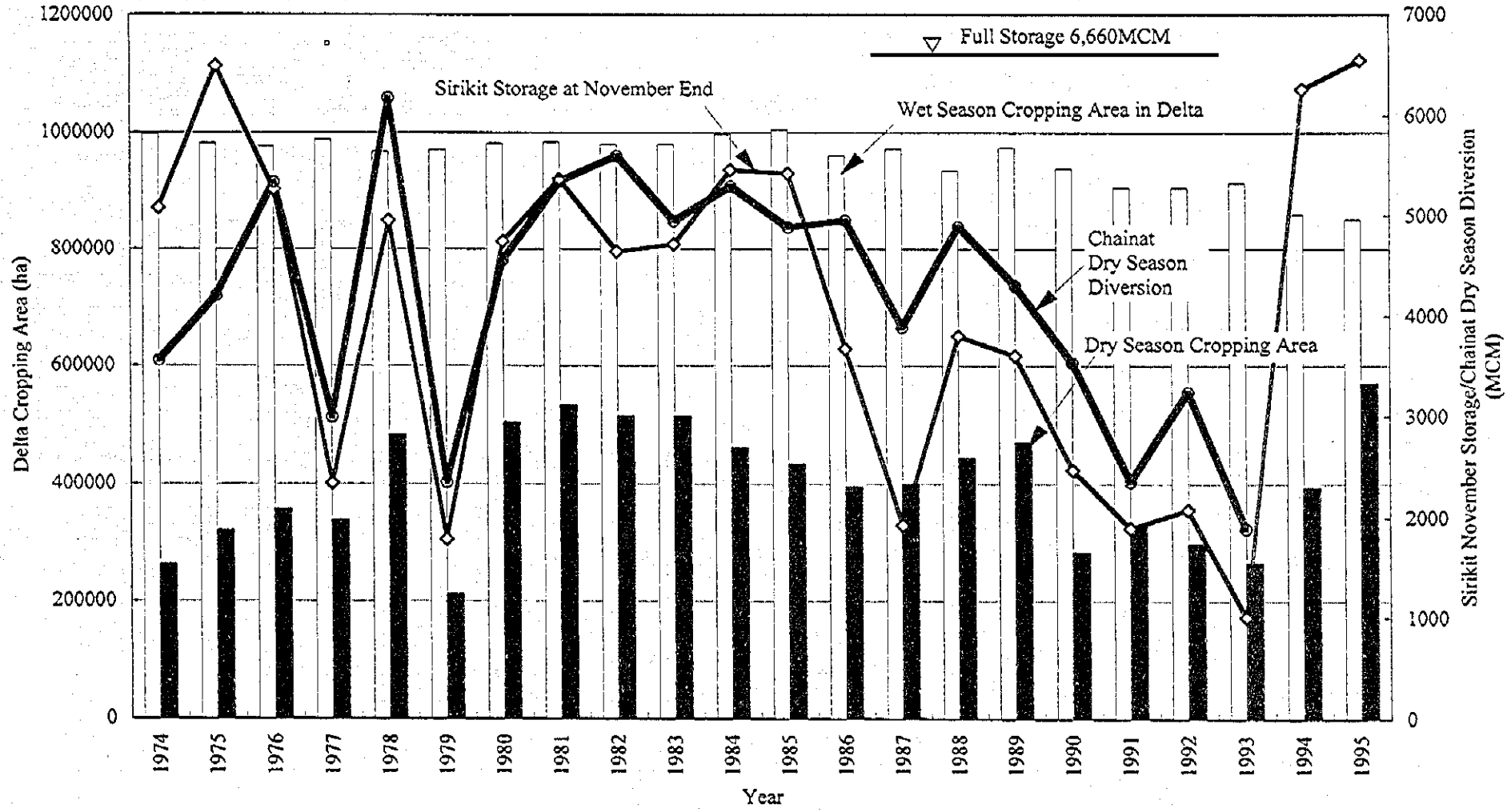


Figure-7 Downstream Release of Chao Phraya Dam

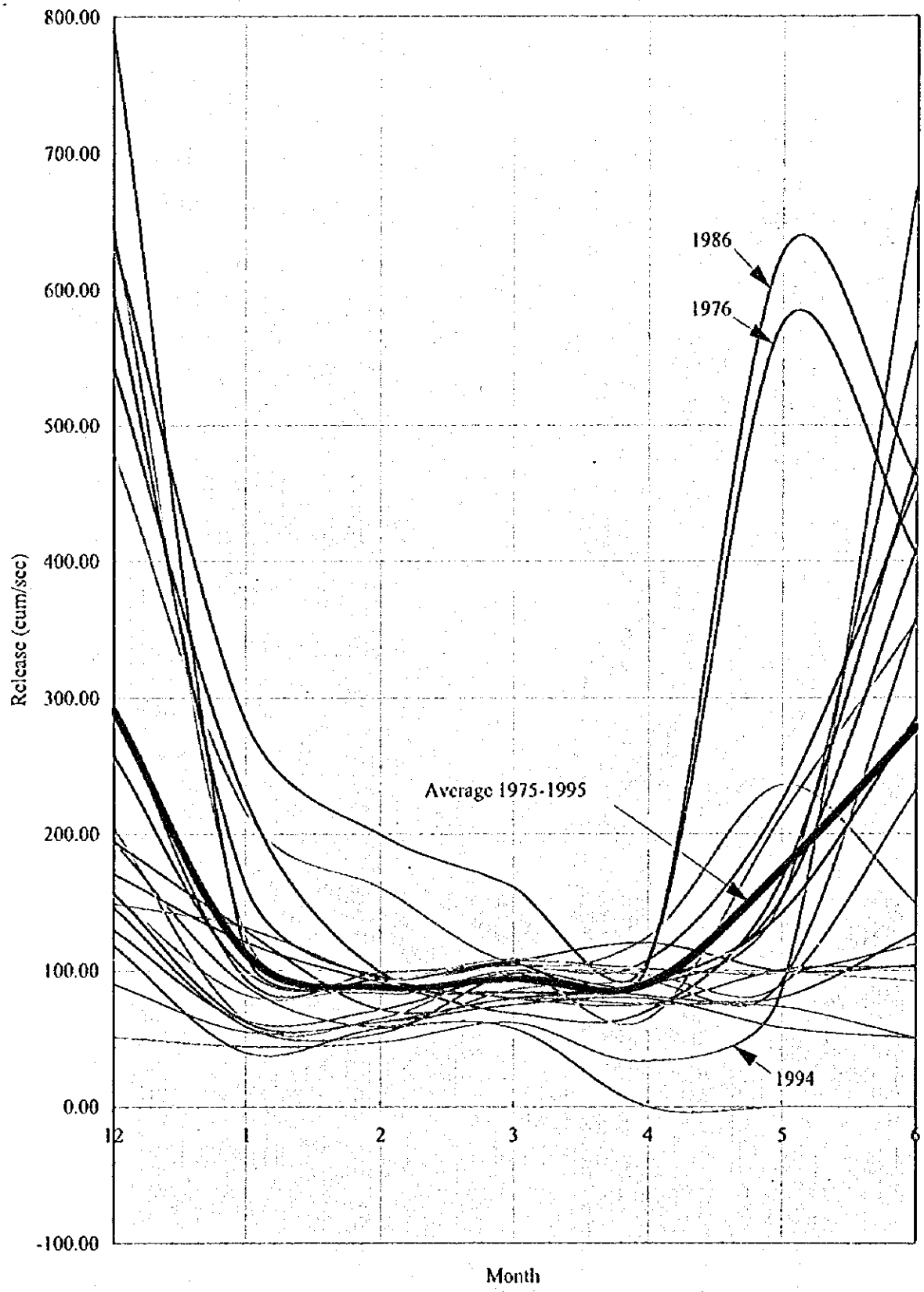
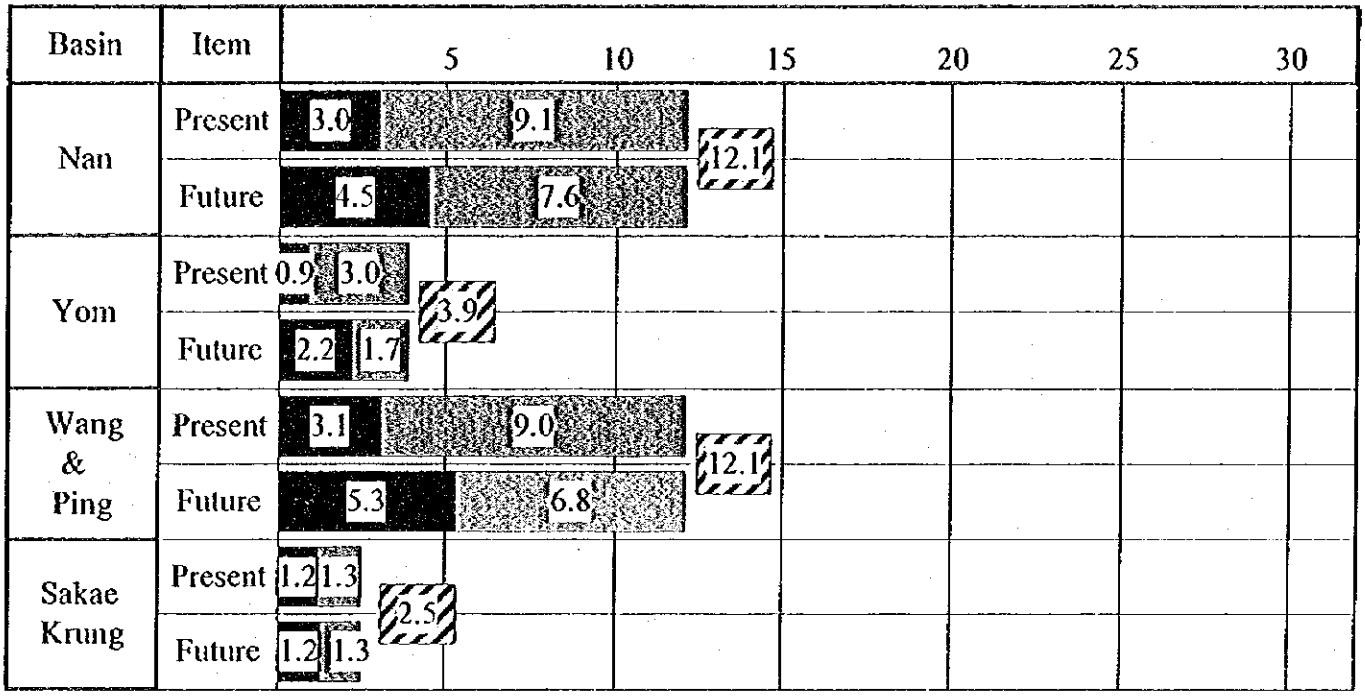


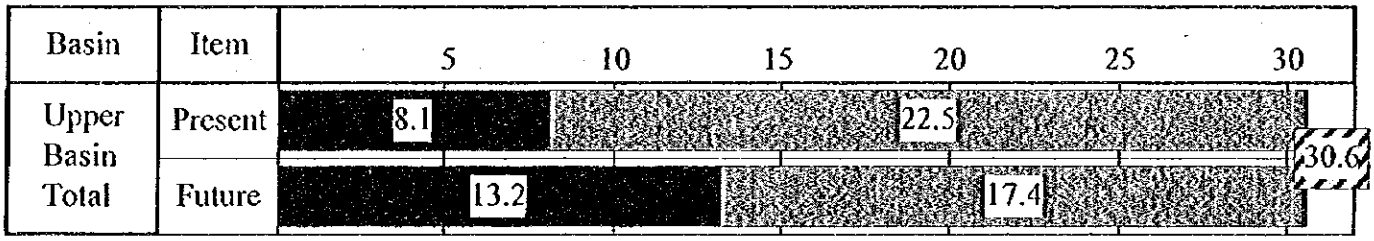
Figure-8 Water Balance of Upper and Lower Chao Phraya Basin

(1) Water Balance of Sub-Basins in the Upper Chao Phraya Basin



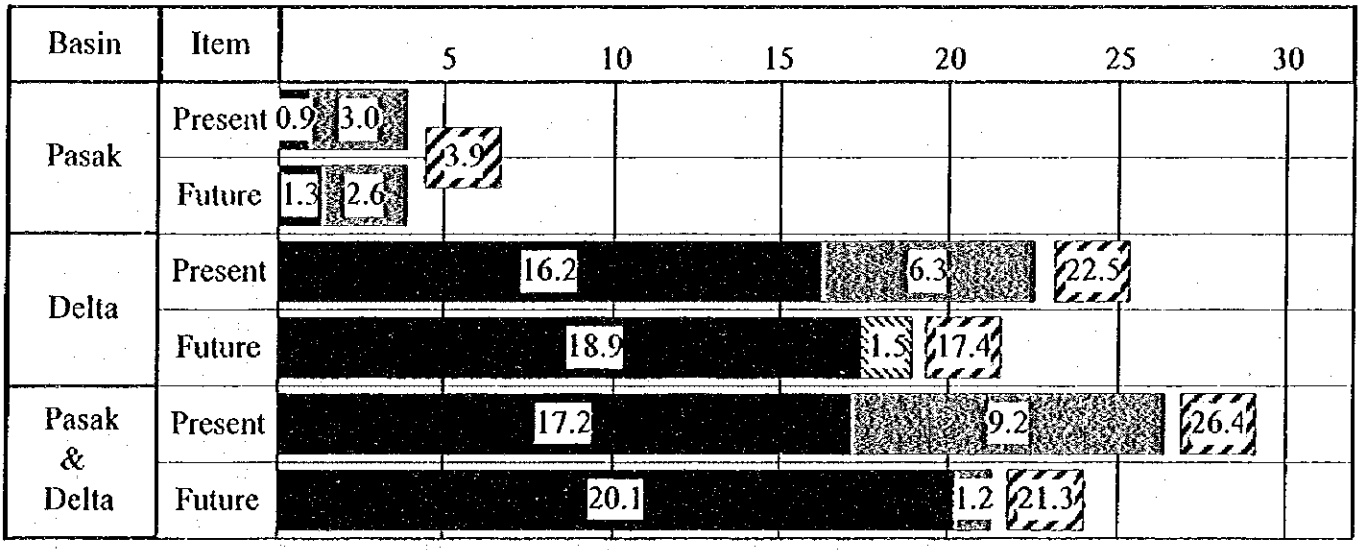
(Unit: 1,000MCM)

(2) Water Balance of the Upper Chao Phraya Basin



(Unit: 1,000MCM)

(3) Water Balance of the Lower Chao Phraya Basin



(Unit: 1,000MCM)

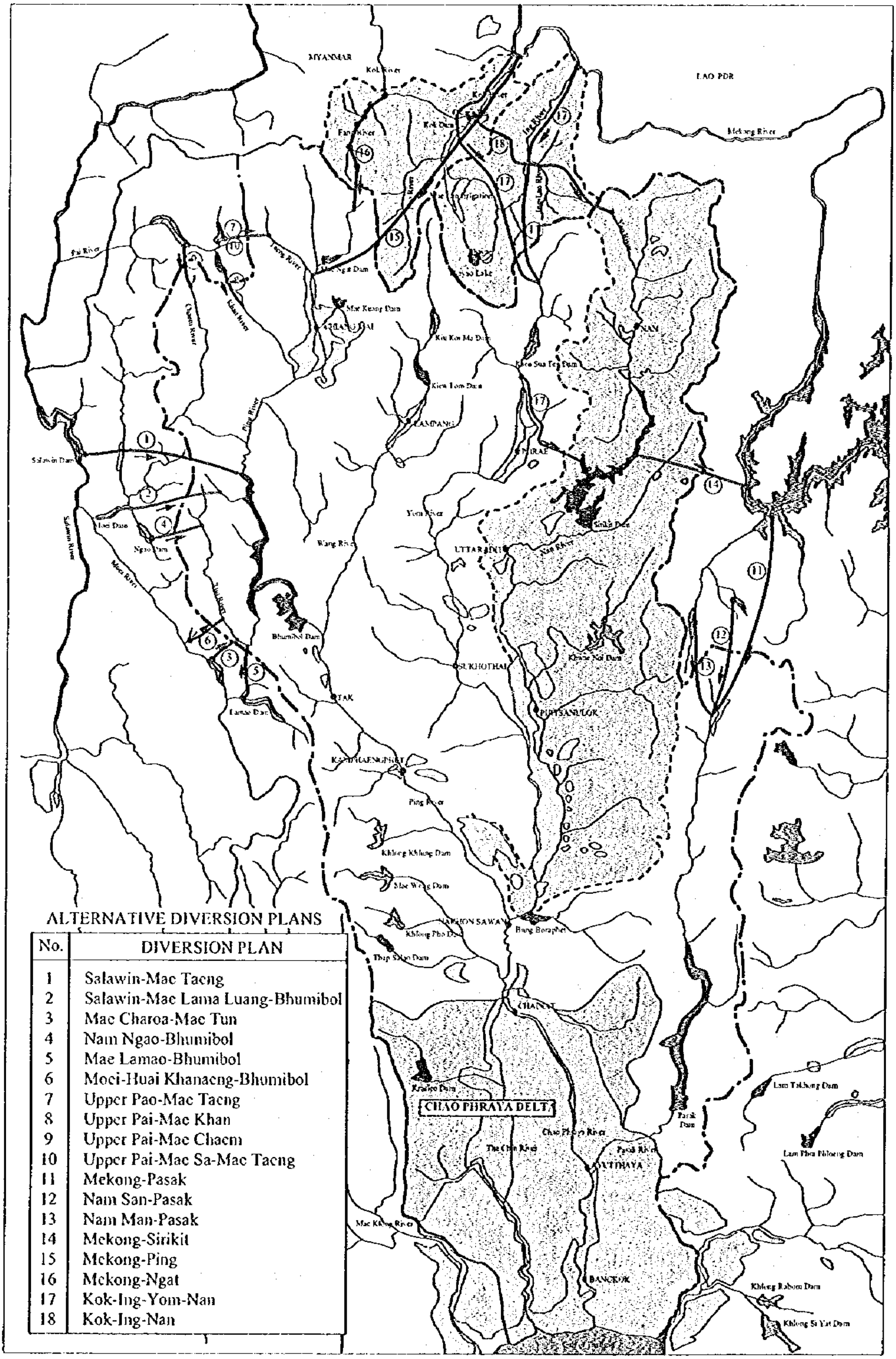
Average Annual Volume of Water Resources

Water Demand

Surplus Water

Water Deficit

Figure-9 Location of Alternative Water Diversion Plan



ALTERNATIVE DIVERSION PLANS

No.	DIVERSION PLAN
1	Salawin-Mae Taeng
2	Salawin-Mae Lama Luang-Bhumibol
3	Mae Charoa-Mae Tun
4	Nam Ngao-Bhumibol
5	Mae Lamao-Bhumibol
6	Moei-Huai Khanaeng-Bhumibol
7	Upper Pao-Mae Taeng
8	Upper Pai-Mae Khan
9	Upper Pai-Mae Chaem
10	Upper Pai-Mae Sa-Mae Taeng
11	Mekong-Pasak
12	Nam San-Pasak
13	Nam Man-Pasak
14	Mekong-Sirikit
15	Mekong-Ping
16	Mekong-Ngat
17	Kok-Ing-Yom-Nan
18	Kok-Ing-Nan

第２部

初期環境調査

初期環境評価 （ 要約 ）

コク・イン・ナン導水計画は、北部タイを流れるメコン河支流のコク川とイン川の余剰水を、開水路・カルバート及びトンネル等により流域変更し、最終地点のシリキット・ダムの上流を流れる Nan 川へ年間２０億トンの水－－－－雨季の期間(７－１０月) 175m³/秒に相当－－－－を導水することを目的としている。本事業の実施によりシリキット・ダムに導水／貯水された水は、乾季の水需要が大きいバンコクを中心とするチャオ・プラヤデルタに、農業用水・工業用水・生活用水等として供給されることになる。

本計画は、既存のシリキット・ダムの有効活用を基本としていることから、Nan 川支流の Yao 川に洪水調節、農業用水そして導水される２０億トンの調整の為、高さ 35m のダムは建設されるものの、全長（Kok 取水から Yao 川と Nan 川の合流地点まで）約 160km に及ぶ導水路の建設に伴う大規模な住民移転は回避されるであろう。

ただし、チェンライ市近郊の Kok 川の取水地点から数キロの導水路ルートでは、約２０世帯が移転される必要がある。特に、北部タイの伝統的灌漑システムである“People's Irrigation”と称される農業水路網を縦断することから、RID とチェンライ市当局が一体となった情報広報活動（住民への説得等）が行われる必要がある。

イン川に計画されている分水ダムと堤防の建設については、その地域の湿原地帯（Wetland）への影響と毎年洪水被害を被る Thoeng 郡への洪水軽減効果、乾季の農業用水の利用等、事業の利点・欠点について、影響村落コミュニティーと充分協議する必要がある。このために、計画の初期段階に住民参加による事業の実施体制が確立される必要がある。

５０ｋｍの長大トンネルは保全国有林（申請中の国立公園も含む）と流域管理（１Ａ）に分類される山岳地帯の下を通過する計画になっている。OEPP の規則によると、流域管理（１Ａ）に指定された地区ではいかなる開発行為も許可されないことになっている。トンネル建設に関連し、トンネル・シャフトが水路ルートに沿って７個所計画されているが、環境への影響を回避するため、そのシャフトの坑口は全て流域管理（１Ａ）の範囲外に位置している。

しかし、できる限り早い時期に灌漑局、森林局、OEPP の間での議論と協議を通し、次段階の調査に進む了解を得ておく必要がある。さらに、森林資源、流域保全、アクセス道路（使用後の現状復旧あるいは不法伐採を防止するための適切な予防法は必須）、坑口の斜面崩壊の問題、そして周辺村落への社会環境等を勘案し、トンネル及びシャフトの坑口付近の現状を認識するため、三省庁の共同現地調査を実施することを推奨する。

さらに、掘削量が７－８百万 m³になるトンネル工事中の安全管理、並びに土捨場の選定とその有効活用に留意する必要がある。本件については、チェンライ市・パヤオ市当局と灌漑局の間での協議を通じ、工事請負業者への契約の在り方及び土捨場の選定等を事前に充分検討しておくことが望まれる。また、トンネル・シャフト入口及びアクセス道路建設に対する環境影響緩和策(Mitigation plan)として、住民参加・主導のコンセプトに基づいた“Village

Forestation" ベースでの植林計画を実施することが推奨される。

最後に、導水された 175m³/秒の流量を流下させるための Yao 川の河川改修に伴なう河川沿い４０ｋｍに点在する 13 村落（約 1,700 家族、人口約 7,000 人）への社会的影響と自然河川の水圏生態系への影響については、ナン市及び上記村落コミュニティー、第三者の環境専門家（NGOs を含め）の間での充分な調査/協議が必要となることから、広報活動の最も要求される対象と考えられる。

ローカル・コンサルタントの調査によると、水に起因する疾病の最たるものはマラリアである。水資源開発プロジェクトが、将来、地域住民の健康に与える影響を予測するためにも、より包括的な保健調査を行うことが望ましい。特に、飲料水やトイレの種類といった水衛生についての調査をヤオ川沿岸１３村、イン分水ダム地域、Nong Luang 湿原帯等で実施する必要がある。水へのアクセスが質的のみならず量的に改善されると、下痢性疾患の発生が大幅に減少すると、保健調査の多くが報告している。さらに、地域住民の不適切な衛生習慣を改めさせるために、保健教育を行うことも有益であると考えられる。

本初期環境評価 (IEE)に続く環境影響評価 (EIA)では、上記に加え、下記の項目について十分な調査を実施することを提唱する。

流域変更によるメコン河への影響

メコン河支流のコク川及びイン川から２０億 m³ を流域変更すると、イン川河口 (Chiang Khan)のメコン河の流出量は１—3%程度減少する。この程度の流出量の減少ではメコン流域に対する影響は少ないが、今後、メコン河支流の開発が無計画に実施に移されて行くと、メコン河流域での環境影響は深刻となると推測される。

本計画は、その最初の開発計画であることから、この機会を利用して流域の環境影響を調査するためのモニタリング計画を本事業で策定することを推奨する。

流域変更に伴う水圏生態への影響

水系の異なる所への導水による水圏生態への影響については、ローカル・コンサルタントが実施した３河川 (Kok, Ing & Yao/Nan)でのサンプリング結果を見ても、大きな差異は認められなかった。しかしながら、差異は小さいとは言え、影響の程度・範囲等のモニタリング計画を策定し、事業実施後も継続的調査を実施することが望まれる。

コク・イン間導水路ルート上の暗渠工事に伴う安全性

代替案の一つは、暗渠工事に伴う掘削で深度が部分的に２５--３０ m、掘削幅も１００ mにも及ぶため、工事中の安全性はもとより、１８百万m³の掘削土の処理、並びに近隣村落住民への影響が懸念される。

Ethnic Hilltribe （少数山岳民族）

トンネル・シャフトNo.4付近には少数民族ヤオ族の部落が存在し、トンネルへのアクセス道路が部落周辺を通過する可能性もあることから、他の地区以上に特別な配慮が望まれる。ここでの広報活動は、NGOsとの密接な連携の下で早い時期（例えば、アクセス道路の位置関係が明らかになった時点）から実施することが望ましい。

Regulating Damの建設

本ダムの役割は、導水された２０億m^3の水の貯水・調整のみならず、毎年発生するヤオ川の洪水防御と乾期における農業用水への有効利用にある。また、貯水された水は、樹木の涵養や養魚にも利用できる。こうした活動には、住民参加による村落開発の一環として、事業支援計画(Enhancement Program)を併行して進める必要があろう。

ヤオ川の河川改修

流域変更に伴うヤオ川での２０億m^3におよぶ流出量の増加は、当然、現状でのヤオ川河岸の村落及び河岸植生に対して少なからず影響を与えることになる。河川改修計画は、現在の自然河道を変えず、河川の拡幅のみにとどめ、河岸村落の社会環境に大きな影響を及ぼさずに実施することが望まれる。河岸村落の社会環境に大きな影響を与えずに河川改修を実施することは技術的に可能であっても、約40kmの河川に沿って点在する河岸村落コミュニティー（影響を受けるHouseholdは1,600戸以上と推定）に対し、計画段階で事業前・後の河川状況について十分な説明を行い理解を得ることが必須条件となろう。又、住民の理解を得る過程では、第三者の環境専門家（NGOsを含む）の参画も求められる。本件については、RID、ナン県庁当局、村落の村長と婦人会長、第三者環境専門家とNGOsとの間で、十分に協議されることが望まれる。

一方、Yaoの河川改修では、自然の水圏生態への影響を最小限にとどめるだけでなく、影響を受けた水圏生態の回復と、さらなる改善、創造を目指すべきである。

勧告

次の調査段階では環境影響評価(EIA)を実施し、上述した項目についての調査を実施する必要がある。EIA調査では、特に関係の深い、社会環境インパクトと関連するの情報広報活動と、住民参加による村落開発促進のための事業支援計画(Enhancement Program)と環境緩和策(Mitigation Plan)の提案を最優先すべきであろう。

本事業は、タイ国第８次５ヵ年経済社会開発計画の開発戦略に沿って実施されるべきである。すなわち、計画・建設・モニタリングそして事業評価という事業の全体プロジェクト・サイクルの各段階において、事業により直接影響を受ける住民とその周辺地域住民の利益を最優先し、かつ住民参加を積極的に推進させることを目指したものであるべきである。このような持続可能な開発を達成するためには、関係省庁並びに地方政府間の理解と協力が不可欠であり、協調が強く望まれる。

コク・イン・ナン導水計画

ドラフトレポート（要約－初期環境評価）

目　次

1．　初期環境評価

1.1　総括 1-1

1.2　本事業による全体的インパクト 1-4

1.3　導水ルートに沿った個別インパクト 1-6

2．　勧告 2.1

図表

1. 初期環境評価

1.1 総括

初期環境評価 (Initial Environmental Examination : IEE)の主たる目的は、次段階で環境インパクトについてより詳細に検討される環境影響評価 (Environmental Impact Assessment : EIA) を実施するかどうかを決定することにある。本コク・イン・ナン導水計画の初期環境評価では、ＲＩＤの調査（ローカル・コンサルタントによって実施）が提案した代替案に対し、事業実施により生起する主たる環境影響要因を見極めるを目的としている。代替案の中から選定された最適な導水ルートに対するこれらの環境影響要因によるインパクトは、次回の環境影響評価 (EIA)の中で、見直しをすると共により詳細な検討が実施されることになる。

初期環境評価は、開発事業の初期段階で開始されるが、その後の事業の進展とともに、計画・建設・運営からなる統合的な循環系統で構成される評価過程の一部と認識できる。初期環境評価も、環境影響評価も、環境評価は事業認可の過程の中で重要な位置を占めている。また、この評価は土地の買収から始まり、建設・運営維持管理段階で予想される影響をモニタリングするための中心的手段ともなっている。さらに、事業実施段階で生じる設計変更や設計段階で見過ごされていた環境影響要因が新たに判明した時には、開発計画の方向性を調整する手段ともなる。

本計画の目的は、北部タイを流れるメコン河の支流の Kok 川と Ing 川の余剰水(Surplus water)を、開水路・カルバート及びトンネル等により流域変更し、最終地点のシリキット・ダムの上流を流れる Nan 川へ年間２０億トン－－－雨季の期間(７－１０月) 175m³/秒に相当－－－－を導水ことである。導水された水は、チャオ・プラヤデルタ地域での水需要に応えるべく、農業、工業及び生活用水として用いられる計画である。

タイ国第８次国家経済社会５ヶ年計画（1997 - 2001）では、人材開発に重点を置いた開発戦略に照らし、次の点が強調されている。

（１）一般地域住民が開発計画から最も多く便益を享受すること。

（２）生活の質的向上と国家開発計画への住民参加を支援するための持続可能な開発を目指すこと。

（３）非政府組織（NGOs）、民間セクター及び地域住民が、戦略的開発計画を決定する初期段階はもとより、モニタリング及び評価のための最終段階においても、国家開発計画にこれまで以上に参画できるよう環境整備を行い、政府機関もそのような社会経済環境に適応する体制を構築すること。

コク・イン・ナン導水計画は、まさに戦略的開発計画である。それゆえ、本事業は上述の開発コンセプトに合致すべく、事業の実施に当たっては、計画・建設・モニタリング・評価という全体プロジェクト・サイクルの中で、事業の実施で直接影響を受ける周辺住民とその地域住民の利益を最優先し、かつ住民参加を促進することを目指すべきである。さらに、開発の持続性を維持するためには、関係省庁と地方政府間の協力と協調が強く要望される。

村落開発での社会問題は、以下の統計資料から、賃金と雇用機会に密接に関連している。

— 所得分布

— 乾期の作付け率と水源

— 土地利用率

— 就業場所と期間

— 都市への流出率と職種

家計所得、土地利用率、都市への人口流出率という三つの要素間の相関関係から判断すると、村落社会が現在直面している問題の悪循環（下記）が認められる。

水不足 ———> 低土地利用率 ———> 低所得 ———>

村落社会での雇用機会不足が原因の都市への流出 ———> 経済社会問題

本事業及び関連事業による乾期の灌漑用水の供給は、上記の悪循環を断ち切ることに寄与するものとなろう。国家開発方針と村落社会が直面する問題を勘案し、本事業実施において重要となる問題点を、環境問題だけに限定することなく、以下に記述する。

シリキット・ダムに導水／貯水された水は、乾季の水需要の大きいバンコクを中心としたチャオ・プラヤデルタに、農業用水・工業用水・生活用水等として供給されることになる。この事業の特徴は、既存のシリキット・ダムの有効活用を基本としていることから、 Nan 川の支流の Yao 川に洪水調節、農業用水そして導水された２０億トンの調整為、高さ 35m 程度のダムは建設されるものの、全長（Kok 取水から Yao 川と Nan 川の合流地点まで）約 160km に及ぶ導水路建設による大規模な住民移転は回避されるであろう。本事業のルート選定では、できる限り村落社会の住民移転を最小限にすべく計画されている。ただし、チェンライ市近郊の Kok 川の取水地点から数キロのルートでは、約２０世帯が移転される必要がある。さらに、北部タイの伝統的な People's Irrigation（"Muang Fai"）で代表される農業水路網を多かれ少なかれ縦断することから、住民への説得が最も重要な問題となる可能性が高いと考えられ、RID とチェンライ市当局が一体となった情報広報活動が非常に重要となろう。

Ing 川の Thoeng 郡の道路橋上流 2km に計画されている分水ダムと堤防の建設によるその地域の湿原地帯（Wetland）への影響と毎年洪水被害を被る Thoeng 郡への洪水軽減効果、乾季の農業用水の利用等、事業の利点・欠点については、影響村落コミュニティーへの情報公開と充分な協議が重要である。ここでも、計画の初期段階から、村落開発における住民参加が、村落コミュニティー主導で、かつ地方政府の支援の下で促進されることが望まれる。

実施確認調査では、イン・ヨット間のトンネル・ルートについて、２案が検討され北ルートが南ルートより優位であると判断された。この判断は、コンサルタントの過去の経験に基づくもので、地形、地質条件、そしてそれらを考慮したトンネル工事見積の結果である。この初期の調査によると、南ルートの概算工事費は、304 億バーツと見積もられ、北ルートの 211 億バーツの約 1.4 倍に相当する。

５０ｋｍの長大トンネルは保全国有林（申請中の国立公園も含む）と流域管理（１Ａ）に分類される山岳地帯の下を通過する計画になっている。OEPP の規則によると、流域管理（１Ａ）に指定された地区ではいかなる開発行為も許可されないことになっている。トンネル建設に関連し、トンネル・シャフトが水路ルートに沿って７個所計画されているが、環境への影響を回避するため、そのシャフトの坑口は全て流域管理（１Ａ）の範囲外に位置している。

流域管理（１Ａ）内で計画された事業は過去にもあり、地下導水路が流域管理（１Ａ）の下を通過する"LAMTAKONG"水力発電事業もその一つである。 土地利用計画を策定することを主たる目的として、水資源と森林資源保全のための流域管理（Watershed Classification）が導入されていることから、たとえ国立公園を含む保全林の地下深くをトンネルが通過したとしても、森林資源への重大な影響は生じないと考えられる。

しかし、できる限り早い時期に灌漑局、森林局、OEPP の間での議論と協議を通し、次段階の調査に進む了解を得ておく必要がある。さらに、森林資源、流域保全、アクセス道路（使用後の現状復旧あるいは不法伐採を防止するための適切な予防法は必須）、坑口の斜面崩壊の問題、そして周辺村落への社会環境等を勘案し、トンネル及びシャフトの坑口付近の現状を認識するため、三省庁の共同現地調査を実施することを推奨する。

トンネル工事に関連し、トンネル掘削（７－８百万 m^3)に伴なう工事中の安全管理、土捨場の選定とその有効活用に留意する必要がある。本件については、チェンライ市・パヤオ市当局と灌漑局の間での協議の中で、工事請負業者への契約の在り方及び土捨場の選定等を事前に充分検討しておくことが望まれる。

最後に、導水された175m³/秒の水を流下させるためのYao川の河川改修に伴なう河川沿い４０ｋｍに点在する13村落（約1,700家族、人口約7,000人）への社会的影響については、灌漑局、ナン市及び影響村落コミュニティー（村長及び婦人会長等）、第三者の環境専門家（NGOsを含め）の間での充分な調査/協議が必須であり、広報活動の最も要求される対象と考えられる。自然河川の水圏生態系への影響についても、当然ながら議論される必要がある。この議論の中では、事業前・後の河川状況について、利点と欠点を村落コミュニティーを代表する村長等にも容易に解るように説明する必要がある。さらに、この事業で利用できる水を村落の経済活動に活用すべく、ナン市及び関係省庁の積極的支援を得て、住民参加による村落開発の一環として事業支援計画を推進する必要がある。

1.2　本事業による全体的インパクト

全章で記述したの問題点を含め、今回のフェーズＩ(IEE)の調査で判明した主たる課題を以下に記述する。Ａ－Ｅは、本事業による全体的インパクト、１－１５はルートに沿った個別のインパクトである。

Ａ．導水計画による流出量の変化

本事業計画は、図表－１に示すように、 Kok川の余剰水１１億m³とIng川の余剰水９億m³の合計２０億m³を他の流域のNan川へ導水するものである。この余剰水は、基本的には雨期に取水する計画であり、その結果 、Kok & Ing下流域の低地部（Flood Plain）の洪水・水田被害の軽減に寄与する。特に、Ing川に計画されているIng Diversion Damの下流部のThoeng郡及びその下流に広がる低地部での洪水被害の軽減に寄与することになる。さらに、乾期には、計画の開水路と調整池 / Ing Diversion Damから農業用水も利用でき、Nong Luang湿原地等への水供給も可能となる。 また、Kok & Ingの河口ではMekongからの背水効果により、 Kok及びIng下流域の低地部での水量的変化は幾分緩和される。

Ｂ．流域変更によるメコン河への影響

図表－２に示すように、メコン河支流のコク川及びイン川から２０億m³を流域変更することで、イン川河口（Chiang Khan)のメコン河の流出量（年間129,370 MCM）は１－3%減少することになる。このこの程度の流出量の減少では、メコン河への影響は少ないと言えよう。今後ともメコン河の流出量を減少させる同様な事業が、メコン流域の河岸国で実施されることが想定される。それが、たとえ整然と実施されたとしても、その影響は徐々に無視できなくなると思われる。将来的な累積インパクトが問題となる可能性もあり、そのためにも、今後のメコン流域のエコ・システムへの影響を、本事業の中でその影響を調査するためのモニタリング計画を策定することを推奨する。

個別の事業は、それ自体直接的・間接的インパクトをもたらす。累積インパクトは、同じ地区あるいは同じ地域での２―３の事業からの直接的・間接的インパクトの集合となる。この累積インパクトの評価については、メコン河の将来のエコ・システムへのインパクトを考えると、メコン河の支流からの単一事業での取水は比較的少量であり、環境上重大でないと言えるが、将来の他の開発による取水も考えられることから累積的インパクトが懸念される。

一般に、環境影響評価は単一事業からのインパクトにもっぱら焦点が当てられている。しかし、高まる地球規模での環境配慮は、個々の計画のみならず、全体的開発計画を対象とした評価に重点を置く傾向にある。この点からも、本事業は、河岸諸国及び国際金融機関が関心を寄せるメコン河流域開発に関連した全体的計画の一環とみなすべきである。

本事業は、メコン河流域のエコ・システムへ何らかのインパクトを及ぼすモデル事業と捉えられることになる。この機会を捉え、灌漑局がこの事業の累積的インパクトを想定し、データ収集と研究を実施することを提唱する。例えば、その候補地として、Chiang Saen 近くの 1985 年に禁猟区と指定された" Nongbongkai Wildlife Restriction Area (NWRA) が推奨できる。そこを源泉とする川は、メコン河の河口から約 10 km 上流の Ing 川に流れ込んでいる。乾期と雨期でのモニタリングのための検討項目（案）を以下に掲げる。

- 生物多様性の観察
- NWRA での水位観測
- 稲作収穫量、漁獲量 及び 耕作面積
- 人口密度
- 気象データ
- 水圏生態の観測
- 野生動物の種類と数
- イン川河口での pH, BOD, SS と河川水位の観測
- 湿原池の中央での pH, BOD, SS と河川水位の観測

C．メコン河からの背水

Ing 川河口でのメコン河の水位は、最高 350m(MSL), 最低 340m(MSL)で約 10m 程度の水位変動が見込まれる。最高水位は 10 月から 11 月に、最低水位は 4 月に生じる。 Ing 川の Thoeng 郡から河口までの下流部での河川勾配は、1/5,000 と非常に緩く、そのためメコン河からの背水は河口から約 50km 上流にまでも及ぶが、その上流の Thoeng 郡にまでは及ばない。

D．流域変更に伴う水圏生態への影響

水系の異なる所への導水による水圏生態への影響については、灌漑局との契約の下でローカル・コンサルタントが実施した３河川 (Kok, Ing & Yao/Nan)でのサンプリング結果を見ても、予備調査ではあるが、大きな差異は認められなかったと報告されている。ただし、重大な影響

はないとは言え、影響の程度・範囲等について、モニタリング計画を策定し、事業実施の前後にわたり継続的調査を実施することが望まれる。

E．保健衛生

タイで最も多くの人がかかる病気は下痢である。水や衛生的なトイレの不足、食品衛生の不備などで下痢性疾患と食中毒の患者は現在でも減ってはいない。

水資源開発プロジェクトの実施は、地域の人々の健康に良い影響、悪い影響のどちらも与え得る。そのためプロジェクト実施の前に、保健衛生の現状を調べ、問題点やその原因を正しく分析することが必要である。

RID の調査によると、水による疾病のなかで最も重要なのはマラリアであり、対象地域内では脳炎（すでに発生しているという報告もある。）と出血性熱の発生はみられない。栄養失調の問題では、ヨウ素の不足による甲状腺腫や貧血があげられる。特に建設段階での問題として、トンネル出口やシャフト建設現場周辺でのマラリアの流行に注意する必要がある。また、建設労働者の間でエイズや下痢性疾患が発生する恐れもある。

現在の保健の問題をきちんと理解し、水資源開発プロジェクトが将来地域住民の健康に与える影響を予測するためにも、より包括的な保健調査を行うことが望ましい。特に飲料水やトイレの種類といった、水衛生についてのヤオ川沿岸１３村、イン分水ダム地域、Nong Luang 湿原帯等での調査が必要である。

水へのアクセスが質的でなく量的にも改善された場合、下痢性疾患の発生が大幅に減少すると、従来の保健調査の多くが報告している。さらに、地域住民の不適切な衛生習慣を改めさせるために、保健教育を行うことも有益であると考えられる。この関連で、水が衛生的な目的のために十分利用され、糞便による環境汚染を最小限にするために、プロジェクトの早い段階での保健教育プログラムの実施が推奨される。

1.3　ルートに沿った個別インパクト

コク川からの取水個所を始点に導水路ルートに沿って、個別インパクトを以下に記述する。なお、図表―３には全ルートを、そして 図表―４には（コク川からイン川までのルート）に限定してまとめてある。

１．コク川からの取水　（本事業の始点である Kok 川からの取水個所）

Kok 川から取水地点としては、DEDP が管理する既存の Diversion Dam の上・下流の２案がある。下流案（Ａルート）は、既存ダムの約４ｋｍ下流に新規の頭首工を設ける計画である。RID による自主的水管理・運営は可能であるが、水路は DEDP の灌漑水路網を通過することになり、DEDP 及び村落コミュニティーとの協議が必要となる。一方、上流案（Ｂルート）は、既存ダムの約２ｋｍ上流から直接取水する計画であるため、RID による自主的水管理・運営は不可能である。取水地点の選定にあたり、DEDP との協議が必須である。

どちらの案とも、灌漑局とDEDPとの間の相互理解と緊密な協力が事業を推進する上で必須である。導水路ルート選定の過程の中では、本事業が村落社会の経済開発への貢献を第一義に実施されるべきであることを、この２政府関係省庁は銘記すべきである。

２．用地買収・補償と People's Irrigation

既存の分水ダムと導水路ルートは、本事業の出発点である。そのルート選定において、チェンライの経済圏内の地区での用地買収は、他の地区の場合より注意を払って実施する必要がある。本事業では、できる限り村落社会の移転問題を最小限にするよう計画されている。特に、導水路ルートは、一部村落社会を横切ることから、その選定には細心の注意を払う必要がある。既存の分水ダム近くの導水路建設で、２０世帯程度が移転されることになると考えられる。移転問題のほかに、"Muang Fai"と呼ばれる北部タイの伝統的な灌漑農業システム（People's Irrigation）に対しては、特別の配慮が必要であろう。

この "Muang Fai" は、河川や沢の水管理だけではなく、村落相互の繁栄を確保すべく資源を共有するために、各々の村落コミュニティーを結合し、数千におよぶ村落の社会的組織体を形成している。しかし、今日では、村落間の結合も弱まる傾向にあり、それとともに協力の意志も低下していると言われれている。この要因の一つには、新規定住者が水使用料の支払を拒否するため、"Muang Fai" を維持することの障害となっている。これによって、旧来の農民までもが支払を渋るようになってきている。特に、水不足になる乾期には、問題はより深刻となり、争いの原因となる。本事業では、導水路は村落を可能な限り回避するように計画されているが、既存の水田地帯を数多く通過することは避けられないのが現状である。北部タイの伝統的な灌漑農業システムについて十分な調査は実施されておらず、今後のKok川からのルート選定においては、この点を十分勘案した広報活動と社会調査が要求されることになる。

Aルートでは、上述したように２０世帯程度の住民移転が必要とされている。一方、Bルートの場合は、現状では住民移転の問題はないが、この地区はチェンライ市に近く、将来の都市化の進行と共に、将来的には影響住民が発生することも考えられる。また、ルート選定にあたっては、将来の土地価格の上昇をも勘案する必要がある。

３．Wetlandの生態系への影響 （Nong Luang）（"Bルート" 及び "B-Pルート"）

Nong Luang湿原帯は、乾期の間干し上がる。湿地帯は、鳥類等の野生動物の採餌、生殖のみならず、村落経済での養殖の面でも重要な役割を果たしている。

導水路ルートは、"Bルート" 案の場合、Nong Luang湿原帯を通過する計画であり、湿原帯のエコ・システムへは何らかのマイナスの影響を与えることになると考えられる。しかし、乾期の湿原帯への水供給は村落社会の需要に合致し、村落の経済への貢献は大となろう。この意味では、Nong Luangの湿原帯を保全することは、住民参加の下での事業支援計画に密接に関連することになる。

湿原帯から提供される資源・便益等は広範囲にわたるにもかかわらず、持続可能な利用と

いう観点からそれらが適切に保護、管理されていないのが現状である。東南アジアでは、主たる湿原帯の減少要因は鉱物資源開発と森林の農地や都市への転換であるとされている。もし、これらの湿原帯システムが地区の生物多様性そしてその資源に依存した地区住民を支援し続けるのであれば、それらの管理体制を改善すべく緊急の必要性を喚起することが望まれる。政府及び非政府団体（NGOs）は、近年この問題に対しますます注意を払ってきており、１９８０年後半にはヴィエトナム及びインドネシアの両国がラムサール条約に加盟している。

それ以前に、湿原帯を真に理解すること、すなわち、湿原帯のエコ・システムの真の価値とその持続可能な利用が社会・経済目標の達成に向けて果たすその役割を理解することが、社会のいかなるレベルでも醸成される必要がある。まずは、灌漑局、漁業局、森林局そして地方政府等の政府間系省庁の間で理解されることが肝要である。

４．コク・イン間水路ルート上の暗渠工事に伴う安全性　（Ｂルート）

Ｂルートは、Nong Luang の湿原帯の後、農地及び低い丘を通過した後、再度農地と幾つかの村落を隣接して通過し、最終的には２００ha 程度の調整池に到達する。この調整池は一時的に分水された水を調整する役割を担うが、そこからは、本事業の導水路はイン川に向かい、別の水路はイン川支流の Hong Khua 川の左岸地区に水供給される計画になっている。Ｂルートでは、上記の村落近くを通過する所で暗渠工事（カルバート）が計画されている。この暗渠工事に伴う掘削で深度が部分的に２５－３０ｍにも及ぶことにもなる。そのため、掘削幅も１００ｍそして掘削量も１８百万m^3にも及び、工事中の安全性のみならず近隣部落住民への人工災害が懸念される。したがって、このような深い掘削工事は出来れば回避すべきである。もし、回避できない場合は、以下のような項目の対策を講じることが必須である。

- 掘削法面の崩壊及び斜面すべりに対する安全性対策
- 掘削工事個所への接近防止対策（特に、子供に対する安全対策）
- 工事中の湧水処理
- 掘削表土（表層３０ｃｍ程度は有機質土であり、利用価値は高い）有効利用、１８百万m^3の掘削土の処理
- 村落社会への工事に関する正確な情報公開

５．Ing Diversion Dam 建設による Wetland への影響

堤防建設は、毎年生起する洪水から水田を防護し、かつ周辺インフラへの被害を軽減するのに寄与する。他方、農民は洪水のもたらす肥沃な土という便益を失うことになるが、全ての洪水の便益が失われるわけではない。一般的に、乾期の水位低下は累積された有機物の好気性分解をはやめ、それが栄養塩を放出することになり、また、次の洪水時には雨期の生産活動を進めることになる。多くの有機体の生命サイクルはこの周期性に緊密に関連している。河川や湿地帯、池等での水量が水中生物（魚類）の分布と量を規定している。それゆえ、水供給の欠

乏は漁業や魚類生産に大きな影響を及ぼす。

堤防建設後の環境の変化は、洪水時にせいぜい2—3週間冠水する程度であった湿地帯が、本事業により雨期には湿原帯等が3—4月冠水した状態になり、自然環境が変わることになる。事業実施後の流出量の変化による水位の変化は、乾期及び雨期の季節変化による水位の変化より小さく、本事業の水圏生態への影響という点では、比較的小さいと言える。したがって、植生や野生動物は、長期の冠水状態と短期の乾燥状態の繰り返しに十分適応できると想定できる。

湿原帯の構造と機能を維持するには、洪水パターンの規則性は重要である。本事業により、この洪水パターンそのものは変化するが、規則性は保持されるので、魚の生産性、植生の成長サイクル、そして野生動物の移住に深刻な影響を及ぼすことはないと言えよう。一方、乾季に水が利用出来るというメリットを地域農民は享受出来る。そこでは、乾期に3億トンの水が関連事業、すなわちイン下流域灌漑事業 (5,000 ha)、イン上流域灌漑事業 (3,000 ha)そして内水漁業 (2,000 ha)に利用可能となる。

基本的には、事業実施にあたっては計画・実施・管理の各段階で、村落コミュニティーの住民参加の下でThoeng郡代表者、RID、RFD等の関係者間の協議が必須である。

6．Watershed Classification 1A及び森林保護区（国立公園）下でのトンネル計画

森林資源へのインパクトは低いと言えるが、次段階の調査へ進む前に明らかにすべき環境関連、すなわち、流域管理（ Watershed Classification）と森林保全規則について、重要な課題がある。OEPPが設定した規則によると、 Watershed Classification 1Aと規定された地区では、いかなる開発行為も認可されないことになっている。流域管理（ Watershed Classification）は、水資源と森林資源を保全するための土地利用計画を策定することを主たる目的として導入されていることから、たとえ国立公園を含む保全林の地下深くを通過したとしても、森林資源への重大な影響は生じないであろう。ただし、トンネル入口・シャフト入口及びアクセス道路の計画立案に際しては、Watershed Classification 1Aに指定された地区を回避することは必須となる。

本件については、OEPP に対する事前の情報提供、そして計画の進捗状況の説明等をを通じのRIDとOEPPとの間の緊密な関係維持が、本事業を進める上で重要であろう。これは、関係省庁への広報活動の一環と捉える事が出来る。

森林保全と関連して、プ・サン国立公園（申請中）内にある温水滝周辺の植生に関するデータが一切なく、次の調査では、この滝周辺の植生を対象に調査する必要がある。

トンネル工事における流域管理・保全に関連した主なる問題は、地表面の植生及び森林に多少とも影響を及ぼす可能性のある地下水／表流水の挙動であろう。トンネル・シャフトの縦断図は、データ・ベースマップに記載されている。流域保全の面から、トンネル工事に誘因するインパクトに対する調査項目を図表—5に添付する。

7．トンネル工事中に係わる問題点

トンネル工事は人身事故に直結する可能性が高く、安全対策に係わる課題が焦点となるが、主たる課題として以下の点が挙げられる。

— トンネル内の天井及び側壁の崩壊に対する安全対策
— 工事廃液の適切な処理
— 掘削岩・土の適切な処理
— トンネル入口・シャフト入口及びアクセス道路建設で影響を受ける森林に対する植林計画

8．トンネル・シャフト入口及びアクセス道路の植林計画

環境影響緩和策として、植林計画を村落中心の"Village Forestation"（住民参加・主導）のコンセプトで実施することが推奨される。苗木等は既存のRFD苗木センターか新規の苗木センターから提供する。このコンセプトは、本事業の実施で森林に対しマイナスの影響を与えた個所に積極的に導入することが推奨される。すなわち、破壊された森林面積以上を植林計画で回復させる事を義務づけることとする。本件については、RID, RFD, & 村落コミュニティーとの間での事前の協議が必須となる。

9．トンネルからの掘削岩・土の処理

掘削岩・土の適切な処理に関連し、6—7百万m^3にもなる掘削岩を有効利用する計画を策定する事が推奨される。しかし、本事業と他の地域開発計画に流用するにも限度があり、その捨て場については環境上から大きな問題となる可能性が高い。捨て場の問題と共に、以下の利用計画を検討する必要がある。

本事業及び関連事業	コンクリート骨材、堤防防護リップラップ、築堤材料
他の事業目的	コンクリート骨材及び築堤材料として販売

本件については、RID, RFD, & チェンライ・パヤオ県庁当局との間での事前の協議が必須となる。また、地方政府（地元の村落が主体）も事業に参画しうる形態を提案するだけでなく、8次5ヶ年計画で言われるPrivate Sectorの力をいかに利用するかも勘案することも必要である。例えば、掘削岩を利用したコンクリート骨材等を生産・販売するための新会社を、地方政府関係機関も資本参加して設立するのも一案である。ただし、土捨て場は、地方政府の責任の下で選定し、そこに捨てる場合、業者は関係者間で合意された単価で地方政府に支払いをする。そこでは、収益の一部が地方政府に還元されるような仕組を導入することとする。

この考えの背景には、掘削岩の有効利用だけでなく、それにより他の地区のQuarry Rockの開発に伴なう森林破壊が若干でも回避されるということがある。

１０．トンネル（５０ｋｍ）内での魚類の生態

５０ｋｍに及ぶトンネル内の魚の移動については、ほとんどの魚は十分な遊泳力があることから、特別大きな影響はないと想定される。ただし、トンネル入口付近における流速低下を生じさせる休息場を設けることが望ましい。また、トンネル内の酸欠は、空気の動きが生じていれば水面上部から接触・吸収され、そして夜間同様、光線がなくても定常的な流れがあれば回避される。さらに、最も深い所で約 1,000m に達する地下の温度は、が、当該地区の年間の平均気温とほぼ同じと言われ、気温の差はトンネル内で小さいものと想定される。魚はトンネル内の気温の変化に十分適応できると言える。

１１．Ethnic Hilltribe （少数山岳民族）

シャフト No.4 付近では少数民族ヤオ族の部落があり、トンネルへのアクセス道路が部落周辺を通過する可能性があり、他の地区以上の特別な配慮が望まれる。ここでの広報活動は、NGOs との密接な連携の下で早い時期（例えば、アクセス道路の位置関係が明らかになった時点）から実施することが望ましい。

１２．Regulating Dam の建設

本ダムは森林保護区の範囲外に計画されているが、満水時の貯水池の一部は森林保護区に侵入することになる。ここでは、住民移転の問題はないが、本ダムの目的・便益等について、RFD そしてナン県庁当局への事前説明のみならず、影響を受けるダム上流村落（図表―５）への広報活動を重点的に実施する必要がある。本ダムの役割は、導水された２０億m^3を貯水・調整するのみならず、毎年発生するヤオ川の洪水を防止するとともに、乾期には農業用水としても利用可能となる。これに関連し、住民参加による村落開発の一環として事業支援計画を併行して進める必要がある。本件については、RID, RFD & ナン県庁当局との間での事前の協議が必須となる。

１３．ヤオ川の河川改修

175m^3/秒の分水量を流下させるためには、ヤオ川を４０ｋｍにわたり河川改修を実施せざるを得ないだろう。同河川に沿いには、1,600 戸以上（人口７、０００程度に相当）からなる１３部落が点在している。本件については、RID、ナン県庁当局、村落の村長と婦人会長、第三者環境専門家と NGOs との間での協議が推奨される。ヤオ川河岸村落の１３部落の社会データを図表―6 に示す。

計画では、河川流況へのインパクト、農業・漁業・放牧活動への影響、それに生物多様性へのマイナス影響を最小にすべきである。もし、こうした計画立案が不可避であるなら、少なくとも、その減少以上の生物多様性を創造することが求められる。その方法として、以下が考えられる。

― 水棲植物の成長を促す緩やかな水際の創造。これは、魚類の餌となる自然の

ﾃﾞﾄﾘﾀｽを生産することに貢献

— 生物多様性の保全と創生を促すための水際での植生

— 野生生物・動物の棲息地及び河川形態への配慮

植生は、波、水流、他の浸食外力のエネルギーを減退させることによって、河岸の安定化に寄与する。同時に、植生の根は沈殿物を保持し、それが河岸の浸食からも防護することになる。

また、乾期に水不足が生じるヤオ川流域において、流下された水を利用して乾期耕作を推し進めることで、同地域の村落開発に寄与する。さらに、関連事業として、下流ヤオ川灌漑（2,000 ha）が計画されている。これらの計画は、村民主導での村レベルで実施すべきであり、村民自身が生計や土地利用、労働力を始めとする資源ポテンシャルの現況を査定し、村自体として村評議会に開発計画を提案することが望まれる。

１４．シリキット・ダムへのインパクト

２０億トンの水が、追加的にシリキット・ダムに貯水されることになる。本導水計画の終点であるシリキット・ダムの水位は、本事業実施に伴ない最高水位まで上昇することになり、当然ながら、貯水池周辺の環境に少なからず影響を及ぼすことになる。したがって、事業前後の生態系の変化を観察するためのモニタリング計画を策定・実施することが推奨される。

— 河岸の生態系と植生

— 水圏生態

— 養魚場と産卵

— 堆砂

— 富栄養化

— 淡水養殖と漁業

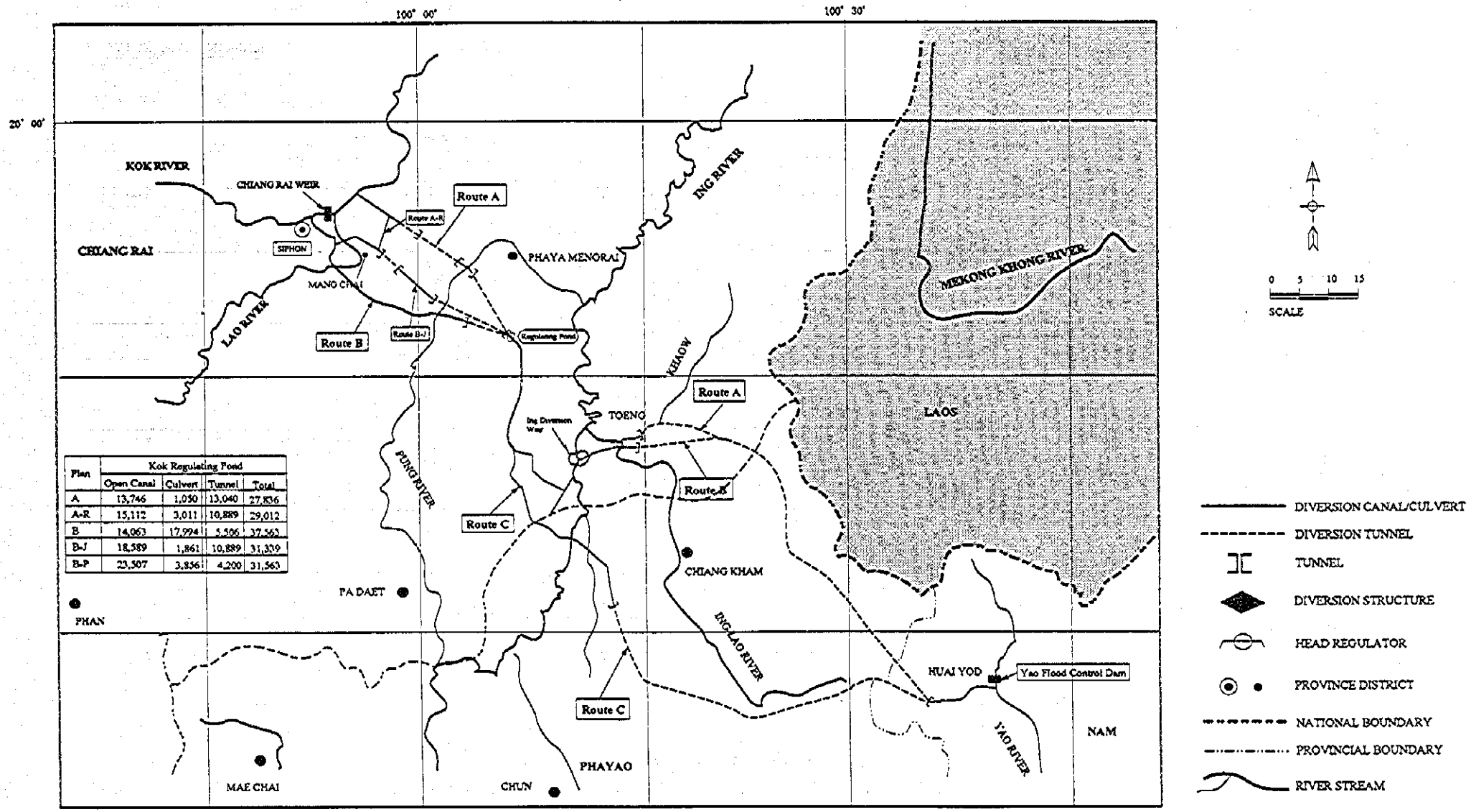
１５．野生生物・動物への影響

本事業地域には、主にネズミ、ヘビ、トカゲ、カエル等の小動物が棲息している。この種の動物は行動半径が 50m と小さい。本事業地域内に棲息する野生動物は本事業がもたらす環境変化に対し、あまり大きな影響を受けないと推察される。中程度のシカや野生ブタ等の動物は、すでに森林内に逃避していて、それらへの影響も低いと言える。

2. 勧告

次の調査段階では環境影響評価(EIA)を実施し、上述した項目についての調査を実施する必要がある。EIA 調査では、特に関係の深い社会環境インパクトについての情報広報活動と、住民参加による村落開発促進のための事業支援計画と環境緩和対策の提案を最優先すべきであろう。

本事業は、タイ国第８次５ヵ年経済社会開発計画の開発戦略に沿って実施されるべきものである。すなわち、計画・建設・モニタリングそして事業評価という事業の全体プロジェクト・サイクルの各段階において、事業により影響を受ける住民とその地域住民の便益を最優先し、かつ住民参加を積極的に推進させることを目指したものであらねばならない。このような持続可能な開発を達成するためには、関係省庁並びに地方政府間の理解と協力が不可欠であり、協調が強く望まれる。



Plan	Kok Regulating Pond			
	Open Canal	Culvert	Tunnel	Total
A	13,746	1,050	13,040	27,836
A-R	15,112	3,011	10,889	29,012
B	14,063	17,994	5,506	37,563
B-J	18,589	1,861	10,889	31,339
B-P	23,507	3,856	4,200	31,563

Alternative Diversion Routes

図表-1 Flow Conditions before and after water Diversion in Kok & Ing Rivers

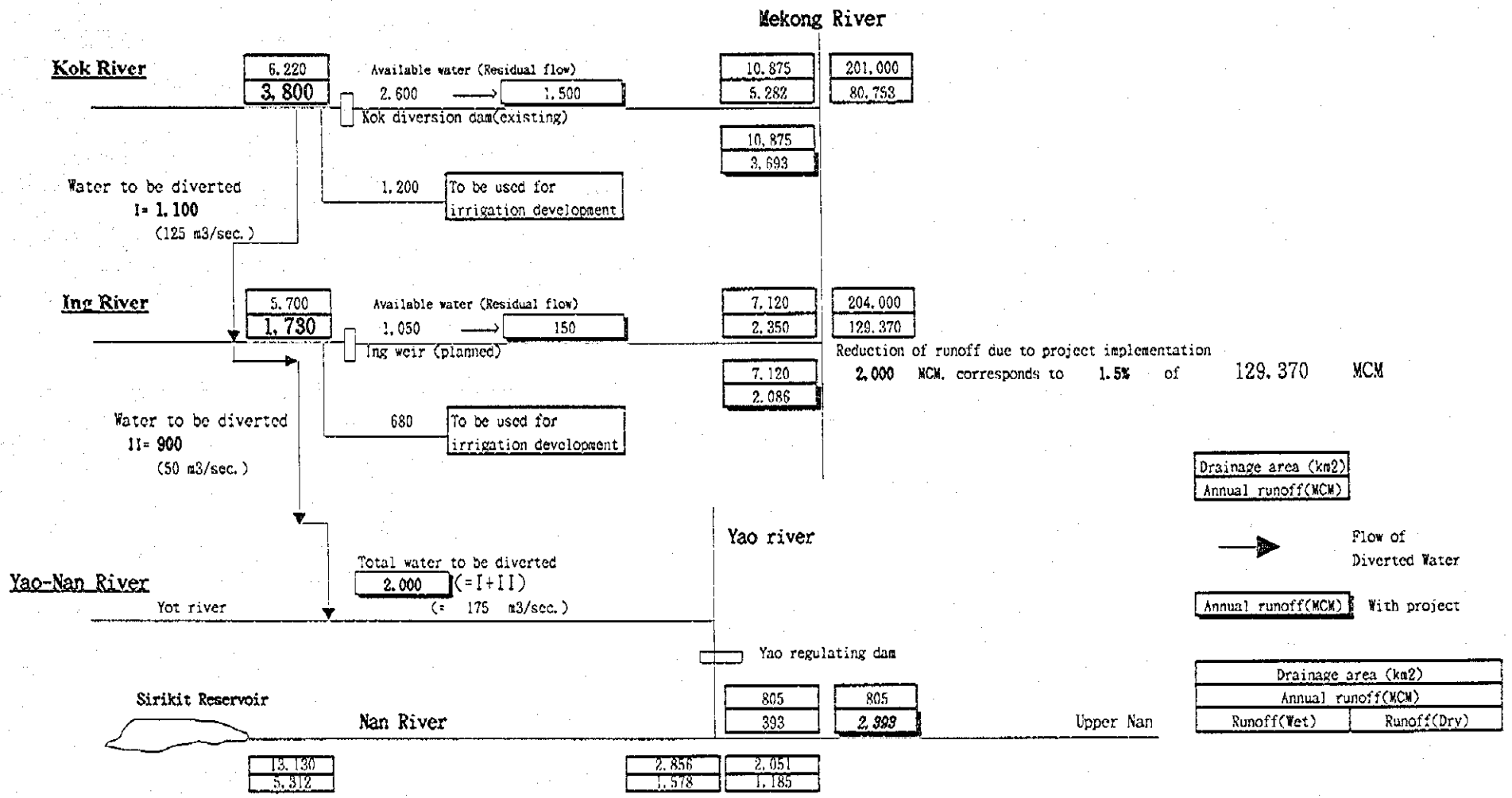
Unit : MCM

Kok River	Present Situation			Proposed Scheme	After Project
	Run off	Volume to be used for irrigation development	Avaialble Flow	Diverted Flow	Remaining (Residual) Flow
Proposed Diversion Site	3,800 MCM/year (Wet 2,944 / Dry 851)	1,200 MCM/year	2,600 MCM/year (Wet 2,248 / Dry 358)	1,100 MCM/year (55%) (125 m³/sec)	1,500 MCM/year (Wet 1,210 MCM / Dry 290 MCM)

Ing River	Present Situation			Proposed Scheme	After Project
	Run off	Volume to be used for irrigation development	Avaialble Flow	Diverted Flow	Remaining (Residual) Flow
Proposed Diversion Site	1,730 MCM/year (Wet 1,588 / Dry 145)	680 MCM/year	1,050 MCM/year (Wet 1,011 / Dry 41)	900 MCM/year (45%)	150 MCM/year (Wet 115 MCM / Dry 35 MCM)

Yao/Nan Rivers					
				2,000 MCM/year ([illegible]) (175 m³/sec)	

図表－2 Influence of Water Diversion on Flow Conditions of Kok, Ing and Mekong Rivers



図表－3　コク・イン・ナン導水計画／自然・社会的環境影響サマリー

導水ルート／課題	今後の調査／検討	関係省庁、影響村落等との協議
① Kok Diversion Dam 1-1. 新規の頭首工の建設（Aルート）－ 自主的運営は可能であるが、水路は DEDP のプロジェクト内を通過。 1-2. 既存 Diversion Dam の活用（Bルート）－ 利用許可と自主的運営は不可。	People's irrigation 水路網と DEDP 事業計画の再確認	RID と DEDP との協議。 RID、チェンライ県当局、DEDP との協議
② Kok Diversion Dam － Ing Diversion 2-1. 用地買収と補償 － People's irrigation への配慮（A、B 両ルート） 地域分断 － 全てのルート、特にBルート水路幅(60m から 100m) 2-2. 住民移転 － A 及び（A－R）ルートには 20 戸程度の移転要あり 2-3. Wetland への影響 － Nong Luang Wetland（B ルート）の有効活用（貯水池等）と保全（エコ・ツーリズム） 2-4. トンネル工事と安全性確保 － 地質状況 2-5. 開水路及び暗渠工事の安全性 － 暗渠工事に伴う掘削深度 20－25m（B ルート） － 掘削土 18 百万 m³（B ルート）（工事中の湧水処理、大量の掘削土の処理等、難工事が予想され、当然ながら工事中の事故対策が大きな課題。）	・詳細地形測量と既存水路網の確認 ・ルート選定と影響村落の現況（土地所有形態、経済状況等）調査 ・Nong Luang の植生／水圏生態の現況調査と周辺村落との経済活動の調査 ・詳細な地質調査 ・詳細地形測量 ・施工方法を勘案したルート選定の再検討	・ チェンライ県当局、RID、及び村落コミュニティーとの協議。 ・ チェンライ県当局、RID 及び影響村落との協議。 ・ 地域住民参加を中心とした RID、チェンライ県当局、DOF、RFD の間での協議 ・ RID、チェンライ県当局及び村落コミュニティーとの協議
③ Ing Diversion Dam 3-1. Wetland への影響 － Weir 及び堤防建設による水位変動と湛水期間のエコシステムへの影響 － Weir 及び dyke 建設により、水田地帯の洪水被害の軽減に寄与。	堤防建設による水圏生態／Wildlife への影響調査	RID、RFD 及び村落コミュニティーとの協議。 （堤防建設と Wetland 保全（エコ・ツーリズムを含む）を目指した地域住民主導のコンセプトの確立）
④ Ing Diversion Canal － Ing/Yot Tunnel 4-1. 開水路の安全性 － 掘削深度 40m（ローカル・コンサルタントによる設計） ↓ トンネルに変更（JICA Team）		詳細な地形測量要あり。
⑤ Ing － Yot Tunnel 5-1. トンネル工事と安全性確保 － 掘削材（岩）（6～7 百万 m³）の処理と有効活用 － 建設中のトラック等の運行による近接村落への影響大。 － 掘削岩／土の有効利用（量及びスケジュールの面） （ダムの築堤材あるいはコンクリート骨材、水路／水路構造物への流用、河川改修工事への流用等） － トンネル内では魚類の生態。 5-2. トンネル入口、シャフト入口とアクセス道路での安全性確保 － National Forest Reserve － National Park （現在申請中） － Watershed Classification － 植林計画 5-3. 少数山岳民族の問題 － シャフト No. 4 近辺の山岳民族（ヤオ族）への配慮	・工事中の近隣村落に対する社会影響の詳細調査 ・既存道路からシャフトまでのアクセス道路、トンネル出口での流域管理／保全林規則に係わる詳細現況調査 ・山岳民族の村落への影響確認現地調査	掘削岩の処理と有効活用について、チェンライ／パヤオ県当局、RID、RFD 等の間で協議。 RID、村落コミュニティとの間の協議 RID、RFD、村落コミュニティ、OEPP の間での協議。 RID、RFD、ヤオ族及び NGOs の間での協議

導水ルート／課題	今後の調査	今後の対応策（EIA）
⑥ Flood Control Dam (Yao 川) 6-1. ダム建設 － Watershed Classification 及び National Forest Reserve － 植林計画。 － Yao 川の洪水被害軽減 － 5 村落（312 households）への社会的影響。 － 貯水池の有効利用 ○ 乾期の農業用水	・湛水池により影響を受ける森林に対する流域管理／保全林規則係わる詳細現況調査	RID、RFD、Nan 県当局の間での協議。 RID、DOF、Nan 県当局の間での協議。 （村落コミュニティーを含めた貯水池の有効利用の検討）
⑦ Yao River Training 7-1. 河川改修 － 150～200m³/sec.の導水に対する流下能力確保のための河川改修による河岸生態系への影響。 － 河川改修区域 40km 河岸沿いの 13 村落（1.662 households）への社会的影響。 ○ Fish pond への水の供給 （村落単位での Swamp／池の管理／整備は良好。河川・湖沼は、周辺住民にとって、農業用水のみならず、蛋白質供給源となる魚類資源確保の場として機能している。）	・河川改修後の河岸生態系回復への配慮と河岸影響村落の社会生活回復への配慮 ・詳細河川改修計画に対する影響村落代表者からの意見聴取。 ・河岸村落の社会・経済活動の詳細調査	RID、村落コミュニティ（村長、婦人会長等）ナン市当局、第三者環境専門家（NGOs を含む）等の間での協議

図表－4 Route conditions from Kok diversion to Ing regulating dike

	A	A-R	B-J	B	B-P (Pump)
Location of intake	New weir 4 km downstream of Existing Diversion Dam	New weir 4 km downstream of Existing Diversion Dam	2 km downstream of Existing Diversion Dam	Intake 2 km downstream of Existing Diversion Dam	Intake 2 km downstream of Existing Diversion Dam
Canal route	Canal passes through the project area of DEDP	Canal passes through the project area of DEDP	Canal doesn't pass through the project area of DEDP	Canal doesn't pass through the project area of DEDP Canal is planned to pass through Nong Luang Wetland	Canal doesn't pass through the project area of DEDP
Natural environment	Fertile paddy field (Likely dominated by people's irrigation)	Fertile paddy field (Likely dominated by people's irrigation)	Paddy field and orchard (Less dominated by people's irrigation)	Paddy field and orchard (Less dominated by people's irrigation)	Paddy field and orchard (Less dominated by people's irrigation)
Social environment	Ban San Salit 20 households affected Canal passes near Ban Wiang Thong	Ban San Salit 20 households affected Canal passes near Ban Wiang Thong	No household affected 2/ Canal passes near Ban Mai Don Kuang	No household affected 2/ Canal passes 5 km south of Ban Mai Don Kuang	No household affected 2/ Canal passes 5 km south of Ban Mai Don Kuang
Geology along tunnel	Poor	Better than A route	Better than A route	Better than "B-J"	Better than "B-J"
Land area for compensation	6,823 rais	6,823 rais	5,801 rais	8,741 rais	8,741 rais
Compensation cost (excl, houses and crops)	732 M.Baht	732 M.Baht	886 M.Baht	1,234 M.Baht	1,234 M.Baht
Unit price for official land compensation	0.04-0.5 M.Baht/rai (1.0-12.5 US$/m^2)	0.04-0.5 M.Baht/rai (1.0-12.5 US$/m^2)	0.04-3.0 M.Baht/rai (1.0-75 US$/m^2)	0.04-3.0 M.Baht/rai (1.0-75 US$/m^2)	0.04-3.0 M.Baht/rai (1.0-75 US$/m^2)
Forest condition	Low hill covered mostly with degraded forest but designated as "National forest Reserve (C)"				
Canal					
Length					
Open canal	12.65	18.12	17.31	13.70	26.55
Culvert	-	-	-	12.85 1/	-
Tunnel	14.69	10.89	14.03	4.20	4.20
Total Length	27.25	29.01	31.33	30.75	30.75
Excavation					
Depth (m)	4			25 - 30	
Volume (m^3)	2 million			18 million	

Remark: 1/ Deep excavation with a depth of 25-30 m.
2/ No. of household affected will be increase at the time of project implementation due to expansion of urbanization in Chiang Rai.

図表―5　トンネル工事に誘因するインパクトに対する調査項目
（流域管理）

1．導水トンネル・ルート及びその周辺地区での境界と範囲の明確化
　国立公園を含む森林保全区
　流域管理区分

2．小流域ごとの流域の地形及び地質状況
2．1　トンネル・ルートでの斜面勾配と地表標高の変化
2．2　トンネル及びシャフトの横断図（土被り深度）
2．3　トンネル及びシャフトの坑口付近での、環境／工学的観点からの地上斜面勾配、植生、土被り深度、河川流量状況等の地形及び地質状況の確認
2．4　断層ゾーンの確認
　― 乾期／雨期での地下水変動
　― 乾期／雨期での河川流量状況
2．5　― 農地利用状況（草地、畑作、水田、果樹等）

3．トンネル・ルート上の流域での森林・植生現況
　― 森林タイプ、森林密度、植生等による地域区分
　― 木の原種と大きさ
　― 乾期／雨期の主たる植生

4．流域管理
　― 流域境界に基づく流域区分
　― 流域の面積と土地形態
　― 源流タイプ、支流分布、河川勾配等の源流の状況
　― 乾期／雨期の河川流出状況
　― 河川水の利用状況（特に、山岳民族の水利用）
　　流域での水利用に係わる社会調査
　　衛生面からの河川水の量と質
　― 既存の池と貯水池の位置
　― 既存の道路、電力、村落等の位置

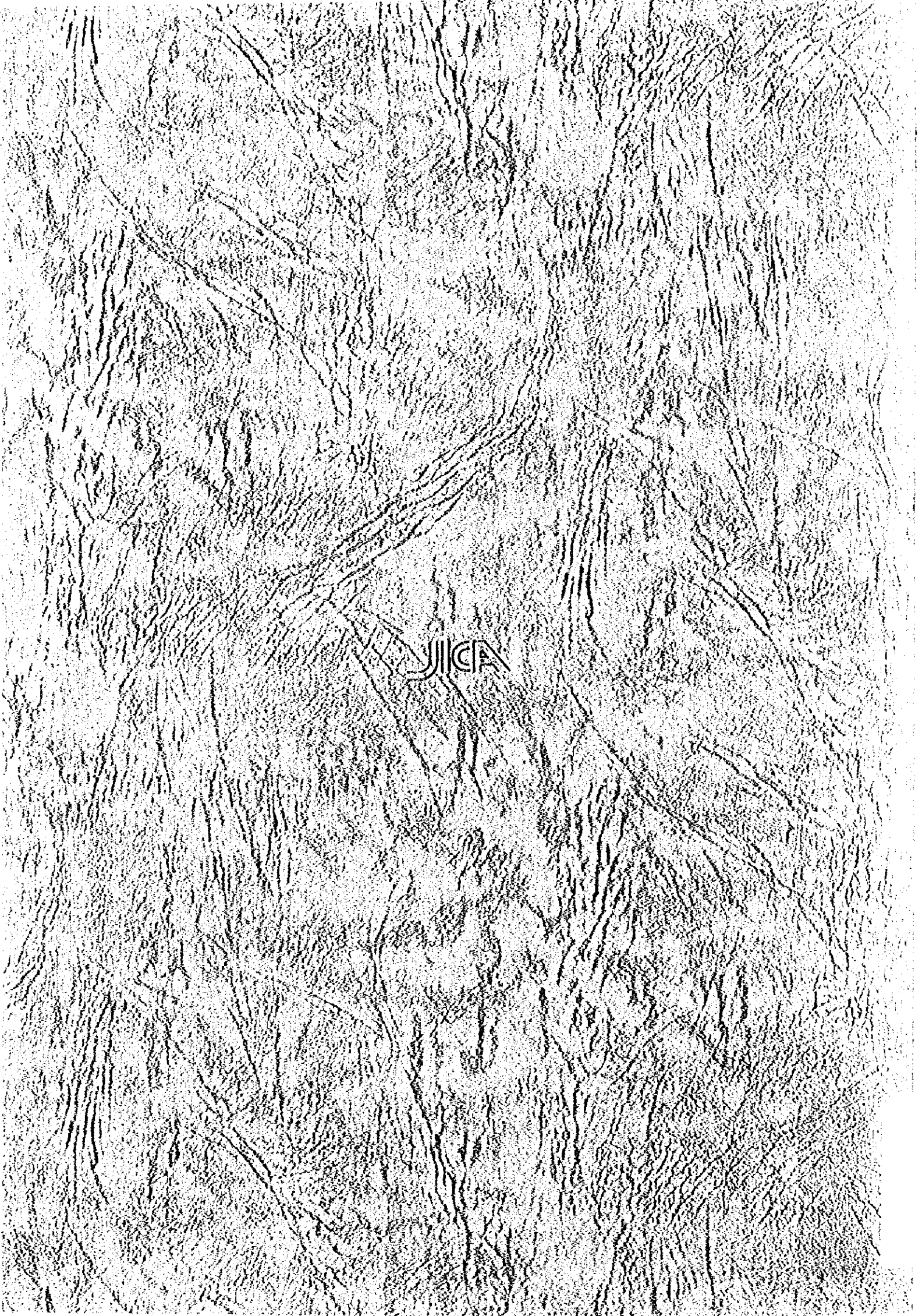
図表－6　影響村落状況

The profile of adversely-affected villages by Yao river training（Yao河川改修）

Village					Average Household Income
	Household	Population	Male	Female	(Bath/Year)
Song Khwae	167	739	363	376	28,970
Mai Song Khwae	37	162	77	85	22,330
Hang Thung	74	398	212	186	35,636
Pak Puk	186	821	400	421	24,345
Nam Mong	125	449	230	219	19,756
Pang Sa	123	525	266	259	13,701
Wang Phang	49	285	137	148	25,498
Haen & Tut	214	952	480	472	21,789
Wang Hid	55	333	149	184	15,673
Na Nun	213	587	273	314	14,487
Pu Kha	197	794	401	393	33,665
Sop Yao	222	624	273	351	29,551
Total	1,662	6,669	3,261	3,408	

(Source: Technical Service and Planning Division, the Community Development Department, Ministry of Interior, December 1992)

The profile of adversely-affected village by constructing a flood control dam（調整ダム）

Village	Household	Population	Male	Female	Household Income (Bath/Year)
Huai Lao	67	298	164	134	4,509
Wang Sao	77	328	169	159	4,690
Sop Phang	33	154	81	73	4,850
Pang Kom	74	321	161	160	4,700
Nam Pan	61	383	205	178	5,000
Total	312	1,484	780	704	

(Source: Technical Service and Planning Division, the Community Development Department, Ministry of Interior, December 1992)