Table 3.1 Analysis of Soil Samples from the Study Area

Parameters	Sampling Stations			
	S1	S2	S3	S4
pH	6.8	6.7	7.9	8
Organic matter, (wt %)	4.64	2.31	0.5	0.84
Amm. Nitrogen, mg/kg	1	3	2	4
CEC in meq/100 gm soil as KCl	13.64	9.622	8.139	6.856
Copper, µg/g	21	12	22	23
Zinc, µg/g	31	53	68	72
Cadmium, µg/g	7	10	15	15
Chromium, µg/g	36	28	63	41
Lead, µg/g	11	18	23	23
Mercury, µg/g	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

S1 Above dam site
S2 Near dam site
S2 6 km downstream of dam site
S4 10 km downstream of dam site

Table 3.2 Analysis of Sediment Samples from the Study Area

Parameters	Sampling Stations	
	D1	D2
PH	8.6	8.8
Organic matter (wt %)	0.31	<0.1
Amm. Nitrogen, mg/kg	<1.0	<1.0
CEC in meq/100 gm soil as KCl	6.452	6.504
Copper, µg/g	10	9
Zinc, µg/g	39	29
Cadmium, µg/g	8	5
Chromium, µg/g	25	20
Lead, µg/g	15	9
Mercury, µg/g	<0.001	<0.001

D1 8 km upstream of the dam site
D2 Submergence area

Table 3.3 Grain Size Evaluation of Soil and Sediment Samples in the Study Area

Parameters/Station No.	Soil Sampling Stations (%)				Sediment Sampling Stations (%)	
	S1	S2	S3	S4	D1	D2
>0.25 mm	35.58	34.05	36.5	23.7	7.25	21.25
0.25 to 0.149 mm	47.15	41.2	16.7	28.1	67.45	68.9
0.149 to 0.088 mm	10.65	12.65	11.9	15.35	17.7	7.7
0.0088 to 0.074 mm	0.25	2.8	4.9	5.05	0.45	0.6
0.074 to 0.0625 mm	0.1	0.1	0.3	0.15	0.05	0.15
<0.053 mm	2.85	5.15	18.7	16.65	2.25	0.7

Table 3.4 Average meteorological conditions in the study area

Month	Temperature (°C)		Relative Humidity (%)	Rainfall (mm)
	Maximum	Minimum		
January	17.1	5.7	73.3	12.7
February	18.3	7.9	71.6	14.1
March	22.5	10.6	68.2	20.4
April	27.7	13.4	70.0	48.0
May	27.9	17.4	69.5	38.6
June	29.1	19.7	74.9	103.0
July	28.0	19.6	79.5	140.1
August	28.1	20.0	79.8	153.2
September	27.2	19.3	81.6	85.5
October	22.8	14.7	76.8	18.2
November	22.6	9.7	73.7	10.6
December	17.0	5.7	75.2	7.7
Total				805.3

Note: Based on data for the period 1990-1998.

Source: Meteorological Department, Thimphu, Bhutan.

Table 3.5 Rainfall Data of Wangdi Weather Station

Unit : mm

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1990	0.7	23.1	20.1	79.7	34.1	12.42	207.7	95.1	138.1	66.0	0.0	14.5	803.3
1991	22.9	18.9	17.7	16.9	106.7	151.1	110.9	189.3	119.1	3.0	0.0	11.4	767.9
1992	5.7	0.3	1.2	62.1	25.2	103.2	223.2	102.3	23.4	11.5	0.0	1.5	559.6
1993	31.2	16.7	18.4	64.1	13.9	68.4	24.0	189.6	107.5	7.8	10.5	0.5	552.6
1994	31.0	17.7	15.5	40.2	30.3	119.1	133.8	166.9	39.7	1.0	0.3	0.0	595.5
1995	15.2	17.5	13.8	4.9	21.7	102.9	154.5	112.0	123.0	6.4	86.0	6.2	664.1
1996	30.1	0.0	7.6	44.8	38.6	93.6	117.8	152.9	85.3	30.8	2.0	0.0	603.5
1997	4.3	17.3	19.5	68.4	23.5	100.1	135.4	177.7	94.8	8.9	0.0	37.1	687.0
1998	0.0	1.0	70.0	51.3	53.0	64.6	153.7	192.6	38.9	28.0	0.4	0.0	653.5
Mean	15.7	12.5	20.4	48.0	38.6	103.0	140.1	153.2	85.5	18.2	11.0	7.9	654.1
Max	31.2	23.1	70.0	79.7	106.7	151.1	223.2	192.6	138.1	66.0	86.0	37.1	803.3
Min	0.0	0.0	1.2	4.9	13.9	64.6	24.0	95.1	23.4	1.0	0.0	0.0	552.6

Table 3.6 Monthly Discharge at Dam Site

Unit : m^3/s

Y/M	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MAX	MIN	AVE
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	696.9	256.2	133.3	92.3	696.9	92.3	294.7
1992	71.7	62.3	91.3	123.7	168.4	325.2	602.9	727.0	447.9	229.2	126.5	87.3	727.0	62.3	255.3
1993	71.1	67.9	62.9	104.7	232.2	239.3	546.9	831.9	546.5	297.6	150.8	103.5	831.9	62.9	271.3
1994	78.9	67.2	78.2	103.0	206.5	418.6	447.8	621.4	474.9	304.1	125.5	89.3	621.4	67.2	251.3
1995	71.0	67.1	87.7	115.5	255.4	532.3	773.2	697.8	486.0	295.7	173.7	95.9	773.2	67.1	304.3
1996	78.0	66.1	81.5	124.8	228.9	449.3	833.8	730.8	678.5	326.5	156.0	103.9	833.8	66.1	321.5
1997	77.4	66.5	87.2	104.8	212.1	463.7	663.5	693.8	603.0	237.4	132.1	95.2	693.8	66.5	286.4
1998	74.4	64.0	69.0	119.4	238.1	577.1	956.1	1128.8	516.8	298.3	147.3	99.1	1128.8	64.0	357.4
1999	75.8	64.8	63.5	108.2	226.2	501.5	749.3	899.2	631.4	369.5	174.4	111.9	899.2	63.5	331.3
MAX	78.9	67.9	91.3	124.8	255.4	577.1	956.1	1128.8	696.9	369.5	174.4	111.9	1128.8	67.9	386.1
MIN	71.0	62.3	62.9	103.0	168.4	239.3	447.8	621.4	447.9	229.2	125.5	87.3	621.4	62.3	222.2
AVE	74.8	65.7	77.7	113.0	221.0	438.4	696.7	791.3	564.6	290.5	146.6	97.6	791.3	65.7	298.2

Table 3.7 Discharge data at Maza Falls on Basochhu (cumecs)

Month	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
January	2.33	2.91	2.46	1.98	1.77	1.47	3.62	3.45	3.01
February	1.94	2.38	N.A.	1.88	1.60	N.A.	4.00	3.03	2.64
March	1.89	2.14	2.38	1.69	N.A.	1.45	3.75	3.05	2.80
April	2.33	2.05	2.08	1.83	1.43	1.47	3.24	3.36	3.48
May	2.92	2.38	2.35	2.37	1.64	2.46	3.61	3.56	3.28
June	6.85	10.41	4.91	3.54	3.02	10.19	7.55	6.38	9.79
July	12.58	13.33	13.59	5.65	4.40	20.95	20.72	12.38	26.77
August	13.62	22.25	12.52	10.90	5.78	14.30	16.92	14.56	95.76
September	10.54	17.14	N.A.	9.16	6.79	16.07	22.48	14.02	20.41
October	8.41	6.69	7.60	5.95	N.A.	9.60	N.A.	7.97	9.39
November	4.40	4.05	4.01	N.A.	2.11	N.A.	6.50	5.07	4.96
December	3.27	3.07	2.86	2.48	N.A.	4.21	4.64	3.89	3.58

Note : N.A. – Data Not Available.
Source : Division of Power, Thimpu.

Table 3.8 Probable flood for various return periods

Return Period (year)	Dry season (cumecs)	Rainy season (cumecs)
5	563	1,326
10	644	1,444
20	722	1,557
50	823	1,704
100	898	1,813
200	974	1,923
1,000	1,148	2,176

Source : Pre-Feasibility Study Report.

Table 3.9 Ambient air quality in the study area

Unit : ug/m^3

Station	Parameters		
	SPM	SO_2	NO_x
November, 1999			
Dam site	24.2	BDL	17.2
	21.7	BDL	18.1
	22.4	BDL	17.9
Quarry site	21.2	BDL	17.9
	29.2	BDL	18.4
	31.2	BDL	17.1
December, 1999			
Dam site	19.2	BDL	18.1
	21.1	BDL	19.1
	19.4	BDL	19.0
Quarry site	24.1	BDL	19.1
	26.2	BDL	17.9
	29.4	BDL	18.0

BDL : Below Detectable Limits.

Table 3.10 Analysis of Water Samples from the Study Area

Parameters	Stations			
	W1	W2	W3	Permissible limits for drinking water in Bhutan*
pH	7.6	7.5	7.8	6.5-8.5
TSS	268.2	112.5	360.6	-
Chlorides	25	17	17	250
Sulphates	<0.01	<0.01	<0.01	500
Phosphates	<0.01	<0.01	<0.01	-
Nitrates	<0.01	<0.01	<0.01	45
Sodium	1.53	1.01	1.12	-
Potassium	0.864	0.508	0.639	-
Calcium	13.1	12.9	12.1	-
Magnesium	2.93	2.82	2.53	-
Copper	<0.1	<0.1	<0.1	2
Lead	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Zinc	<0.1	<0.1	<0.1	5.0
Chromium	<0.05	<0.05	<0.05	0.05
Mercury	<0.001	<0.001	<0.001	0.001
Cadmium	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
BOD	3	3	3	-
COD	7	6.5	7	-
DO	10	10	9.5	-

Note : Unit of all parameters except pH is mg/l. pH has no unit.

W1 - 8 km upstream of the dam site.

W2 - Near Dam site.

W3 - 6 km downstream of the dam site.

* Recommended by National Environmental Commission.

Table 3.11 Noise levels in the study area

S. No.	Location	Noise Level (dBA)
1.	Wangdue town	48
2.	Uma	42
3.	Changche	39
4.	Baso	37
5.	Zawa	37
6.	Pinsa	37
7.	Jala	41
8.	Dima	41
9.	Jala	38
10.	Khamina	42
11.	Dingthi	40
12.	Mesesa	38
13.	Gamsab	40
14.	Bay	38
15.	Gikha	39

Table 3.12 Major Floral Species in the Submergence Area

No.	Botanical name	Common / local Name	Economic Importance
1	*Pinus roxburghi*	Chir pine/dhup	Timber
2	*Toona ciliata*	Tooni / Rawa shing	Timber, Furniture
3	*Sapium insignii*	Shoshi	Fire wood
4	*Mallotus philipinesis*	Rohini	Medicine
5	*Celtis terandra*	Khari / Phantang Shing	-
6	*Rhus chinesis*	Bhakimlo	Edible fruit, medicine
7	*Dalbergia sericea*	Pchang	Timber
8	*Dalbergia pinnata*	Olla shema	Timber & Furniture
9	*Solanum turvium*	Ashetu	-
10	*Zizyphus incuvra*	Bayer	Edible fruit, Medicine
11	*Syzygium cummi*	Jamun / Naysse shing	Edible fruit, Medicine
12	*Aesiandra buteraceae*	Cheuri	Edible fruit, oil from seeds.
13	*Bombax cieba*	Pema Geysar	-
14	*Ficus semicordata*	Khaniun/honaiyo	Fodder
15	*Albizia julibrissin*	Patpate siris	-
16	*Altingia exelsa*	Seti	Timber

Table 3.13 Tree Species in the Power House Area on the Left Bank of the River

No.	Botalnical Name	Common/Local name	Use
1	*Grewia sapida*	Dopta/Tsu tsu shing	Fodder
2	*Petrospermum acerifolium*	Hattipaile	Medicine
3	*Maccaranga paltata*	Bomchu	Fodder
4	*Caseria glomerata*	Barkaunle	Fire wood, batten
5	*Litsea monopetala*	Seychhanglu shing/ Bansum	Siek worm reared on the leave
6	*Alnus nepalensis*	Utis/Gama	Fire wood, furniture
7	*Ficus benjamina*	Kabra	Shade tree
8	*Celties tetrandra*	Khari,/ Phantang Shing	Fodder
9	*Eurya cerasifolia*	Khuberbu shing/ Bara jhingni	Fencing
10	*Sapium baccatum*	Ankhataruwa	Fencing
11	*Rhus chinensis*	Bhakimlo	Edible fruit, medicine
12	*Taulama hodgsoii*	Chiuri	-
13	*Zanthozyllum armatum*	Thingney/ Bale Timur	Medicine
14	*Brassaiopsis hainla*	Chuletro	-
15	*Bombax cieba*	Pema Geysan	Cotton, medicine
16	*Sapium insigni*	Shoshi	Fire wood
17	*Dalbergia pinnata*	Olla shema	Timber
18	*Ficus semicordata*	Khanillan, Honaiyo	Medicine
19	*Syzygium cumini*	Jamun / Nyasse shing	Medicine, fruit, timber
20	*Solanum turvium*	Ashetu	-
21	*Sapindus rarak*	Kiling shing / Soap nut	Medicine
22	*Bridelia sp.*	Kasreto	Fodder
23	*Calicarpa arborea*	Ghiwali	-
24	*Dalbergia sericea*	Pchang	Timber
25	*Caesalpina decepeltala*	Tatse tsang	-
26	*Rhus paniculata*	Khai Roptang Shing	Medicine
27	*Cycas pectinata*	Bongo	Stem pith used to produce sago
28	*Wood fordia fruticosa*	Dhaero	Fire wood, medicine

Table 3.14 (1) Floral Species Observed in the Study Area

No.	Botanical Name	Common/Local Name	Economic Importance
Tree			
1	*Pinus roxburgii*	Chir pine / dhup	Timber
2	*Sapium insigni*	Shoshi	Fencing
3	*Sapindus rarak*	Kiling shing/ soap nut	Medicine
4	*Toona ciliata*	Rawa shing/ Tooni	Timber / Furniture
5	*Eurya accuminata*	Sanu jhingni / jipgane	Timber, Fuel wood
6	*Grewia sapida*	Dopta/ Tsu Tsu Shing	Foddar
7	*Altingia exelsa*	Seti	Timber, resin used as perfume
8	*Pterospermum acerifolium*	Hattipaile	Medicine
9	*Maccaranga peltata*	Bomchu	Fodder
10	*Caseria glomerata*	Barkaunle	Fire wood, batten
11	*Litsea monopetala*	Bonsum / Seychhanglu shing	Silk worm are reared the leaves of this tree
12	*Alnus nepalensis*	Utis / Gama	-
13	*Ficus benjamina*	Kabra	Cultivated as shade plant
14	*Celtis tetrandra*	Kharil / Phantang shing	Foddar
15	*Sauraya nepaulensis*	Mingdormu shing	-
16	*Syzygium cuminii*	Nyasse shing/ Jamun	Fire wood/ edible fruit medicine
17	*Albizia procera*	Seto siris	-
18	*Macaranga pustulata*	Maltata	-
19	*Albizia julibrissin*	Patpate siris	-
20	*Brassaiopsis hainla*	Chuletro	Fodder
21	*Ficus semicordata*	Khaniun /honaiyo	Medicine
22	*Mallatus phillipinensis*	Rohini	Dye
23	*Sapium baccatum*	Ankhataruwa	Fencing
24	*Rhus succedina*	Say shing/ Rani Bhalayo	Medicine (fruit)
25	*Eurya cerasifolia*	Bara Jhingni/Khuberbu shing	Timber valuable for fence post.
26	*Bombax ceiba*	Pema Geysar	Cotton / medicine
27	*Zizyphus incuvra*	Tsangshing Karmo	Cultivated as a host plant for the lac inseet
28	*Zauthojyllum acanthopodium*	Boke timur	Spice (Bhutanese) Medicine
29	*Bridelia sp.*	Kasreto	Fodder
30	*Rhus chinensis*	Pok pokpa shing	Medicine
31	*Zanthozyllum armatum*	Thingney / Bale timuer	Medicine
32	*Dalbergia sericea*	Pchang	
33	*Calicarpa arborea*	Ghiwali	
34	*Dalbergia pinnata*	Olla shema	Timber, Fire wood
35	*Caesalpina decepebtata*	Tats tsang	
36	*Taulama hodgsonii*	Chiuri	-
37	*Rhus paniculata*	Khyr khobtang	Medicine
38	*Phyllunthus emblica*	Omala / churu	Edible fruit, medicine
SHRUBS			
1	*Indigofera dosua*	Kumchingma shing	Fire wood
2	*Datura suaveolens*	Dhatura	Medicine
3	*Dalbergia sp.*	Tatebiri	
4	*Rubus ellipticus*	Tshema Tshelu	Edible fruit
5	*Murraya Koenigii*	Ngebtang shing / Mechia sag	Leaves used in curries, medicine
6	*Cordia sp.*		
7	*Desmodium elegans*	Tatur shi	Fire wood
8	*Sida sp.*	Khareto	
9	*Zanthozyllum sp.*	Dretsang	

Table 3.14 (2) Floral Species Observed in the Study Area

No.	Botanical Name	Common/Local Name	Economic Importance
SHRUBS(Continued)			
10	*Mesia chisia*	Bilaune	
11	*Casealpinia decapetala*	Tatse tsang	
12	*Bauhinia purpurea*	Tanki / Pegpeyposhing	Fodder, fire wood, gum
13	*Ricinus communis*	Castor	Medicine
14	*Jatropa curcus*	Punging nut	Medicine
15	*Woodferdia fruticosa*	Dhaero	Fire wood, medicine
16	*Jasminium sp.*	Chameli	Insect
17	*Srephania sp.*	Chechu Robji	
18	*Calicarpa arborea*	Ghiwali	
19	*Solanum turvium*	Ashetu	
20	*Zyzyphus incuvra*	Tsangshing Karmo	Host free for lac insect
21	*Coffea bengalensis*		
22	*Phyullunthus emblica*	Omala / churu	Medicine
23	*Celastrus sp.*	Bhaisa lahara	
24	*Citrus medica*	Lemon tree	Medicine
25	*Justica adatoda*	Basaka	Medicine
26	*Dioscorea bulbifera*	Yan (Wild potato)	Food
27	*Pueraria sp.*	Birali lahara	-
28	*Argyreia sp.*		-
HERBS			
1	*Amaranthus*	Lasomo	Edible leaf & fruit
2	*Ipomea purpurea*	Morning glory	Ornamental value
3	*Pteracenthus sp.*	-	Medicine
4	*Laportea terminalis*	Sisnoo	Medicine
5	*Artemesia vulgaris*	Indian worm wood	Medicine
6	*Asparagus racemosa*	Satmuli	Vegetable
7	*Barleria cristata*	Jhiniti	Medicine
8	*Jasminium sp. (Shrub)*	Chameli	Perfume
9	*Canabis sativa*	Phagpa Nam, Bhang, Hemp	Medicine, Fibre
10	*Biden bipinnata*	Kuro	-
11	*Galinsoga parviflora*	-	-
12	*Conyza floribunda*	Ban maro	
13	*Eupatorium adenophorum*	Black weed kalijar	
14	*Pilea sp.*		
15	*Zanthum indicum*		
16	*Clematis sp. (Shrub)*		Ornamental value
17	*Mikaria micrantha*		
18	*Tagetes minuta*		
19	*Curcuma sp.*		
20	*Cynoglosum sp.*	Forgetmenot	
21	*Pauzolzia hirta*	Yongiba	
22	*Solanum khasianum*		Medicine
23	*Crassocephalum crepidiodes*		
24	*Impatients sp.*	Door gonang	Ornamental value
25	*Hedychium sp.*		Medicine & ornamental value
26	*Coleus barbatus*	-	-
27	*Colocasia fallaxi*	-	-
28	*Girardiana diversifolia*	Bhangre Sisnoo	Rope

Table 3.14 (3) Floral Species Observed in the Study Area

No.	Botanical Name	Common/Local Name	Economic Importance
HERBS (Continued)			
29	*Abelmoschus manihot*	Sayr metog Wild cotton	Medicine &
30	*Eriocripus cosmosus*	Pule	Rope
BAMBOOS			
1	*Bambusa cupilata*	Malbans	Fencing, bow basket
2	*Bambusa nutan*	Malbans	Basket
GRASS			
1	*Eragrostis Unioloides*	Vibangoti (sp)	Fodder
2	*Dactyloctenium algyptium*	Grass (Ghans)	Fodder
3	*Sporobolus fertilis*		
4	*Chloris virgata*		
5	*Cynodon dactylon*	Burmuda grass	
6	*Oplismenus compositus*		
7	*Sacciolepsis indica*		
8	*Echinochloa colonum*		
9	*Axonopus compressus*		
10	*Paspallum scrobiculatum*		
11	*Cymbopogon Khasianum*	lemon grass Sorbanana (D)	Medicine
12	*Arundenella hookeri*	Grass	
13	*Digitaria stricta*		
14	*Pennisetum flaccidium*		
15	*Saccharum spontaneum*	Khans	
16	*Themeda triandra*		
17	*Chrysopogon gryllus*		
AGRICULTURE CROPS			
1	*Origa sativa*	Paddy (Kharif season)	Food grain
2	*Psidium guajava*	Guava	Fruit
3	*Citrus sinensis*	Orange	Fruit
4	*Carica papaya*	Papaya	Fruit
5	*Zea mays*	Maize	Food grain
6	*Phaseolus vulgaris*	Bean	Vegetable
7	*Cucurbita masehata*	Pumpkin	Vegetable
8	*Manihot esenlenta*	Cassava	Vegetable
9	*Tritucum sativum*	Wheat (Rabi season)	Food grain
10	*Brassica Nigra*	Sarson (Rabi season)	Oil used as cooking media

Table 3.15 List of Fauna Reported in the Study Area

No.	Botanical Name	Common/Local Name
MAMMALS		
1	*Muntiacus muntjak (E)*	Barking Deer
2	*Sus scrofa*	Wild boar
3	*Canis aureus*	Jackal
4	*Nemiorhaedus goral*	Ghoral
5	*Hyatrix sp.*	Indian Porcupine
6	*Cervus unicolor*	Sambhar
7	*Capricornis sumatraenis (P)*	Serow
8	*Selenarctor thibetainus (P)*	Himalayan Black Bear
9	*Pataurista sp.*	Common Giant Flying Squirrel
10	*Cunon alpinus*	Wild dog
11	*Hurpestis sp.*	Crabeating Mangoose
12	*Falis benagalensis (P)*	Leopard Cat
13	*Panthera pardus (P)*	Leopard
14	*Presbytis entellus*	Black mouth Langoor
15	*Mus domesticus*	Mouse
REPTILES		
1	*Pylton molurus*	Python
2	*Naja naja*	**Cobra**
3	*Naja hannah*	**King cobra**
BIRDS		
1	*Chaimarrornis leucocephalus*	White capped redstart
2	*Rhyacornis fuliginosus fuliginosus*	Plumbeous redstart
3	*Myiophoneus caeruleus temmenckii*	Whistling thrush
4	*Encicurus schistaceus*	Slaty backed porktail
5		Green tailed sunbird
6	*Cinclus pallasii tenuirostris*	Brown dipper
7	*Hypsipetes madagascariensis psaroides*	Black bulbul
8	*Phylloscopus magbirostris*	Large billed leaf warbler
9	*Seicercus xanthoschistes xanthoschistes*	Grey headed flycatcher
10		Chestnus bellied nuthatch
11	*Perierocotus brevirostris brevirostris*	Scarlet minivet
12	*Phoenicurus hodgsoni*	Hodgson's redstart
13		Himalayan swiftler
14	*Heterophasia capistrata bayleyi*	Black capped sibia
15		Eurasian jay
16	*Pomatorhinus erythrogenys*	Rusty cheeked scimitar babbler
17	*Garrulax albogularis albogularis*	White throated laughing thrush
18		Hoary barwing
19	*Arborophila torqueola*	Hill patridge
20	*Garrulax striatus sikkimensis*	Striated laughing thrush
21	*Tichodroma muraria nepalcusis*	Wall creeper
22		Oriental White eye
23	*Aegithalos nived*	White throated tit
24	*Lophura leucomelana*	Kaleej
25		White eye
26	*Parus monticolus monticolus*	Green backed tit
27	*Dendrocitta formosae himalayensis*	Himalayan tree pie
28		Rufous bellied woodpecker
29	*Saxicola torquata indica*	Collared bush chat
30	*Paradoxornis nepalensis humii*	Nepal parrotbill
31	*Prinia criniger*	Hill prini

P- Denotes protected species, as per Schedule-I of the Forest and Nature Conservation Act, 1995.
E- Endangered species.

Table 3.16 Avi-fauna sighted during field studies

No.	Birds	Numbers
1	Large billed Leaf warbler	3
2	Grey headed flycatcher	1
3	Turtle dove	1
4	Grey bulbul	6
5	Slaty backed forktail	2

Table 3.17 Migratory birds observed in the project area

No.	Scientific Name	Local Name
1	*Anser indicus*	Bar-headed Goose
2	*Tadorna ferruginea*	Ruddy Shelduck
3	*Tadorna tadorna*	Common Shelduct
4	*Anas strepera*	Gadwall
5	*Anas penelope*	Aurasian wigeon
6	*Anas platyrhynchos*	Mallard
7	*Anas poecilorhyncha*	Spot-billed duck
8	*Anas acuta*	Northern Pintail
9	*Anas crecca*	Common Teal
10	*Aythya ferina*	Common Pochard
11	*Aythya baeri*	Baer's Pochard
12	*Aythya fuligula*	Tufted Duck
13	*Mergus merganser*	Common Merganser (Goosander)
14	*Tringa nebularia*	Common Greenshank
15	*Tringa ochropus*	Green Sandpiper
16	*Charadrius placidus*	Long-billed Plover
17	*Charadrius dubius*	Little Ringed Plover
18	*Larus ichthyaetus*	Pallas's Gull
19	*Haliacectus leucoryphus*	Pallas's Fishing Eagle
20	*Haliaeetus albicilla*	White-tailed Eagle
21	*Accipiter nisus*	Eurasian Sparrowhawk

Table 3.18 Fish species reported in Punatsangchhu

No.	Zoological Name	Common/Local Name	Elevation range (m above mean sea level)
1.	*Tor putitora (M)*	Mahsheer	200-350
2.	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	210-2700
3.	*Salmo trutta fario*	Brown trout	1200-2800
4.	*Puntius titius*	Punti	326-600
5.	*Cirrhina lata*	Gauma	-
6.	*Barilius shaera*	Hill trout/Koksa	200-225
7.	*Labeo pangasia (M)*	Pangusia/Termass	400-610
8.	*Barilius vagra*	Koksa	-
9.	*Barilius barna*	Puti	200-600
10.	*Garra gotyla*	Pattar chat/Lohari	213-610

M - Migratory species

Source : A preliminary annotated list of fish by P. Tamang (1993)

Table 3.19 Fish Statistics as Observed at Different Spots During Survey in the Study Area in Punatsangchhu

Number of fishing spot	Scientific Name of species	Common/ Local Name	Number of Specimens Caught	Length range (mm)	Minimum weight (kg)	Sex
1	2	3	4	5	6	7
1	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	1	300	1.000	Female
			2	150	0.250	-
			1	100	0.150	-
2	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	2	250	0.800	Male
			2	150	0.250	-
			1	100	0.150	-
3	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	2	300	1.000	Female
			2	200	0.600	Male
			1	150	0.250	
			3	100	0.150	
4	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	2	375	1.500	Female
			4	150	0.250	-
			1	100	0.150	-
5	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	1	150	0.250	-
6	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	1	150	0.250	-
7	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	1	600	2.000	Female
			2	300	1.000	Female
			1	150	0.250	-
8	*Salmo trutta fario*	Brown trout	1	300	1.000	Female
9	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	2	150	0.250	-
10	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	1	200	0.600	Male
11	Not seen	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
12	*Schizothorax*	Snow trout/Asala	1	100	0.150	-
13	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	1	300	1.000	Female
			1	150	0.250	-
	Salmo trutta fario	Brown trout	1	250	0.800	Female
14	*Schizotorax progastus*	Snow trout/Asala	1	200	0.600	-
15	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	1	100	0.150	-
16	*Schizothorax progestus*	Snow trout/Asala	1	100	0.150	-
	Salmo trutta fario	Brown trout	1	250	0.800	Female
			1	100	0.150	-
17	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	1	300	1.000	Male
			1	150	0.250	-
18	*Schizothorax progastus*	Snow trout/Asala	1	250	0.800	Male
			2	150	0.250	-
	Salmo trutta fario	Brown trout	1	100	0.150	-

N.A. : Not applicable,
: Immature specimen gonad not fully developed

Table 3.20 Protected Biological Species in Bhutan

I. Protected fauna (Schedule-IA)

Sl. No.	Common Name	Scientific Name	Remarks in Japanese
1	Asian elephant	*Elaphus maximus*	アジア象
2	Clouded leopard	*Neofelis nebulosa*	ヒョウの一種
3	Golden langur	*Presbytis geei*	金糸ラングー
4	Musk deer	*Moschus chrysogaster*	シカの一種
5	Pangolin	*Manis crassicaudata*	センザンコウ（ｱﾘｸｲの一種）
6	Pigmy hog	*Sus sylvanicus*	イノシシの一種
7	Snow leopard	*Panthera uncia*	ヒョウの一種
8	Takin	*Budorcas taxicolor*	タキン（ﾌﾞｰﾀﾝの国獣）
9	Tiger	*Panthera tigris*	トラ
10	Wild buffalo	*Bubalus bubalis*	野生水牛の一種
11	Black-necked crane	*Grus nigricollis*	黒首ツル
12	Monal pheasant	*Lophophorus impejenus*	キジの一種
13	Peacock pheasant	*Polylectron bicalcaratum*	孔雀キジ
14	Raven	*Corvus corax*	ワタリガラス（渡鴉）
15	Rufous-necked hornbill	*Aceros nepalensis*	サイ鳥
16	Golden masheer	*Tor tor*	
17	Spotted deer	*Axis axis*	シカの一種
18	Gaur	*Bos gaurus*	
19	Leopard	*Panthera pardus*	ヒョウ
20	Leopard cat	*Felis bengalensis*	ヒョウの一種
21	Himalayan black bear	*Selenarctos thibetanus*	ヒマラヤ黒熊
22	Red panda	*Ailurus fulgens*	赤パンダ
23	Serow	*Cappricornis sumatraensis*	レイヨウ（羚羊）の一種
24	Chinese caterpillar	*Cordyceps sinensis*	毛虫の一種

II. Protected flora (Schedule-IB)

Sl. No.	Local Name	Common Name	Scientific Name
1	Agar/agaru	Eagle wood/Indian Aloe wood	*Aquilaria malaccensis*
2	Pang-gen metog		*Gentiana crassuloides*
3	Snowdown Lily		*Llyodia yunnanensis*
4	Tsher-ngeon	Blue poppy	*Meconopsis grandis*
5	Kirang-shing	Yew	*Taxus baccata*
6	Bhreeng-gee ra dza	Ginseng	*Panax pseudo-ginseng*

Source: The above were defined to be protected species by the Ministry of Agriculture, Royal Government of Bhutan in 1998, under its "Biodiversity Action Plan for Bhutan".

Table 3.21 Threatened Birds in Bhutan

Scientific Name	Common Name	Remarks in Japanese
Ardea insignis	White-bellied Heron	白腹サギの一種
Haliacectus	Palla's Fishing Eagle	ワシの一種
Tragopan Satyra	Satyr Tragpan	
Tragopan blythii	Gray-bellied Tragopan	
Grus nigricollis	Black-necked Crane	ツルの一種
Gallinago nemoricola Hodgson	Wood Snipe	シギの一種
Harpactes Wardi	Ward's Trogon	キヌバネドリの一種
Alcedo herculis Laubmann	Blyth's King Fisher	カワセミの一種
Aceros nipalensis	Rufous-necked Hornbill	サイチョウの一種
Indicator xanthonotus Blyth	Yellow-rumped Honeyguide	
Cochoa purpurea	Purple Cochoa	
Spelaeornis caudatus Blyth	Rufous-throated Wren Babbler	（長い嘴をした）鳴鳥の一種
Paradoxornis ruficeps Blyth	Red-headed Parrotbill	
Prinia cinereocapilla	Gray Crowned Prinia	
Sita formosa Blyth	Beautiful Nuthatch	
Apus acuticauda	Dark-rumped Swift	アマツバメの一種

Source: A book titled "THREATENED BIRDS IN BHUTAN" published by Rebecca Pradhan & Tandin Wangdi. Based on the book, the above sixteen different species of birds have been included as threatened birds in Bhutan by Coller,N.J. etc. in 1994. These species have also been included in the World List of Threatened Birds, Birdlife Conservation Series, No.4, Birdlife International. The book also provided the habitat map of the birds. (see attached map)

Table 3.22 Country Performance Indicators for Bhutan

Population Indicators	Latest year
Total population (thousands)	638 (1998)
Annual Population Growth Rate (% change)	3.1%
Age composition(%)	
0-14	42.1%
15-49	44.0%
50-59	6.7%
60+	7.2%
Population density	13.7
Median age	19.4 yrs
Life expectancy (1999) Male	65.9 yrs
Life expectancy (1999) Female	66.1 yrs
Crude Birth Rate (per '000 population)	39.9
Crude Death Rate (per '000 population)	9.0
Social Indicators	
Total Fertility Rate (births per woman)	5.6 (1994)
Maternal mortality rate (per thousand live births)	380.0 "
Infant Mortality Rate (below 1 year, per thousand live births)	70.7 "
Adult Literacy	54% (1996)
Female Literacy	28% "
Primary School Enrolment (% of school age population)	72% "
Female	60% "
Child Malnutrition (% children< 5 yrs)	39.1% "
Population with safe access to water	58% "
Population with safe access to sanitation	90% "
Hospitals	28
Indigenous Units	12
Training Institutes	3
Basic Health Units	145
Malaria Centres	19
Outreach Clinics	454
Universal child immunisation	90%
Rural Water Supply Schemes	1768
High Schools	18
Junior High Schools	44
Primary Schools incl. Community Schools	243
Private Schools	7
Degree College	1
Other institutes	9

Source: Compiled and Verified by Central Statistical Office, Bhutan 1999

Table 3.23 List of Village in the Study Area

Village	Gewog	Dzongkhag
Uma	Daga	Wangdue Phodrong
Baso	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Rurichu	Daga	Wangdue Phodrong
Hebesa	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Baychu	Dagana	Wangdue Phodrong
Jareygang	Ada	Wangdue Phodrong
Zawa	Ada	Wangdue Phodrong
Kamichu	Daga	Wangdue Phodrong
Yeuthama	Ada	Wangdue Phodrong
Pinsa	Daga	Wangdue Phodrong
Bjaphu	Rupesa	Wangdue Phodrong
Namgelam	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Gikha	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Pasakha	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Tapchekha	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Mesesa	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Khatokha	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Masekha	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Changkha	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Yemtalou	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Khamina	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Pangsho	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Shinghoe	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Gamsab	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Ula	Rupesa	Wangdue Phodrong
Jala	Rupesa	Wangdue Phodrong
Ruchekha	Rupesa	Wangdue Phodrong
Metshepokto	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Hesothangkha	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Dima	Rupesa	Wangdue Phodrong
Lawakha	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Dingthi	Rupesa	Wangdue Phodrong
Changchey	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Khempajichu	Tshowoma	Wangdue Phodrong
Merapokotokha	Tshowoma	Wangdue Phodrang

Source: Primary Survey

Table 3.24 Dzongkhag Population Data, 1998

Dzongkhag	Population		Number of households	Total Urban Population	Total Rural Population	Household size
	Males	Females				
Wangdue Phodrang	14,387	14,405	2,793	4,000	24,792	10.30

Table 3.25 Demographic Profile and Health Indicators for Wangdue Phodrang Dzongkhag

CATEGORY		TOTAL
Population: 28,792	Male	14,387
	Female	14,406
Infants below 1 year		725
Children 1 – 4 years		3,085
Women 15 – 45 yrs		5,415
No. of pregnancies		808
No. of deliveries		711
No. of abortion		13
Total births		711
Still births		5
Child 1 – 4 deaths		26
Maternal deaths		0
Neonatal deaths		15
Infant death		14

Table 3.26 Population details of the study area villages

Village Name	Households	Total Population
Uma	33	160
Baso	6	50
Rurichu	4	25
Hebesa	18	175
Baychu	2	17
Jareygang	13	120
Zawa	17	67
Kamichu	7	50
Yeuthama	5	35
Pinsa	7	250
Bjaphu	17	48
Namgelam	1	9
Gikha	4	32
Pasakha	5	52
Tapchekha	4	40
Mesesa	5	55
Khatokha	8	95
Masekha	17	220
Changkha	15	198
Yemtalou	8	100
Khamina	10	150
Matshepoto	4	35
Pangsho	12	125
Shinghoe	17	250
Gamsab	6	50
Ula	20	300
Jala	30	300
Ruchekha	12	115
Merapoktokha	4	23
Hesothangkha	55	1000
Dima	2	20
Lawakha	2	8
Dingthi	1	7
Changchey	6	40
Khempajichu	2	20
Total	**379**	**4241**

Source: Primary Survey

Table 3.27 Demographic Details of the Sample Population in Study Area Villages

Village Name	Households	Males	Females	Total	Avg. Family Size
Uma	18	66	68	**134**	7.44
Baso	4	20	24	**44**	11.00
Ruri	4	14	11	**25**	6.25
Hebesa	6	25	21	**46**	7.67
Bay	2	8	9	**17**	8.50
Jareygang	6	23	17	**40**	6.67
Zawa	8	28	20	**48**	6.00
Kamichu	7	19	18	**37**	5.29
Yeuthama	1	3	7	**10**	10.00
Pinsa	3	8	12	**20**	6.67
Bjaphu	6	33	36	**69**	11.50
Namgelam	1	5	4	**9**	9.00
Gikha	4	16	16	**32**	8.00
Pasakha	5	23	31	**54**	10.80
Tapchekha	4	19	21	**40**	10.00
Mesesa	4	18	17	**35**	8.75
Khatokha	5	22	24	**46**	9.20
Masekha	5	36	28	**64**	12.80
Changkha	7	26	29	**55**	7.86
Yemtalou	4	13	18	**31**	7.75
Khamina	5	24	30	**54**	10.80
Matshepoto	2	14	8	**22**	11.00
Pangsho	7	27	31	**58**	8.29
Shingoe	7	36	38	**74**	10.57
Gamsab	3	8	13	**21**	7.00
Ula	6	15	21	**36**	6.00
Jala	6	18	37	**55**	9.17
Ruchekha	6	29	23	**52**	8.67
Merapokto	4	21	10	**31**	7.75
Hesothangkha	4	17	20	**37**	9.25
Dima	2	12	8	**20**	10.00
Lawakha	2	2	6	**8**	4.00
Dingthi	1	6	1	**7**	7.00
Changche	1	2	4	**6**	6.00
Khempajichhu	2	9	6	**15**	7.50
Total	**162**	**665**	**687**	**1352**	**8.33**

Table 3.28 Cropping pattern in Wangdue Phodrang

Crop	Area (acres)	Average yield kg/acre
Paddy	3,388	1,570
Wheat	1,640	1,900
Mustard	310	360
Barley	445	895
Buckwheat	178	220
Chilli (green)	155	2,200
Other vegetables	213	-
Potato	460	4,000
Orange	58	1,007
Apple	56	1,800

Table 3.29 Distance of villages to Transport & Communication facilities/services

Village Name	Distance from road (km)	Distance from Post Office (km)	Distance from Bus Stop (km)	Distance from Telephone (km)
Uma	3 hrs. walk	35	3 hrs. walk	11
Baso	2	12	5	12
Ruri	Road passes through village	19	0	16
Hebesa	7	23	7	23
Bay	Road passes through village	24	0	10
Jareygang	6	30	6	30
Zawa	2 hrs. walk	36	6	36
Kamichu	Road passes through villages	31	0	31
Yeuthama	7	30	15	30
Pinsa	6	38	6	13
Bjaphu	5	7	4	7
Namgelam	8	9	9	9
Gikha	11.5	25	21	21
Pasakha	2	15	15	0
Tapchekha	0.2	25	25	25
Mesesa	0.3	25	25	25
Khatokha	1	26	26	26
Masekha	0.5	2.5	16	1
Changkha	0.4	2.5	16	2
Yemtalou	0.6	3.5	19	5
Khamina	1	20	16	16
Matshepoto	1	3	11	13
Pangsho	2	16	6	16
Shingoe	1	8	16	5
Gamsab	2	19	19	19
Ula	6	27	8	27
Jala	9	30	10	30
Ruchekha	12	35	14	35
Merapoktokha	4	14	12	12
Hesothangkha	Road passes through villages	5	0	0
Dima	1	16	3	16
Lawakha	0.3	9	5	9
Dingthi	1	20	1	20
Changche	0.2	7	3	7
Khempajichhu	0.3	8	4	8

Table 3.30 Occupational profile in study area villages

Village Name	Unemployed	Students	House Holders	Cultivation	Trade & Business	Private service	Govt. service	Total
Uma	16	25	28	63	0	0	4	136
Baso	6	7	7	13	1	0	0	34
Ruri	4	6	8	5	0	0	1	24
Hebesa	3	8	7	16	0	1	0	35
Bay	3	2	3	2	0	0	0	10
Jareygang	6	11	21	21	0	0	0	59
Zawa	3	5	12	20	0	0	2	42
Kamichu	2	8	8	3	6	0	3	30
Yeuthama	1	0	1	3	0	0	0	5
Pinsa	2	1	3	6	0	1	0	13
Bjaphu	8	11	7	18	2	1	2	49
Namgelam	1	2	1	4	0	0	1	9
Gikha	6	6	7	9	0	0	0	28
Pasakha	9	16	7	23	1	0	0	56
Tapchekha	7	9	4	12	0	0	1	33
Mesesa	4	4	7	13	0	0	1	29
Khatokha	7	6	7	17	0	0	0	37
Masekha	12	11	13	16	0	0	2	54
Changkha	5	15	14	19	5	4	2	64
Yemtalou	4	11	6	12	0	0	2	35
Khamina	4	13	5	15	1	0	1	39
Matshepotokha	3	3	3	6	0	1	2	18
Pangsho	9	6	9	18	2	0	1	45
Shingoe	6	15	9	18	0	1	1	50
Gamsab	2	6	6	11	1	0	1	27
Ula	3	4	8	16	0	0	3	34
Jala	4	15	6	15	0	0	1	41
Ruchekha	5	7	15	18	0	0	1	46
Merapokto	2	10	11	11	1	0	1	36
Hesothangkha	2	8	5	5	1	1	2	24
Dima	1	0	7	16	0	0	0	24
Lawakha	0	0	5	3	0	0	0	8
Dingthi	0	2	2	2	0	0	0	6
Changche	0	3	3	2	1	0	0	9
Khempajichhu	1	1	2	7	0	0	0	11
Total	**151**	**257**	**267**	**458**	**22**	**10**	**35**	**1200**

Table 3.31 Land Ownership Details (Study Area Villages)

(Area in Acres)

Village Name	Dry land	Wet land	Total
Uma	21.5	35.2	56.7
Baso	1.5	10.8	12.8
Ruri	2.5	0.5	3.0
Hebesa	3.6	15.9	19.5
Bay	0.0	6.0	6.0
Jareygang	2.0	6.5	8.5
Zawa	2.0	10.2	12.2
Kamichu	14.0	0.0	14.0
Yeuthama	0.3	2.2	2.5
Pinsa	5.2	4.4	9.6
Bjaphu	3.5	15.1	18.6
Namgelam	0.0	0.6	0.6
Gikha	2.1	7.5	9.6
Pasakha	3.4	23.4	26.8
Tapchekha	3.8	13.0	16.8
Mesesa	1.0	7.8	8.2
Khatokha	3.0	13.6	16.6
Masekha	14.5	27.3	41.8
Changkha	9.3	30.7	40.0
Yemtalou	0.0	13.3	13.3
Khamina	3.6	24.0	27.6
Matshepotokha	1.0	10.0	11.0
Pangsho	2.5	12.7	15.2
Shingoe	10.3	24.7	35.0
Gamsab	3.3	7.0	10.3
Ula	1.6	12.7	14.3
Jala	3.8	13.6	17.4
Ruchekha	1.9	7.0	8.9
Merapokto	0.6	12.5	13.1
Hesothangkha	2.0	9.5	11.5
Dima	0.0	0.0	0.0
Lawakha	2.0	12.5	14.5
Dingthi	1.0	4.0	5.0
Changche	0.0	0.0	0.0
Khempajichhu	0.6	2.3	2.9
Total	**126.8**	**395.9**	**522.7**

Table 3.32 Average Monthly Income and Expenditure in the Study Area

Village Name	Average household income (Nu/month)	Average household expenditure (Nu/month)
Uma	3261	2906
Baso	1980	1700
Ruri	3425	2325
Hebesa	2833	2567
Bay	6625	5250
Jareygang	950	817
Zawa	1288	1100
Kamichu	3357	2214
Yeuthama	1200	1000
Pinsa	1733	1333
Bjaphu	6000	4333
Namgelam	4000	3000
Gikha	3000	2450
Pasakha	3600	3160
Tapchekha	1475	1300
Mesesa	2375	1875
Khatokha	2400	1940
Masekha	6700	4280
Changkha	11571	4929
Yemtalou	4125	2950
Khamina	5400	4060
Matshepoto	4350	3850
Pangsho	2371	1957
Shingoe	4686	3257
Gamsab	4833	2933
Ula	4367	2917
Jala	2750	2417
Ruchekha	2033	1333
Merapoktokha	6875	4500
Hesothangkha	6500	4750
Dima	3560	3250
Lawakha	3500	2100
Dingthi	4500	3000
Changche	4500	4000
Khempajichhu	2100	1750

Source : Sample Survey.

Table 3.33 (1) Access to Amenities and Facilities

Village	Uma	Baso	Rurichu	Hebesa
Drinking water	At doorstep	At doorstep	Tap	At doorstep
Irrigation	Channel	River, stream, rain	Natural, channel	Natural channel
Electricity	No	No	Yes	12 of 18 houses have electricity
Sanitation	Pit latrine all	Pit latrine all	Pit latrine all	Pit latrine all
Rural Credit	Available	Available	No	Available
Access to Health	Kamechu BHU @10 km	Wangdue BHU @12 km	Kamechu BHU @ 14 km	Wangdue BHU @23 km, Bajo BHU @ 25km
Access to Education	Gaseloo Pry sch Wangdue Jr H.S Bajo High S	Gaseloo Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High S	Gamela Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High S	Gaseloo Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High S
Local Market	Wangdue Phodrang	Wangdue Phodrang	Wangdu Phodrang	Wangdue Phodrang
Village	**Baychu**	**Jareygang**	**Zawa**	**Kamichu**
Drinking water	Tap	5 – 10 mts	At doorstep	At doorstep
Irrigation	River	Natural, stream	Natural , drain	Rain, river
Electricity	No	No	No	No
Sanitation	Pit latrine all	Pit latrine all	Pit latrine all	Pit latrine all
Rural Credit	No	Available	Available	No
Access to Health	Kamechu BHU @ 10 km	Uma BHU @ 15 km	Kamechu BHU @ 6 km	Kamichu BHU, 0 km
Access to Education	Uma community S Gaseloo Pry Sch Bajo High Sch	Uma community S Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Ada community S Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Wangdue Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch
Local Market	Wangdue Phodrang	Wangdue Phodrang	Wangdue Phodrang	Wangdue Phodrang
Village	**Yuethama**	**Bjaphu**	**Namgelam**	**Gikha**
Drinking water	5 – 10 mts	Tap	5 mts	5 mts
Irrigation	Rain, river	Channel	Natural, rain	Stream channel
Electricity	No	No	No	No
Sanitation	Most have Pit ltr	Almost all have latrine inside	Pit latrine all	Pit latrine all
Distance from road	7 km	5 km	8 km	11.5 km
Rural Credit	Available	Available	No	Available
Access to Health	Kamichu BHU @ 7 km	Wangdue BHU @ 9 km	Wangdue BHU @ 11 km	Gaseloo BHU @ 11 km
Access to Education	Ada Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Wangdue Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Wangdue Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Gaseloo Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch

Table 3.33 (2) Access to Amenities and Facilities (Cont.)

Village	Pasakha	Tapchekha	Mesesa	Khatokha
Drinking water	Tap	Tap	5 – 10 mts	5 mts
Irrigation	Channel	River, stream	Rain, stream	Channel
Electricity	Yes	No	No	No
Sanitation	Most houses have latrines inside	Pit latrine all	Pit latrine all	Pit latrine all
Rural Credit	Available	Available	Available	Available
Access to Health	Bajo BHU @ 15 km	Tapchekha BHU @ 0.2 km	Tapchekha BHU @ 5 km	Bajo BHU @ 28 km
Access to Education	Gaseloo Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Gaseloo Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Gaseloo Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Wangdue Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch
Village	**Masekha**	**Changkha**	**Yemtalou**	**Khamina**
Drinking water	Tap	Tap	Tap	Tap
Irrigation	River, stream, rain, drain	Natural, channel	Channel	Channel
Electricity	Half the households do not	Yes	No	Yes
Sanitation	Most houses have latrine inside	Most houses have permanent latrines	Pit latrine all	Most houses have permanent latrines
Rural Credit	Available	Available	Available	Available
Access to Health	Gaseloo BHU @ 2.5 km	Gaseloo BHU @ 2 km	Gaseloo BHU @ 3.5 km	Bajo BHU @ 25 km
Access to Education	Gaseloo Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Gaseloo Pry Sch Wangdue Jr H. S Bajo High Sch	Gaseloo Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Gamina Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch
Village	**Matshepokto**	**Pangsho**	**Shinghoe**	**Gamsab**
Drinking water	Tap	Tap	5 mts	Outside house
Irrigation	Channel	Rain, channel	Stream, channel	Stream, drain
Electricity	Yes	Yes	No	No
Sanitation	Pit latrine all	Most houses have permanent latrine	Most houses have permanent latrine	All houses have latrines inside
Rural Credit	Available	Available	Available	No
Access to Health	Gaseloo BHU @ 5 km	Bajo BHU @ 18 km	Gaseloo BHU @ 6 km	Bajo BHU @ 21 km
Access to Education	Gaseloo Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Gomina Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Gaseloo Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Wangdue Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch

Table 3.33 (3) Access to Amenities and Facilities (Cont.)

Village	Ula	Jala	Ruchekha	Merapokotokha
Drinking water	5 mts	Tap	Tap	Tap
Irrigation	Stream, channel	Natural, stream	Channel	Channel
Electricity	No	No	No	No
Sanitation	Pit latrine all	Pit latrine all	Most have pit latrine, few have inside	Most houses have permanent latrine
Rural Credit	Available	Available	Available	Available
Access to Health	Jala BHU @ 9 km	Jala BHU @ 1 km	Jala BHU @ 9 km	Gaseloo BHU @ 5 km
Access to Education	Jala community S Wangdue Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Jala community S Wangdue Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Jala community S Wangdue Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Gaseloo Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch
Village	**Hesothangkha**	**Pinsa**	**Dima**	**Lawakha**
Drinking water	Tap	Tap	5 – 10 mts	Outside house
Irrigation	Channel	Rain, river, stream	Rain, river, stream	River, stream, drain
Electricity	Yes	No	No	No
Sanitation	Almost all houses have permanent latrines	Pit latrine all	Pit latrine all	1 Pit latrine and 1 permanent latrine
Rural Credit	Available	Available	No	Available
Access to Health	Bajo BHU @ 5 km	Bajo BHU @ 38 km	Bajo BHU @ 18 km	Bajo BHU @ 10 km
Access to Education	Wangdue Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Uma community S Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Wangdue Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Wangdue Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch
Village	**Ding Thi**	**Changchey**	**Khempajichu**	
Drinking water	5 mts	Tap	5 – 10 mts	
Irrigation	Natural, river, stream, rain	Rain, river, stream	Rain, river, stream	
Electricity	No	No	No	
Sanitation	Pit latrine	Pit latrine all	Pit latrine all	
Rural Credit	Available	Available	Yes	
Access to Health	Jala BHU @ 5 km	Bajo BHU @ 38 km	Bajo BHU @ 18 km	
Access to Education	Jala community S Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Wangdue Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	Wangdue Pry Sch Wangdue Jr H.S Bajo High Sch	

Table 3.34 Educational profile amongst study area villages

(Undergoing or having completed)

Village Name	Below VIII	Above VIII	Degree	Total Literates	Illiterates
Uma	39	1	2	**42**	92
Baso	7	0	0	**7**	37
Ruri	5	0	1	**6**	19
Hebesa	8	0	0	**8**	38
Bay	2	1	0	**3**	14
Jareygang	11	0	0	**11**	29
Zawa	5	0	0	**5**	43
Kamichu	8	1	0	**9**	28
Yeuthama	0	1	0	**1**	9
Pinsa	1	0	0	**1**	19
Bjaphu	11	0	0	**11**	58
Namgelam	2	0	0	**2**	7
Gikha	3	4	2	**9**	23
Pasakha	10	7	3	**20**	34
Tapchekha	9	0	0	**9**	31
Mesesa	4	0	0	**4**	31
Khatokha	6	1	0	**7**	39
Masekha	8	2	1	**11**	53
Changkha	13	1	1	**15**	40
Yemtalou	8	3	1	**12**	19
Khamina	17	1	0	**18**	36
Matshepoto	3	0	0	**3**	19
Pangsho	8	0	0	**8**	50
Shingoe	2	0	0	**2**	72
Gamsab	4	0	1	**5**	16
Ula	5	0	0	**5**	31
Jala	15	0	0	**15**	40
Ruchekha	1	1	0	**2**	50
Merapoktokha	3	2	1	**6**	25
Hesothangkha	4	6	0	**10**	27
Dima	0	0	0	**0**	20
Lawakha	0	0	0	**0**	8
Dingthi	2	0	0	**2**	5
Changche	3	0	0	**3**	3
Khempajichhu	0	0	1	**1**	4
Total	**227**	**32**	**14**	**273**	**1079**

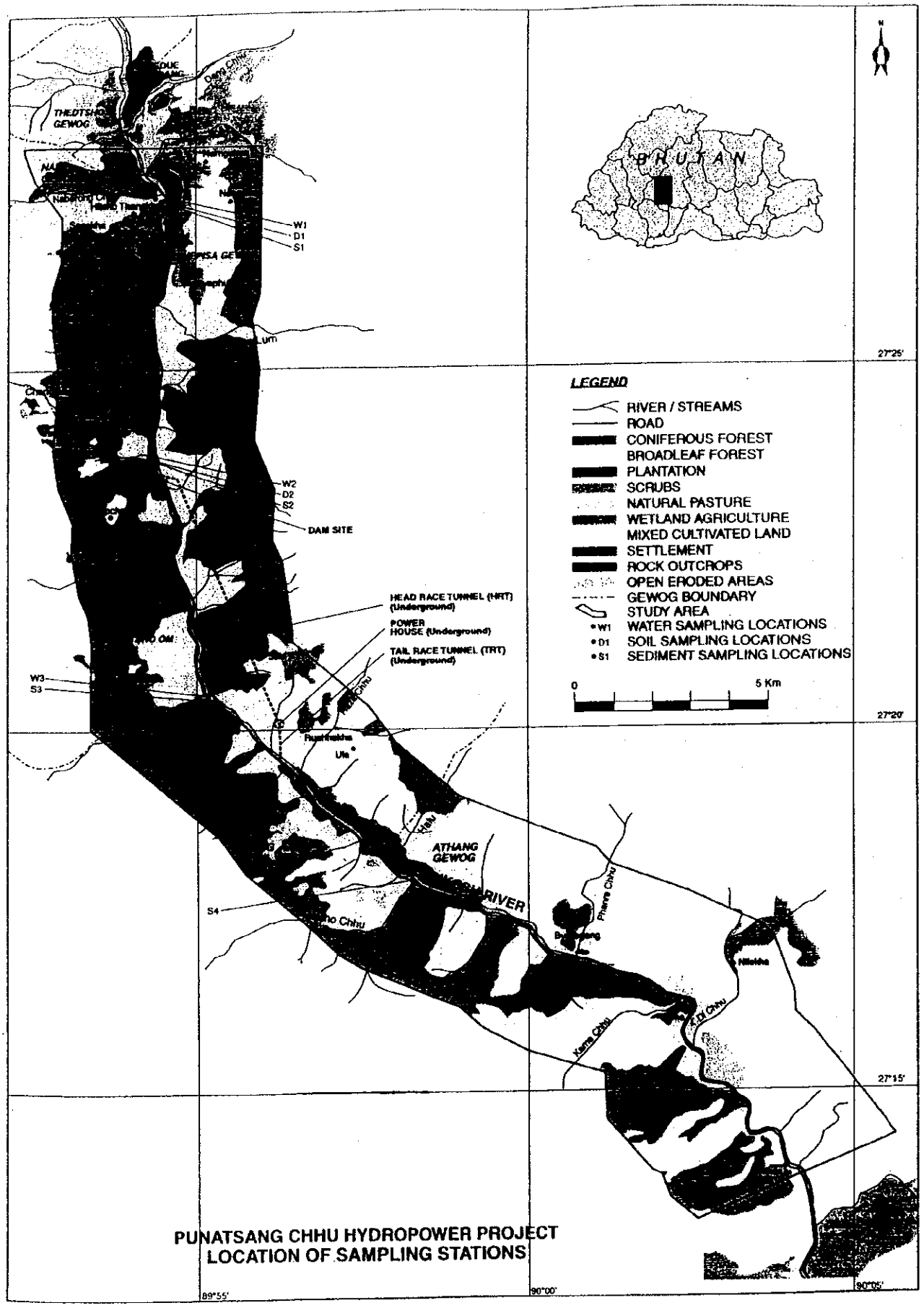


Fig. 3.1 Location of Sampling Stations

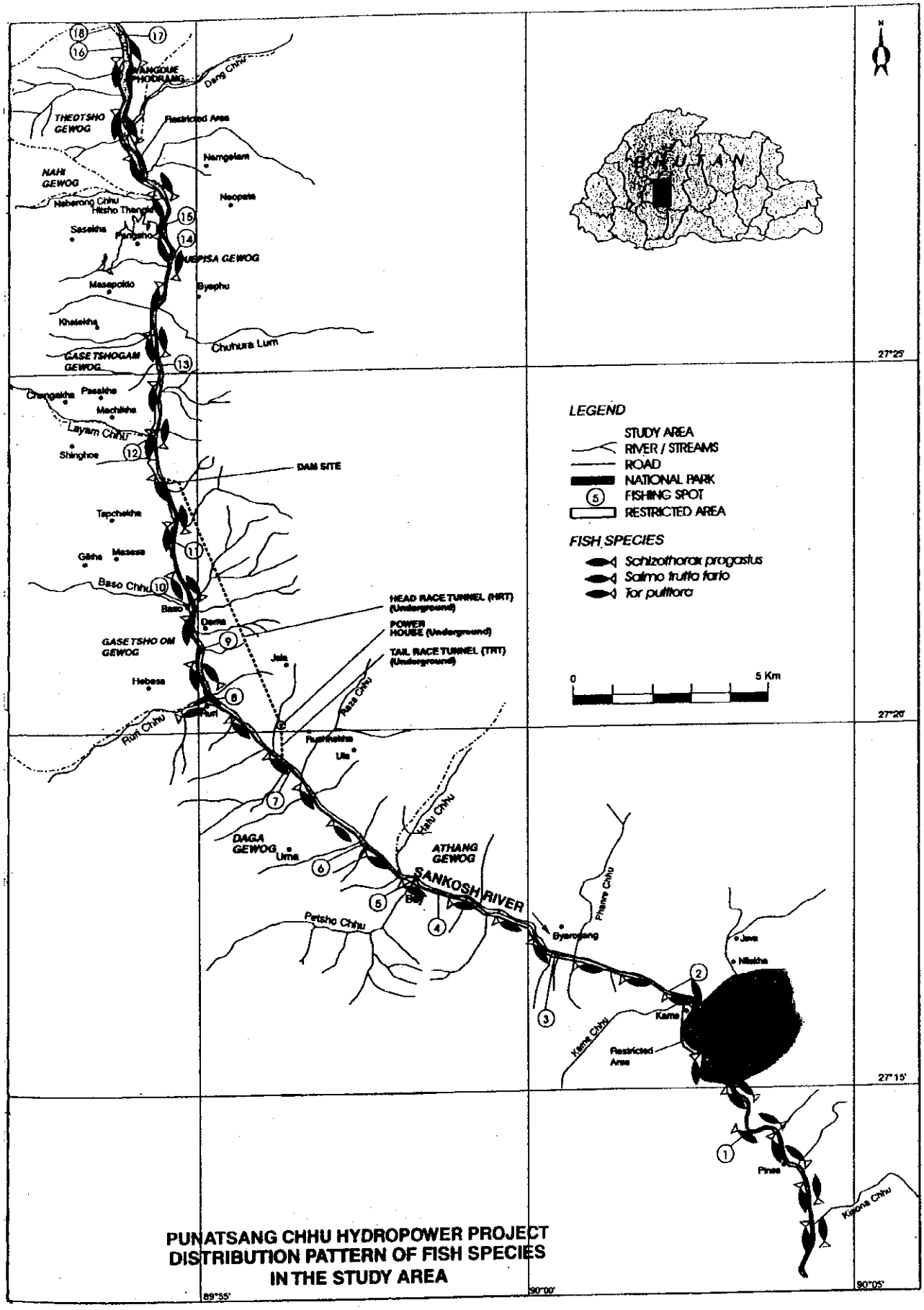
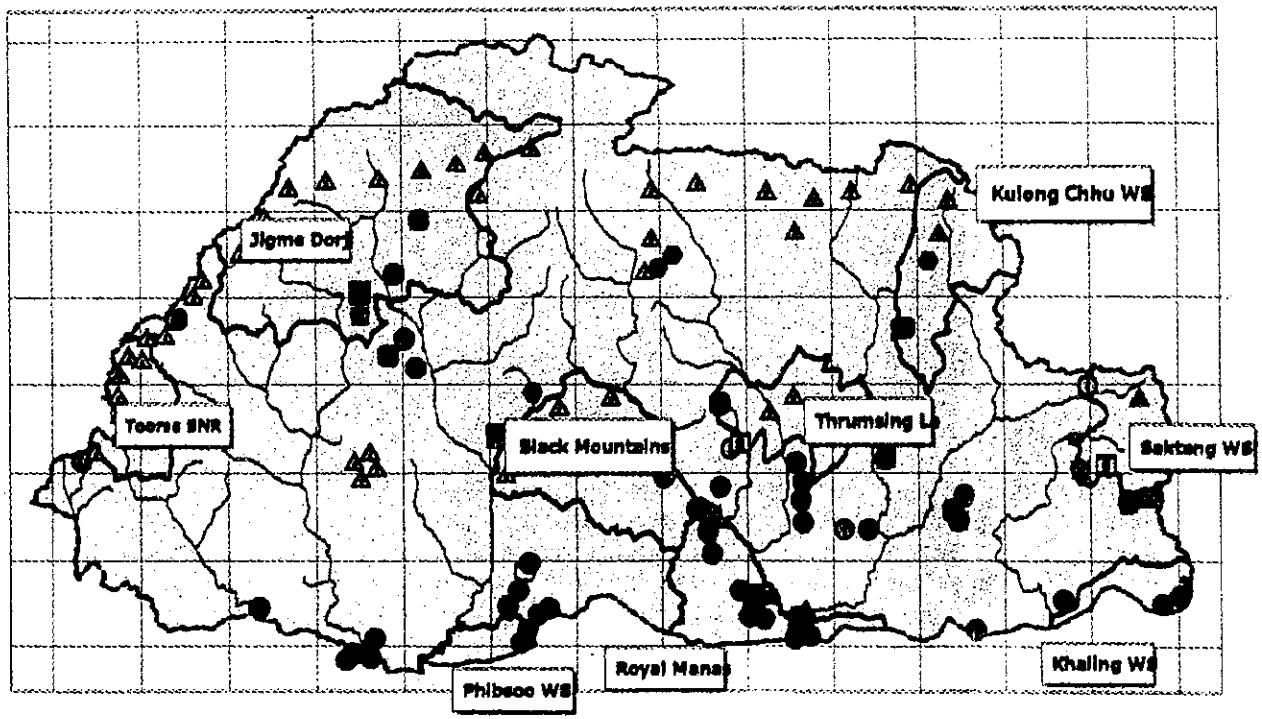


Fig. 3.2 Distribution Pattern of Fish Species in the Study Area

THREATENED BIRDS IN BHUTAN



LEGEND:

- BEAUTIFUL NUTHATCH
- BLACK NECKED CRANE
- BLYTHS KINGFISHER
- DARK RUMPED SWIFT
- GREY BELLIED TRAGOPAN
- GREY CROWN PRINIA
- PALLAS FISHING EAGLE
- PURPLE COCHOA
- RED HEADED PARROT BILL
- RUFOUS NECKED HORNBILL
- SATYR TRAGOPAN
- TAILED WREN BABBLER
- WARDS TROGON
- WHITE BELLIED HERON
- WOOD SNIPE
- YELLOW RUMPED HONEY GUIDE

National Protected Areas

Kilometers

50 0 50 100 150

Source: Rebecca Pradhan, Tabe

Fig. 3.3 Threatened Birds in Bhutan

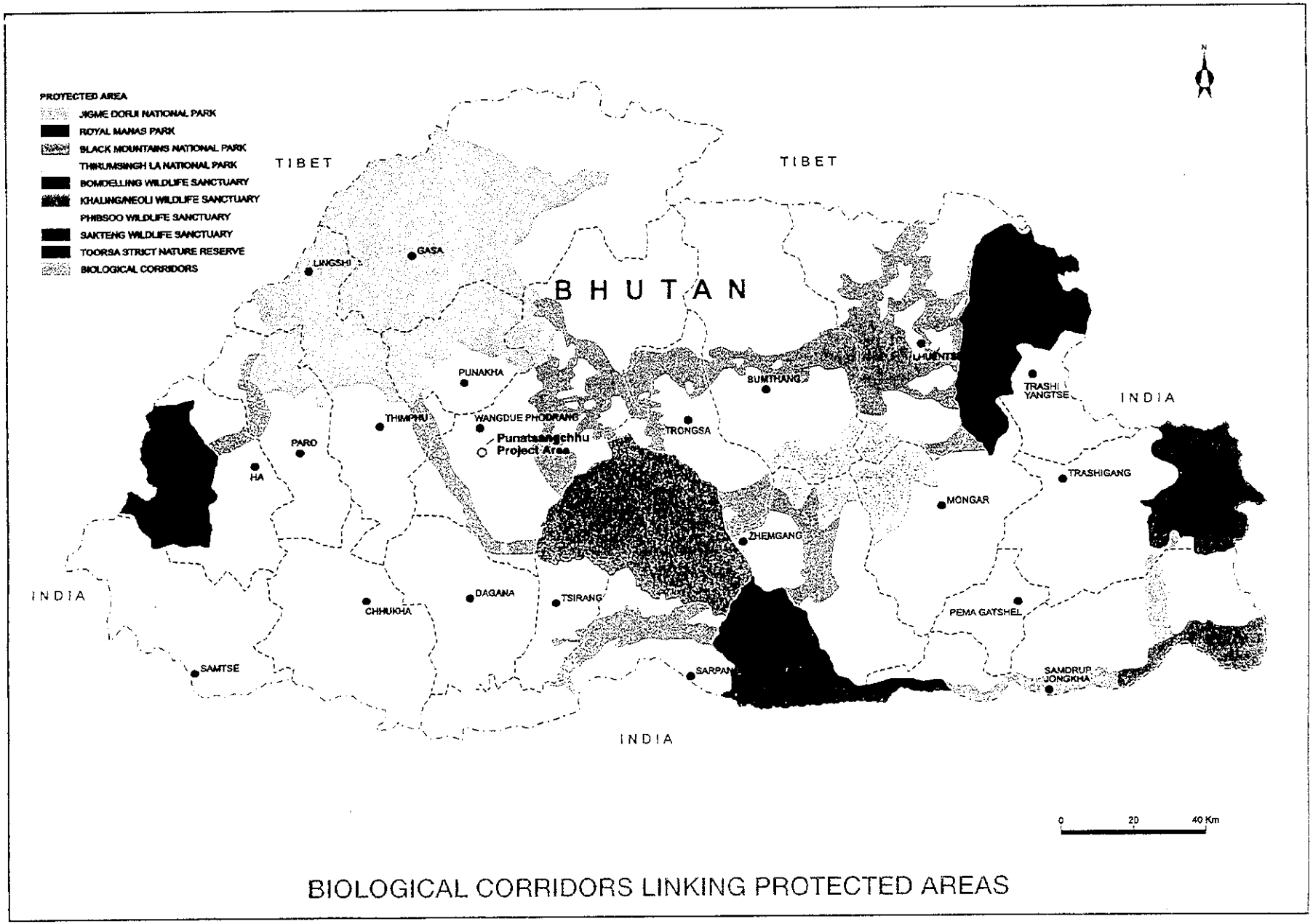


Fig. 3.4 Biological Corridors linking Protected Areas in Bhutan

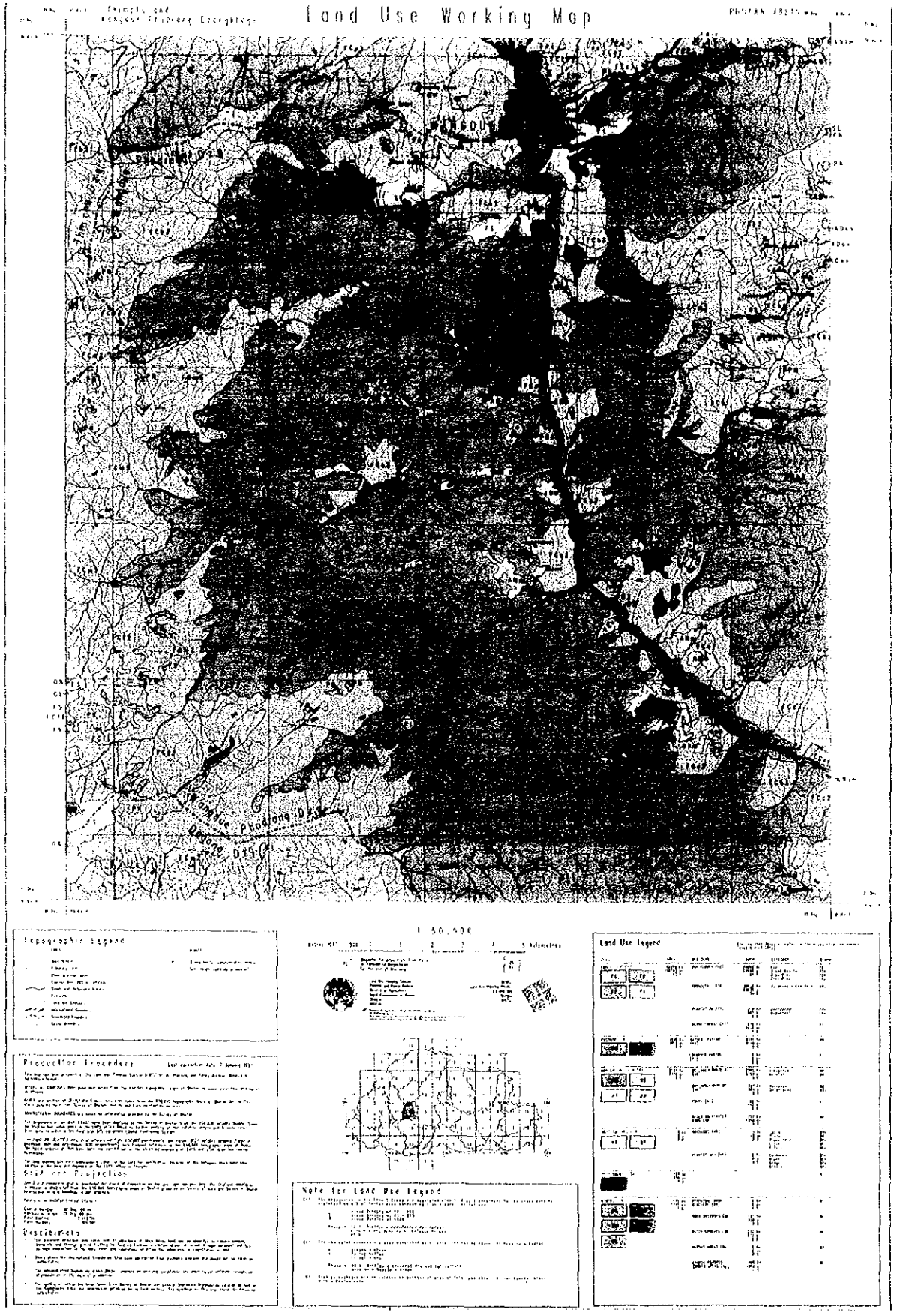


Fig. 3.5 Land use Map

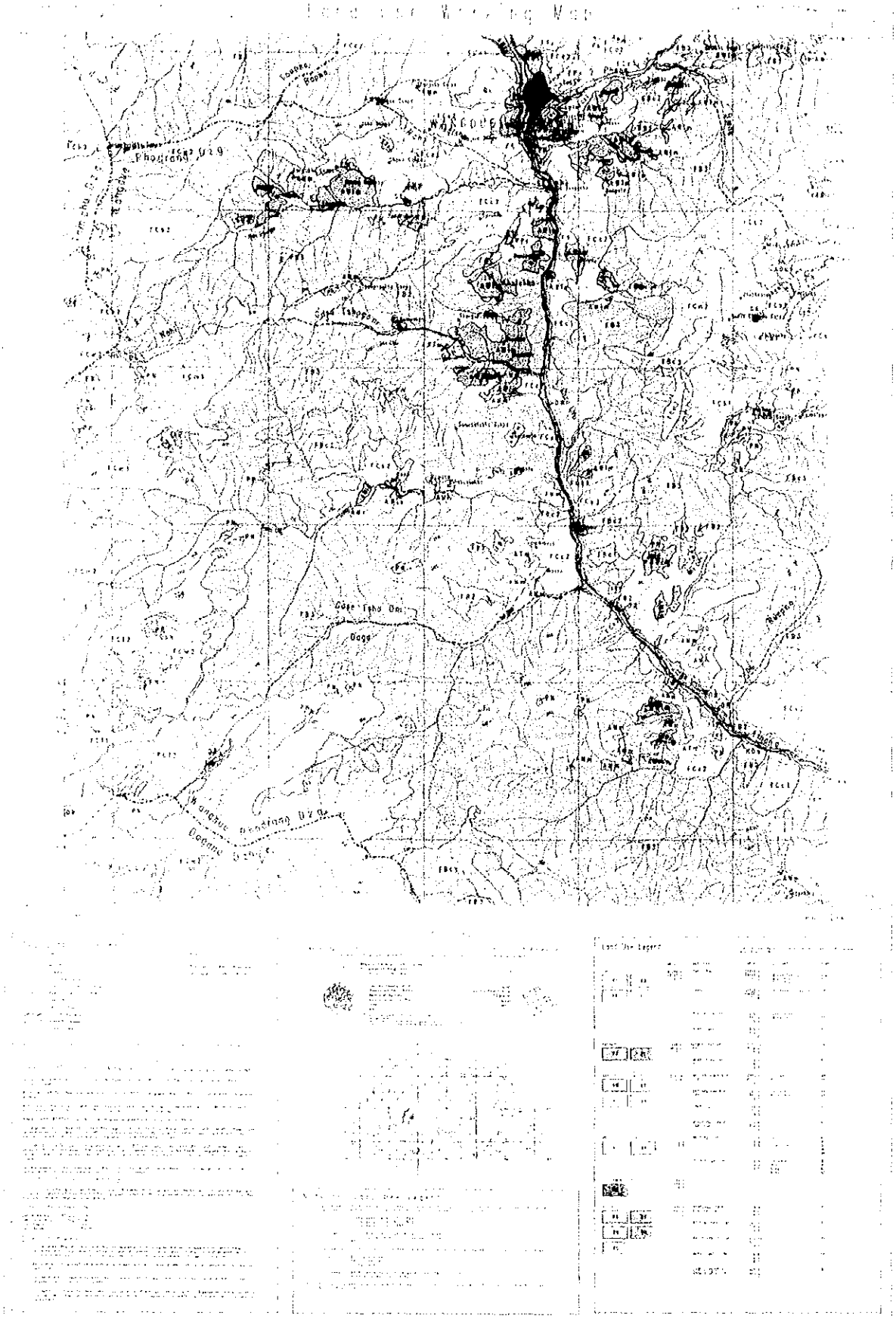


Fig. 3.5 Land use Map

第4章　予想される環境への影響

第４章： 予測される環境への影響

本計画が環境に及ぼす影響の予測評価は、建設段階及び稼動段階の２段階に分けて行った。影響の予測評価結果を以下に示す。

4.1 建設段階

建設中の主要な作業としては、道路の整備、作業員宿泊施設の建設、掘削・整地作業、砂利採取作業、ダム本体建設、導水路トンネル掘削、発電所や開閉所の建設、送電線の建設等が行われる。

4.1.1 物理環境

4.1.1.1 地形、地質及び土壌

建設工事での地形の改変目的と場所および面積等を Table 4.1 及び Fig. 2.4 に示す。建設工事用の土地の面積は、合計約 137 ha である。また、この建設工事用地を含めた土地約 223 ha の利用を予定している。

(1) 永久設備

永久設備の建設場所としては、ダム本体建設予定地の面積が 5.6 ha、サージタンク工事域が 1.3 ha、地下導水トンネル出口の放水口工事区域が 0.3ha、開閉所工事区域が 1.5 ha とそれぞれ極めて小さい範囲となっている。これらの建設にあたり土壌侵食や斜面の崩壊が考えられるため、法面の確保を行い安定化を図ることが望まれる。

(2) 仮設備

工事機材置き場や作業員宿舎などの工事期間のみで必要となる仮設備用区域は 27.0 ha を予定している。これらの建設にあたり土壌侵食や斜面の崩壊が考えられるため、法面の確保を行い安定化を図ることが望まれる。

(3) 土捨場

導水路トンネル、発電所建設予定地等の工事によって発生する掘削ずりは、計 8 ヶ所（35.9 ha）の土捨場に処分される予定である。これら土捨場用地は、比較的傾斜の緩い場所を選定しているが、捨てられた土砂の一部が河川に取り込まれ下流に洗い流されることがあるため、土捨場の安定化を図ることが望まれる。

(4) 砂利の採取

砂利についてはダム計画地点より約 7 km 上流の Thitosangkha 近くの河川敷で採取を計画しているが、この地点の河床堆積物は厚さ 50～60 m に達すると見られている。採取区域の大きさは 5.7 ha である。砂利採取にあたっては、土壌侵食や斜面崩壊を防止するために、斜面の安定化を図ることが望まれる。なお、整地作業等より発生する掘削ずりの一部も工事に利用される予定である。

4.1.1.2 大気

計画地点周辺には大きな工場や事業場はなく、また、通行車両も限られているため大気汚染発生源は非常に少ない。工事期間中において、掘削作業、整地作業、建設作業等の工事作業及び建設資材の輸送に伴う車両からの排ガス及び埃の発生が考えられるのみである。

建設機械のうちダム計画地点及び発電所計画地点に設置される計 2 台のクラッシャーの稼動に伴い発生する埃は、風向きによっては 2 km 程度飛散することもある。各計画地点から 2 km の範囲には集落がないため地元への大きな影響はないが、2 km 以内に設置される作業員宿舎に対しては問題が生じる可能性があるので対策を取る必要がある。

排ガスについては、ブータン国の定める基準に適合する工事車両等を使用することとする。その他の作業による大気質への影響は、工事の内容や天候により大きく変化するが、工事期間を通じて散水を極力行い、埃の発生を防ぐため周辺環境への影響は少ないものと考えられる。

4.1.1.3 水文及び水質

ダム及び発電所の建設計画地点で使用されるクラッシャーの洗浄及び冷却を目的に水が利用される。必要となる水量は、1 トンの土砂粉砕に対して 0.1m^3 と予測される。使用された水には多くの懸濁物質を含むため、これらを除去した後に排水する措置を講じることが望まれる。

また、工事で必要となる労働者約 5,000 人は、3 カ所の作業員宿舎で生活する予定である。これらの人達から出る生活排水による BOD 発生量は 225 kg／日と見積もられる。一般に河川の浄化能力を予測するには Streeter-Phelp's のモデルが用いられるが、Punatsangchhu は流量が極めて大きく、十分な自浄作用が確保されるので問題は生じないと考えられる。しかしがら、これらの生活排水については、処理対策を講じるものとする。

4.1.1.4 騒音

主要施設及び関連施設の建設作業に伴い、Table 4.2 に示す騒音が発生すると予測される。しかしながら、計画地点近傍の人口が非常に少ないこと、このような騒音は連続的に発生するものではないこと、極力夜間の工事は行わないことより周辺住民に与える影響は少ないと予測される。

現況の騒音レベルは 40 dBA 前後であるが、工事用車両の通行が開始された場合、断続的ではあるが騒音レベルは上昇すると考えられる。しかしながら、道路沿いに住居は密集していないこと、工事車両が通行するのは一時的であることより、騒音レベルの上昇が住民に重大な影響を与えることは少ないと推測される。

4.1.2 生物環境

4.1.2.1 陸上及び水生動・植物

(1) 陸上動・植物

本計画の実施にあたり樹木の水没又は伐採が必要な場所は、主に貯水池、ダム建設サイト、土捨場、アクセス道路用地等の建設用地である。また、送電線工事で必要となる土地の面積は、323.4ha と予定されている。本計画に関係する施設の建設にあたっては、樹木の伐採を必要最小限の範囲とする。伐採が必要な樹木の種類とその本数を、Table 4.3～4.6 に示す。これらの樹種に貴重な植物は存在しないこと、また、計画地周辺は同様の植生が繁茂していることから、伐採が周辺の植物相を大きく変えるほど重大な影響を及ぼすことはないと考えられる。

また、土捨場及びその他建設用地で工事終了後に裸地に戻される土地については、周囲と同種の植物により再緑化することが望まれる。

さらに、工事労働者として約 5,000 人が必要となるが、これらの人が燃料として樹木を伐採すると計画地周辺の植生に影響が生じる可能性がある。この対策としては、労働者が生活する作業員宿舎に適切な熱源を設置することが望まれる。

動物については、整地作業に伴う電動ノコギリや樹木の搬出の際の騒音並びに工事車両からの騒音及び振動により付近に生息する動物が一時的に影響を受ける可能性がある。計画地点周辺に生息する動物の正確な分布状況は明らかではないが、文献によれば貴重な動物も生息する可能性がある。計画地点は動物が移動するための野生生物回廊にはあたっていないため種の保存を脅かすものではないと考えられるが、適切な対策を検討し、慎重に工事を進めることが望まれる。また、送電線の工事にあたっては、貴重な鳥類の生息地を通過する可能性もあるため、繁殖期の工事はできる限り避ける等の検討が求められる。詳細な生物保護対策については、詳細な設計計画が決まり次第、ブータン政府と協議の上検討されることが望まれる。

(2) 水生動・植物

ダム建設及び取放水口の建設に伴い、生息場の一部縮小が考えられるが、その範囲は限られた範囲である。

工事により発生する濁水による生物への影響も考えられるが、沈砂池等の設備を設け極力排出しない対策を取るため、その影響は少ないと考えられる。

また、工事の最盛期には作業員宿舎からの排水が多くなるが、河川水量が多いので希釈効果によって水質悪化の問題は生じないと予想される。

さらに、工事期間中は多くの労働者が計画地点周辺で生活するが、食料確保のためにブータンでは禁止されている爆発物による魚類の捕獲等一度に多くの魚類に影響を与える漁法を行うことを規制し、管理するこが望まれる。

なお、ダム建設にあたり、河川水はダム地点で左岸側に迂回路を設けて迂回させ、ダム直下に流下させるため、ダム建設期間は下流の状況が現状と変わることはない。

4.1.3 社会環境

4.1.3.1 影響を受ける村落

建設作業及び工事車両より排出される排ガスや埃、騒音、振動等により周辺住民への影響が考えられる。しかしながら、工事範囲及び道路周辺に住居の密集地域はなく、工事期間は限られており、それぞれに対する対策を講じることから影響は少ないと考えられる。

なお、2000年7月20～21日に以下の目的でDoP主催による地元住民への説明会が行われた。計3回の説明会に23村落から232世帯の参加があった。ANNEX IIにその詳細を添付する。

説明会の目的

・本計画の詳細と自然環境及び社会環境の現況について地元住民へ説明

・悪影響を最小限とするために、本計画に対する感想及び意見を聴取

本説明会を実施したことにより地元住民に計画の詳細が理解されたものと思われる。また、計画実施により政府及び地元住民に利益をもたらすとし、計画を支持するとともに要請に対する協力を表わす意見が地元住民から得られた。

4.1.3.2 雇用

発電所建設のために必要とされる労働者の数は約5,000人である（Table 4.7）。これら労働者は、できる限り地元から雇用することとする。労働者には、湯を供給するセントラルヒーティングを提供する。これは年間を通じて気温が低いためであり、このシステムがない場合は、湯をわかすための樹木伐採につながるからである。LPG又はディーゼルを燃料として供給される共同の台所も施設に加える。飲料水は作業員宿舎の上流に位置する河川から取り、タンクにためることとする。河川の水質は一般的に良い状態であり、ろ過程度で飲料用として利用できるものと思われる。しかし、後日問題が生じた場合は、適切な処理装置を設置することが考えられる。飲料水の取水地点と浄化槽は可能な限り距離をおいて設置することが望まれる。労働者のための宿舎等生活基盤の整備については、雇用に関する詳細が決定した段階で考慮することが望まれる。

4.1.3.3 経済活動

雇用の創出により地元集落の収入は上昇することが推測される。また、作業員の食事や日用品を提供する店が開かれ、収入の増加につながるものと考えられる。

また、建設資材はできる限り地元より購入することを予定している。

さらに、当計画に伴い道路整備が行われることに伴いよりアクセスが良くなり、人の移動や物資の流通が迅速になることから、地域経済が活性化されて住民の収入は増加する可能性がある。

4.1.3.4 土地利用

発電所建設に伴い土地改変が必要となる地域は、約137 haと極力小さい範囲となるよう設計されており、周辺の土地利用状況を大きく変えるものではない。

4.1.3.5 公衆衛生

外部からの労働者が流入することにより、水を介した病気が地元住民にひろがる可能性が考えられるが、これら作業員の採用にあたっては一般的に健康診断を行い、適切なワクチン接種計画を策定することが望まれる。

また、作業場や労働者のための宿舎等から出る廃棄物については、適切な処理設備を設置するか又は処理システムを構築する対策を実施することにより、周辺への影響を低減できるものと考えられる。

4.1.3.6 レクリエーション・文化財

計画地点周辺にレクリエーション及び文化財は認められないため、影響はない。

4.2 稼動段階

4.2.1 物理環境

4.2.1.1 地形、地質及び土壌

稼働段階で地形、地質及び土壌に影響を与える要素としては、貯水池の形成に伴う土地の水没と運用時の貯水池周辺の土壌の浸食の問題がある。

満水時の貯水池面積は 53ha で、このうち住宅を含む農地が約 6 ha である。貯水池の運用による護岸の脆弱部の崩壊については、事前に地盤の弱い箇所の調査と必要に応じた補強対策を講じ対処する。また、定期的に護岸の調査を行って事前に対処出来る体制を整備する。また、発電所の放水口先の河床の浸食問題が考えられるが、河床が岩などで構成されているので、大きな問題は生じないと考えられる。

4.2.1.2 水文

(1) 流量

貯水池に流入した河川水はダムに連結した地下トンネルによって発電所に送られ、発電に利用された後に元の河川に放流されるので、発電所より下流では水位の変動が平滑化されるが、流量に大きな変化は生じない。

一方、ダム直下から発電所の放水口までの約 8 km は、減水区間となる。減水区間の出現により、この区間に生息する動植物や潅漑用水の不足、水質の悪化等が考えられる。これらはこの区間の維持流量の設定により影響を少なくすることが可能である。

ブータン国においては、維持流量の設定に関する規則等は定められていない。したがって、本計画において維持流量を決めるにあたり、Punatsangchhu の自然及び社会環境の状況を考慮して設定することとした。

(2) 維持流量

維持流量を設定するにあたって計画地点の自然環境及び社会環境について検討を行った。検討した項目は、河川水の利用、漁業、動植物の保護、水質、景観・観光等である。

・河川水の利用

現地調査結果によると、減水区間では河川交通、生活用水としての水利用は行われていない。また、周辺に生活している住民は、生活用水に地下水を利用していない。一部の斜面の比較的傾斜の緩い場所には潅漑農地が分布しているが、主に支川の水や湧き水を農業用水として利用している。さらに、工場等がないため、産業用水の利用は行われていない。

・漁業

現地調査結果によると、減水区間内で漁業、釣り及び水産養殖は行われていない。

・動植物

魚類調査及び聞き取り調査の結果によると、減水区間に生息する魚類はブラウントラウト (*Salmo trutta fario*) 、コイ科の一種である Asala (*Schizothorax progastus*) 及び Kabray の 3 種が確認されており、貴重な魚種の存在は認められていないが、自然保護の観点に

たった維持水量を考慮する必要がある。植物については、河川敷は比較的大きな石により構成されているため水生植物はほとんど見られず、大きな影響はないと考えられる。

・水質

本計画の稼動は新たな汚染源をもたらすものではなく、水質の大幅な悪化はないと考えられる。

・景観及び観光

減水による河川幅の減少により景観への影響が考えられるが、計画地点周辺に観光ポイントとなる地点は認めらず、また、人の往来も少ない。

上記に配慮した維持流量の検討結果を ANNEX I に示し、以下にその概要を記載する。Punatsangchhu の流量は極めて大きく、ダム地点で予測される最低流量は 64m^3/sec であるが、この数値はダム地点のさらに上流の測水所のデータを参考としている。常法によれば、河川断面を求めて減水区間で維持すべき流量を見積もるのであるが、実際の河川断面の情報は、現状では入手できていない。よってここでは、河川断面と流速に一定の条件を置き、何段階かの任意の流量と断面積との関係から河川環境の保全に必要な維持流量を算定した。最終的な維持流量は、河川の断面が実測出来た段階で確定するものとした。

それによれば、流速が 0.5～1.0 m/sec で流量が仮に 3 m^3/sec の場合、河川の断面が長方形であると仮定すると、河川幅 15m で水深は 20～40 cm 程度となる。また、流量が 6 m^3/sec の場合、水深は 40～80 cm、9 m^3/sec の場合は 60～120 cm 程度となる。ここでは、河川幅を 15m で水深 40～80 cm となる 6 m^3/sec を維持水量の目安とした。

一般に、河川では同じ流量でも場所により断面の形状（水深と河川幅の関係）は大きく異なることが知られている。そこで、断面の測量が可能となる建設後に、事後調査を実施して調整して行くものとした。

4.2.1.3 水質

貯水池において、富栄養化による水質悪化が問題となることがある。しかし、Punatsangchhu の水質が清浄であること及び設計する貯水池の水の交換率が 0.5～2.2／日と極めて大きいことから、水質悪化が問題となることはほとんどないと考えられる。

減水区間については、維持流量を流すこと及び区間中に大きな汚染源がないことから水質が悪化することほとんどないと考えられる。

発電所の運転用員および施設の管理用員として、約 150 人が滞在する事になる。これらの人たちが出す生活排水は、簡易処理施設を経由して河川に放流されること、また、河川の自浄作用が大きいことから下流の水質に影響を及ぼすことはほとんどないと考えられる。

4.2.1.4 河床

ダム建設により下流への土砂供給量が減少することが考えられる。しかしながら、計画地点の下流の河床も比較的大きな岩で構成されているため、著しい影響はないものと考えられる。発電所を通過した河川水は、もとの川に戻されるが放水口予定地の直下は大きな岩や岩

石で構成されていること、またダム建設以前の大きな流量にも安定しているものであるので、放流水による掘削などで著しい影響を与えるものではないと判断される。

4.2.2 生物環境

4.2.2.1 陸上及び水生動植物

(1) 陸上動植物

稼働段階では拡張あるいは新たに建設された道路を介して住民の往来が増加することが予測される。これら住民の往来による影響も考えられるが、住民が入れる地域は地形的理由から限られているため、計画地周辺の動植物の分布に重大な影響を与えることはないと考えられる。

土捨場及び建設終了後に未使用となる裸地は放置せず、周辺の植生を考慮した再緑化が望まれる。

(2) 水生動植物

流況変化の影響は、ダム計画地点から下流に出現する減水区間に生息する水生生物が低流量にさらされる恐れのある渇水期において最も顕著に現われるものと想像される。稼動段階には、ダムから放水口までの約 8km の減水区間で、流量の多くが失われることになる。水量の大幅な減少により、減水区間に生息する動植物への影響が懸念される。

現地漁獲調査で得た漁獲量から、この減水区間に生息する魚類の量を試算した。現地調査では、川の中 1 m の範囲で河川長 1 km あたり 400 g/人-時の漁獲が記録された。平均川幅が約 50m なので、河川長 1 km あたりの総量は 20 kg/人-時の漁獲量であると仮定する。仮に 8km の区間が完全に干上がるとすると、150 kg/人-時の魚類の生息空間が消失すると推定される。

また、現地調査の結果によると、計画地点周辺の Punatsangchhu で確認された魚種は、ブラウントラウト（*Salmo trutta fario*）及び Asala（*Schizothorax progastus*）の 2 種である。また、聞き取り調査により現地語で kabray/badbala と呼ばれる種及び Mahaseer（*Tor putitora*）が生息する。これらの魚種のうち、Mahaseer は長距離の季節移動を行なうことで知られているが、その生息の上限域は計画地点の下流にある Dhikchuu 国立公園付近であると考えられている。現地調査においても減水区間となる範囲及びその上流で Mahaseer の生息は認められなかった。その他の 3 種については、いずれも大きな移動性を持つ魚種ではないと言われている。

これら減水区間に生息する動植物への影響を軽減するために、維持流量を設定する対策を講ずることが望まれる。

さらに、ダム建設により 53 ha の新たな貯水池が出現するが、その貯水池の水の交換率は 0.5～2.2／日であるため、河川水が貯水池内に滞留する時間は非常に短い。有機物の腐敗や分解による水生生物への影響は、河川の流量が多いこと、水の交換率が極めて大きいこから、初期に栄養分が若干増加するものの著しく水質を悪化させるものではないと考えられる。

4.2.3 社会環境

4.2.3.1 地域社会

貯水池の出現による地域分断については、現在でも橋等河川を横断するための施設はないため、貯水池出現が地域分断につながる可能性は少ない。

4.2.3.2 雇用

発電所の稼働に伴い、稼動用員やメインテナンス用員、管理用員等の雇用が考えられる。発電所稼動時において求められる労働者の総数は、Table 4.8 に示すとおり約 150 人の予定である。

4.2.3.3 経済活動

発電所の建設により地元住民に電力を供給するばかりでなく、工業等の他のセクターの成長も刺激して、地域の雇用機会を増大させる可能性がある。

また、家庭への電力の供給によって、住民は新たなビジネスを始めることもできるようになり、収入が増加する可能性が考えられる。

4.2.3.4 土地利用

当計画により改変される地域は、約 137 ha である。これらの土地は国及び個人に所属している。個人所有地については、適切な計画に基づき収用する計画である。

また、本計画により建設される送電線は可能な限り集落等を避けて設計され、また、アクセス道路の土地は規模も比較的小さく、周辺の土地利用に大きな影響を与えるものではないと予測される。

4.2.3.5 公衆衛生

発電所稼動に伴い計画地域周辺の人口が増加する可能性がある。これに伴い廃棄物処理や排水処理に関する設備、病院施設等の充実が必要となる可能性がある。

貯水池により、様々な病原性昆虫が貯水池で繁殖する可能性がある。蚊等の繁殖地の規模は岸の長さに正比例するため、貯水池の出現によって川であった時に比べて岸の長さは何倍にもなり、様々な病原性昆虫の繁殖地が増加すると思われる。従って、貯水池の出現の結果、マラリアの発生が増加する可能性がある。また、作業員が集まることや森林の伐採、掘削作業もマラリアの発生に結びつくと考えられる。

貯水池の出現が水関連の疾病の増加にどのような影響を与えるのかに配慮しつつ、病原性昆虫による疾病発生への対策を講じなければならない。建設資材の掘削の後、窪みはそのまま放置されることが一般的であり、水が溜ってマラリア発生の重大な要因のひとつとなる。蚊は通常、繁殖地から 1～2km の範囲を飛び回るが、貯水池の 1～2km 圏内には住宅地は少なく、マラリアによる重大な影響はおこりにくいと予想されるが、作業員宿舎等はマラリアに襲われやすいと考えられる。

4.2.3.6 レクリエーション・文化財

当計画に関係する地域には、レクリエーション及び文化財に関係する施設等は存在しない。

4.3 建設段階及び稼動段階におけるその他の影響

4.3.1 送電線

送電線を発電所計画地点からインドへ送る計画となっている。送電線ルートについては、現在のところA案とB案の2案（Fig. 4.1）が検討されている。いずれも野生生物保護区域や住居地域をさけて通るルートとなっているが、ブータン国のWWFが提示する野生生物回廊（Biological Corridors）を通過することとなる。

A案は発電所計画地点から南下し、インド国との国境近くの町 Sarbhang（Sarpang）付近を通過し、インド国内にある Bongaigaon 変電所までの間を結ぶ予定である。ブータン国内の送電線ルートは全長約 80 km で、その間に約 200～230 本の鉄塔が建設される予定である。

B案は発電所計画地点から南下し、インド国との国境近くにある Devitar 町付近を通過する予定である。ブータン国内の送電線ルートは全長約 108 km で、その間に約 270～310 本の鉄塔が建設される予定である。

衛星写真から推定すると、各送電線ルート案で通過する森林地帯の距離は以下の通りである。

Type of Forest	Alternative-A (km)	Alternative-B (km)
Dense forest	45.50	60.46
Medium forest	5.61	8.19

ブータン国において、送電線が森林地帯を通過するために必要となる最大幅を定める規制等はない。ここでは、インド国、環境森林省の Forest (Conservation) Act(1980)で定められたガイドラインを参考にすると、440 kv の送電線の最大幅は 52 m となっている。この値を用いると、各送電線ルート案で必要となる面積は以下の通りである。

Type of Forest	Alternative-A (ha)	Alternative-B (ha)
Dense forest	236.62	313.82
Medium forest	86.76	42.57
Total	323.38	356.39

A案では 7.97 ha の荒れ地と 0.93 ha の農耕地を通過し、ルート全体で約 80、000 本の樹木を伐採する必要があると推測されるのに対し、B案では 13.25 ha の農耕地を通過し、約 99、500 本の樹木を伐採する必要があると予測される。

さらに、A案ではインド国境付近で絶滅危惧種と指摘されている鳥類が生息しているとみ

られる地域の近傍を通過する可能性がある。一方、B 案では、インドに入ってからトラの保護区である Buxa Tiger Reserve を通過する必要がある。

ブータン国内に設置するルートの大部分は国有地であり村落や私有地をできる限り避けた設計となっている。なお、鉄塔の本数や建設場所、アクセス道路の設置位置といった詳細な建設計画が決定した段階で、送電線関連用地の取得に伴う補償等について考慮されることが望まれる。

4.3.2 住居及びアクセス道路

(1) 住居

本計画の実施に伴い用地の取得が必要となる範囲は、合計で約 137 ha を予定している。そのうちの 27.1 ha が農業用地や住居地といった個人所有地である。本計画で必要となる個人所有地の概要を Table 4.9 に示す。これら個人所有地の取得により 6 世帯程度の農民が土地及び家を失うなどの影響を受けると予測される。影響を受けると予測される世帯の詳細については、Table 4.10 のとおりである。

土地収用によって影響をこうむる財産は、耕作地、住居、果樹などその他の作物である。影響を受ける財産の詳細をTable 4.11に示した。この表から、2世帯が土地を所有しておらず、他人の土地を分益小作しているのに対し、それ以外の世帯はすべて土地持ちであることがわかる。土地持ち世帯のうち、Lawakha村の2世帯はまた別の村にも土地を所有しており、それ以外の世帯は影響を受ける村にしか土地を所有していない。

影響を受ける世帯は、耕作地のほか菜園や果樹のある土地も失うことになる。そうした財産の詳細をTable 4.12に示した。

影響を受ける世帯は、上表の財産のほか住居も失うことになる。そうした住居の詳細をTable 4.13に示した。

影響を受ける住居は、影響を受ける世帯数と同じく全体で6住居である。

住民の移転に関しては、現在居住している地域のごく近傍に移転可能であるため、生活基盤が揺らぐものではないと思われる。住民移転に際しては移転住民の職業等を考慮し生活レベルを保てるよう配慮する必要がある。土地収用及び住民移転にあたっては、住民の納得する補償が行われることが望まれる。移住計画及び補償に関する計画の詳細については、5.3 章に示すとおりである。

(2) アクセス道路

建設資材の輸送には既存の道路を拡張する必要がある。また、ダム計画地点、発電所計画地点及び砂利採取場へのアクセス道路を新たに設置することが必要であり、その距離は合計約 8 km の予定である。

これらの道路の拡張や新たな設置は、斜面の崩壊や土地の浸食、土砂の流出等の可能性がある。道路工事の詳細な計画立案の段階で、路肩や地盤の安定性を確保する対策を検討することが望まれる。

4.3.3 大洪水による仮想ダム崩壊又は氾濫

ダム崩壊もしくは部分的な損傷の事故事例は、過去に以下のようなものがあった。

- 貯水池における大規模斜面崩壊とダム破壊
- 基礎岩盤の崩壊によるダム破壊
- 漏水によるアースダムの破壊
- 大洪水のダムオーバートッピング
- 大地震によるダム損傷
- GLOF（土石流を含む）による破壊

本計画のダムは、周辺の地質を詳細に調査した結果、頑強な基礎地質の上に建設され、越流に対して安全なコンクリート重力ダムである。耐震設計と、ゲート操作が不能の場合でも安全に洪水流下できる構造とすることから、ダムが崩壊するような事態は想定し得ない。

GLOF と地震時のダム挙動は、以下のように考えられる。

<u>GLOF 水理とダム破壊の可能性</u>

本計画で設計されるダムは HWL からダム天端まで 10 m あり、ゲートが閉鎖状態であっても最高水位は 1168.2 m で流下する構造となっている。ゲート操作が電源のオフ状態、ゲート故障、洪水到達が早い等の理由により不能となった場合でも、洪水が安全に流下しうるよう設計されている。従って、GLOF によるダムの破壊はないものと考えられる。

<u>大地震におけるダム破壊の可能性</u>

基礎岩盤に適切に設計されたダムが建設された場合、地震によって崩壊した事例はない。また、高さ 150 m 級ダムの耐震性は、M8 クラスの直下型地震でも安全であることが経験や実験及び解析等で証明されている。従って、本計画で建設されるダムは適切な設計を行っていることから、大地震によるダム崩壊の可能性はないものと考えられる。

<u>仮想ダム崩壊の場合</u>

以上のことから、ダム全体がカタストロフィー的に崩壊する状況は考えられない。仮想できる状況としては、洪水吐ゲートの破壊による急激な流出である。

仮に 1 門のゲートが満水状態で破壊したと仮定すると、流出量は 2,000 m^3/s のオーダーである。この規模は、通常想定される洪水規模と大きな差はない。

Table 4.1 Area to be acquired for various project activities

No.in map (Fig. 2.4)	Structure/Activity for which land is required		Area (ha)
1	Quarry site		5.7
2	Submergence area		53.0
3	Land for structures	Dam, intake	5.6
4		Surge tank	1.3
5		Tail race outlet	0.3
6		Switch yard	1.5
		Sub-total	8.7
7	Temporary facility	Laborer's camp	5.0
8		Stock yard & Motor pool	3.8
9		Batching plant Aggregate plant	2.8
10		Stock yard	6.0
11		Batching plant Aggregate plant	2.5
12		Laborer's camp	1.0
13		Camp	1.2
14		Steel yard	1.5
15		Stock yard	3.2
		Sub-total	27.0
16	Muck Disposal area		2.5
17			5.7
18			2.4
19			12.8
20			2.6
21			4.4
22			3.2
23			2.3
		Sub-total	35.9
24	Land for use		119.2*
25			7.0*
26			28.3*
27			4.1*
28			8.9*
29			55.4*
		Sub-total	222.9*
30	Road construction		0.6
31			0.8
32			1.1
33			0.6
34			0.4
35			1.0
36			0.1
37			2.2
		Sub-total	6.8
Total			137.1

NOTE: * Included other appurtenances, hence, have not been included in the estimation of total area.

Table 4.2 Noise levels due to operation of various construction equipment

Equipment	Sound Level at 7 m dB(A)
Unsilenced pile diver	110
Unsilenced scraper, grader	94
Unsilenced pneumatic drill	90
Unsilenced compressor	85
Cranes	82
Generator	82

Table 4.3 Details of loss of trees in the dam site intake structure and temporary facilities in the dam site

Species	No. of trees	Loss of wood (m^3)	Remarks
Pinus roxburghii	104	37.1	Timber
Toona ciliata	22	3.20	Timber
Sapium insignii	63	5.0	Fire wood
Mallotus phillipensis	19	-	Medicinal plant
Celtis tetrandra	39	-	-
Rhus chinensis	66	-	Fruit
Dalbergia pinnata	18	2.6	Timber
Dalbergia sericea	146	20.9	Timber
Solanum turvium	63	-	-
Zizyphus incuvra	46	-	Fruit, Medicinal plant
Asandra buteraceae	6	-	Oil seed
Bombax ceiba	10	-	-
Ficus semicordata	13	-	Fodder
Albizia julibrissin	93	28.4	Timber
Altringia exelsa	20	6.1	Timber
Orange	152	-	Fruits
Banana	8	-	Fruits
Total	906	104.9	

Table 4.4 Details of loss of trees likely to be affected/lost near Adit, submergence area for various activities

Species	No. of trees	Loss of Wood (m^3)	Remarks
Albizzia procera	32	5.5	Timber
Albizzia julibrissin	56	9.6	Timber
Sapium insignii	29	2.3	Fire wood
Ficus benjamina	21	-	Shade
Celtis tetrandra	2	-	-
Toona ciliata	45	6.5	Timber
Mangifera sp.	12	7.6	Firewood
Alnus nepalensis	10	3.1	Firewood
Dalbergia pinnata	63	9.0	Timber
Phyllanthus enblica	21	-	-
Pinus roxburghii	354	126.2	Timber
Litsea monopstala	22	-	-
Orange	30	-	Fruits
Banana	55	-	Fruits
Bamboo	7	-	Fruits
Guava	15	-	Fruits
Total	774	169.8	

Table 4.5 Details of loss of trees likely to be affected/lost due to various activities near power house

Species	No. of Trees	Loss of wood (m^3)	Remarks
Pinus roxburghii	177	30.4	Timber
Albizia julibrissin	52	8.9	Timber
Woodfordia fruction	67	11.5	Fire wood
Ficus senicordata	46	-	Shade
Ficus semicordata	15	-	Shade
Toona ciliata	56	6.2	Timber
Syzygium cuminii	43	4.7	Timber
Solanum turbium	12	-	Wild fruits
Bridella sp.	27	-	-
Sapium insignii	34	2.7	Fire wood
Dalbergia sericea	23	-	-
Bambusa cupilata	27	5.5	Timber
Dalbergia pinnata	23	3.3	Timber
Grewia sapida	42	-	Fodder
Alnus nepalensis	37	11.3	Fire wood
Caseria glomurlata	12	-	-
Eurya cerasifolia	34	2.2	Timber
Zanthogy clumarmatun	24	-	-
Mangifera sp.	17	10.8	Fire wood
Guava	30	-	Fruits
Orange	300	-	Fruits
Banana	62	-	Fruits
Papaya	35	-	Fruits
Rhus chinensis	11	-	Wild fruit
Total	1205	97.5	

Table 4.6 Details of loss of trees likely to be lost/affected due to quarrying

Species	No. of Trees	Loss of wood (m^3)	Remarks
Alnus nepalensis	10	3.6	Timber
Eucapyptus sp.	12	3.4	Fire wood
Toona ciliata	8	1.2	Timber
Albizia sp.	7	2.1	Firewood
Bamboo	3	-	Agricultural field
Anacardium	5	-	Agricultural field
Banana	4	-	Fruits
Orange	2	-	Fruits
Total	51	10.3	

Table 4.7 The Estimated Employment Opportunities During Construction

	Construction Stage
Engineers/ Office Workers	450
Labour	4,500
Total	4,950

Table 4.8 Employment Opportunities During Operation and Maintenance

	Operation Stage
Engineers/ Office Workers	150
Labour	0
Total	150

Table 4.9 Cultivated & Settlement land required for the project

Activity	Village whose land is to be acquired	Area (ha)
Submergence	Lawakha	6.0
Switch Yard	Dingthi	0.8
Temporary Facilities	*	4.7
Adit	Dema	2.4
Disposal Areas	Dema Dingthi **	10.0 1.2 2.0
Total		27.1

* land may belong to either Rurichhu/ Uma/ Baychhu ** land may belong to Shinghoe

Table 4.10 Households Affected By The Project

Village	Dima	Dima	Lawakha	Lawakha	Ding thi	Uma
Geog	**Rupesa**	**Rupesa**	**Tshowom**	**Tshowom**	**Rupesa**	**Daga**
Household Size	9	11	3	5	7	4
Males	6	6	0	2	6	2
Females	3	5	3	3	1	2
Children below 14	3	2	0	3	2	1
Widows	0	0	0	0	0	0
Migrant Members	1	1	0	0	0	0
Education						
Below VIII	0	0	0	0	2	0
Above VIII	0	0	0	0	0	0
Degree	0	0	0	0	0	0
Students	0	0	0	0	2	0
Household chores	3	4	3	2	2	2
Cultivation	6	10	2	1	2	2
Trade/Business	0	0	0	0	0	0
Private service	0	0	0	0	0	0
Government ser	0	0	0	0	0	0
Avg mly HH Inc	3,300	4,000	5,500	1,500	4,500	2000
Avg mly HH Exp	3,000	3,500	3,000	1,200	3,000	1700
Land owned (acres)	**0**	**0**	**7.5**	**7.5**	**5**	**7.0**
Dry land	0	0	1	1	1	7.0
Wet land	0	0	6	6.5	4	0
Sharecropping	1.6	6.6	1.3	0	0	0
Own land	0	0	1.3	0	0	0
Others land	1.6	6.6	0	0	0	0
Crops cultivated						
Rice yield/acre(kg)	600	600	800	800	500	0
Whet yield/acre(kg)	300	400	500	400	200	0
Fruit trees (Nos.)	37	160	118	150	111	200
Vegetables (acres)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Housing details						
Self owned	Yes	yes	yes	no	Yes	Yes
Rented						
No. of floors	1	2	2	2	1	1
No of rooms	2	2	4	9	2	3
Latrine	Pit	Pit	Pit	inside	Pit	Pit
Irrigation	Nat/riv/strm	nat/riv/strm	nat/riv/str	nat/riv/drai	Nat/riv/str	Nat
Shifting cultivation						
Cows	3	15	5	0	6	4
Bulls	4	2	2	0	2	1
Pigs	4	2	0	0	1	0
Poultry	5	3	4	0	2	4
Horses	1	0	0	0	0	0
Others	0	0	0	0	0	0
Material assets	Radio	radio	radio	radio	Radio	Radio
Project awareness	No	No	Yes	No	Yes	No

Table 4.11 Details of Land Likely to be Affected (acres)

Village	Dima	Dima	Lawakha	Lawakha	Ding thi	Uma
Land owned (acres)	**1.6**	**6.6**	**7.5**	**7.5**	**5**	**7.0**
Dry land	0	0	1	1	1	7.0
Wet land	0	0	6	6.5	4	0
Sharecropping	1.6	6.6	1.3	0	0	0
Own land	0	0	1.3	0	0	0
Others land	1.6	6.6	0	0	0	0

Table 4.12 Details of Horticultural Crops and Vegetable Garden Likely to be Affected

Village	Dima	Dima	Lawakha	Lawakha	Ding thi	Uma
Vegetables (acres)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Fruit trees (Nos.)						
Orange	10	50	55	100	650	200
Mango	3	6		40	60	0
Guava	4	4	3	2	400	0
Banana	20	100	60	10	700	0
TOTAL	37	160	118	152	1810	200

Table 4.13 Details of Affected Homesteads

Village	Dima	Dima	Lawakha	Lawakha	Ding thi	Uma
Housing details						
Self owned	yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Rented						
No. of floors	1	2	2	2	1	1
No of rooms	2	2	4	9	2	3
Latrine	Pit	Pit	Pit	Inside	Pit	Pit

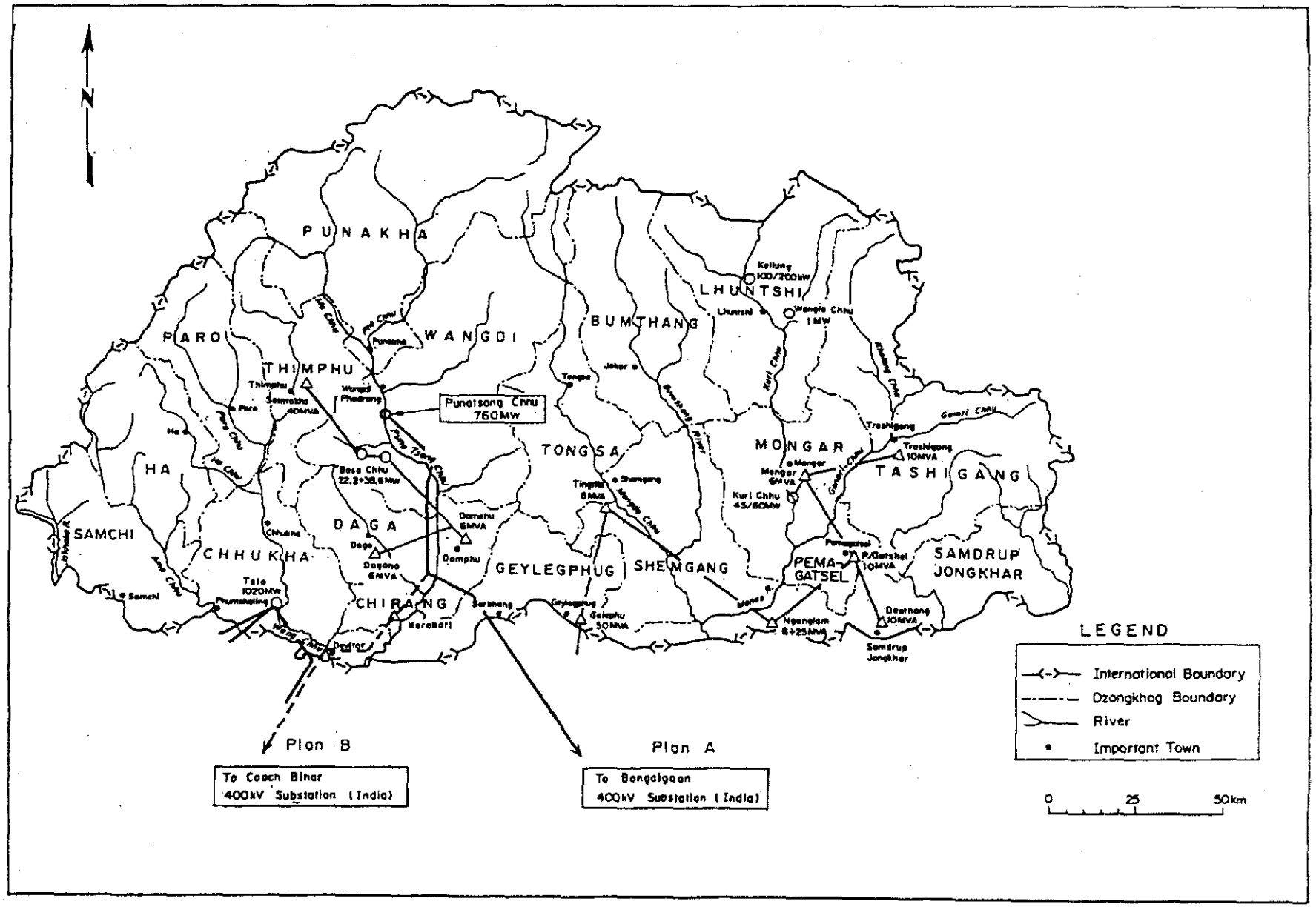


Fig. 4.1 Proposed Transmission Line Route