

第 8 章 環境影響調査

目 次

第 8 章	環境影響調査	
8.1	スリランカ国の環境に関連する国家方針と法規	8-1
8.1.1	適用される環境社会配慮のレベル	8-1
8.1.2	EIAの手続き	8-1
8.1.3	関係機関の概要	8-3
8.2	JICA環境社会配慮ガイドライン	8-4
8.3	代替案比較段階の環境社会配慮調査	8-4
8.3.1	比較した代替案	8-4
8.3.2	影響予測	8-6
8.3.3	比較結果	8-11
8.4	最適増設計画での環境社会配慮調査	8-12
8.4.1	調査計画	8-12
8.4.2	調査結果	8-17
8.4.3	予測結果	8-37
8.4.4	保全対策	8-48
8.4.5	モニタリング計画	8-51

LIST OF TABLES

Table 8.1.2-1	Progress of EIA Procedure on the Project (Until May 2009).....	8-3
Table 8.1.2-2	EIA Schedule	8-3
Table 8.1.3-1	Organizations Related to the EIA Procedure.....	8-4
Table 8.3.2-1	Forest Cutting Area	8-6
Table 8.3.2-2	Impacted Area on Sanctuary	8-8
Table 8.3.2-3	Length of New Access Road.....	8-9
Table 8.3.2-4	Land Use in the Impact Area (ha)	8-10
Table 8.3.2-5	Lowering of Water Level of Randenigala Reservoir.....	8-10
Table 8.3.2-6	Estimated Impact on Buildings around Tunnel.....	8-10
Table 8.3.3-1	Comparative Table for Three Options.....	8-12
Table 8.4.1-1	Location of Construction Plant, Machine, and Vehicle.....	8-13
Table 8.4.1-2	Date and Place of the Informal Public Hearing.....	8-15
Table 8.4.1-3	Anticipated Impacts by Villagers	8-15
Table 8.4.1-4	Scoping Table.....	8-16
Table 8.4.1-5	Identified Significant Impacts.....	8-17
Table 8.4.2-1	Surface Water Quality	8-21
Table 8.4.2-2	Water Level	8-22
Table 8.4.2-3	Current Groundwater Quality of the Area.....	8-23
Table 8.4.2-4	Land Use in the Project Impact Area by GN Divisions	8-25
Table 8.4.2-5	Observed Air Quality of the Impact Area	8-29
Table 8.4.2-6	Existing Standards of Noise Levels (SCHEDULE I).....	8-30
Table 8.4.2-7	Existing Noise Levels	8-30
Table 8.4.2-8	Summary of the Floral Composition of Tunnel Trace.....	8-31
Table 8.4.2-9	Summary of Fauna Observed during Sampling	8-31
Table 8.4.2-10	Fish Species Recorded from the Spray Zone of the Victoria Powerhouse.....	8-32
Table 8.4.2-11	Rare Species Recorded near the Project Site	8-32
Table 8.4.2-12	Area, Total Population and Population Density of the Impact Area	8-35
Table 8.4.2-13	Economic Profile of the Impact Area (income and Samurdhi)	8-35
Table 8.4.2-14	Major Employment Types of the Impact Area	8-36
Table 8.4.2-15	Rank Order of Water Sources for Domestic Use	8-37
Table 8.4.3-1	Number of Houses Affected by Groundwater Deterioration.....	8-38
Table 8.4.3-2	Estimated Economic Loss of Paddy Cultivation.....	8-39
Table 8.4.3-3	Estimated Economic Loss of Chena Cultivation.....	8-39
Table 8.4.3-4	Estimated Economic Loss of Home Gardens.....	8-39
Table 8.4.3-5	Relation between D and V, VL.....	8-40
Table 8.4.3-6	Waste Water Impact Area	8-41
Table 8.4.3-7	Estimated Loss of Vegetation by Temporary Facility Area (ha)	8-42
Table 8.4.3-8	Endemic Species	8-44

Table 8.4.3-9	Estimated Impact Area (ha).....	8-47
Table 8.4.4-1	Estimated Compensation Cost for the Loss of Agricultural Production	8-49
Table 8.4.5-1	Mitigation and Monitoring (Negative Impact).....	8-52
Table 8.4.5-2	Enhancement Measures and Monitoring (Positive Impact)	8-55

LIST OF FIGURES

Figure 8.1.2-1	EIA Procedure	8-2
Figure 8.3.1-1	Options (Ground Plan).....	8-5
Figure 8.3.1-2	Options (Profiles).....	8-6
Figure 8.3.2-1	Forest Cutting Area by New Access Roads.....	8-7
Figure 8.3.2-2	Image of the Mechanism of Dropping Ground Water Level.....	8-8
Figure 8.3.2-3	Indirect Impact Area on Sanctuary.....	8-8
Figure 8.3.2-4	Indirect Impact Area on Land Use	8-9
Figure 8.3.2-5	Buildings in the Affected Area.....	8-11
Figure 8.4.1-1	Layout of the Plan.....	8-13
Figure 8.4.2-1	Topography	8-18
Figure 8.4.2-2	Geology.....	8-19
Figure 8.4.2-3	Monthly Average Rainfall at Victoria Dam.....	8-20
Figure 8.4.2-4	Locations of Surface Water Samplings	8-21
Figure 8.4.2-5	Ground Water Measurement Points	8-22
Figure 8.4.2-6	Landslide Zonation Map	8-24
Figure 8.4.2-7	Land Use (Project area).....	8-25
Figure 8.4.2-8	Protected Area.....	8-28
Figure 8.4.2-9	Air Quality and Sound Level Measurement Locations	8-29
Figure 8.4.2-10	Elephant Migration Route and Habitat	8-33
Figure 8.4.2-11	Administrative Boundaries	8-34
Figure 8.4.3-1	Temporary Lowering of Groundwater Affecting Domestic Uses	8-38
Figure 8.4.3-2	Velocity Curve by Distance from the Tunnel	8-40
Figure 8.4.3-3	Waste Water Impact Points.....	8-41
Figure 8.4.3-4	Loss of Forest by Temporary Facility Area.....	8-43
Figure 8.4.3-5	Possible Erosion Place	8-45
Figure 8.4.3-6	Heavy Trucks Routes	8-46
Figure 8.4.3-7	Affected Elephant Migration Route	8-47
Figure 8.4.3-8	Loss of Private Land at Tunnel Muck Dumping Site in Kohombagana.....	8-48

LIST OF PICTURES

Picture 8.4.2-1	Home Garden	8-26
Picture 8.4.2-2	Land Preparation for Cehna Cultivation	8-26
Picture 8.4.2-3	Land Preparation in Home Gardens	8-26
Picture 8.4.2-4	Chena Land	8-26
Picture 8.4.2-5	Grasslands	8-26
Picture 8.4.2-6	Secondary Forests	8-26
Picture 8.4.2-7	Scrublands	8-27
Picture 8.4.2-8	Stream Bank Vegetation	8-27

第8章 環境影響調査

8.1 スリランカ国の環境に関連する国家方針と法規

スリランカの環境影響評価は、1988年に改正された国家環境法（National Environmental Act : NEA）が根拠法となっている。環境影響評価の具体的な手続きは、1993年に策定された「事業認可の国家環境手続き施行令（1993臨時官報掲載）」¹に規定されている。さらに、環境影響評価に関係する書類の様式などは、「環境影響評価過程の実施ガイダンスー森林環境省・全事業認可機関一般ガイダンス第3版」²で解説されている。このほか、セクター別の環境ガイドラインも道路セクターと農業セクターで策定されているが、エネルギー・電力セクターの環境ガイドラインはまだ策定されていない。

8.1.1 適用される環境社会配慮のレベル

スリランカの環境影響制度では、環境影響の大きさに応じて環境影響評価（Environmental Impact Assessment, EIA）または初期環境評価（Initial Environmental Examination, IEE）が適用される。本プロジェクトは事業許認可官庁（Project Approval Agency, PAA）のマハウェリ庁（Mahaweli Authority, MASL）によるスクリーニングの結果、2008年6月30日にEIAが適用されることが正式に決定された。

8.1.2 EIAの手続き

スリランカのEIA手続きは、施行令（National Environmental Regulations, No.1 of 1993）に定められている。具体的な手続きは、まず事業者（Project Proponent, PP）の作成する事業概要書（Preliminary Information, PI）に基づき、PAAがスクリーニングを行ってEIAのTORを発行する。次に事業者は、EIAのTORに基づいて調査・予測を実施し、環境影響評価書（EIA Report, EIAR）を作成する。PAAは、EIARを審査した上で公開し、事業者にコメントを送付する。事業者がコメントに対する回答を提出した後、PAAが審査し、認可か非認可の判断を下す。これらの手続きフローを、**Figure 8.1.2-1**に示す。

ただし、スリランカでは慣習的にガイドラインと異なる運用がなされており、施行令では30日（休日を除く）と定められているスコーピングの期間は通常90日程度（休日を含む）を要している。また、コメントを受けて修正されたEIARの審査も、施行令では30日（休日を除く）とされているが、実際は60日程度（休日を含む）を要している。

なお本調査では、調査団は、スコーピング会議が開催された後の時点からEIARレビューの開始される直前まで、CEBを支援した。

¹ National Environmental (Procedure for Approval of projects) Regulations, no.1 of 1993 as contained in gazette extra-ordinary No 772/22 of 24th June 1993

² Guidance for Implementing the Environmental Impact Assessment Process No1: A General Guidance for Project Approving Agencies, Third Edition, Ministry of Forestry and Environment, Colombo, pp. 44-45, 49. 1998)

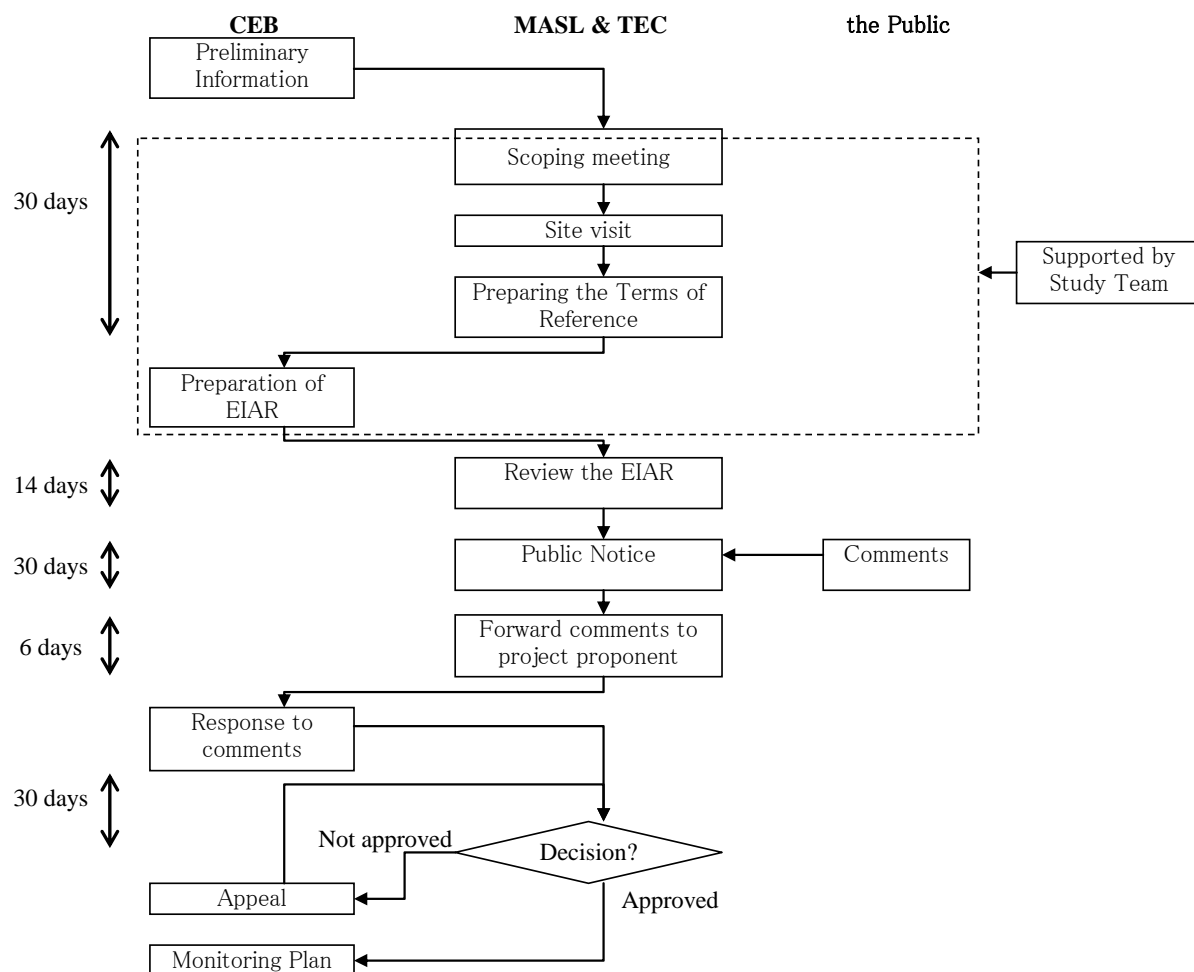


Figure 8.1.2-1 EIA Procedure

本事業の EIA の経緯

本調査では、EIAのTOR発行まで通常と異なる手続きを踏んでいる。通常は1回だけ開催されるスコーピング委員会が2回開催された。1回目のスコーピング委員会は2007年12月に開催されたが、その後手続きが中断していた。手続きが中断した理由は、CEBが3つの代替案のうちどれを選択するのか決定していなかったため、スコーピング委員会が全代替案に対し詳細な予測を求むよう求めたからである。その後、中央環境局（Central Environmental Authority, CEA）による「どの代替案にでも該当するような包括的なTORを出すこと」という指導にMASLが合意し、代替案の比較・選択を含んだEIAのTORが発行されることになった。2008年4月には2回目のスコーピング委員会が開催され、2008年6月末にEIAのTORが発行された。制度上は、事業概要書提出からEIAのTOR発行まで30日（休日を除く）、慣習的に3ヵ月（休日を含む）かかるところを、5ヵ月（休日を含む）を要することになった。Table 8.1.2-1 にEIAのTOR発行までの日程を示す。

Table 8.1.2-1 Progress of EIA Procedure on the Project (Until May 2009)

Date	Action	Remarks
14 Oct. 2007	CEB submitted PI (Preliminary Information) to CEA.	One option has not been selected from three options yet in the PI.
24 Oct. 2007	CEA designated MASL as PAA (Project Approving Agency)	
12 Dec. 2007	MASL hold the first scoping meeting.	CEB gave up continuing the EIA procedure, because TEC suggested CEB to assess the environmental impact for three options equally.
12 Mar. 2008	CEB send CEA an official letter to advice MASL for scoping.	
18 Apr. 2008	CEA send MASL an official letter to prepare a comprehensive TOR for EIA.	
29 Apr. 2008	MASL hold the second scoping meeting.	
22 May. 2008	MASL hold the site visit.	
30 Jun. 2008	MASL issued the TOR for EIA.	
25 May. 2009	CEB submitted the EIA report to MASL	

発行されたTORに従い、2008年8月から現地調査を開始し、11月に概ね現地調査が終了している。EIAレポートは2009年3月末までに作成を終了し、2009年5月にPAAであるMASLに提出された。その後、縦覧、審査の手続きが進められ、問題がなければ2010年1月までにEIAの承認が得られる見込みである。EIAの手続きに関するスケジュールを Table 8.1.2-2 に示す。

Table 8.1.2-2 EIA Schedule

	2007			2008												2009												2010		
	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	
CEB submitted PI (Preliminary Information) to CEA	■																													
CEA designated MASL as PAA																														
MASL hold the first scoping meeting.			■																											
MASL hold the second scoping							■																							
MASL hold the site visit.								■																						
MASL issued the TOR for EIA.									■																					
CEB conducts EIA survey											■	■	■	■	■															
CEB prepares draft EIA report																														
CEB examines draft EIA report																														
CEB translates EIAR into Sinhalese and Dravidian																														
MASL reviews EIAR																														
Public Notice																														
MASL forwards comments to CEB																														
CEB responses to comments																														
MASL decides approval																														
CEB prepares monitoring plan																														

Implemented
 Plan (CEB)

8.1.3 関係機関の概要

本増設計画のEIAの手続きには、事業者 (PP)、事業認可庁 (PAA)、技術評価委員会 (Technical Evaluation Committee, TEC) などがかかわることになる。Table 8.1.3-1 にそれぞれのグループの構成組織と役割を示す。

Table 8.1.3-1 Organizations Related to the EIA Procedure

Name	Organization	Role
Project Proponent (PP)	Ceylon Electricity Board (CEB)	Prepare PI, EIAR
Project Approving Agency (PAA)	Mahaweli Authority (MASL)	Hold scoping meeting and site visits, issue TOR/EIA, and approve or reject project
Technical Evaluation Committee (TEC)	Central Environmental Authority (CEA) Mahaweli Authority (MASL) Geological Survey and Mines Bureau Department of Archeology Department of Zoology, University of Colombo Divisional Secretaries and Chairmen of Local Authorities Wildlife Department	Participate in scoping meeting and site visits, prepare TOR for EIA, and prepare TEC report to be used in decision making

8.2 JICA環境社会配慮ガイドライン

本計画は既設発電設備の増設計画であり新たな貯水池を築造しないが、計画地点が自然保護区に含まれることなど、事業計画地の条件を勘案して、カテゴリ B とされた。本調査は F/S レベルの開発調査であるため、JICA 環境社会配慮ガイドラインの「3.3.3.2 カテゴリ B の調査」に従っている。

本調査では、MASL から発行された EIA の TOR と JICA のガイドラインを包含した環境影響評価を行う。

8.3 代替案比較段階の環境社会配慮調査

8.3.1 比較した代替案

比較を行ったのは以下の 3 案である。

(1) 増設基本案 (Basic Option)

拡張のための既存の取水口を利用し、既存発電所に隣接して新規発電所を設置する案である。

工事中にヴィクトリア貯水池とランデニガラ貯水池の水位を低下させることはない。発電に利用する年間水量は現在とほとんど変わらないが、ピーク需要にあわせた運用をすることになるため運転のパターンが変わる。

(2) 下流案 (Downstream Option)

取水口は増設基本案と同じだが、新規発電所を既存発電所の下流に設置する案で、発電所は地上部になる。

工事中にランデニガラ貯水池の水位を一定期間低下させる必要がある。発電に利用する年間水量は現在とほとんど変わらない。

(3) 揚水案 (Pumped Storage Option)

取水口は増設基本案と同じだが、下流案よりもさらに下流に揚水発電所を設置し、ヴィクトリア貯水池を上部貯水池に、ランデニガラ貯水池を下部貯水池として利用する案である。発電所は地下式となる。

工事中にランデニガラ貯水池の水位を低下させる必要がある。揚水発電に利用する水はランデニガラ貯水池からポンプアップされ貯水池に戻されるので、年間水量は現在とほとんど変わらない。

案の平面と水路・発電所断面図を **Figure 8.3.1-1** と **Figure 8.3.1-2** に示す。

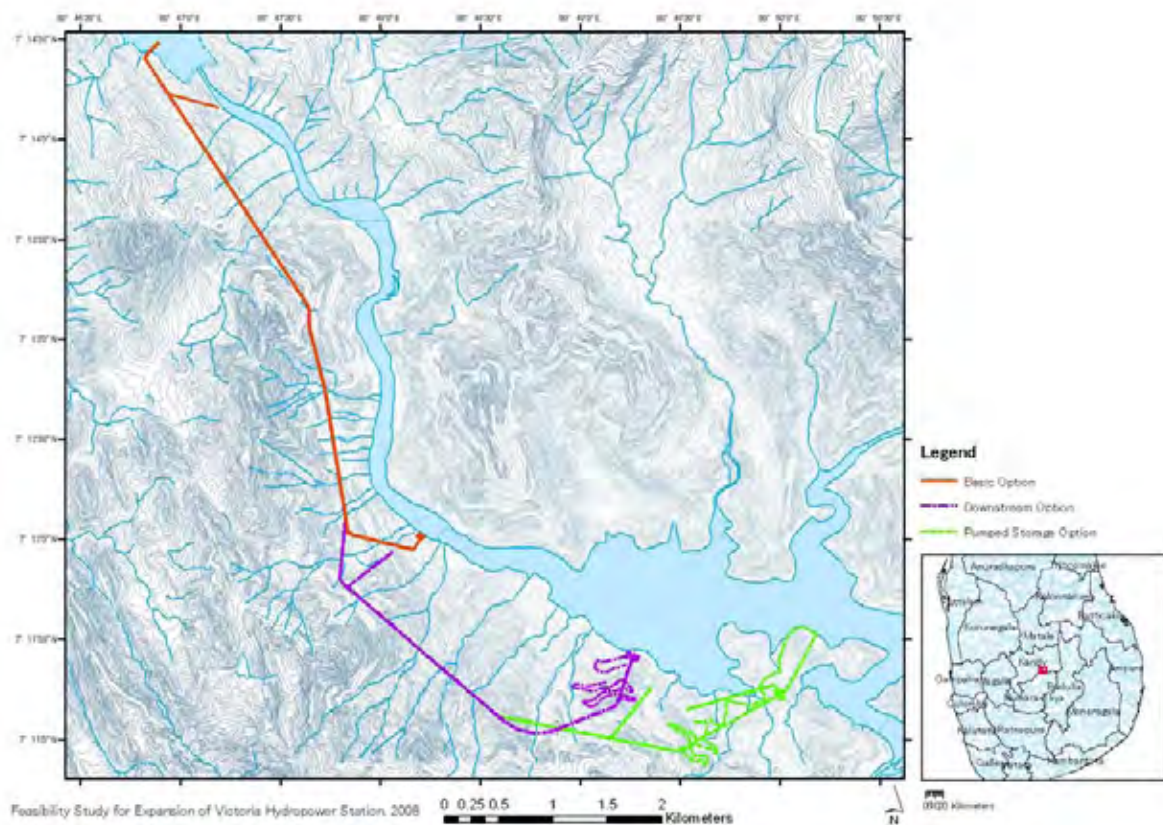


Figure 8.3.1-1 Options (Ground Plan)

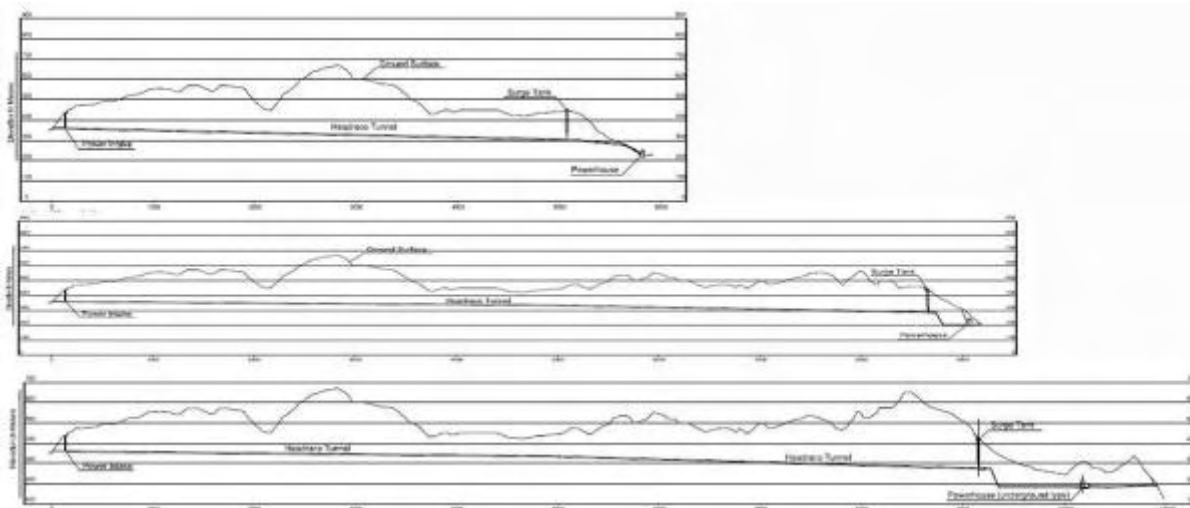


Figure 8.3.1-2 Options (Profiles)

8.3.2 影響予測

(1) 経済・技術面

経済面、技術面の3案比較結果は、「6.1 代替案の比較検討」に示すとおりである。

(2) 環境面（詳細はEIAレポート2.1参照）

1) 森林伐採面積

本事業計画は、そのほとんどが地下構造物であるため、樹林伐採の対象となるのは新設のアクセス道路と土捨場である。ただし、代替案の比較検討の段階では土捨場は立地が決まっていないため、新設のアクセス道路だけで影響予測を行った。新設のアクセス道路が必要となるのは、下流案と揚水案で、アクセス道路の幅はいずれも6mと想定した。これら新設のアクセス道路の計画図面と土地利用図を重ね、おおよその影響エリアを推定した。推定面積は、下流案で約16,385 m²、揚水案で約20,677 m²であった（Table 8.3.2-1 および Figure 8.3.2-1 参照）。

Table 8.3.2-1 Forest Cutting Area

Category	Basic Option (m ²)	Downstream Option (m ²)	Pumped Storage Option (m ²)
Forest (m ²)	0	16,385	20,677
Homestead	0	609	130
Scrub	0	-	1,581
Total	0	16,994	22,388

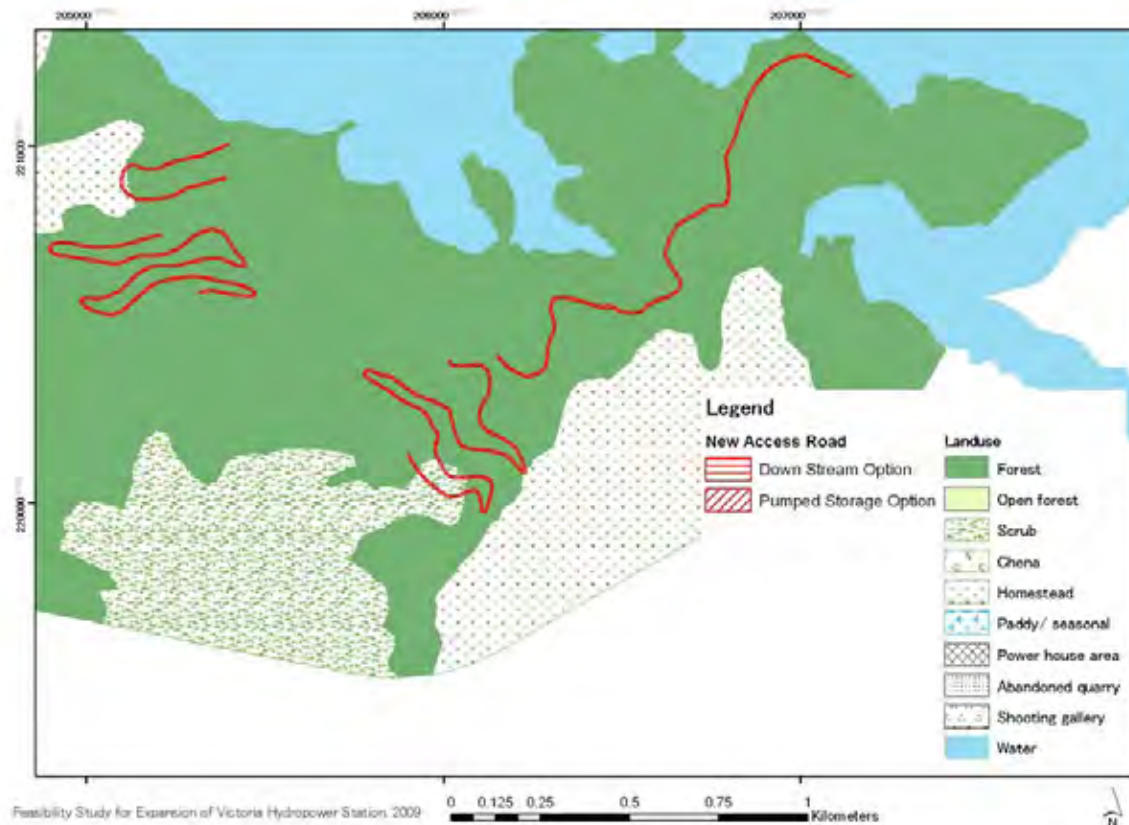


Figure 8.3.2-1 Forest Cutting Area by New Access Roads

2) サンクチュアリへの影響

サンクチュアリに対する影響は、伐採などによる直接影響範囲と、トンネル掘削とランデニガラ貯水池の水位低下による地下水位低下の可能性のある間接影響範囲の面積で比較を行った。直接影響範囲には、新設アクセス道路と土捨場が入る。間接的影響範囲をトンネル中心線とランデニガラ貯水池の水際から 600 m の範囲とした理由は、影響エリアが通常トンネル被り厚さ（最大約 300 m）の 2 倍程度であると考えられるためである（Figure 8.3.2-2 参照）。Table 8.3.2-2 に示すようにサンクチュアリに対して推定される間接影響エリアは、増設基本案で 206 ha、下流案で 5,684 ha、揚水案で 5,684 ha である。

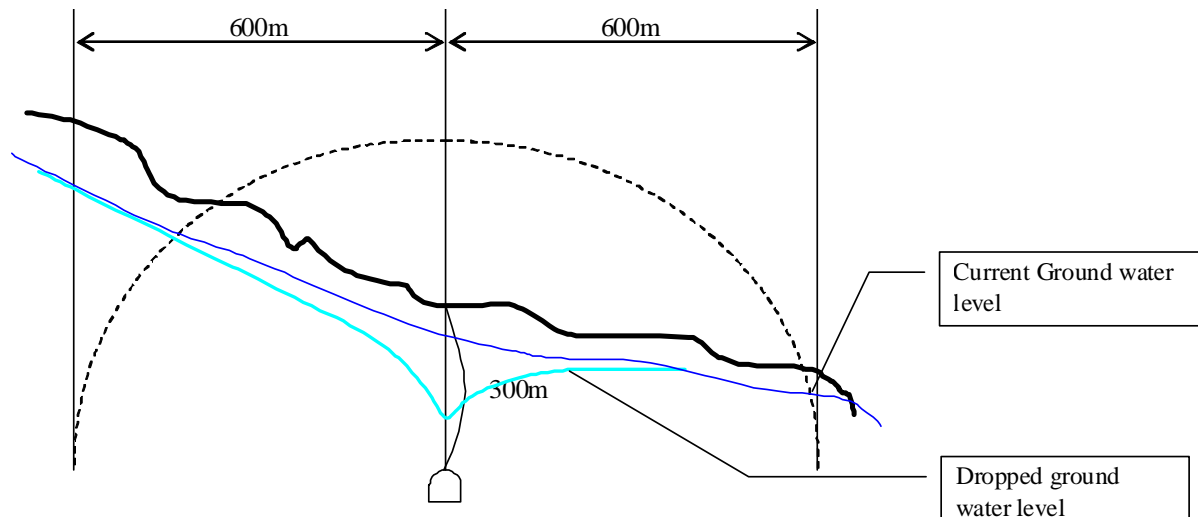


Figure 8.3.2-2 Image of the Mechanism of Dropping Ground Water Level

Table 8.3.2-2 Impacted Area on Sanctuary

Category		Basic Option	Downstream Option	Pumped Storage Option
Sanctuary	Direct Impact Area (ha)	0.0	1.7	2.2
	Indirect Impact Area (ha)	804.9	7,262.0	7,319.0
Proposed National Park	Direct Impact Area (ha)	0.0	0.0	0.0
	Indirect Impact Area (ha)	205.9	5,683.5	5,683.5

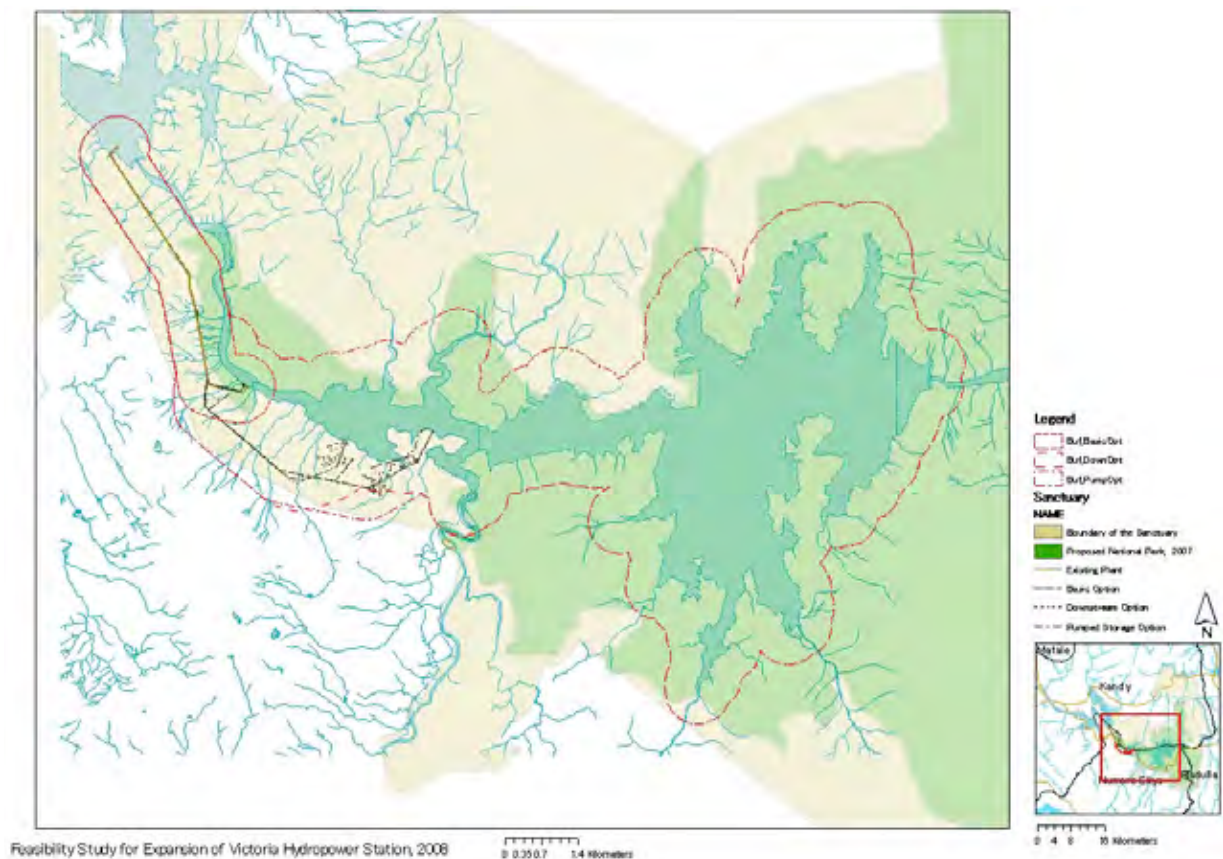


Figure 8.3.2-3 Indirect Impact Area on Sanctuary

3) アクセス道路の長さ

新設アクセス道路は、下流案と揚水案にだけ計画されている。**Table 8.3.2-3** に示すように下流案の新設アクセス道路の距離は 2.8 km、揚水案の新設アクセス道路の距離は 3.7 km である。

Table 8.3.2-3 Length of New Access Road

Item	Basic Option	Downstream Option	Pumped Storage Option
Road length (km)	0	2.8	3.7

4) 住民移転と土地利用に対する影響

住民移転と土地利用に対する影響は、直接改変エリア・間接影響エリアと土地利用図を重ね合わせることによって予測した。土地利用図上では、直接改変エリア内に移転対象とする家屋は分布していない。一方、間接的影響を受ける土地利用の地目は、農園、チェーナ³、水田などである (**Table 8.3.2-4** および **Figure 8.3.2-4** 参照)。

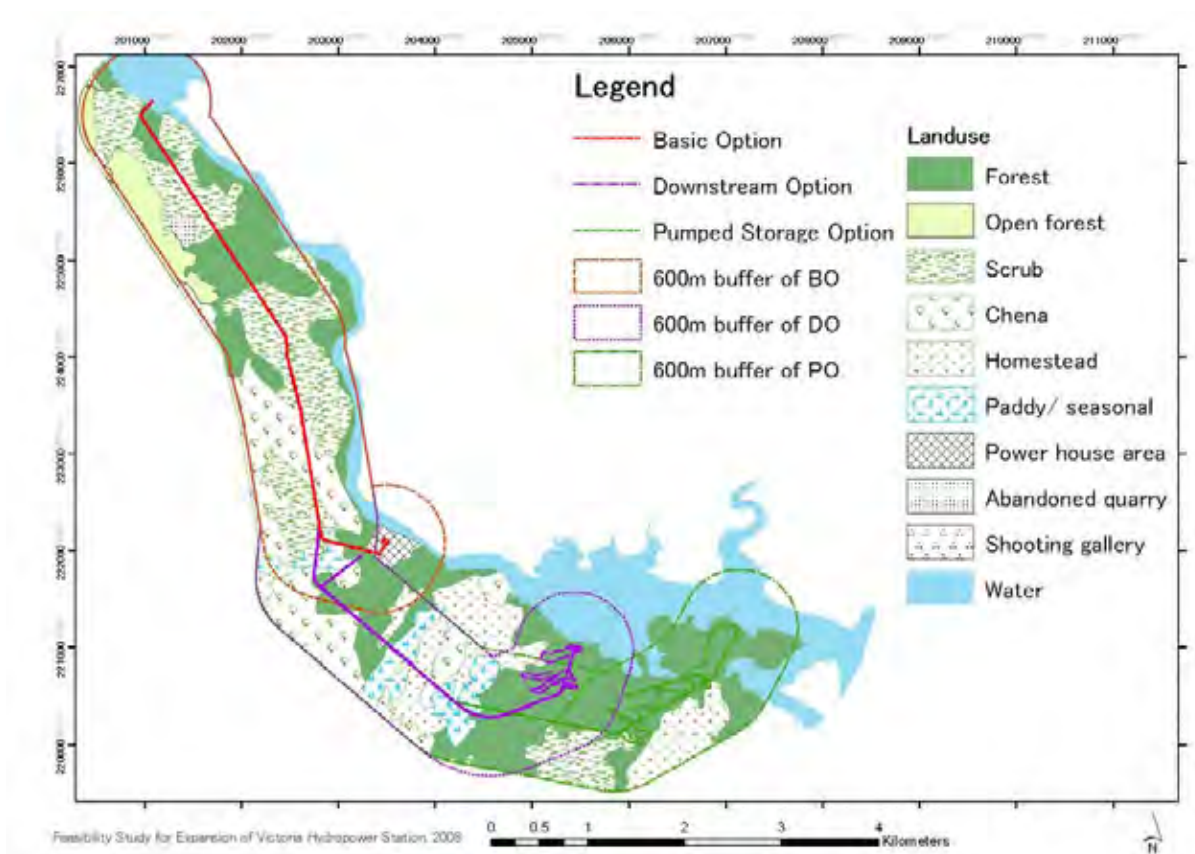


Figure 8.3.2-4 Indirect Impact Area on Land Use

³ スリランカなどの熱帯の焼畑耕作の一形態。

Table 8.3.2-4 Land Use in the Impact Area (ha)

	Basic Option	Downstream Option	Pumped Storage Option
Forest	210.0	380.8	486.3
Open forest	52.0	52.0	52.0
Scrub	245.2	260.9	291.3
Chena	113.8	202.1	202.0
Homestead	10.6	68.2	116.4
Paddy/ seasonal	14.8	73.6	73.6
No vegetation	21.9	9.7	9.7
Total	668.3	1,047.4	1,231.4

(3) 社会面

1) 地域雇用への貢献

地域雇用への貢献度合いは、想定される雇用者数の比較によって行った。ただし、代替案の比較検討段階では基本的な設計が決まっておらず、雇用者数の推定が困難であったため、事業規模と雇用者数が比例すると仮定した上で、雇用者数の相対比較を行った。事業規模で見ると、揚水案の事業規模が最も大きく、下流案がそれに続き、増設基本案は最も規模が小さい。よって、地域雇用への貢献も、揚水案が最も大きく、次に下流案、増設基本案が最も小さいと推定される。

2) 建設中のランデニガラ貯水池の水位低下

下流案と揚水案を選択した場合、工事中にランデニガラ貯水池の水位を低下させる必要がある。Table 8.3.2-5 に示したように下流案では、1年間にわたり 23 m の水位低下が、揚水案では 1.5年間にわたり 25 m の水位低下が必要である。

Table 8.3.2-5 Lowering of Water Level of Randenigala Reservoir

Category	Basic Option	Downstream Option	Pumped Storage Option
Decrease water level	232 m → 232 m 0 m	232 m → 209 m 23 m	232 m → 207 m 25 m
Duration	-	1 year	1.5 years

3) トンネル周辺の構造物に与える影響

トンネル周辺の構造物は、トンネル掘削に伴う振動の影響と地下水位低下の影響を受ける可能性がある。影響範囲がトンネル中心線から両側 600 m の範囲であると仮定すると、1:10,000 地形図上の構造物が、増設基本案で 57、下流案で 111、揚水案で 174 影響を受けると予測される (Table 8.3.2-6 および Figure 8.3.2-5 参照)。

Table 8.3.2-6 Estimated Impact on Buildings around Tunnel

Category	Basic Option	Downstream Option	Pumped Storage Option
Number of buildings	57 buildings	111 buildings	174 buildings
Duration	5 years	5.5 years	6 years

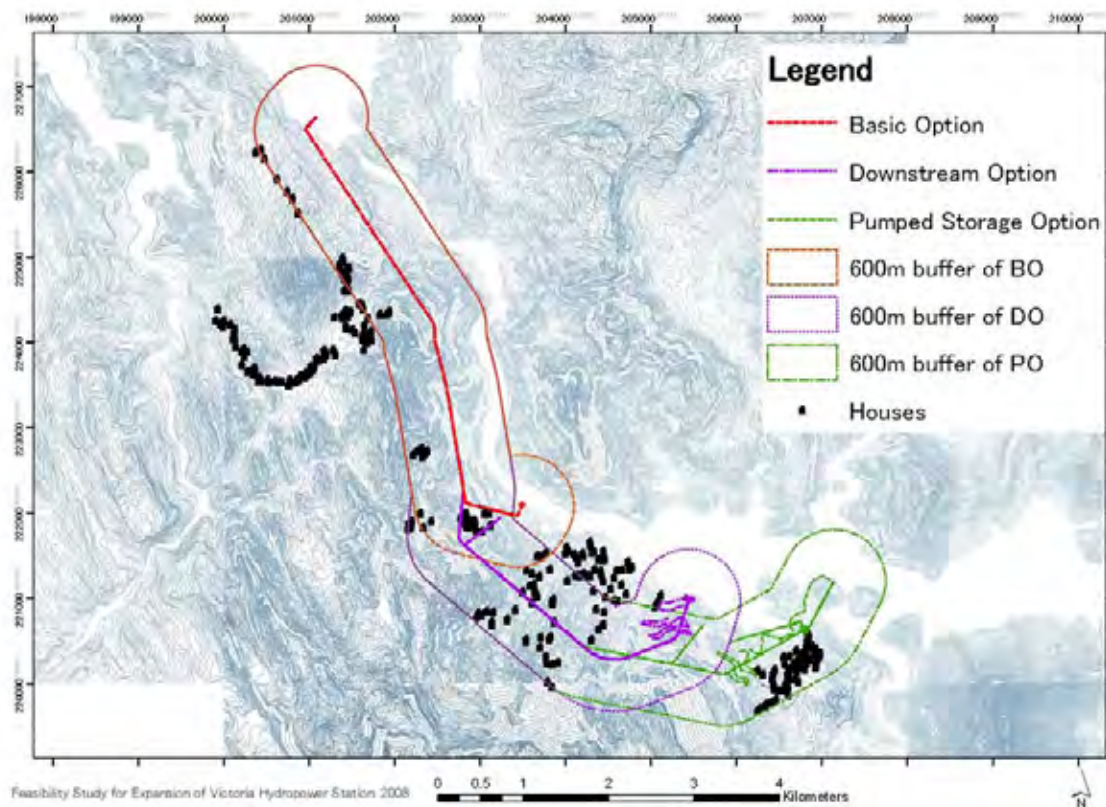


Figure 8.3.2-5 Buildings in the Affected Area

8.3.3 比較結果

(1) ゼロオプション

本事業を実施しなかった場合、環境面でのマイナスのインパクトはないが、社会面、経済面では、ピーク電力が不足となり、経済活動や国民生活に影響を及ぼすと考えられる。

(2) 3案比較

3案の比較を行ったところ、増設基本案が、経済面でも環境面でも最も好ましいとされ、総合的に判断しても増設基本案が最も好ましい案とされた。総合比較表を **Table 8.3.3-1** に示す。

Table 8.3.3-1 Comparative Table for Three Options

	Items	Basic Option	Downstream Option	Pumped Storage Option
Economic aspect	Effective head (m)	** 170	*** 175	* 165
	Annual energy	*** 1.0	*** 1.0	** 0.9
	Construction period	*** 5.5 years	** 6.0 years	* 6.5 years
	Construction cost	*** 1.0	** 1.3	* 1.8
	Reduction in energy during construction	*** 0	** -11%	* -34%
Environmental aspect	Forest cutting area by access roads (m ²)	*** 0 m ²	** 16,385 m ²	* 20,677 m ²
	Impact on sanctuary (ha)	*** 804.9 ha	** 7,262.0 ha	* 7,319.0 ha
	Length of new access road (m)	*** 0 m	** 2,823 m	* 3,722 m
	Indirect impact on land use (ha)	*** Forest: 210 Scrub: 245 Chena: 114 Homestead: 10 Paddy: 15	** Forest: 381 Scrub: 261 Chena: 202 Homestead: 68 Paddy: 74	* Forest: 486 Scrub: 291 Chena: 202 Homestead: 116 Paddy: 74
Social aspect	Increase in jobs	*	**	***
	Decrease of water level of Randenigala reservoir during construction	*** 0 m	** 23 m, 1 years	* 25 m, 1.5 years
	Impact on the existing facilities	*** 57 buildings	** 111 buildings	* 174 buildings

***: Best **: Second best *: Worst

8.4 最適増設計画での環境社会配慮調査

8.4.1 調査計画

(1) 選択された増設計画

選択された増設計画の主な永久構造物は、導水トンネル、サージタンク、水圧管路（トンネルおよび露出管）、発電所である。取水口、中央部のアクセストンネルは既設を利用する。また、第10章で記載された仮設備用地および土捨場が必要となる。水路ルートと仮設備用地、土捨場を Figure 8.4.1-1 に示した。

Table 8.4.1-1 には、各仮設備用地および土捨場で行なう工事および使用される工事用機器・プラントを示した。

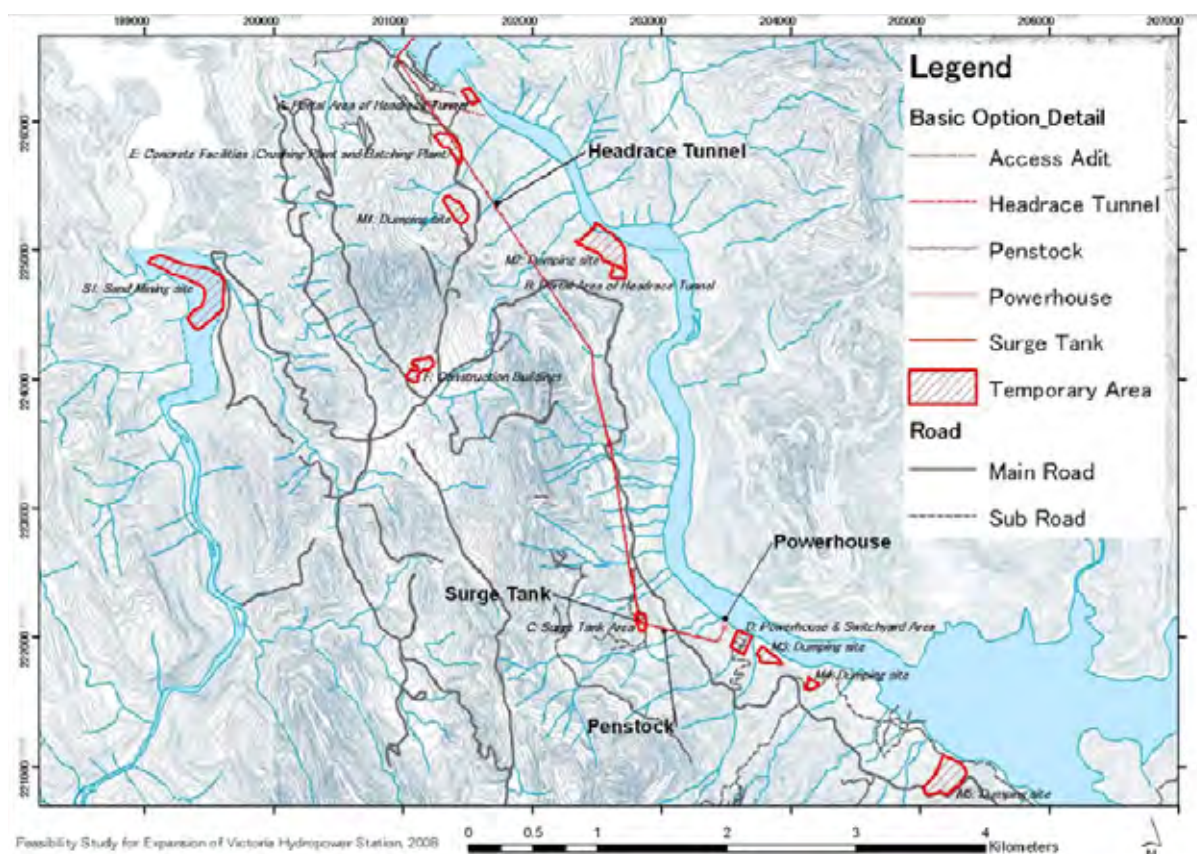


Figure 8.4.1-1 Layout of the Plan

Table 8.4.1-1 Location of Construction Plant, Machine, and Vehicle

No	Candidate for Temporary Facility Area	Kind of work	Major Construction Plant, Machine, and Vehicle
A	Portal Area of Headrace Tunnel (Upstream)	Excavation of Tunnel Portal, Support of Tunnel Works (mucking, ventilation, transportation of materials, repair of machines, etc.)	Agitating Truck, Concrete Pump, Air Compressor, Ventilating Fan, Dump Truck, Bar Bender, Welding Machine, Pump, Generator for emergency
B	Portal Area of Headrace Tunnel (Middle stream)	Support of Tunnel Works (ventilation, repair of machines, etc.)	Agitating Truck, Concrete Pump, Air Compressor, Ventilating Fan, Dump Truck, Bar Bender, Welding Machine, Pump, Generator for emergency
C	Surge Tank Area	Excavation of Surge Tank Shaft, Support of Surge Tank Shaft Excavation (mucking, transportation of materials, repair of machines, etc.)	Muck Loader, Dump Truck, Drilling Machine, Air Compressor, Crane, Concrete Pump, Bar Bender, Welding Machine, Pump, Generator for emergency

No	Candidate for Temporary Facility Area	Kind of work	Major Construction Plant, Machine, and Vehicle
D	Headrace (Downstream) Penstock, Powerhouse & Switchyard Area	Excavation of Tunnel Portal, Support of Tunnel Works (mucking, ventilation, transportation of materials, repair of machines, etc.) Open Excavation Works, Installation of Steel Penstock Pipes, Concreting, Installation of Electromechanical Equipment	Excavator, Muck Loader, Bulldozer, Dump Truck, Air Compressor, Crawler Drill, Ventilating Fan, Concrete Pump, Bar Bender, Welding Machine, Agitating Truck, Vibrator, Crane, Truck, Flat Bed Truck, Pump, Generator for emergency
E	Concrete Facilities (Crushing Plant and Batching Plant)	Producing of concrete aggregates and concrete	Crushing Plant Batching Plant Dump Truck Wheel loader Agitating Truck, Generator for emergency, Water Treatment Plant, Pump
F	Construction Buildings	Office Work	Passenger car
S1	Sand Mining site	Mining sand, Loading sand	Backhoe, Dump Truck
M1	Dumping site (Existing Borrow Area)	Unloading of muck, Leveling	Dump Truck, Bulldozer
M2	Dumping site (Existing Spoil Bank for Headrace)	Unloading of muck, Leveling	Dump Truck, Bulldozer
M3	Dumping site (Existing Temporary Area for Powerhouse)	Unloading of muck, Leveling	Dump Truck, Bulldozer
M4	Dumping site (Existing Spoil Bank for Powerhouse)	Unloading of muck, Leveling	Dump Truck, Bulldozer
M5	Dumping site (Stream at 2.4km Downstream of Powerhouse)	Unloading of muck, Leveling	Dump Truck, Bulldozer
L1	Tunnel route	Drilling, Blasting, Scaling/Trimming, Loading of muck, Shotcrete, Concreting, Grouting	2-(3) Boom Jumbo, Muck Loader, Shotcrete Machine, Concrete Pump, Vibrator, Pump
L2	Roads (Between the sites)	Transportation of muck, Transportation of materials and equipment parts	Dump Truck, Grader, Pick-up Truck, Flat Bed Truck, Grader

(2) スコーピング

Table 8.4.1-2 に示すように、調査団は、現地調査期間中に 3 日間 4 箇所での住民ヒアリングを行い、増設計画を説明した上で、住民から心配となる事項に関するヒアリングを行った。これらヒアリング結果 (Table 8.4.1-3 参照) を踏まえ、調査団は再度スコーピングマトリクスを見直し、影響項目の洗い出しを行なった。影響項目の洗い出しにあたっては、影響の程度に評価点をつける方法を用いた。影響が懸念される項目は調査団が想定したものに加え、二酸化炭素削減に対する貢献、土捨場からの土砂の流出による沢への堆砂、地域文化への影響などが追加された。これらスコーピングの結果を および Table 8.4.1-4 および Table 8.4.1-5 に示す。

Table 8.4.1-2 Date and Place of the Informal Public Hearing

Date	Place	Number of the participants	Covered GN Divisions
2008.09.08	Hingurukaduwa Temple	47	Hingurukaduwa, Ambewela
2008.09.08	Kottegoda Temple, Adikarigama	31	Bogahalanda, Gangaudagama, Adikarigama, Welikada, Idamalanda
2008.09.10	Sanasa Development Bank, Udawattha	23	Malulla, Udawaththa East and West, Galauda North and South
2008.09.11	Hilpenkandura Communityhall	27	Hipenkandura, Endiribedda

Table 8.4.1-3 Anticipated Impacts by Villagers

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Water Problems <ul style="list-style-type: none"> - Decrease the water level in the wells - Changing the rainfall systems - Difficult to access the drinking water sources - Drying water sources - Siltation - Impact to the ground water sources ➤ Agricultural Problems <ul style="list-style-type: none"> - Loss of the cultivated lands - Difficult to take water sources for cultivation lands - Difficult to cultivate the vegetables - Impacts from the wild animals ➤ Other Social Problems <ul style="list-style-type: none"> - Impacts to the houses (vibrations) - Problems of the compensation - Loss of the employment opportunities - Resettlements - Increasing the land slide problems - Increasing the human- elephant conflict
--

Table 8.4.1-4 Scoping Table

Environmental Parameter		Project Activities																	Ranking	Potential Impact												
		Planning Stage		Construction													Operation	Restoration														
		Surveying/feasibility study FEA	Public Meetings	Tunnel										Camp sites and workshop			Building Access Roads	Power House related			Power House	Restoration of damaged sites	Conservation									
		Drilling	Blasting	Transport of explosives	Storage of explosives	Disposal of explosives	Waste transport	Waste dumping	Tunnel lining	Tunnel drainage	Ventilation	Water supply	Power supply	Land preparation	Construction of buildings	Construction of temp. facilities	Provision of Sanitary facilities	Material transport and storage	Equipment maintenance	Maintaining labour camps/workshops	Land preparation	Road surfacing and drainage	Land preparation	Construction	Operation of the plant	Maintaining the plant						
Physical	Soil			3	3			6	12					10								12	4				6	8	9	Soil erosion from waste dumps and road construction		
	Slope stability			2	2									2								6	6				5	5		Landslides/slips		
	Surface drainage			8	10				8	10				8	2	3						8	7	8							Temporary Alteration to Surface drainage patterns	
	Ground water table			20	20																										Temporary lowering of ground water	
	Surface water quality					4	16	6	16	16				12	4	4			14	10											Pollution of surface water from tunnel discharge	
	Ground water quality						12	8	4								5	6													Ground Water Pollution	
	Increased Noise and vibration			10	10									8	8				7	8											Increased noise blasting sites/workshops/	
	Air quality					2		6	8					8	8	6		6	4	6	8	10	8				8	8			Air pollution at plants/blasting sites	
Existing Structures	Existing tunnel			16	20																										cracking	
	Dam			1	1																										cracking	
	Power house			1	1																										cracking	
	Transport network			4	4								2	2	2		12														deterioration due to increase of heavy traffic	
	Dwellings			4	4																										cracking	
Biotic	Forest Cover								16				10									9									reduction of forest cover at dumping sites	
	Species Diversity flora						12	16	8				10					8	9												reduction of forest cover at dumping sites	
	Species Diversity fauna						12	16	8				10					8	9												migration of some species due to noise and activities	
	Elephants								10				5												16						Drowning of elephants in the tailrace	
	Employment opportunities				2	1	1	2	2																							
Social	Employment opportunities/local				1			6			8	10	10	12			6	12	12	9							12	12			Increase in regional employment opportunities	
	Encroachment																														Increase in local economic opportunities	
	Community cohesion																					10									Conflicts due to unequal benefits	
	Attitude towards the project	12	12																												Building a positive impression on the project	
	Uncertainty on the future of AP	10	10																												Increase temporarily	
	Migration																														temporary in-migration	
	Local culture																		12												disturbances from the labourers	
	Religious places																														increased contributions	
	Health			16	16																											increase in work related accidents
	Dometric water supply			20	20																											Temporary reduction due to lowering of ground water
	Cultivation			20																												Temporary reduction due to lowering of ground water
	National Economy																									25						reduce carbon fuel/foreign exchange savings
Local economy																		16								16	16	16			injection of capital to the local economy	

Table 8.4.1-5 Identified Significant Impacts

Type of Impact	The Description of the Impact	
NEGATIVE	1	Temporary lowering of ground water affecting domestic uses
	2	Temporary reduction in agricultural production (paddy) to lowering of ground water
	3	Impact on the integrity of the existing tunnel
	4	Pollution of surface water from tunnel discharge
	5	Increase in work related accidents
	6	Reduction of forest cover at dumping sites
	7	Disturbance some species due to noise and other activities
	8	Soil erosion at tunnel muck dumping sites
	9	Ground Water Pollution
	10	Disturbances to the community from the workers
	11	Deterioration due to increase of heavy traffic
	12	Obstruction to the migratory movement of elephants
	13	Loss of land due to tunnel muck dumping
POSITIVE	1	Reduce carbon fuel/foreign exchange savings
	2	Injection of capital to the local economy
	3	Increase in regional employment opportunities
	4	Building a positive impression on the project

8.4.2 調査結果

(1) 自然環境

1) 地形

増設計画地は、標高 250 m から 800 m に位置し、導水路は北西から南東に流れるマハウエリ川の西岸の急傾斜地の地下に計画されている (Figure 8.4.2-1)。急傾斜地には小規模な沢が多くあり、マハウエリ川に流れ込んでいる。マハウエリ川の河床は両岸から崩落した岩で覆われている。(詳細はEIAレポート 3.1.2 参照)

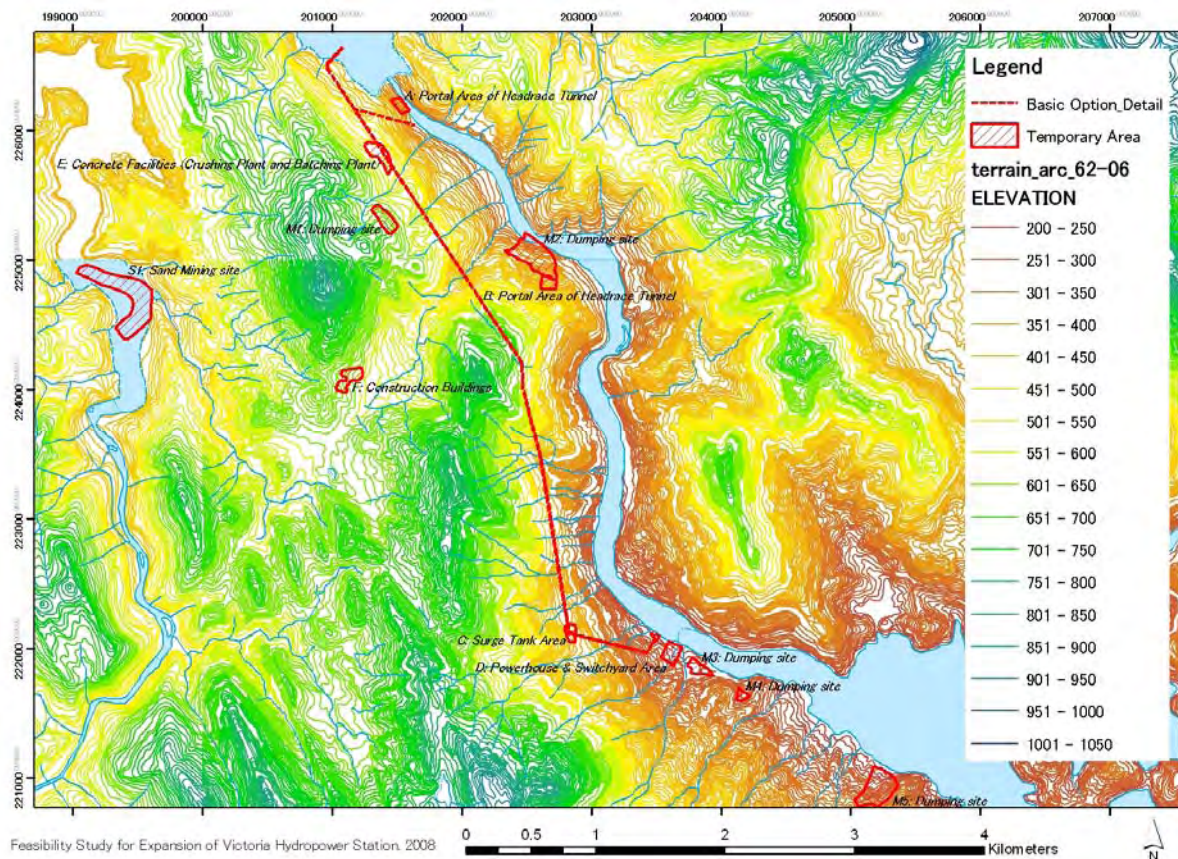


Figure 8.4.2-1 Topography

2) 地質

ヴィクトリア発電所は、ハイランドコンプレックスと呼ばれる地質構造区にある中央山地に位置する。ハイランドコンプレックスは先カンブリア紀の堆積岩を起源とする互層状の変成岩から構成されており、ジュラ紀より以前に褶曲や断層の影響を受けている。増設計画地周辺の地層は、片麻岩、グラニュライト、珪岩、結晶化した石灰岩で構成されている。風化層と崖錐堆積物が表層に見られる。地質図を **Figure 8.4.2-2** に示す。(詳細は、**EIA** レポート **3.1.3** 参照)

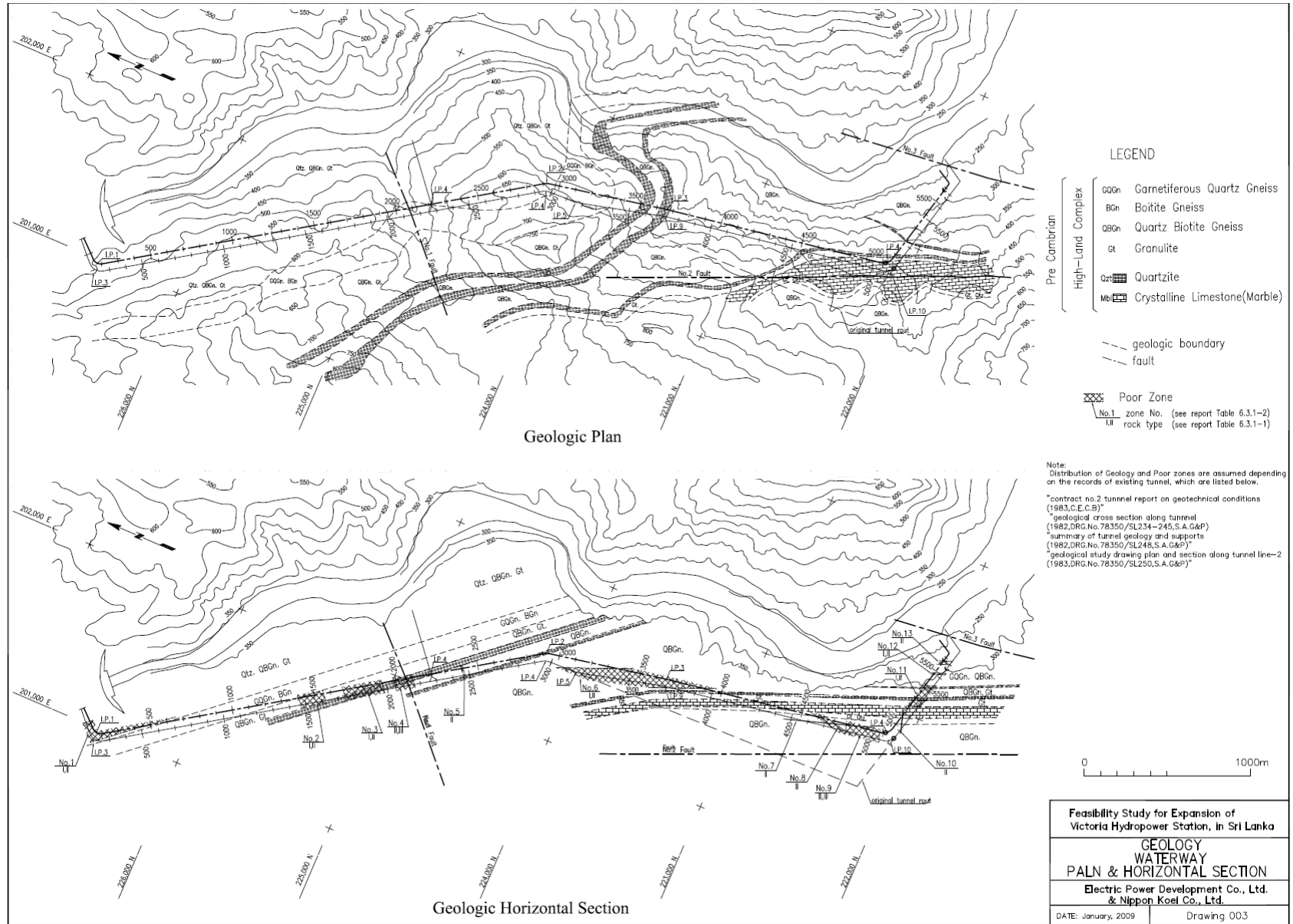


Figure 8.4.2-2 Geology

3) 気象

増設計画地に最も近い気象観測地点はヴィクトリアダムである。ヴィクトリアダムでは、10月から1月の間の降雨量が比較的多く、それ以外の月は降雨量が比較的小さい。インターモンスーンの中でも4月だけは比較的高い降雨量が多くなっている。(詳細は **EIA レポート 3.1.4** 参照)

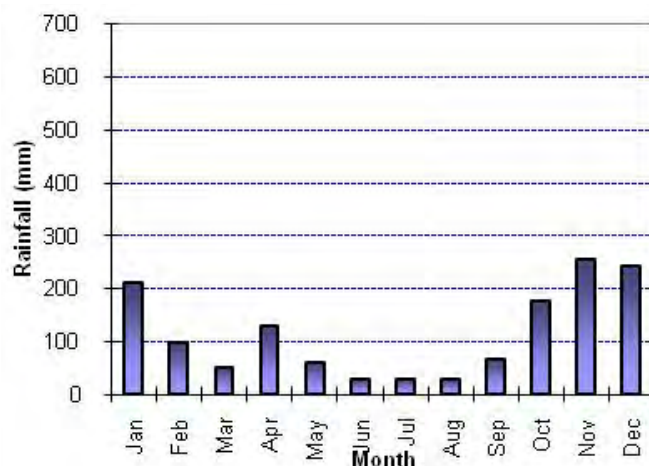


Figure 8.4.2-3 Monthly Average Rainfall at Victoria Dam

4) 水象

水利用

増設計画地とその周辺の水利用は主に水田耕作と畑作である。これら農業は、雨水と近隣沢水からの一時的な取水によってまかなわれている。水田は比較的高い降雨量の多い北東モンスーンの期間に、畑作はモンスーンの後に行われている。6月から8月の乾季には、耕作は行われていない。(EIA レポート 3.1.5.5 参照)

表流水の水質

増設計画地周辺の表流水の水質把握のため、2008年11月から12月の降雨時と晴天時に6箇所でサンプリング調査を行った。2箇所はマハウェリ川、3箇所は周辺の沢、1箇所は砂取場予定地である (Figure 8.4.2-4 参照)。分析の結果、リンの集積(0.03から0.19 mg/lの PO_4^{3-}P (リン酸性リン))が認められた。これは、人為的影響を示すものである。BOD₅(生物化学的酸素要求量)はNo.21(21 mg/l)を除いて、いずれも2.2mg/l以下であった。No.20では、雨天、晴天時共に浮遊物質(SS)が高く、エロージョンの影響が示唆された。(EIA レポート 3.1.5.6 参照)

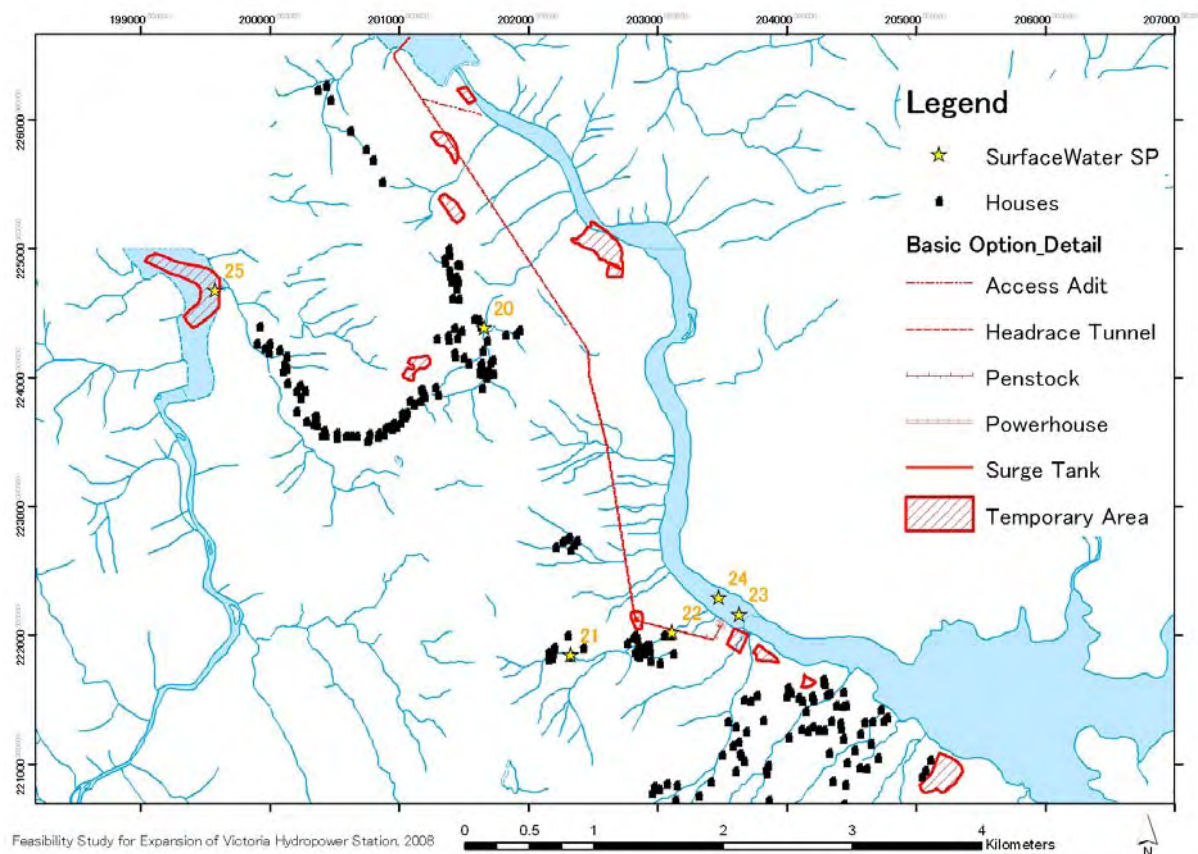


Figure 8.4.2-4 Locations of Surface Water Samplings

Table 8.4.2-1 Surface Water Quality (Ref. Figure 8.4.2-4 for locations)

Location	22 (Creek1)		20 (Creek2)		21 (Creek3)	23 (River)*	24 (River)*	25 (Stream)
	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Wet	Wet
Temperature °C	25.0	24.2	25.0	24.4	24.6	24.9	25.1	24.6
pH	7.6	7.8	7.4	7.9	7.2	7.6	7.2	7.4
Conductivity (μS/cm)	455	456	645	790	498	326	102	164
Dissolved Oxygen (mg/l)	8.03	8.05	5.51	5.54	3.03	6.10	7.87	8.93
Alkalinity total (mg/l as CaCO ₃)	190	170	240	130	210	140	40	50
Nitrogen (NO ₃ ⁻ -N) mg/l	1.1	0.4	0.2	<0.1	0.5	0.1	0.3	0.3
Phosphorous (PO ₄ ³⁻ -P) mg/l	0.05	0.05	0.03	0.19	0.10	0.11	0.08	0.10
Total Hardness (as CaCO ₃) mg/l	190	186	240	260	210	110	35	53
BOD ₅ (mg/l)	1.4	1.13	2.2	1.11	21	1.67	1.33	1.0
TSS (mg/l)	20	14	202	240	76	16	90	152
TDS (mg/l)	292	364	238	260	688	96	136	20
Iron (mg/l)	0.01	0.01	0.22	<0.01	0.37	0.06	0.20	0.29
Turbidity (NTU)	0.43	0.4	2.5	0.26	8.2	0.7	4.2	5.8
Color (PtCo APHA units)	40	20	19	12	27	9	35	34
Total Coliform (pfu/100ml)	0	42	0	200	0	260	140	30
Fecal Coliform (pfu/100ml)	0	0	0	60	0	12	06	22

* Sampling of the Mahaweli river is carried out just upstream of the proposed power plant and just downstream the proposed power plant

地下水位

地下水位は、既存の井戸の水位を測定することによって調査を行った（Figure 8.4.2-5 参照）。井戸の分布は、ウェリカダとハクルタレの大きく二つにグループ分けできる。ハクルタレの住民のほとんどは、ヴィクトリアダム第一期工事の際に井戸水の低下が生じたこと証言しているが、ウェリカダの住民は影響があったという住民とそうでないという人がいた。（EIAレポート 3.1.5.7 参照）

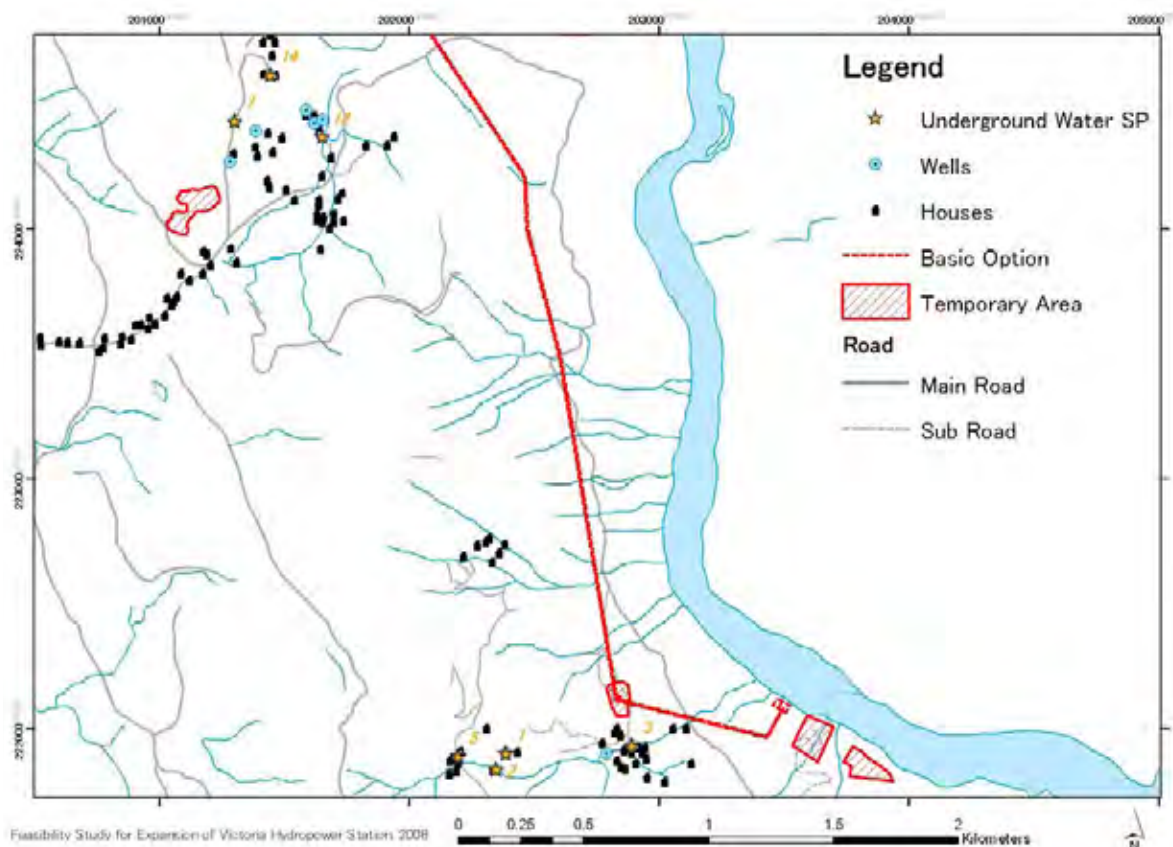


Figure 8.4.2-5 Ground Water Measurement Points

Table 8.4.2-2 Water Level

(meters below ground surface. Refer to Figure 8.4.2-5 for locations)

Well Location	1	2	3	5	7	12	14
Groundwater level (m)	0.90	0.50	0.40	1.20	0.30	0.50	1.45

地下水の水質

地下水の水質は、既存の井戸水の水質を測定することによって把握した。増設計画地周辺には深井戸が存在しなかったため、すべて浅井戸のデータである（Figure 8.4.2-5 参照）。調査を行った井戸は、飲用水とそれ以外の目的にも用いられていた。分析結果によると、リンの集積（0.03 から 0.12 mg/lの PO_4^3P （リン酸性リン））が認められた（Table 8.4.2-3 参照）。ただし、 BOD_5 （生物化学的酸素要求量）は比較的低い数値（1.63 mg/l）にとどまって

いるため、富栄養化の原因は生活排水ではなく農業起源であると考えられる。(EIAレポート 3.1.5.8 参照)

Table 8.4.2-3 Current Groundwater Quality of the Area (refer to Figure 8.4.2-5 for locations)

Well Location Number	1	2	3		5	7	12	14
			Dry	Wet				
Temperature °C	25.8	26.3	25.9	24.2	24.6	26.3	26.4	23.4
pH	7.3	7.4	8.6	7.5	7.6	7.5	7.3	7.2
Conductivity (µS)	683	504	556	553	722	877	719	540
Dissolved Oxygen (mg/l)	7.06	5.46	7.26	6.92	5.93	7.16	5.19	5.75
Alkalinity (mg/l)	260	200	200	200	260	300	320	219
Nitrogen (NO ₃ ⁻ -N) mg/l	0.2	>0.1	2.0	1.2	0.3	0.3	0.9	0.6
Phosphorous (PO ₄ ³⁻ -P) mg/l	0.05	0.03	0.03	0.11	0.05	0.04	0.03	0.12
Total Hardness (as CaCO ₃) mg/l	260	210	213	210	280	326	360	230
BOD ₅ (mg/l)	1.19	1.53	1.62	1.33	1.50	1.53	1.42	1.88
TSS (mg/l)	78	172	266	144	142	188	316	88
TDS (mg/l)	386	158	34	130	344	362	202	74
Iron (mg/l)	0.03	0.01	0.04	0.01	0.03	0.01	<0.01	0.08
Turbidity (NTU)	0.9	0.3	0.45	0.35	0.6	0.45	0.44	0.97
Color (PtCo APHA units)	11	40	34	35	32	6	12	7
Total Coliform (pfu/100ml)	0	0	0	25	0	0	0	0
Fecal Coliform (pfu/100ml)	0	0	0	0	0	0	0	0

5) 地すべり

増設計画地周辺には、地すべりの発生しやすい場所がいくつか存在する (Figure 8.4.2-6 参照)。しかし、過去に大規模な地すべりが発生したという記録は無い。2007年に各所で地すべりが発生した際も、発電所近くの手クルタレの道路を封鎖した小さな崩落以外、近辺での地すべりは報告されていない。近隣住民も前回の工事で地すべりは発生しなかったとコメントしている。(EIAレポート 3.1.5.18 参照)

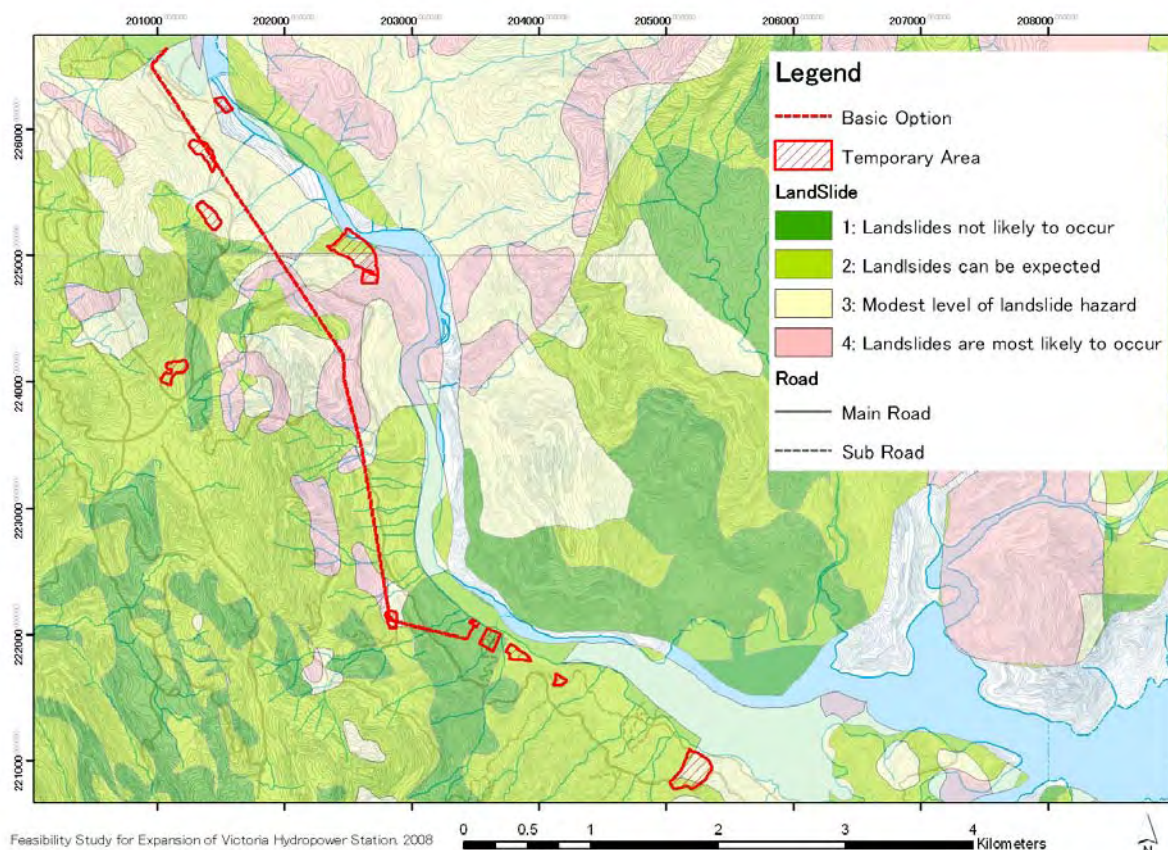


Figure 8.4.2-6 Landslide Zonation Map

6) 土地利用

増設計画地とその周辺は、1980年初頭のマハウェリ事業が実施されるまでアクセスが非常に悪く、自給自足の農業が細々と行われていた。マハウェリ事業が開始されてから、自給自足の農業から商業農業に変換されていった。1987年にヴィクトリア・ランデニガラ・ランタンベサンクチュアリ (VRRS) が設立され、既存の農地での耕作は認められたが、新たな耕作地拡大が禁止された。

現在、増設計画地周辺には、10の土地利用区分が見られる。土地利用区分は大きく、農用地、自然・半自然地・その他の3つに区分できる。農用地は、家庭菜園、焼畑、水田・野菜・タバコ農地の3つに区分される。(EIA レポート 3.1.6 参照)

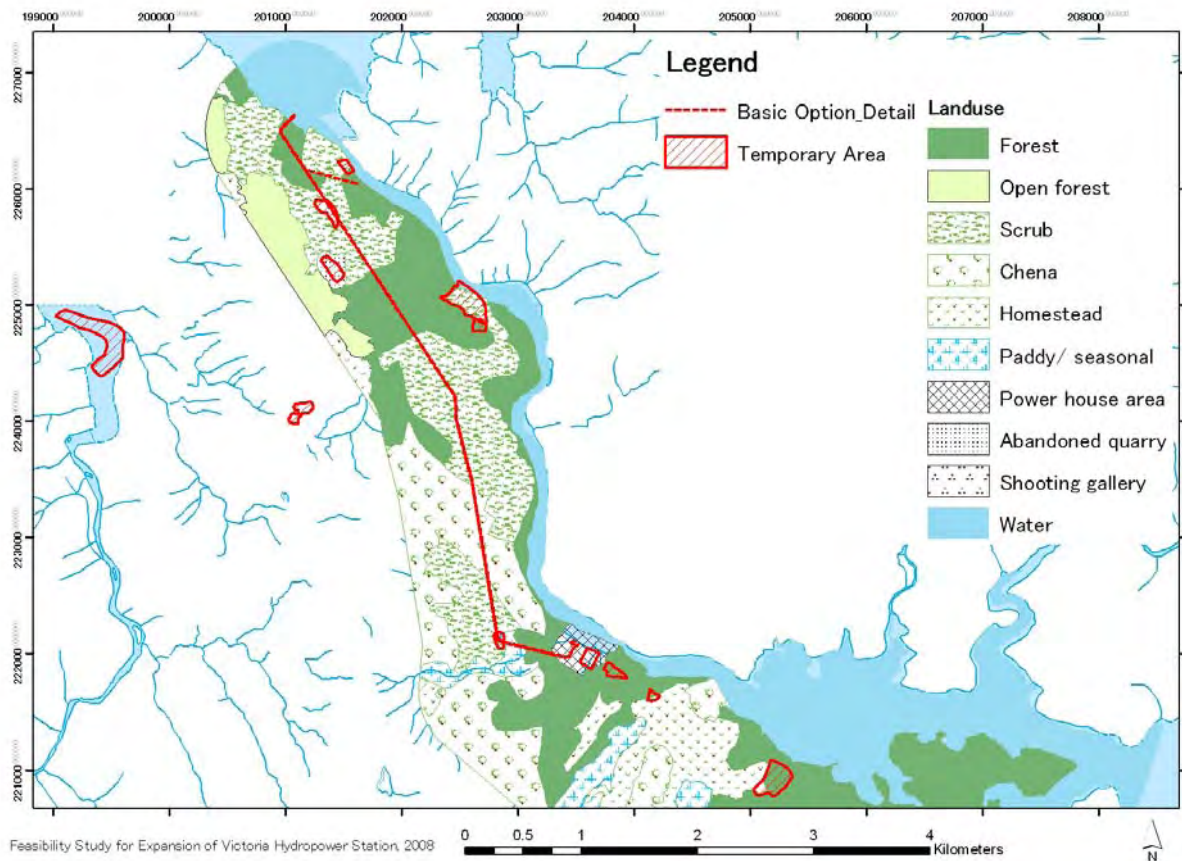


Figure 8.4.2-7 Land Use (Project area)

Table 8.4.2-4 Land Use in the Project Impact Area by GN Divisions

GN name	Closed Canopy Forest	Secondary Forest	Scrub and grassland & Grasslands	Chena	HG	Paddy/ Vege	SL/Army Shoot. Gallery	Water	Powerhouse Surge Chamber	Quarry
Ambewela	16.2	15.3	54.7	32.7	12.9	-	2	23.1	-	-
Bogahalanda	18	17.1	58.9	18.9	0.2	-	-	9.8	-	-
Hakurutale	0.4	105.7	79.4	71.2	1.8	8.9	-	14.9	13.5	-
Hilpankadura	-	19.5	2.2	0.4	0.02	-	-	1.2	1.6	-
Hingurukaduwa	2.4	-	-	0.8	0.3	-	-	12.8	-	-
Malulla	-	0.02	-	3.4	0.1	-	-	-	-	-
Walikada	-	64.8	44.3	18.5	31.1	-	-	7.7	-	6.1
Total	37	205.62	239.5	145.9	46.1	8.9	2	69.5	15.1	6.1
%	4.7	26.0	30.3	18.4	5.8	1.1	0.3	8.8	1.9	0.8



Picture 8.4.2-1
Home Garden



Picture 8.4.2-2
Land Preparation for Cehna Cultivation



Picture 8.4.2-3
Land Preparation in Home Gardens



Picture 8.4.2-4
Chena Land



Picture 8.4.2-5
Grasslands



Picture 8.4.2-6
Secondary Forests



Picture 8.4.2-7
Scrublands



Picture 8.4.2-8
Stream Bank Vegetation

7) 保護区

増設計画地は、42,087.3 haのヴィクトリア・ランデニガラ・ランタンベ・サンクチュアリ (Victoriya Randenigala Rantambe Sanctuary) 内に位置し、サンクチュアリマネジメントプラン (DWLC, 1999) が策定されている。このマネジメントプランは本サンクチュア리를コアゾーンとバッファゾーンに区分している (Figure 8.4.2-8 参照)。コアゾーンは人為干渉が最小限にとどめられることが推奨されており、「重要な生態系のプロセスが阻害・変更されないようにすること (DWLC, 1999:62)」とされている。この目的を達成するため、コアゾーンは国立公園として申請中である。この申請は、コアゾーン内の住民移転も含んでいる。バッファゾーンは、コアゾーンと人口集中エリアとの間に位置し、ゾーン内の村落だけでなく周辺地域からも人為的プレッシャーを受けている。持続可能な形での家畜の放牧は許されているが、消費的な利用は禁止されている (DWLC, 1999:78-72)。 (EIAレポート 3.1.6.3 およびEIAレポートAnnex VI-53 ページ参照)

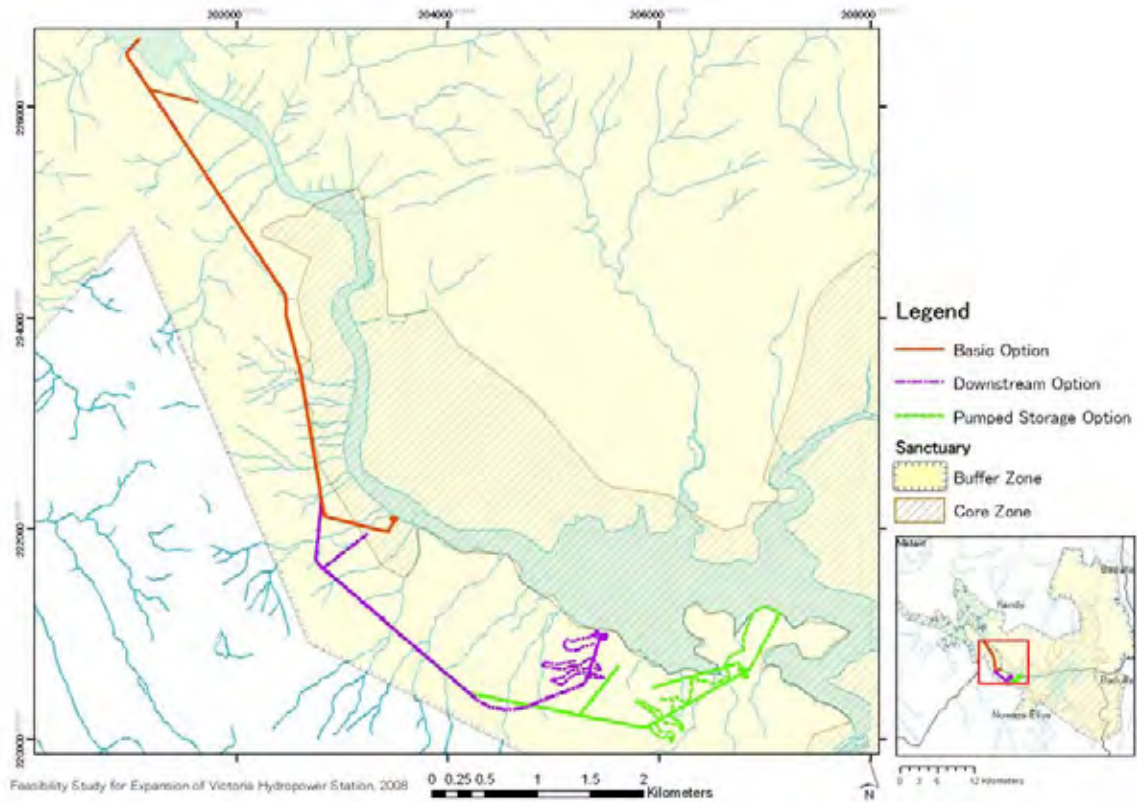


Figure 8.4.2-8 Protected Area

8) 大気質

2008年12月に増設計画地周辺4箇所（Figure 8.4.2-9）で行った大気測定の結果はTable 8.4.2-5の通りである。大気質は良好で問題となる項目はない。（EIAレポート3.1.7.1参照）

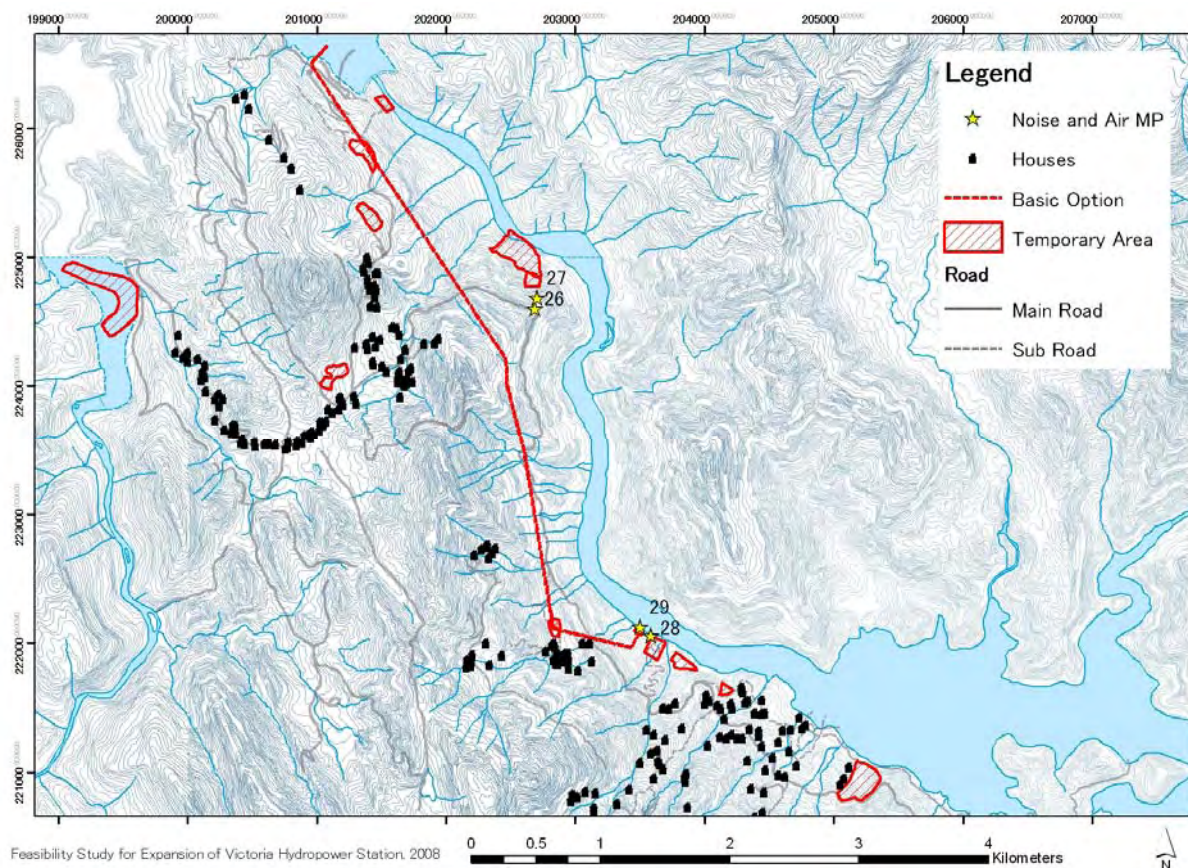


Figure 8.4.2-9 Air Quality and Sound Level Measurement Locations

Table 8.4.2-5 Observed Air Quality of the Impact Area
(refer to Figure 8.4.2-9 for sampling locations)

Location	CO ppm	CO ₂ ppm	NO _x ppm	SO ₂ ppm	Particulate matter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Road side - Victoria Tunnel Office (26)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	95
Summer Hut - Victoria Tunnel Office (27)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	14
Near the Power Station Transformers (28)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	35
Near the Proposed Tunnel Outlet (29)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	15

9) 騒音

増設計画地は、中央環境局公害管理部の騒音振動基準でいう「低騒音エリア」に該当する。Table 8.4.2-6 に騒音基準のレベルを示す。(EIAレポート 3.1.7.2 参照)

Table 8.4.2-6 Existing Standards of Noise Levels (SCHEDULE I)

Maximum Permissible Noise Levels in dB at Boundaries (as L_{ACqT} . A-weighted sound pressure determine over a T hour time interval) under Noise Control Regulation

Area	Area definition	Day time (06.00 – 18.00 hrs)		Night time (18.00 – 06.00 hrs)	
		Sri Lanka	International ^a	Sri Lanka	International ^a
Silent Zone	Area covered by a distance of 100 m from the boundary of a, courthouse, hospital, public library, school, zoo, sacred areas, and areas set apart for recreation and environmental purposes	50	-	45	-
Low Noise	An area located within any Pradeshiya Sabha	55	55	45	45
Medium Noise	An area located within any Municipal or Urban council area	63 ^b	55	50	45
High Noise	Export processing zones established by the BOI or industrial estate approved under part IV C of NEA	N/A	70	60	70

a - World Bank Guidelines

b - Provided that the noise level should not exceed 60 dB (A) inside existing houses, during day time

増設計画地周辺 4 箇所騒音測定を行なった。現況の測定値のほとんどは低騒音エリア基準内に収まったが、増設計画地付近を通るキャンディーランデニガラ道路では、車両走行時に 55dB を超える値が測定された。ただし 20 分の平均では、騒音基準を満たしている。

Table 8.4.2-7 に測定結果を示す。

Table 8.4.2-7 Existing Noise Levels

Location	Sound level (dB)		
	Traffic	No traffic	Average (20 min)
26. Tunnel office, side of main highway	60.1-84.5	41-44	49
27. Behind tunnel office	35-42	30-37	38
28. Victoria power station entrance*	-	48-55	50
29. Victoria power station at proposed powerhouse site*	-	50-54	52

* During no power generation

10) 動植物

動・植物相

増設計画地およびその周辺では、ハビタット毎に動植物相の確認を行った。動植物とも、低木と草地(Scrub and grasslands)、家庭菜園 (Homegardens)、二次植生 (Secondary forests)、河岸植生 (Stream bank vegetation) で、比較的多くの種が確認された (Table 8.4.2-8、Table 8.4.2-9 参照)。またマハウェリ川のタイドプールと発電所下流で 11 種の魚類が確認された (Table 8.4.2-10 参照)。(EIA レポート 3.2.0 参照)

Table 8.4.2-8 Summary of the Floral Composition of Tunnel Trace

Habitat	Families	Species	Trees	Shrubs	Liana
Homegardens	34	77	51	16	10
Chena	13	14	12	2	-
Grassland	14	21	4	5	12
Scrub and grasslands	36	83	52	18	13
Secondary forests	17	38	27	7	4
Stream bank vegetation	32	74	42	11	21

Table 8.4.2-9 Summary of Fauna Observed during Sampling

Habitat	Group	Families	Species	Endemics
Home gardens	Butterflies	6	30	-
	Land snails	2	2	-
	Amphibians	1	1	-
	Reptiles	7	11	-
	Birds	22	30	3
	Mammals	6	12	1
	Total		44	86
Chena	Butterflies	5	25	-
	Land snails	3	3	-
	Amphibians	-	-	-
	Reptiles	5	11	1
	Birds	11	15	-
	Mammals	4	7	-
	Total		28	61
Grasslands	Butterflies	5	16	-
	Land snails	-	-	-
	Amphibians	-	-	-
	Reptiles	2	2	-
	Birds	3	5	-
	Mammals	4	4	-
	Total		14	27
Scrub and grasslands	Butterflies	6	28	-
	Land snails	2	2	-
	Amphibians	1	1	-
	Reptiles	8	11	-
	Birds	19	34	2
	Mammals	8	11	1
	Total		44	87
Secondary forests	Butterflies	5	26	-
	Land snails	-	-	-
	Amphibians	1	1	1
	Reptiles	6	9	1
	Birds	21	27	4
	Mammals	11	11	1
	Total		44	74

Habitat	Group	Families	Species	Endemics
Stream banks	Butterflies	5	26	-
	Land snails	1	1	-
	Amphibians	1	1	-
	Reptiles	4	6	-
	Birds	20	30	2
	Mammals	8	10	1
	Total		39	74

Table 8.4.2-10 Fish Species Recorded from the Spray Zone of the Victoria Powerhouse

Family	Scientific name	Common name	Abundance
Cyprinidae	<i>Devario malabaricus</i>	Giant Danio	++
Cyprinidae	<i>Garra ceylonensis</i> *	Stone Sucker	++
Cyprinidae	<i>Labeo fisheri</i> *	Mountain Labeo	+
Cyprinidae	<i>Puntius sarana</i>	Olive barb	++
Cyprinidae	<i>Puntius singhala</i> *	Filamented barb	+
Cyprinidae	<i>Tor khudree</i>	Mahseer	++
Cyprinidae	<i>Rasbora daniconius</i>	Striped Rasbora	+
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia	+++
Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilapia	+
Cichlidae	<i>Etroplus suratensis</i>	Green Chromide	++
Heteropneustidae	<i>Heteropneustes fossilis</i>	Stinging Catfish	+

Abundance: + (<20 individuals); ++ (21 – 50 individuals); +++ (> 50 individuals)

Sampling effort (10 cast net samplings), Endemic species: *

希少生物

増設計画地およびその周辺では、植物 7 種、蝶類 1 種、陸生貝類 1 種、両生類 3 種、爬虫類 3 種、鳥類 4 種、哺乳類 3 種、魚類 3 種、計 25 種の希少生物が確認された。魚類以外の希少種を Table 8.4.2-11 に示し、魚類の希少種は Table 8.4.2-10 に記した。(EIA レポート 3.2.0.9 参照)

Table 8.4.2-11 Rare Species Recorded near the Project Site

Items	Name	Common name	Category ⁴	Hone Gardens	Chena	Grasslands	Scrub Fores	Secondary Forest	Stream Bank Vegetation
Flora	<i>Ziziphus lucida</i>	Eraminiya(S)	CR	+	+	+	+	+	+
	<i>Argyreia populifolia</i>	Giri-tilla(S)	Endemic	+	+	+	+	+	+
	<i>Wendlandia bicuspidate</i>	Rawan-idala(S)	Endemic	+	+	+	+	+	+
	<i>Syzygium assimile</i>	Damba(S)	Endemic	+	+	+	+	+	+
	<i>Micromelum minutum</i>	Wal-karapincha(S)	Endemic	+	+	+	+	+	+
	<i>Derris parviflora</i>	Kalawel(S)	Endemic	+	+	+	+	+	+
	<i>Strychnos trichocalyx</i>	Kaduru (S)	Endemic	+	+	+	+	+	+
Butterflies	<i>Troides darsius</i>	Common Birdwing	NT	+	-	-	-	+	+

⁴ NT-Near Threatened / VU-Vulnerable / EN-Endangered / CR-Critically Endangered

Items	Name	Common name	Category ⁴	Hone Gardens	Chena	Grasslands	Scrub Fores	Secondary Forest	Stream Bank Vegetation
Land snails	<i>Cyclophorus ceylanicus</i>	Common Snail	NT	-	-	-	-	-	+
Amphibians	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	Common house toad	Endemic	+	-	-	+	-	-
	<i>Lankanectes corrugatus</i>	Corrugated water frog	Endemic	-	-	-	-	-	+
	<i>Fejervarya kirtisinghei</i>	Montain paddy field frog	Endemic	-	-	-	-	-	+
Reptiles	<i>Chrysopelea taprobanica</i>	Sri Lankan Flying Snake	VU	-	-	-	+	-	-
	<i>Bungarus ceylonicus</i>	Sri Lankan Krait	NT	+	-	-	+	-	-
	<i>Chrysopelea taprobanica</i>	Green Pit-Viper	VU	-	+	-	-	+	-
Birds	<i>Ocyrceros gigalensis</i>	Sri Lanka Grey Hornbill	Endemic	+	-	-	-	+	+
	<i>Gallus lafayettii</i>	Sri Lanka Jungle fowl	Endemic	+	-	-	+	+	+
	<i>Loriculus beryllinus</i>	Sri Lanka Hanging Parrot	Endemic	+	-	-	+	+	-
	<i>Pellorneum fuscocapillum</i>	Brown-capped Babbler	NT	-	-	-	-	+	-
Mammals	<i>Macaca sinica</i>	Toque monkey	NT	+	-	-	+	+	+
	<i>Semnopithecus priam</i>	Grey Langur	NT	+	-	-	+	+	+
	<i>Manis crassicaudata</i>	Indian Pangolins	NT	-	-	+	-	-	-

ゾウ

VRRSには約 100 頭の野生のゾウが生息している。ゾウはマハウェリ川兩岸を行き来している。発電所の職員からのヒアリングによるとゾウの出現頻度は低いとのことであるが、実際のゾウの出現頻度と時期は、現時点では不明である。野生のゾウの移動ルートを **Figure 8.4.2-10** に示す。(EIA レポート 3.2.0.10 参照)

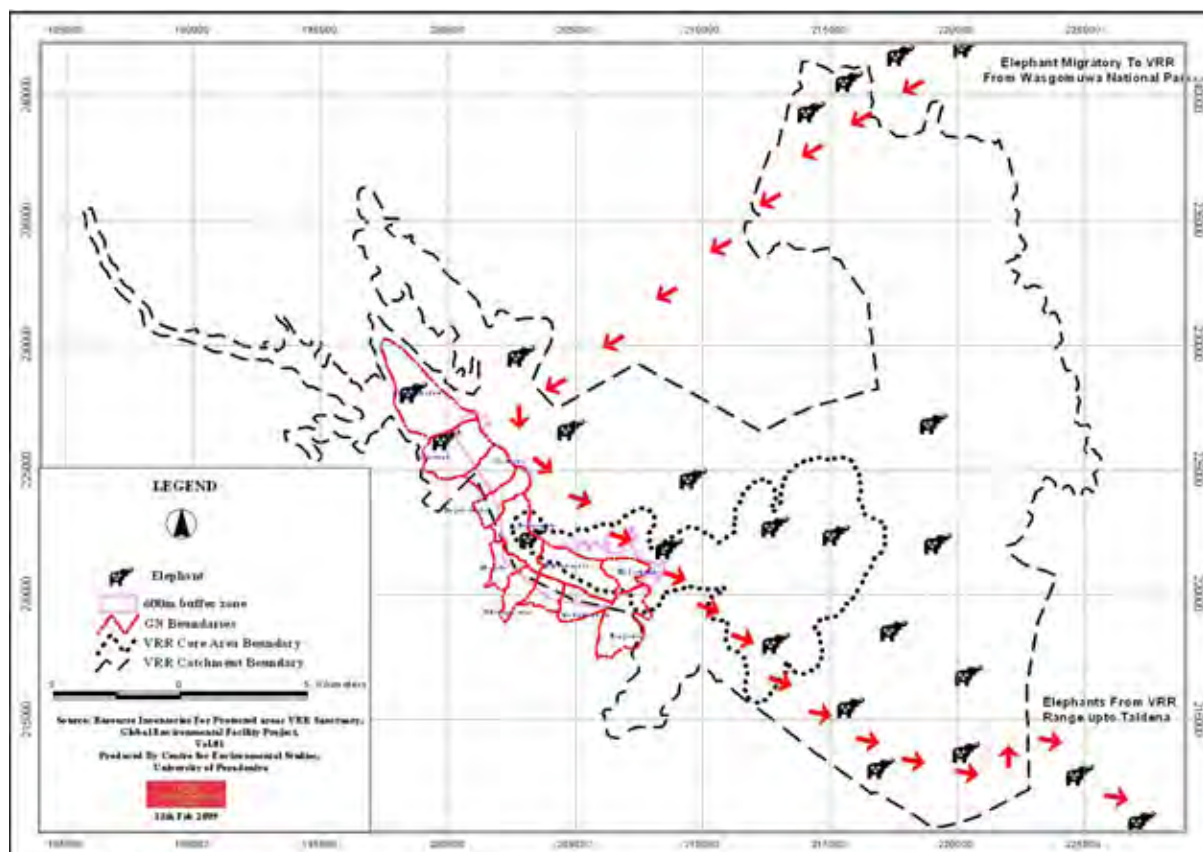


Figure 8.4.2-10 Elephant Migration Route and Habitat

(2) 社会環境

1) 行政区界

導水トンネル掘削による地下水影響推定範囲（トンネル掘削ラインから両側 600 m）は、中央州（Province）ヌワラエリヤ県（District）に位置し、ハングランケタ郡（Division）にあって、Hingurukaduwa、Ambewela、Welikada、Bogahalanda、Hakurutale、Hilpenkandura の 6 つの村落行政郡（Grama Niladari divisions）にまたがっている。このほか、砂取り場と作業員宿舎は Idamalanda 村落行政郡に位置する。（EIA レポート 3.3.1 参照）

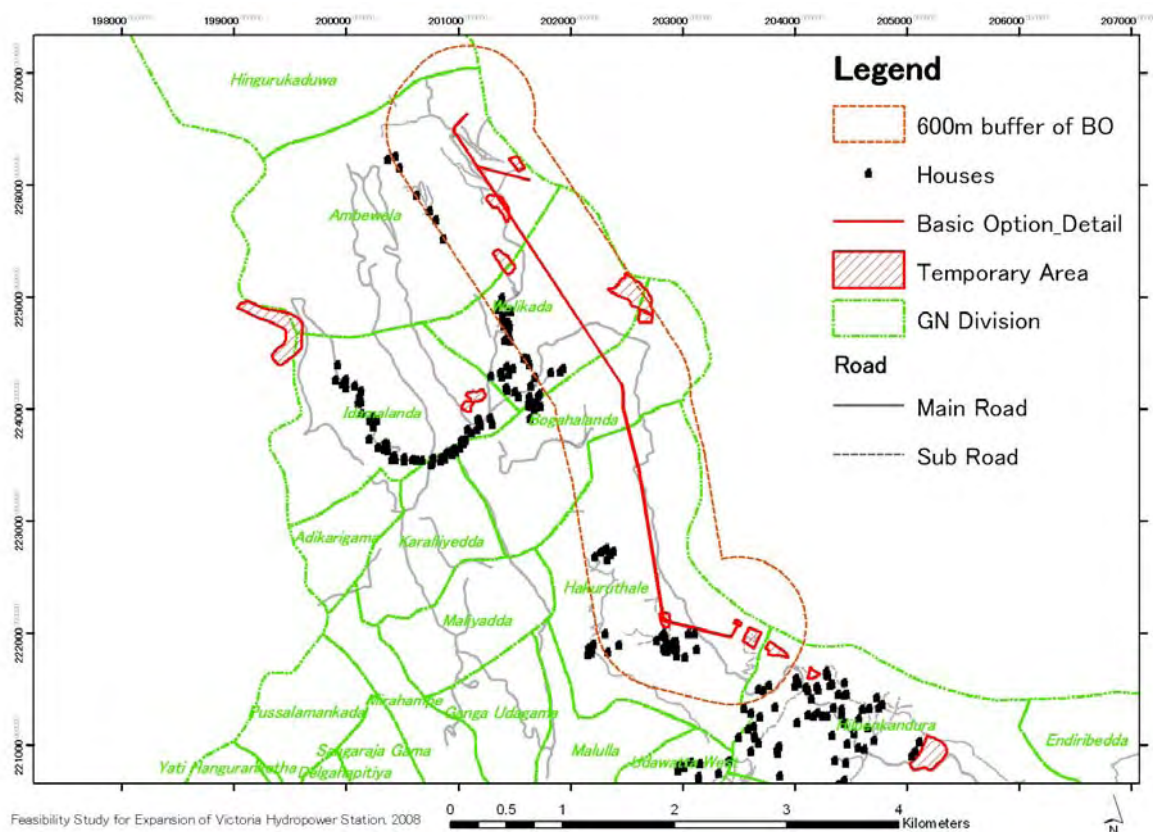


Figure 8.4.2-11 Administrative Boundaries

2) 人口

事業計画地の位置する 6 つの村落行政郡には、3,458 人が居住しており、そのうち 57 世帯 241 人が地下水影響推定範囲内に居住している（Table 8.4.2-12 参照、詳細は EIA レポート 3.3.1 参照）。

Table 8.4.2-12 Area, Total Population and Population Density of the Impact Area

GN Division	Total Population of GN Division ¹	Area falling within the Project Impact Area				
		Area (ha)	Total no of households	Total population	Population density person/ha	% of total population of the division
Hingurukaduwa	630	18.0	0	0	-	0
Ambewela	694	165.7	6	30	0.18	4.3
Welikada	770	144.7	19	77	0.53	10.0
Bogahalanda	760	92.6	0	0	-	0
Hakurutale	191	271.3	29	119	0.44	62.3
Hilpenkandura	413	11.9	3	15	1.26	3.6
Total	3,458	704.2	57	241	2.91	6.9

Source: Social survey

3) 所得

増設計画地周辺は、比較的低収入の農村地域である。一戸あたりの平均収入は 11,138 Rp/月、1人あたりの平均収入は 2,634 Rp/月である。また、ほとんどの家がサムルディ（生活保護のようなもの）を受けていることから、このエリアが貧困な地域であると言える。（EIA レポート 3.3.2 参照）

Table 8.4.2-13 Economic Profile of the Impact Area (income and Samurdhi)

GN Division	Total no of households	Average Income per HH (Rs.)	Per Capita income (Rs.)	% of Samurdhi recipients of total households
Hakurutale	29	11,308.62	2,755.88	11 (37.9%)
Heelpenkandura	3	10,124.36	2,024.87	3 (100.0%)
Welikada	19	10,763.16	2,655.84	6 (31.6%)
Ambewela	6	12,006.47	2,401.29	3 (50.0%)
Total impact area	57	11,137.93	2,634.28	23 (40.4%)

Source: Social survey

4) 収入源

地下水影響推定範囲内の民家の主な収入源は、農業である。雇用者の 60%が農業に従事している。水田耕作が主な収入源であるが、畑作も同時に行われている。ヒルペンカンドゥラでは、換金植物としてのタバコ生産が増えてきている。農業に次いで多いのが、臨時雇いの労働者で、雇用人口の 27%を占める。2001年の国勢調査によると約 25名が中東へ出稼ぎに出かけている。（EIA レポート 3.3.4 参照）

Table 8.4.2-14 Major Employment Types of the Impact Area

	Farmers	Labors	Soldiers	Teachers	Others
Welikada	14	10	4	1	0
Hakuruthle	24	15	3	0	3
Hilpenkandura	6	2	0		2
Ambewela	8	4	1	0	2
Total	52	31	8	1	7

Source: Social survey

5) 河川の利用

発電所より上流に住む人々はほとんど河川を利用しないが、発電所より下流に住む人たちは、主に沐浴や洗濯に利用している。河川は、農業その他経済活動を目的とした利用は行われていない。発電所下流のランデニガラ貯水池では、非常に小規模の漁業が行われている。(EIA レポート 3.3.3 参照)

6) 環境面での問題点

増設計画地周辺に分布する 184 戸のうち 115 戸は、ヴィクトリア水力発電事業の第 1 ステージのころから同じところに居住している。彼らは、第 1 ステージ後に居住を始めた人たちに比べて、本事業のもたらす影響の可能性についてより理解している。184 戸のうち 75 戸は、ステージ 1 に関連して発生した環境問題を知っていたが、59 戸は知らないもしくはこれらについて言及しなかった。聞き取り調査によると、彼らに直接影響を与えたもっとも大きな環境問題は、地下水位の低下であった。降雨パターンの変化と生物多様性の変化が次に問題となった事項であった。このほか、土壌の劣化と飲料水への石灰の混入などの問題も指摘された。

関係する村落行政郡に居住する大半の住民は、VRRS が問題であると述べている。ゾウやサル、野生のブタによる農作物への被害が主な理由である。

現地調査では、ウダワッタウェスト村落行政郡に地すべりの可能性のある場所が確認された。また現地調査では、泉や井戸が乾季に涸れるため、水の確保が困難な地域であるとも確認された。(EIA レポート 3.3.5 参照)

7) 文化財・遺跡

地下水影響推定範囲内には、保護されている文化的・歴史的建造物や考古学的に重要な地点は存在しない。地下水影響推定範囲内にはスリダランダ・ヴィハラヤ寺院があり、現在巨石の上にストゥーパを建設中である。寺の住職は、工事による振動がこのストゥーパに影響しないか心配している。(EIA レポート 3.3.6 参照)

8) 道路と構造物

増設計画地およびその周辺は道路アクセスが不十分であると言われている。キャンディーマヒヤンガナ道路は、ヴィクトリアプロジェクトステージ 1 の際にラジャマワタまで建設された。しかし、ウェリカダ村落行政郡だけが道路の恩恵を受けた一方、ハクルタレ村落行政郡のほとんどの家屋は道路から離れていた。現地調査結果によるとハクルタレ村落

行政郡の小学校は、教師の通勤が困難であるため閉鎖になったとのことである。現在、国家「マガ・ネグマ」道路開発プログラムの下、ヒルペンカンドゥラ村落行政郡などでマイナー道路の整備が進められている。

地下水影響推定範囲内にあるすべての村落行政郡は電化されている。

メイン道路からダムサイトに向かう道路分岐点付近には、ヴィクトリア国立学校がある。この学校は地下水影響推定範囲内の外側になるが、影響推定範囲内に居住するすべての子供たちがこの学校に通学している。(EIA レポート 3.3.7 参照)

9) 水供給

このエリアの主な水供給源は湧き水による井戸である。ほとんどの井戸は沢近くの湧水地を掘った共同井戸である。一方、いくつかの井戸は宅地内の私有井戸である。Table 8.4.2-15 は、沐浴を含む家庭用の水源別利用戸数を村落行政郡別に記載したものである。ハクルタレ村落行政郡の一部などでは、住民のための水供給源として中央の湧水井戸がある。

灌漑農業のためには、すべての村落行政郡で、雨水が利用されている。ただし、予備的に畑作のために共同井戸の水が利用されることもある。(EIA レポート 3.3.8 参照)

Table 8.4.2-15 Rank Order of Water Sources for Domestic Use

Water source	Ambewela	Hakurutale	Hilpenkandura	Welikada
Taps	1	-	3	2
Spring/common wells/home wells	2	1	2	1
Water projects	3	-	-	-
Reservoir	4	-	-	-
Streams	5	2	1	1
Wells	6	-	-	6

8.4.3 予測結果

EIA レポートで予測された項目のうち主なものを以下に示す(詳細は EIA レポート 4 章参照)。

(1) 地下水低下が家庭の水利用に与える影響

導水路掘削は地下水位の低下を引き起こす。地下水位低下の影響範囲は、最大でトンネル中心線から 600 m (最大トンネル被り 300 m の 2 倍) 程度と考えられる (Figure 8.3.2-2 参照)。更に、ヴィクトリアダム建設ステージ 1 の際の工事記録や住民からの聞き取り調査の結果から、より地下水位低下の可能性の高いエリアとして調圧水槽から半径 600 m の範囲が推定された。ステージ 1 の際は、水位低下が工事中に限定され、工事終了とともに井戸水が復活したことから、今回も同様の現象になると予測した。これら地下水低下推定エリア内に分布する家屋は 57 軒、井戸は 10 井、より影響可能性の高いエリア内には家屋 22 軒、井戸 4 井が分布する。ゆえに、4 井 22 軒ではほぼ確実に水利用で問題が発生し、6 井、35 軒でも何らかの影響が出る可能性があると考えられる。(EIA レポート 4.7.14 参照)

Table 8.4.3-1 Number of Houses Affected by Groundwater Deterioration

GN Division	Number of households		
	Significant impact area	Possible impact area	Total
Hinguruluwa	0	0	0
Ambewela	0	6	6
Welikada	0	19	19
Bogahalanda	0	0	0
Hakurutale	22	7	29
Hilpenkandura	0	3	3
Total	22	38	57

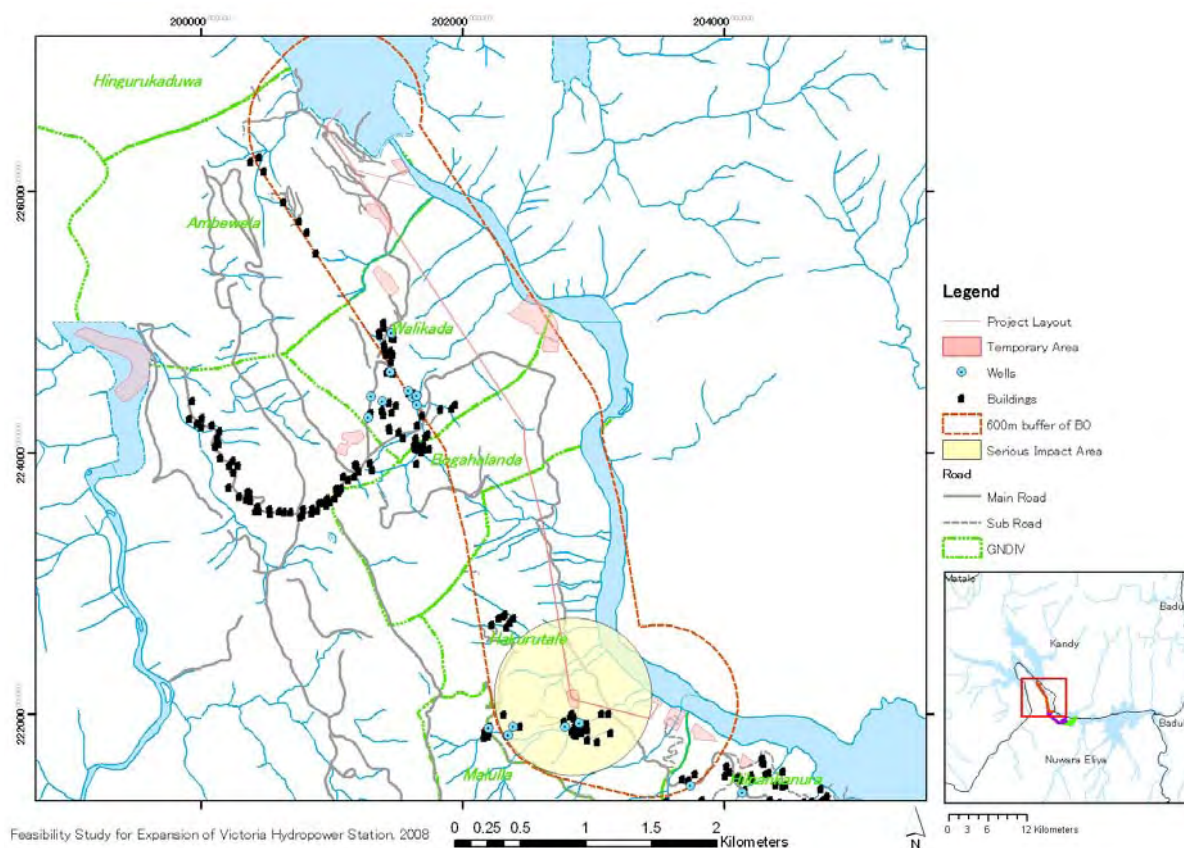


Figure 8.4.3-1 Temporary Lowering of Groundwater Affecting Domestic Uses

(2) 地下水位低下が農業に与える影響

地下水位の工事中的一時的な低下により、トンネル周辺の農作物生産に影響を与える可能性がある。影響範囲内の農地すべてで影響を受けると仮定すると、推定される最大経済損失は、水田耕作では 373,700 Rs./year、焼畑農地で 5,576,200 Rs./year、家庭菜園で 1,272,530 Rs./year となった。(EIA レポート 4.4 参照)

Table 8.4.3-2 Estimated Economic Loss of Paddy Cultivation

Land use	Impact Area	
	Serious impact area	Project impact area
Paddy/ seasonal (ha)	14.5	14.8
Average yield (bushels/ha)	148	148
Price (Rs/bushel)	588	588
Cost of cultivation (Rs/ha)	61,774	61,774
Economic loss from paddy production (Rs./year)	366,125	373,700

Table 8.4.3-3 Estimated Economic Loss of Chena Cultivation

Land use	Impact Area	
	Serious impact area	Project impact area
Chena (ha)	39.7	113.8
Net Income (Rs/ha)	49,000	49,000
Economic loss from chena (Rs./year)	1,945,300	5,576,200

Table 8.4.3-4 Estimated Economic Loss of Home Gardens

Land use	Impact Area	
	Serious impact area	Project impact area
Homestead (ha)	12.2	10.6
Net Income (Rs/ha)	49,000	49,000
Economic loss from home gardens	597,800.00	1,272,530

(3) 発破による既存の導水トンネルおよび民家への影響

増設工事に伴う発破の振動で既設構造物が損傷を受けないよう、増設工事の発破による既設構造物の振動の許容値を設定した（9.2 参照）。水路トンネルの工事計画を立案する時に、想定した火薬量での既設構造物の発破振動を推定するため、次に示す式と条件が用いられた。本計算式を用いて、発破地点からの距離に応じた振動レベルを算出し、既設構造物での振動が許容値以下になることを確認した。

また、日本の文献によると、振動レベルが 0.2 kine (cm/s) 以下の場合には構造物民家等に影響は無いが、0.2 - 0.5 cm/s の場合には構造物に若干の影響が出るとされている。発破地点に最も近い民家は、調圧水槽から 105 m の場所にあり、この想定した火薬量での近接家屋で推定される振動レベルは、0.3 cm/s 程度であり、民家に大きな影響を与えることはないと考えられる。さらに、この振動レベルは、スリランカ中央環境局の基準を満たしている。（EIA レポート 4.14 参照）

Velocity of vibration is estimated by following empirical equation.

$$V = K \cdot W^{2/3} \cdot D^{-2}$$

V: Velocity of vibration (cm/s)

K: Coefficient related to blasting conditions (Center-cut: 750, Side hole blasting: 350)

W: Loading of explosive per 1 rotation (kg) (Center-cut: 9.0 kg, Side hole blasting: 15.5 kg)

D: Distance from the center of blasting

Velocity of vibration is converted to vibration level by following empirical equation.

$$VL = 20 \log V + 83$$

VL: Vibration level (reference acceleration of vibration 10^{-5} m/s^2)

Relation between D and V, VL is shown in **Table 8.4.3-5**.

Table 8.4.3-5 Relation between D and V, VL

D (m)		50	100	150	200
V (cm/s)	Center cut	1.29	0.32	0.14	0.08
	Side hole blasting	0.87	0.22	0.10	0.05
VL (dB)	Center cut	85.2	73.2	66.2	61.2
	Side hole blasting	81.8	69.8	62.7	57.7

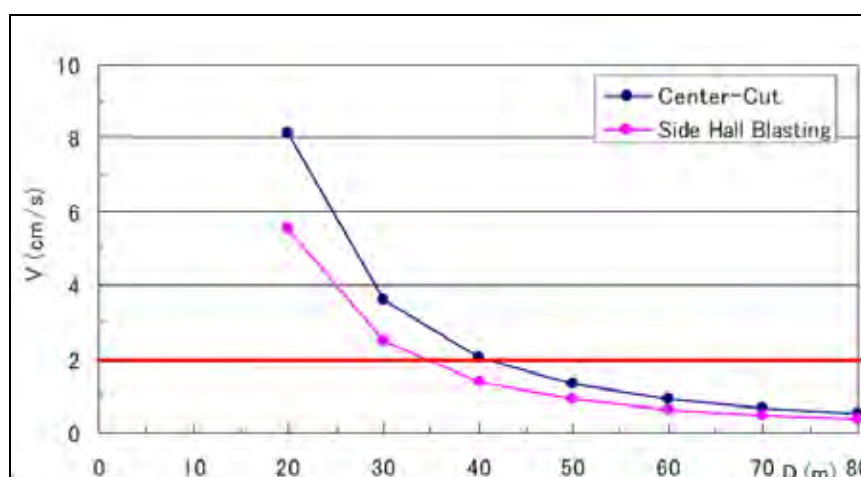


Figure 8.4.3-2 Velocity Curve by Distance from the Tunnel

(4) 水質汚濁

建設期間中、大量の汚水が河川に流入することは無い。ただし、以下のような小規模な汚染が発生する可能性がある。これらの発生想定箇所を **Figure 8.4.3-3** に対策を **Table 8.4.3-6** にしめす。(EIAレポート 4.2.1 参照)

- (i) 樹木を伐採した区域や土工事を実施した場所からの濁水の発生
- (ii) 工事用キャンプからの生活排水の発生
- (iii) 建設機械や工事用車両からのオイルや化学物質が混入した汚水の発生
- (iv) トンネルの発破と土捨場からのアンモニアと窒素を含む汚水の発生

Table 8.4.3-6 Waste Water Impact Area

Type of water pollution	Location	Control measures	Number of affected houses
Leaching of ammonia and nitrogen	Adit, Dumping site	Settling basin	0
Oil and chemical spills	Batching plant	Chemical treatment and Settling basin	0
Sanitary effluents	Construction Buildings	Settling tank and effluent treatment	0
Turbid water	Sand mining area	Settling basin	0

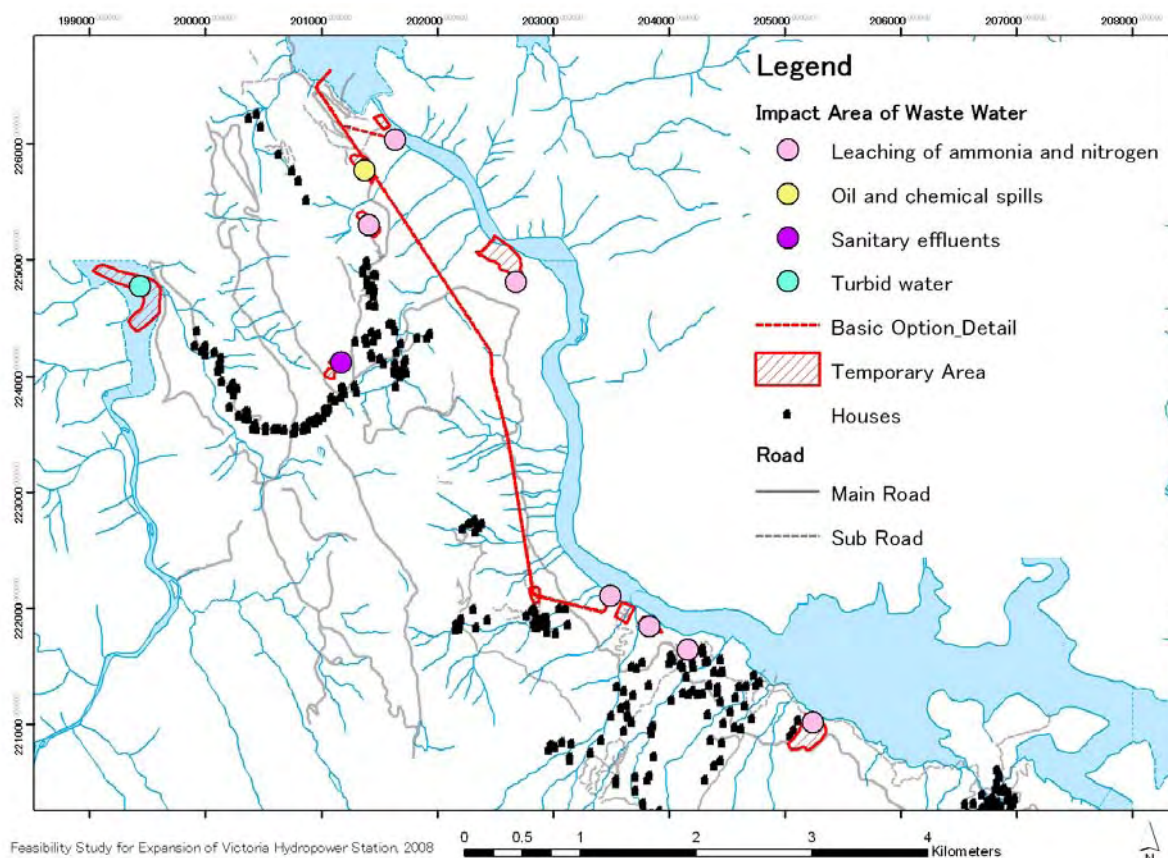


Figure 8.4.3-3 Waste Water Impact Points

(5) 建設工事に伴う事故など

工事計画で考慮すべき工事中に危険を引き起こす要因には以下のものがある。

- (a) 既存構造物に対する発破の影響
- (b) 仮設ヤードや土捨場の選択
- (c) 工事中の事故に対する予防と対策

既存のダム、橋台、取水口、トンネル、発電所は、新設の工事実施箇所に近い場合、調整発破手法が適用される。

増設計画地は VRRS 内にあるため、仮設ヤードや土捨場の選定にあたっては、できるだけ新たな緑地を伐採しないよう、第 1 期工事で使用した箇所や、CEB やその他機関の所有地を優先的に選択した。

工事用車両による交通事故、過失によるトンネル火災、トンネル換気不足による酸素欠乏事故、トンネル内出水事故、土捨場の崩壊などの事故が、工事期間中に発生する可能性がある。これらを予防するため、有資格者による爆発物管理、十分な容量の換気システムの導入と維持管理、トンネル出水時に備えた避難路の設置、盛土崩落防止ネットの設置などの対策を実施する。(EIA レポート 4.8.1 参照)

(6) 樹林の減少

本事業はそのほとんどが地中の工事になるため、大きな樹林の減少は無い。ただし、土捨場や仮設備用地などで地表で行う作業のため一部の植生が失われることになる。植生図と事業計画図を重ね合わせ、消失する可能性のある樹林の面積を推定したところ、森林 8.33 ha、低木林 7.70 haであった。Table 8.4.3-7 に植生凡例別の面積、Figure 8.4.3-4 に消失予測箇所を示す。(EIA レポート 4.3.7 参照)

Table 8.4.3-7 Estimated Loss of Vegetation by Temporary Facility Area (ha)

Temporally facilities		Forest	Scrub	Paddy/ seasonal	Home- stead	No vegetation	Total
A	Portal Area of Headrace Tunnel	0.22	0.65	0.00	0.00	0.00	0.87
B	Portal Area of Headrace Tunnel	0.94	0.07	0.00	0.00	0.00	1.01
C	Surge Tank Area	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.96
D	Powerhouse & Switchyard Area	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	1.61
E	Concrete Facilities (Crushing Plant and Batching Plant)	0.00	0.31	0.00	0.00	1.86	2.17
M1	Dumping site	0.00	0.00	0.00	0.00	2.06	2.06
M2	Dumping site	0.23	5.71	0.00	0.00	0.00	5.94
M3	Dumping site	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33
M4	Dumping site	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54
M5	Dumping site	5.07	0.00	0.00	0.72	0.00	5.79
Total		8.33	7.70	0.00	0.72	5.53	22.28

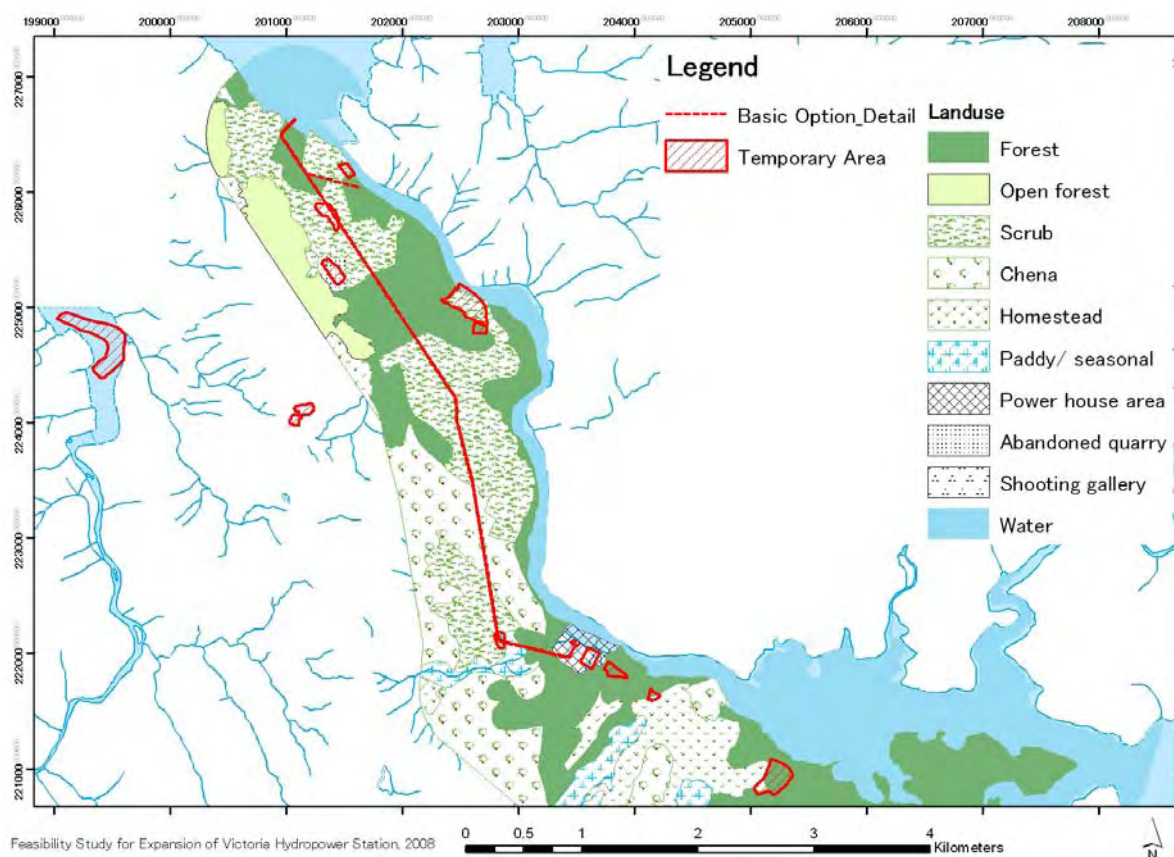


Figure 8.4.3-4 Loss of Forest by Temporary Facility Area

(7) 希少種への影響

増設計画地およびその周辺では 25 種の希少種が確認されている。3 種の魚類はいずれもマハウェリ川のタイドプールに生息しているため、工事排水や土捨場からの濁水などによって、生息環境が悪化する可能性がある。また、陸生の 22 種のうち 18 種は、一部植生の改変を受ける二次林、低木林に生育・生息しているため、若干の影響を受ける。Table 8.4.3-8 に希少種の一覧を示す。ただし、改変を受ける樹林の面積は大規模ではなく、いずれの種もこのエリアでの絶滅を引き起こすことはない。(EIA レポート 4.3.14 参照)

Table 8.4.3-8 Endemic Species

Items	Name	Common name	Category ^s	Gardens	Hone	Chena	Grasslands	Scrub Forest	Secondary Forest	Stream Bank Vegetation	Impact
Flora	<i>Ziziphus lucida</i>	Eraminiya(S)	CR	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Argyreia populifolia</i>	Giri-tilla(S)	Endemic	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Wendlandia bicuspidate</i>	Rawan-idala(S)	Endemic	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Syzygium assimile</i>	Damba(S)	Endemic	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Micromelum minutum</i>	Wal-karapincha(S)	Endemic	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Derris parviflora</i>	Kalawel(S)	Endemic	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Strychnos trichocalyx</i>	Kaduru (S)	Endemic	+	+	+	+	+	+	+	+
Butterflies	<i>Troides darsius</i>	Common Birdwing	NT	+	-	-	-	+	+	+	
Land snails	<i>Cyclophorus ceylanicus</i>	Common Snail	NT	-	-	-	-	-	+	-	
Amphibians	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	Common house toad	Endemic ^a	+	-	-	+	-	-	+	
	<i>Lankanectes corrugatus</i>	Corrugated water frog	Endemic	-	-	-	-	-	+	-	
	<i>Fejervarya kirtisinghei</i>	Mountain paddy field frog	Endemic	-	-	-	-	-	+	-	
Reptiles	<i>Chrysopelea taprobanica</i>	Sri Lankan Flying Snake	VU	-	-	-	+	-	-	+	
	<i>Bungarus ceylonicus</i>	Sri Lankan Krait	NT	+	-	-	+	-	-	+	
	<i>Chrysopelea taprobanica</i>	Green Pit-Viper	VU	-	+	-	-	+	-	+	
Birds	<i>Ocyrceros gigalensis</i>	Sri Lanka Grey Hornbill	Endemic	+	-	-	-	+	+	+	
	<i>Gallus lafayettii</i>	Sri Lanka Jungle fowl	Endemic	+	-	-	+	+	+	+	
	<i>Loriculus beryllinus</i>	Sri Lanka Hanging Parrot	Endemic	+	-	-	+	+	-	+	
	<i>Pellorneum fuscocapillum</i> *	Brown-capped Babbler	NT	-	-	-	-	+	-	+	
Mammals	<i>Macaca sinica</i>	Toque monkey	NT	+	-	-	+	+	+	+	
	<i>Semnopithecus priam</i>	Grey Langur	NT	+	-	-	+	+	+	+	
	<i>Manis crassicaudata</i>	Indian Pangolins	NT	-	-	+	-	-	-	-	

(8) 土捨場によるエロージョンの発生

本事業では複数の土捨場が計画されているが、これら土捨場からの土砂流出が斜面下方の土壌のエロージョンを引き起こす可能性がある。本事業では、土捨場以外に、発電所の建設、導水路の建設などがあるが、これらからエロージョンが発生する可能性はほとんど無い。土捨場は家屋や農耕地より低い箇所にあるため、土捨場からのエロージョンによって影響を受ける可能性のある家屋、農耕地は存在しない。エロージョンの発生する可能性のある場所を **Figure 8.4.3-5** に示す。(EIAレポート 4.1.1 参照)

⁵ NT-Near Threatened / VU-Vulnerable / EN-Endangered / CR-Critically Endangered

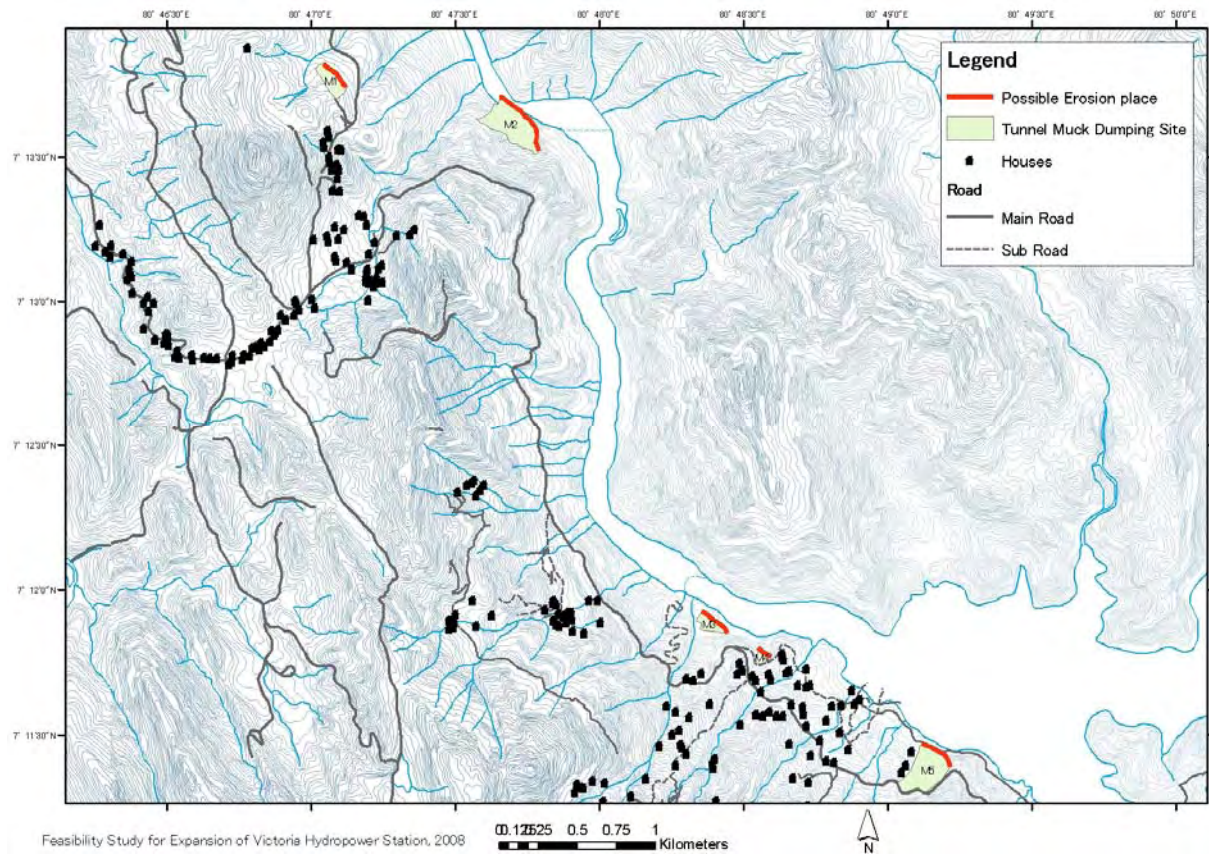


Figure 8.4.3-5 Possible Erosion Place

(9) 重量車の交通量増大による道路の劣化

新規トンネルは地下部であるため、地表の道路交通に影響を与えない。しかし、土捨場までの掘削土の運搬のためのトラック運行は、現状の交通に負の影響を与える可能性がある。影響を受ける可能性のある道路は18km、4年間である。道路の位置を **Figure 8.4.3-6** に示す。(EIAレポート 4.7.12 参照)

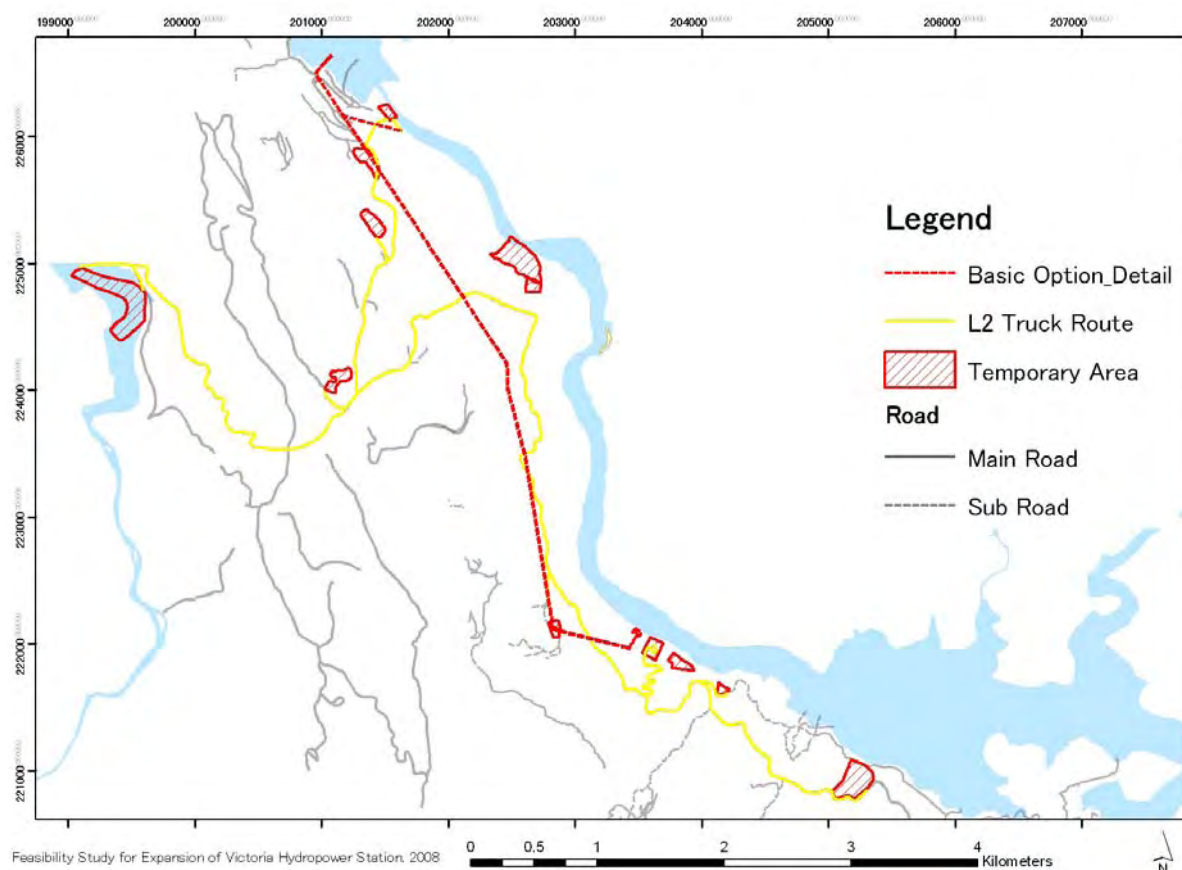


Figure 8.4.3-6 Heavy Trucks Routes

(10) ゾウに対する影響

工事中は、工事現場から発生する騒音・振動によって、ゾウの行動が阻害される可能性がある。

発電所完成後、ランデニガラ貯水池の水位が最低レベル(209 m)のときにピーク発電を行うと、発電所下流のマハウェリ川の水位が最大 2 m 程度上昇することが予測されている (EIA レポート Annex VI-12 ページ参照)。この水位上昇は、マハウェリ川の兩岸を移動しながら利用するゾウの移動を阻害する可能性がある。万一、発電所からの放水直前にマハウェリ川にゾウがいた場合、急な増水によってゾウが溺れる可能性もある。

また、土捨場の計画されているコハオムバガナ地区もゾウの行動圏内になっているため、このエリアでのゾウの行動も阻害されると予測される。(EIA レポート 4.3.4 参照)

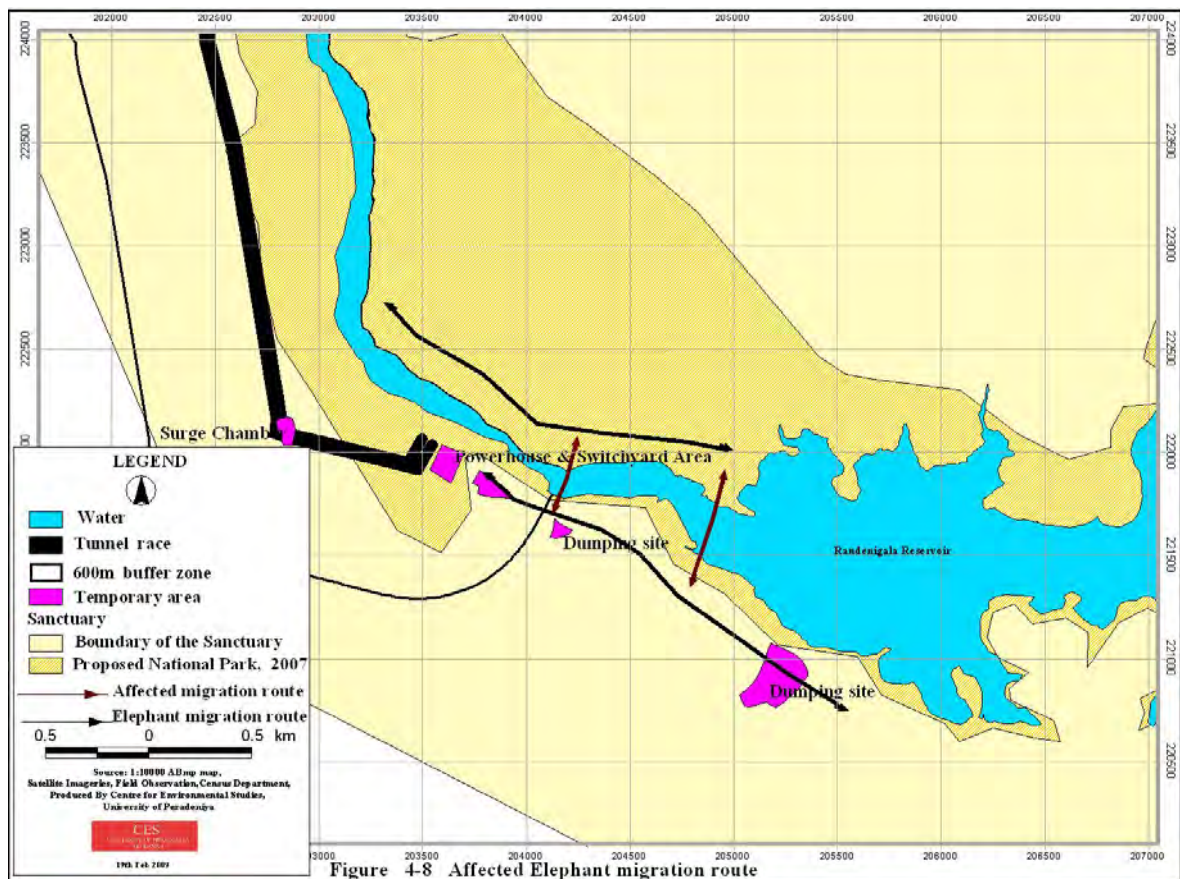


Figure 8.4.3-7 Affected Elephant Migration Route

(11) コホンバガナの土捨場による民有地の消失

本事業では、土捨場や作業場の選定にあたり、ヴィクトリア発電所ステージ 1 の際に利用した採石場や土捨場跡地、CEB の所有地、射撃場などを利用しているため、民有地の消失はコホンバガナだけである。消失する民有地の土地利用は、全部で約 5.79 ha、そのうち 5.07 ha が森林、0.72 ha が家庭菜園である。(EIA レポート 4.7.6 参照)

Table 8.4.3-9 Estimated Impact Area (ha)

Temporally facilities		Forest	Scrub	Paddy/ seasonal	Homestead	Total
M5	Dumping site	5.07	0.00	0.00	0.72	5.79

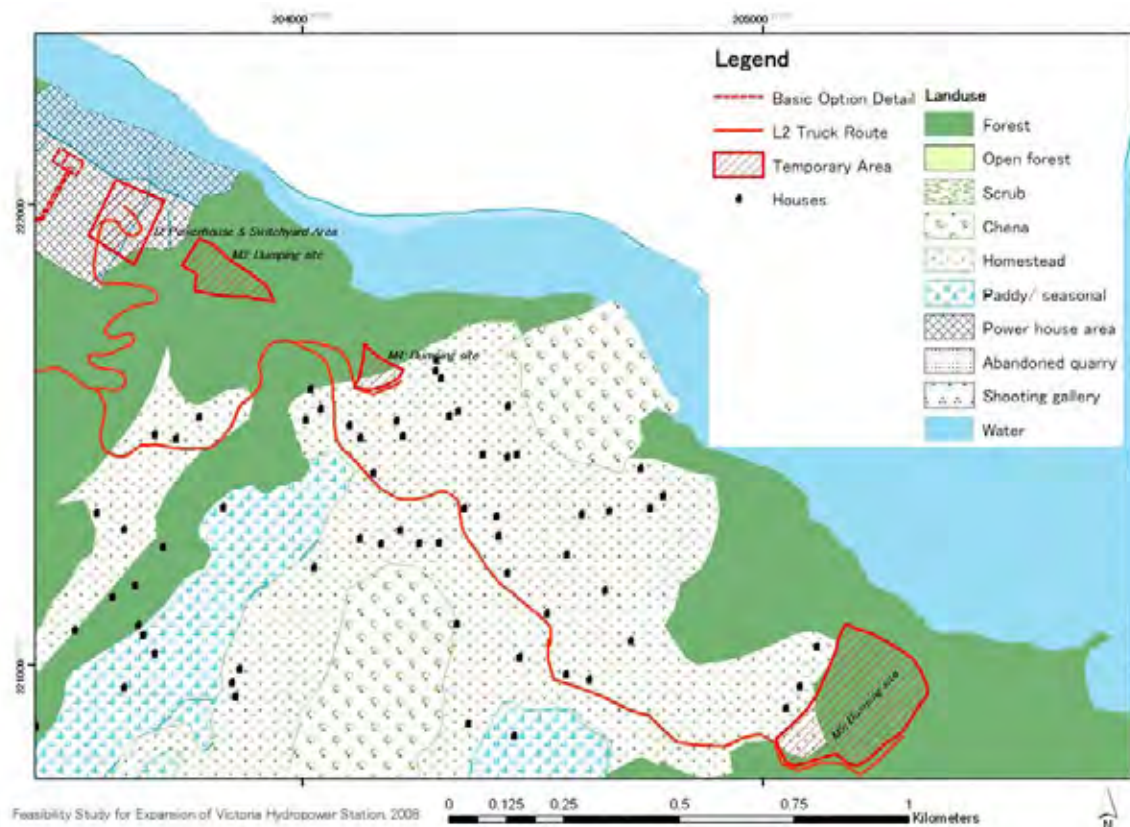


Figure 8.4.3-8 Loss of Private Land at Tunnel Muck Dumping Site in Kohombagana

8.4.4 保全対策

現時点では主に以下のような保全対策が計画されている（保全対策の詳細は、EIA レポートの CHAPTER 5 参照）。

(1) 地下水低下の影響を受ける家屋への水の供給

地下水位低下推定影響エリア内の 57 軒 241 人が水供給の対象となりうる。このエリアには水道管による水を供給できるような水源が存在しないため、給水車による水供給を行う。地下水位低下が想定されている期間は工事中に限られるため、水供給も工事期間中だけ実施する計画である。農村部で 1 日に必要な水の量は 1 人あたり 100ℓであると推定されている (National Water Supply and Drainage Board, 2006)。ゆえに、もし影響範囲内にあるすべての井戸が涸れた場合の供給総水量は、年間 8,796.5m³、1 日あたり 3t の給水車 8 台程度となる。(EIA レポート 5.1 参照)

(2) 農業生産減少に対する金銭補償

地下水位低下による農業生産の減少に対する金銭補償額は、最大でチェーナ 2,230 万ルピー、家庭菜園 509 万ルピー、水田 149 万ルピー、総額 2,889 万ルピーとなった (Table 8.4.4-1 参照)。(EIA レポート 5.2 参照)

Table 8.4.4-1 Estimated Compensation Cost for the Loss of Agricultural Production

Type of Agriculture	Economic loss (Rs./year)	Year	Compensation cost (Rs.)	Remarks
Paddy	373,700	4	1,494,800	Table 4-8, EIAR
Chena	5,576,200	4	22,304,800	Table 4-9, EIAR
Home Gardens	1,272,530	4	5,090,120	Table 4-10, EIAR
Total			28,889,720	

(3) 振動対策

本増設計画は、既設のヴィクトリアダム、増設用の取水設備、既設の水路・発電所に近接して明りおよび地下工事を行うことになる。このため、増設工事に伴う発破の振動で既設構造物が損傷を受けないよう、増設工事の発破による既設構造物の振動の許容値を設定した(9.2参照)。振動レベルを許容値以下にとどめるため、発破に用いる爆薬の量を調整しなければならない。施工業者は、許容可能な最大発破振動を満たすための適切な発破手法を確認するための試験発破を、爆薬の量を変えながら、新規アクセスアディットの坑口で数回行い、取水口のシャフトやダムの監視路で振動測定器を使って測定することとする。施工業者は、試験施工の間、発破の方法や爆薬の量などをしっかり監視する。既存構造物の安全性を確認するため、工事期間中は、既存構造物や岩盤上で発破振動を測定する。(10.2.2 および EIA レポート 5.3 参照)

また、8.4.3(3)で述べたとおり、既設構造物に影響を与えない火薬量の発破であれば、民家への影響は小さいと推定される。また、ハクルタレ村落行政郡内の調圧水槽の掘削は、昼間(10時間程度)のみ行なうことを計画しており、住民が夜間、発破の振動や騒音に影響を受けないように配慮した。

(4) トンネル排水対策

トンネル排水は多くの汚濁物質を含んでいる。さらに爆薬からの窒素や機械からの油、掘削土中の鉱物起源のその他不純物なども含まれる可能性がある。すべてのトンネル排水は、浮遊物除去、油分や潤滑油の除去、窒素化合物除去、その他一般排出基準を超える物質の除去を行う必要がある。要求されているレベルになるまで、オイルトラップや沈殿槽によってこれら排水を処理する必要がある。(EIA レポート 5.4 参照)

(5) 事故防止のための安全対策

作業員には、安全教育とトレーニングを受講させる必要がある。建設作業員と訪問者には、適切な安全装備を準備する。すべての作業場所には、安全喚起と事故防止の掲示を掲げる。作業員と訪問者には、安全ガイドラインと規定の遵守を徹底させる。救急医薬品を準備し、救急医療のトレーニングを受けた人が24時間対応できるようにする。救急車も利用可能にしておく。事業実施者は、すべての工事現場の作業員の安全日報を記録する。(EIA レポート 5.5 参照)

(6) 土壌浸食防止のための環境修復

土捨場での緑化には 3 つのコンポーネントがある。ひとつは土壌保全、二つ目は土壌復元と植栽、三つ目は維持管理である。土壌保全手法は、EIA レポートの 5.22 参照。森林の植被を回復させる土捨場の総面積は 15.66ha である。(EIA レポート 5.6 参照)

(7) 騒音低減のための対策

事業者は工事責任者に対し、古い重機を使用せず、重機を良い状態に保つよう維持するよう求める。特に、砂や掘削土運搬車には注意を払う。(EIA レポート 5.7 参照)

(8) 地下水汚染防止のための汚水対策

すべての汚水は、排水前に排出基準に適合するよう適切に処理する必要がある。さらに、すべてのし尿は周辺の地下水を汚染しないよう保証すべきである。キャンプや建設現場からのし尿は分離し、標準浄化槽で処理する。車両メンテナンスによる有毒排水は土中に浸透させることなく、分離して適切に処理する。(EIA レポート 5.9 参照)

(9) 作業員への教育の徹底

工事期間中には作業員に対し、伝染病や地域社会の社会文化に関する定期的な啓蒙教育を、資格を持った専門家が実施する必要がある。(EIA レポート 5.10 参照)

(10) 工事によって劣化する道路の補修

工事中に工事用車両の利用する既存道路の区間は全部で 18km 程度となる。52 ヶ月に及ぶ工事期間中に、10t トラックがおおよそ 115,500 回通行する計算になる。しかし、トラックの重量と通行回数から道路劣化の程度の推定までは行っていない。そのため、道路修復コスト算出には、スリランカ道路開発庁 (RDA) の道路修復算出根拠を用いた。また、プロジェクト自体が道路を修復するか、プロジェクトが RDA と協定を結んで継続的に道路を修復する。(EIA レポート 5.11 参照)

(11) ゾウのためのフラッシュライトと監視カメラの設置

ゾウの移動に与える影響の緩和を確実にするため、最初の要求事項は、新設発電所の下流を横断するゾウの実際の行動パターンに関する十分なデータベースを作成することである。このためには事業の初期の段階（可能であれば工事着工 1 年前から）に、8 台の監視カメラを河川右岸に一定の間隔で設置し、河床でのゾウの活動を観察する。ゾウの生態調査と分析は、野生生物局と動物生態学の専門家に依頼する。もし、工事前の観察でゾウの活動が確認された場合は、ゾウの活動時間や行動圏に合わせ発破の時間を調整するなど、工事期間中から対策を講じる。また、供用後は、発電開始の 15 分前にゾウを威嚇するためのフラッシュライトの点滅を行うこととする。8 つのフラッシュライト設置箇所は、発電所下流の 8 つの横断地点とする。なお、工事中と供用後の保全対策は、工事着工前の現地調査結果に応じて、随時再検討していくこととする。(EIA レポート 5.12 参照)

(12) コホンバガナの土捨場での民地に対する補償

約 6.2ha のコホンバガナの土捨場は民有地であるが、これらの土地は現在放棄され植物に覆われている。このエリアは VRRS 内であるため市場に出すことはできないが、土地の所有者

への金銭補償は重要である。住民や役人との数回の協議の後、1 エーカーあたり Rs. 100,000.00 の担保価値で補償することが提案された。(EIA レポート 5.13 参照)

8.4.5 モニタリング計画

(1) モニタリング委員会 (EIA レポート 7.1 参照)

モニタリング計画は内部と外部の双方のモニタリングから策定された。安全、騒音、振動、トンネルの安全性など工事関連する影響は、事業実施者がコンサルタントや工事業者と共に内部で実施する。物理環境、生物環境、社会環境に対する影響は、独立した環境コンサルタント機関に代表されるモニタリング委員会によって、外部からモニタリングすることとする。モニタリング委員会の構成員は以下のとおり。

- － 事業実施者の代表 (CEB)
- － プロジェクト実施のために CEB に雇われたコンサルタントの代表
- － 工事業者の代表
- － ウェリカダとハクルタレ村落行政郡代表
- － マハウェリ庁 MSO (Mahaweli Security Organization) の代表
- － 野生生物保護局 (Department of Wildlife Conservation, DWLC) の代表
- － 工事期間中プロジェクトサイトに駐在する環境社会配慮の専門家
- － 環境調査、アセスメント、モニタリングを専門とする調査機関

モニタリング委員会は工事期間中に毎月会合を開き、モニタリングの結果を審査する。必要であれば、変更や改変を助言する。モニタリング委員会は、毎月の進捗レポートを提出する。モニタリング委員会はすべての建設現場にアクセスし、工事業者は必要な情報を提供する。モニタリング委員会は、工事期間中と工事終了後 6 ヶ月の間活動する。この時点でモニタリングの責務は事業者に移される。

(2) モニタリングプログラム (EIA レポート 7.2 参照)

モニタリング委員会は Table 8.4.5-1 および Table 8.4.5-2 に示すモニタリングプログラムを実施する責務を負う。モニタリングプログラムは、主に大きな影響を与えると想定される事項に対するミティゲーションの効果を確認することを目的として計画された。

Table 8.4.5-1 Mitigation and Monitoring (Negative Impact)

Impact	Nature of Impact	Mitigation Measure	Monitoring					
			Parameter	Locations	Method	Frequency	Duration	Responsibility
(1) Temporary lowering of ground water affecting domestic uses	57 house holds will be affected.	Provision of mobile water supply to the affected families	The number of affected houses getting the supply	Houses	Enumeration of changing ground water level	Weekly	One year in pre-construction stage if possible, construction period and additional one year	Monitoring committee/ Preconstruction ground and surface water levels and quality survey is recommended.
(2) Temporary reduction in agricultural production (paddy, home garden) to lowering of ground water	139.2 ha (Rice field and vegetable field)	Cash compensation for the loss	The affected agricultural plots	Plots	Enumeration	Every four months	Construction period and additional six months	Monitoring Committee
(3) Impact on the integrity of the existing tunnel and other structures	Blasting is controlled by the use of appropriate specific charges in the blasting rounds to limit peak particle velocity not exceeding 2 cm/sec.	Use of modern and safe technology Recording actual status of the existing structures in the pre-construction stage is recommended.	Blasting vibration	Dam/Power House/Other affected places and houses (Tunnel will not be directly monitored as it is in operation)	Continuous monitoring using vibrometers and spot checks	Continuous/ when required	Construction period	MASL and CEB
(3b) Impact on the integrity of the existing houses	Blasting is controlled by the use of appropriate specific charges in the blasting mentioned in (3) above.	Use of modern and safe technology Pre-construction structural distress survey (crack survey) is recommended	Use of machines and methods	Sites of Operations	Observation	Monthly	Construction period	Monitoring Committee

Impact	Nature of Impact	Mitigation Measure	Monitoring					
			Parameter	Locations	Method	Frequency	Duration	Responsibility
(4) Pollution of surface water from tunnel discharge and at tunnel muck sites	10 locations are estimated as possible impact area. But no houses will be affected.	Control spillage/Treating the tunnel discharge through oil traps	Water Quality parameters and the proper functioning of the treatment	Discharge sites	Inspection and measure	Fortnightly	Construction period	Monitoring Committee
(5) Increase in work related accidents	Traffic accidents, tunnel accidents, fire, etc.	Follow strict safety measures	Use of safety methods and equipments	Workplaces	Observation	Daily	Construction period and additional six months	Monitoring Committee
(6) Reduction of forest cover at dumping sites	Reduction of forest cover is 8.14 ha	Implement a environmental restoration program	Regrowth Establishment and regeneration	Dumping sites	Observation measure and count	Twice a year for flora/Monthly for Fauna	Construction period and additional three years	Monitoring Committee with an ecologist
(7) Disturbance of some species due to noise and other activities	During construction some species will be affected.	Use low noise machinery/ some noise is not mitigable	Sound levels	Sites of Operations	Measure sound levels	spot checks	Construction period	Monitoring Committee
(8) Soil erosion due to tunnel muck dumping and access road construction	Length of the rubble is 1253 meter	Use appropriate soil conservation methods during construction (parallel with impact 6)	Methods	Dumping sites and access roads	Observation	Monthly	Construction period and additional six months	Monitoring Committee
(9) Ground Water Pollution from Tunnel discharge	Partially mitigable	Treating the waste water before discharging into the ground	Ground Water Quality parameters	Selected wells in the PIA	Measure	Once in two months	Construction period	Monitoring Committee
(10) Disturbances to the community from the workers	Partially mitigable	Awareness programs for the workers	Complaints from villagers	Villages	Enumeration	When required	Construction period and additional six months	Monitoring Committee
(11) Damages to Road due to increase in heavy traffic	Affected road is 18 km, 4 years.	Immediate repairing of the damaged roads	Road damages	Along the roads	Inspection and observation	Weekly	Construction period and decommissioning period.	Monitoring Committee

Impact	Nature of Impact	Mitigation Measure	Monitoring					
			Parameter	Locations	Method	Frequency	Duration	Responsibility
(12) Disturbance to the migration patterns of elephants	Migration routes from Power station to Randenigala Reservoir will be affected during operation.	Installing 8CCTVs to monitor elephants on the bed. And flash lights at 8points (cross sections) along right bank of the channel from the powerhouse	The presence of elephants on the river bed	Location where lights and CCTVs are installed.	Observation and monthly review	Automatic recording and monthly review	During construction and continue only if there is a need. Flash light will be used only if necessity is confirmed.	Monitoring Committee with the DWLC. The information will be useful for DWLC.
(13) Loss of private land at tunnel muck dumping site in Kohombagana	5.79 ha would be affected by temporary facilities in Kohombagana.	Payment of compensation for the loss of land at Rs. 100,000 per acre	Amount paid	Village	Check and verification	Twice	At the time of valuation and paying compensation	Monitoring Committee

Table 8.4.5-2 Enhancement Measures and Monitoring (Positive Impact)

Impact	Nature of Impact	Mitigation Measure	Monitoring					
			Parameter	Locations	Method	Frequency	Duration	Responsibility
Reduce carbon fuel/foreign exchange savings	Beneficial	CEB to explore the possibility of getting carbon credit benefits						No monitoring required
Injection of capital to the local economy	Enhanceable	Buy local raw material/employ local people	The amount of local produce bought The number of locals hired	Project Area and adjoining villages	Rapid Survey	Every Six months	Construction period and decommissioning period.	Monitoring Committee
Increase in regional employment opportunities	Enhanceable	Give preference to locals in hiring for all jobs	The number of locals hired	Project Area and adjoining villages	Rapid Survey	Every Six months	Construction period and decommissioning period.	Monitoring Committee
Building a positive impression of the project	Enhanceable	Open an office to public Contribute to community development programs	Functioning state of the art audio visual equipments at the visitor center	Visitor Center and villages	Observation	Every Six months	Construction period and additional six months	Monitoring Committee