VOLUME 1
Executive Summary & Key Conclusions

SAMBOR HYDROPOWER DAM ALTERNATIVES ASSESSMENT

FINAL REPORT

[INCLUDES COMPARISON OF DAM AND "NO-DAM" ALTERNATIVES]

A component of

Hydropower Development Alternatives for the Mekong Basin: Maintaining the Flows that Nourish Life

Submitted to
Royal Government of Cambodia

Submitted by
Natural Heritage Institute, San Francisco, California

December 2017

Photos by Gregory A. Thomas, NHI

Sambor Hydropower Dam Alternatives Assessment

Final Report

Principal Authors:

Mr Gregory Thomas, Project Director

Dr George Annandale, Engineering and Sediment Management

Dr Isabel Beasley, Dolphin Biology and Conservation

Dr Monika Bieri, Solar Energy Research Institute of Singapore (SERIS)

Mr John Irving, Power and Energy Engineer

Mr Erland Jensen, Informatics

Dr Martin Mallen-Cooper, Freshwater Fish Ecology and Fish Passage

Dr Peter Meier, Hydropower Economics

Dr Thomas Reindl, SERIS

Mr Gerry Ryan, Dolphin Biology and Conservation

Dr Thomas Wild, Hydrology and Systems Analysis

Dr Yanqin Zhan, SERIS

Dr Lu Zhao, SERIS

With Contributions from:

Prof Lee Baumgartner, Freshwater Fish Ecology

Prof Ian Cowx, Fish Ecology and Fisheries Resource Management

Dr Ashley Halls, Fish Population Modelling

Dr Mathias Kondolf, Fluvial Geomorphology

Dr Daniel Peter Loucks, Hydrology and Environmental Engineering

Ms Jessica Peyla Nagtalon, Project Coordinator

Dr Wayne Robinson, Wildlife Ecology, Statistics

Dr Zan Rubin, Fluvial Geomorphology

Supported with Funding from:

The United States Agency for International Development

The MacArthur Foundation

The Margaret A. Cargill Foundation

ACKNOWLEDGEMENTS

This report documents the findings and conclusions of five years of work by the Natural Heritage Institute (NHI), and its team of technical experts with the Royal Government of Cambodia (RGC), under an official agreement with the the Ministry of Mines and Energy (MME) (Memorandum of Understanding signed on October 20, 2014), and in consultation with the Ministry of Water Resources and Meteorology (MOWRAM), the Ministry of Environment (MoE), the Ministry of Industry and Handicrafts (MIH), and the Inland Fisheries Research and Development Institute (IFREDI) of the Ministry of Agriculture and Forestry. NHI is grateful for the leadership of the Minister of the MME and his commitment to this project, which strives to illuminate power development options for the RGC that will maintain the rich and irreplaceable biodiversity of the Mekong River and the benefits it provides to the citizens of Cambodia and the greater Mekong Region. NHI also wishes to acknowledge all the team members and the government partners for their peerless expertise and unflagging dedication. Many others provided inspiration, insight and peer review of the results of this project. The Mekong River Commission and other organizations in the Mekong Basin also generously provided access to data and/or outputs from their complementary projects.

Gregory A. Thomas, the Executive Director of the Natural Heritage Institute led this project. The project is indebted to Jessica Peyla Nagtalon of NHI for her attention to detail in editing and formatting of this report; to Ly Nguyen Degai for administration of the project; and to Fe Hernandez for project financial management.

Finally, none of this would have been possible if not for the generous support of the American people through the United States Agency for International Development (USAID), and by the MacArthur Foundation and the Margaret A. Cargill Foundation. The contents of this report are the responsibility of NHI under Cooperative Agreement No. AID-486-A-11_00002 and do not necessarily reflect the views of USAID, the United States Government or the other funders.

Table of Contents – Volume 1

Executive Summary with Key Findings and Conclusions 1
Procedural History 1
Biophysical Setting 2
How Dams Impair Physical Characteristics of the River 3
Assessment of Impacts from the Original Sambor Dam 4
Methodology for NHI's Alternatives Analysis 5
Sambor Alternative 7 7
Fish Passage Design 9
Fish Mortality Modeling 13
Impacts on Dolphins 13
Augmenting Power Output from Existing Hydropower Reservoirs as an Alternative to a Sambor Dam: The Floating Solar PV Option 15
Economic Analysis 17
Distributional Assessment 21
Probabilistic Risk Assessment 23
Technical and Environmental Risk 23
Financial Risks 24
Conclusion 25
Executive Summary – Khmer Version 26
NHI Team of Technical Experts 62

List of Figures – Volume 1

Figure ES-1. Baseline levelised costs, excluding externalities (10% discount rate). 18
Figure ES-2. Economic analysis, Sambor Alt-7-A. 19
Figure ES-3. economic analysis of the floating PV option at LSS2. 21
Figure ES-4. Comparison of stakeholder impacts. 22

List of Tables – Volume 1

Table ES-1. Floating PV vs mainstream hydro. 16

List of Text Boxes – Volume 1

Text Box ES-1. Environmental performance criteria used for present study. 6
Text Box ES-2. Fish passage requirements for hydropower in the lower Mekong and specifically at Sambor Alt_7. 10
Text Box ES-3. Potential risks to the Mekong fish population 12

List of Acronyms and Abbreviations

3S	3S System (Se San, Srepok and Sekong Rivers)
AC	Alternative Current
ACSR/AC	Aluminum Conductor Aluminum Clad Steel Reinforcement
ACSR	Aluminum Conductor Steel Reinforcement
ADB	Asian Development Bank
ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
Alt-6	Sambor Alternative 6 with the dam in the anabranch
Alt-7	Refers generically to all of the Sambor alternatives with the dam in the main channel
Alt_7-A	Sambor Alternative 7 (dam in the main channel) with maximum upstream and standard downstream mitigation
Alt_7-B	Sambor Alternative 7 (dam in the main channel) with maximum upstream and standard downstream mitigation + low-impact (fish friendly) turbines
Alt_7-C	Sambor Alternative 7 (dam in the main channel) with maximum upstream and standard downstream mitigation + screens
Alt_7-D	Sambor Alternative 7 (dam in the main channel) with maximum upstream and maximum downstream mitigation (screens and low-impact, fish friendly turbines)
AWS	Automatic Weather Stations
BDP	The MRC Assessment of Basin-wide Development Scenarios
b	Billion (USD)
BTU	British Thermal Unit
CBA	Cost-Benefit Analysis
CCGT	Combined Cycle Gas Turbine
CDF	Cumulative Distribution Function
CFD (FEA)	Computational Fluid Dynamic (CFD) analysis, subset of Finite Element Analysis (FEA)
cm	Centimeters
CSP	China Southern Power (Grid Company)
CSP FS	China Southern Power Feasibility Study (for Sambor)
Cumec	cubic meters per second
DC	Direct Current
EdC/EDC	Electricite Du Cambodge (Electricity of Cambodia)
EDL	Electricity of Laos
EGAT	Electricity and Gas Authority of Thailand
EOCK	Economic opportunity cost of capital
EPBC Act	The Environmental Protection and Biodiversity Conservation Act 1999
EPRI	Electric Power Research Institute (of the US)
ERR	Economic Rate of Return
EU	European Union
EVN	Electricity of Vietnam
FACTS	Flexible Alternating Current Transmission System
fob	free on board
FOREX	Foreign exchange
FS	Feasibility Study
FSRU	Floating Storage and Regasification Unit (LNG)

FTCC	Floating Tracking Cooling Concentrator
GDP	Gross Domestic Product
GHG	Green House Gas (Emissions)
Gms	grams
GMS5	satellites
GOES9	satellites
GWh	Gigawatt hours
HDPE	High-density polyethylene
HHV	Higher Heating Value (of a thermal fuel)
HPLS2Co	Hydro Power Lower Sesan 2 Company, Ltd.
HSRS	Hydrosuction Sediment Removal System
HVAC	High Voltage Alternating Current (power transmission)
HVDC	High Voltage Direct Current (power transmission)
ICOLD	International Commission on Large Dams
IDC	Interest During Construction
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IFC	International Finance Corporation
IFI	International Financial Institution (e.g. World Bank, ADB)
INDC	Intended Nationally Determined Contribution
IP 65 or 67	International Protection Marking
IPP	Independent Power Producer
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRR	Internal Rate of Return
ISO	International Standards Organization
JCC	Japan Crude Cocktail (weighted average of crude imports to Japan)
JICA	Japan International Cooperation Agency
JMA	Japan Meteorological Agency
JNCC	Joint Nature Conservation Committee
K	Kelvin
k	Kilo
kg	kilograms
km	kilometers
kV	kilo Volt
Kw	Kilo watt
KWh	Kilo Watt hours
LCoE	Levelised Cost of Electricity
LHV	Lower Heating Value (of a thermal fuel)
LLW	Lowest Low Water (level)
LMB	Lower Mekong Basin
LMS	Lower Mekong System
LNG	Liquefied Natural Gas
LNG-CCGT	LNG fueled Combined Cycle Gas Turbine
LSS2	Lower Se San 2 (hydropower project)
LTCR	Long Term Capacity Ratio
LV/MV	Lower Voltage/Medium Voltage

m^3	Cubic meters
Mm^3	Million cubic meter
$m\ s^{-1}$	meters per second
MAFF	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (of Cambodia)
Masl	Meters above sea level (Ha Tien tide gauge if not otherwise noted)
MBC	Mekong Basin Commission
MBTF	Mean time between failures
MDS	Mekong Delta Study
Meteonorm	Meteonorm is a unique combination of reliable data sources and sophisticated calculations tools.
MIGA	Multilateral Investment Guarantee Agency
MGR	Minimum Gap Runner (turbine design)
mmBTU	million British Thermal Units
MME	Ministry of Mines and Energy
MMHSEA	Strategic Environmental Assessment of Mekong Mainstream Hydropower
MMS	Middle Mekong System
mm/yr	millimetres per year
MOEA	Multi-Objective Evolutionary optimization Algorithm
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment (Vietnam)
MoU	Memorandum of Understanding
MoWRaM	Ministry of Water Resources and Meteorology
MRC	Mekong River Commission
MRCS	Mekong River Commission Secretariat
MSY	Maximum Sustainable Yield (of a fishery)
Mt/yr	Million tons per year
MTSAT-1R	satellites
MUV	Manufactured Unit Value (index published by World Bank)
MVA	Mega Volt Ampere
MW	Mega Watts
MWac	MW alternating current
MWh	Mega Watt hours
MWp	Mega Watt peak
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NGO	Non-Governmental Organisation
NHI	Natural Heritage Institute
NMFS	National Marine Fisheries Service (Western Pacific States)
NPP	North Phnom Penh
NPV	Net Present Value
NREM	Natural Resources and Environmental Management Research and Training Centre (of Mah Fah Luang University, Thailand)
NT2	Nam Theun 2 Hydropower Project (in Lao PDR)
OAAs	Other Aquatic Animals
ODC	Open Development Cambodia
O&M	Operation and Management (cost of a power station)
PBR	Potential Biological Removal

PDP	Power Development Plan (of Vietnam)
PDP7	7th Power Development Plan (Vietnam)
PECC1	Power Engineering Consulting Joint Stock Company 1 (of Vietnam)
PDR	People's Democratic Republic (of Laos)
PNNL	Pacific Northwest National Laboratory
PPA	Power Purchase Agreement
PPP	Public-Private Partnership
PR	Performance Ratio
PRG	Partial Risk Guarantee (of the World Bank)
PSS or PSS/E	Power Transmission System Planning Software
PV	Present Value
Solar PV	Photovoltaic
PVNEB	Present Value of Net Economic Benefit
RESCON	Reservoir Conservation Model
R&R	Resettlement and Relocation (of persons at a reservoir)
RGC	Royal Government of Cambodia
SBR	Sediment Balance Ratio
SERIS	Solar Energy Research Institute of Singapore
Solar GIS	Accurate and efficient solar energy assessment software
SPV	Special Purpose Vehicle (company established for implementing a project)
SVC	Social Value of Carbon
TVA	Tennessee Valley Authority
UMS	Upper Mekong System
UNFCCC	United Nations Framework Convention in Climate Change
US	United States
$US	United States Dollar
USAID	United States Agency for International Development
USc	US cent
USGS	United States Geological Survey
$USm	Million US dollars
UV	Ultra Violet
VND	Vietnamese Dong
VRE	Variable Renewable Energy (solar PV, wind)
W	Watt
WCD	World Commission on Dams
W/m^{-3}	Watts per cubic metre
y^{-1}	Per year

EXECUTIVE SUMMARY WITH KEY FINDINGS AND CONCLUSIONS

Procedural History

This report presents the final results of an assessment of alternatives to a Sambor hydropower project as originally proposed by the China Southern Power Grid Company (CSP) for construction in the reach of the mainstream Mekong River near the town of Sambor in the Kingdom of Cambodia. This Sambor Alternatives Assessment has been conducted by the Natural Heritage Institute (NHI) under an official agreement with the Royal Government of Cambodia (RGC) in the form of a Memorandum of Understanding executed with the Minister of Mines and Energy (MME) on October 20, 2014. This Report covers alternative sites, designs and operations for a Sambor Dam and compares the dam alternatives to a "no-dam" alternative that consists of integrating a solar photovoltaic facility into the operations of Cambodia's largest existing hydropower project at the Lower Se San 2 reservoir to augment the power output (and improve its reliability). This comparative assessment of a "no-dam" alternative is also included within the scope of the MoU because it would contribute to the power development requirements of Cambodia with *no* adverse impacts on the Mekong fishery at all.

As originally conceived, the Sambor project would be the largest hydropower dam, and the furthest downstream, among all existing and proposed dams in the Lower Mekong Basin[1] (LMB). The dam would be 33m high and 18km wide, with a rated head of 23m and rated capacity of 2600 megawatts. It would create a reservoir some 82km long, backing water up to the town of Stung Treng at the confluence of the 3S (Se San, Srepok and Sekong Rivers) basin, with a surface area of 620 km^2. At this scale, it would be roughly twice the capacity of the largest project in the LMB, the Xayaburi dam on the mainstream Mekong within Lao PDR.

The Sambor reach of the Mekong is the corridor that experiences perhaps the largest annual migration of fish biomass on the planet. A large-scale dam and impoundment at this site would obstruct this migration, which is vital for the completion of the life cycles of the migratory fish that characterize the most productive freshwater fishery in the world. It would also capture most of the sediments and nutrients that maintain and replenish the morphology of the Mekong Delta and nourish the food web for the fishery.

The objective of this study is to identify and assess the feasibility of alternative sites, designs, operations, and fishery impact mitigation strategies for a hydropower project in the Sambor reach that could achieve the power development goals of the RGC while minimizing the adverse impacts on the natural processes that sustain this highly productive river system. The NHI Team (described in Appendix 1) assessed 10 site and design alternatives to arrive at the two that are described in this report, which are denominated Sambor Alt_6, which would be located on a side channel at a site 13 km above the original Sambor site, and Sambor Alt_7, which would be located at the same point but on the main channel. For Sambor Alt_7, the assessment considered four different fishery impact mitigation scenarios ranging from "standard" to "maximum", representing the decision space confronting the RGC in deciding whether and how to move forward with a Sambor Dam. These are denominated Sambor Alt_7-A, B, C and D.

[1] Comprised of the Lao PDR, Thailand, and Cambodia and Vietnam portions of the basin.

Biophysical Setting

The flow of the Mekong River is seasonal, with a monsoon-driven high flow period from July to October that produces 75% of the annual flow. The flood regime makes the seasonal flow patterns highly variable. The differential between the high flows and the low flow is around a factor of 20, making the Mekong among the most variable large systems in the world. It is the dynamic interaction of the river with its landscape that supplies the nutrients that makes the river so exceptionally productive.

The Mekong River has historically carried a large sediment load, of which about half is derived from the upper 20% of the basin in China. The seven dams in the Chinese headwaters, known as the Lancang reach, now capture between 40-50% of the sediments that used to flow through the Sambor site, such that the current sediment load passing Sambor has been reduced to about 150 to 92 Mt/yr (Koehnken, 2014), including both suspended sediments and bed load.

The Mekong River from Sambor to Stung Treng has multiple parallel channels ("anabranches") with bedrock beds and alluvial banks. Around the Sambor site, the channel runs through bedrock overlaid by recent alluvium. At a preliminary level of analysis, the geology, geomorphology and hydrology at the Sambor Alt_7 site are suitable for construction of a hydropower dam. However, a full feasibility study would require more refined site surveys.

The bathymetry of the main channel is characterized by deep pools connected via a deep channel. Twenty-three of these deep pools are in the inner channel and thalweg of the Sambor migratory corridor. These pools are as much as 40m deep. These serve as refuge during the dry season, as rearing ground for many resident species, as migration route especially for large fish species and as sanctuary and feeding ground for dolphins. During the dry season, the deep pools fill with sediments and debris, but during the wet season, high flows scour clean the inner channel and pools. The deep inner channel is the primarily path for up and downstream fish migration and is especially important for large species and serves as refuge in the dry season.

The exceptional flow variability and dynamic interaction of the river with the landscape during the monsoon floods give it a high level of biological productivity and a greater richness of species of any river in the world except the Amazon. It is, by far, the most productive freshwater fishery in the world. Some 329 species (42% of all Mekong species in 10% of the area of the basin) have been recorded in the Sambor reach and into the 3-S system. Fourteen of these are endangered. Many are migratory. In fact, the Sambor reach of the Mekong is migratory corridor that experiences the largest annual movement of fish biomass on the planet. This migration is vital for the completion of the life cycles of the 86 fish species that migrate from Tonle Sap and the Cambodian floodplains into the 3-S (Se San, Srepok and Sekong Rivers) system

The Sambor reach of the river also experiences intense fishing activity. Estimates of the quantity of fish and other aquatic animals landed each year range from 2.5 million to 3.8 million tons. Between 40% and 70% of the catch is of migratory fish, and the highest catches occur during the period of upstream migrations. For most such species, that occurs as the water levels rise at the beginning of the rainy season. Consumption of fish in Cambodia is the highest in the basin at 52.4 kg per person per year. Some 1.3 million people in Cambodia are engaged, directly or indirectly, in fishing as a

livelihood. The value of wild catch in Cambodian part is estimated at 2.76 billion USD per year, which comprises 12.8% of Cambodian GDP.

How Dams Impair Physical Characteristics of the River

Any dam in the Sambor reach of the mainstream Mekong River will alter the fundamental physical processes that maintain its exceptional biological productivity. The main impacts of concern are the alteration of the daily and seasonal flow patterns, the alteration and depletion of sediment and nutrient flows, and the barrier that a Sambor reservoir would pose to both the upstream and downstream migration of fish and their reproductive products. Indeed, a dam at the Sambor site has the potential for the largest such impacts of any in the LMB, due to its location between the 3S River basin and the Tonle Sap Great Lake

The degree to which a dam would distort the natural hydrograph of the river depends on the volume of the reservoir relative to the volume of annual inflow. Even the largest Sambor dam alternative would not be able to capture a very large fraction of the annual river flow, simply because there would not be enough storage capacity. However, there would be sufficient storage capacity for “hydropeaking”, to follow the load curve of the power grid. This type of operation could create large and rapid daily variations in the downstream flow patterns. These distortions can be particularly damaging to the downstream fishery.

Dams create a barrier to fish migration, which ultimately may lead to loss or decline of fish species unable to complete their life cycles, usually because they are isolated from their spawning and nursery areas. The scale of the impact is usually worse if major spawning tributaries are located upstream of the dam and drain into the impounded area. River species that are dependent on flowing water conditions for all their ecological requirements generally decline in abundance because of inability to fulfill their life cycle, to be replaced by species that are tolerant and able to exploit static water conditions. The riverine species that tend to be lost are the larger, commercially important migratory species and they are often replaced by low value, smaller species or alien invasive species. The impact on migratory fish can be of such a magnitude that survival may be as low as 5%.

The reservoir can also act as a sink for downstream drifting eggs and larvae, which are consequently lost from the system. To move downstream, the eggs and larvae must drift back though the reservoir in a flowing current to mature into adults. they must drift. Unless the reservoir is operated to provide a velocity of flow that will keep these eggs and larvae in suspension all the way through the reservoir and to the point of discharge at the spillway or powerhouse, these eggs and larvae will fall to the bottom of the reservoir, become covered with silt, and die. Operating the hydropower dam to ensure these velocities will require that the reservoir levels be reduced with a consequent reduction in hydropower production.

For hydropower dams, mortality from passage through turbines is especially significant; turbine losses of juveniles of 10-40% have been widely reported and large-bodied fish can be expected to be up 100%. It is possible to reduce fish mortality through turbines by incorporating barriers that prevent fish from entering the turbines. These systems can be effective for larger fish, but are not practical for eggs, larvae and very small fish, which are particularly susceptible to injury and death in

turbines. Turbine design, such as the type of head, number of blades, and rotation speed, is an important factor with respect to survival of fish going through turbines.

For sediments and nutrients, the effects of dams and reservoirs are two-fold. They both alter their natural flow patterns and deplete the quantity available downstream. Reservoirs trap all the bedload (the coarser sand and gravel moved along the river bed) and a percentage of the suspended load (the sand and finer sediment carried in the water column). The percentage of the suspended sediment trapped by a reservoir is a function of the ratio of reservoir storage capacity to annual volume of inflow.

These sediments are essential to maintain the complex channel and floodplain morphology that provides the diversity of habitats needed by different species and life stages of fish. Deltas and coastal areas that rely on riverine sediment supply, such as the Mekong Delta, are especially vulnerable to impacts of reduced sediment supply.

Assessment of Impacts from the Original Sambor Dam

The dam as originally proposed by CSP would be 33 meters high (difference in upstream and downstream water levels) and 18km wide. It would create a reservoir of 620 km^2 surface area and 465 Mm^3 of active storage, backing water up some 82 kilometers, all the way to the 3-S confluence and the town of Stung Treng. The proposed installed capacity is 2,600 MW with some 11,100 GWh of annual energy production.

Sambor would be the downstream-most dam in the LMB, between the 3S basin and the mainstream Mekong above Khone falls and the immensely productive floodplains at Tonle Sap and the Delta in Vietnam. Migratory fish form the majority of the fishery of the lower Mekong Basin and Sambor CSP is located between the spawning grounds upstream and the nursery habitats downstream. A huge volume of fish biomass pass through this river corridor every year, and that migration sustains the extraordinarily productive fishery of the lower Mekong, making the Sambor site the least suitable place for a physical barrier in the Mekong Basin. Thus, Sambor CSP poses extremely high risks for fish populations and food-security for the region. The original Sambor CSP Dam would have the largest impact on the Mekong fishery of any of the mainstream dams; if the others were built as well, the total forecasted losses in fish harvest would amount to 550,000 to 880,000 tons a 26-42% decrease.

In theory, it may be possible to engineer a fish pass at Sambor CSP for upstream migration (although at this dam height a panel of experts convened by the MRC has opined that fish passage is not possible). In any event, a fish pass with an appropriately low gradient to ensure fish complete their migration would need to be very long and very expensive. It would also require that at least 10% of the flow be diverted into the fish pass, rather than the powerhouse, with a consequent loss of power production.

The larger constraint is the downstream passage of the juvenile fish, eggs and larvae through the reservoir to the floodplains at Tonle Sap and the Delta where they mature into adult fish. The eggs and larvae cannot actively swim. They would have to drift through the reservoir, an 82km long body of static water, the entire distance to the point of discharge at the turbines and/or the spillway. It is inconceivable that an economically viable Sambor CSP could be operated to assure the minimum

velocities necessary to keep the eggs and larvae in suspension through this distance. If that is not done, they will fall to the bottom of the reservoir, be buried in silt, and die. The mortality is likely to be near 100%. In sum, the Sambor CSP would pose an absolute barrier to fish migration through the most important migration route in the entire Mekong River system.

By virtue of its large size and position as the lowermost dam on the mainstream Mekong, sediment capture by the originally proposed Sambor dam would be greater than 50% of the fine sediment and all of the bedload. This would eventually fill the deep pool refuge habitats and they would disappear. Sediment capture at Sambor CSP would deplete the flow of the sediments and nutrients into the Tonle Sap Great Lake, where the productivity of this fishery is directly correlated to the volume of water containing the sediments and nutrients passing through the lake, and to the Vietnamese Delta, where the annual replenishment of sediments is integral to the maintenance of this land form. The discharge of the nutrients at the mouth of the river drives the off-shore fishery in Vietnam, which is as important for fish harvest as the freshwater fishery of the Mekong. Adding the sediment capture at Sambor CSP to the sediment loss from the upstream dams would result in a loss of 95% of the sediment flows to the delta and a loss of 40% of the nutrient flows.

Sambor CSP is not designed to, and could not be operated to, discharge sediment. However, the NHI team investigated the potential for modifying the design and operation of the dam to accomplish this objective. Multiple sediment management techniques were considered during this preliminary evaluation. None of these are feasible because of the size of the reservoir. Therefore, the impacts of the original Sambor Dam on the passage of fish and sediments cannot be mitigated.

Methodology for NHI's Alternatives Analysis

Because of the superlative natural resource values at stake and the very large threats posed by the original Sambor Dam, the task of identifying more benign alternatives called for a reversal of the conventional approach to hydropower planning. On the traditional path, the first step is to identify a dam site that maximizes energy production; then to develop a conceptual design; then to assess potential environmental impacts; and then to formulate impact mitigation measures. This objective of this pathway asks how the fishery can be managed to accommodate the hydropower development. It seeks to maximize power production and minimize the mitigation costs that will reduce the expected rate of return on investment. In the context of the Mekong basin, such subordination of mitigation to hydropower profits typically results in substantial impairment of environmental productivity and social welfare.

Considering these realities, the NHI team inverted the standard paradigm and began its inquiry by first identifying the natural processes and environmental and social resources at risk, and then setting environmental and social performance standards to maintain these functions. In sum, the Sambor alternative assessment asks not how the environmental and social resources can accommodate hydropower development, but how hydropower development can accommodate the environmental and social resources. The question in defining the hydropower development alternatives then became how hydropower could be sited, sized, designed and operated to meet these standards, which are set forth in Text Box ES-1 below:

Text Box ES-1. Environmental performance criteria used for present study.

- **Fisheries**
  - Fish Survival 95% at Sambor
  - Fish Passage
    - Up and Downstream
  - Larval Drift
    - Downstream Passage
    - Through Reservoir
    - Flow Velocity of Water $\geq$ 0.3m/s
  - Minimize Barotrauma Potential
    - Powerhouse
    - Spillway
  - Minimize Turbine Mortality
    - Blade Strike
    - Shear
- **Sediment**
  - Pass ~95 % of Suspended Sediment Annually
    - Nutrients – Sustain Fisheries
    - Mekong Delta – Agriculture and Food Security
  - Maintain Reservoir Storage over Long Term
    - Design to Remove Deposited Bed Load
  - No Significant Deposition in Deep Pools
- **Relocation**
  - Minimize the Number of People to be relocated
  - Use 100-year Flood as Criterion
  - No Additional Flooding in Stung Treng

These set a new global standard for sustainable hydropower that no major hydropower dam in the world could presently meet

A total of 10 hydropower dam alternatives were studied. All would generate less power than the originally proposed Sambor Dam, but would substantially outperform it in the domains of environmental and social acceptability.

The field narrowed substantially when it became clear that the only viable alternatives would be those that would avoid creating an absolute barrier to the movement of migratory fish through the Sambor corridor. That conclusion led to an investigation of a site 13km upstream of the original site in the reach of the river where there are multiple channels incised in the bedrock formation. At this location, the NHI team investigated two dam concepts. Sambor Alt_7 that would place the dam on the main channel, leaving the side channel (the anabranch) unobstructed for the flow of fish, sediments and nutrients, and a Sambor 6 that would place the dam on the side channel and leave the main channel unobstructed.

The Sambor Alt_7 alternative proved superior from the standpoint of power output, while Sambor Alt_6 proved superior from the standpoint of the environmental and social performance standards. The main question was whether Sambor Alt_6 would also be viable from the financial perspective of potential investors; that is, would it provide a rate of return on investment that would make it competitive with Sambor Alt_7?

To compare the power output of these options, the team assessed the hydrology at these sites and, specifically, the flow split down the main and side channels with and without the dams. Hydraulic modeling indicated that the amount of water diverted to the main channel was very sensitive to the water surface elevation in the anabranch. Extensive modeling and analysis eventually showed that the only viable dam site in the anabranch would back so much water into the main channel that not enough flow would be available to the Sambor Alt_6 powerhouse to make this option viable. Consequently, Sambor Alt_6 ended up being the most expensive option on a cost per unit of power basis. Specifically, that dam would only be able to produce 125 MW of power, whereas the construction costs would be $5.428/Kw. On that basis, the cost per kilowatt hour would be over 20 US cents/kWh, about twice as much as for Sambor Alt_7 with full mitigation.

Sambor Alternative 7

Sambor Alt_7 aims to significantly reduce the impact of Sambor CSP on fishery yield, bio-diversity and sediment passage, although significant risks remain. Sambor Alt_7 would be a 1,236 MW, 4,240 GWh per year facility. It is designed with the intention to pass 95% of the sediment, allow 95% survival of fish and larvae migrating up- and downstream, and potentially allow Irrawaddy dolphins to move up- and downstream. The design details of Sambor Alt_7 are presented in Chapter 6 with graphical displays.

The site for Sambor Alt_7 is 13 km above the site studied for Sambor CSP, where the river flows in a braided manner through multiple channels in a bedrock formation flanked by alluvial banks. At this site, a partial barrage could be constructed on the main channel while leaving the side channel (the anabranch) unobstructed for the passage of fish, sediments and nutrients.

The dam concept of Sambor Alt_7 is designed so that the location and height:

i) minimize relocation of people;
ii) optimize the use of the anabranch channel as a natural fishpass with no additional infrastructure;
iii) ensure >10% of flow passes down the anabranch/fishpass at all times of the year to provide for fish attraction and passage of high volumes of biomass;
iv) allow up- and downstream movement of Irrawaddy dolphins through the anabranch;
v) enable the dam to be operated to maintain water velocities in the reservoir for larval drift.

Four versions of Sambor Alt_7 were assessed, each featuring a different combination of fishery mitigation measures. Common elements in all four are mitigation measures include:

- Three upstream fishpasses located at the powerhouse and both sides of the spillway, where migrating fish would congregate;
- A bypass channel that links with a natural anabranch to pass >10% of river flow;
- A navigation lock that also serves as a fish lock;
- Operations to enable a downstream drift of larvae through the reservoir by maintaining a minimum velocity of flow (exceeding 0.3 m/s);
- A pressure acclimation weir in the intake channel to ensure fish volitionally acclimate to surface pressure before entering the turbine;

- Deep emplacement of the turbines in the tailwater to reduce pressure impacts (barotrauma).

The four versions of Sambor Alt_7 each incorporate various strategies for reducing mortality of fish passing downstream through the dam and turbines. These mitigation scenarios are:

1) **Sambor Alt_7-A:** Trash rack with standard turbines (as per Xayaburi Dam)
   - Fish up to 900-1000 mm would pass through these trash racks and enter the turbine intakes.
   - Turbines with low barotrauma and moderate shear and blade strike.

2) **Sambor Alt_ 7-B:** Trash rack (as per Xayaburi Dam) + low impact turbines
   - Trash racks with surface bypass but no fish screens on the turbine intakes
   - Low impact turbines (low barotrauma, low shear and low blade strike [thick-blade]) that safely passes larvae and fish < 300mm. We use Alden turbines for illustration. Other low-impact designs may also be considered.

3) **Sambor Alt_7-C:** Fish screens + standard turbines
   - Coarse fish screens to enable fish > 300 mm to bypass the turbines.[2]
   - Turbines with low barotrauma and moderate shear and blade strike.

4) **Sambor Alt_7-D:** Fish screens + low impact turbines.
   - Coarse fish screens to enable fish > 300 mm to bypass the turbines
   - Low impact turbines (low barotrauma, low shear and low blade strike [thick-blade]) that safely passes larvae and fish < 300 mm. We use Alden turbines for illustration. Other low-impact designs may also be considered.

Operation of the Sambor Alt_7 reservoir would be exceptionally dynamic and complex. The reservoir has three unregulated natural upstream channels discharging into the anabranch channel. The complex nature of the project hydraulics and hydrology render specifying an optimal reservoir operating policy difficult. To maximize energy production requires balancing the long-term product of hydraulic head and inflow by avoiding reservoir water levels that create excessive spillage into the anabranch channel. Given the importance of maintaining natural larval drift, the team explored conditions in which greater drawdown of reservoir water levels may be required to ensure site conditions that enable larvae passage. Policies maintaining lower water levels achieve higher inflows and thus higher velocities to pass larvae, but the reduced hydraulic head associated with those policies reduces energy production; that is the tradeoff.

The amount of sediment passing downstream of the Sambor 7 reservoir is the sum of the sediment that flows through the reservoir and the sediment flowing through the anabranch channel. The sediment passing through the reservoir is determined by its trap efficiency, which is the fraction of inflowing sediment that is deposited in the reservoir. The trap efficiency of the Sambor Alt_7

[2] The project team also evaluated fine-mesh fish screens on the turbine intakes, which divert all fish except larvae from the turbines, but concluded that they were too expensive to be practical.

reservoir is very low because the reservoir is only about 0.5% of the average annual flow in the river. If the estimate of sediment flowing through the reservoir is combined with the sediment flowing through the anabranch, the total amount of suspended sediment that would be discharged is about 93%. The bed load in the Mekong River consists predominantly of fine sand and silt, which is likely to deposit in the reservoir upstream of the Sambor Dam and spillway. However, the low-level gates in the spillway of Sambor Alt_7 can be used to flush sediment through the system, resulting in minimal amounts of deposited sediment over the long term.

The increased discharge of suspended sediment resulting from Sambor Alt_7 compared to the original design and operations will maintain downstream geomorphology and the flow of nutrients to the lower floodplain fishery, and limit the subsidence of the Mekong delta landform in Vietnam. Passing nearly the Mekong's entire current sediment load at Kratie of approximately 92 Mt/yr would correspond to an improvement of 1.4 mm/yr of sediment deposition, which ultimately would prevent 37 m/yr of coastline retreat. This corresponds to the prevention of 3,100m of coastline retreat by the year 2100, and prevention of 2500 km^2 of delta land lost by 2100.

The dam will cause the high flows through the anabranch to increase significantly. As the bed and banks of the anabranch are largely contained within a rock stratum, the increased flows should not cause the depth of the anabranch to increase significantly. However, it is notable that the rock stratum containing the anabranch is overlain with sediment deposits that are quite thick in some places. This raises the question whether the increase in flows in the anabranch due to the Sambor Alt_7 dam on the main channel would cause this sediment to erode and the morphological consequences of such erosion both at the dam site and downstream.

The elevated velocities of the current are mean channel velocities. These should not hamper fish migration or reduce the efficiency of this channel as a fish pass because the roughness along the sides will probably allow most fish to pass. However, concern has been expressed about the effect on small species (< 20 cm) like *Henichorynchus* that make up most of the migrating biomass, some of which could not sustainably swim against these velocities. Relocation of people living within the 40-meter contour line would be necessary. That would be less than 7,000 people, compared to over 19,000 for the original Sambor Dam proposal.

Fish Passage Design

The Sambor Dam site is located above the huge floodplains of the Tonle Sap and Mekong delta. The migratory biomass that would pass through the Sambor site is unprecedented in volume for a hydropower dam, especially at the onset of the wet season. These migratory fish make up the majority of the fish that provide an essential, and not readily replaceable, source of protein for the Cambodian people.

The NHI Team devised state-of-the-art fishery mitigation measures with the objective of achieving upstream and downstream passage of 95% of the fish and other aquatic animals, recognizing that that would will still result in ~14% reduction in fish production *after* taking into account the losses estimated from the Lower Se San 2 project. However, the record of performance of fish passage facilities in large tropical rivers has been consistently poor. A recently completed global review determined that efficiencies average less than 40% for all species worldwide; and only 20% if salmonid species (not present in the Mekong basin) are excluded. There are no examples of

fishpasses at any tropical dam that have sustained migratory fish populations or fisheries. Prefeasibility studies consistently underestimate the cost of fish passage, which tends to foreclose effective designs at a later stage. Chapters 8 and 12 of this Report estimate the risks that this performance goal will not be met, and the potential consequences. For instance, if the Sambor Alternative 7 mitigation measures only achieve a conventional level of success, fish production could potentially be 30-70% less than current production.

The key mitigation measures for upstream migration are fishways. The fish passes for Sambor Alt_7 are designed to avoid the flaws that have led to poor performance of fish passage facilities in large tropical rivers historically. These design elements are summarized in Text Box ES-2.

Text Box ES-2. *Fish passage requirements for hydropower in the lower Mekong and specifically at Sambor Alt_7.*

- Upstream fish passage is required at the powerhouse and spillway for varying flows; hence multiple fishways and multiple entrances would be required.
- To attract fish into fishpasses and pass the high biomass, > 10% of flow is required.
- Upstream fish passage facilities need to accommodate the locations where the fish congregate due to attraction flows, which include:
  - the draft tubes of the power house;
  - each side of the power house;
  - the spillway apron at low discharge;
  - each side of the spillway near each abutment at high discharges.
- Downstream migration includes larvae that require flowing water in the reservoir to maintain drift:
  - From ADCP data it is likely that a mean channel water velocity of 0.4 to 0.5 m s^{-1} is required in the dry and early wet season and 0.8 to 1.0 m s^{-1} may be required in the wet season. We have assumed an absolute minimum of 0.3 m s^{-1} for initial modeling.
- Maintaining survival of fish approaching the turbines is required, either through turbine design and/or screens to divert fish.

Based on the requirements listed above, the design concept for the Sambor Alt_7 option is to provide three upstream fishpasses:

(1) The site and design of the Sambor Alt_7 dam allows the anabranch to serve as a natural fishpass for both upstream and downstream migrating fish. The anabranch would be linked to the river immediately below the dam and powerhouse by an artificial channel that would mimic the natural habitat and hydraulics. The entrance would be beside the powerhouse, so that migrating fish attracted to the powerhouse and dam would be diverted into the anabranch. Both the anabranch and channel would have a low-gradient (e.g. 1:200) with turbulence and water velocities that are similar to the Hou Sahong channel, which is known to be satisfactory for passing Mekong fish species.

(2) The concept for Sambor Alt_7 includes a combined navigation/fish lock which can be operated to pass both. It would have a width of 30m to enable high flows to attract fish, and provide low turbulence that fish can swim against.

(3) A pool-type fishpass would be constructed on the right side of the dam. It would feature a vertical-slot design which maintains constant water velocity and turbulence. It would include the design parameters suitable for the size and biomass of fish that would need to negotiate it.

The measures for achieving 95% survival in downstream passage are:

i) Passage through the anabranch in proportion to its flow. However, the larger fishes that use the deepest channel in the river (thalweg) are more likely to enter the reservoir where they are vulnerable to pass downstream through the spillway or turbines.

ii) Medium to large fish would be diverted around the turbines (as these fish have high mortality in turbines from blade strike), using fish screens and a bypass (in Sambor Alt_7-C and D).

iii) The reservoir would be operated to maintain a sufficient velocity of flow to transport drifting larvae to the point of discharge at the powerhouse and spillway.

iv) Mortality of larvae and small fish in the turbines would be minimized by:

a. Providing a *pressure acclimation weir* in the intake channel of the power house. This is a submerged weir which forces larvae and juvenile fish on the river bottom to the surface (e.g. upper 2m) and acclimates them to surface pressure which reduces impacts of pressure change in turbines (barotrauma).

b. Locating the turbines at depth which, when combined with a *pressure acclimation weir*, will largely mitigate pressure change in the turbines.

c. Installing turbines that reduce impacts of *blade strike* and *shear*.

v) The spillway gates would be designed to pass fish safely.

Mortality of fish passing through turbines can be reduced by improved turbine design and/or by preventing fish from entering the turbines. Fewer blades and a low rotation speed reduce impacts on fish. A review of the options has revealed that the lowest impact design is the Alden-Voith turbine, which has been under development by the US Department of Energy and the Electric Power Research Institute (EPRI) since the 1990s and is now ready for commercial demonstration. It has three blades with thick leading edges to minimize blade strike in a corkscrew shape that has a decreasing radius.[3] It has similar generating efficiencies (94%) compared to a Kaplan, but has a higher capital cost.

---

[3] However, it is important to state that fish survival as high as 95% has never been documented in real installations. In fact, we have found no real examples above 55%. Also, the manufacturer's models calculate survival right after passage, while 48-hour survival rate is the standard as many fish are still alive but severely injured and will die within 48 hours.

Fish screens that divert fish to bypass systems were evaluated in this study. These can be effective for small (e.g. 10cm) to large fish, but are not practical for eggs, larvae and very small fish, which would then pass through the turbines where they would be susceptible to injury and death from shear and pressure changes. These screens divert fish to one side of the powerhouse where they bypass the turbines and pass downstream via a sluicing flow. Significantly, the screen would have to filter a discharge that is 35 times greater than the largest fish screen built to date. The cost to screen fish > 0.3m long would be approximately USD $1.0 billion. While a finer mesh screen was evaluated, the cost proved prohibitive. The cheaper screen would require more sophisticated turbines with thicker blades to pass larger fish safely. We conclude that fish screens impose the largest cost of any of the mitigation measures and carry the highest technical risk because of the unprecedented scale that would be required.

The highly damaging negative pressures experienced by the fish as they go through the turbine can be mitigated by emplacing the turbines below the tailwater. This greatly reduces barotrauma and cavitation but the added excavation increases capital costs. Barotrauma injuries in fish are caused by changes in pressure either from sub-atmospheric pressures in the turbine or by a net decrease in pressure, both of which cause the swim bladder to expand causing injuries and mortalities in fish.

To pass fish safely, spillways need to be designed to provide a relatively laminar flow over a smooth surface (not a stepped spillway), with no sudden deceleration, or sudden transitions. Generally, this is a "ski-jump" shaped spillway with a long apron and no endsill or dissipaters.

The fishery mitigation measures incorporated in Sambor Alt_7 are based on a detailed understanding of why and how fish passage measures have failed in the past and what is needed to remedy those defects. In theory, the designs of the measures should be effective to achieve the lofty performance standards that have been posited for Sambor Alt_7. However, the untested status of these measures gives rise to substantial risks, which can be summarized as follows in Text Box ES-3.

Text Box ES-3. Potential risks to the Mekong fish population.

Any of the following can cause decline of the fish population:

- Upstream fishpasses do not pass sufficient fish to maintain the fishery
- Velocity in reservoir not adequate for drift of larvae
- Fish screens impractical
- Turbine/spillway mortality underestimated
- Operation of the project fails to observe the mitigation protocols

At the concept level of analysis reported in this study, several critical uncertainties must be acknowledged in the results that will require a more definitive level of analysis to resolve, should this project progress into a full feasibility study. These include:

- The accuracy of the hydrodynamic modelling.
- The 3-dimensional hydrodynamics near the dam wall (larvae could drift to within a few hundred meters of the dam wall and then fall out of suspension).
- The behavior of larvae in low velocity edge habitats.

Fish Mortality Modeling

An initial round of modeling was performed in late 2016, and the results vindicated the analytic methods. The purpose of the modeling is to estimate and compare the impacts of a range of fishery mitigation scenarios for Sambor Dam Alt_7 on the mortality, population growth rates and potential yield of migratory species of fish caught for commercial and subsistence purposes in Cambodia and in the other riparian countries of the LMB.

From the modeling, some preliminary predictions can be made. Rates of downstream passage mortality are likely to be relatively low for the partially and fully mitigated scenarios due to the mitigating effects of the improved design of the turbines, with thicker blades and slower rotation, but at a sacrifice of power production.

The decline in potential fish yield will be greater if lower fishpass efficiencies are achieved. The fishery would collapse if fishpass efficiency is in the order of 45% - 50. These findings pose the question: Can 95%, or even 80% fishpass efficiency be achieved? An exhaustive review of the literature published between 1960 and 2011 (65 papers found that average upstream fish pass efficiency has been only 42%. After excluding salmonid species, for which average pass efficiency was approximately 60% mean fish pass efficiency was found to be only 21%, and about 30 % for cyprinids. The study included 'natural' fish passes which were found to be less efficient than pool-type. The fishpass proposals for the Sambor dam are unique in terms of their scale and design and therefore the relevance of the existing empirical evidence concerning fishpass performance might be questioned.

Impacts on Dolphins

The team used existing data to assess the potential impacts of a hydropower dam at Sambor on the Mekong River Irrawaddy dolphin (*Orcaella brevirostris)* population, and compared the expected impacts from the dam alternatives.

The lower Mekong River is home to a critically endangered population of approximately 80 Irrawaddy dolphins, *Orcaella brevirostris*. These dolphins are culturally significant, economically valuable to local communities, and biologically important. The population is likely to be a distinct subspecies, and breeds separately from any other coastal Irrawaddy dolphin population. Ongoing conservation measures are showing signs of success and the population may recover if these efforts continue.

The Mekong dolphin population occurs only in a 190 km stretch of the main-stem Mekong River between Kampi, Cambodia, to Khone waterfalls on the Cambodia-Lao PDR border. Within this relatively small range, Mekong River dolphins use very few specific habitat areas within, and around, deep-water pools in the river. The population is separated into four sub-populations, which regularly use nine of these deep pools in the Kampi to Khone waterfalls river stretch. The sub-populations show strong fidelity to specific pools and strong social bonds. Occasional dispersals between the sub-populations are necessary to maintain genetic exchanges and viability of the population as a whole.

Previous studies have shown that dams can impact river dolphins through several broad mechanisms:

- Fragmenting the populations into isolated smaller groups that are much more vulnerable to extinction,
- Loss of habitat and microhabitat through both infrastructure development and changes to hydrology,
- Noise in the environment (i.e. dolphins hunt and navigate with sonar, which can be disrupted with environmental noise),
- Reduced prey due to effects of the dams and barrages on fishes,
- Disturbance from construction activities, and
- Direct mortality.

The most certain and severe predicted impact is the fragmentation of the population by a barrier effect of the dam. While the original Sambor CSP proposal has no means for dispersal through the dam, the open anabranch in Sambor Alt_7 allows for some possible movement of dolphins up- and downstream of the dam through the anabranch channel. However, extensive survey work and community informant networks have revealed no evidence that dolphins currently pass through these channels. In the dry season, these anabranch channels are much shallower than the main channel where dolphins are frequently recorded, and impassable to boats. It is not known whether dolphins use these channels during the wet season, or whether they will use these channels if the mainstream Mekong River is blocked. We therefore conclude that if dolphins do not use these anabranch channels, the barrier effect of Sambor Alt_7 would be the same as the Sambor CSP proposal.

Another major risk is the loss of key habitat due to construction of dams at either the Sambor CSP or Sambor Alt_7 site. The siting of both dams is immediately over core deep pool habitat. In the dry season, particular dolphins almost exclusively use these areas. Given the very few areas dolphins use currently, it is unlikely that displacement from these sites would result in new areas being used, so valuable areas of the little remaining habitat would be lost.

Existing threats from bycatch in fisheries, the vulnerability of small populations to extinction, genetic vulnerability, and the effects of existing dams on river regulation are likely to be exacerbated by all dam options. Of these existing threats, bycatch in fisheries is of the most immediate direct concern, particularly if any dam construction increases the human population and subsequently fisheries interactions.

As the Sambor CSP option is certain to fragment the population, it has the greatest risk of impacting existing small population issues, genetic vulnerability, and greater hydrological effects. As the Sambor Alt_7 option may open up accessibility into remoter areas and therefore increase fishing pressure, it may be more likely to exacerbate bycatch.

As dolphins navigate, forage and communicate with sonar, underwater noise can have a large impact on their ability to perform basic daily behaviors. The potential sources of sound and magnitude of sound emissions from this project has not been established, and there are virtually no comparable

studies of the impacts of underwater noise on freshwater dolphin populations. This is a major knowledge gap.

Some mitigation measures may be possible for some impacts, such as improved fishery management to prevent additional bycatch, or the use of the fish screened option to prevent mortality.

The key knowledge gaps that need to be filled to better understand potential likely impacts and possible mitigation are:

- Better understanding of fine-scale distribution, abundance and movements of the dolphin populations within, and near the proposed project site, and specifically whether dolphins use the anabranch channel;
- Modelling potential sound emissions and propagation of various construction and operation activities, including dry explosives, turbine operation, and seismic operations, to determine appropriate mitigation zones, and/or determine if mitigation is possible;
- Evaluating the impact of construction and operation of the Don Sahong Dam in Lao PDR on dolphins in the Cheuteal Pool. Such studies could help inform understanding of impacts and potential mitigation options of proposed hydropower developments.

In summary, both the CSP and Sambor Alt_7 dams represent extremely high risks to dolphins in the Mekong River.

Augmenting Power Output from Existing Hydropower Reservoirs as an Alternative to a Sambor Dam: The Floating Solar PV Option

The past few years has seen a dramatic reduction in cost of solar photovoltaic power generation (Solar PV). Over the past few years the world has seen an explosion of utility scale grid connected PV projects. This technology therefore presents a renewable energy enhancement to mainstream power generation that mitigates the environmental damage costs of such large hydro projects.

This technology can be implemented in a variety of different ways, but because of problems with its intermittency – very rapid changes in output when weather conditions produce rapidly changing cloud cover – it poses a range of issues associated with its integration of its output into a power grid. At small scale, this is not a major issue, but at large scale (100 MW and more), when feeding into a relatively small grid, this becomes a significant issue. Fortunately, these issues have technological and engineering solutions whose performance is predictable, and not subject to the same uncertainties of mitigation measures at hydro projects: nobody can accurately predict the success of a fish passage (especially when the species and size mix is as great as it is in the Mekong). But the performance of a battery or flywheel in mitigating short-term intermittency has much smaller uncertainty.

One way of addressing these integration problems is to integrate a solar PV project with a hydro project, which because of the flexibility of hydro turbines, allows in principle the hydro project to function as a large battery, allowing the combined project to deliver into the grid smoothed and dispatchable power. This requires that there is adequate active storage capacity in the reservoir (so

when PV output is at its maximum, the water is stored rather than released during these hours: but then released later in the day when power demand peaks), and that the turbines have quick response times.

The first such integrated project implemented at a large scale is at Longyangxia in Qinghai Province of China, where 850 MW of PV panels mounted on land in conventional fashion was added to a 1,280 MW hydro project. This project is described in some detail in Annex 10.1, for it serves as the most relevant example for application of the concept to Cambodia. Indeed, one of the difficulties is that large land areas are required for such large solar PV projects: in Cambodia that may be a serious constraint, and may require the resettlement and relocation of large numbers of persons. But this can be avoided by adopting the concept of *floating* PV at a hydro project reservoir that is already existing or is planned. Whether the PV is floating or land based makes no difference to the opportunities for integrated hydro-PV operation.

For this reason, we have examined the possibility of floating solar PV at the existing LSS2 hydro power project, as an alternative to mainstream power development at Sambor. With so much environmental risk associated with even the most fully mitigated Sambor Dam conceivable (the Alternative 7 presented in this study), it appears that a floating PV project is a viable enhancement for the next main increment of energy demand in Cambodia.

To be sure, the worldwide experience with floating PV is more limited than ground-based systems, but the size of such systems is increasing rapidly. The cost is roughly comparable to ground-mounted systems: savings in land costs and increased yields due to lower temperatures offset the incremental cost of the floating structures. Due to the modular nature of PV system in general up-scaling of floating PV systems is not an issue.

Table ES-1 presents a comparison of the main elements and risks for large hydro projects and floating PV systems. The asymmetry of risk is clear: large mainstream hydro projects have substantially greater risks than floating PV.

Table ES-1. Floating PV vs mainstream hydro.

	Large Hydro	Floating Solar PV
Construction time	6-8 years: consequently, very high costs of interest during construction (IDC)	Less than one year even for 400 MW-scale projects. IDC negligible
Scale	Large size needed to exploit significant scale economies – poorly matched to load growth	Modular build-out easily matched to load growth increments
Technology and commercial readiness risk	Low.	The high recent growth rate testifies to the commercial acceptance of PV, and of floating PV. 20-year warranties for PV modules are now common.
Geotechnical risk	Significant. Substantial risk of delay and construction cost increase	None!
Impact of Climate change	Likely to be negative (fewer but more intense storms means	Likely to be positive (more sunshine hours and lower average cloud

	Large Hydro	Floating Solar PV
	higher spill)	cover)
Cost trends	Mature technology. Little scope for future cost decreases	The costs of PV modules continue to decrease, as do costs of batteries and flywheels. Staged development allows exploitation of lower costs
Environmental impacts	Potentially catastrophic. Very high risk, with the performance of mitigation options themselves subject to high uncertainty	None! Completely avoids all fishery damage and sediment impacts.
Relocation and resettlement	Upwards of 20,000 persons will need to be resettled. Inevitably controversial	None!
Environmental clearance	Difficult, expensive and time consuming. Subject to intense opposition from NGOs and delay	Straight forward. Even 400 MW scale of PV at LSS2 reservoir accounts for a small fraction of the total surface area: small likelihood of change to water quality.
Implementation issues	Likely to be hugely controversial with major disruptions during construction of a large mainstream project	Uncontroversial. EdC's integration concerns can be addressed by technical mitigation options of known performance.
IFI participation	Highly unlikely given objections of Vietnam. Absent IFI risk mitigation, little scope for lower interest rates	Likely. IFIs are already supporting PV throughout the region. Concessional finance a possibility.

Economic Analysis

If social and environmental externalities were of no concern, construction of a large hydro project at Sambor, along the lines proposed by the China Southern Power feasibility study for 2,600 MW, would be economically rational, with a levelised economic cost of 6 USc/kWh and a net present value of benefits of US$1.88 billion (assuming 30year life at 8% discount rate). But, as shown in Figure ES-1, when fishery and sediment damage costs are taken into account, the net result to Cambodia is a loss of $1.7 billion. Even when the global benefits of reduced carbon emissions are taken into account (based on the thermal alternative for peaking power using gas-fired combined cycle tehcnology), the net result is still negative US$742 million.

SamborCSP	Distribution of economic returns (at constant prices)			
Discount rate	8.0%			
	economic returns	NPV, $USb	Levelised costs&benefits	USc/kWh
ERR (power)	12.1%	1.88	Power	-5.99
ERR (incl. externalities)	negative!	-1.75	Fishery damage	-4.64
ERR (incl. GHG)	6.3%	-0.74	Sediment damage	-0.67
GHG valuation	@WorldBank ($30/tonCO2+)		total	-11.30
			energy benefit	5.55
			capacity benefit	3.20
persons displaced	21440		Net	-2.56

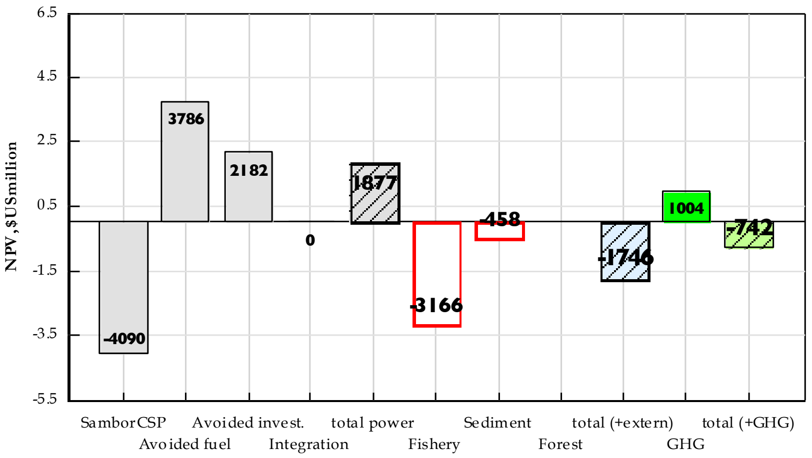


Figure ES-1. Baseline levelised costs, excluding externalities (10% discount rate).

A screening analysis of the various Sambor alternative options identifies Alt-7A as the most economic option. The analysis suggests the potential benefits of the fish friendly turbine Alt_7-B option: such designs should certainly be assessed in more detail at the detailed feasibility study stage. However, the incremental benefits of fish screens (Alt_7-C) in reducing fishery damage costs appear to be insufficient to justify the high cost ($1 billion in additional capital cost), though additional modeling of screen benefits, currently underway, will provide further insights on the cost-effectiveness of screens.

Whether a 95% upstream passage success rate can in fact be achieved is uncertain: there remains disagreement even among experts. The main difficulty for the fish passage design is the sheer diversity of the fishery: To achieve 95% for a single species may be reasonable, but to achieve 95% *on average* across the wide diversity of Mekong fish species implies the success rate for some would have to approach 100% to offset those for which only 90% or less may be achieved.

Quantification of the damage costs on fisheries and on the Mekong delta is subject to high uncertainty. Some studies hold that the value of the fishery can be measured by the retail market price of fish delivered, with valuations that run into the billions of dollars (that far exceed the benefits of the additional electricity); others note that that the fishery is largely unsustainable anyway, and would decline from over-fishing even in the absence of a Sambor dam; and still others point out that what is really at stake is the livelihood and food security of large numbers of the rural poor, and that while the relatively better off urban consumers could afford to adjust to other forms of protein, for the rural poor the impact would be catastrophic. In any event, however measured and valued, the share of total GDP contributed by fisheries is in decline in both Vietnam and Cambodia.

Figure ES-2 shows the results of the economic analysis of Alt_7A. The economic returns of are significantly lower at 8.8%: the NPV of power is $194 million, as compared to $1,877 million for Sambor CSP. However, the fishery damage costs are less than half those of CSP, so when externalities are taken into account, the net benefit is minus $1.28 billion, compared to minus $1.75 billion for Sambor CSP. The other Sambor options have somewhat higher costs, and somewhat lower fishery damage costs – but the results are not significantly different to those for Alt_7A.

Alt 7-A	Distribution of economic returns (at constant prices)			
Discount rate	8.0%			
	economic returns	NPV, $USb	Levelised costs&benefits	USc/kWh
ERR (power)	8.8%	0.19	Power	-8.12
ERR (incl. externalities)	negative!	-1.28	Fishery damage	-4.74
ERR (incl. GHG)	negative!	-0.73	Sediment damage	-0.17
GHG valuation	@WorldBank ($30/tonCO2+)		total	-13.03
			energy benefit	5.57
			capacity benefit	3.20
persons displaced	**2115**		Net	**-4.26**

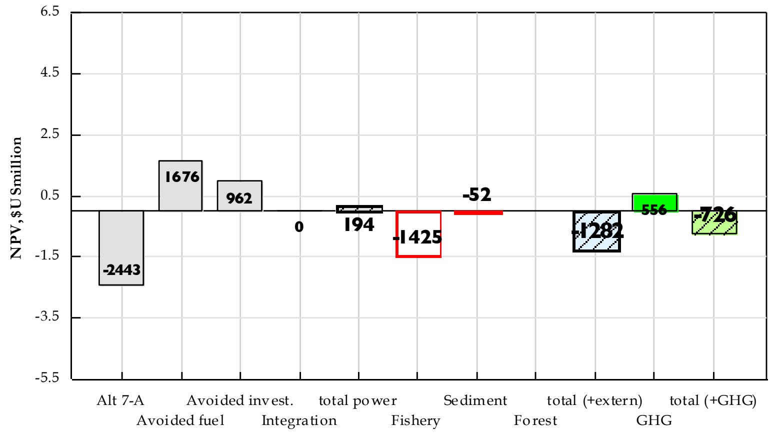


Figure ES-2. Economic analysis, Sambor Alt-7-A.

Damage cost valuation arguments are further compounded by disagreement over even more basic questions about the discount rate. Economists argue that the choice of discount rate can be determined precisely by application of the tools of economic analysis – grounded either in the principles of welfare economics and inter-generational equity, or of the economic opportunity cost of capital – though whatever approach is used requires a range of further assumptions. In reality it is about the weights that society places on consumption in the short term against consumption in the longer term, judgments about which can only be made by Governments on behalf of their country. However, the sensitivity analysis provided in Chapter 11 demonstrates that the choice of discount rate makes no difference to the ranking of the various options, and to the recommendations to RGC of the superior performance of the floating PV option at LSS2.

Thus, damage costs are subject to high uncertainty, not least because of uncertainties about the proportion of migratory fish having spawning ground upstream of Sambor, and the extent of damage and sediment capture at hydro projects above Sambor. As noted in Chapter 8, there are also many uncertainties about the ability to model the impact of Sambor on the sustainable yield of the fishery, and the estimates of fish mortality of the new fish-friendly turbines as reported here are not based on detailed modeling (or field experience) but on extrapolations of the very preliminary data from the developers of such turbines (which have yet to be proven at commercial scale).

Whatever may be the resolution of these uncertainties, the CSP design will result in catastrophic damage to the Tonle Sap fishery, and while option Alt-7A does provide a degree of mitigation, it cannot bring the risks of fishery and sediment damage to an acceptable level. Moreover, no mainstream dam option can benefit from low cost finance (say with a partial risk guarantee from the World Bank which would lower the commercial interest rate by 1-2%) - because this would require no objection from Vietnam as the downstream riparian – and which is very unlikely to be provided. However, what can be said with considerable certainty is that all of the alternatives studied by this report will have a much lower impact on the fishery than CSP.

The principal question is how the Government should make a decision on Sambor given these various uncertainties – the results of which may only become apparent once a Sambor project is built, at which point the damages may be irreversible. This question is the subject of the risk assessment provided in Chapter 12.

This dilemma for the RGC can be avoided by the floating PV option, the results of the economic analysis of which are shown in Figure ES-3. Because the 400MW scale project is quite small compared to the large hydro options, we have scaled the results to deliver the same energy as Alt-7A. The economic rate of return when externalities are included, at 7.8%, is higher than for any of the hydro alternatives, and obviously neither fishery damage nor sediment damage costs arise. The economic returns when avoided GHG benefits are included, at 10.8%, are also the highest among the various options considered.

Based on the economic analysis one may say with high certainty that the expected economic returns, when probable environmental damage costs are included, are much greater for the floating solar PV augmentation at LSS2 than for any Mekong mainstream hydro project, and most certainty greater than for even the Alt 7A alternative whose engineering design provides the best chance for mitigating the downstream damage costs.

Floating PV	**Distribution of economic returns (at constant prices)**			
Discount rate	8.0%			
	economic returns	**NPV, $USb**	**Levelised costs&benefits**	**USc/kWh**
ERR (power)	7.8%	-0.05	Power	-8.10
ERR (incl. externalities)	7.8%	-0.05	Fishery damage	0.00
ERR (incl. GHG)	10.8%	0.39	Sediment damage	0.00
GHG valuation	@WorldBank ($30/tonCO2+)		total	-8.10
			energy benefit	5.56
			capacity benefit	2.40
persons displaced	0		Net	-0.15

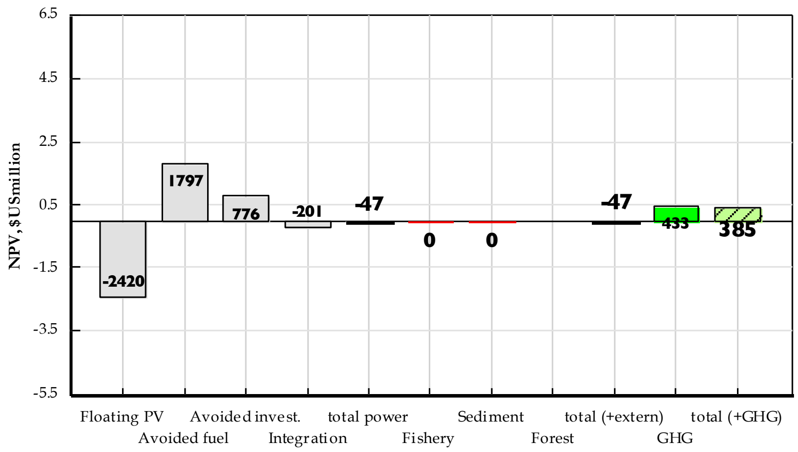


Figure ES-3. economic analysis of the floating PV option at LSS2.

Quite simply, the floating solar PV project has no material negative environmental externalities: the risk profile of this option is very low, and will completely avoid the inevitable controversy of a mainstream hydro project – whether over the 20,000 people that would need to be resettled at Sambor CSP, the impacts on Vietnam's Mekong delta, and above all over the uncertainty over the damage to the downstream Cambodian fishery.

The present PPA tariff at LSS2 is 6.95 USc/kWh. The indicative financial analysis suggests that with the expected decrease in PV costs, a tariff that is very close to this figure can be achieved at LSS2. To be sure, there remains some uncertainty over integration costs, but the good news is that these costs – particularly for fast-response storage to even out the fluctuations associated with cloud cover variations, are falling as rapidly as the PV module costs have fallen over the past few years.

Moreover, the analysis shows that credit enhancements obtainable through the International Finance Institutions (IFIs) offers great scope for reduction of the tariff. In the absence of significant environmental damage costs, the safeguards policies of the IFIs that are required for eligibility for IFI involvement are straightforward, which are simply unavailable to a mainstream project likely to be vigorously opposed by Vietnam.

Distributional Assessment

Who wins and who loses? The net power benefits will be distributed among Electricity of Cambodia's (EdC) consumers, the developer, and Government. The shares to each will be settled by negotiation between Government and the developer, and by the taxes (or tax concessions). If we assume Government captures 35%, EdC's consumers 50% and the Independent Power Producer (IPP) 15%, then the distribution of costs and benefits among the stakeholders would appear as shown in Figure ES-4. The GHG emission benefit accrues to the global community; sediment damage

to Vietnam, and Fishery Damage 85% to Cambodia and 15% to Vietnam. The ultimate shares may well differ, but the orders of magnitude will not change.

For a large mainstream hydro project at Sambor, the biggest loser is Vietnam. Cambodia is also a loser, because its fishery damages far outweigh the power benefits: Vietnam, however, receives no benefits. However, for the floating PV, *nobody* loses. Vietnam is unaffected, and Cambodia receives only power benefits. To be sure, Sambor will generate large power benefits to Cambodia, but at the probable cost of the destruction of the Mekong fishery, and the certain enmity of Vietnam.

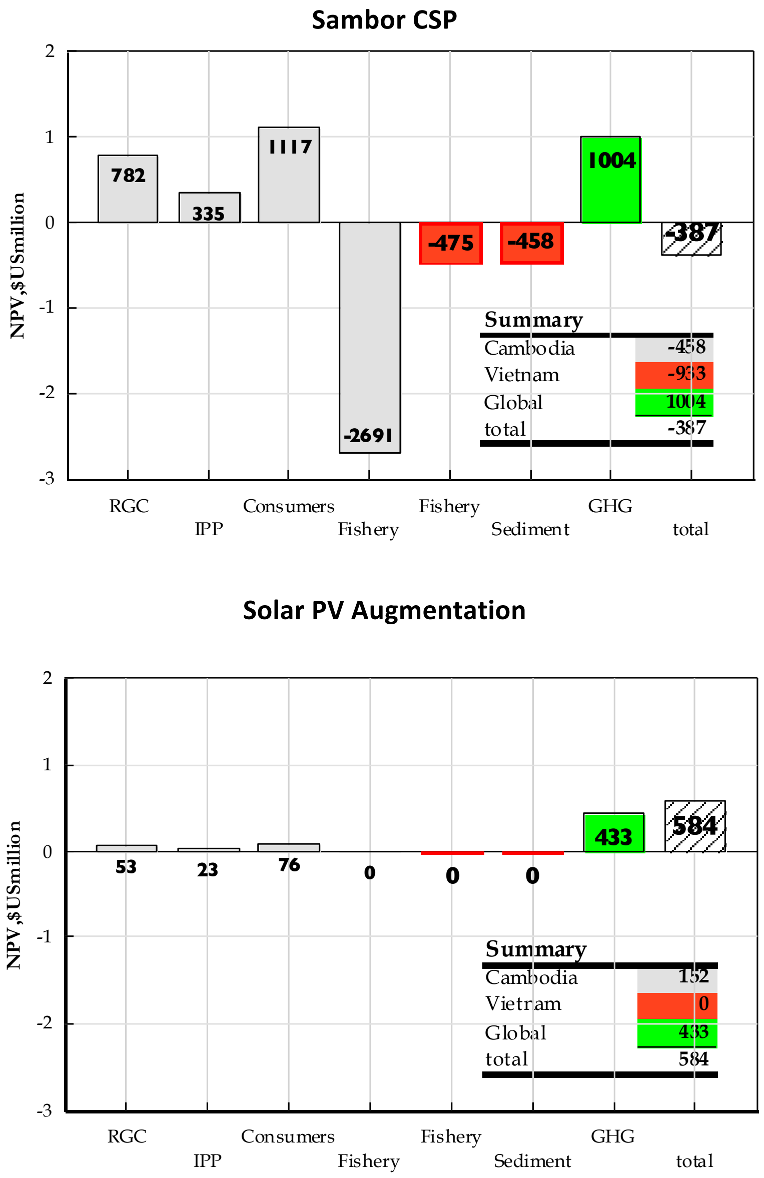


Figure ES-4. Comparison of stakeholder impacts.

Probabilistic Risk Assessment

Technical and Environmental Risk

At its inception, this assessment of Sambor Dam alternatives set a performance standard of 95% success for upstream passage (fish pass efficiency) and also for downstream survival. Those goals have driven the exploration for a maximal mitigation approach that is practical and achievable. The essential question is whether the Sambor Alt_7 design and operations would achieve them in reality.

The NHI team acknowledges that the scientific studies performed in this concept study do not provide enough information to be entirely confident. In theory, these mitigation measures should be successful, but in fact they are novel and have not been tested in the real world. While we believe the Sambor Alt_7-D as described in this Report constitutes the most fully mitigated site, design and operation conceivable, a decision to construct it is still fraught with irreducible risk factors due to our imperfect understanding of how this complex ecosystem functions and the lack of any empirical record on how these mitigations would perform in actual practice.

A risk assessment that evaluates the outcome of all possible futures, avoiding value judgments about probability distributions of input assumptions (which for some are quite speculative), shows that the probability that the unmitigated Sambor Alt_7-A has just an 8% probability of generating net economic benefits when externalities are included. That probability more than doubles for the low-impact turbine mitigation, but still remains unacceptably low.

We must therefore conclude that any Sambor Dam, even the fully mitigated option (Alt_7-D), involves high risks to the Mekong fishery due to the uncertainties in how the fishery functions and the untested nature of the mitigation measures. It is important to understand that the consequences associated with this degree of risk in a system such as the Mekong can be unacceptably large. For instance, if these most advanced measures achieve only 70% upstream fish pass efficiency, rather than the 95% goal, the population model predicts a cumulative decline in harvestable biomass below the dam in the range of 45%. Additionally, if construction and operational impacts significantly affect the Mekong dolphin population, the population may become locally extinct from the Mekong River. This local extinction would be culturally and economically significant to local communities and nationally (i.e. Cambodia and Lao PDR), and biologically significant on national and international scales.

As these predictions, themselves are based on assumptions that are fraught with uncertainties, the only conclusion we can make with absolute certainty is that the risk associated with any dam design and operation, sited in the midst of the world's greatest corridor for migratory fish biomass, is sufficiently large that the prudent course is for the RGC to investigate a full range of renewable power options, including those that may avoid damming the mainstream Mekong. Realistically, the uncertainties inherent in the dam alternatives are of such a nature that they are not likely to be resolved within the timeframe for decisions on a Sambor Dam, if ever. Therefore, the prudent course of action is to seriously explore alternatives at a scale that would make a Sambor dam permanently unnecessary.

The risk assessment confirms the main conclusion of Chapter 11: ***only under the most unrealistically optimistic assumptions can one demonstrate net economic benefits for a mainstream project, even***

when the most advanced mitigation techniques are employed (small reservoir size to maintain downstream flow velocities, fish friendly turbines, extensive upstream fish passages, fish screens, and sediment flushing).

Financial Risks

The financial risks of solar PV are easily an order of magnitude smaller than those faced by a 2,600 MW-scale project at Sambor. As discussed in Detail in Chapter 12, the modularity and lack of scale economy of PV projects results in a significantly lower degree of financial risk compared to a 2,600 MW scale project at Sambor: interest during construction for a project with 6-7 year construction time can easily increase overnight costs by 20-25% (so $2,500/kW rather than $1,984/kW); that for a PV project is a few percent at worst (so $1050/kW rather than $1000/kW).

A large solar PV project could be built in tranches of 50-100 MW: so, the investment for the first 50 MW of PV will be around $50 million. At 70:30 Debt:equity ratio, that means at financial closure some $35million of debt needs to be mobilized. Sambor at 2,600 MW requires total debt finance (including capitalized IDC) of $4.6 *billion*. $35 million is easily mobilized from a single source; $4.6 *billion* requires significant syndication. Indeed, with a construction time of less than one year, finance for a second 50 MW PV project (given a very low probability of construction delay) makes raising a second tranche relatively easy, as revenues begin to flow almost immediately after construction.

Whether large or small, projects promoted by IPPs require a bankable PPA to get to financial closure. And what makes for a bankable PPA is mainly the creditworthiness of the off-taker, bolstered if need be by sovereign guarantees – as was required for LSS2. Signing a 20 year PPA for a 11,000 GWh per year implies a commitment of the buyer of $880 million per year (assuming an 8 USc/kWh tariff): almost certainly this would require an RGC guarantee. A 20 year PPA for a 50 MW PV project implies revenue to be guaranteed for only around 80 GWh per year, or $6.4 million. To be sure, each tranche would require the same again, but instead of 6 years of no revenue with a large hydro project, revenue flows within a year of the start of construction. The risk exposure of PV is lower because:

- Mobilizing debt finance in small tranches is much easier than for multi-billion dollar projects,
- Very small risk of construction delays due to environmental and NGO opposition to hydro, so revenue flows within a year after construction start,
- Much lower necessity for Government guarantees,
- Deemed generation provisions in PPA unnecessary because the output more easily matched to load growth of the off-taker,
- Financial closure much easier to secure to a predictable timetable.

None of this means that PPA negotiations will necessarily be easy, given likely concerns of EdC about intermittency issues. But whatever may be the difficulties, they pale into insignificance when compared to those of a multi-billion dollar hydro project. To get the environmental clearances, negotiate a PPA, prepare bidding documents, and mobilize the finance would take at least 3 years; with another 6 years for construction, that means that even if the Government committed to

Sambor in 2018, construction could unlikely begin before 2021-2022, so 2027-2028 is the earliest conceivable date of commissioning.

In short, the level of financial risk for Sambor is extremely high; the level of risk for a multi-tranche solar PV augmentation project at LSS2 is much smaller, and more easily mitigated.

Conclusion

This report demonstrates that the no-dam alternative of floating PV at LSS2 is by far the best renewable energy option, and should move quickly to a more detailed feasibility study. Clearly, while we have demonstrated the proof-of-concept, we have not had access to the necessary detailed technical information of the project at LSS2 that permit definitive conclusions about its feasibility: additional information (particularly on ramp rates and the technical characteristics of the generators) will be necessary to confirm the technical and financial feasibility. The following is worth noting:

- A 400 MW scale solar PV project can be implemented at LSS2 without any risk of disrupting ongoing hydro operations.
- A first phase of 50 MW – 100 MW could easily serve as a pilot before making commitments to the remaining 300 -350 MW, without loss of economic benefits (very easy to add additional modules without loss of any economies of scale).
- Compared to any project at Sambor, such a project could easily be implemented by 2019: the environmental clearances would be routine and unlikely to delay implementation.
- To achieve the necessary benefits of hydro-PV integration, the augmentation project can *only* be undertaken by the existing operator at LSS2: a different owner/operator for the PV component at LSS2 would be contractually and technically impossible.
- A solar PV project at LSS2 does not foreclose a Sambor hydro project or a Sambor hydro/solar hybrid project: however, the LSS2 PV project is clearly the better option for meeting the next increment of demand for power consumption of export as it avoids the considerable risks, public controversy, and the strong opposition of Vietnam. Moreover, deferral of a decision on Sambor allows further time to resolve the uncertainties about fishery damage costs: once LSS2 and Xayaburi are both in operation the extent of fishery damage at these projects can be confirmed. The longer a Sambor dam is deferred, the less financially attractive it is likely to be compared to solar PV alternatives with their steadily declining costs. Indeed, there may never come a time in the future when a Sambor dam is the next least-cost option for Cambodia in strictly financial terms; more certainly, it will never be the best next option when the natural resource costs are taken into account.
- If RGC were to make a decision to build a project at Sambor, this report provides the design principles that should be followed to minimize the environmental impacts (fish friendly turbines, extensive fish passage facilities, engineering and reservoir designs to maximize flow velocities in the reservoir and allow effective sediment flushing practices).

សេចក្តីសង្ខេបរួមអំពីលទ្ធផលរកឃើញសំខាន់ៗ និងសេចក្តីសន្និដ្ឋាន

1. សារតារនៃ**ដំណើរ**ការតាម**នីតិវិធី**

របាយការណ៍នេះបង្ហាញពីលទ្ធផលចុងក្រោយនៃការវាយតម្លៃអំពីជម្រើសជំនួសមួយចំនួនសម្រាប់គម្រោងទំនប់វារីអគ្គិសនីសម្បូរ ដូចដែលបានស្នើឡើងពីដើមដំបូងដោយក្រុមហ៊ុន China Southern Power Grid Company (CSP) សម្រាប់ការសាងសង់នៅតាមបណ្តោយទន្លេមេគង្គនៅជិតក្រុងសម្បូរក្នុងព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា។ របាយការវាយតម្លៃលើជម្រើសជំនួសសម្រាប់ទំនប់សម្បូរនេះត្រូវបានធ្វើឡើងដោយវិទ្យាស្ថានបេតិកភណ្ឌធម្មជាតិ (NHI) ក្រោមកិច្ចព្រមព្រៀងជាផ្លូវការមួយជាមួយរាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាក្នុងទម្រង់ជាអនុស្សារណៈនៃការយោគយល់គ្នា ជាមួយរដ្ឋមន្ត្រីក្រសួងរ៉ែ និងថាមពល ដែលបានប្រព្រឹត្តទៅកាលពីថ្ងៃទី ២០ ខែតុលា ឆ្នាំ២០១៤ ។ របាយការណ៍នេះមាននិយាយអំពីទីតាំងជំនួស ការរចនាប្លង់ និងការដំណើរការសម្រាប់ទំនប់សម្បូរ និងប្រៀបធៀបមួយអំពីជម្រើសជំនួសដែលមានទំនប់វារីអគ្គិសនីទៅនឹង "ជម្រើសមិនមានទំនប់វារីអគ្គិសនី" ដែលនឹងរួមមានការដាក់បញ្ចូលគ្នានូវរោងចក្របំប្លែងថាមពលព្រះអាទិត្យទៅជាថាមពលអគ្គិសនីចូលជាមួយនឹងគម្រោងទំនប់វារីអគ្គិសនីមានស្រាប់ដែលធំជាងគេបំផុតនៅកម្ពុជា នៅអាងទឹកទន្លេសេសានក្រោម២ ដើម្បីបង្កើនអនុភាពថាមពលអគ្គិសនី (និងធ្វើឲ្យកាន់តែប្រសើរលើភាពជឿទុកចិត្តបានទំនប់នេះ) ។ ការវាយតម្លៃបែបប្រៀបធៀបនេះនៃជម្រើសដែល "គ្មានទំនប់វារីអគ្គិនសី" នេះក៏ត្រូវបានដាក់បញ្ចូលទៅក្នុងវិសាលភាពនៃអនុស្សរណៈនៃការយោគយល់គ្នាផងដែរ ពីព្រោះវានឹងរួមចំណែកដល់លក្ខខណ្ឌតម្រូវសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍថាមពលរបស់កម្ពុជា ដែល *គ្មាន* ផលប៉ះពាល់អវិជ្ជមានទៅលើជលផលនៃទន្លេមេគង្គឡើយ។

ដូចដែលបានគិតទុកពីដំបូង គម្រោងសម្បូរនឹងក្លាយជាទំនប់វារីអគ្គិសនីធំជាងគេបង្អស់ ហើយដែលមានខ្សែទឹកខាងក្រោមយ៉ាងវែងឆ្ងាយជាងគេបំផុត ក្នុងចំណោមទំនប់ដែលមានស្រាប់ និងគម្រោងទំនប់វារីអគ្គិសនីដែលបានស្នើឡើងនៅអាងទន្លេមេគង្គក្រោម (LMB) [1] ។ ទំនប់នេះនឹងមានកម្ពស់ ៣៣ ម៉ែត្រ និងទទឹង ១៨គីឡូម៉ែត្រ ដែលមានក្បាលទំនប់មានប្រវែង ២៣ ម៉ែត្រ និងមានសមត្ថភាពផលិតអគ្គិសនីបាន ២៦០០ មេហ្គាវ៉ាត់។ វានឹងបង្កើតអាងស្តុកទឹកដែលមានប្រវែង ៨២ គីឡូម៉ែត្រ ដែលផ្ទុកទឹកឡើងទៅដល់ក្រុងស្ទឹងត្រែងនៅចំណុចប្រសព្វនៃអាង ស៣ (3s) (ទន្លេសេសាន ស្រែពក និងសេកុង) ដែលមានក្រឡាផ្ទៃដីស្មើនឹងទំហំ ៦២០ គីឡូម៉ែត្រការ៉េ។ នៅក្នុងទំហំនេះ វាប្រហែលមានសមត្ថភាពធំជាងពីរដងនៃគម្រោងធំបំផុតនៅក្នុង LMB គឺទំនប់វារីអគ្គិសនីទំនប់សាយ៉ាបូរីនៅលើទន្លេមេគង្គក្នុងប្រទេសឡាវ។

កន្លែងតភ្ជាប់នៃតំបន់សម្បូរទៅនឹងទន្លេមេគង្គ គឺជាច្រករបៀងដែលអាចនឹងក្លាយទៅជាប្រភពនៃការស្រោចស្រព្វប្រចាំឆ្នាំដែលមានទំហំធំបំផុតនៃជីវម៉ាសនៃផលត្រីនៅលើភពផែនដីនេះ។ ទំនប់វារីអគ្គិសនីខ្នាតធំ និងជាកន្លែងរងកាកសំណល់ នៅកន្លែងនេះនឹងរាំងស្ទះដល់ការផ្លាស់ទីនេះដែលចាំបាច់សម្រាប់ការបំពេញវដ្តជីវិតរបស់ត្រីដែលផ្លា

[1] រួមមានចំណែកនៃអាងរបស់ប្រទេសឡាវ ថៃ និងកម្ពុជា និងវៀតណាម ។

ស់ទី
ដែលត្រូវបានគេកំណត់លក្ខណៈជាជលផលទឹកសាបដែលមានផលិតភាពខ្លាំងបំផុតនៅក្នុងពិភពលោក។ វាក៏នឹងចាប់យកល្បប់ និងសារធាតុចិញ្ចឹមបានភាគច្រើនបំផុតដែលរក្សាបាន និងបំពេញបន្ថែមលើលក្ខណៈរូបសាស្ត្រនៃដីសណ្តទន្លេមេគង្គ និងប៉ះពាល់ដល់សំណាញ់ស្បៀងអាហារនៃធនធានជលផលផងដែរ។

គោលបំណងនៃការស្រាវជ្រាវនេះគឺដើម្បីកំណត់ និងវាយតម្លៃលទ្ធភាពនៃទីតាំងជំនួស ការរចនាប្លង់ប្រតិបត្តិការ និងយុទ្ធសាស្ត្រកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់ជលផលសម្រាប់គម្រោងវារីអគ្គីសនីនៅតំបន់សម្បូរដែលអាចសម្រេចបាននូវគោលដៅអភិវឌ្ឍន៍ថាមពលរបស់រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជា ស្របគ្នាជាមួយនឹងការកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់អវិជ្ជមានលើដំណើរការធម្មជាតិដែលទ្រទ្រង់ប្រព័ន្ធទន្លេដែលមានផលិតភាពខ្ពស់នេះ។ ក្រុមការងារ NHI បានធ្វើការវាយតម្លៃលើទីតាំងចំនួន ១០ កន្លែង ហើយជម្រើសជំនួសនៃការរចនាប្លង់ដើម្បីឲ្យដល់ទីតាំងចំនួនពីរដែលត្រូវបានពិពណ៌នានៅក្នុងរបាយការណ៍នេះ ត្រូវបានឲ្យឈ្មោះថា **ជម្រើសជំនួសទី ៦** នៃតំបន់សម្បូរ(Sambor Alt_6) ដែលនឹងត្រូវមានទីតាំងស្ថិតនៅលើប្រឡាយវាង គឺនៅទីតាំងមួយដែលមានចម្ងាយ ១៣ គីឡូម៉ែត្រ ខាងលើតំបន់សម្បូរដើម និង**ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧** ដែលនឹងត្រូវស្ថិតនៅចំណុចដូចគ្នានោះ ប៉ុន្តែស្ថិតនៅលើប្រឡាយមេ ។ សម្រាប់ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ ការវាយតម្លៃបានពិចារណាលើសេណារីយ៉ូ កាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់លើធនធានជលផលចំនួនបួនខុសៗគ្នា រាប់ចាប់ពី "បទដ្ឋាន" ដល់ "កម្រិតអតិបរមា" ដែលបង្ហាញអំពីទំហំនៃការសម្រេចចិត្តដែលមានភាពប្រទាំងប្រទើសគ្នាជាមួយនឹងរាជរដ្ឋាភិបាលក្នុងការសម្រេចចិត្តថា តើត្រូវបន្តជំហានទៅមុខជាមួយនឹងទំនប់សម្បូរដែរឬទេ និងដោយរបៀបណា ។ ជម្រើសទាំងអស់នេះ ត្រូវបានហៅថា ជម្រើសជំនួសសម្បូរ ៧-A, B, C និង D ។

ការកំណត់ជីវរូបសាស្ត្រ

លំហូរនៃទឹកទន្លេមេគង្គគឺផ្អែកតាមរដូវ ដោយមានលំហូរទឹកក្នុងកម្រិតខ្ពស់ខ្លាំងចាប់ពីខែកក្កដាដល់ខែតុលាដែលបង្កើតបានលំហូរប្រចាំឆ្នាំចំនួន ៧៥%។ របបទឹកជំនន់ធ្វើឱ្យលំនាំលំហូរប្រែប្រួលកម្រិតខ្ពស់ទៅតាមរដូវ។ ភាពខុសគ្នារវាងលំហូរកម្រិតខ្ពស់ និងលំហូរកម្រិតទាបគឺបណ្តាលមកពីកត្តាប្រហែល ២០ ដែលធ្វើឱ្យទន្លេមេគង្គស្ថិតនៅក្នុងចំណោមប្រព័ន្ធធំដែលមានការប្រែប្រួលបំផុតនៅក្នុងពិភពលោក។ វាគឺជាអន្តរកម្មដ៏រឹងមាំនៃទន្លេជាមួយនឹងផ្ទៃទេសភាពរបស់វាដែលផ្តល់សារធាតុចិញ្ចឹមដែលធ្វើឱ្យទន្លេមានផលិតភាពពិសេស។

ទន្លេមេគង្គមានផ្ទុកនូវបន្ទុកល្បប់យ៉ាងច្រើនតាំងពីដើមមក ដែលក្នុងនោះប្រហែលពាក់កណ្តាលត្រូវបានទាញយកជាង ២០% ពីអាងទឹកនៅក្នុងប្រទេសចិន។ ទំនប់ចំនួនប្រាំពីរនៅក្នុងប្រភពដើមនៃទឹកទន្លេរបស់ប្រទេសចិនដែលគេស្គាល់ថាជាតំបន់ឡានសាង បច្ចុប្បន្នបានចាប់យកដីល្បប់ចន្លោះពី ៤០-៥០% ដែលធ្លាប់ហូរចូលទៅក្នុងតំបន់សម្បូរពីមុន ដោយហេតុនេះហើយទើបបន្ទុកដីល្បប់បច្ចុប្បន្នដែលឆ្លងកាត់តំបន់សម្បូរមានការធ្លាក់ចុះមកនៅប្រហែល ១៥០ - ៩២ Mt / ឆ្នាំ (ដោយ Koehnken ឆ្នាំ ២០១៤) រួមទាំងទាំងកំទិចកំណរ និងបន្ទុកភក់បាតទន្លេ ។

ទន្លេមេគង្គពីតំបន់សំបូរទៅខេត្តស្ទឹងត្រែងមានបណ្តាញប្រឡាយរាងដែលហូរស្របគ្នា ("ប្រឡាយរាង") ជាច្រើនដែលមានផ្ទៃបាតទន្លេជាថ្ម និងតាមបណ្តោយច្រាំងជាល្បប់។ នៅជុំវិញទីតាំងនៃទំនប់វារីអគ្គិសនីសម្បូរ ដៃទន្លេហូរឆ្លងកាត់បាទផ្ទៃថ្មដែលកំពុងគ្របដណ្តប់ដោយដីឥដ្ឋ។ នៅកម្រិតបឋមនៃការវិភាគភូគព្ភសាស្ត្រ និងជលវិទ្យា នៅតំបន់ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ គឺតំបន់នេះមានភាពសមស្របសម្រាប់ការសាងសង់ទំនប់វារីអគ្គិសនី។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយការសិក្សាពីលទ្ធភាពពេញលេញនឹងត្រូវការធ្វើការពិនិត្យលម្អិតបន្ថែមទៀតលើការអង្កេតស្រាវជ្រាវលើទីតាំងនេះ ។

ការវាស់ជម្រៅនៃប្រឡាយមេត្រូវបានធ្វើឡើងដោយផ្អែកលើលក្ខណៈនៃអន្លង់ជ្រៅៗ។ អន្លង់ចំនួន២៣ នៃអន្លង់ជ្រៅៗទាំងនេះស្ថិតនៅក្នុងប្រឡាយខាងក្នុង និងច្រកចេញនៃច្រករបៀងសម្បូរសម្រាប់ត្រីផ្លាស់ទី ។ អន្លង់ទាំងនេះមានជម្រៅដល់ទៅ ៤០ ម៉ែត្រ។ អន្លង់ទាំងនេះជាជម្រកក្នុងរដូវប្រាំងដែលជាតំបន់ចិញ្ចឹមដល់ប្រភេទមច្ឆាជាតិជាច្រើន ជាផ្លូវពិសេសសម្រាប់ប្រភេទត្រីធំៗ និងជាទីជម្រក និងជាទីចំណីសម្រាប់ត្រីផ្សោតផងដែរ។ ក្នុងអំឡុងពេលរដូវប្រាំងអន្លង់ជ្រៅៗត្រូវបានបំពេញដីល្បាប់ និងកម្ទេចកម្ទីផ្សេងៗ ប៉ុន្តែនៅរដូវវស្សាលំហូរទឹកខ្ពស់បានលាងជម្រះប្រឡាយ និងអន្លង់ជម្រៅៗខាងក្នុងទាំងនេះ ។ ប្រឡាយខាងក្នុងដែលមានជម្រៅជ្រៅគឺជាផ្លូវសំខាន់សម្រាប់ការផ្លាស់ទីរបស់ត្រីនៅខ្សែទឹកខាងលើ និងខ្សែទឹកខាងក្រោម ហើយវាមានសារៈសំខាន់ជាពិសេស សម្រាប់ប្រភេទត្រីធំៗ និងជាទីជម្រកនៅរដូវប្រាំង។

ការប្រែប្រួលនៃលំហូរលក្ខណៈលើកលែង និងអន្តរកម្មជាសក្តានុពលនៃទន្លេដែលមានទេសភាពក្នុងកំឡុងពេលទឹកជំនន់ផ្តល់ឲ្យដំបន់នេះ នូវផលិតភាពជីវសាស្ត្រកម្រិតខ្ពស់ និងភាពសម្បូរបែបដ៏មហិមាជាងគេបង្អស់នូវប្រភេទមច្ឆជាតិដ៏សម្បើម បើប្រៀបជាមួយទន្លេផ្សេងទៀតលើពិភពលោក លើកលែងតែទន្លេអាម៉ាហ្សូនមួយ។ មកទល់ពេលនេះ ទន្លេនេះគឺជាប្រភពជលផលទឹកសាបដែលមានផលិតភាពច្រើនជាងគេបំផុតនៅក្នុងពិភពលោក។ ពូជសត្វជាង ៣២៩ ប្រភេទ (៤២% នៃប្រភេទសត្វក្នុងទន្លេមេគង្គរស់នៅ 10% ក្នុងតំបន់នៃអាងទន្លេ) ត្រូវបានកត់ត្រាទុកនៅក្នុងតំបន់គ្រប់ដណ្តប់ដោយសម្បូរ និងទៅក្នុងប្រព័ន្ធ 3-S ។ មានប្រភេទសត្វចំនួន ១៤ ប្រភេទក្នុងចំណោមសត្វទាំងអស់នេះជាប្រភេទសត្វដែលជិតផុតពូជ។ ភាគច្រើនជាប្រភេទត្រីដែលផ្លាស់ទី។ ជាក់ស្តែង តំបន់សម្បូរជាមួយនឹងទន្លេមេគង្គគឺជាច្រករបៀងសម្រាប់ត្រីផ្លាស់ទី ដែលទទួលនូវការឆ្លងកាត់ប្រចាំឆ្នាំដែលមានទំហំធំបំផុតនៃជីវម៉ាស់ត្រីនៅលើភពផែនដីនេះ។ ការផ្លាស់ទីគឺចាំបាច់បំផុតសម្រាប់ការបំពេញវដ្តជីវិតរបស់ត្រី ៨៦ ប្រភេទ ដែលផ្លាស់ទីពីទន្លេសាប និងតំបន់ទឹកជន់លិចនៅកម្ពុជាចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធ 3-S (ទន្លេសេសាន ស្រែពក និងសេកុង) ប្រភេទត្រីដែលផ្លាស់ទីជម្រក ងាយរងគ្រោះដោយទំនប់វារីអគ្គិសនីណាស់ ដោយសារពួកវាត្រូវការបំពេញវដ្តជីវិតរបស់ពួកវារវាងតំបន់ចិញ្ចឹម / រកចំណី កន្លែងទីជម្រក និងកន្លែងទម្លាក់ពង ដែលជាទូទៅពីតំបន់ជន់លិច ឆ្លងកាត់តាមអន្លង់ជ្រៅៗទៅក្នុងដៃទន្លេនៅភាគខាងជើងប្រទេសកម្ពុជា និងប្រទេសឡាវ។

តំបន់សម្បូរដែលភ្ជាប់ទៅនឹងទន្លេនេះក៏ធ្លាប់មានសកម្មភាពនេសាទខ្លាំងក្លាផងដែរ។ ការប៉ាន់ប្រមាណអំពីបរិមាណត្រី និងសត្វក្នុងទឹកផ្សេងៗទៀតដែលត្រូវបានគេនេសាទបានជារៀងរាល់ឆ្នាំ មានចំនួនពី ២,៥ លាន តោន ដល់ ៣,៨ លានតោន។ ចន្លោះពី ៤០% ទៅ ៧០% នៃផលនេសាទនោះ ដែលជាប្រភេទត្រីដែលផ្លាស់ទីជម្រក ហើយផលនេសាទខ្ពស់បំផុតកើតមានក្នុង អំឡុងពេលដែលត្រូវផ្លាស់ទីជម្រក ។ ភាគច្រើននៃប្រភេទត្រីទាំងនេះ កើតមានទៅតាមកម្រិតទឹកឡើងនៅដើម រដូវវស្សា។

ការបរិភោគត្រីនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជាគឺមានកម្រិតខ្ពស់បំផុតដែលបានមកពីអាងទន្លេនេះ ដែលមានចំនួន ៥២,៤ គីឡូក្រាម ក្នុងមនុស្សម្នាក់ក្នុងមួយឆ្នាំ។ ប្រជាជនប្រមាណ ១,៣ លាននាក់ នៅកម្ពុជាបានចូលរួម ដោយផ្ទាល់ ឬដោយប្រយោលក្នុងការនេសាទត្រីដើម្បីជីវភាពរស់នៅ ។ តម្លៃនៃផលនេសាទត្រីនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជាមានប្រមាណជា ២,៧៦ ពាន់លានដុល្លារ ក្នុងមួយឆ្នាំដែលមាន ១២,៨% នៃផលិតផលក្នុងស្រុកសរុបរបស់កម្ពុជា។

ស្ថានភាពដែលទំនប់ធ្វើឲ្យអន់ថយដល់លក្ខណៈរូបវន្តនៃទន្លេ

ទំនប់ណាមួយនៅតំបន់សម្បូរដែលតភ្ជាប់នឹងទន្លេមេគង្គនឹងធ្វើឱ្យផ្លាស់ប្តូរដំណើរការរូបវ័ន្តជាមូលដ្ឋានដែលរក្សាផលិតភាពជីវសាស្ត្រពិសេសរបស់ទន្លេនេះ។ ផលប៉ះពាល់ចម្បងដែលជាក្តីបារម្ភ គឺការផ្លាស់ប្តូរលំនាំលំហូរប្រចាំថ្ងៃ និងតាមរដូវ ការផ្លាស់ប្តូរ និងការថយចុះនៃលំហូរដីល្បាប់ និងសារធាតុចិញ្ចឹម និងឧបសគ្គដែលអាងស្តុកទឹកសម្បូរនឹងបង្កឱ្យការផ្លាស់ទីរបស់ត្រីទាំងនៅខ្សែទឹកខាងលើ និងខ្សែទឹកខាងក្រោម និងផលិតផលបន្តពូជរបស់ត្រី ។ ជាក់ស្តែង ទំនប់មួយនៅតំបន់សម្បូរមានសក្តានុពលខ្លាំងដែលបង្ករផលប៉ះពាល់ធំៗបែបនេះទៅលើតំបន់ដីសណ្តមេគង្គ ដោយសារទីតាំងរបស់វាស្ថិតនៅចន្លោះអាងទន្លេ 3S និងបឹងទន្លេសាបធំ ។

កម្រិតដែលទំនប់អាចនឹងធ្វើឲ្យខូចដល់ទ្រង់ទ្រាយលំហូរទឹកតាមធម្មជាតិនៃទន្លេគឺអាស្រ័យលើបរិមាណនៃអាងទឹកដែលទាក់ទងនឹងបរិមាណលំហូរចូលប្រចាំឆ្នាំ។ បើទៅបីជាជម្រើសជំនួសធំបំផុតនៃទំនប់សម្បូរក៏ដោយ ក៏មិនអាចចាប់យកបានបរិមាណយ៉ាងច្រើននៃលំហូរទឹកទន្លេប្រចាំឆ្នាំទេ ដែលជាធម្មតាគឺដោយសារតែមិនមានសមត្ថភាពស្តុកទុកបានគ្រប់គ្រាន់ទេ ប៉ុន្តែអាចមានសមត្ថភាពស្តុកទុកគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ការបង្ហូរទឹកទាញយកឋាមពលពីវារីអគ្គិសនីក្នុងកម្រិតខ្ពស់បំផុត (“Hydropeaking”) ដើម្បីឲ្យត្រូវទៅតាមបន្ទុកដែលមាននលើបណ្តាញអូសថាមពលអគ្គិសនី។ ការដំណើរទំនប់ប្រភេទនេះ អាចបង្កើតឲ្យមានការប្រែប្រួលប្រចាំថ្ងៃយ៉ាងខ្លាំង និងឆាប់រហ័សនៅក្នុងលំនាំនៃលំហូរនៃខ្សែទឹកខាងក្រោម ។ ភាពមិនប្រក្រតីទាំងនេះអាចធ្វើឱ្យខូចខាតធ្ងន់ធ្ងរដល់ធនធានជលផលនៅខ្សែទឹកខាងក្រោម។

ទំនប់បង្កើតជាឧបសគ្គដល់ការផ្លាស់ទីជម្រករបស់ត្រី ដែលនៅទីបំផុត អាចនាំទៅរកការបាត់បង់ ឬថយចុះនៃប្រភេទត្រីមួយចំនួនដែលមិនអាចបំពេញនូវវដ្តជីវិតរបស់ពួកវា ដែលជាធម្មតាដោយសារតែពួកវាដាច់ឆ្ងាយពីតំបន់ទម្លាក់ពង និងតំបន់ភ្ញាស់កូនរបស់វា ។ វិសាលភាពនៃផលប៉ះពាល់ជាទូទៅកាន់តែអាក្រក់ទៅទៀតប្រសិនបើដៃទន្លេធំៗសម្រាប់ការទម្លាក់ពង ស្ថិតនៅផ្នែកខ្សែទឹកខាងលើនៃទំនប់ និងបង្ហូរចូលទៅក្នុងតំបន់ដែលមានការសាងសង់ ។ ប្រភេទសត្វព្រៃដែលពឹងផ្អែកលើស្ថានភាពទឹកហូរសម្រាប់តម្រូវការអេកូឡូស៊ីទាំងអស់របស់ពួកវា ជាទូទៅបានធ្លាក់ចុះដោយសារតែភាពអសមត្ថភាពក្នុងការបំពេញវដ្តជីវិតរបស់ពួកវា

ដែលត្រូវបានជំនួសដោយប្រភេទត្រីដែលមានភាពធន់ និងអាចទទួលយកស្ថានភាពទឹកទន្លេនឹងបាន ។ ប្រភេទត្រីទន្លេដែលទំនងជាត្រូវបាត់បង់គឺជាប្រភេទត្រីធំៗ និងជាប្រភេទត្រីដែលផ្លាស់ទីជម្រកដែលមានសារៈសំខាន់សម្រាប់ពាណិជ្ជកម្ម ហើយជារឿយៗពួកគេត្រូវបានជំនួសវិញដោយប្រភេទត្រីដែលមានតម្លៃទាប ត្រីតូចៗ ឬប្រភេទត្រីពីខាងក្រៅដែលឈ្លានពានចូលមក ។

ផលប៉ះពាល់លើត្រីដែល ផ្លាស់ទីជម្រក អាចមានទំហំធំ ដែលកម្រិតនៃភាពអាចរស់រានមានជីវិតបានតែ ៥%

អាងស្តុកទឹកនេះក៏អាចដើរតួជា អាងមួយសម្រាប់ការបង្ហូរពង និងកូនត្រីចុះទៅខ្សែទឹកខាងក្រោមដែរ ដែលត្រូវបាត់បង់យ៉ាងអាក្រក់ពីប្រព័ន្ធ ។ ដើម្បីចុះទៅខ្សែទឹកខាងក្រោមបាន ពងត្រី និងកូនត្រីត្រូវតែបណ្តែតត្រលប់មកវិញឆ្លងកាត់តាមអាងស្តុកទឹកតាមចរន្តទឹកហូរដើម្បីចិញ្ចឹមខ្លួនឲ្យធំពេញវ័យសិន ដែលពួកវាត្រូវតែបណ្តែតខ្លួន។ លុះត្រាតែអាងស្តុកទឹកត្រូវបានដំណើរការដើម្បីផ្តល់នូវធារទឹកមួយដែលនឹងរក្សាពងត្រី និងកូនត្រីតូចៗទាំងនេះជាប់គាំងទាំងអស់នៅពាក់កណ្តាលផ្លូវឆ្លងកាត់អាងស្តុក និងដល់ចំណុចទឹកហូរចេញ នៅឯទំនប់បង្ហៀរ ឬនៅត្រង់ចំណុចស្ថានីយ៍ផលិតថាមពល ពងត្រី និងកូនត្រីទាំងនេះនឹងធ្លាក់នៅបាតអាង ត្រូវកប់ដោយល្បប់ និងងាប់។ ការដំណើរការទំនប់វារីអគ្គីសនីដើម្បីធានាចំពោះធារទឹកទាំងនេះនឹងតម្រូវឱ្យកាត់បន្ថយកម្រិតអាងស្តុក ដែលជាលទ្ធផលនឹងត្រូវកាត់បន្ថយការផលិតវារីអគ្គីសនីដែរ ។

ចំពោះទំនប់វារីអគ្គិសនី អត្រាងាប់របស់ត្រីពីការឆ្លងកាត់តាមទួប៊ីនមានសារៈសំខាន់ជាពិសេស ហើយការបាត់បង់ត្រីដោយសារទួប៊ីននៃកូនត្រីមិនទាន់ធំចំនួនពី ១០-៤០% ត្រូវបានរាយការណ៍យ៉ាងទូលំទូលាយហើយត្រីធំៗ អាចត្រូវបានរំពឹងថានឹងកើនឡើង ១០០%។

វាអាចទៅរួចក្នុងការកាត់បន្ថយអត្រាងាប់របស់ត្រីដែលឆ្លងកាត់តាមរយៈទួប៊ីនដោយបញ្ចូលនូវឧបករណ៍រារាំងមួយចំនួនដែលរារាំងត្រីមិនឱ្យចូលទៅក្នុងទួប៊ីនបាន ។ ប្រព័ន្ធទាំងនេះអាចមានប្រសិទ្ធភាពចំពោះត្រីធំៗ ប៉ុន្តែមិនមានប្រសិទ្ធភាពទេចំពោះ ពងត្រី និងកូនត្រីតូចៗដែលងាយនឹងទទួលរងរបួស និងងាប់នៅក្នុងទួប៊ីន។ ការរចនាទួប៊ីនដូចជាប្រភេទក្បាល ចំនួនស្លាបទួប៊ីន និងល្បឿនវិល គឺជាកត្តាសំខាន់មួយទាក់ទងនឹងការរស់រានរបស់ត្រីដែលឆ្លងកាត់ទួប៊ីន។

បើនិយាយអំពីដីល្បប់ និងសារធាតុចិញ្ចឹម ផលប៉ះពាល់នៃទំនប់ និងអាងស្តុកទឹកមានកម្រិតគុណនឹងពីរដង ។ វាផ្លាស់ប្តូរទាំងលំនាំលំហូរធម្មជាតិ និងកាត់បន្ថយបរិមាណដែលអាចមាននៅខ្សែទឹកខាងក្រោម។ អាងស្តុកទឹកចាប់យកនូវបន្ទុកបាតទន្លេទាំងអស់ (ខ្សាច់គ្រើម និងអាចផ្កាយដែលផ្លាស់ទីនៅតាមបណ្តោយបាតទន្លេ) និងភាគរយនៃបន្ទុកដែររងជាកករ (ដីខ្សាច់ និងដីល្បប់ហ្មត់ជាងមុន ដែលស្ថិតនៅក្នុងស្រទាប់ទឹក) ។ ភាគរយនៃដីល្បាប់ដែលរងជាកករដោយអាងស្តុក គឺជាមុខងារនៃសមាមាត្រនៃសមត្ថភាពផ្ទុករបស់អាងស្តុកសម្រាប់បរិមាណនៃលំហូរចូលប្រចាំឆ្នាំ។

ដីល្បប់ទាំងនេះមានសារៈសំខាន់ខ្លាំងណាស់ក្នុងការរក្សាឲ្យប្រឡាយដែលមានភាពសម្បូរបែប និងលក្ខណៈរូបសាស្ត្រនៃតំបន់ទឹកលិចដែលផ្តល់ឲ្យនូវភាពសំបូរបែបសម្រាប់ជម្រកដែលត្រូវការដោយប្រភេទសត្វផ្សេងៗ និងដំណាក់កាលនៃជីវិតរបស់ត្រី។ តំបន់ដីសណ្តរ និងតំបន់ឆ្នេរដែលពឹងផ្អែកលើការផ្គត់ផ្គង់ដីល្បប់ពីទន្លេ ដូចជាដីសណ្តទន្លេមេគង្គគឺងាយរងគ្រោះជាពិសេសដោយសារតែការផ្គត់ផ្គង់ដីល្បាប់ថយចុះ។

ការវាយតម្លៃផលប៉ះពាល់ពីទំនប់សម្បូរដើម

ទំនប់នេះដើមឡើយ ត្រូវបានស្នើឡើងដោយ ក្រុមហ៊ុន China Southern Power (CSP) នឹងត្រូវមានកម្ពស់ ៣៣ ម៉ែត្រ (ភាពខុសគ្នារវាងកម្ពស់ទឹកនៅខ្សែទឹកខាងក្រោម និងខ្សែទឹកខាងលើ) និងទទឹង ១៨ គីឡូម៉ែត្រ ។ វានឹងបង្កើតជាអាងស្តុកទឹកមួយដែលមានទំហំ ៦២០ គីឡូម៉ែត្រការ៉េ និងទំហំផ្ទុក ៤៦៥ លានម៉ែត្រគូប ដែលបញ្ចាល់ទឹកឡើងប្រហែលជា ៨២ គីឡូម៉ែត្រ តាមបណ្តោយផ្លូវទៅកាន់ចំណុចប្រសព្វ 3-S និងក្រុងស្ទឹងត្រែង ។ សមត្ថភាពដែលបានស្នើឡើងគឺ ២,៦០០ មេហ្គាវ៉ាត់ ជាមួយការផលិតថាមពលប្រចាំឆ្នាំចំនួន ១១,១០០ ជីហ្គាវ៉ាត់ម៉ោង។

សម្បូរគឺជាទំនប់មួយដែលស្ថិតនៅខ្សែទឹកខាងក្រោមគេបង្អស់នៅក្នុង LBM នៅចន្លោះតំបន់អាង 3S និងទន្លេ មេគង្គដែលស្ថិតនៅខាងលើល្បាក់ខោន និងទឹកជំនន់ដែលមានផលិតភាពខ្ពស់នៅទន្លេសាប និងដីសណ្តនៅប្រទេសវៀតណាម។ ត្រីដែលផ្លាស់ទីជម្រក មានចំនួនច្រើនជាងគេនៅក្នុងអាងទន្លេមេគង្គក្រោម និងតំបន់សម្បូររបស់ក្រុមហ៊ុន CSP ដែលមានទីតាំងស្ថិតនៅចន្លោះតំបន់ត្រីពងស្ថិតនៅខ្សែទឹកខាងលើ និងជំរកសម្រាប់កូនត្រីញាស់នៅខ្សែទឹកខាងក្រោម។ បរិមាណជីវម៉ាស់ត្រីដ៏ធំសម្បើមឆ្លងកាត់ច្រករបៀងទន្លេនេះជារៀងរាល់ឆ្នាំ ហើយការផ្លាស់ទីជម្រករបស់ត្រីបានជួយទ្រទ្រង់ដល់ធនធានជលផលដែលមានផលិតភាពមិនធម្មតា សម្រាប់ទន្លេមេគង្គក្រោម ដែលធ្វើឱ្យទីតាំងសម្បូរក្លាយទៅជាកន្លែងសមស្របបំផុតសម្រាប់ជាឧបសគ្គខាងរូបវន្តមួយនៅក្នុង អាងទន្លេមេគង្គ។ ដូច្នេះ តំបន់សម្បូររបស់ក្រុមហ៊ុន CSP បង្កើតហានិភ័យខ្ពស់ខ្លាំងហួសប្រមាណសម្រាប់ពូជត្រី និងសន្តិសុខស្បៀងនៅក្នុងតំបន់ ។ ទំនប់ដើមរបស់ CSP នៅក្នុងតំបន់សម្បូរនឹងមានផលប៉ះពាល់ធំធេងបំផុតលើការជលផលមេគង្គ បើធៀបនឹងទំនប់តាមផ្លូវទឹកសំខាន់ៗទាំងឡាយ ប្រសិនបើទំនប់ផ្សេងទៀតត្រូវបានសាងសង់ដែរនោះ ការខាតបង់ដែលព្យាករណ៍ទុកសរុបនៃផលត្រីដែលប្រមូលបាននឹងមានចំនួនចន្លោះចាប់ពី ៥៥០,០០០ ទៅ ៨៨០,០០០ តោន (ថយចុះ ២៦-៤២%)។

តាមទ្រឹស្តី គឺវាអាចធ្វើទៅបានសម្រាប់ការរៀបចំប្លង់វិស្វកម្មសម្រាប់ផ្លូវត្រីឆ្លងកាត់មួយកន្លែងនៅត្រង់ CSP នៃទំនប់សម្បូរពីការផ្លាស់ទីឡើងទៅខ្សែទឹកខាងលើ (ទោះបីជាទំនប់នេះស្ថិតក្នុងកម្ពស់នេះក៏ដោយ ក្រុមអ្នកជំនាញការដែលរៀបចំដោយគណៈកម្មការទន្លេមេគង្គបានជំទាស់ថា ការឆ្លងកាត់របស់ត្រីមិនអាចទៅរួចនោះទេ)។ ក្នុងករណីណាក៏ដោយ ផ្លូវត្រីឆ្លងកាត់មួយដែលមានជម្រាលទាបសមស្របដើម្បីធានាថា ត្រីបានបំពេញញការផ្លាស់ទីរបស់ពួកវាបាននោះ នឹងត្រូវការចំណាយពេលយូរ និងចំណាយថ្លៃខ្ពស់។ វាក៏តម្រូវឱ្យមានយ៉ាងហោចណាស់ ១០% នៃលំហូរទឹកដែលត្រូវបង្វែរឲ្យហូរចូលទៅក្នុងផ្លូវត្រី

ជៀសវាងការហូរចូលតែទៅក្នុងស្ថានីយ៍ថាមពលអគ្គិសនី ដែលជាលទ្ធផលនឹងមានការបាត់បង់ការផលិតថាមពលអគ្គិសនី។

ឧបសគ្គកាន់តែធំជាងនេះគឺការឆ្លងកាត់ចុះទៅខ្សែទឹកខាងក្រោមសម្រាប់ត្រីជំទង់កំពុងលូតលាស់ ពងត្រី និងកូនត្រី ឆ្លងកាត់តាមអាងស្តុកទឹកទៅតំបន់លិចទឹកនៅក្នុងទន្លេសាប និងតំបន់ដីសណ្តរដែលជាកន្លែងដែលវាចិញ្ចឹមខ្លួនឲ្យក្លាយជាត្រីធំពេញវ័យ។ ពងត្រី និងកូនត្រីមិនអាចហែលបានបានខ្លាំងនោះទេ ។ ពួកវានឹងចាំបាច់ត្រូវរសាត់ខ្លួនតាមអាងស្តុកទឹកដែលមានចម្ងាយ ៨២ គីឡូម៉ែត្រ ដែលមានចម្ងាយរហូតដល់ចំណុចមាត់ច្រកហូរចេញទៅក្នុងទួប៊ីន និង / ឬ ទំនប់បង្ហៀរ ។ វាជារឿងដែលគិតមិនឃើញទាល់តែសោះថា ទំនប់សម្បូររបស់ក្រុមហ៊ុន CSP អាចត្រូវបានដំណើរការដោយធានាថា ធារទឹកអប្បបរមាដែលចាំបាច់សម្រាប់រក្សា ពងត្រី និងកូនត្រីតូចៗឲ្យនៅកកកុញគ្នា អាចរក្សាបានក្នុងរយៈចម្ងាយនេះនោះទេ ។ ប្រសិនបើពួកវាឆ្លងមិនផុតនោះទេ ពងត្រី និងកូនត្រីតូចទាំងនោះនឹងធ្លាក់ចុះទៅបាតអាង ត្រូវកប់ក្រោមល្បប់ និងងាប់ ។ អត្រាងាប់នេះទំនងជាស្ទើរតែ ១០០% តែម្តង ។ ជាសរុបមក គម្រោងទំនប់សម្បូររបស់ក្រុមហ៊ុន CSP នឹងបង្កជាឧបសគ្គជាដាច់ខាតចំពោះការផ្លាស់ទីរបស់ត្រីតាមបណ្តោយផ្លូវពីដើមដល់ចប់នៅក្នុងប្រព័ន្ធទន្លេមេគង្គទាំងមូល ។

ដោយសារទំហំដ៏ធំ និងទីតាំងរបស់ទំនប់នេះ ក្នុងលក្ខណៈជាទំនប់ដែលទាបជាងគេបំផុតនៅតាមដងទន្លេមេគង្គ ការចាប់យកដីល្បាប់ដោយទំនប់សម្បូរដែលបានស្ទើរឡើងពីដើមដំបូងនឹងមានបរិមាណជាង ៥០% នៃល្បប់ហ្មត់ និងបន្ទុកបាតទន្លេទាំងអស់ ។ ទីបំផុត ល្បប់ទាំងនេះនឹងបំពេញចូលទៅក្នុងជម្រកលាក់ខ្លួនជាអន្លង់ជ្រៅៗ ហើយអន្លង់ទាំងនោះនឹងបាត់បង់ ។ ការចាប់យកល្បប់នៅតំបន់ទំនប់សម្បូររបស់ក្រុមហ៊ុន CSP នឹងកាត់បន្ថយលំហូរល្បប់ និងសារធាតុចិញ្ចឹមទៅក្នុងបឹងទន្លេសាប ដែលទិន្នផលជលផលមានទំនាក់ទំនងដោយផ្ទាល់ទៅនឹងបរិមាណទឹកដែលផ្ទុកល្បប់ និងសារធាតុចិញ្ចឹមឆ្លងកាត់តាមបឹងទន្លេសាប និងតំបន់ដីសណ្តទន្លេមេគង្គ ដែលការបំពេញបន្ថែមនៃល្បប់ប្រចាំឆ្នាំគឺជាកត្តាសំខាន់ចំពោះការថែរក្សាទម្រង់ដីនេះ។ ការហូរនាំសារធាតុចិញ្ចឹមនៅមាត់ច្រកហូចេញនៃទន្លេជួយដល់ធនធានជលផលតំបន់ឆ្នេរសមុទ្រនៅវៀតណាមដែលមានសារៈ សំខាន់បំផុតសម្រាប់ការប្រមូលផលត្រីជាជលនេសាទទឹកសាបនៅទន្លេមេគង្គ។ ជាការបន្ថែមការចាប់យកដីល្បាប់នៅតំបន់សម្បូររបស់ក្រុមហ៊ុន CSP ទៅលើការបាត់បង់ដីល្បប់ពីទំនប់នានានៅខ្សែទឹកខាងលើនឹងបង្កឱ្យមានការបាត់បង់៩៥% នៃលំហូរដីល្បាប់ទៅតំបន់ដីសណ្តរ និងការបាត់បង់សារធាតុចិញ្ចឹមមានចំនួន ៤០% ។

ទំនប់សម្បូររបស់ក្រុមហ៊ុន CSP មិនត្រូវបានរចនាប្លង់ឡើងដើម្បី និងមិនអាចត្រូវបានដំណើរការសម្រាប់ការបង្ហូរចេញនូវដីល្បប់នោះទេ ។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ក្រុមការងាររបស់ NHI បានធ្វើការអង្កេតស្រាវជ្រាវលើសក្តានុពលសម្រាប់ការកែប្រែការរចនាប្លង់ និងការដំណើរការទំនប់នេះដើម្បីសម្រេចបានគោលបំណងនេះ ។ បច្ចេកទេសគ្រប់គ្រងដីល្បប់ច្រើនបែប ត្រូវបានពិចារណាក្នុងអំឡុងពេលនៃការវាយតម្លៃបឋម ។ ជម្រើសទាំងនេះមិនអាចធ្វើទៅបានទេ ដោយសារតែពាក់ព័ន្ធនឹងទំហំនៃអាងស្តុកទឹកនេះ។

ហេតុដូច្នេះហើយផលប៉ះពាល់នៃទំនប់សម្បូរដើមទៅលើការឆ្លងកាត់ត្រី និងដីល្បប់នឹងមិនអាចកាត់បន្ថយបានទេ ។

វិធីសាស្រ្តសម្រាប់ការវិភាគលើជម្រើសជំនួសរបស់ NHI

ដោយសារតែតម្លៃធនធានធម្មជាតិដែលមានកម្រិតខ្ពស់ និងការគំរាមកំហែងមានទំហំធំ ដែលបង្កឡើងដោយទំនប់សម្បូរប្លង់ដើម នោះភារកិច្ចកំណត់ដើម្បីស្វែងរកជម្រើសជំនួសបន្ថែមទៀត បានអំពាវនាវឱ្យមានការផ្លាស់ប្តូរវិធីសាស្រ្តសាមញ្ញទៅលើការធ្វើផែនការវារីអគ្គីសនីវិញ។ តាមមធ្យោបាយបែបពីមុនៗ ដំណាក់កាលដំបូងគឺកំណត់ទីតាំងសាងសង់ទំនប់ដែលបង្កើនការផលិតថាមពលកម្រិតខ្ពស់ បន្ទាប់មកទៀត ត្រូវរៀបចំការរចនាប្លង់គំរូ បន្ទាប់មកទៀតត្រូវវាយតម្លៃហេតុប៉ះពាល់សំខាន់ៗលើបរិស្ថាន និងបន្ទាប់ពីនេះ ត្រូវបង្កើតវិធានការកាត់បន្ថយការប៉ះពាល់ ។ គោលបំណងនៃវិធីសាស្រ្តនេះ គឺសួរថា តើធនធានជលផលអាចត្រូវបានគ្រប់គ្រងដោយរបៀបណា ដើម្បីសម្របទៅនឹងការអភិវឌ្ឍវារីអគ្គីសនី ? វិធីសាស្រ្តនេះ រិះរកមធ្យោបាយដើម្បីបង្កើនការផលិតថាមពលកម្រិតខ្ពស់បំផុត និងកាត់បន្ថយថ្លៃចំណាយលើវិធីសម្រាលការប៉ះពាល់ដែលនឹងកាត់បន្ថយផលត្រឡប់រំពឹងទុកពីការវិនិយោគ ។ នៅក្នុងបរិបទនៃអាងទន្លេមេគង្គ ការទាញទម្លាក់ដោយវិធានការបន្ធូរបន្ថយផលប៉ះពាល់នេះទៅលើប្រាក់ចំណេញពីវារីអគ្គីសនីនេះ ជាទូទៅនឹងបណ្តាលឲ្យមានការធ្លាក់ចុះនៃផលិតភាពបរិស្ថាន និងសុខុមាលភាពសង្គម។

ដោយការពិចារណាលើការពិតទាំងនេះ ក្រុមការងារ NHI បានបង្កើតគំរូស្តង់ដារមួយ ហើយបានចាប់ផ្តើមការ អង្កេតស្រាវជ្រាវរបស់ខ្លួនដោយកំណត់ជាដំបូងលើដំណើរការធម្មជាតិ និងធនធានបរិស្ថាន និងសង្គមដែលមានហានិភ័យ ហើយបន្ទាប់មក កំណត់ស្តង់ដារការអនុវត្តបរិស្ថាន និងសង្គមដើម្បីថែរក្សាមុខងារទាំងនេះ។ ជាសរុបមក ការវាយតម្លៃលើជម្រើសជំនួសសម្រាប់ទំនប់សម្បូរ មិនសួរថា តើធនធានបរិស្ថាន និងសង្គមអាចសម្របតាមការអភិវឌ្ឍវារីអគ្គីសនីដោយរបៀបណានោះទេ ប៉ុន្តែគឺសួរវិញថា តើការអភិវឌ្ឍវារីអគ្គីសនីអាចសម្របតាមធនធានបរិស្ថាន និងសង្គមដោយរបៀបណា ។ សំណួរសម្រាប់កំណត់ជម្រើសជំនួសសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍន៍វារីអគ្គិសនីនៅពេលបន្ទាប់ នឹងក្លាយទៅជាថា តើទំនប់វារីអគ្គីសនីអាចត្រូវបានកំណត់ទីតាំង ទំហំធំ រចនាប្លង់ និងដំណើរការយ៉ាងដូចម្តេច ដើម្បីបំពេញតាមស្តង់ដារទាំងនេះ ដែលមានចែងនៅក្នុងប្រអប់អត្ថបទ ES-1 ខាងក្រោម៖

ប្រអប់អត្ថបទ ES-1.
លក្ខណៈវិនិច្ឆ័យសម្រាប់ការអនុវត្តការងារបរិស្ថានដែលត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់ការសិក្សាបច្ចុប្បន្ន

- **ធនធានជលផល**
  - ត្រីនៅរស់មានចំនួន ៩៥% នៅតំបន់សម្បូរ
  - ការឆ្លងកាត់របស់ត្រី
    - ទៅខ្សែទឹកខាងលើ និងចុះទៅខ្សែទឹកខាងក្រោម
  - ការរសាត់នៃកូនត្រី
    - ការឆ្លងកាត់ចុះទៅខ្សែទឹកខាងក្រោម
    - ឆ្លងកាត់តាមអាស្តុក
    - ផារទឹក ≥ 0.3m/s
  - កាត់បន្ថយ Barotrauma ដែលអាចកើតមាន
    - ស្ថានីយ៍ថាមពល
    - ទំនប់បង្ហៀរ
  - កាត់បន្ថយអាត្រាងាប់ក្នុងទូប៊ីន
    - ការវាយដោយស្លាបទូប៊ីន
    - ការគួចបោក
- **ដីល្បប់**
  - ឆ្លងកាត់បាន ~95 % នៃល្បប់កកររងរៀងរាល់ឆ្នាំ
    - ចំណី – រក្សាបានសម្រាប់ធនធានជលផល
    - ដីសណ្តរទន្លេមេគង្គ – កសិកម្ម និងសន្តិសុខស្បៀង
  - រក្សាបាននូវការស្តុតទឹកនៃអាងស្តុកសម្រាប់រយ:ពេលវែង
    - ការរចនាប្លង់ដើម្បីយកចេញនូវបន្ទុកបាទដែលកកកុញ
  - មិនមានការកកកុញច្រើននៅតាមអន្លង់ជ្រៅៗ
- **ការរើទីលំនៅប្រជាជន**
  - កាត់បន្ថយចំនួនប្រជាពលរដ្ឋដែលត្រូវរើទៅលំនៅ
  - ប្រើប្រាស់គំរូទឹកជំនន់១០០ ម្តង ធ្វើជាលក្ខណ:វិនិច្ឆ័យ
  - មិនមានទឹកជន់លិចបន្ថែមនៅ ស្ទឹងត្រែង

លក្ខណ:វិនិច្ឆ័យទាំងនេះបានបង្កើតជាស្តង់ដារពិភពលោកថ្មីមួយសម្រាប់ទំនប់វារីអគ្គិសនីដែលមាននិរន្តរភាព ដែលគ្មានទំនប់វារីអគ្គិសនីធំណាមួយនៅលើពិភពលោកអាចបំពេញតាមបាននោះទេនាពេលបច្ចុប្បន្ននេះ។

ជម្រើសជំនួសនៃទំនប់វារីអគ្គិសនីសរុបចំនួន ១០ ត្រូវបានអង្កេតស្រាវជ្រាវ ។ ជម្រើសជំនួសទាំងអស់នឹងផ្តល់ថាមពលតិចជាងទំនប់សម្បូរដែលស្នើឡើងពីដើមដំបូង ប៉ុន្តែវានឹងមានប្រសិទ្ធភាពកម្រិតខ្ពស់ នៅក្នុងវិសាលភាពនៃការអាចទទួលយកបានផ្នែកបរិស្ថាន និងសង្គម។

ទីវាលនឹងត្រូវបានរួមតូចនៅពេលមានភាពកាន់តែច្បាស់លាស់ថាមានតែជម្រើសជំនួសដែលអាចធ្វើទៅបានប៉ុណ្ណោះ
ទើបជាជម្រើសអាចជៀសវាងបានពីការបង្កើតឧបសគ្គដាច់ខាតចំពោះចលនានៃត្រីដែលផ្លាស់ទីឆ្លងកាត់តាមច្រករបៀបសម្បូរ ។ ការសន្និដ្ឋាននេះនាំឱ្យមានការស៊ើបអង្កេតលើទីតាំងមួយកន្លែងដែលមានចម្ងាយ ១៣គីឡូម៉ែត្រនៅតំបន់ខ្សែទឹកខាងលើពីទីតាំងដើមនៅត្រង់កន្លែងភ្ជាប់ទៅកាន់ទន្លេដែលមានប្រឡាយជាច្រើនបានបង្កើតឡើងក្នុងទម្រង់ផ្ទៃបាតជាថ្ម ។ នៅទីតាំងនេះ ក្រុមការងារ NHI បានធ្វើការសិក្សាស៊ីជម្រៅលើគំនិតគំរូសាងសង់ទំនប់វារីអគ្គិសនីចំនួនពីរ។ ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ ដែលនឹងដាក់ទីតាំងទំនប់នៅលើប្រឡាយមេ ដោយរក្សាទុកប្រឡាយវាងមិនឲ្យមានឧបសគ្គអ្វីទាំងអស់សម្រាប់លំហូរនៃត្រី ដីល្បប់ ហើយជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៦

ដែលនឹងដាក់ទំនប់នៅលើប្រឡាយខាងឆ្វេង និងរក្សាទុកឲ្យប្រឡាយមេមិនឲ្យមានឧបសគ្គអ្វីទាំងអស់ ។

ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ បានបង្ហាញពីភាពប្រសើរជាង ដោយឈរលើមូលដ្ឋានទិន្នផលថាមពល ខណៈដែល ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៦ បានបង្ហាញពីភាពប្រសើរជាង ដោយឈរលើមូលដ្ឋានស្តង់ដារនៃការអនុវត្តបរិស្ថាន និងសង្គម ។ សំណួរចម្បងគឺថា តើជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៦ អាចនឹងអាចសម្រេចបានដែរ ឬទេចំពោះទស្សនវិស័យហិរញ្ញវត្ថុរបស់វិនិយោគិនដែលមានសក្តានុពលនានា គឺមានន័យថា តើវានឹងផ្តល់តម្លៃនៃផលត្រឡប់ពីការ វិនិយោគដែលនឹងធ្វើឱ្យវាមានការប្រកួតប្រជែងជាមួយជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ ដែរ ឬទេ?

ដើម្បីប្រៀបធៀបទិន្នផលថាមពលអគ្គិសនីនៃជម្រើសទាំងពីរនេះ ក្រុមការងារបានវាយតម្លៃលើផ្នែកជលវិទ្យានៅទីតាំងទាំងពីរនេះ ហើយជាពិសេសលំហូរដែលបែកចេញជាប្រឡាយមេ និងប្រឡាយអែបខាង ដោយមាន និងគ្មានទំនប់ ។ ការសិក្សាគំរូតាមបែបជលសាស្ត្របានចង្អុលបង្ហាញថា បរិមាណទឹកដែលបានបង្វែរទៅប្រឡាយមេសំខាន់គឺមានទំនាក់ទំនងយ៉ាងខ្លាំងទៅនឹងការកើនឡើងកម្ពស់ផ្ទៃទឹកនៅប្រឡាយអែបខាងនោះ ។ ការសិក្សាគំរូ និងការវិភាគយ៉ាងទូលំទូលាយបានបង្ហាញថា មានតែទីតាំងទំនប់ដែលអាចបិតបេរបាននៅលើប្រឡាយ អែបខាងនោះប៉ុណ្ណោះដែលនឹងអាចផ្តល់ទឹកយ៉ាងច្រើនចូលទៅក្នុងប្រឡាយមេ ដែលមិនមានលំហូរគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ការផលិតថាមពលសម្រាប់ស្ថានីយថាមពលនៃជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៦ ដើម្បីជម្រើសនេះអាចសម្រេចបាននោះទេ ។ ជាលទ្ធផលគឺថា ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៦ បានក្លាយជាជម្រើសដែលមានថ្លៃចំណាយខ្ពស់បំផុតក្នុងមួយឯកតានៃមូលដ្ឋានថាមពល ។ អ្វីដែលជាក់លាក់គឺថា ទំនប់នេះនឹងអាចផលិតបានតែ ១២៥ មេហ្គាវ៉ាត់តែប៉ុណ្ណោះ រីឯការចំណាយសាងសង់នឹងមានចំនួន ៥,៤២៨ ដុល្លារក្នុងមួយគីឡូវ៉ាត់ ។ ផ្អែកលើមូលដ្ឋាននោះ ការចំណាយក្នុងមួយគីឡូវ៉ាត់ម៉ោងនឹងមានតម្លៃខ្ពស់ជា ២០ សេន / គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង ដែលស្មើនឹងទ្វេដងចំពោះ ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ ជាមួយនឹងវិធានការកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់ពេញលេញ។

ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧

ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ មានគោលបំណងកាត់បន្ថយឲ្យបានច្រើននូវផលប៉ះពាល់ពីទំនប់សម្បូររបស់ក្រុមហ៊ុន CSP ទៅលើទិន្នផលជលផល ជីវចម្រុះ និងការហូរឆ្លងកាត់នៃដីល្បប់ បីទោះបីជាហានិភ័យធំៗមួយចំនួននៅតែមានក៏ដោយ។ ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ នឹងក្លាយជាទំនប់ដែលមានកម្លាំងថាមពលចំនួន ១,២៣៦ មេហ្គាវ៉ាត់ ៤,២៤០ ជីហ្គាវ៉ាត់ម៉ោង ក្នុងមួយឆ្នាំ។ ទំនប់នេះត្រូវបានរចនាប្លង់ឡើងក្នុងគោលបំណងដើម្បីឲ្យមានការឆ្លងកាត់បាន ៩៥% នៃដីល្បប់ដែលអនុញ្ញាតអោយមានជីវិតរស់រានរបស់ត្រី និងកូនត្រីតូចៗចំនួន ៩៥% ដែលផ្លាស់ទីទៅខ្សែទឹកខាងលើ និងខ្សែទឹកខាងក្រោម ហើយអាចឱ្យសត្វផ្សោតទឹកសាបអាចផ្លាស់ទីទៅ ទៅខ្សែទឹកខាងលើ និងខ្សែទឹកខាងក្រោម ។ ព័ត៌មានលំអិតអំពីការរចនាប្លង់នៃជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ ត្រូវបានបង្ហាញនៅក្នុងជំពូក ៦ ជាមួយនឹងការបង្ហាញក្រាហ្វិក ។

ទីតាំងសម្រាប់ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ ស្ថិតនៅចម្ងាយ ១៣ គីឡូម៉ែត្រ ពីកន្លែងដែលបានសិក្សាសម្រាប់ទំនប់សម្បូររបស់ក្រុមហ៊ុន CSP ដែលហូររបស់ទន្លេមាលក្ខណៈប្រដេញ ឆ្លងកាត់តាមប្រឡាយជាច្រើននៅក្នុងទម្រង់ដែលមានផ្ទៃបាតជាថ្ម ។ នៅទីតាំងនេះ សំណង់បង្វែរទឹកចំហៀង (partial barrage) មួយអាចត្រូវបានសាងសង់ឡើងនៅលើប្រឡាយមេធំៗ ស្របពេលដែលទុកឲ្យប្រឡាយរាងទំនេរគ្មានឧបសគ្គរាំងស្ទះសម្រាប់ការឆ្លងកាត់របស់ត្រី និងចំណីត្រី ។

គំនិតប្លង់គំរូនៃជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ ត្រូវបានរចនាប្លង់ ឡើងដើម្បីឱ្យទីតាំង និងកម្ពស់មានការ ៖

i) កាត់បន្ថយការរើទីលំនៅរបស់ប្រជាជន
ii) បង្កើនប្រសិទ្ធភាពការប្រើប្រាស់ ប្រឡាយរាងជាផ្លូវសម្រាប់ត្រីឆ្លងកាត់តាមបែបធម្មជាតិដោយគ្មានហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធបន្ថែម។
iii) ធានាថាចរន្តទឹកហូរ > ១០% បានហូរចុះទៅក្នុងប្រឡាយរាង / ផ្លូវត្រីឆ្លងកាត់គ្រប់ពេលពេញឆ្នាំ ដើម្បីផ្តល់នូវការទាក់ទាញត្រី និងការហូរឆ្លងកាត់នៃជីវម៉ាស់ក្នុងបរិមាណខ្ពស់ ។
iv) ទុកមធ្យោបាយសម្រាប់ការឡើងទៅខ្សែទឹកខាងលើ និងចុះទៅខ្សែទឹកខាងក្រោមនៃត្រីផ្សោតទឹកសាបតាមរយៈប្រឡាយរាង ។
v) បើកដំណើរការទំនប់ ដើម្បីរក្សាធារទឹកនៅក្នុងអាងស្តុកទឹកសម្រាប់ការរសាត់នៃកូនត្រីតូច ។

ជម្រើសចំនួនបួនបែបនៃ ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ ត្រូវបានគេវាយតម្លៃ ដែលជម្រើសនីមួយៗបង្ហាញពីសំណុំផ្សេងៗគ្នានៃវិធានការកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់ធនធានជលផល។ សមាសធាតុទូទៅ នៅក្នុងជម្រើសទាំងបួនគឺជាវិធានការបន្ធូរបន្ថយផលប៉ះពាល់រួមមាន៖

- ផ្លូវសម្រាប់ត្រីឆ្លងកាត់ទៅខ្សែទឹកខាងលើចំនួនបីដែលស្ថិតនៅទីតាំងស្ពានីយ៍អគ្គិសនី និងផ្នែកទាំងសងខាងនៃទំនប់បង្ហៀរដែលប្រភេទត្រីផ្លាស់ទីនឹងប្រមូលផ្តុំគ្នា ។
- ប្រឡាយជាផ្លូវរាងដែលភ្ជាប់ទៅនឹងប្រឡាយរាងធម្មជាតិ ដើម្បីឲ្យលំហូរទឹកទន្លេ > ១០%
- របងបិទផ្លូវទូកឆ្លងកាត់ ដែលប្រើជារបងសម្រាប់បិទត្រីឆ្លងកាត់ផងដែរ ។
- ការដំណើរទំនប់ការរសាត់នៃកូនត្រីទៅខ្សែទឹកខាងក្រោម ឆ្លងកាត់តាមអាងស្តុកទឹកដោយរក្សាធារទឹកអប្បបរមា (លើសពី ០,៣ ម៉ែត្រ/វិនាទី)
- សម្ពាធនៃទំនប់រុញទឹកដើម្បីផ្សាំត្រី នៅត្រង់មាត់ច្រកចូលនៃប្រឡាយដើម្បីធានាថាត្រីមានសុំានឹងសីតុណ្ហភាពនៃសម្ពាធផ្ទៃទឹកមុនពេលចូលទៅក្នុងទួប៊ីន។
- មាត់ហូរចេញនៃទួប៊ីនមានជម្រៅជ្រៅ ដើម្បីកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់នៃសម្ពាធ (Barotrauma) ។

ជម្រើសទាំងបួនប្រភេទនៃជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ គឺជម្រើសនីមួយៗមានរួមបញ្ចូលនូវយុទ្ធសាស្ត្រជាច្រើន ដើម្បីកាត់បន្ថយការងាប់របស់ត្រីដែលឆ្លងកាត់ទៅខ្សែទឹកខាងក្រោមតាមទំនប់ និងទួប៊ីន។ សេណារីយ៉ូសម្រាប់បន្ធូរបន្ថយផលប៉ះពាល់ទាំងនេះរួមមាន ៖

1) **ជម្រើសជំនួសសម្បូរ ៧-A**៖ រនាំងទប់សម្រាមជាមួយទួប៊ីនដែលមានស្លង់ដារ (ដូចទំនប់សាយ៉ាប៊ូរី)
    - ត្រីដែលមានប្រវែងពី ៩០០-១០០០ មិល្លីម៉ែត្រ អាចឆ្លងកាត់តាមរនាំងទប់សំរាមទាំងនោះ ហើយចូលទៅក្នុងមាត់ច្រកចូលនៃទួប៊ីន។
    - ទួប៊ីនដែលមានកម្រិត Barotrauma ទាប និងកម្លាំងក្ងួចបោក និងការវាយដោយស្លាបទួប៊ីនកម្រិតមធ្យម ។

2) **ជម្រើសជំនួសសម្បូរ ៧- B**៖ រនាំងទប់សំរាម (ដូចទំនប់សាយ៉ាប៊ូរី) + ទួប៊ីនដែលមានផលប៉ះពាល់ទាប

- រនាំងទប់សម្រាមដែលមានផ្លូវវាងក្នុងផ្ទៃទឹក ប៉ុន្តែគ្មានត្រីត្រូវបានដាក់រារាំងនៅត្រង់មាត់ច្រកចូលនៃទួប៊ីន
- ទួប៊ីនដែលមានផលប៉ះពាល់តិចតួច (កម្រិតខូចថង់ខ្យល់ត្រីទាប កម្រិតក្ដួចបោកទាប និងការវាយដោយស្លាបទួប៊ីកម្រិតទាប) ដែលអាចឲ្យកូនត្រីតូចៗ និងត្រីទំហំ <៣០០ មិល្លីម៉ែត្រ ឆ្លងកាត់បានដោយសុវត្ថិភាព។ យើងប្រើប្រាស់ទួប៊ីន Alden ដើម្បីបង្ហាញជាគំរូ ។ ការរចនាប្លង់ដែលមានផលប៉ះពាល់តិចតួចផ្សេងទៀតក៏អាចត្រូវបានពិចារណាផងដែរ។

3) **ជម្រើសជំនួសសម្បូរ ៧-C៖** សំណាញ់ឃាំងត្រី (Fish screens) + ទួប៊ីនដែលមានបទដ្ឋាន
   - សំណាញ់ឃាំងត្រីក្រឡាធំដើម្បីឱ្យត្រីទំហំ > ៣០០ មិល្លីម៉ែត្រ ឆ្លងកាត់ទួប៊ីនបាន។[2]
   - ទួប៊ីនដែលមាន Barotrauma កម្រិតទាប និងការក្ដួចបោក និងការវាយដោយស្លាបទួប៊ីនកម្រិតមធ្យម ។
4) **ជម្រើសជំនួសសម្បូរ ៧-D៖** សំណាញ់ឃាំងអត្រី (Fish screens) + ទួប៊ីនដែលមានផលប៉ះពាល់ទាបៈ
   - សំណាញ់ឃាំងត្រីក្រឡាធំដើម្បីឱ្យត្រីទំហំ > ៣០០ មិល្លីម៉ែត្រ ឆ្លងកាត់ទួប៊ីនបាន
   - ទួប៊ីនដែលមានផលប៉ះពាល់តិចតួច (កម្រិត Barotrauma ទាប កម្រិតក្ដួចបោកទាប និងការវាយដោយស្លាបទួប៊ីកម្រិតទាប [ស្លាបក្រាស់]) ដែលអាចឲ្យកូនត្រីតូចៗ និងត្រីទំហំ <៣០០ មិល្លីម៉ែត្រ ឆ្លងកាត់បានដោយសុវត្ថិភាព ។ យើងប្រើប្រាស់ទួប៊ីន Alden ដើម្បីបង្ហាញជាគំរូ។ ការរចនាប្លង់ដែលមានផលប៉ះពាល់តិចតួចផ្សេងទៀតក៏អាចត្រូវបានពិចារណាផងដែរ ។

ការដំណើរការ អាងស្តុកទឹកសម្រាប់ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ នឹងមានលក្ខណៈជាសក្តានុពល និងភាពស្មុគស្មាញពិសេស។ អាងស្តុកទឹកនេះមានប្រឡាយធម្មជាតិហូរចុះទៅខ្សែទឹកខាងក្រោមដោយមិនមានកំណត់ចំនួន ០៣ហូរចូលទៅក្នុងប្រឡាយវាង ។ លក្ខណៈស្មុគស្មាញនៃប្រព័ន្ធធារាសាស្ត្រ និងជលវិទ្យាបានធ្វើឲ្យការកំណត់ការដំណើរការគោលនយោបាយអាងស្តុកទឹកឲ្យល្អបំផុតនោះ ជួបការលំបាក ។ ដើម្បីបង្កើនផលិតកម្មថាមពលតម្រូវឱ្យមានតុល្យភាពផលិតផលរយៈពេលវែងនៃក្បាលទំនប់ធារាសាស្ត្រ និងលំហូរចូលដោយជៀសវាងកម្រិតទឹកនៅអាងស្តុកទឹកកុំឲ្យស្ថិតក្នុងកម្រិតមួយដែលបង្កើតកម្រិតទឹកហៀរច្រើនហួសប្រមាណចូលទៅក្នុងប្រឡាយវាង។ ដោយផ្តល់នូវសារៈសំខាន់នៃការរក្សាឱ្យមានចលនារសាត់កូនត្រីតាមធម្មជាតិ ក្រុមការងារបានសិក្សាស្វែងរកលក្ខខណ្ឌដែលអាចកាត់បន្ថយកម្ពស់ទឹកក្នុងអាងស្តុកទឹកបានកាន់តែច្រើនដែលអាចនឹងមានភាពចាំបាច់ដើម្បីធានាចំពោះលក្ខខណ្ឌនៃកន្លែងដែលអាចជួយដល់ការឆ្លងកាត់របស់កូនត្រី ។ គោលនយោបាយដែលថែរក្សាបាននូវកម្រិតទឹកទាបសម្រេចបានលំហូរចូលកាន់តែខ្ពស់ និងធារទឹកកាន់តែលឿន ដើម្បីឲ្យកូនត្រីតូចៗឆ្លងកាត់បាន ក៏ប៉ុន្តែសម្ពាធក្បាលទឹក (Hydraulic Head) ពាក់ព័ន្ធជាមួយគោលនយោបាយដែលកាត់បន្ថយការផលិតថាមពល ដែលជាការប៉ះប៉ូវគ្នាបាន ។

[2] ក្រុមការងារគម្រោងក៏បានវាយតម្លៃសំណាញ់ឃាំងត្រីក្រឡាញឹកដាក់នៅត្រង់មាត់ច្រកចូលទួប៊ីន ដែលបង្វែរត្រីទាំងអស់ លើកលែងតែកូនត្រីតូចៗ ពីទួប៊ីន ប៉ុន្តែបានគណនាឃើញថា សំណាញ់ទាំងនេះគឺមានតម្លៃថ្លៃខ្លាំងហួរមិនអាចអនុវត្តបាន។

បរិមាណដីល្បាប់ដែលឆ្លងកាត់ទៅខ្សែទឹកខាងក្រោមនៃអាងស្តុកទឹកជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ គឺជាការបូកសរុបបញ្ចូលគ្នានៃដីល្បាប់ដែលហូរឆ្លងកាត់តាមអាងស្តុកទឹក និងដីល្បាប់ដែលហូរកាត់តាមប្រឡាយវាង ។ ដីល្បាប់ដែលឆ្លងកាត់តាមអាងស្តុកទឹក ត្រូវបានកំណត់ដោយប្រសិទ្ធភាពនៃការចាប់យករបស់វា ដែលជាចំណែកនៃលំហូរដីល្បាប់ដែលរងជាកករនៅក្នុងអាងស្តុកទឹក។ ប្រសិទ្ធភាពការចាប់យកល្បាប់នៃអាងស្តុកទឹករបស់ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ គឺមានកម្រិតទាបណាស់ ដោយសារតែអាងស្តុកទឹកនេះមានតែប្រហែល ០,៥% ប៉ុណ្ណោះនៃលំហូរប្រចាំឆ្នាំជាមធ្យមនៅក្នុងទន្លេ ។ ប្រសិនបើប៉ាន់ប្រមាណពីដីល្បាប់ដែលហូរតាមរយៈអាងស្តុកទឹករួមបញ្ចូលជាមួយដីល្បាប់ដែលហូរកាត់តាមប្រឡាយវាង នោះបរិមាណដីល្បាប់រងកករសរុបដែលនឹងត្រូវបង្ហូរចេញមានបរិមាណប្រហែលជា ៩៣% ។ បន្ទុកបាតទន្លេក្នុងទន្លេមេគង្គភាគច្រើនមានខ្សាច់ហ្មត់ និងល្បាប់ហ្មត់ ដែលទំនងជាត្រូវរងជាកករនៅក្នុងអាងស្តុកទឹកស្ថិតនៅខ្សែទឹកខាងលើនៃទំនប់សម្បូរ និងទំនប់បង្វៀរ ។ ប៉ុន្តែ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ មាត់ច្រកទ្វារទាបនៃទំនប់បង្វៀររបស់ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ អាចត្រូវបានប្រើដើម្បីទម្លាក់ទឹកគំហុកលាងជម្រះដីល្បាប់តាមប្រព័ន្ធ ដែលជាលទ្ធផលមាននៅសល់ដីល្បាប់តិចតួចបំផុតក្នុងរយៈពេលវែង។

ការកើនឡើងនៃលំហូរចេញនៃដីល្បាប់ដែលរងកករដោយសារលទ្ធផលនៃជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ បើប្រៀបធៀបទៅនឹងការរចនាបួង និងការដំណើរការដើមនឹងរក្សាបាននូវភូមិសាស្ត្រចម្រុះ និងលំហូរនៃចំណីត្រីទៅកាន់តំបន់ជលផលដែលជន់លិចនៅវាលទំនាប ហើយកំណត់ដែនទឹកនៃតំបន់ដីសណ្តទន្លេមេគង្គនៅវៀតណាម។ ការឆ្លងកាត់ស្ទើរតែទាំងអស់នៃបន្ទុកដីល្បាប់បច្ចុប្បន្នទាំងទាំងស្រុងរបស់ទន្លេមេគង្គ នៅឯខេត្តក្រចេះ មានចំនួនប្រហែល ៩២ Mt/ឆ្នាំ នឹងឆ្លើយតបគ្នាទៅនឹងកំណើន ១,៤ mm/ឆ្នាំ នៃកកររងដីល្បាប់ ដែលជាចុងក្រោយអាចទប់ស្កាត់បាន ៣៧ ម៉ែត្រ/ឆ្នាំ នៃការហូរចូលនៃទឹកសមុទ្រនៅតំបន់ឆ្នេរ។ លក្ខណៈនេះសំដៅទៅការទប់ស្កាត់ការហូរចូលនៃទឹកសមុទ្រនៅតំបន់ឆ្នាំបានប្រវែង ៣,១០០ ម៉ែត្រនៅត្រឹមឆ្នាំ ២១០០ និងការការពារដីសណ្តមេគង្គបានចំនួន ២៥០០ គីឡូម៉ែត្រការ៉េពីការបាត់បង់នៅឆ្នាំ ២១០០ ។

ទំនប់នេះនឹងធ្វើឱ្យលំហូរខ្ពស់ឆ្លងកាត់តាម ប្រឡាយវាង ឲ្យមានការកើនឡើងយ៉ាងខ្លាំង។ ប៉ុន្តែទោះជាយ៉ាងណា ខណៈពេលដែលផ្ទៃបាតទន្លេនិងឆ្នេរទន្លេនៃកន្លែងទំនេរត្រូវបានគេផ្ទុកយ៉ាងទូលំទូលាយនៅក្នុងស្រទាប់ថ្ម ការកើនឡើងនូវលំហូរមិនគួរធ្វើឱ្យជម្រៅនៃអាណាបុរីកើនឡើងយ៉ាងខ្លាំង។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ វាជាការគួរឲ្យកត់សម្គាល់ឃើញថា ស្រទាប់ថ្មដែលមាននៅក្នុង ប្រឡាយវាង ត្រូវបានគ្របដណ្តប់ដោយកំណរដីល្បាប់ដែលមានកម្រាស់ក្រាស់នៅតាមកន្លែងខ្លះ ។ ប្រការនេះបានចោទជាសួរថា តើការកើនឡើងនៃលំហូរនៅក្នុងប្រឡាយវាងដោយសារតែជម្រើសជំនួសទំនប់សម្បូរទី ៧ ស្ថិតនៅលើប្រឡាយមេ នឹងធ្វើឱ្យដីល្បាប់នេះមានភាពសឹក ហើយផលវិបាកនៃសំណឹកបែបនេះកើតមានទាំងនៅត្រង់ទំនប់ និងតំបន់ខ្សែទឹកខាងក្រោម ។

ល្បឿនទឹកហូរដែលលឿននៃចរន្តទឹកគឺជាល្បឿនទឹកហូរនៅប្រឡាយមេ ។ កត្តាទាំងនេះមិនគួររារាំងការធ្វើដំណើររបស់ត្រី ឬកាត់បន្ថយប្រសិទ្ធភាពនៃប្រឡាយនេះទេនៅពេលដែលត្រីឆ្លងកាត់

ដោយសារតែភាពហូរមិនសូវបុកខ្លាំងនៅតាមផ្នែកខាងប្រហែលជានឹងអាចឱ្យត្រីភាគច្រើនឆ្លងកាត់ ។ ទោះជាយ៉ាងណា ការព្រួយបារម្ភមួយត្រូវបានបង្ហាញអំពីផលប៉ះពាល់លើប្រភេទត្រីតូចៗ (<២០ សង់ទីម៉ែត្រ) ដូចជា Henichorynchus ដែលផលិតបានជាជីវម៉ាស់ផ្លាស់ទីភាគច្រើន ដែលមានប្រភេទខ្លះមិនអាចហែលបញ្ច្រាស់ល្បឿនលំហូរនេះបាន ។ ការផ្លាស់ប្តូរទីលំនៅរបស់ប្រជាពលរដ្ឋដែលរស់នៅក្នុងចម្ងាយ ៤០ ម៉ែត្រ តាមខ្សែផ្លូវដែលនៅជាប់តំបន់ នឹងជាការចាំបាច់ ។ នោះនឹងមានចំនួនប្រជាពលរដ្ឋតិចជាង ៧,០០០ នាក់ បើប្រៀបធៀបទៅនឹងចំនួនជាង ១៩,០០០ នាក់នៃសំណើគម្រោងសម្រាប់ទំនប់សម្បូរដើម ។

ការរចនាប្លង់ផ្លូវឆ្លងកាត់សម្រាប់ត្រី

តំបន់ទំនប់សម្បូរ ស្ថិតនៅខាងលើវាលទំនាបលិចទឹកដ៏ធំធេងនៃទន្លេសាប និងតំបន់ដីសណ្តទន្លេមេគង្គ។ ជីវម៉ាសដែលផ្លាស់ទីដែលនឹងឆ្លងកាត់តាមរយៈតំបន់ទំនប់សម្បូរគឺមិនធ្លាប់មានពីមុនមកទេសម្រាប់បរិមាណនៃទំនប់វារីអគ្គិសនី ជាពិសេសនៅដើមរដូវវស្សា។ ត្រីដែលផ្លាស់ទីទាំងនេះបង្កើតបានមួយភាគធំនៃធនធានជលផលដែលផ្តល់ឱ្យនូវប្រភពប្រូតេអ៊ីនសំខាន់ និងមិនងាយជំនួសបាន សម្រាប់ប្រជាកសិករកម្ពុជា ។

ក្រុមការងារ NHI បានបង្កើតវិធានការបន្ធូរបន្ថយផលប៉ះពាល់ជលផលដែលមានភាពទំនើប ក្នុងបំណងសម្រេចបាននូវការឆ្លងកាត់របស់ត្រីទៅខ្សែទឹកខាងលើ និងខ្សែទឹកខាងក្រោមបាន ៩៥% នៃត្រី និងសត្វក្នុងទឹកផ្សេងទៀត ដែលទទួលស្គាល់ថា វានឹងនៅតែមានការកាត់បន្ថយការផលិតកម្មត្រី ~១៤% បន្ទាប់ពីពិចារណាអំពីការខាតបង់ដែលបានប៉ាន់ប្រមាណពីគម្រោងសេសានក្រោម ២ ។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ការកត់សំគាល់ពីដំណើរការនៃការឆ្លងកាត់របស់ត្រីនៅតាមទន្លេធំៗនៃតំបន់ត្រូពិចគឺមានលក្ខណៈមិនល្អប្រសើរដូចគ្នា ។ ការពិនិត្យឡើងវិញជាសកលដែលទើបបានបញ្ចប់នាពេលថ្មីៗនេះបានកំណត់ថាមធ្យមភាគនៃប្រសិទ្ធភាពតិចជាង ៤០% សម្រាប់ប្រភេទត្រីទាំងអស់នៅលើពិភពលោក។ ហើយមានតែ ២០% ប៉ុណ្ណោះ ប្រសិនបើប្រភេទត្រីសាម៉ុង (មិនមាននៅក្នុងទន្លេមេគង្គ) ត្រូវបានដកចេញ។ មិនមានឧទាហរណ៍អំពីផ្លូវត្រីឆ្លងកាត់នៅតាមទំនប់ត្រូពិចណាមួយដែលរក្សាបាននិរន្តភាពនៃពូជត្រីដែលផ្លាស់ទី ឬការធានាបាននូវធនធានជលផលបាននោះទេ ។ ការសិក្សាពីលទ្ធភាពមួយចំនួនបានមើលស្រាលលើការចំណាយសម្រាប់ការឆ្លងកាត់របស់ត្រី ដែលទំនងជានឹងរារាំងដល់ការរចនាប្លង់ដ៏មានប្រសិទ្ធភាពនៅដំណាក់កាលបន្ទាប់ ។ ជំពូកទី ៨ និងទី ១២ នៃរបាយការណ៍នេះ បានប៉ាន់ប្រមាណលើហានិភ័យដែលគោលដៅនៃការអនុវត្តការងារនេះនឹងមិនត្រូវបានឆ្លើយតប និងផលវិបាកដែលអាចកើតមាន ។ ជាឧទាហរណ៍ ប្រសិនបើវិធានសម្រាប់បន្ធូរបន្ថយផលប៉ះពាល់នៃជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ អាចទទួលបានភាពជោគជ័យក្នុងកម្រិតធម្មតានោះ ការផលិតទិន្នផលត្រីអាចមានសក្តានុពលតិចជាងការផលិតទិន្នផលត្រីបច្ចុប្បន្នពី ៣០-៧០% ។

វិធានការបន្ធូរបន្ថយផលប៉ះពាល់សំខាន់ៗសម្រាប់ការធ្វើផ្លាស់ទីរបស់ត្រីទៅខ្សែទឹកខាងលើ គឺផ្លូវសម្រាប់ត្រី ។ ត្រីឆ្លងកាត់ទំនប់ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ ត្រូវបានរចនាប្លង់ឡើងដើម្បីជៀសវាងលំហូរទឹកដែលនាំឲ្យមាន ដំណើរការមិនល្អនៃសំណង់ផ្លូវត្រីឆ្លងកាត់នៅក្នុងទន្លេត្រូពិចធំៗតាំងពីដើមមក។ ធាតុនៃការរចនាប្លង់ទាំងនេះមានសង្ខេបនៅក្នុងប្រអប់អត្ថបទ ES-2។

ប្រអប់អត្ថបទ ES-2. លក្ខខណ្ឌតម្រូវសម្រាប់ការឆ្លងកាត់របស់ត្រីសម្រាប់វារីអគ្គិសនីក្នុងទន្លេមេគង្គក្រោម និងជាពិសេសជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧

- ការឆ្លងកាត់របស់ត្រីទៅខ្សែទឹកខាងលើត្រូវការចាំបាច់នៅត្រង់ចំណុចស្ថានីយ៍ផលិតថាមពល និងទំនប់បង្ហៀរដើម្បីផ្សៀងផ្ទាត់លំហូរទឹក ដូច្នេះ ផ្លូវត្រីឆ្លងកាត់ និងច្រកចូលជាច្រើននឹងចាំបាច់ត្រូវមាន ។
- ដើម្បីទាក់ទាញត្រីឲ្យចូលទៅក្នុងផ្លូវត្រីឆ្លងកាត់ និងដើម្បីឲ្យជីវម៉ាសឆ្លងកាត់បានខ្ពស់ > ១០% នៃលំហូរទឹកគឺត្រូវការជាចាំបាច់ ។
- សំណង់សម្រាប់ការឆ្លងកាត់របស់ត្រីទៅខ្សែទឹកខាងលើ ចាំបាច់ត្រូវការដាក់នៅត្រង់ទីតាំងណាដែលត្រូវ ប្រមូលផ្តុំគ្នាដោយសារលំហូរទឹកដែលមានការទាក់ទាញ ដែលរួមមាន ៖
    - បំពង់បណ្តែតទឹកនៃស្ថានីយ៍ថាមពល
    - ផ្នែកសងខាងនៃស្ថានីយ៍ថាមពល
    - ទម្រង់ទឹកធ្លាក់ដែលមានលំហូរទាប
    - ផ្នែកខាងទាំងសងខាងនៃទំនប់បង្ហៀរនៅក្បែរក្បាលទំនប់នីមួយៗមានលំហូរទឹកខ្ពស់ ។
- ការផ្លាស់ទីរបស់ត្រីទៅកាន់ខ្សែទឹកខាងក្រោម រួមមានកូនត្រីតូចៗដែលត្រូវទឹកហូរនៅក្នុងអាងស្តុកទឹកដែលមានកម្រិតមួយដែលរសាត់តាមទឹកបាន ៖
    - តាមទិន្នន័យពី ADCP វាទំនងជាថា ធារទឹកនៅតាមប្រឡាយជាមធ្យមគឺពី 0.៤ m s^{-1} ទៅ 0.៥ m s^{-1} គឺត្រូវការជាចាំបាច់នៅរដូវប្រាំង ហើយនៅដើមរដូវវស្សា ពី 0.៨ ទៅ ១.0 m s^{-1} ប្រហែលជាត្រូវការចាំបាច់នៅរដូវវស្សា ។ យើងបានសន្មតយកធារទឹកជប្បបរមាដាច់ខាតមួយដែលមាន 0.៣ m s^{-1} សម្រាប់ការសិក្សាគំរូដំបូង ។
- ការរក្សាបាននូវអត្រារស់របស់ត្រីដែលហែលមកជិតទួប៊ីនត្រូវមានជាចាំបាច់ មិនថាតាមរយៈការរចនាប្លង់ទួប៊ីន និង/ឬ ការដាក់សំណាញ់យាំងត្រីដើម្បីបង្វែរទិសត្រី ។

ដោយផ្អែកលើលក្ខខណ្ឌតម្រូវដែលបានរៀបរាប់ខាងលើ ប្លង់គំរូនៃការរចនាប្លង់សម្រាប់ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ ដើម្បីផ្តល់នូវផ្លូវត្រីឆ្លងកាត់ទៅខ្សែទឹកខាងលើ ៖

(១) ទីតាំង និងការរចនាប្លង់នៃទំនប់ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ ទុកឲ្យប្រឡាយវាងដំណើរការជាផ្លូវត្រីឆ្លង កាត់ធម្មជាតិសម្រាប់ត្រូវដែលផ្លាស់ទីទាំងទៅខ្សែទឹកខាងលើ និងខាងក្រោម ។ ប្រឡាយវាងនឹងត្រូវបានតភ្ជាប់ទៅកាន់ទន្លេដោយផ្ទាល់នៅផ្នែកខាងក្រោមនៃទំនប់ និងស្ថានីយ៍ផលិតថាមពល ដោយប្រឡាយសប្បនិមិត្តមួយ ដែលនឹងយកគំរូតាមជម្រកធម្មជាតិ និងបែបបទជលសាស្ត្រធម្មជាតិ ។ ច្រកចូលនឹងត្រូវស្ថិតនៅក្បែរស្ថានីយ៍ផលិតថាមពល ដូចនេះត្រីដែលផ្លាស់ទីត្រូវបានទាក់ទាញឲ្យទៅកាន់ស្ថានីយ៍ថាមពល ហើយទំនប់នឹងត្រូវបង្វែរទៅកាន់ប្រឡាយវាង ។ ទាំងប្រឡាយវាង និងប្រឡាយនឹងត្រូវមានជម្រាលទា (ឧ. ១:២០០) ដែលមានកម្រិតបក់បោក និងល្បឿនទឹកដែលស្រដៀងគ្នាទៅនឹងប្រឡាយ Hou Sahong ដែលត្រូវបានស្គាល់ថាមានភាពពេញចិត្តសម្រាប់ការឆ្លងកាត់របស់ប្រភេទត្រីក្នុងទន្លេមេគង្គ ។

(២) ប្លង់គំរូនៃជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ រួមមានទាំងរនាំងបង្វែរទិស/រនាំងយាំងត្រី ដែលអាចត្រូវបានដំណើរការដើម្បីឲ្យឆ្លងកាត់បានទាំងពីរបែប ។ វានឹងត្រូវមានទទឹង ៣០ម៉ែត្រ ដើម្បីជួយដល់លំហូរទឹកកម្រិតខ្ពស់ដើម្បីទាក់ទាញត្រី និងផ្តល់នូវកម្រិតបក់បោកទាបដែលអាចឲ្យត្រីហែលបញ្ច្រាស់ទឹកហូរបាន ។

(៣) ផ្លូវត្រីឆ្លងកាត់ជាប្រភេទអាង នឹងត្រូវបានសាងសង់ឡើងនៅផ្នែកខាងស្តាំនៃទំនប់ ។ វានឹងមានទម្រង់ប្លង់រចនាបែបប្រអប់បញ្ឈរ ដែលរក្សាបាននូវល្បឿនទឹកហូរ និងកម្រិតបក់បោកថេរ ។ វានឹងដាក់បញ្ចូលនូវតួលេខនៃការរចនាប្លង់ដែលសមស្របសម្រាប់ទំហំ និងជីវម៉ាសនៃត្រីដែលនឹងត្រូវការជាចាំបាច់ដើម្បីការចរាចររបស់វា។

វិធានការដើម្បីសម្រេចបាន ៩៥% នៃអត្រានៅរស់ពេលការឆ្លងកាត់ទៅខ្សែទឹកខាងក្រោមរួមមាន ៖

i) ការឆ្លងកាត់តាមរយៈ ប្រឡាយវាងនៅក្នុងសមាមាត្រនៃលំហូររបស់វា ។ ប៉ុន្តែទោះជាយ៉ាងណា ត្រីធំៗ ដែលប្រើប្រាស់ប្រឡាយជ្រៅៗបំផុតនៅក្នុងទន្លេ (thalweg) ទំនងជាចូលទៅក្នុងអាស្តុកជាទីដែលពួកវាមានភាពងាយរងគ្រោះចំពោះការឆ្លងចុះទៅខ្សែទឹកខាងក្រោម តាមរយៈ ទំនប់បង្ហៀរ ឬទួប៊ីន ។
ii) ត្រីដែលមានទំហំមធ្យម និងទំហំធំនឹងត្រូវបានបង្វែរទិសជុំវិញទួប៊ីន (ដោយសារត្រីទាំងនេះមានអត្រាងាប់ខ្ពស់នៅក្នុងទួប៊ីនពីការទង្គិចជាមួយស្លាបទួប៊ីន) ដោយការប្រើប្រាស់សំណាញ់យាំងត្រី និងផ្លូវវាង (នៅក្នុងជម្រើសជំនួសសម្បូរ ៧-C និង D)។
iii) អាងស្តុកទឹកនឹងត្រូវបានដំណើរការដើម្បីរក្សាល្បឿនទឹកហូរគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីដឹកជញ្ជូនកូនត្រីដែលរសាត់ទៅកាន់ចំណុចមាត់ច្រកទឹកហូរចេញនៅឯចំណុចស្ថានីយ៍ផលិតថាពល និងទំនប់បង្ហៀរ ។
iv) អត្រាងាប់នៃកូនត្រី និងត្រីតូចៗនៅក្នុងទួប៊ីននឹងត្រូវបានកាត់បន្ថយនៅកម្រិតអប្បបរមាដោយ ៖
   a. ការផ្តល់នូវ*ទំនប់រុញទឹកដើម្បីបន្ថយសម្ពាធ* នៅក្នុងប្រឡាយហូរចូលនៃស្ថានីយ៍ថាមពល ។ ទំនប់នេះជាទំនប់គប់ក្រោមទឹក ដែលរុញកូនត្រី និងត្រីតូចៗដែលនៅលើបាតខាងក្រោមនៃទន្លេឲ្យឡើងទៅផ្ទៃទឹកខាងលើ (ឧ. ខ្ពស់ជាង ២ម៉ែត្រ) ហើយបន្សាំពួកវាទៅនឹងសម្ពាធផ្ទៃទឹកខាងលើ ដែលកាត់បន្ថយការប៉ះពាល់នៃការខូចថង់ខ្យល់ត្រីនៅក្នុងទួប៊ីន (barotrauma).
   b. រកទីតាំងទួប៊ីននៅក្នុងជម្រៅជ្រៅ ដែល នៅពេលដែលបូករួមជាមួយនឹង *ទំនប់រុញទឹកដើម្បីបន្ថយសម្ពាធ* នឹងងកាត់បន្ថយការប្រែប្រួលសម្ពាធបានយ៉ាងច្រើននក្នុងទួប៊ីន ។

c. ដំឡើងទូប៊ីនណាដែលកាត់បន្ថយការប៉ះពាល់នៃ *ការទង្គិចនឹងស្លាបទូប៊ីន* និង *ការត្បួចបោក។*

v) ទ្វារទឹកក្នុងទំនប់បង្វៀរ នឹងត្រូវបានរចនាឡើងដើម្បីឲ្យត្រីឆ្លងកាត់បានដោយសុវត្ថិភាព។

អត្រាងាប់នៃត្រីដែលឆ្លងកាត់ទូប៊ីនអាចត្រូវបានកាត់បន្ថយ ដោយការកែលម្អការរចនាប្លង់ទូប៊ីន និង / ឬ ដោយការទប់ស្កាត់ត្រីមិនឱ្យចូលទៅក្នុងទូប៊ីន។ ស្លាបកាន់តែតិច និងល្បឿនវិលទាបកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់លើត្រី ។ ការពិនិត្យឡើងវិញនៃជម្រើសមួយចំនួនបានបង្ហាញថា ការរចនាម៉ូដដែលបង្កផលប៉ះពាល់តិចបំផុតគឺប្រភេទទូប៊ីន Alden-Voith ដែលកំពុងត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយក្រសួងថាមពលរបស់សហរដ្ឋអាមេរិក និងវិទ្យាស្ថានស្រាវជ្រាវថាមពលអេឡិចត្រូនិច (EPRI) ចាប់តាំងពីទសវត្សរ៍ឆ្នាំ ១៩៩០ មកម្លេះ ហើយមកទល់ពេលនេះបានត្រៀមរួចរាល់សម្រាប់ការដាក់តាំងបង្ហាញជាលក្ខណៈពាណិជ្ជកម្ម។ វាមានស្លាបចំនួនបីដែលគែមខាងនាំមុខមានកម្រាស់ក្រាស់ដើម្បីកាត់បន្ថយការទង្គិចស្លាបមានរាងជាវ័ន្តដែលមានកាំកាន់តែតិច 3 ។ វាមានប្រសិទ្ធភាពផលិតប្រហាក់ប្រហែលគ្នា (៩៤%) បើប្រៀបធៀបទៅនឹងប្រភេទទូប៊ីន Kaplan ប៉ុន្តែមានតម្លៃដើមខ្ពស់ជាង ។

របាំងយាំងត្រីដែលបង្វែរទិសដៅត្រីឲ្យទៅប្រព័ន្ធផ្លូវឆ្លងកាត់ត្រូវបានវាយតម្លៃនៅក្នុងការសិក្សានេះ។ វិធីទាំងនេះអាចមានប្រសិទ្ធភាពសម្រាប់ទាំងត្រីតូចៗ (ឧទាហរណ៍ ត្រីទំហំចាប់១០ សង់ទីម៉ែត្រ) និងត្រីធំៗ ប៉ុន្តែមិនមានប្រយោជន៍សម្រាប់ពងត្រី និងកូនត្រីតូចៗនោះទេ ដែលបន្ទាប់មកពួកវានឹងឆ្លងកាត់តាមទួរប៊ីនដែលពួកគេអាចងាយនឹងរងរបួស និងងាប់ពីការធ្លាក់ចុះ និងការផ្លាស់ប្តូរសម្ពាធ។ របាំងយាំងត្រីទាំងនេះបង្វែរត្រីឲ្យទៅផ្នែកម្ខាងនៃស្ថានីយ៍ដែលពួកវារាងពីទួរប៊ីន ហើយឆ្លងកាត់ចុះទៅខ្សែទឹកខាងក្រោមតាមរយៈការបង្ហូរទម្លាក់ ។ គួរបញ្ជាក់ផងដែរថា របាំងយាំងត្រីនេះនឹងត្រូវប្រោះទឹកបង្ហូរចេញក្នុងកម្រិតធារទឹកដែលខ្ពស់ជាងរបាំងយាំងត្រីដែលមានទំហំធំបំផុតសព្វថ្ងៃនេះ ចំនួន ៣៥ ដង ។ ការចំណាយលើការដាក់សំញាញ់យាំងត្រីដែលមានប្រវែង 0.3 ម៉ែត្រអាចស្មើនឹងប្រមាណជា ១,0 លានដុល្លារ។ ខណៈពេលដែលសំណាញ់ដែលមានក្រឡាល្អិតជាងនេះត្រូវបាន វាយតម្លៃរួច ត្រូវបានគេហាមឃាត់។ របាំងសំណាញ់ដែលមានតម្លៃថោកជាងនេះ ត្រូវការទូប៊ីនដែលមានស្តង់ដារកម្រិតខ្ពស់ដែលមានស្លាបក្រាស់ជាងនេះ ដើម្បីឲ្យត្រីធំៗអាចឆ្លងកាត់បានដោយសុវត្ថិភាព។ យើងបានសន្និដ្ឋានថា សំណាញ់យាំងត្រីនាំឲ្យថ្លៃចំណាយខ្ពស់បំផុតទៅលើវិធានការបន្ធូរបន្ថយការប៉ះពាល់ និងមានហានិភ័យបច្ចេកទេសខ្ពស់បំផុត ដោយសារតែចាំបាច់ត្រូវការឲ្យមានទំហំសំណង់ធំដែលមិនធ្លាប់មានពីមុនមក។

សម្ពាធអាក្រក់ដែលបំផ្លាញយ៉ាងខ្លាំងក្លា ដែលទទួលរងដោយត្រីនៅពេលដែលពួកវាឆ្លងកាត់ទូប៊ីន អាចត្រូវបានកាត់បន្ថយដោយការដំឡើងទូប៊ីននៅផ្នែកកន្ទុយខ្សែទឹកខាងក្រោម (Tailwater) ។ ការធ្វើបែបនេះជួយកាត់បន្ថយបានយ៉ាងច្រើននូវបញ្ហាខូចថង់ខ្យល់ត្រី និងការបង្កើតជាពពុះ ប៉ុន្តែការជីកបន្ថែមបង្កើតការចំណាយដើមទុន។

3 ទោះជាយ៉ាងណា អ្វីដែលសំខាន់គឺត្រូវលើកឡើងថា អត្រារស់របស់ត្រីមានកម្រិតលើសពី ៩៥% មិនដែលធ្លាប់មានឯកសារណានិយាយនោះទេនៅក្នុងការសង់ទំនប់ជាក់ស្តែង។ ជាក់ស្តែង យើងមិនដែលបានរកឃើញឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងណាមួយដែលមានចំនួនលើសពី ៥៥% នោះទេ ។ ដូចគ្នានេះ គំរូរបស់ក្រុមហ៊ុនផលិតគណនាអត្រានៅរស់របស់ត្រីត្រឹមត្រូវបន្ទាប់ពីការឆ្លងកាត់ ខណៈដែលអត្រានៅរស់រយៈពេល ៤៨ម៉ោង គឺជាស្តង់ដារមួយ ដោយសារត្រីជាច្រើននៅតែរស់បាន ប៉ុន្តែវាបានរងរបួសធ្ងន់ធ្ងរណាស់ ហើយនឹងងាប់ក្នុងអំឡុងពេល ៤៨ម៉ោង ។

ការរងរបួសខូចថង់ខ្យល់ត្រីគឺបណ្តាលមកពីការប្រែប្រួលសម្ពាធ មិនថា ជាសម្ពាធស្ថិតក្នុងទួប៊ីន ឬដោយការថយចុះនៃសម្ពាធ ដែលករណីទាំងពីរនេះបណ្តាលឱ្យថង់ខ្យល់របស់ត្រីហើមធ្វើឱ្យរីកធំដែលអាចធ្វើឱ្យត្រីមានរបួសនិងងាប់ ។

ដើម្បីឲ្យត្រីឆ្លងកាត់ដោយសុវត្ថិភាព ទំនប់បង្ហៀរត្រូវរៀបចំឡើងដើម្បីឲ្យមានលំហូរជាស្រទាប់ស្តើងៗនៅលើផ្ទៃរលោង (មិនមែនជាទំនប់បង្ហៀររាងជាជណ្តើរទេ) ដោយគ្មានការបន្ថយល្បឿនទឹកហូរភ្លាមៗ ឬការផ្លាស់ប្តូរល្បឿនភ្លាមៗឡើយ ។ ជាទូទៅ ទំនប់បង្ហៀរនេះរាងដូចកន្លែងសម្រាប់គេលាតស្គីជាមួយនឹងកម្ពស់ទឹកធ្លាក់វែង និងមិនមានរបាំងចុងទឹក ឬបំណែកពុះផ្ទៃទឹកទេ ។

វិធានការបន្ធូរបន្ថយផលប៉ះពាល់លើជលផលដែលត្រូវបានដាក់បញ្ចូលក្នុងជម្រើសជំនួសសម្បូទី ៧ គឺផ្អែកលើការយល់បានច្បាស់លាស់អំពីមូលហេតុ និងរបៀបរបបដែលវិធានការសម្រាប់ការឆ្លងកាត់របស់ត្រីដែលបានបរាជ័យកាលពីអតីតកាល និងអ្វីដែលត្រូវការជាចាំបាច់ដើម្បីដោះស្រាយផលប៉ះពាល់ទាំងនោះ។ តាមទ្រឹស្តី ការរៀបចំតាក់តែងវិធានការទាំងនេះ គួរតែមានប្រសិទ្ធភាព ដើម្បីសម្រេចបាននូវស្តង់ដារនៃការអនុវត្តការងារកម្រិតខ្ពស់មួយដែលត្រូវបានលើកឡើងសម្រាប់ទំនប់ជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ ។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ស្ថានភាពដែលមិនទាន់បានសិក្សាចំពោះវិធានការទាំងនេះ ផ្តល់នូវហានិភ័យខ្ពស់ ដែលអាចសង្ខេបដូចនៅក្នុងប្រអប់អត្ថបទខាងក្រោម ES-3៖

ប្រអប់អត្ថបទ ES-3. ហានិភ័យកម្រិតខ្ពស់ចំពោះពពួកត្រីទន្លេមេគង្គ

គ្រប់ចំណុចទាំងអស់ខាងក្រោមសុទ្ធតែអាចបង្កឲ្យមានការធ្លាក់ចុះនូវពពួកត្រី ៖

- ការឆ្លងកាត់របស់ត្រីឡើងទៅខ្សែទឹកខាងលើ មិនអាចឲ្យត្រីឆ្លងកាត់បានគ្រប់ចំនួនដើម្បីរក្សានូវធនធានជលផលទេ
- ធារទឹកនៅក្នុងអាងស្តុកទឹកមិនគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់រសាត់កូនត្រីទេ
- សំណាញ់ឃាំងត្រីនមិនអាចទៅរួច
- អត្រាងាប់នៃត្រីនៅក្នុងទួប៊ីន /ទំនប់បង្ហៀរ ប៉ាន់ប្រមាណមិនត្រូវ
- ការដំណើរការគម្រោងមិនជោគជ័យដើម្បីគោរពតាមពិធីសារបន្ធូរបន្ថយការប៉ះពាល់

ការសិក្សាគំរូអំពីអត្រាងាប់របស់ត្រី

ជុំដំបូងនៃការសិក្សាគំរូត្រូវបានអនុវត្តនៅចុងឆ្នាំ ២០១៦ និងលទ្ធផលបង្ហាញពីវិធីសាស្រ្តវិភាគ ។ គោលបំណងនៃការសិក្សាគំរូនេះគឺដើម្បីប៉ាន់ស្មាន និងប្រៀបធៀបផលប៉ះពាល់នៃសេណារីយ៉ោនៃការកាត់បន្ថយ ផលប៉ះពាល់លើទំនប់សម្បូរជម្រើសជំនួសទី ៧ ស្តីពីអត្រាងាប់ អត្រាកំណើនចំនួនត្រី និងទិន្នផលដ៏មានសក្តានុពលនៃប្រភេទត្រីដែលផ្លាស់ទីជម្រកនៃត្រីដែលចាប់បានសម្រាប់គោលបំណងពាណិជ្ជកម្ម និងសម្រាប់ការចិញ្ចឹមជីវិតនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា និងនៅក្នុងបណ្តាប្រទេសដទៃទៀតដែលស្ថិតនៅតាមបណ្តោយ LMB ។

ចាប់ពីការសិក្សាគំរូមក ការព្យាករណ៍បឋមមួយចំនួនអាចត្រូវធ្វើឡើង ។ អត្រានៃការងាប់ដោយការឆ្លងកាត់ទៅខ្សែទឹកខាងក្រោម ហាក់បីដូចជាមានកម្រិតទាបណាស់សម្រាប់សេណារីយ៉ូដែលបានកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់ដោយផ្នែក និងទាំងស្រុង ដោយសារតែផលប៉ះពាល់នៃការរចនាម៉ូដទួប៊ីនដែលល្អជាងមុនជាមួយនឹងស្លាបក្រាស់ជាងមុន និងការវិលយឺតជាងមុន ប៉ុន្តែត្រូវតែលះបង់ការផលិតថាមពល។

ទិន្នផលត្រីនឹងធ្លាក់ចុះយ៉ាងសម្បើម ប្រសិនបើប្រសិទ្ធភាពនៃការឆ្លងកាត់របស់ត្រីមានកម្រិតទាប។ ជលផលនឹងត្រូវបាត់បង់យ៉ាងគំហុក ប្រសិនបើប្រសិទ្ធភាពនៃការឆ្លងកាត់របស់ត្រីស្ថិតក្នុងលំដាប់ចន្លោះពី ៤៥% -៥០% ។ ការរកឃើញទាំងនេះបានចោទជាសំណួរថា ៖ តើអាចសម្រេចបានប្រសិទ្ធភាពនៃការឆ្លងកាត់របស់ត្រីដល់កម្រិតចន្លោះពី ៩៥% ឬត្រឹម ៨០% បានដែរ ឬទេ ? ការពិនិត្យមើលឡើងវិញយ៉ាងលម្អិតលើឯកសារដែលបានបោះពុម្ពផ្សាយនៅចន្លោះពីឆ្នាំ ១៩៦០ និង ២០១១ (ឯកសារចំនួន ៦៥ បានបង្ហាញថា ប្រសិទ្ធភាពនៃការឆ្លងកាត់ត្រីជាមធ្យមត្រឹមតែ ៤២% ប៉ុណ្ណោះ ។ ក្រោយពីការផាត់ចេញប្រភេទត្រីសាម៉ុងដែលប្រសិទ្ធិភាពនៃការឆ្លងកាត់ជាមធ្យមមានចំនួនប្រហែលជា ៦០% មានន័យថា ប្រសិទ្ធភាពនៃការឆ្លងកាត់របស់ត្រី ត្រូវបានគេរកឃើញថា មានត្រឹមតែ ២១% ប៉ុណ្ណោះ និងប្រហែលជា ៣០% សម្រាប់ត្រីប្រភេទត្រីកាប (cyprinid) ។ ការសិក្សារួមមាន ផ្លូវត្រីឆ្លងកាត់បែប "ធម្មជាតិ" ដែលត្រូវបានរកឃើញថា មានប្រសិទ្ធភាពទាបជាងប្រភេទផ្លូវត្រីឆ្លងកាត់បែបជាអាងទឹក។

សំណើអំពីផ្លូវឆ្លងកាត់របស់ត្រី សម្រាប់ទំនប់វារីអគ្គិសនីសម្បូរ គឺមានលក្ខណៈពិសេសពាក់ព័ន្ធនឹងទំហំ និងការរចនាប្លង់នៃផ្លូវឆ្លងកាត់ទាំងនោះ ហើយដូច្នេះហើយ ការជាប់ពាក់ព័ន្ធនៃភស្តុតាងជាក់ស្តែងដែលមានស្រាប់ទាក់ទងនឹងដំណើរការនៃផ្លូវត្រីឆ្លងកាត់ ដែលអាចនឹងត្រូវបានគេចោទសួរ ។

2. ការប៉ះពាល់លើត្រីផ្សោត

ក្រុមការងារបានប្រើប្រាស់ទិន្នន័យដែលមានស្រាប់ដើម្បីវាយតម្លៃផលប៉ះពាល់ជាសក្តានុពលនៃទំនប់វារីអគ្គីសនីនៅសម្បូរទៅលើពពួកត្រីផ្សោតទឹកសាប (Orcaella brevirostris) នៅតាមដងទន្លេមេគង្គត្រីផ្សោត និងបានប្រៀបធៀបផលប៉ះពាល់ដែលបានរំពឹងទុកពីជម្រើសជំនួសនៃទំនប់ ។

ទន្លេមេគង្គក្រោមគឺជាជម្រកដ៏សំខាន់សម្រាប់ត្រីផ្សោតទឹកសាបកម្រប្រភេទ *Orcaella brevirostris* ប្រហែល ៨០ ក្បាល ។ ត្រីផ្សោតទាំងនេះមានសារៈសំខាន់ខ្លាំងណាស់ចំពោះផ្នែកវប្បធម៌ តំលៃខាងសេដ្ឋកិច្ចដល់សហគមន៍មូលដ្ឋាន និងសារៈសំខាន់ផ្នែកជីវសាស្ត្រ។ ពពួកត្រីនេះហាក់បីដូចជា ជាអំបូរដោយឡែកពីគេ ហើយបង្កាត់ពូជខុសប្លែកពីពពួកត្រីផ្សោតទឹកសាបទឹកប្រៃផ្សេងទៀត ។ វិធានការអភិរក្សដែលកំពុងបន្ត បង្ហាញពីសញ្ញានៃភាពជោគជ័យ ហើយពពួកត្រីនេះអាចនឹងកើនឡើងវិញបាន ប្រសិនបើការខិតខំប្រឹងប្រែងទាំងនេះនៅតែបន្ត។

ពពួកផ្សោតទន្លេមេគង្គមាន មានវត្តមានតែនៅក្នុងតំបន់ដែលលាតសន្ធឹងក្នុងចម្ងាយត្រឹមតែ ១៩០ គីឡូម៉ែត្រ នៃទន្លេមេគង្គចន្លោះពីតំបន់កាំពីនៃប្រទេសកម្ពុជា

ទៅទឹកធ្លាក់ល្បាក់ខោននៅឯព្រំដែនកម្ពុជា-ឡាវ ។ នៅក្នុងកម្រិតតូចចង្អៀតបែបនេះ ត្រីផ្សោតទន្លេមេគង្គប្រើប្រាស់តំបន់ជាជម្រកជាក់លាក់តិចតួចណាស់នៅក្នុង និងនៅជុំវិញអន្លង់ទឹកជ្រៅនៅក្នុងទន្លេ។ ពពួកត្រីនេះត្រូវបានបែងចែកចេញជាបួនប្រភេទតូចៗទៀត ដែលជាទៀងទាត់គឺពួកវាប្រើអន្លង់ទឹកជ្រៅៗចំនួនប្រាំបួននៅក្នុងព្រែកកាំពីរ ដល់ទឹកធ្លាក់ល្បាក់ខោន ។ ប្រភេទត្រីផ្សោតក្រុមតូចៗទាំងនេះ បង្ហាញពីភាពមិនប្រែប្រួលរបស់វាចំពោះអន្លង់ទឹកជ្រៅៗមួយចំនួន និងចំណងសង្គមដ៏រឹងមាំ។ ការផ្លាស់ទីទៅឆ្វាយម្តងម្កាលរវាងប្រភេទត្រីផ្សោតទាំងនេះ គឺមានភាពចាំបាច់ណាស់ដើម្បីរក្សាឲ្យបាននូវការផ្លាស់ប្តូរលក្ខណៈស៊ីនេទិច និងលទ្ធភាពជោគជ័យនៃពពួកត្រីផ្សោតនេះទាំងមូល ។

ការសិក្សាមុន ៗ បានបង្ហាញថា ទំនប់អាចជះឥទ្ធិពលដល់ផ្សោតក្នុងទន្លេនេះតាមរយៈយន្តការទូលំទូលាយជាច្រើន៖

- ការបែងចែកពពួកត្រីនេះទៅជាក្រុមតូចៗដែលកាន់តែងាយរងគ្រោះប្រឈមនឹងការផុតពូជ ។
- ការបាត់បង់ទីជម្រក និងកន្លែងជ្រកតូចៗតាមរយៈទាំងការអភិវឌ្ឍន៍ ហេដ្ឋរចនាសម្ព័ន្ធ និងការប្រែប្រួលជលសាស្ត្រ។
- សំលេងរំខាននៅក្នុងបរិស្ថាន (ពោលគឺ ត្រីផ្សោតរកចំណី និងរកទិសធ្វើដំណើរដោយប្រើសូរ្យសម្លេង ដែលអាចត្រូវបានរំខានដោយសំឡេងរំខានពីបរិស្ថាន ។
- ការថយចុះសត្វជាចំណី ដោយសារការប៉ះពាល់នៃទំនប់ និងរបាំងយាំងត្រី
- ការរំខានពីសកម្មភាពសាងសង់ និង
- ការងាប់ដោយផ្ទាល់។

ផលប៉ះពាល់ជាក់លាក់ជាក់លាក់ និងធ្ងន់ធ្ងរបំផុតគឺការបែងចែកពពួកត្រីតាមរយៈឥទ្ធិពលនៃរបាំងតាមនៃទំនប់។ ស្របពេលដែលសំណើគម្រោងដើមនៃទំនប់សម្បូររបស់ក្រុមហ៊ុន CSP គ្មានមធ្យោបាយសម្រាប់ការពង្រាយហ្វូងតាមរយៈទំនប់នោះ ប្រឡាយវាង បើកចំហនៅក្នុងជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ អនុញ្ញាតឱ្យមានចលនាផ្សោតមួយចំនួនដែលអាចទៅរួច - និងខ្សែទឹកខាងក្រោមនៃទំនប់នេះតាមរយៈប្រឡាយទឹកវាង ។ ទោះជាយ៉ាងណា ការងារអង្កេតស្រាវជ្រាវបន្ថែម និងបណ្តាញព័ត៌មានតាមសហគមន៍បានបង្ហាញថា គ្មានត្រីផ្សោតណាដែលអាចឆ្លងកាត់តាមប្រឡាយទាំងនេះបាន ។ នៅរដូវប្រាំង ប្រឡាយវាងទាំងនេះមានជម្រៅរាក់ជាង ប្រឡាយមេ ជាទីដែលផ្សោតត្រូវបានគេកត់សម្គាល់ឃើញជាញឹកញាប់ហើយទូកមិនអាចធ្វើដំណើរទៅបាន។ គេមិនបានដឹងទេថា តើត្រីផ្សោតប្រើប្រឡាយទាំងនេះក្នុងអំឡុងពេលរដូវវស្សា ឬថា តើពួកវានឹងប្រើប្រាស់ប្រឡាយទាំងនេះក្នុងករណីដែលទន្លេមេគង្គធំត្រូវបានបិទផ្លូវ ឬយ៉ាងណានោះទេ ។ ដូច្នេះ យើងសន្និដ្ឋានថា ប្រសិនបើសត្វផ្សោតមិនប្រើប្រឡាយវាង ទាំងនេះទេនោះ ឥទ្ធិពលនៃការបិទផ្លូវរបស់ទំនប់សម្បូរជម្រើសជំនួសទី ៧ នឹងមានលក្ខណៈដូចគ្នានឹងសំណើគម្រោងសម្បូរដើមដំបូងរបស់ក្រុមហ៊ុន CSP ដែរ ។

ហានិភ័យចម្បងមួយទៀត គឺការបាត់បង់ទីជម្រកដ៏មានសារៈសំខាន់នានា ដោយសារតែការសាងសង់ទំនប់ទឹកនៅតំបន់គម្រោងសម្បូររបស់ក្រុមហ៊ុន CSP ឬទីតាំងទំនប់សម្បូរជម្រើសជំនួសទៅ ៧ ។

ការកំណត់តាំងទំនប់ទាំងពីរគឺស្ថិតដោយផ្ទាល់នៅចំពីលើជម្រកដែលជាអន្លង់ជម្រៅដែលសំខាន់បំផុតដោយផ្ទាល់តែម្តង ។ នៅរដូវប្រាំង សត្វផ្សោតមួយចំនួនប្រើប្រាស់តំបន់ទាំងនេះតែមួយមុខប៉ុណ្ណោះ ។ ដោយសារតែតំបន់មួយចំនួនតូចដែលកំពុងត្រូវបានប្រើប្រាស់ក៏ដោយ វាហាក់បីដូចជាមិនអាចទៅរួចទេដែលថា ការផ្លាស់ទីលំនៅពីតំបន់ទាំងនេះនឹងនាំឱ្យមានការប្រើប្រាស់តំបន់នៅទីតាំងថ្មីនោះ ដូច្នេះតំបន់ដ៏មានតម្លៃនៃជម្រកតិចតួចនឹងត្រូវបានបាត់ បង់ជាមិនខាន ។

ការគំរាមកំហែងដែលកើតមានពីការនេសាទបានដោយអចេតនានូវធនធានជលផលខ្លះ ភាពងាយរងគ្រោះនៃពពួកត្រីដែលជិតផុតពូជ ភាពងាយរងគ្រោះលើស៊ីនេទិច និងឥទ្ធិពលនៃទំនប់ដែលមានស្រាប់ ទៅលើដំណើរទៀងទាត់នៃទន្លេ ទំនងជានឹងទទួលរងគ្រោះកាន់តែធ្ងន់ធ្ងរឡើងតាមរយៈជម្រើសជំនួសនៃទំនប់ទាំងអស់នេះ ។ ក្នុងចំណោមការគំរាមកំហែងដែលមានស្រាប់ទាំងនេះ ការនេសាទបានដោយអចេតនាលើធនធានជលផលមួយចំនួន គឺជាក្តីបារម្ភបន្ទាន់បំផុត ជាពិសេស ប្រសិនបើការសាងសង់ទំនប់ណាមួយ ធ្វើឲ្យមានកំណើនចំនួនប្រជាជន និងការប្រាស្រ័យទាក់ទងជាមួយធនធានជលផលជាបន្តបន្ទាប់នោះ។

ដោយសារតែទំនប់ជម្រើសសម្បូររបស់ក្រុមហ៊ុន CSP គឺប្រាកដជាបំបែកហ្វូងត្រីនោះវាមានហានិភ័យខ្ពស់បំផុតនៃការប៉ះពាល់ដល់បញ្ហាពពួកត្រីតូចៗដែលមានស្រាប់ ភាពងាយរងគ្រោះស៊ីនេទិក និងឥទ្ធិពលជលសាស្ត្រកាន់តែច្រើន។ ក្នុងនាមជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ អាចបើកឲ្យមានលទ្ធភាពនៃការចូលទៅក្នុងតំបន់ ឆ្ងាយៗ ហើយអាស្រ័យបែបនេះ វានឹងបង្កើនសម្ពាធពីការនេសាទ វាអាចនឹងបង្កើនការការនេសាទបានដោយ អចេតនាកាន់តែច្រើន ។

ដោយសារត្រីផ្សោតផ្លាស់ទី រកចំណី និងការប្រាស្រ័យទាក់ទងគ្នាដោយប្រើ អ៊ុលត្រាសោន ដូច្នេះសំឡេងរំខាននៅក្រោមទឹកអាចមានផលប៉ះពាល់យ៉ាងធំធេងទៅលើសមត្ថភាពរបស់ពួកវាក្នុងការប្រើប្រាស់ឥរិយាបថប្រចាំថ្ងៃជាមូលដ្ឋានរបស់ពួកវា ។ ប្រភពសំខាន់នៃសំឡេង និងម៉ាញ៉េទូតនៃការបំភាយសម្លេងពីគម្រោងនេះ មិនទាន់ត្រូវបានបង្កើតឡើងនៅឡើយទេ ហើយស្ទើរតែគ្មានការសិក្សាស្រដៀងគ្នាណាមួយដែលនិយាយអំពីផលប៉ះពាល់នៃសម្លេងរំខាននៅក្រោមទឹកលើសត្វផ្សោតទឹកសាបនោះទេ។ នេះគឺជាការខ្វះចំណេះដឹងដ៏ធំមួយ ។

វិធានការបន្ធូរបន្ថយការប៉ះពាល់មួយចំនួន អាចនឹងទៅរួច សម្រាប់ផលប៉ះពាល់មួយចំនួន ដូចជាការគ្រប់គ្រងធនធានជលផលបានល្អប្រសើរ ដើម្បីបង្ការទប់ស្កាត់ការនេសាទផ្សោតដោយអចេតនា ឬជម្រើសនៃការប្រើប្រាស់ក្រឡាសំណាញ់នេសាទត្រីដើម្បីបង្ការទប់ស្កាត់ការងាប់របស់ពួកវា ។

ចំណុចខ្វះចំណេះដឹងសំខាន់ៗដលចាំបាច់បាច់ត្រូវបំពេញ ដើម្បីយល់បានកាន់តែប្រសើរអំពីផលប៉ះពាល់ដែល អាចកើតមានកម្រិតខ្ពស់ និងការកាត់បន្ថយការប៉ះពាល់ដែលអាចធ្វើបានរួមមាន ៖

- ការយល់ដឹងកាន់តែប្រសើរអំពីរបាយនៃត្រីមានស្រកា ភាពសម្បូរបែប និងចលនានៃពពួកសត្វផ្សោតនៅក្នុង និងនៅក្បែរទីតាំងគម្រោងដែលបានស្នើសុំ

ហើយជាពិសេសថា តើត្រីផ្សោតប្រើប្រឡាយរាងដែរ ឬមិនប្រើ ។

- ធ្វើការសិក្សាគំរូអំពីការបញ្ចេញសំលេងខ្លាំងៗ និងការឃោសនាផ្សព្វផ្សាយពីសកម្មភាពសាងសង់ផ្សេងៗនិងសកម្មភាពផ្សេងៗ រួមមាន គ្រឿងផ្ទុះស្ទួត ការដំណើរការទួប៊ីន និងការដំណើរការនៃកម្រិតរញ្ជួយដើម្បីកំណត់តំបន់សម្រាប់ការកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់សមស្រប និង/ឬ កំណត់ថា តើការកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់អាចទៅរួចដែរ ឬទេ
- វាយតម្លៃផលប៉ះពាល់នៃការសាងសង់ និងការដំណើរការទំនប់ ដុនសាហុង នៅក្នុងប្រទេសឡាវលើសត្វផ្សោតនៅក្នុងអន្លង់ឈើទាល ។ ការសិក្សាបែបនេះអាចជួយផ្តល់ព័ត៌មានអំពីផលប៉ះពាល់ និងជម្រើសនៃការកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់សំខាន់ៗនៃការអភិវឌ្ឍវារីអគ្គិសនីដែលបានស្នើឡើង។

សរុបមក ទាំងទំនប់របស់ក្រុមហ៊ុន CSP និងជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧ បង្ហាញពីហានិភ័យកម្រិតខ្ពស់ចំពោះសត្វផ្សោតនៅក្នុងទន្លេមេគង្គ។

ការបង្កើនទិន្នផលថាមពលអគ្គិសនី ពីអាងស្តុកទឹកសម្រាប់វារីសគ្គិសនីដែលមានស្រាប់ ជាជម្រើសជំនួសមួយសម្រាប់ទំនប់សម្បូរ ៖ ម្រើសសម្រាប់ប្រព័ន្ធសូឡាបណ្តែតទឹក

ក្នុងរយៈពេលប៉ុន្មានឆ្នាំកន្លងមកនេះ ឃើញមានការធ្លាក់ចុះយ៉ាងខ្លាំងនូវថ្លៃចំណាយលើប្រព័ន្ធសូឡាPV ។ ក្នុងរយៈពេលពីរបីឆ្នាំកន្លងមកនេះ ពិភពលោកបានមើលឃើញនូវការផ្ទុះឡើងនូវបណ្តាញអគ្គិសនីជាលក្ខណៈសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ ដែលភ្ជាប់ទៅនឹងគម្រោងប្រព័ន្ធសូឡា PV ។ ដូច្នេះ បច្ចេកវិទ្យានេះបង្ហាញពីការរីកចម្រើននូវថាមពលកកើតឡើងវិញដើម្បីបង្កើនការផលិតថាមពលដែលកាត់បន្ថយការចំណាយលើការបំផ្លាញបរិស្ថានពីគម្រោងវារីអគ្គីសនីធំៗ បែបនេះ។

បច្ចេកវិជ្ជានេះ អាចត្រូវបានអនុវត្តតាមវិធីខុសៗគ្នា ក៏ប៉ុន្តែដោយសារតែមានបញ្ហាជាមួយភាពមិនជាប់លាប់ របស់វា - ការផ្លាស់ប្តូរយ៉ាងឆាប់រហ័សនូវទិន្នផលអគ្គិសនី នៅពេលដែលលក្ខខណ្ឌអាកាសធាតុមានការប្រែប្រួលទៅជាមានពពកច្រើន បង្កឱ្យមានបញ្ហាជាច្រើនដែលជាប់ទាក់ទងនឹងការផលិតទិន្នផលអគ្គិសនីរបស់វាចូលទៅក្នុងបណ្តាញអូសថាមពលអគ្គិសនី។ ចំពោះទំហំតូច វាមិនមានបញ្ហាចម្បងនោះទេ ប៉ុន្តែសម្រាប់ទំហំធំ (ចាប់ពី ១០០ មេហ្គាវ៉ាត់ និងច្រើនជាងនេះ) នៅពេលដែលត្រូវបញ្ជូនទៅក្នុងប្រព័ន្ធអូសថាមពលអគ្គិសនីខ្នាតតូចមួយក៏ដោយ ក៏វាក្លាយជាបញ្ហាចម្បងមួយដែរ ។ សំណាងល្អ បញ្ហាទាំងនេះមានដំណោះស្រាយតាមបែបបច្ចេកវិជ្ជា និងវិស្វកម្ម ដែលការដំណើរការរបស់វាអាចទស្សន៍ទាយបាន ហើយមិនស្ថិតនៅក្រោមភាពមិនច្បាស់លាស់នៃវិធានការបន្ធូរបន្ថយផលប៉ះពាល់ពីលើគម្រោងវារីអគ្គីសនីទៀតទេ៖ គ្មាននរណាម្នាក់អាចទស្សន៍ទាយបានពីភាពជោគជ័យនៃការឆ្លងកាត់របស់ត្រីបានទេ (ជាពិសេសនៅពេលដែលមានពូជត្រី និងទំហំត្រីលាយលំគ្នាយ៉ាងច្រើនសម្បើមដូចនៅក្នុងទន្លេមេគង្គបែបនេះ) ។ ប៉ុន្តែការដំណើរការនៃអាគុយ ឬកង់យោង ក្នុងការកាត់បន្ថយការប៉ះពាល់នៃការខ្វះអគ្គិសនីរយៈពេលខ្លី បានកាត់បន្ថយភាពមិនច្បាស់លាស់បានយ៉ាងច្រើន ។

វិធីមួយក្នុងការដោះស្រាយបញ្ហាពាក់ព័ន្ធទាំងនេះ គឺត្រូវដាក់បញ្ចូលគម្រោងថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យចូលទៅក្នុងគម្រោងទំនប់វារីអគ្គិសនី ដែលដោយសារតែភាពបត់បែនទួប៊ីនវារីអគ្គិសនី អនុញ្ញាតឱ្យគម្រោងវារីអគ្គិសនីដើរតួនាទីជាអាគុយធំដែលអនុញ្ញាតឱ្យគម្រោងរួមបញ្ចូលគ្នានេះអាចបញ្ជូនទៅក្នុងបណ្តាញអូសអគ្គិសនីនូវថាមពល ដែលរលូន និងអាចរត់បានដោយស្រួល ។ កត្តានេះតម្រូវឱ្យមានសមត្ថភាពផ្ទុកសកម្មគ្រប់គ្រាន់នៅក្នុងអាងស្តុកទឹក (ដូច្នេះនៅពេលទិន្នផលអគ្គិសនី PV មានកម្រិតអតិបរមា ទឹកត្រូវបានបិទទុកមិនបាច់បង្ហូរចេញក្នុងអំឡុងពេលនៃម៉ោងទាំងនេះ ប៉ុន្តែក្រោយមកត្រូវបើកទឹកទម្លាក់នៅថ្ងៃណាដែលមានតម្រូវការថាមពលខ្ពស់បំផុត) ហើយដែលទួរប៊ីន មានពេលវេលាឆ្លើយតបបានឆាប់រហ័ស។

គម្រោងរួមបញ្ចូលគ្នាជាលើកដំបូងបែបនេះ ដែលត្រូវបានគេអនុវត្តនៅក្នុងទ្រង់ទ្រាយធំគឺនៅទំនប់ Longyangxia ក្នុងខេត្ត Qinghai នៃប្រទេសចិន ជាកន្លែងដែលបន្ទះ PV ទំហំ ៨៥ មេហ្គាវ៉ាត់ ដែលចាប់ភ្ជាប់នៅលើដីក្នុងទម្រង់ធម្មតាត្រូវបានបញ្ចូលបន្ថែមទៅក្នុងគម្រោងវារីអគ្គិសនីដែលមានថាមពល ១.២៨០ មេហ្គាវ៉ាត់។ គម្រោងនេះត្រូវបានពិពណ៌នាលម្អិតខ្លះនៅក្នុងឧបសម្ព័ន្ធ ១០.១ ពីព្រោះវាជាឧទាហរណ៍ដែលទាក់ទងខ្លាំងបំផុតទៅនឹងការអនុវត្តទំរូសម្រាប់ប្រទេសកម្ពុជា។ ជាការពិតណាស់ ជាការលំបាកមួយគឺថា ចាំបាច់ត្រូវមានផ្ទៃដីធំៗ សម្រាប់គម្រោងដំឡើងផ្ទាំងថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យធំៗបែបនេះ នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា អាចមានជាឧបសគ្គធ្ងន់ធ្ងរ ហើយអាចទាមទារឱ្យមានការតាំងទីលំនៅថ្មី និងផ្លាស់ប្តូរទីលំនៅរបស់ប្រជាជនជាច្រើន។ ប៉ុន្តែបញ្ហានេះអាចជៀសវាងបាន ដោយប្រើប្រាស់គំនិតជាដាក់ ផ្ទាំងPV *អណ្តែតទឹក* នៅលើអាងស្តុកទឹកដែលមានស្រាប់ ឬត្រូវបានគ្រោងទុក។ មិនថា ផ្ទាំង PV ត្រូវអណ្តែតទឹក ឬដាក់ផ្ទាល់ដីនោះទេ គឺមិនមានភាពខុសគ្នាទៅនឹងកាលានុវត្តភាពសម្រាប់ ការដំណើរការបែបរួមបញ្ចូលគ្នារវាងទំនប់វារីអគ្គិសនី និងផ្ទាំង PV នេះឡើយ ។

សម្រាប់ហេតុផលនេះ យើងបានពិនិត្យមើលលទ្ធភាពនៃប្រព័ន្ធផលិតថាមពលដោយពន្លឺព្រះអាទិត្យអណ្តែតលើទឹកនេះ នៅលើគម្រោងថាមពលវារីអគ្គិសនី LSS2 ដែលមានស្រាប់ ជាជម្រើសសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍថាមពលនៅក្នុងតំបន់សម្បូរ ។ ជាមួយនឹងហានិភ័យបរិស្ថានច្រើន ដែលជាប់ទាក់ទងជាមួយ សូម្បីតែទំនប់សម្បូរដែលអាចកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់បានយ៉ាងពេញលេញបំផុត ដែលអាចគិតដល់ (ជម្រើសជំនួសទី ៧ដែលបានបង្ហាញនៅក្នុងការសិក្សានេះ) វាទំនងជាថា គម្រោង PV អណ្តែតលើទឹក គឺជាការពង្រីកបន្ថែមដែលអាចធ្វើទៅបានសម្រាប់ កំណើនតម្រូវការយ៉ាងខ្លាំងសម្រាប់ថាមពលនៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា។

ពិតប្រាកដណាស់ បទពិសោធនៅទូទាំងពិភពលោកជាមួយ PVអណ្តែតទឹក មិនសូវមានច្រើនដូចប្រព័ន្ធដែលមានមូលដ្ឋានលើដីទេ ក៏ប៉ុន្តែទំហំនៃប្រព័ន្ធបែបនេះកំពុងតែកើនឡើងយ៉ាងឆាប់រហ័ស។ ថ្លៃចំណាយគឺប្រហាក់ប្រហែលគ្នាទៅនឹងប្រព័ន្ធដែលបានចាប់ភ្ជាប់លើដី៖ ការសន្សំក្នុងការចំណាយលើការទិញដី និងការបង្កើនទិន្នផលដោយសារសីតុណ្ហភាពទាបបានប៉ះប៉ូវការចំណាយលើរចនាសម្ព័ន្ធសម្រាប់បណ្តែតប្រព័ន្ធ។ ដោយសារតែលក្ខណៈគំរូនៃប្រព័ន្ធ PV ជាទូទៅនោះ ការបង្កើនទំហំនៃប្រព័ន្ធ PVបណ្តែតទឹកមិនមែនជាបញ្ហានោះទេ។

តារាង ES1 បង្ហាញពីការប្រៀបធៀបគ្នានៃធាតុសំខាន់ៗ និងហានិភ័យសម្រាប់គម្រោងវារីអគ្គិសនីធំៗ និងប្រព័ន្ធ PV បណ្តែតទឹក ។ ភាពខុសគ្នានៃហានិភ័យគឺច្បាស់លាស់ណាស់៖ គម្រោងទំនប់ទឹកធំៗ មានហានិភ័យខ្ពស់ជាង PV បណ្តែតទឹក ។

តារាង ES-1.ប្រព័ន្ធ PV បណ្តែតទឹក ធៀបនឹងទំនប់វារីអគ្គិសនីតាមផ្លូវទឹកធំៗ

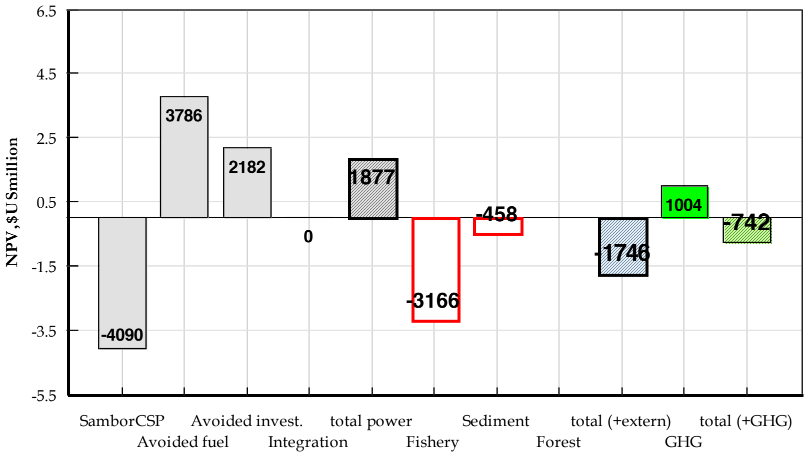
	ទំនប់វារីអគ្គិសនីធំ	ប្រព័ន្ធ PV បណ្តែតទឹក
រយៈពេលសាងសង់	៦-៨ ឆ្នាំ: ផលវិបាក ថ្លៃចំណាយអត្រាការប្រាក់ខ្ពស់ក្នុងអំឡុងពេលនៃការសាងសង់ (IDC)	តិចជាង ១ ឆ្នាំ សូម្បីតែគម្រោងដែលមានទំហំ ៤០០ MW ក៏ដោយ។ មិនមាន IDC
ទំហំ	ទំហំធំ ត្រូវការទាញយកសេដ្ឋកិច្ចទ្រង់ទ្រាយធម ដែលមិនស៊ីគ្នាបានល្អទៅនឹងកំណើននៃបន្ទុក	សាងសង់តាមគំរូម ងាយស្រួយតម្រូវទៅតាមកំណើននៃការកើនឡើងនៃបន្ទុក
បច្ចេកវិទ្យា និងហានិភ័យគ្រៀមសម្រាប់ពាណិជ្ជកម្ម	ទាប ។	មានអាត្រាកំណត់បច្ចុប្បន្នឆាប់រហ័ស ដែលមានបញ្ជាក់ពីការទទួលយកនៃពាណិជ្ជកម្មសម្រាប់ PV និងប្រព័ន្ធ PV បណ្តែតទឹក ។ ធានារយៈពេល ២០ ឆ្នាំ សម្រាប់គំរូ PV ក្នុងពេលបច្ចុប្បន្នគឺជាការធម្មតា ។
ហានិភ័យបច្ចេកទេសដី	ខ្ពស់ខ្លាំង ។ ហានិភ័យច្រើននៃការពន្យារពេលសាងសង់ និងការកើនឡើងនូវការចំណាយលើការសាងសង់ ។	មិនមានទេ !
ការប៉ះពាល់ដល់ការប្រែប្រួលអាកាសធាតុ	ទំនងជាមានភាពអវិជ្ជមាន (មានតិច ព្យុះភ្លៀងខ្លាំងជាមធ្យោបាយនាំមានទឹកហៀរកាន់ខ្ពស់)	ទំនងជាវិជ្ជមាន (ត្រូវការម៉ោងបើកថ្ងៃកាន់តែច្រើន និងការគ្រប់ដណ្តប់នៃពពកជាមធ្យមកម្រិតទាប)
និន្នាការថ្លៃចំណាយ	បច្ចេកវិទ្យាមានភាពចាស់ទុំ ។ វិសាលភាពនៃការធ្លាក់ចុះថ្លៃចំណាយនាពេលអនាគតមានតិចតួចបំផុត	ថ្លៃចំណាយលើផ្ទាំង PV បន្តធ្លាក់ចុះ ដូចថ្លៃអាគុយ និងកង់យោងដែរ ។ ការដំឡើងជាជំហានៗ ទុកពេលឲ្យយើងស្វែងរកបានតម្លៃកាន់តែទាប ។
ការប៉ះពាល់បរិស្ថាន	មានការប៉ះពាល់ខ្លាំងបំផុត ។ មានហានិភ័យខ្ពស់ ត្រូវការការអនុវត្តជម្រើសកាត់បន្ថយការប៉ះពាល់ខ្លួនឯង ដែលមានភាពមិនច្បាស់លាស់កម្រិតខ្ពស់	មិនមានទេ! អាចជៀសវាងបានទាំងស្រុងពីការបំផ្លាញ និងការប៉ះពាល់ពីកំណកភក់ ។
ការរើទីលំនៅ និងការតាំងទីលំនៅថ្មី	ចំនួនប្រជាពលរដ្ឋដល់ ២០ ០០០ នាក់នឹងត្រូវតាំងទីលំនៅថ្មី ។ មិនអាចជៀសវាងបានពីទំនាស់ ។	មិនមានទេ!
ការសម្អាតបរិស្ថាន	ពិបាក មានតម្លៃថ្លៃ និងប្រើពេលយូរ ។ មានការតវ៉ាពី NGO និងមានការពន្យារពេល ។	អាចធ្វើបានដោយគ្រង់ ។ សូម្បីតែគម្រោងប្រព័ន្ធ PV ដែលមានកម្លាំង ៤០០ មេហ្គាវ៉ាត់ នៅឯអាងស្តុកទឹក LSS2 ដែលមានចំណែកតូចមួយប៉ុណ្ណោះនៃផ្ទៃសរុប៖ មានការប្រែប្រួលតិចតួចបំផុតលើគុណភាពទឹក ។

	ទំនប់វារីអគ្គិសនីធំ	ប្រព័ន្ធ PV បណ្តែតទឹក
បញ្ហាក្នុងការអនុវត្ត	ទំនងជាមានទំនាស់ច្រើនជាមួយនឹងការរំខានធំៗក្នុងអំឡុងពេលនៃការសាងសង់គម្រោងតាមផ្លូវទឹកធំៗ ។	មិនមានទំនាស់ទេ។ ការបារម្ភពិការដាក់បញ្ចូលរបស់ EDC អាចត្រូវបានដោះស្រាយដោយជម្រើសសម្រាលការប៉ះពាល់តាមបច្ចេកទេសលើការអនុវត្តការងារដែលយើងអាចដឹងបាន ។
ការចូលរួមរបស់ IFI	ទំនងជាមានការបដិសេធន៍កម្រិតខ្ពស់ពីប្រទេសវៀតណាម ។ មិនមានការសម្រាលផលប៉ះពាល់ IFI វិសាលភាពគួរសម្រាប់អាត្រាការប្រាក់កម្រិតទាប ។	ទំនងជាមា។ IFI កំពុងតែគាំទ្រដល់គម្រោង PV ស្រាប់នៅទូទាំងតំបន់ ។ មានសម្បទានហិរញ្ញវត្ថុអាចមានលទ្ធភាពផងដែរ ។

ការវិភាគសេដ្ឋកិច្ច

ប្រសិនបើកត្តាខាងក្រៅនៃបរិស្ថាន និងសង្គម មិនមែនជាការព្រួយបារម្ភនោះ ការសាងសង់គម្រោងទំនប់វារីអគ្គិសនីដ៏ធំមួយនៅឯតំបន់សម្បូរ តាមបណ្តោយខ្សែទឹកដែលបានស្នើឡើងដោយការសិក្សាលទ្ធភាពរបស់ក្រុមហ៊ុន China Southern Power (CSP) សម្រាប់គម្រោងដែលមានកម្លាំង ២.៦០០ មេហ្គាវ៉ាត់ នឹងក្លាយទៅជាមានលក្ខណ:សមហេតុផលផ្នែកសេដ្ឋកិច្ច ជាមួយនឹងការចំណាយសន្សំសំចៃដែលបានកំណត់កម្រិតស្មើនឹង ៦ សេនដុល្លារ/ គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង និងតម្លៃនៃផលចំណេញបច្ចុប្បន្នសរុបស្មើនឹង ១,៨៨ ពាន់លានដុល្លារ (សន្មតថា មានអាយុកាលបាន ៣០ ឆ្នាំ ក្នុងអត្រាបញ្ចុះតម្លៃ ៨%) ។ ប៉ុន្តែដូចមានបង្ហាញក្នុងរូបភាព ES-1 នៅពេលដែលការចំណាយលើការខូចខាតលើធនធានជលផល និងដីភក់ត្រូវបានគេយកមកពិចារណានោះ លទ្ធផលសុទ្ធចំពោះប្រទេសកម្ពុជាគឺការបាត់បង់ចំនួន ១,៧ ពាន់លានដុល្លារ ។ សូម្បីតែនៅពេលដែលអត្ថប្រយោជន៍ជាសកលនៃការកាត់បន្ថយការបញ្ចេញកាបូនត្រូវបានគេគិតគូរក៏ដោយ (ផ្អែកទៅលើជម្រើសជំនួសជាថាមពល

SamborCSP	Distribution of economic returns (at constant prices)				
Discount rate	8.0%				
	economic returns	NPV, $USb		Levelised costs&benefits	USc/kWh
ERR (power)	12.1%	1.88		Power	-5.99
ERR (incl. externalities)	negative!	-1.75		Fishery damage	-4.64
ERR (incl. GHG)	6.3%	-0.74		Sediment damage	-0.67
GHG valuation	@WorldBank ($30/tonCO2+)			total	-11.30
				energy benefit	5.55
				capacity benefit	3.20
persons displaced	21440			Net	-2.56



រូបទី ES-1. ការវិភាគសេដ្ឋកិច្ច ជម្រើសជំនួសនៃទំនប់សម្បូរ ៧-A។

កម្ពៅសម្រាប់ថាមខ្ពស់បំផុតដោយប្រើប្រាស់បច្ចេកវិទ្យាចំហេះឧស្ម័ន) ក៏លទ្ធផលសុទ្ធនៅតែមានចំនួនអវិជ្ជមានស្មើនឹង ៧៤២ លានដុល្លារដដែល ។

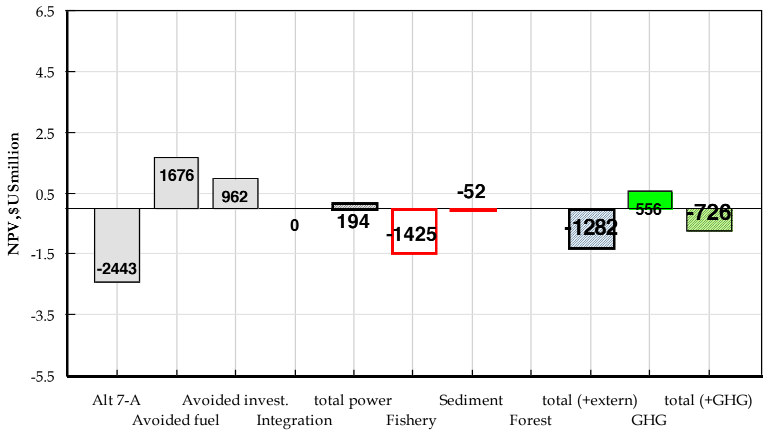
ការវិភាគពីការដាក់សំណាញ់ឃាំងត្រីសម្រាប់ជម្រើសជំនួសផ្សេងៗនៃទំនប់សម្បូរ បានរកឃើញថា ជម្រើសជំនួស ៧A ដែលជាជម្រើសដែលមានការសន្សំសំចៃជាងគេ។ ការវិភាគនេះបានបង្ហាញពីអត្ថប្រយោជន៍ដ៏មានសក្តានុពលនៃជម្រើសជំនួស ៧-B ដែលមានទួប៊ីនដែលអំណោយផលល្អសម្រាប់ត្រីៈ ការរចនាម៉ូដបែបនេះគួរតែត្រូវបានគេវាយតម្លៃលម្អិតបន្ថែមទៀតនៅដំណាក់កាលសិក្សាលទ្ធភាពលម្អិត។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយអត្ថប្រយោជន៍បន្ថែមនៃការប្រើសំណាញ់ឃាំងត្រី (ជម្រើសជំនួស ៧-C) ក្នុងការកាត់បន្ថយការចំណាយលើការ បំផ្លាញ់ធនធានជលផល ហាក់បីដូចជាមិនគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីបង្ហាញអំពីការចំណាយខ្ពស់ (១ ពាន់លានដុល្លារបន្ថែមលើដើមទុន) ទោះបីជាការសិក្សាគំរូបន្ថែមអំពីអត្ថប្រយោជន៍នការដាក់សំណាញ់ឃាំងត្រី ដែលកំពុងដំណើរការ ក៏នឹងផ្តល់នូវការយល់ដឹងបន្ថែមទៀតអំពីសំណាញ់ឃាំងត្រីដែលមានប្រសិទ្ធភាពក៏ដោយ។

ថាតើភាពជោគជ័យនៃការឆ្លងកាត់ទៅខ្សែទឹកខាងលើអាចសម្រេចបាន ៩៥% ដែរ ឬយ៉ាងណានោះ គឺមិនប្រាកដប្រជានោះទេៈ នៅតែមានការខ្វែងគំនិតគ្នាក្នុងចំណោមអ្នកជំនាញ។ ភាពលំបាកជាចម្បងសម្រាប់ការរចនាផ្លូវត្រី គឺមានភាពសម្បូរបែបពេញលេញនៃធនធានជលផលៈ ដើម្បីទទួលបាន ៩៥% សម្រាប់ប្រភេទតែមួយ អាចនឹងសមហេតុផល ក៏ប៉ុន្តែដើម្បីទទួលបាន ៩៥% *ជាមធ្យម* សម្រាប់គ្រប់ភាពសម្បូរបែបនៃពូជត្រីមេគង្គដែលមានន័យថា អត្រាជោគជ័យសម្រាប់ប្រភេទត្រីមួយចំនួន ដែលត្រូវជិតស្មើនឹង ១០០% ដើម្បីទូទាត់ចំពោះប្រភេទត្រីដែលអាចសម្រេចបាន ៩០% ឬតិចជាងនេះ។

បរិមាណនៃការចំណាយលើការខូចខាតធនធានជលផល និងនៅតំបន់ដីសណ្តទន្លេមេគង្គ ត្រូវប្រឈមនឹងភាពមិនប្រាកដប្រជាកម្រិតខ្ពស់។ ការសិក្សាមួយចំនួនបានបញ្ជាក់ថា តម្លៃនៃធនធានត្រី អាចត្រូវបានវាស់វែងដោយតម្លៃលក់រាយតាមទីផ្សារសម្រាប់ត្រីដែលត្រូវបានបញ្ចូន ដែលមានការវាយតម្លៃអាចឈានរហូតទៅដល់រាប់ពាន់លានដុល្លារ (ដែលលើសពីអត្ថប្រយោជន៍នៃអគ្គីសនីបន្ថែម) ។ ការសិក្សាផ្សេងទៀតបានកត់សម្គាល់ឃើញថា ផលនេសាទមិនមាននិរន្តរភាពច្រើនទេ ហើយនឹងធ្លាក់ចុះ ដោយសារការនេសាទហួសកំរិត សូម្បីតែនៅពេលដែលគ្មានទំនប់សម្បូរក៏ដោយ ហើយនៅតែមានការសិក្សាផ្សេងទៀតបានចង្អុលបង្ហាញផងដែរថា អ្វីដែលពិតជាស្ថិតក្នុងគ្រោះថ្នាក់នោះ គឺជីវភាពរស់នៅ និងសន្តិសុខស្បៀង របស់ប្រជាជនក្រីក្រនៅតាមជនបទ ហើយស្របពេលដែលអ្នករស់នៅទីក្រុងមានជីវភាពកាន់តែប្រសើរក្នុងការជ្រើសយកប្រភេទប្រូតេអ៊ីន ផ្សេងៗទៀតនោះ សម្រាប់ជនក្រីក្រនៅតាមជនបទនឹងមានមហន្តរាយយ៉ាងធំណាំ។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ក្នុងករណីណាក៏ដោយ ការវាស់វែង និងតម្លៃនៃការរួមចំណែកក្នុង GDP ពីផលនេសាទ កំពុងមានការធ្លាក់ចុះនៅក្នុងប្រទេសវៀតណាម និងកម្ពុជា។

រូបភាព ES-2 បង្ហាញពីលទ្ធផលនៃការវិភាគសេដ្ឋកិច្ចនៃជម្រើសជំនួស ៧A ។ ផលចំណេញផ្នែកសេដ្ឋកិច្ចរបស់ក្រុមហ៊ុនមានកម្រិតទាបខ្លាំង គឺត្រឹមតែ ៨,៨% ៖ NPV នៃថាមពល មានចំនួន ១៩៤ លានដុល្លា បើប្រៀបធៀបទៅនឹងចំនួន ១.៨៧៧ លានដុល្លា សម្រាប់ CSP នៃទំនប់សម្បូរ ។ ទោះបីជាយ៉ាងណា ការចំណាយការបំផ្លាញផលនេសាទគឺតិចជាងពាក់កណ្តាលនៃ CSP ដូច្នេះនៅពេលដែលកត្តាខាងក្រៅត្រូវបានយកមកពិចារណា ផលចំណេញសុទ្ធមានចំនួន ១,២៨ ពាន់លានដុល្លារ ធៀបនឹងចំនួន ១,៧៥ ពាន់លានដុល្លារ សម្រាប់ CSP នៃទំនប់សម្បូរ ។ ជម្រើសផ្សេងទៀតនៃទំនប់សម្បូរ ត្រូវចំណាយកាន់តែខ្ពស់ ហើយការចំណាយលើការបំផ្លាញផលនេសាទ តិចជាងមុន ក៏ប៉ុន្តែលទ្ធផលមិនមានភាពខុសគ្នាខ្លាំងពីការចំណាយសម្រាប់ជម្រើសជំនួស ៧A នោះទេ។

Alt 7-A	**Distribution of economic returns (at constant prices)**			
Discount rate	8.0%			
	economic returns	**NPV, $USb**	**Levelised costs&benefits**	**USc/kWh**
ERR (power)	8.8%	0.19	Power	-8.12
ERR (incl. externalities)	negative!	-1.28	Fishery damage	-4.74
ERR (incl. GHG)	negative!	-0.73	Sediment damage	-0.17
GHG valuation	@WorldBank ($30/tonCO2+)		total	-13.03
			energy benefit	5.57
			capacity benefit	3.20
persons displaced	**2115**		Net	**-4.26**



រូបទី ES-2. ការវិភាគផ្នែកសេដ្ឋកិច្ច ជម្រើសជំនួស ៧A នៃទំនប់សម្បូរ ។

ការកើនឡើងនៃថ្លៃចំណាយលើការខូចខាត មានការរួមផ្សំបន្ថែម ដោយការខ្វែងគំនិតគ្នាលើសំណួរជាមូលដ្ឋានជាច្រើនទៀតអំពីអត្រាបញ្ចុះតម្លៃ។ ក្រុមសេដ្ឋវិទូបានអះអាងថា ជម្រើសនៃអត្រាបញ្ចុះតម្លៃអាចត្រូវបានកំណត់យ៉ាងច្បាស់លាស់ដោយការអនុវត្តន៍ឧបករណ៍នៃការវិភាគសេដ្ឋកិច្ច ដែលផ្អែកលើគោលការណ៍នៃសេដ្ឋកិច្ចសុខុមាលភាព និងសមធម៌ឆ្លងជំនាន់ ឬការចំណាយមូលធនសម្រាប់ឱកាសសេដ្ឋកិច្ច មិនថា វិធានអ្វីត្រូវបានអនុវត្តឡើយ គឺនៅតែត្រូវការសេចក្តីសន្ទត់បន្ថែមទៀត។ ក្នុងទិដ្ឋភាពជាក់ស្តែង គឺអំពីបន្ទុកដែលសង្គមដាក់នៅលើការប្រើប្រាស់ក្នុងរយៈពេលខ្លី ធៀបនឹងការប្រើប្រាស់ក្នុងរយៈពេលវែង ការវិនិច្ឆ័យអំពីអ្វីដែលអាចត្រូវបានធ្វើឡើងដោយរដ្ឋាភិបាលក្នុងនាមប្រទេសរបស់ខ្លួន ។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយការវិភាគ ពីភាពប្រែប្រួលដែលមាននៅក្នុងជំពូកទី១១ បង្ហាញថា ជម្រើសនៃអត្រាបញ្ចុះតម្លៃមិនមានភាពខុសគ្នាទៅនឹងកំណត់ចំណាត់ថ្នាក់នៃជម្រើសផ្សេងៗ និងអនុសាសន៍ទៅកាន់ RGC អំពីការអនុវត្តន៍ល្អឥតខ្ចោះនៃជម្រើស PV បណ្តែតទឹកនៅតំបន់ LSS2 នោះទេ ។

ការចំណាយលើការខូចខាត ស្ថិតក្នុងភាពមិនច្បាស់លាស់កម្រិតខ្ពស់ មិនមែនដោយសារតែភាពមិនប្រាកដប្រជាអំពីសមាមាត្រនៃត្រីដែលផ្លាស់ទីមានតំបន់សម្រាប់ទម្លាក់ពងនៅខ្សែទឹកខាងលើនៃតំបន់សម្បូរ និងទំហំនៃការខូចខាត និងការចាប់យកដីល្បាប់នៅទីតាំងគម្រោងវារីអគ្គីសនីស្ថិតនៅផ្នែកខាងលើនៃតំបន់សម្បូរនោះទេ។ ដូចបានកត់សម្គាល់នៅក្នុងជំពូក ៨ ក៏មានភាពមិនប្រាកដប្រជាជាច្រើនផងដែរអំពីលទ្ធភាពក្នុងការសិក្សាគំរូអំពីផលប៉ះពាល់នៃគម្រោងសម្បូរទៅលើទិន្នផលដែលមាននិរន្តរភាពនៃធនធានជលផល ហើយការប៉ាន់ប្រមាណនៃអត្រាងាប់របស់ត្រីដោយសារទួប៊ីនប្រភេទថ្មីដែលអំណោយផលល្អដល់ត្រី

ដូចដែលបានរាយការណ៍នៅក្នុងឯកសារនេះ គឺមិនបានផ្អែកលើការសិក្សាគំរូកម្រិត (ឬបទពិសោធន៍តាមទីតាំងជាក់ស្តែង) នោះទេ ប៉ុន្តែការគណនាតាមបែបអ៊ិចស្ត្រាប៉ូឡាស្យុង (Extrapolation) នៃទិន្នន័យដែលបឋមបំផុតទទួលបានពីក្រុមហ៊ុនអភិវឌ្ឍន៍ទូប៊ីនបែបនេះ (ដែលមិនទាន់មានលក់នៅតាមទីផ្សារនៅឡើយ) ។

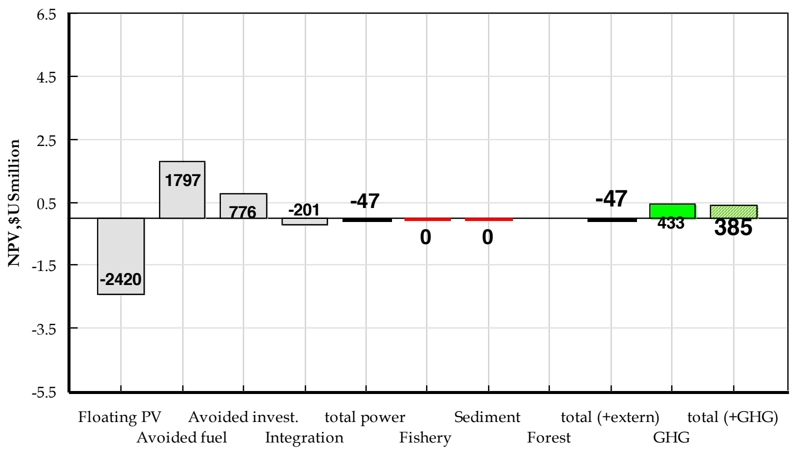
មិនថាយ៉ាងណានោះទេ វាអាចនឹងមានដំណោះស្រាយសម្រាប់ភាពមិនប្រាកដប្រជាទាំងនេះ ការរចនាប្លង់របស់ក្រុមហ៊ុន CSP នឹងបង្កឲ្យមានការបំផ្លាញពោរពេញទៅដោយគ្រោះមហន្តរាយចំពោះធនធានជលផលនៃទន្លេសាប ហើយខណៈពេលដែលជម្រើសជំនួស ៧A ផ្តល់នូវការកាត់បន្ថយការប៉ះពាល់ក្នុងកម្រិតមួយ វាមិនអាចនាំហានិភ័យនៃការបំផ្លាញផលនេសាទ និងដីល្បាប់ដល់កំរិតដែលអាចទទួលយកបាននោះទេ។ ។ លើសពីនេះទៀត មិនមានជម្រើសជាទំនប់តាមទន្លេធំណាមួយ អាចទទួលផលចំណេញពពីហិរញ្ញវត្ថុដែលមានការចំណាយទាបបាននោះទេ (លើកឡើងជាមួយនឹងការធានាចំពោះហានិភ័យជាផ្នែពីខាងធនាគារពិភពលោក ដែលនឹងមានអត្រាការប្រាក់បែបពាណិជ្ជកម្មទាបជាងមុនពី ១-២%) ដោយសារលក្ខខណ្ឌនេះនឹងត្រូវការការយល់ព្រម (No objection) ពីប្រទេសវៀតណាម ក្នុងលក្ខណៈជាប្រទេសនៅតាមបណ្តោយដងទន្លេខ្សែទឹកខាងក្រោម និងដែលប្រហែលជាមិនទទួលបានការឯកភាបសនោះទេ។ ប៉ុន្តែទោះជាយ៉ាងណា អ្វីដែលអាចអះអាងបាន ជាមួយនឹងភាពប្រាកដប្រជាច្រើននោះគឺ ជម្រើសជំនួសទាំងអស់ដែលបានសិក្សាដោយរបាយការណ៍នេះ នឹងមានផលប៉ះពាល់ទាបជាងយ៉ាងច្រើនទៅលើធនធានជលផល បើប្រៀបទៅនឹងជម្រើសរបស់ក្រុមហ៊ុន CSP ។

សំណួរជាគោលគឺថា តើរដ្ឋាភិបាលគួរតែធ្វើការសម្រេចចិត្តលើគម្រោងសម្បូរ បើទោះបីជាភាពមិនប្រាកដប្រជាទាំងនេះ ដែលលទ្ធផលនេះអាចនឹងកើតឡើងនៅពេលដែលគម្រោងសម្បូរត្រូវបានសាងសង់ ដែលស្ថិតនៅត្រង់ចំណុចមួយដែលការខូចខាតអាចនឹងមិនកើតឡើងវិញ ។ សំណួរនេះគឺជាប្រធានបទនៃការវាយតម្លៃហានិភ័យដែលមាននិយាយនៅក្នុងជំពូកទី ១២ ។

ភាពទាល់ច្រកសម្រាប់រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជានេះ អាចជៀសវាងបាន ដោយប្រើជម្រើស PV បណ្តែតទឹក ដែលលទ្ធផលនៃការវិភាគសេដ្ឋកិច្ច ដែលបង្ហាញនៅក្នុងរូប ES-3។ ដោយសារតែគម្រោងទំហំ ៤០០ មេហ្គាវ៉ាត់ គឺតូចណាស់ បើប្រៀបធៀបទៅនឹងជម្រើសគម្រោងទំនប់វារីអគ្គិសនីធំៗ យើងបានថ្លឹងថ្លែងលទ្ធផលទាំងនេះ ដើម្បីបញ្ជូនថាមពលដូចគ្នាទៅនឹងជម្រើសជំនួស ៧A ដែរ។ អត្រាផលត្រឡប់នៃសេដ្ឋកិច្ចនៅពេលដែលរាប់បញ្ចូលទាំងកត្តាខាងក្រៅគឺស្មើនឹង ៧,៨% គឺខ្ពស់ជាងជម្រើសជំនួសទំនប់វារីអគ្គិសនីទាំងអស់ ហើយជាក់ស្តែងមិនមានការខូចខាតលើផលសាទ ឬដីល្បាប់ឡើយ។ ផលត្រឡប់នៃសេដ្ឋកិច្ច នៅពេលដែលបានជៀសវាងពីផលចំណេញនៃ GHG ត្រូវបានដាក់បញ្ចូលមានចំនួនស្មើនឹង ១០.៨% ក៏ជាចំនួនដែលខ្ពស់បំផុតក្នុងចំណោមជម្រើសផ្សេងៗដែលត្រូវបានពិចារណាដែរ ។

ផ្អែកលើការវិភាគសេដ្ឋកិច្ច អាចនិយាយបានថា ផលត្រឡប់នៃសេដ្ឋកិច្ចដែលរំពឹងទុក នៅពេលការចំណាយលើការខូចខាតបរិស្ថានដែលអាចកើតមានត្រូវបានគិតបញ្ចូលនោះ គឺថាផលត្រឡប់របស់គម្រោង PV ពន្លឺព្រះអាទិត្យបណ្តែតទឹកនៅ LSS2 មានទំហំធំធេងជាងគម្រោងទំនប់វារីអគ្គិសនីនៅទន្លេមេគង្គ ហើយក៏ច្រើនជាង ជម្រើសជំនួស ៧A ដែលការរចនាវិស្វកម្មរបស់ជម្រើសនេះ ផ្តល់នូវឱកាសដ៏ល្អបំផុតសម្រាប់កាត់បន្ថយការខូចខាតលើខ្សែទឹកខាងក្រោមផងដែរ ។

Floating PV	Distribution of economic returns (at constant prices)			
Discount rate	8.0%			
	economic returns	NPV, $USb	Levelised costs&benefits	USc/kWh
ERR (power)	7.8%	-0.05	Power	-8.10
ERR (incl. externalities)	7.8%	-0.05	Fishery damage	0.00
ERR (incl. GHG)	10.8%	0.39	Sediment damage	0.00
GHG valuation	@WorldBank ($30/tonCO2+)		total	-8.10
			energy benefit	5.56
			capacity benefit	2.40
persons displaced	0		Net	**-0.15**



រូបទី ES-3. ការវិភាគសេដ្ឋកិច្ចនៃជម្រើស PV បណ្តែតទឹកនៅ LSS2 ។

ជាការសាមញ្ញបំផុត

គម្រោងថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យបណ្តែតទឹកមិនមានកត្តាខាងក្រៅដែលមានសម្ភារៈប៉ះពាល់ជាអវិជ្ជមានដល់បរិស្ថានទេ៖ ទម្រង់ហានិភ័យនៃជម្រើសនេះមានកម្រិតទាបខ្លាំងណាស់ ហើយនឹងជៀសវាងបានទាំងស្រុងនូវភាពចម្រូងចម្រាស ដែលមិនអាចចៀសផុតបាននៃគម្រោងទំនប់វារីអគ្គីសនី - មិនថា ប្រជាពលរដ្ឋជាង ២០,០០០ នាក់ ដែលត្រូវការការតាំងទីលំនៅថ្មី នៅឯ CSP សម្បូររបស់ ផលប៉ះពាល់លើដីសណ្តទន្លេមេគង្គរបស់វៀតណាម និងនៅលើភាពមិនច្បាស់លាស់អំពីការបំផ្លាញដល់ផលនេសាទនៅខ្សែទឹកក្រោមរបស់ប្រទេសកម្ពុជា ។

តម្លៃពន្ធគយនៃ PPA បច្ចុប្បន្ននៅ LSS2 គឺ ៦.៩៥ សេនដុល្លារ / គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង ។ ការវិភាគផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុជាសូចនាករបានបង្ហាញថា ជាមួយនឹងការធ្លាក់ចុះនៃថ្លៃចំណាយលើ PV ដែលលើកលែង តម្លៃពន្ធគយដែលកៀកគ្នាជាមួយនឹងតួលេខនេះ អាចធ្វើទៅបាននៅ LSS2 ។ ពិតប្រាកដណាស់ នៅតែមានភាពមិនច្បាស់លាស់ខ្លះអំពីតម្លៃនៃការដាក់បញ្ចូលគ្នា ប៉ុន្តែព័ត៌មានល្អគឺថា ការចំណាយទាំងនេះ ជាពិសេសសម្រាប់ការស្តុកទុកដើម្បីការឆ្លើយតបឆាប់រហ័សសម្រាប់រក្សាលំនឹងការឡើងចុះដែលទាក់ទ

ងទៅនឹងការប្រែប្រួលនៃការគ្រប់ដណ្តប់នៃពពក គឺមានការធ្លាក់ចុះយ៉ាងលឿន ខណៈពេលដែលតម្លៃផ្ទាំង PV បានធ្លាក់ចុះ ក្នុងរយៈពេលប៉ុន្មានឆ្នាំចុងក្រោយនេះ ។

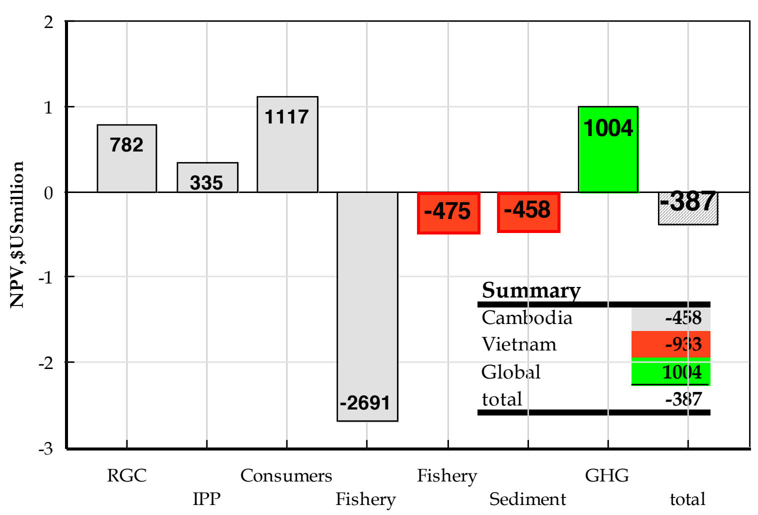
លើសពីនេះទៅទៀត ការវិភាគបានបង្ហាញថា ការលើកកម្ពស់ឥណទានដែលទទួលបានតាមរយៈ IFI បានផ្តល់នូវវិសាលភាពដ៏អស្ចារ្យសម្រាប់ការកាត់បន្ថយតម្លៃពន្ធ។ ក្នុងករណីដែលគ្មានការចំណាយលើការខូចខាតបរិស្ថានចម្បងៗ គោលនយោបាយការពារសុវត្ថិភាពរបស់ IFI ដែលត្រូវបានតម្រូវដើម្បីមានសិទ្ធិទទួលបានការចូលរួមពី IFI គឺមានលក្ខណៈសាមញ្ញ ដែលជាទូទៅមិនអាចមានសម្រាប់គម្រោងតាមដងទន្លេធំ ដែលអាចនឹងត្រូវបានប្រឆាំងយ៉ាងខ្លាំងក្លាដោយប្រទេសវៀតណាម។

ការវាយតម្លៃលើការចែកចាយ

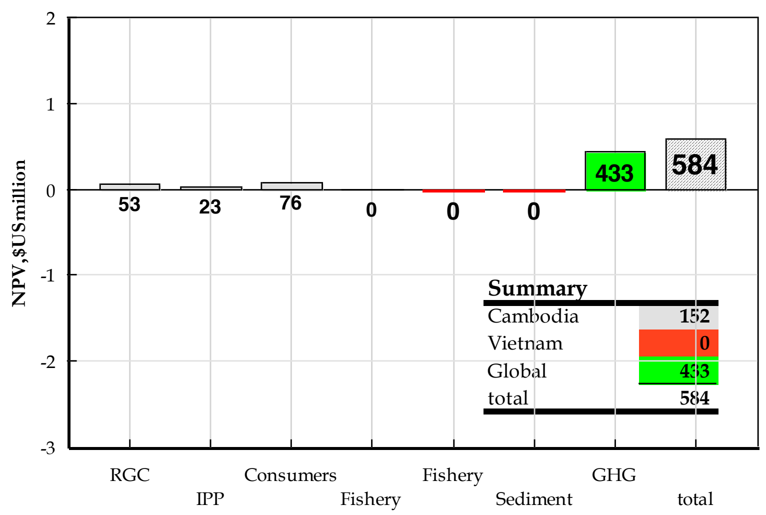
តើនរណាជាអ្នកឈ្នះ ហើយនរណាជាអ្នកចាញ់? ផលចំណេញជាថាមពលសុទ្ធនឹងត្រូវបានចែកចាយក្នុងចំណោមអ្នកប្រើប្រាស់របស់ EDC អ្នកអភិវឌ្ឍន៍ និងរដ្ឋាភិបាល។ ចំណែកសម្រាប់ភាគីនីមួយៗនឹងត្រូវបានទូទាត់ដោយការចរចាររវាងរដ្ឋាភិបាល និងអ្នកអភិវឌ្ឍន៍ និងតាមរយៈពន្ធ (ឬសម្បទានពន្ធ)។ ប្រសិនបើយើងសន្មត់ថា រដ្ឋាភិបាលចាប់យកបាន ៣៥% អតិថិជនរបស់ EDC ៥០% និង IPP ១៥% នោះរបាយនៃថ្លៃ ចំណាយ និងផលចំណេញក្នុងចំណោមអ្នកពាក់ព័ន្ធទាំងអស់នឹងមានដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបទីES-4 ។ ផលចំណេញនៃការបំភាយឧស្ម័ន GHG ត្រូវបានបញ្ចូលទៅសហគមន៍សកល ការបំផ្លាញដីល្បប់ដល់ប្រទេសវៀតណាម និងការបំផ្លាញផលនេសាទ ៨៥% ចំពោះកម្ពុជា និង ១៥% ចំពោះប្រទេសវៀតណាម។ ចំណែកចុងក្រោយ អាចមានភាពខុសគ្នា ប៉ុន្តែលំដាប់នៃទំហំធំនឹងមិនមានការប្រែប្រួលទេ។

ចំពោះគម្រោងវារីអគ្គីសនីតាមដងទន្លេរកសំខាន់ដ៏ធំមួយនៅតំបន់សម្បូរ អ្នកដែលចាញ់ធ្ងន់ធ្ងរជាងគេបំផុតនោះ គឺប្រទេសវៀតណាម។ ប្រទេសកម្ពុជាក៏ជាអ្នកចាញ់ផងដែរ ដោយសារតែការខូចខាតផលនេសាទរបស់ខ្លួន គឺមានច្រើនជាងផលចំណេញថាមពលទៅទៀត។ ទោះជាយ៉ាងណា ប្រទេសវៀតណាមមិនទទួលបានផលចំណេញទេ ។ ក៏ប៉ុន្តែ សម្រាប់គម្រោងប្រព័ន្ធ PV បណ្តែតទឹក *គ្មានភាគីណាម្នាក់* ចាញ់ឡើយ ។ ប្រទេសវៀតណាម មិនទទួលរងផលប៉ះពាល់ ហើយកម្ពុជាទទួលបានផលចំណេញជាថាមពល។ ជាការពិតណាស់ ទំនប់សម្បូរនឹងនាំមកនូវអត្ថប្រយោជន៍ដ៏ធំធេងជាថាមពលអគ្គិសនីដល់ប្រទេសកម្ពុជា ក៏ប៉ុន្តែវាអាចនឹងមានការខាតបង់ផលការនេសាទនៃទន្លេមេគង្គ និងមានការខឹងសម្បារយ៉ាងពិតប្រាកដពីវៀតណាមមិនខាន។

CSP នៃទំនប់សម្បូរ



អាគុយម៉ង់សម្រាប់ប្រព័ន្ធសូឡា PV



រូប ES-2. ការប្រៀបធៀបផលប៉ះពាល់ក្នុងចំណោមអ្នកពាក់ព័ន្ធ

ការវាយតម្លៃហានិភ័យតាមបែបប្រូបាប

ហានិភ័យបច្ចេកទេស និងបរិស្ថាន

នៅជំហានដំបូងរបស់ខ្លួន ការវាយតម្លៃជម្រើសជំនួសនៃទំនប់សម្បូរនេះ បានកំណត់នូវបទដ្ឋានសម្រាប់ការអនុវត្តជាក់ស្តែងដែលមានភាពជោគជ័យចំនួន ៩៥% សម្រាប់ការឆ្លងកាត់របស់ត្រីឡើងទៅខ្សែទឹកខាងលើ (ប្រសិទ្ធភាពនៃការឆ្លងកាត់របស់ត្រី) ហើយក៏សម្រាប់អត្រានៅរស់របស់ត្រីនៅខ្សែទឹកខាងក្រោមផងដែរ ។ គោលដៅទាំងនោះ បានជំរុញឲ្យមានការសិក្សាស្រាវជ្រាវអំពីវិធីសាស្ត្រសម្រាប់ការកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់ជាអតិបរមា ដែលមានលក្ខណៈអាចអនុវត្តបាន និងអាចសម្រេចជោគជ័យបាន ។ សំណួរដ៏សំខាន់មួយគឺថា តើការរចនាប្លង់សម្រាប់ជម្រើសជំនួសនៃទំនប់សម្បូរទី ៧ និងការដំណើរការទំនប់នោះ នឹងអាចសម្រេចបាននៅក្នុងការអនុវត្តជាក់ស្តែងដែរ ឬទេ។

ក្រុមការងាររបស់ NHI ទទួលស្គាល់ថា ការសិក្សាតាមបែបវិទ្យាសាស្ត្រដែលបានអនុវត្តនៅក្នុងការសិក្សាគោលគំនិតជាទស្សនទាននេះ មិនផ្តល់នូវព័ត៌មានគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីឲ្យមានទំនុកចិត្តពេញលេញនោះទេ ។ នៅក្នុងទ្រឹស្តីគឺថា វិធានការកាត់បន្ថយការប៉ះពាល់ទាំងនេះគួរតែមានភាពជោគជ័យ ប៉ុន្តែក្នុងការអនុវត្តជាក់ស្តែង វាគ្រាន់តែជាការស្រមើស្រមៃតែប៉ុណ្ណោះ ហើយមិនទាន់មានការធ្វើតេស្តជាក់ស្តែងនៅឡើយទេ ។ ស្របពេលដែលការជឿជាក់ថា ជម្រើសជំនួសសម្រាប់ទំនប់សម្បូរទី ៧-D ដូចដែលមានរៀបរាប់នៅក្នុងរបាយការណ៍នេះ បង្កើតបានជាទីតាំងដែលត្រូវបានសម្រាលផលប៉ះពាល់ទាំងស្រុង ការរចនាប្លង់ និងការដំណើរការទំនប់ដែលអាចគិតឃើញ ការសម្រេចចិត្តក្នុងការសាងសង់នៅតែមានកត្តាហានិភ័យដែលមិនអាចកាត់បន្ថយបានដោយសារតែការយល់មិនបានល្អគតខ្វះរបស់យើងអំពីថា តើប្រព័ន្ធបរិស្ថាននេះមានភាពស្មុគស្មាញយ៉ាងដូចម្តេច និងកង្វះខាតឯកសារកំណត់ត្រាអំការអនុវត្តជាក់ស្តែងដែលបង្ហាញថា តើវិធានការសម្រាលការប៉ះពាល់ទាំងអស់នេះនឹងដំណើរយ៉ាងដូចម្តេចនៅក្នុងការអនុវត្តជាក់ស្តែង ។

ការវាយតម្លៃហានិភ័យមួយដែលវាយតម្លៃលទ្ធផលដែលអាចកើតមាននាពេលអនាគតទាំងអស់ ការជៀសវាងការវិនិច្ឆ័យតាមតម្លៃអំពីរបាយប្រូបាបសម្រាប់ការសន្មតអំពីធាតុចូល (ដែលខ្លះមានលក្ខណៈស្រមើស្រមៃច្រើនហួស) បាន បង្ហាញថា ប្រូបាបដែលជម្រើសជំនួសសម្បូរទី ៧-A ដែលគ្មានការសម្រាលផលប៉ះពាល់មាន ប្រូបាបត្រឹមតែ ៨% ប៉ុណ្ណោះចំពោះការបង្កើតអត្ថប្រយោជន៍សេដ្ឋកិច្ចសុទ្ធ នៅពេលដែលកត្តាខាងក្រៅត្រូវបានដាក់បញ្ចូល។ ប្រូបាបនោះលើសពីពីរដងសម្រាប់ការសម្រាលការប៉ះពាល់ដោយទូប៊ីនដែលប៉ះពាល់ទាប ប៉ុន្តែនៅតែមានកម្រិតទាបខ្លាំងមិនអាចទទួលយកបានដដែល ។

ដូច្នេះ យើងត្រូវសន្និដ្ឋានថា ទំនប់សម្បូរណាមួយ ទោះបីជាទំនប់ដែលត្រូវបានសម្រាលការប៉ះពាល់ទាំងស្រុង (ជម្រើស ៧-D) ក៏ដោយ គឺសុទ្ធតែជាប់ពាក់ព័ន្ធនឹងហានិភ័យខ្ពស់សម្រាប់ធនធានជលផលទន្លេមេគង្គ ដោយសារតែភាពមិនប្រាកដប្រជាអំពីថា តើធនធានជលផលមានមុខងារដូចម្តេច និងលក្ខណៈនៃវិធានការសម្រាលការប៉ះពាល់ដែលគ្មានការសាកល្បង ។ ជាការសំខាន់គឺត្រូវយល់ឲ្យច្បាស់ថា ផលវិបាកដែលពាក់ព័ន្ធទៅនឹងកម្រិតនៃហានិភ័យនៅក្នុងប្រព័ន្ធមួយ ដូចជា ទន្លេមេគង្គ អាចមានទំហំធំធេងដែលមិនអាចទទួលយកបានឡើយ ។ ឧទាហរណ៍ ប្រសិនបើវិធានការដែលទំនើបបំផុតទាំងនេះ អាចសម្រេចបានប្រសិទ្ធភាពនៃការឆ្លងកាត់របស់ត្រីឡើងទៅខ្សែទឹកខាងលើបានតែ ៧០% ដែលមិនបានដូចគោលដៅ ៩៥% នោះការសិក្សាគំរូ ពីពពួកត្រី បានព្យាករណ៍ថា ការថយចុះជាលំដាប់នូវជីវម៉ាសដែលអាចប្រមូលផលបាននៅផ្នែកខាងក្រោមទំនប់នឹងស្ថិតនៅក្នុងចន្លោះ ៤៥% ។ លើសពីនេះទៅទៀត ប្រសិនបើផលប៉ះពាល់នៃការសាងសង់ និងការដំណើរការបង្កការប៉ះពាល់ខ្លាំងដល់ពពួកត្រីផ្សោតទន្លេមេគង្គ នោះពពួកត្រីនេះនឹងក្លាយជាប្រភេទត្រីដែលលែងមាននៅក្នុងជម្រកដើមនៃទន្លេមេគង្គតទៅទៀត ។ ការបាត់បង់ពីជម្រកដើមបែបនេះ នឹងមានសារៈសំខាន់ខ្លាំងបែបវប្បធម៌

និងសេដ្ឋកិច្ចចំពោះសហគមន៍មូលដ្ឋាន និងប្រទេសទាំងមូល (ពោលគឺ ប្រទេសកម្ពុជា និងប្រទេសឡាវ) និងសារៈសំខាន់ផ្នែកជីវសាស្ត្រក្នុងកម្រិតជាតិ និងអន្តរជាតិ ។

ដោយសារការព្យាការណ៍ទាំងនេះ ផ្អែកលើការសន្មតមួយចំនួនដែលមានភាពមិនប្រាកដប្រជានោះ ការសន្និដ្ឋាន តែមួយគត់ដែលយើងអាចទាញបានដែលយើងអាចធ្វើឲ្យប្រាកដដាច់ខាតនោះគឺ ហានិភ័យពាក់ព័ន្ធជាមួយនឹងការរចនាប្លង់ទំនប់ និងការដំណើរការទំនប់ ការកំណត់ទីតាំងនៅចំចំណុចកណ្តាលនៃច្រករបៀងដែលធំជាងគេបំផុតនៅក្នុងពិភពលោកសម្រាប់ ជីវម៉ាសត្រីដែលផ្លាស់ទី គឺមានទំហំធំគ្រប់គ្រាន់ដែល ដំណាក់កាលដ៏មានសារៈសំខាន់គឺសម្រាប់រដ្ឋាភិបាលក្នុងការអង្កេតស្រាវជ្រាវឲ្យពេញលេញអំពីជម្រើសថាមពលកកើតឡើងវិញ រួមទាំងជម្រើសទាំងឡាយដែលអាចជៀសវាងការសង់ទំនប់នៅលើពោះទន្លេមេគង្គ ។ ក្នុងការអនុវត្តជាក់ស្តែង ភាពមិនប្រាកដប្រជាដែលមាននៅក្នុងជម្រើសជំនួសទំនប់ គឺមានលក្ខណៈមួយដែលទំនងជាមិនអាចដោះស្រាយបាននៅក្នុងក្របខ័ណ្ឌពេលវេលាមួយសម្រាប់ការសម្រេចចិត្តនានាលើទំនប់សម្បូរនោះទេ ប្រសិនបើមាន ។ ដូច្នេះដំណាក់កាលដ៏មានសារៈសំខាន់នៃវិធានការនេះគឺដើម្បីសិក្សាដោយហ្មត់ចត់អំពីជម្រើសជំនួសនានាក្នុងកម្រិតមួយដែលនឹងធ្វើឲ្យទំនប់សម្បូរលែងមានភាពចាំបាច់ជារៀងរហូត ។

ការវាយតម្លៃហានិភ័យបានបញ្ជាក់អះអាងថា ការសន្និដ្ឋានជាគោលនៃជំពូក ១១៖ ***បានសម្រាប់តែស្ថិតក្រោមការសន្និដ្ឋានបែបសុទុដ្ឋិនិយមដែលមិនប្រតក្សបំផុតប៉ុណ្ណោះដែលអាចបង្ហាញពីអត្ថប្រយោជន៍សេដ្ឋកិច្ចសុទ្ធសម្រាប់គម្រោងនៅតាមទន្លេធំ បើទោះបីជាបច្ចេកទេសសម្រាលផលប៉ះពាល់កម្រិតខ្ពស់ត្រូវបានប្រើ ឬយ៉ាងណាក៏ដោយ (ទំហំអាងស្តុកទឹកដើម្បីរក្សាធារទឹកទៅខ្សែទឹកខាងក្រោម ទួប៊ីនដែលអំណោយផលល្អសម្រាប់ត្រី ការឆ្លងកាត់របស់ត្រីទៅខ្សែទឹកខាងលើបានកាន់តែច្រើន សំណាញ់យាំងត្រី និងការបើកទឹកជម្រះដីល្បប់) ។***

ការវាយតម្លៃហិរញ្ញវត្ថុ

ហានិភ័យហិរញ្ញវត្ថុនៃសូឡា PV គឺមានលក្ខណៈងាយស្រួល តាមលំដាប់លំដោយដែលមានទំហំតូចជាងហានិភ័យដែលប្រឈមដោយគម្រោងវារីអគ្គិសនីដែលមានកម្លាំង ២,៦០០ មេហ្គាវ៉ាត់ នៅសម្បូរ។ ដូចដែលបានពិភាក្សាលម្អិតនៅក្នុងជំពូកទី ១២ គំរូតាមស្តង់ដា និងការសន្សំសំចៃចំណាយនៃគម្រោងសូឡា PV បានធ្វើឱ្យមានហានិភ័យផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុកម្រិតទាបខ្លាំង បើប្រៀបធៀបទៅនឹងគម្រោងវារីអគ្គិសនីដែលមានកម្លាំង ២,៦០០ មេហ្គាវ៉ាត់ នៅសម្បូរ៖ ការប្រាក់កំឡុងពេលសាងសង់សម្រាប់គម្រោងដែលមានការសាងសង់រយៈពេលពី ៦-៧ឆ្នាំ អាចកើនចំណាយមិនព្រៀងទុកយ៉ាងតិចពី ២០-២៥% ដែរ (ដូច្នេះ ២,៥០០ ដុល្លារ / គីឡូវ៉ាត់ ខុសពីចំនួន ១,៩៨៤ ដុល្លារ / គីឡូវ៉ាត់) ដែលចំពោះគម្រោងប្រព័ន្ធសូឡា PV គឺមានចំនួនភាគរយតិចតួចបំផុតដែលអាក្រក់បំផុត (ដែលមានចំនួន ១០៥០/ គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង ខុសពី ១០០០ /គីឡូវ៉ាត់ម៉ោង) ។

គម្រោងប្រព័ន្ធសូឡា PV ធំមួយអាចត្រូវបានសាងសង់ក្នុងចំនួនចន្លោះពី ៥០ ទៅ ១០០ មេហ្គាវ៉ាត់បាន៖ ដូច្នេះការវិនិយោគសម្រាប់គម្រោងដែលមានកម្លាំង ៥០ មេហ្គាវ៉ាត់ លើកដំបូងនៃប្រព័ន្ធសូឡា PV នឹងមានទឹកប្រាក់ប្រហែលជា ៥០ លានដុល្លារ។ នៅកម្រិតផលធៀប 70:30 បំណុលៈសមធម៌ ដែលមានន័យថា នៅកម្រិតបិទបញ្ជីហិរញ្ញវត្ថុ ក្នុងចំនួន ៣៥ លានដុល្លារ នៃបំណុលដែលត្រូវប្រមូល។

គម្រោងវារីអគ្គិសនីដែលមានកម្លាំង ២,៦០០ មេហ្គាវ៉ាត់ នៅសម្បូរ ត្រូវការហិរញ្ញវត្ថុជាបំណុលសរុបចំនួន (រួមទាំង IDC ជាដើមទុនផងដែរ) ស្មើនឹង ៤,៦ *ពាន់លានដុល្លារ* ។ ទឹកប្រាក់ចំនួន ៣៥លានដុល្លារ ត្រូវបានគេប្រមូលបានយ៉ាងងាយស្រួលពីប្រភពតែមួយ ប៉ុន្តែទឹកប្រាក់ ៤,៦ ពាន់លានដុល្លារតម្រូវឱ្យមានការប្រមូលពីប្រភពយ៉ាងច្រើន។ ជាការពិតណាស់ ដោយមានការសាងសង់រយៈពេលតិចជាងមួយឆ្នាំ ហិរញ្ញវត្ថុសម្រាប់គម្រោងប្រព័ន្ធសូឡា PV ដែលមានកម្លាំង ៥០ MW លើកទី ២ (ដោយគិត ប្រូបាបទាបបំផុតនៃភាពយឺតយ៉ាវក្នុងការសាងសង់) ធ្វើឱ្យការដំឡើងទឹកប្រាក់លើកទីពីរមានភាពងាយស្រួល ដោយសារតែប្រាក់ចំណូលចាប់ផ្តើមហូរចូលស្ទើរតែភ្លាមៗបន្ទាប់ពីការសាងសង់រួច។

មិនថាជាគម្រោងធំ ឬតូចទេ គម្រោងដែលត្រូវបានលើកឡើងដោយ IPP តម្រូវឱ្យមាន PPA ដែលធានាថាចំណេញបាន ដើម្បីឈានដល់ការបិទបញ្ជីហិរញ្ញវត្ថុ។ ហើយអ្វីដែលធ្វើឱ្យ PPA អាចធានាថាចំណេញបាន អ្វីដែលសំខាន់គឺ ភាពអាចទុកចិត្តបានលើការសងបំណុលពីអ្នកទិញថាមពល ដែលត្រូវបានពង្រឹងបន្ថែម ប្រសិនបើចាំបាច់ ដោយការធានាពីអធិបតេយ្យភាព- ដូចដែលបានតម្រូវសម្រាប់ LSS2 ដែរ ។ ការចុះហត្ថលេខាលើ PPA រយៈពេល ២០ ឆ្នាំសម្រាប់គម្រោងផលិតថាមពល ១១,000 GWh ក្នុងមួយឆ្នាំ បានបញ្ជាក់អំពីការប្តេជ្ញាចិត្តរបស់របស់អ្នកទិញ ក្នុងទឹកប្រាក់ចំនយន ៨០០ លានដុល្លារក្នុងមួយឆ្នាំ (ការសន្មតថា តម្លៃពន្ធគយ ៨ សេនដុល្លារក្នុងមួយគីឡូវ៉ាត់ម៉ោង) ៖ គម្រោង PPA រយៈពេល ២០ឆ្នាំសម្រាប់គម្រោងប្រព័ន្ធសូឡា PVដែលមានអនុភាព ៥០ MW មានន័យថា ប្រាក់ចំណូលត្រូវបានធានាត្រឹមតែ ៨០ GWh ក្នុងមួយឆ្នាំ ឬ ៦,៤ លានដុល្លា។ ដើម្បីអោយប្រាកដ គឺចំណែកទឹកប្រាក់នីមួយៗនឹងត្រូវការក្នុងចំនួនដដែលម្តងទៀត ប៉ុន្តែផ្ទុយទៅវិញសម្រាប់រយៈពេល ៦ ឆ្នាំ ដែលគ្មានចំណូលជាមួយគម្រោងវារីអគ្គីសនីដ៏ធំនោះ ប្រាក់ចំណូលនៃគម្រោងសូឡានឹងហូរចូលក្នុងរយៈពេលមួយឆ្នាំនៃការចាប់ផ្តើមការសាងសង់។ ហានិភ័យនៃគម្រោងប្រព័ន្ធសូឡា PV គឺទាបជាង ដោយសារតែ៖

- ការប្រមូលហិរញ្ញវត្ថុជាបំណុលក្នុងនៅចំណែកតូចៗ គឺមានភាពងាយស្រួលជាងគម្រោងដែលមានទឹកប្រាក់រាប់ពាន់លានដុល្លារ ។
- ហានិភ័យតិចតួចនៃការពន្យារពេលការសាងសង់ ដោយសារតែបញ្ហាបរិស្ថាន និងការប្រឆាំងពីអង្គការមិនមែនរដ្ឋាភិបាលទៅនឹងទំនប់វារីអគ្គីសនី ដូច្នេះប្រាក់ចំណូលហូរចូលក្នុងរយៈពេលមួយឆ្នាំបន្ទាប់ពីការចាប់ផ្តើមសាងសង់។
- ការធានារបស់រដ្ឋាភិបាល នឹងមានភាពចាំបាច់តិចតួចបំផុត
- បទប្បញ្ញត្តិស្តីពីការផលិតថាមពលដែលត្រូវពិចារណានៅក្នុង PPA មិនមានភាពចាំបាច់ទេ ដោយសារតែទិន្នផលថាមពល អាចបន្សីគ្នាកាន់តែមានភាពងាយស្រួលទៅក្នុងកំណើនបន្ទុករបស់អ្នកទិញថាមពលអគ្គិសនី
- ការបិទបញ្ជីហិរញ្ញវត្ថុមានភាពងាយស្រួលជាងមុន ដើម្បីធានាចំពោះកាលវិភាគដែលអាចព្យាករបាន។

គ្មានចំណុចណាមួយ ក្នុងចំណោមនេះដែលសំដៅថា ការចរចា PPA នឹងចាំបាច់ត្រូវមានភាពងាយស្រួលនោះទេ ដែលស្រដៀងគ្នាទៅនឹងការព្រួយបារម្ភរបស់ EDC អំពីបញ្ហានៃការអាក់ខានផលិតថាមពលដែរ ។ ប៉ុន្តែ ការលំបាកអ្វីក៏ដោយ

នឹងក្លាយទៅជារឿងតូចតាចទាំងអស់ នៅពេលដែលប្រៀបធៀបទៅនឹងគម្រោងវារីអគ្គីសនីតម្លៃរាប់ពាន់លានដុល្លារនោះ ។ ដើម្បីទទួលបានភាពស្អាតនៃបរិស្ថាន ត្រូវចរចាជាមួយ PPA រៀបចំឯកសារដេញថ្លៃ និងប្រមូលហិរញ្ញវត្ថុ នឹងត្រូវចំណាយពេលយ៉ាងតិច ៣ ឆ្នាំ ជាមួយរយៈពេល ៦ ឆ្នាំទៀតសម្រាប់ការសាងសង់ ដែលមានន័យថា សូម្បីតែរដ្ឋាភិបាលបានប្តេជ្ញាចិត្តចំពោះគម្រោងទំនប់ម្បូរនៅឆ្នាំ ២០១៨ ក៏ដោយ ការសាងសង់ហាក់បីដូចជាមិនអាចចាប់ផ្តើមបាននៅមុនឆ្នាំ ២០២១-២០២២ ទេ ដូច្នេះ ២០២៧-២០២៨ គឺជាកាលបរិច្ឆេទលឿនបំផុតដែលអាចចាប់ផ្តើមបាន ។

ជាសេង្ខេប កម្រិតនៃហានិភ័យហិរញ្ញវត្ថុសម្រាប់គម្រោងសម្បូរគឺខ្ពស់ខ្លាំងណាស់ ដែលកម្រិតនៃហានិភ័យសម្រាប់គម្រោងបង្កើនថាមពលដោយប្រព័ន្ធសូឡា PV តាមដំណាក់កាល នៅ LSS2 មានទំហំតូចជាង ហើយអាចកាត់បន្ថយការប៉ះពាល់បានងាយស្រួលជាង ។

សេចក្តីសន្និដ្ឋាន

របាយការណ៍នេះបង្ហាញថាជម្រើសជំនួសគ្មានទំនប់ សម្រាប់ប្រព័ន្ធសូឡា PV បណ្តែតទឹកនៅតំបន់ LSS2 គឺជាជម្រើសផលិតថាមពលកកើតឡើងវិញដ៏ល្អបំផុត ហើយគួរតែបោះជំហានយ៉ាងឆាប់រហ័សទៅរកការសិក្សាលទ្ធភាពលម្អិតបន្ថែមទៀត។ ច្បាស់ណាស់ ខណៈដែលយើងបានបង្ហាញពីគោលគំនិតមានភស្តុតាងសំអាងច្បាស់ យើងមិនមានលទ្ធភាពទទួលបានព័ត៌មានបច្ចេកទេសលម្អិតដែលចាំបាច់ពីគម្រោង LSS2 ដែលអនុញ្ញាតឱ្យយើងសន្និដ្ឋានបានច្បាស់លាស់អំពីលទ្ធភាពរបស់គម្រោងនោះនៅឡើយ ៖ ព័ត៌មានបន្ថែម (ជាពិសេសលើអត្រា Ramp rate និងលក្ខណៈបច្ចេកទេសរបស់ Generators) នឹងចាំបាច់ត្រូវមានដើម្បីបញ្ជាក់អំពីលទ្ធភាពបច្ចេកទេស និងហិរញ្ញវត្ថុ។ ខាងក្រោមនេះ គឺជាការកត់សម្គាល់តម្លៃ ៖

- គម្រោងប្រព័ន្ធសូឡា PV ដែលមានទំហំ៤០០ មេហ្គាវ៉ាត់ អាចត្រូវបានអនុវត្តនៅតំបន់ LSS2 ដោយគ្មានហានិភ័យនៃការរំខានដល់ប្រតិបត្តិការដែលកំពុងដំណើរការនៃទំនប់វារីអគ្គិសនីឡើយ ។

- គម្រោងដំណាក់កាលដំបូងដែលមានទំហំចាប់ពី ៥០ មេហ្គាវ៉ាត់ - ១០០ មេហ្គាវ៉ាត់ អាចប្រើយ៉ាងងាយស្រួលសម្រាប់ជាការសាកល្បង មុនពេលការប្តេជ្ញាចិត្តសម្រាប់គម្រោងទំហំចាប់ពី ៣០០-៣៥០ មេហ្គាវ៉ាត់ ដែលនៅសេសសល់ ដោយគ្មានការបាត់បង់អត្ថប្រយោជន៍សេដ្ឋកិច្ច (ងាយស្រួលក្នុងការបន្ថែមផ្ទាំងសូឡា បន្ថែមដោយមិនបាត់បង់អនុភាពថាមពលឡើយ) ។

- បើប្រៀបធៀបទៅនឹងគម្រោងណាមួយនៅតំបន់សម្បូរ គម្រោងបែបនេះ អាចនឹងត្រូវអនុវត្តបានយ៉ាងងាយស្រួលនៅក្នុងឆ្នាំ ២០១៩៖ ភាពស្អាតនៃបរិស្ថាននឹងត្រូវបានធ្វើតាមទម្លាប់ និងមិនទំនងជាមានការពន្យារពេលអនុវត្តទេ ។

- ដើម្បីសម្រេចបាននូវអត្ថប្រយោជន៍ចាំបាច់នៃការដាក់បញ្ចូលគ្នានូវ Hydro-PV គម្រោងពង្រីកបន្ថែមអាចអនុវត្តបាន *តែចំពោះ* ប្រតិបត្តិករដែលមានស្រាប់នៅតំបន់ LSS2 ប៉ុណ្ណោះ ៖ ម្ចាស់ / ប្រតិបត្តិករផ្សេងគ្នាសម្រាប់សមាសធាតុគម្រោងប្រព័ន្ធសូឡា PV

នៅតំបន់ LSS2 នឹងងមិនអាចធ្វើទៅបានតាមលក្ខណៈបច្ចេកទេស និងការចុះកិច្ចសន្យានោះទេ ។

- គម្រោងថាមពលព្រះអាទិត្យនៅតំបន់ LSS2 មិនបញ្ឈប់គម្រោងវារីអគ្គីសនីសម្បូរ ឬគម្រោងកូនកាត់វារីអគ្គិសនី/ប្រព័ន្ធសូឡានោះទេ ។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ គម្រោងប្រព័ន្ធសូឡា សម្រាប់តំបន់ LSS2 គឺជាជម្រើសល្អប្រសើរជាងគេ ដើម្បីឆ្លើយតបទៅនឹងតំរូវការនៃការប្រើប្រាស់ថាមពលអគ្គីសនីនៅពេលបន្ទាប់សម្រាប់ការនាំចេញ ដោយវាអាចជៀសវាងបានពីហានិភ័យជាច្រើន ភាពចម្រូងចម្រាសជាសាធារណៈ និងការប្រឆាំងដ៏ខ្លាំងក្លារបស់ប្រទេសវៀតណាម។ លើសពីនេះទៀត ការពន្យារពេលការសម្រេចចិត្តលើទំនប់សម្បូរ អនុញ្ញាតឱ្យមានពេលវេលាបន្ថែមទៀតដើម្បីដោះស្រាយភាពមិនប្រាកដប្រជាអំពីការចំណាយលើការបំផ្លាញផលនេសាទ៖ នៅពេលដែលទំនប់ LSS2 និងទំនប់សាយ៉ាបូរីត្រូវបានដាក់ឲ្យដំណើរការ នោះកម្រិតនៃការខូចខាតលើផលផលនៅក្នុងគម្រោងទាំងនេះអាចត្រូវបានបញ្ជាក់ច្បាស់លាស់ ។ ទំនប់សម្បូរត្រូវបានពន្យារពេលកាន់តែយូរ ការទាក់ទាញខាងផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុរបស់គម្រោងនេះកាន់តែលែងមានភាពទាក់ទាញ ប្រសិនបើប្រៀបធៀបនឹងជម្រើសជំនួសជាប្រព័ន្ធសូឡា PV ដែលថ្លៃចំណាយរបស់វាមានការធ្លាក់ចុះជាប្រចាំ ។ ជាការពិតណាស់ វាមិនដែលអាចកើតឡើងរួចទេនៅពេលអនាគត ដែលថាទំនប់សម្បូរគឺជាជម្រើសជំនួសដែលមានថ្លៃចំណាយទាបបំផុតសម្រាប់ប្រទេសកម្ពុជា បើនិយាយពីលក្ខខណ្ឌហិរញ្ញវត្ថុយ៉ាងតឹងរឹង។ ជាងនេះទៅទៀត វាក៏នឹងមិនអាចក្លាយទៅជាជម្រើសបន្ទាប់ដ៏ល្អបំផុតដែរ នៅពេលដែល ដែលការចំណាយលើធនធានធម្មជាតិត្រូវបានយកមកពិចារណានោះ ។

- ប្រសិនបើរាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាសម្រេចចិត្តសាងសង់គម្រោងនៅសម្បូរ របាយការណ៍នេះផ្តល់នូវគោលការណ៍រចនាប្លង់ដែលគួរអនុវត្តតាម ដើម្បីកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់បរិស្ថាន (ទួរប៊ីនដែលអំណោយផលល្អសម្រាប់ត្រីសំណង់សម្រាប់ត្រីឆ្លងកាត់បានទូលាយបំផុត ការរចនាប្លង់វិស្វកម្ម និងអាងស្តុកទឹក ដើម្បីបង្កើនល្បឿនជារទឹកនៅក្នុងអាងស្តុកទឹក និងអនុញ្ញាតឱ្យមានការអនុវត្តការបើកទឹកទម្លាក់ដើម្បីសម្អាតល្បប់ប្រកបដោយមានប្រសិទ្ធភាព) ។

NHI Team of Technical Experts

1) Gregory Thomas, Project Manager/Chief of Party

   Mr. Thomas has over 35 years of experience as an environmental advocate, professor, and project manager. In addition to practicing natural resources law and planning, for the past 26 years Mr. Thomas has served as the founder and president of NHI. In this capacity, he has spearheaded many international projects focused on improving the management of developed river systems to protect biodiversity and restore natural values and environmental services, which have aggregated to several million USD in scale. His areas of expertise include water resources management and planning, hydropower reoperation, energy policy, international environmental law and conservation, and building negotiations and consensus processes for natural resources management projects.

2) Dr. George Annandale, Dam Engineering and Sediment Management Expert

   Dr. Annandale has more than 40 years of experience as a civil engineer specializing in water resources engineering. He offers services in the field of fluvial hydraulics, design and engineering; reservoir and water supply management; and hydrology and hydraulics. As a recognized expert in reservoir sedimentation management he has published numerous peer-reviewed papers and is author, co-author and contributing author to eight books on sedimentation and scour. He was named by International Water Power and Dam Construction as one of 20 engineers who globally made a significant contribution to dam engineering.

3) Thomas B. Wild, Hydrologic and Sediment Modeling

   Dr. Wild is a Postdoctoral Fellow at the School of Civil and Environmental Engineering, Atkinson Center for a Sustainable Future at Cornell University. His specialty is developing and applying new modeling tools for solving water resources and environmental problems, especially in the areas of storm water management, fluvial water quality, and reservoir sediment management.

4) Mr. Erland Jensen, Informatics

   Mr. Jensen has worked in a variety of positions in the Mekong River basin, including as a Chief Technical Advisor for the Mekong River Commission Secretariat and DANIDA. His expertise spans environmental impact analysis related to hydropower development, climate change, hydrology, sediment dynamics, nutrient processes and carbon balance to primary production and to fisheries productivity.

5) Dr. Peter Meier, Hydropower Economist

   Dr. Meier is a hydropower economist and consultant to the World Bank with extensive experience in risk assessment, and economic and financial analysis of hydro projects (in Asia including Trung Son (Vietnam), Dasu and Tarbela (Pakistan), Rampur and the Upper Krishna power projects (India), Nam Theun 2 (Laos)). He was formerly Chief Economist of Asia Power (a New Zealand based IPP), and has also advised ADB, KfW, UNDP, JBIC and many Governments (India, Philippines, and Vietnam) on tariff and power sector reforms, PPAs, environmental economics and investment appraisal.

6) Dr. Martin Mallen-Cooper, Fishery Science and Fishway Biologist

Dr. Mallen-Cooper has been a fishway biologist for 30 years and has designed over 200 fishways in Australia and overseas, from fish locks and fish lifts on large dams to low-level pool-type and nature-like fishways. He works closely with engineers, managers and diverse interest groups, to develop solutions that are not only site-based but integrate ecological objectives over different spatial scales.

7) Dr. Ashley Halls, Fisheries Scientist

Dr. Ashley Halls is a leading expert in inland fisheries management and assessment, particularly on interactions between fisheries and hydropower projects. He has worked in the Mekong region for more than a decade as a senior fisheries advisor to the MRC where he designed and led quantitative studies on the ecology of Mekong fish and their fisheries, and led the development of models to predict the cumulative impacts of dams on the Mekong's fisheries. As a consultant, he has also led projects to assess the vulnerability of Cambodia's fisheries and food security to mainstream and tributary dam development, as well as the vulnerability of Vietnam's catfish farming sector to upstream development. He has also advised clients on the impacts of hydropower projects on fish and fisheries in Lao PDR and Bhutan.

8) Dr. Lee Baumgartner, Freshwater Fish Ecologist

Dr. Baumgartner is a Freshwater Fish Ecologist based at the Institute for Land, Water and Society at Charles Sturt University in Australia. His research has been in several broad areas, including fish passage and fish migration, dietary interactions among native fish species, the effectiveness of native fish stocking, and more recently, understanding mechanisms to help fisheries recover from human disturbance and quantifying the value of fish in a food security context in the Lower Mekong Basin.

9) Dr. Wayne Robinson, Wildlife Ecologist

Dr. Robinson is a wildlife ecologist who has worked as a teaching and research academic at the University of Canberra, Charles Sturt University and the University of the Sunshine Coast – all in Australia - for 17 years. His experience spans data analysis and natural resource management themes and he aims to develop management and research techniques that can be employed in an environmentally, economically and socially sustainable manner.

10) William Bryan/Farmers Conservation Alliance, Fish Screen Technology

FCA is a nonprofit social enterprise whose mission is to develop resource solutions for rural communities. The leader in the marketing and installation of the Farmers Screen™, a horizontal, flat-plate fish and debris screen, FCA is comprised of industry experts in fish screening and passage who conduct fish passage assessments; develop site specific recommendations for fish screens; and create fish passage and screening strategy for meeting state and federal requirements, reducing operational costs, and improving fish habitat.

11) Dr. Ian Cowx, Fishery Ecologist and Fisheries Resource Management Expert

Dr. Cowx is a Professor of Applied Fisheries Science & the Director of Hull International Fisheries Institute (HIFI), at the University of Hull in the UK. He has extensive experience in rehabilitation

techniques for freshwater fisheries, integrated aquatic resource management planning, environmental impact assessment, particularly associated with water resources development schemes, and aquaculture extension in developing (Africa and Asia) and developed countries (UK, Europe and Australia).

12) <u>Dr. Daniel Peter Loucks, Hydrology and Environmental Engineering</u>
Dr. Loucks is an NHI Director and an experienced educator, researcher, and consultant with expertise in the fields of systems analysis, economic theory, ecology and environmental engineering to solve problems in regional water resources development and environmental quality management. He is a professor at Cornell University's School of Civil and Environmental Engineering and a visiting professor in Hydroinformatics and Systems Analysis at UNESCO-IHE Institute for Water Education in Delft, The Netherlands.

13) <u>Dr. Mathias Kondolf, Fluvial Geomorphologist</u>
Dr. Kondolf is a fluvial geomorphologist, environmental planner and Professor of hydrology, river restoration and environmental planning at the University of California, Berkeley. His current research includes the Lower Colorado, Sacramento, Trinity, and Klamath Rivers of California/Oregon; the Apalachicola River, Florida; and the Lower Mekong River.

14) <u>Mr. Zan Rubin, Fluvial Geomorphologist</u>
Mr. Rubin is a PhD student at the University of California, Berkeley, specializing in fluvial geomorphology and environmental restoration. His contribution to the project included modeling reservoir sediment trapping in Mekong River watershed under different dam construction scenarios.

15) <u>John R. Irving, Power & Energy Engineering Expert</u>
Mr. Irving is an electrical and power engineer with extensive experience in Project Financial & Economic Appraisal & Technical Due Diligence Assessments; Macro/Microeconomics, Risk Analysis, Project Management, Procurement, Environmental and Social Issues. He has worked for and with power companies and several International Finance Institutions (e.g. World Bank, Asian Development Bank and European Bank for Reconstruction and Development) on projects around the world. Currently, Mr. Irving works as an independent consultant providing technical advice on energy sector projects in South East Asia, Pacific Islands and Africa under various short term contracts. He holds a Bachelors and Masters Degree in Electrical & Communications Engineering from the Auckland University, New Zealand.

16) <u>Solar Energy Institute of Singapore (SERIS)</u>
A unit of the National University of Singapore, SERIS (www.seris.nus.edu.sg) is Singapore's national institute for applied solar energy research. SERIS conducts research, development, testing and consulting on solar energy technologies and their integration into power systems and buildings. The Institute's R&D spectrum covers materials, components, processes, systems and services, with an emphasis on solar photovoltaic cells, modules and systems. SERIS is globally active but focuses on technologies and services for tropical regions, in particular for Singapore and South-East Asia. Led by Professor Armin Aberle (CEO) and Dr. Thomas Reindl

(Deputy CEO), SERIS is comprised of a multi-disciplinary team of 150 scientists, engineers, technicians and PhD students. SERIS was retained by NHI to provide technical expertise on Assessing a Solar Power Alternative to Sambor Hydropower Dam. Members of the SERIS team that contributed to the Solar PV option in this final report include:

- Thomas Reindl, PhD.
- Monika Bieri, PhD.
- Yanqin Zhan, PhD.
- Lu Zhao, PhD.

17) <u>Dr. Isabel Beasley, Dolphin Conservation Expert</u>

Dr. Isabel Beasley has been involved with marine mammal research and conservation since 1996. She researched the Mekong River Irrawaddy dolphin population from 2001-2007, as part of her PhD with James Cook University, Australia. From 2012-2016, Isabel conducted a postdoctoral research fellowship, which collaborated with Traditional Owners and Indigenous Rangers to assess the status of inshore dolphins in the coastal waters of northern Australia. Isabel's primary research interests include coastal and riverine dolphin population dynamics and conservation biology, methodological considerations associated with marine mammal monitoring, evaluation of the effects of coastal and riverine developments on marine megafauna, and indigenous marine resource management.

18) <u>Mr. Gerry Ryan, Dolphin Conservation Expert</u>

Mr. Ryan is a conservation scientist focused on dolphin research in Southeast Asia. Currently, he is a Ph.D. candidate in Conservation Biology at the University of Melbourne, Australia, and he also serves as an advisor to World Wildlife Fund's River Dolphin Programme and he is a member of IUCN's SSC Cetacean Specialist Group. He has authored or co-authored several research articles and reports on Mekong dolphins.

19) <u>Ly Nguyen Degai, Project Administration</u>

Mrs. Degai holds a B.A. in Business Operation from Lake Forest College and M.S. in Risk Management from University of San Francisco. Ly has worked at NHI since 2011, working under various capacities, including project administration for NHI's domestic and international projects, as well as managing the organization's operations and development. She currently handles all financial and budgetary aspects for NHI's projects.

20) <u>Jessica Peyla Nagtalon, Project Administration</u>

Mrs. Peyla-Nagtalon helps coordinate NHI's international projects. She holds an M.S. in Environmental Management from the University of San Francisco, an M.S. in International Development Studies, and a B.A. in Biology and Environmental Studies from the University of California at Santa Cruz. She has over 15-years of experience working with non-profit organizations and has been at NHI since 2006. She also leads her own charitable project that helps young women in Kenya achieve their educational goals.