

reduces the pH level in the ponds and leads to a decrease in aquaculture production.

In the rainy season, there is no activity of fishery so that the productivity is not affected. However, when floods occurring with greater intensity will damage fishery infrastructure. In addition, extreme temperature in a long time has great influence on fishery. The proper temperatures for normal growth of shrimp is 27-30°C, while the temperature > 35°C or < 20°C for 2-3 days, shrimp will die.

c) Fishing

According to the plan in 2020, a number of projects will be implemented, for example: building system of warning, forecasting, rescuing; expanding Quy Nhon fishing port, Quy Nhon storm shelter; upgrade fishing ship and service, infrastructure and other techniques. In the future, in term of climate change impact, the hurricane will probably occur more frequently. So, if the habit is unchanged (the fishermen do not use the communication devices while go fishing offshore), the anchorage area does not guarantee the size and safety, rudimentary and small boats still used for offshore fishing will be in risk of heavy damage and fishermen are the most impacted and most vulnerable.

d) Tourism

The development plan of Binh Dinh to 2020 has given the priority to the investment to marine tourism. Besides, the infrastructures for tourism such as hotels, restaurants, services, sports area resorts will be built along the coast. According to climate change scenarios, coastal areas of Vietnam in general and Binh Dinh, Quy Nhon in particular will be affected by sea level rise, storm surges, floods and heat increase triggering soil erosion, coastal flooding, environmental pollution, outbreak of epidemics, etc.. All the above factors will affect

tourism (beach/tourist areas, the depletion of tourism resources, reducing the amount of tourists). However, in the tourism development plan has not considered the response to risks of natural disasters, extreme weather. Tourism department does not have even a representative in the Committee for the Prevention of Flood and Rescue of Binh Dinh province on order to receive and exchange updated information on natural disasters, participate in formulating prevention plans to reduce natural disaster or coordinating closely with other agencies to respond effectively when disasters occur. This is one of the restrictions that should be considered thoroughly in the process of completing tourism development plan.

3. Adaptation measures to respond to climate change in Quy Nhon

For agriculture, aquaculture and forestry: most of manufacturing operations are dependent on the weather. Moreover, poor people group mainly work in these sectors, their production are made just to maintain their lives and there is almost no accumulation, which leads to the fact that they cannot afford equipping themselves with better conditions to respond to natural disasters, such as : strong houses, equipment, facilities and production capital. Addition, the perception is poor, backward practices; the community is not high increases vulnerability to natural disasters. To overcome these problems, some relevant activities need to be performed, including: (i) raising awareness of people about climate change and other threats, (ii) planning to develop manufacture based on the climate change research to integrate into the operations, (iii) policies to support (such as funds, facilities and equipment), insurance and resettlement in line with community participation, and (iv)

community education enhancement. Nevertheless, the most important activity when the city is expanded and developed is supporting these groups to gain new vocational skills to change their livelihoods to get a better and more sustainable life.

Tourism: the proportion of revenue from tourism in Quy Nhon will be very high in the future. Most of tourism infrastructure is located near the sea, which is greatly influenced by natural disasters and coastal erosion. Many resorts have been planned according to research; they will be affected by rising sea levels, together with phenomena of strong coastal erosion. Thus, there should be extensive research on shoreline stabilization under the impact of sea level rise to re-plan seaside resort, and should have the support and insurance policy for the sector.

The city now has got the organizational structure and facilities to prevent and reduce natural disasters as well as search and secure. However, they have not met the current needs. In the future, when the disasters caused by climate change occur with greater intensity, higher frequency, Quy Nhon City should: invest in construction of warning and forecasting systems, information systems and response and rescue device; train and improve the capacity and awareness about climate change and its impacts in order to make appropriate adaptation measures for not only professional staffs but for all government organizations, unions and each citizen; enhance the participation of the people, especially women in activities of planning, resettlement, making plans and producing appropriate measures, to cope with the impacts of natural disasters and climate change; strengthen specialized research activities to find solutions for planning and making plans to adapt to climate change conditions.

A number of activities which are important to make plan of climate change adaptation in Quy Nhon in the near future have been proposed, including intensive research for the eastern districts of Tuy Phuoc commune on the susceptibility to climate change and guidelines for making plans to develop urban areas, construction, infrastructure and agriculture; building instructions, new procedures for the resettlement, support for changing livelihood of fishing households vulnerable to climate change; Improve the capacity, organization and equipment for Flood and Storm Control Committee and the Search and Rescue; program of raising awareness, instructions, warning signs for communities susceptible to flooding; Invest to research design, repair and upgrade the system of river and sea dykes, to not only strengthen but also ensure safety in extreme conditions in the future.

4. Conclusions

1) Climate change and sea level rise scenarios were developed for Quy Nhon city using emission scenarios A1FI, A2 and B2. By mid 21st century: i) monthly and seasonal mean of the temperature in Quy Nhon city would increase compared to that of the period 1980-1999; ii) rainfall would increase in rainy season and decrease in dry season, but in term of annual mean, rainfall would be still increase; iii) sea level is expected to increase about 30cm compared to the period of 1980 – 1999.

2) In Quy Nhon, water resources, agriculture and tourism are considered as major sectors would be affected by climate change.

Acknowledgements

The authors would like to express sincerely thanks to Rockefeller Foundation for its

financial support within the framework of the program "Asian Cities Climate Change Resilience Network".

References

- [1] Hoang Duc Cuong, Pham Thi Duyen, *Climate change scenarios building methods for small area*, IMHEN 10th Proceedings, Hanoi, 2007 (in Vietnamese)
- [2] Ministry of Natural Resources and Environment, *Climate change, sea level rise scenarios for Vietnam*, 2009.
- [3] Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climate Change- The Physical Science Basics*, 2007.
- [4] Binh Dinh Department of Natural Resources and Environment, *Report on climate history of Quy Nhon city*, Asian Cities Climate Change Resilience Network program, Hanoi, 2009 (In Vietnamese).
- [5] Institute for Water, Irrigation and Environment, *Technical report on assessment of vulnerability and impacts of climate change on Quy Nhon city*, Asian Cities Climate Change Resilience Network program, Hanoi, 2009.

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY, HANOI

ISSN 0866 - 8612



TẠP CHÍ KHOA HỌC

JOURNAL OF SCIENCE

CÁC KHOA HỌC TRỊ MỆT
EARTH SCIENCES

Volume 26, No. 4, 2010

VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY, HANOI
JOURNAL OF SCIENCE
EARTH SCIENCES
Vol. 26, No. 4, 2010

CONTENTS

1. **Hoang Duc Cuong**, Development of climate change scenarios for small areas in Vietnam by using the MAGICC/SCENGEN software in combination with statistic correction 179
2. **Tran Nghi, Nguyen Dich Dy, Doan Dinh Lam, Dinh Xuan Thanh, Nguyen Dinh Thai, Tran Thi Thanh Nhan, Giap Thi Kim Chi, Nguyen Thi Huyen Trang**, Evolution of holocene depositional environments in the coastal area from the Tien river to the Hau river mouths 185
3. **Tran Hong Thai**, Assessment of climate change impacts on water resources in Hong-Thai Binh river basin 202
4. **Tran Thuc**, Impacts of climate change on water resources in the Huong River basin and adaptation measures 210
- ✓ 5. **Tran Hong Thai, Luong Tuan Anh**, Development of cooperative research on assessment of climate change impacts on water resources of Vietnam-China transboundary river basins 218
6. **Hoang Minh Tuyen**, Impact of climate change on water resources in Ca River basin 224

Development of cooperative research on assessment of climate change impacts on water resources of Vietnam-China transboundary river basins

Tran Hong Thai, Luong Tuan Anh*

*Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment,
23/62 Nguyen Chi Thanh, Hanoi, Vietnam*

Received 2 November 2010; received in revised form 16 November 2010

Abstract. Vietnam-Chinese transboundary river basins play an important role in socio-economic development for both Vietnam and China. The cooperative research on assessment of climate change impact on water resources is necessary in order to maintain and develop water resources, exploit and consume effectively, protect environment and prevent disasters on transboundary river basins. The problems have been paid the attention by scientists and agencies of both countries. This report presents the expressions of climate change impacts on water resources on Vietnam-China transboundary river basins and suggest cooperative content and methodology of the research.

Keywords: climate change, Vietnam-China transboundary river basins.

1. Introduction

Along Vietnam-China border, the river flowing into Vietnam is Hong River, with 81.200 km² upstream area located in China and 1.100 km² area in Laos, the river flowing out is Ky Cung –Bang Giang River, with 10.532 km² upstream area located in Vietnam, flowing into Ta Giang River in Guangxi, China. According to the recent research [1], total discharge volume of Red River, resulting from foreign territory is 48,7 km³ per year, equivalent to 38.2% of total water amount of Hong River. The both river systems are important for socio-

economic development of Vietnam and China. The main upstream rivers of Hong River system, include: Ly Tien (upstream of Da River), Nguyen River (upstream of Thao river) and Ban Long river (upstream of Lo river) located in the South of China has more abundant water resources and hydropower potential than the similar ones in the North. Ky Cung- Bang Giang river system, having amount of 9-10 km³ per year, flowing into China territory, is also vital for socio-economic development on downstream area of Ta Giang river basin. Thus, protection and maintenance of water resources aimed to exploit and utilise resources effectively, preserve environment and prevent disasters is crucial and paid the

* Corresponding author. Tel.: 84-4-38343506
E-mail: tanh@vkttv.edu.vn

attention by scientists and agencies of both countries [2, 3].

2. The expressions of climate change impacts on water resources of Hong River basin

Climate change due to the earth warming causes the change of the processes, such as ocean-atmosphere interaction, ocean circulation over continents, hydrological cycle, also may lead to changes in distribution of water resources in space and time. Results of national and international research show that climate change impacts may increase the uncertainty of hydro-meteorological parameters, leading to more frequent occurrence of extreme hydrological characteristics. Natural disasters related to flood and drought occurring

frequently over the world and the region in recent year is the sign of the above statements.

Meanwhile, due to socio-economic development and population growth, demand of water resources on upstream area of Hong River system is highly growing, especially many reservoirs have been build for the purposes of hydropower, irrigation and others. Based on data of Power Engineering Consulting Joint Stock Company 1 [4], Ly Tien river in China territory has 11 reservoirs with nine of them in operation, Ban Long river in China territory has 8 hydropower reservoirs under planning with many of them in operation, Nguyen river has 1 operating plant. Some hydropower plants on Ly Tien river, upstream of Da river taken from satellite is shown in Figure 1.

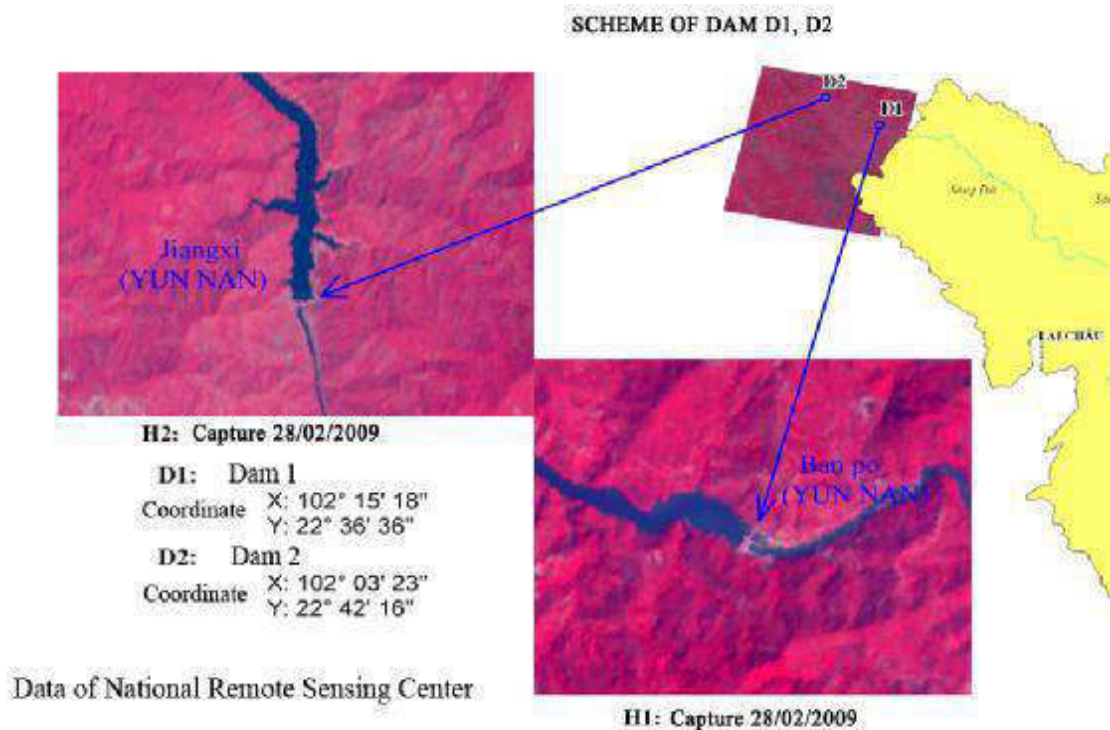


Figure 1. Hydropower plants on Ly Tien river.

Unstable water inflowing from China territory due to operation of hydropower plants at upstream results in large daily water level fluctuation which is contrast to natural law: daily water fluctuation is around 1.5-2.0m on Da river at Muong Te, 0.5-1.0m at Nam Giang, 1.0-1.3m on Lo river at Ha Giang and 0.5-0.8m on Gam river at Bao Lac. Regulation activities of reservoirs in China make the tendency of drought flow a month faster. Discharge in the first months of November-December of dry

season decreases quicker than the previous periods. Flow regulation of reservoirs at Ly Tien Do station, upstream of Da river (basin area of 17.155 km²) far about 52 km from Vietnam-China Border is shown in Figures 2 and 3. The instability of flow from China disturbs the operation of structures in exploitation and utilisation of water as well as usual status of ecosystem, downstream of Hong river system.

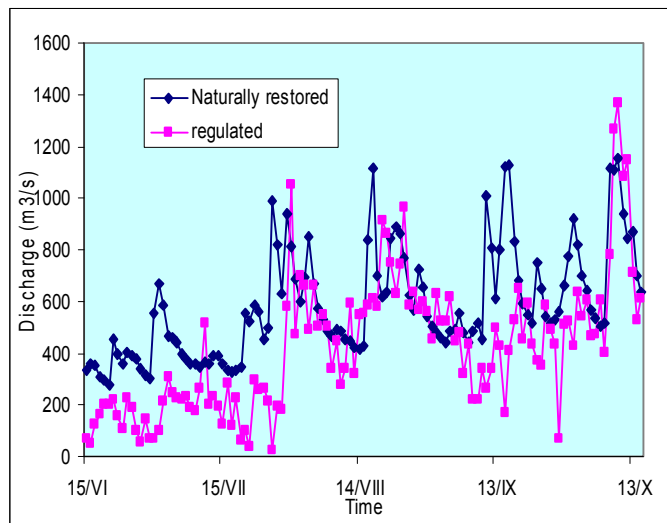


Figure 2. Naturally restored daily flow and regulated flow at Ly Tien Do station in 2010.

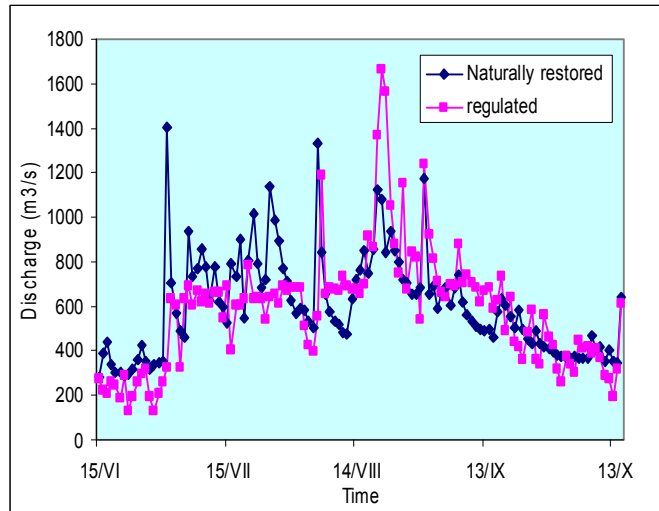


Figure 3. Naturally restored daily flow and regulated flow at Ly Tien Do station in 2009.

One significant expressions of climate change impacts on water resource in upstream of Hong river is occurrence of the annual maximum flood in October which is the last month of flood season when the storage capacity of reservoirs are nearly full. Statistical data in Table 1 shows that the annual maximum flood on Ly Tien river and Nguyen river often

occurs in August (taking more than 50%). In recent years, two the annual maximum flood occurred in October 2006 and October 2010. Consequently, artificial floods appeared on 11th October 2006 with flood peak nearly twice than natural one (Table 2), this made flood magnitude suddenly 10m higher on 8th-12th October 2006 at Muong Te station.

Table 1. The appearance of annual flood peak at October, period of recharge of reservoirs in recent years in upstream of Da and Thao rivers in China territory.

| No. | Year | Ly Tien Do station on Ly Tien river | | Man Hao station on Nguyen river | |
|-----|-------------|-------------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| | | Peak flow rate (m ³ /s) | Date/ Month | Peak flow rate (m ³ /s) | Date/Month |
| 1 | 1973 | 2434 | 27 July | 2265 | 28 July |
| 2 | 1974 | 3720 | 5 August | 3415 | 6 August |
| 3 | 1975 | 2605 | 16 June | 1855 | 17 June |
| 4 | 1976 | 2145 | 15 August | 1860 | 22 August |
| 5 | 1977 | 1730 | 5 July | 1400 | 1 August |
| 6 | 1978 | 1860 | 7 August | 1660 | 1 June |
| 7 | 2001 | 2217 | 1 August | 2944 | 14 July |
| 8 | 2002 | 2870 | 10 August | 3370 | 15 August |
| 9 | 2003 | 2030 | 20 July | 1370 | 28 July |
| 10 | 2004 | 1380 | 8 September | 1560 | 9 August |
| 11 | 2005 | 2030 | 20 July | 1070 | 25 August |
| 12 | 2006 | 6920 | 11 October | 4250 | 11 October |
| 13 | 2007 | 3880 | 4 August | 2920 | 4 August |
| 14 | 2008 | 1770 | 19 July | 1590 | 10 August |
| 15 | 2009 | 2300 | 19 August | 1150 | 18 August |
| 16 | 2010 | 1770 | 10 October | 1060 | 11 October |

Table 2. Artificial flood occurred in October 2006 at Ly Tien Do station on Ly Tien river (upstream of Da river).

| Flood | Rainfall (mm) | | | Flood peak (m ³ /s) | |
|-------------------|---------------|------------|----------|--------------------------------|----------|
| | Trung Ai Kieu | Tho Kha Ha | Muong Te | Ly Tien Do | Muong Te |
| 1-4 August 2007 | 163 | 152 | 120,6 | 3880 | 5359 |
| 8-11 October 2006 | 162 | 158 | 131,8 | 6920 | 6505 |

Another expression related to climate change impacts on water resource is that although in recent years, water resource in Hong river system tended to decrease but extreme flood occurring in Hong River system had tendency of increasing in frequency. Statistics in Table 3 shows that extreme floods

used to occurred once every 8-10 years in the last period. From 2001 up to now, extreme floods occurred on Da river in 2002 and 2006, on Thao river in 2005 and 2008 and on Lo river in 2001 and 2008. It is noteworthy for flood prevention for Hong river delta.

Table 3. The increasing frequency of great flood occurrence on river branches of Hong river system

| <i>Da river (Hoa Binh station)</i> | | <i>Thao river (Yen Bai station)</i> | | <i>Lo river (Genh Ga station)</i> | |
|------------------------------------|--|-------------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| Year | Annual flood peak exceeds 15000m ³ /s | Year | Annual flood peak exceeds 7000 m ³ /s | Year | Annual flood peak exceeds 7000 m ³ /s |
| Period of 1960-1990 | | | | | |
| 1964 | 17200 | 1968 | 10100 | 1969 | 8100 |
| 1969 | 15800 | 1971 | 9860 | 1971 | 11700 |
| 1971 | 16200 | 1979 | 7450 | 1986 | 8720 |
| | | 1986 | 7510 | | |
| Period of 1991-2000 | | | | | |
| 1996 | 22640 | 1996 | 7010 | 1995 | 7380 |
| | | | | 1996 | 7930 |
| Period of 2001-2010 | | | | | |
| 2002 | 15100 | 2005 | 7450 | 2001 | 8200 |
| 2006 | 15200 | 2008 | 10800 | 2008 | 7050 |

Floods on 6-7 January 2003 with the peak flood of 1320 m³/s at Lao Cai station on Thao river (annual peak flood of 1860 m³/s on 16 August) is the unprecedented abnormalities that may related to climate change impacts.

The increasing uncertainty of hydrological characteristics due to climate change impacts reduces reliability of hydrological engineering calculation as well as accuracy of forecast and warning, leading to reduce operation efficiency of water regulation structures and raise natural and manmade disaster risk.

The risks related to climate change impacts on water resources on Vietnam-Chinese transboundary river basins can be reduced based on promoting information exchange, scientific research and management cooperation. Currently, the trend of cooperation on climate change study, integrated water resources management in the region and the world create the opportunities to develop cooperation on the basis of equitable and reasonable utilization of water resources, and obligation not to cause significant harm on river basins, crossing the border of two countries.

3. Cooperative research on climate change impacts to enhance sustainable development of water resources on Vietnam-Chinese transboundary river basins

According to the research of international experts [5], cooperation should be started with information exchange, cooperative research and development of general principles of integrated management of international river basins. Cooperative research and rational use of transboundary water would turn risks and challenges into cooperative opportunities.

The objectives

- Exchange results of hydrological and water resources research on rivers acrossing the border, including: Da river, Thao river, Lo river, Ky Cung river and Bang Giang river;
- Assess rainfall and surface water of transboundary river basins in space and time;
- Assess the water demand in space and time;
- Tendency of rainfall and surface water in recent years;
- Develop climate change scenarios of the region;

- Assess impacts of climate change scenarios on rainfall-runoff process, water balance on the river basins which take an account of socio-economic development on transboundary river basins;

- Propose to respond climate change and mitigate adverse impacts of water exploitation on rivers crossing Vietnam-China border.

Cooperative research

Information and data exchange on the basis of authorisation; Methodology unification; Cooperative research; Workshop on research exchange; Training. Research funding need to be co-financed by two governments.

4. Conclusion and suggestion

In the context of climate change, based on the friendship and good neighborliness of two countries, recognition of riparian interest as well as understanding of risks related to transboundary water, cooperative research on hydrology and water resources is necessary to

propose solutions of integrated water resources management in order to develop and sign agreements to deal with problems related to transboundary water between Vietnam and China.

References

- [1] Tran Thanh Xuan, *Hydrological characteristics of water resource on rivers in Vietnam*, Agricultural Public House, Hanoi, 2007 (In Vietnamese).
- [2] F. Yan, H. Daming, Transboundary water vulnerability and its drivers in China, *J. Geogr. Sci.* No. 19. (2009).
- [3] Luong Tuan Anh, Tran Thuc, Transboundary water issues affected to Vietnam in the context of climate change, *Proceedings of the fifth Conference of Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources*, Hanoi, 2010.
- [4] Power Consultancy Company I, Report on Investment of Lai Chau hydropower plant on Da river, 2009.
- [5] P. Van der Zaag, F. Jaspers, J. Gupta, *Legislation of international waters*, UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, 2007.

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY, HANOI

ISSN 0866 - 8612



TẠP CHÍ KHOA HỌC

JOURNAL OF SCIENCE

CÁC KHOA HỌC TRỊ MỆT
EARTH SCIENCES

Volume 26, No. 4, 2010

VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY, HANOI
JOURNAL OF SCIENCE
EARTH SCIENCES
Vol. 26, No. 4, 2010

CONTENTS

1. **Hoang Duc Cuong**, Development of climate change scenarios for small areas in Vietnam by using the MAGICC/SCENGEN software in combination with statistic correction 179
2. **Tran Nghi, Nguyen Dich Dy, Doan Dinh Lam, Dinh Xuan Thanh, Nguyen Dinh Thai, Tran Thi Thanh Nhan, Giap Thi Kim Chi, Nguyen Thi Huyen Trang**, Evolution of holocene depositional environments in the coastal area from the Tien river to the Hau river mouths 185
3. **Tran Hong Thai**, Assessment of climate change impacts on water resources in Hong-Thai Binh river basin 202
4. **Tran Thuc**, Impacts of climate change on water resources in the Huong River basin and adaptation measures 210
- ✓ 5. **Tran Hong Thai, Luong Tuan Anh**, Development of cooperative research on assessment of climate change impacts on water resources of Vietnam-China transboundary river basins 218
6. **Hoang Minh Tuyen**, Impact of climate change on water resources in Ca River basin 224

Assessment of climate change impacts on water resources in Hong-Thai Binh river basin

Tran Hong Thai*

*Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment,
23/62 Nguyen Chi Thanh, Hanoi, Vietnam*

Received 12 November 2010; received in revised form 26 November 2010

Abstract. Rapid socio-economic development leads to a great increase in water demand of many sectors and conflicts between water users. Moreover, studies have warned about serious degree of influence of climate change (CC) on Vietnam, particularly on the water resources. Therefore, assess CC impacts on water balances are very necessary task. The Ministry of Natural Resources and Environment has completed the appropriate climate change scenarios in Vietnam [1]. In this study, water balance results will be presented including three scenarios: high emissions scenario (A2), medium emission scenario (B2), and low emission scenario (B1). The water balanced in Hong-Thai Binh river basin was calculated, which is one of the largest basins in Vietnam. The basin is very complicated: Under the influence of flow regime of international rivers [2], a system of reservoirs and irrigation structures serving diverse purposes, such as of water supply, irrigation, flood control and hydropower [3-5]. MIKE BASIN model was applied to describe exploitation, utilization and to identify the water shortage areas according to the climate change scenarios.

Keywords: climate change, water resources, Hong-Thai Binh river.

1. Introduction about the study area

Hong-Thai Binh river basin is an international river basin that flows through three countries: China, Laos, Vietnam with a total natural area is 169,000 km². The area of basin located in Vietnam is: 86,680 km², occupying 51.3% of the total.

This is the second largest river basin, (after the Mekong basin) in Vietnam which flows into East sea. Hong-Thai Binh river is formed from 6 major tributaries: Da, Thao, Lo, Cau, Thuong and Luc Nam rivers.



Figure 1. Topographic map of Hong-Thai Binh river basin.

* Tel.: 84-4-38359491
E-mail: tranthai.vkttv@gmail.com

2. Research method

In this study, two methods were used as follows:

- (i) Document synthesis and data analysis; and
- (ii) Mathematical model.

MIKE BASIN model was used to calculate water balance in Hong-Thai Binh river basin, where MIKE NAM model was also used for inflow calculation in this basin.

MIKE BASIN is a tool for water resources management, and more exactly it is a tool to calculate the optimal balance between water demand and available water amount. It supports the managers in choosing suitable development scenarios, exploitation and protection of water resources in the future.

3. Application of MIKE BASIN model to calculate the water balance in Hong-Thai Binh river basin

3.1. Water balance scheme and irrigation system

Based on characteristics of the basin such as: topography, climate, irrigation systems, and distribution of population, the river basin was divided into six sub-basins (Da, Thao, Lo, Cau, Nhue-Day, downstream Hong-Thai Binh River) including 91 sub-areas.

The simulated irrigation system in MIKE BASIN model are: reservoirs and hydro-powers parameters of which are: reservoirs relationship ($Z \sim F \sim V$), reservoir water level, capacity of hydro-plants, reservoir water level changes, regulation of reservoir operation.

Baseline and scenario simulation: 25 reservoirs and five hydroelectric powers.

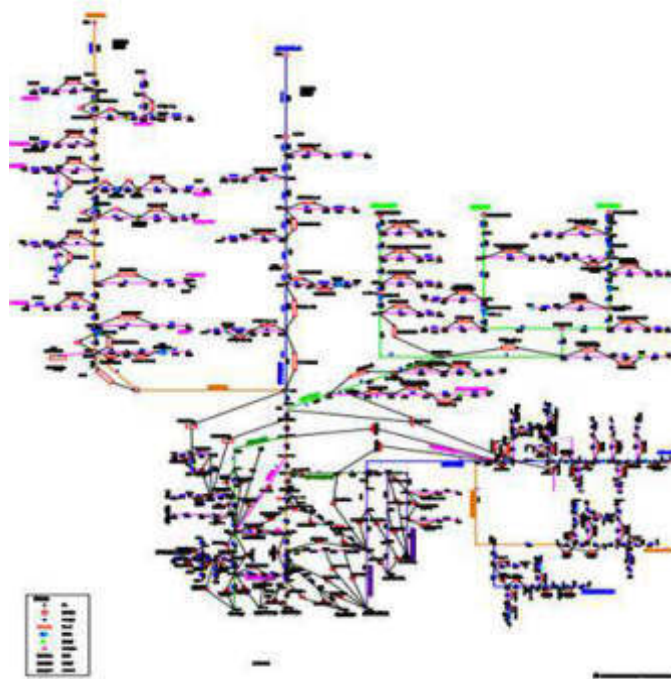


Figure 2. Water balance scheme of Hong-Thai Binh river basin.

Table 1. The parameters of hydropowers in the Hong-Thai Binh river basin.

| Nam of hydropower | Year of beginning | Year of operation | Install capacity (MW) | Energy production (10 ⁶ KWh) | Function |
|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|---|------------------------|
| Lai Chau | 2010 | 2017 | 1200 | 4700 | Electricity generation |
| Son La | 2005 | 2012 | 2400 | 10246 | Electricity generation |
| | | | | | Flood control |
| Hoa Binh | 1979 | 1994 | 1920 | 8160 | Irrigation |
| | | | | | Electricity generation |
| Tuyen Quang | 2002 | 2008 | 342 | 1329 | Flood control |
| | | | | | Electricity generation |
| | | | | | Flood control |
| Thac Ba | 1961 | 1971 | 120 | 414 | Irrigation |
| | | | | | Generate electricity |

3.2. Input data

3.2.1. Inflow

Inflows in the hydro stations and on the sub-basins were calculated according to three climate change scenarios A2, B1, B2 for the following periods: baseline (1980-1999), 2020-2039, 2040-2059, 2060-2079, and 2080-2099.

MIKE NAM model was used to calculate the inflow according to three climate change scenarios A2, B1, B2. The total annual flow increases slightly in all the three scenarios. However, variation rates of annual flow in each tributary are not different.

3.2.2. Water demand

On the basin, water demand was calculated in Hong-Thai Binh: agriculture, aquaculture, industry, domestic sector, public services and tourism. To assess the influence of climate change on water demand two Cases were considered.

Due to limitations of published data, the water requirement of livestock, industry, aquaculture, domestic sector, public services and tourism were calculated to 2020 according to the Statistical Year Book 2000 (Case 1) and the planning of socio-economic development plan to 2020 of provinces in the basin (Case 2),

with the assumption that these demands would not be changed by 2100. This means there is only water demand for the main user (agriculture) that will be changed throughout the periods. For each Case, the water demand for agriculture was calculated for 20 years from 1980 to 2000 and for 80 years from 2020 to 2100 with the assumption that agricultural area and cultivated crop structure were constant. Thus, the changes of water demand for agriculture only would depend on precipitation and evaporation.

Case 1 (WD1): Calculation of water demand for the periods 1980-1999 and 2020-2100 based on the Statistical Year Book 2000 for the data on agricultural and industrial areas, livestock, population and the data of rainfall and temperature scenarios for projected agricultural demand.

Case 2 (WD2): Calculation of water demand for the periods 1980-1999 and 2020-2100 based on the planning of socio-economic development plan to 2020 for the data on agricultural and industrial areas, livestock, aquaculture, population, tourism and the data of rainfall and temperature scenarios for projected agricultural demand.

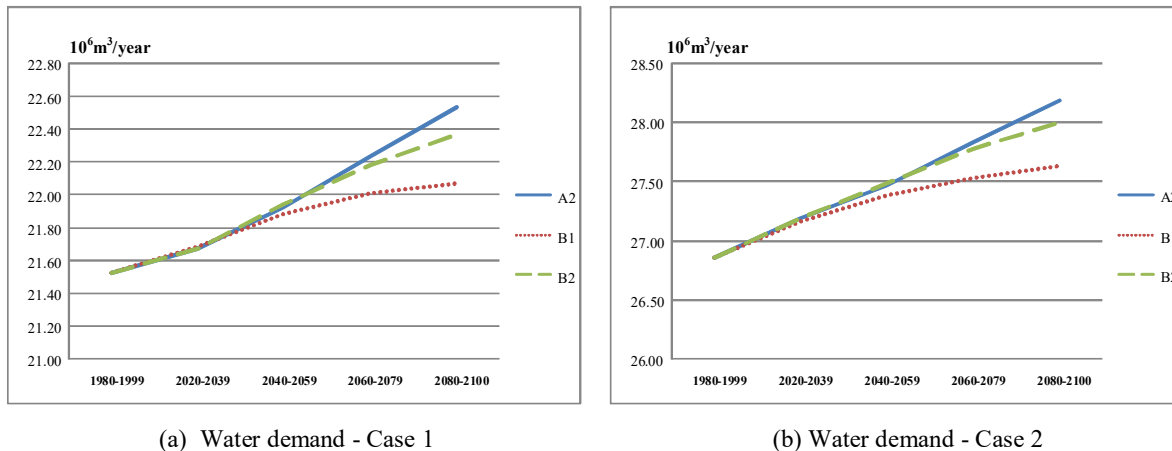


Figure 3. The trend of water demand in the 2 Cases.

3.3. Choosing option for water balance calculation

In order to calculate water balance on Hong-Thai Binh river basin, the options were chosen based on (i) the planning of socio-economic development of the region, of each provinces and of each sector [4,6,7]; (ii) climate

change scenarios [1]. The main criteria considered choosing option were: (i) inflow, (ii) water demand, (iii) irrigation system. The options for water balance calculation are shown in Table 2.

Table 2. Options for water balance calculation.

| Water balance (WB) Cases | CC scenarios | System of water resources structures | Water demand | Inflow |
|--------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------|--------|
| WB - Case 1 | A2 | 25 reservoirs, 5 hydropower plants | WD1 – A2 | A2 |
| | B2 | | WD1 – B2 | B2 |
| | B1 | | WD1 – B1 | B1 |
| WB - Case 2 | A2 | | WD2 – A2 | A2 |
| | B2 | | WD2 – B2 | B2 |
| | B1 | | WD2 – B1 | B1 |

4. Results and discussion

4.1. Water balance results

According to calculation results, water shortage in the sub-basins and the whole basin more and more increase. Total of water demand in the Case 2 is bigger approximately 5 billion m^3 per year than that in Case 1. In addition, because inflows in both Cases are constant, so

water shortage in Case 2 is 4.2 to 4.8 billion m^3 per year, occupying 15% -17% of water demand in the whole basin. There are no differences between two Cases in terms of quantity and percentage of water deficit. Trend of water shortage in Da, Thao, Lo, Cau Thuong, Luc Nam, Nhue, Day basins and the downstream of Hong-Thai Binh river are quite similar.

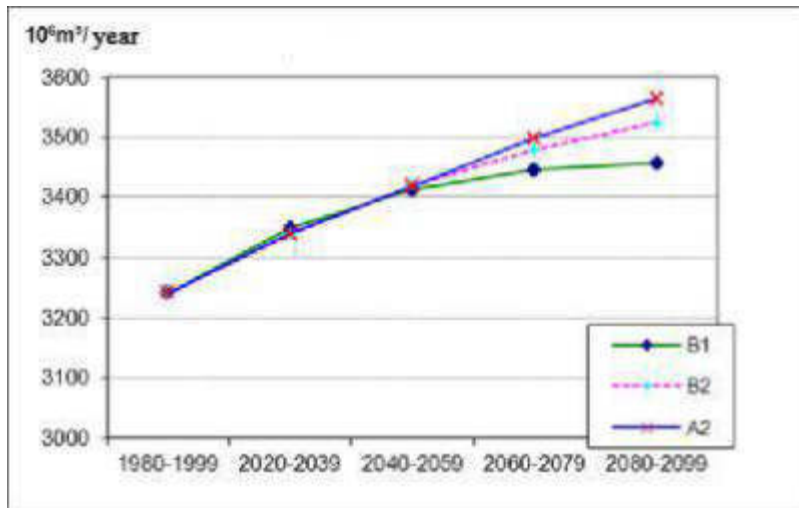


Figure 4. Water shortage in the whole region under three scenarios- WB Case 1.

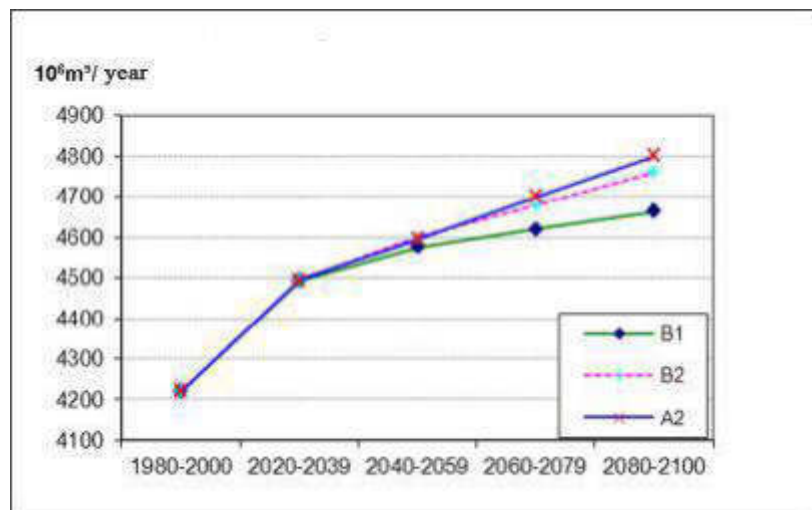


Figure 5. Water shortage in the whole region under three scenarios – WB Case 2.

Table 3. The total average water shortage in period- WB Case 1.

(Unit: $10^6 m^3 / year$)

| Scenario | 1980-1999 | 2020-2039 | 2040-2059 | 2060-2079 | 2080-2099 |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | $V_{deficit}$ | $V_{deficit}$ | $V_{deficit}$ | $V_{deficit}$ | $V_{deficit}$ |
| B1 | 3,241.1 | 3,347.8 | 3,412.0 | 3,445.6 | 3,455.9 |
| B2 | 3,241.1 | 3,338.1 | 3,420.1 | 3,478.7 | 3,524.5 |
| A2 | 3,241.1 | 3,339.1 | 3,418.2 | 3,497.8 | 3,564.6 |

Table 4. The total average water shortage period - WB Case 2.

(Unit: $10^6 \text{ m}^3 / \text{year}$)

| Scenario | 1980-1999 | 2020-2039 | 2040-2059 | 2060-2079 | 2080-2099 |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | V_{deficit} | V_{deficit} | V_{deficit} | V_{deficit} | V_{deficit} |
| B1 | 4,220.6 | 4,492.8 | 4,575.2 | 4,619.0 | 4,663.3 |
| B2 | 4,220.6 | 4,493.9 | 4,599.8 | 4,677.6 | 4,759.9 |
| A2 | 4,220.6 | 4,494.4 | 4,595.2 | 4,699.0 | 4,801.2 |

4.2. Energy production

The calculation result shows that the average monthly energy production of hydropower plants during the dry season has a decreasing tendency and in flood season has

increasing tendency in comparison with the baseline scenario. For all hydropower plants, annual energy production is on the increase in the periods 1980-1999, 2020-2039, 2040-2059, 2060-2079, and 2080-2099. However, this change is not significant.

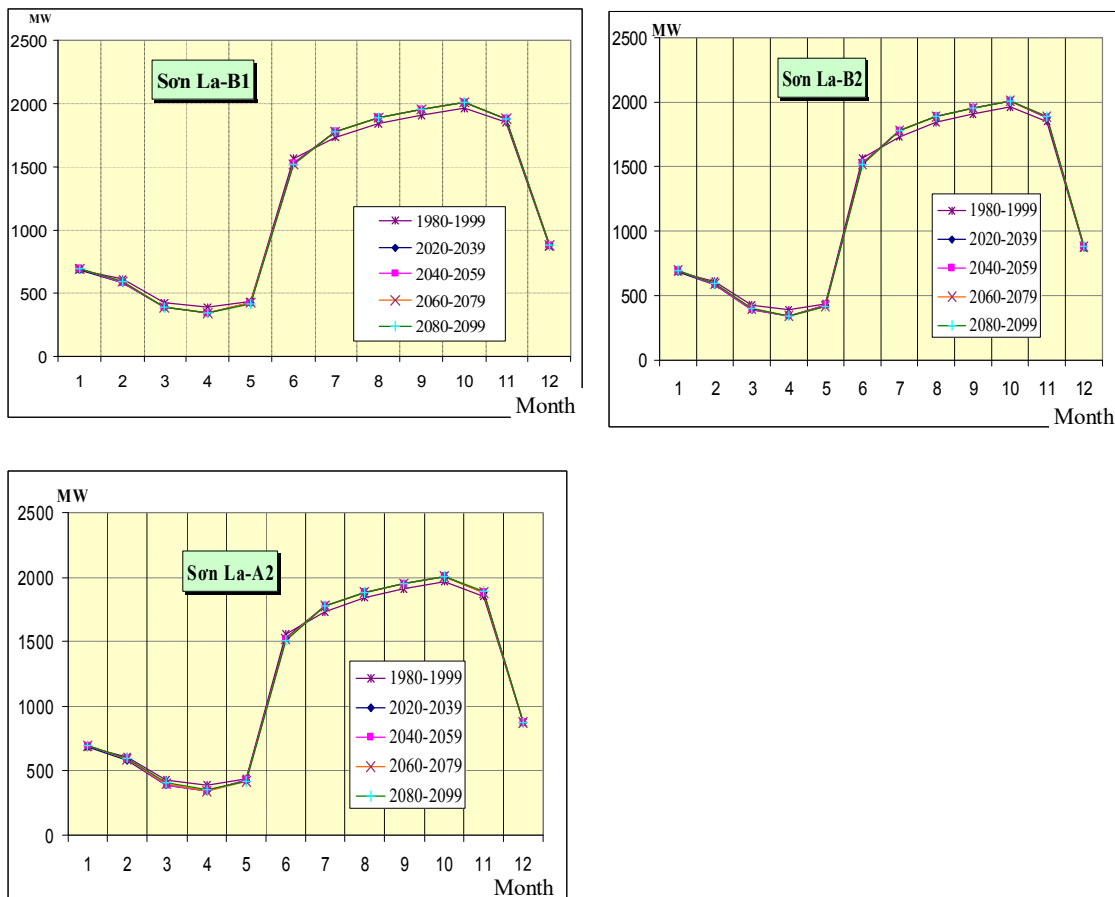


Figure 6. Monthly average energy production of Son La hydropower plant under 3 scenarios – WB Case 1.

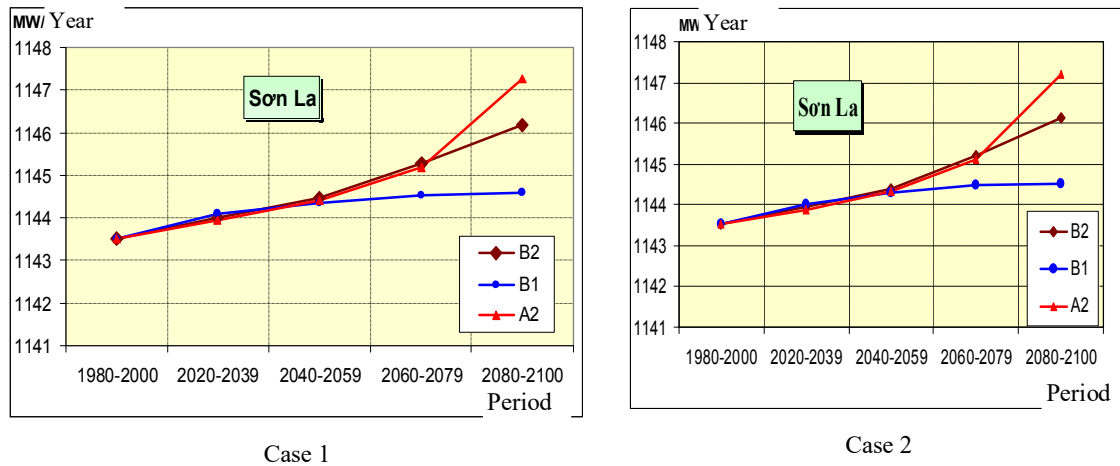


Figure 7. Annual energy production of Son La hydropower plant under 3 scenarios.

5. Conclusions

1) Climate change causes the increase in the total annual the whole basin. The inflow increases in flood season and decreases in dry season, which would influence on water balance in the basin. The increase temperature causes increase in evaporation, while rainfall decreases in the dry season, therefore water demand is higher and higher, so water shortage is more and more seriously.

2) According to the forecast, the water demand in the period 2020 to 2100 from 21.52 to 22.54 billion m^3 per year for Case 1 and from 27.17 to 28.19 billion m^3 per year for Case 2 can be met.

3) In general, annual energy production is on the increase in the periods as compared to the baseline. However, this change is not significant.

4) In the context of climate change, under unfavorable conditions for water use and, water

allocation and use become extremely difficult and complicated. If some reservoirs were built in the upstream in the future, it would influence on the capacity of meeting the water demand in downstream. Therefore it needs to pay attention to reservoir operation especially cascade operation, regulating water resources use to meet water demand in the future.

Acknowledgments

The author acknowledges the financial support by Danish International Development Agency (DANIDA) for the project "Impacts of climate change on water resources and adaptation measures".

References

- [1] Ministry of Natural Resources and Environment, *Climate change, sea level rise scenarios for Vietnam*, 2009.

- [2] Tran Thanh Xuan, *Hydrological features and water resources in Vietnam rivers*, Agriculture publishing house, 2007 (In Vietnamese).
- [3] Water Resources University, *Research on scientific and practical bases for water supply in the dry season for the Hong River Delta*, 2007 (In Vietnamese).
- [4] Water Resources Planning Institute, *The synthetic use of water resources in Hong – Thai Binh River*, 2005 (In Vietnamese).
- [5] Water Resources Planning Institute, *Developing operating regulation for cascade in Da and Lo Rivers in the dry season for downstream of Hong-Thai Binh River*, 2007 (In Vietnamese).
- [6] General Statistic Office, *Socio-Economic Statistic Data of 671 districts, towns and cities belong to authority of provinces in Vietnam*, Statistical Publishing House, 2006.
- [7] Ministry of Construction, *The development direction of urban water supply by 2020*, Construction Publishing House, 1998 (In Vietnamese).

CONTENTS

| Đồng biên tập: GS.TS. ĐÀO XUÂN HỌC | N ^o | Title | Authors | Page |
|---|----------------|--|---|------|
| Chủ Tổng biên tập: GS.TS. PHẠM NGỌC QUÝ GS.TS. LÊ ĐÌNH THÀNH GS.TS. VŨ THANH TẾ GS.TS. NGUYỄN QUANG KIM | | Part I. Coastal and Marine Hydrodynamics | | |
| Biên tập viên thường trực Đồng biên tập: GS.TS. HOÀNG THÁI ĐẠI | 1. | Wave Setup at River Mouths in Japan | HITOSHI TANAKA NGUYEN XUAN TINH | 5 |
| Ban Thư ký Tòa soạn GS. PHẠM VĂN ANH GS. PHẠM TÁT THĂNG | 2. | Mechanics of Internal Waves Propagating over a Varying Bottom Slope | MOTOHKO UMEYAMA | 13 |
| Biên tập viên Hội đồng biên tập GS.TS. LÊ KIM TRUYỀN GS.TS. NGUYỄN VĂN MAO GS.TS. PHẠM NGỌC KHÁNH GS.TS. NGUYỄN VĂN LỆ GS.TS. BÙI HIẾU GS.TS. HÀ VĂN KHÔI GS.TS. DƯƠNG THANH LƯỢNG GS.TS. ĐỖ VĂN HỨA GS.TS. NGUYỄN CHIẾN GS.TS. HỒ SỸ DỰ GS.TS. NGUYỄN VĂN LAI GS.TS. VŨ MINH CÁT GS.TS. NGUYỄN ĐĂNG CƯỜNG GS.TS. NGUYỄN ĐĂNG TỌ GS.TS. NGUYỄN BẢ UÂN GS.TS. TRẦN VIỆT ƠN GS.TS. PHẠM VĂN QUỐC GS. TRỊNH MINH THỤ | 3. | Tsunami risk along Vietnamese coast | VU THANH CA NGUYEN DINH XUYEN | 24 |
| Biên tập viên Hội đồng biên tập GS.TS. LÊ KIM TRUYỀN GS.TS. NGUYỄN VĂN MAO GS.TS. PHẠM NGỌC KHÁNH GS.TS. NGUYỄN VĂN LỆ GS.TS. BÙI HIẾU GS.TS. HÀ VĂN KHÔI GS.TS. DƯƠNG THANH LƯỢNG GS.TS. ĐỖ VĂN HỨA GS.TS. NGUYỄN CHIẾN GS.TS. HỒ SỸ DỰ GS.TS. NGUYỄN VĂN LAI GS.TS. VŨ MINH CÁT GS.TS. NGUYỄN ĐĂNG CƯỜNG GS.TS. NGUYỄN ĐĂNG TỌ GS.TS. NGUYỄN BẢ UÂN GS.TS. TRẦN VIỆT ƠN GS.TS. PHẠM VĂN QUỐC GS. TRỊNH MINH THỤ | 4. | Model for water circulation in tidal dominated estuarine regions | DINH VAN UU HA THANH HUONG | 33 |
| Biên tập viên Hội đồng biên tập GS.TS. LÊ KIM TRUYỀN GS.TS. NGUYỄN VĂN MAO GS.TS. PHẠM NGỌC KHÁNH GS.TS. NGUYỄN VĂN LỆ GS.TS. BÙI HIẾU GS.TS. HÀ VĂN KHÔI GS.TS. DƯƠNG THANH LƯỢNG GS.TS. ĐỖ VĂN HỨA GS.TS. NGUYỄN CHIẾN GS.TS. HỒ SỸ DỰ GS.TS. NGUYỄN VĂN LAI GS.TS. VŨ MINH CÁT GS.TS. NGUYỄN ĐĂNG CƯỜNG GS.TS. NGUYỄN ĐĂNG TỌ GS.TS. NGUYỄN BẢ UÂN GS.TS. TRẦN VIỆT ƠN GS.TS. PHẠM VĂN QUỐC GS. TRỊNH MINH THỤ | 5. | Storm surge predictions for Vietnam coast by Delft3D model using results from RAMS model | NGUYEN THO SAO | 39 |
| Biên tập viên Hội đồng biên tập GS.TS. LÊ KIM TRUYỀN GS.TS. NGUYỄN VĂN MAO GS.TS. PHẠM NGỌC KHÁNH GS.TS. NGUYỄN VĂN LỆ GS.TS. BÙI HIẾU GS.TS. HÀ VĂN KHÔI GS.TS. DƯƠNG THANH LƯỢNG GS.TS. ĐỖ VĂN HỨA GS.TS. NGUYỄN CHIẾN GS.TS. HỒ SỸ DỰ GS.TS. NGUYỄN VĂN LAI GS.TS. VŨ MINH CÁT GS.TS. NGUYỄN ĐĂNG CƯỜNG GS.TS. NGUYỄN ĐĂNG TỌ GS.TS. NGUYỄN BẢ UÂN GS.TS. TRẦN VIỆT ƠN GS.TS. PHẠM VĂN QUỐC GS. TRỊNH MINH THỤ | 6. | A method for determining possible maximum storm surge at a sea dike | BUI XUAN THONG NGUYEN VAN LAI | 48 |
| Biên tập viên Hội đồng biên tập GS.TS. LÊ KIM TRUYỀN GS.TS. NGUYỄN VĂN MAO GS.TS. PHẠM NGỌC KHÁNH GS.TS. NGUYỄN VĂN LỆ GS.TS. BÙI HIẾU GS.TS. HÀ VĂN KHÔI GS.TS. DƯƠNG THANH LƯỢNG GS.TS. ĐỖ VĂN HỨA GS.TS. NGUYỄN CHIẾN GS.TS. HỒ SỸ DỰ GS.TS. NGUYỄN VĂN LAI GS.TS. VŨ MINH CÁT GS.TS. NGUYỄN ĐĂNG CƯỜNG GS.TS. NGUYỄN ĐĂNG TỌ GS.TS. NGUYỄN BẢ UÂN GS.TS. TRẦN VIỆT ƠN GS.TS. PHẠM VĂN QUỐC GS. TRỊNH MINH THỤ | 7. | Computation of storm and monsoon wave parameters for sea dyke design in Vietnam | NGUYEN MANH HUNG NGUYEN KHAC NGHIA DUONG CONG DIEN | 58 |
| Biên tập viên Hội đồng biên tập GS.TS. LÊ KIM TRUYỀN GS.TS. NGUYỄN VĂN MAO GS.TS. PHẠM NGỌC KHÁNH GS.TS. NGUYỄN VĂN LỆ GS.TS. BÙI HIẾU GS.TS. HÀ VĂN KHÔI GS.TS. DƯƠNG THANH LƯỢNG GS.TS. ĐỖ VĂN HỨA GS.TS. NGUYỄN CHIẾN GS.TS. HỒ SỸ DỰ GS.TS. NGUYỄN VĂN LAI GS.TS. VŨ MINH CÁT GS.TS. NGUYỄN ĐĂNG CƯỜNG GS.TS. NGUYỄN ĐĂNG TỌ GS.TS. NGUYỄN BẢ UÂN GS.TS. TRẦN VIỆT ƠN GS.TS. PHẠM VĂN QUỐC GS. TRỊNH MINH THỤ | 8. | A method for locating possible sources of oil pollution in the East Vietnam Sea | VU THANH CA HOANG DUC CUONG TRAN HONG THAI NGUYEN XUAN HIEN NGUYEN XUAN DAO | 67 |
| | 9. | Analysis on the dynamic parameters influencing the morphology of Da Rang river mouth | PHAM THU HUONG VU THANH CA | 76 |
| | | Part II. Coastal Sediment Transport and Morphology | | |
| | 10. | Review of empirical relationships between inlet cross-section and tidal prism | MARCEL J.F. STIVE R.D. RAKHORST | 89 |
| | 11. | The equilibrium stages of headland-bay beaches in the coastal provinces of Vietnam | DANG VANTO | 95 |
| | 12. | Morphodynamic modelling of Thuan An channel | NGUYEN THI VIET LIEN NGUYEN MANH HUNG DUONG CONG DIEN | 103 |
| | 13. | Hydrodynamics and morphodynamics of a seasonally forced tidal inlet system | NGHIEM TIEN LAM MARCEL J.F. STIVE ZHENG BING WANG HENK JAN VERHAGEN VU THI THU THUY | 114 |

Toà soạn: PHÒNG 504 - NHÀ A1 - TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI

175 TÂY SƠN - ĐÔNG ĐÀ - HÀ NỘI

Điện thoại: 04.5638158 Fax: 04. 8534198; Email: tapchitlmt@wru.edu.vn

Số lượng in: 500 cuốn, khổ 21 x 29 cm tại Công ty in Thủy Lợi. Giấy phép xuất bản số: 158 / GP-BVHTT, cấp ngày 8/5/2003.

| N ^o | Title | Author | Page |
|---|---|---|------|
| 14. | Modelling bed level change at Nhat Le estuary and structural impacts using Delft3D | NGUYEN QUANG LUONG | 125 |
| 15. | Morphodynamic modeling and causes of closure of My A inlet | NGHEM TIEN LAM LE DINH THANH YU MINH CAT YU THI THU THUY | 133 |
| 16. | Some research results on erosion and deposition in the coastal zone of Haiphong | TRAN ANHTU TRAN DUC THANH | 143 |
| 17. | Evaluation estuarine and coastal bathymetry changes of Cua Viet using Digital Elevation Model | DAO DINH CHAM NGUYEN THAI SON NGUYEN VAN CU | 151 |
| 18. | Using open source software to simulate estuarine hydrodynamics | NGUYEN QUANG CHIEN | 160 |
| 19. | Flow channel change of lower Dong Nai-Saigon river and suggestions of prevention solutions | HOANG VAN HUAN | 167 |
| Part III. Coastal Structures | | | |
| 20. | Alternatives for coastal protection | KRYSTIAN PILARCZYK | 181 |
| 21. | Two-dike system along Vietnam coast | GERRIT JAN SCHIERECK NGUYEN BA QUY | 189 |
| 22. | Scientific bases for determining seadike lines in Vietnam | NGUYEN BA QUY YU THANH TE MARTEN HILLEN GERRIT JAN SCHIERECK | 197 |
| 23. | Risk based approach for safety standard of coastal flood defences in Vietnam | MAI VAN CONG MAI CAO TRI NGUYEN BA QUY J.K. VRIJLING | 204 |
| 24. | Study wave overtopping on the wave flume at WRU | VU MINH CAT THIEU QUANG TUAN LE HAI TRUNG | 217 |
| 25. | Research on scour of sea dyke with physical model | LE HAI TRUNG NGUYEN QUANG LUONG LE XUAN ROANH | 225 |
| 26. | Modelling sea dike toe erosion during storms | THIEU QUANG TUAN NGUYEN QUANG LUONG LE NGOC ANH | 235 |
| 27. | Wave induced failure mechanisms of sea dikes during a typhoon | NGUYEN VAN THIN NGO TRI VIENG NGUYEN BA QUY | 244 |
| 28. | Practical experiences in design and execution of dike using dredgers | NGUYEN QUOC DZUNG KHONG TRUNG DUAN | 257 |
| 29. | Quality control and construction technologies for seadike on soft soil foundations | LE XUAN ROANH | 264 |
| 30. | An application of ship manoeuvring simulation in a access channel design | NGUYEN VAN NGOC HOANG HONG GIANG | 273 |
| 31. | Suggestion of new technology for the bank protection of estuaries, coastal areas in Ganh Hao, Bac Lieu province | HOANG VAN HUAN PHAM CHI TRUNG | 281 |
| Part IV. Marine and Coastal Management | | | |
| 32. | Integrated Coastal Zone Management in Vietnam: Pattern and Perspectives | NGUYEN TAC AN NGUYEN KY PHUNG TRAN BICH CHAU | 297 |
| 33. | Integrated Coastal Zone Management towards sustainable development in Vietnam | HUA CHIEN THANG | 305 |
| 34. | Integrated Coastal Zone Management in the central region of Vietnam – issues and recommendations | LE DINH THANH NGUYEN THI THE NGUYEN | 314 |
| 35. | Applications remote sensing data and GIS for research and management natural resources and environment of coastal zone and islands in Vietnam | PHAM QUANG SON | 321 |
| 36. | A method for determining oil spill pollution along Vietnamese coast and estuaries | BUI XUAN THONG NGUYEN QUANG MINH | 328 |
| 37. | Studies on hydro-biology in estuaries at West-Sea zone of Ca Mau peninsular for aquaculture development | LUONG VAN THANH | 337 |
| | Author index | | |

A method for locating^{1:174} possible sources of oil pollution in the East Vietnam Sea

Vu Thanh Ca³, Hoang Duc Cuong⁴, Tran Hong Thai⁴,
Nguyen Xuan Hien⁴, Nguyen Xuan Dao⁴

Abstract: A method was proposed for locating possible sources of oil pollution in the East Vietnam Sea. The method includes two stages. The first stage is called the raw stage. In this stage, based on the history of oil pollution at the Vietnamese coast and oil pollution footprint detected by remote sensing technique, numerical computation of wind and flow field in the sea was carried out. With the obtained wind and flow fields, reversed analysis was carried out to have a raw determination of possible sources of oil pollution. The second stage is called the refined stage. In this stage, based on the results of the raw stage, the location of oil source was corrected by assuming different oil slick scenarios (locations of oil source, discharge amount and discharge time). Then, numerical computations were carried out again to determine the transport and weathering of oil after being discharged from the source. The oil slick scenario which best fit the history of oil pollution and oil slick footprint will be selected as the oil pollution source.

1. Introduction

Recently, oil pollution has become an increasing environmental problem for the Vietnamese coast and sea. The area with oil pollution is expanding while the degree of pollution is increasing. During recent ten years, there are more than ten oil pollution events which caused great environmental consequences to the estuarine and nearshore areas of Vietnam. Typical oil pollution events are listed bellows. On October 3, 1994, the Neptune Aries (Singapore) collided with pier at Cat Lai port, caused the slick of 1.700 tons of oil. On September 7, 2001, the Formosa One (Liberia) collided with other ship at Ganh Rai Bay, caused the slick of 900m³ of oil. On February 6, 2002, the Bach Dang Giang (Vietnam) collided with submerged rock in Hai Phong coastal water, caused the slick of 2.500m³ of oil. Recently, every year, during March to April, the oil pollution appears at the coastal areas of Central Vietnam. Especially, on January 29, 2007, oil began to polute Da Nang and Hoi An Beaches. After that, during the period from February 2007 to May 2007, the oil pollution affected the coastal areas of 17 cities, provinces of Vietnam, including Hai Phong, Ha Tiinh, Quang Binh, Quang Tri, Thua Thien - Hue, Đa Nang, Quang Ngai, Quang Nam, Binh Đinh, Phu Yen, Khanh Hoa, Vung Tau - Con Đảo, Tien Giang, Ben Tre, Tra Vinh, Soc Trang and Ca Mau. The total collected oil from Juanuary 29, 2007 to April 18, 2007 is 1702 tons. Among it, 855 tons of polluted oil is collected at the Quang Nam beach. The impacts of the polluted oil on the environment, economic and society in the polluted coastal areas have not been fully understood.

Due to the seriousness of the oil pollution, the Government of Vietnam had assigned the Ministry of Natural Resources and Environment to carry out study to understand the processes of the transport and weathering of oil in the sea, and locate the possible sources of oil pollution. This article presents the results of the study carried out by the Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment (IMHEN) for the above mentioned purpose.

³ Marine Management Institute, Vietnam Administration for Sea and Islands; E-mail: vuca@vkttv.edu.vn

⁴ Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment; 5/62 Nguyen Chi Thanh, Hanoi, Vietnam

To study the processes of transport and weathering of oil in the sea, in this study, we used the numerical models in combination with remote sensing technique. The satellite images from the MODIS sensor (AQUA and TERRA), ENVISAT ASAR, ALOS PALSAR satellites were analyzed to determine the location of polluted areas in the sea. Then, a system of numerical models, including a numerical model for the computation of wind, air temperature and sea surface temperature fields. For the transport and weathering of oil in the marine environment, two numerical models are used. The first model is the MIKE31-PA/SA of Danish hydraulic. The second model is a system of models developed by a group of researchers at the IMHEN. In this system of models, a numerical model for the computation of wave field, numerical models for the computation of current field and a numerical model for the computation of the transport and weathering of oil in the sea were used to predict the transport of oil in the sea. Based on the past current and wind field and the present position of polluted oil, a reversed analysis technique was employed to locate the possible oil pollution.

2.1 Meteorological conditions

After being slicked into the marine environment, the polluted oil is transported under the combined actions of wind, waves and currents. The action of the wind on the transport of oil has three folds. At the first, the wind acts on the surface of the oil and transport the oil in the wind direction. It was estimated that (Stoizenbach et al, 1977) that the drifted velocity of the surface oil layer due to the wind can be about 0.03 velocity of the wind. At the second, the wind generates the surface waves, which can advect the oil and intensify the oil weathering processes, leading to the dispersion of oil in the sea water. At the third, the wind drives currents, which can directly transport the polluted oil. Thus, in order to correctly predict the transport and weathering of the polluted oil, the wind must be correctly computed.

The AVN wind data with equal resolutions in both latitude and longitude directions of 1° are used for the computation of the wind field in the East Vietnam Sea. Since the resolution of 1° is too coarse for the current and oil transport computation, the MM5 model for numerical weather forecast is used to interpolate the wind to the $2'$ grid mesh resolution. The computed wind fields at the beginning of March are shown in Figures 1a-1f. Detailed computations (not shown) revealed that during February, 2007, the dominant wind in the entire Vietnamese sea and coastal areas have the north east direction. At the end of February until the beginning of March, the wind became very variable. As shown in Figs. 1a, from March 01 to March 05, 2007, the wind at the north of East Vietnam Sea was south east wind while the wind in the southern part was the north east wind. The wind speed was about 5-10m/s. During the period from 06 to 11 March, 2007 (Figure 1b), the continental high pressure became dominant over the Vietnamese land and sea, the dominant wind for the entire East Vietnam Sea was the north east with the wind velocity of 10m/s. The wind during the period from March 12 to March 16 was similar to that at the beginning of March (Figure 1c). A strong cold front influenced Vietnamese weather on land and sea from 17 to 20 March caused strong north east wind on the entire sea with the wind velocity of more than 10m/s (Figure 1d). At the beginning of April, the wind direction changed. On April 10, 2007, the wind on the sea was north east with with the speed of about 5-10m/s, and from 11 to 19 April, the wind at the north of the sea was south east to south while at the south of the sea, the wind was rather complex (Figure 1e).

The 3D POM (Princeton Ocean Model) model was used to compute the current field. Forcing on the current fields includes tide, wind and density current. The computational region was extended over whole East Vietnam Sea with the tidal forcing computed at the boundary of the computational region from the harmonic constants of 9 main tidal waves. The depth field used in the computation is ETOPO2. Sensitivity analysis showed that tidal current is strongly influenced by bottom friction. Then, the tidal flow was calibrated using the tidal data at main stations near Vietnamese coast. The calibration results shown in Figs. 2 (a-d) revealed that the numerical model could satisfactorily simulated the tidal current in the area.

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

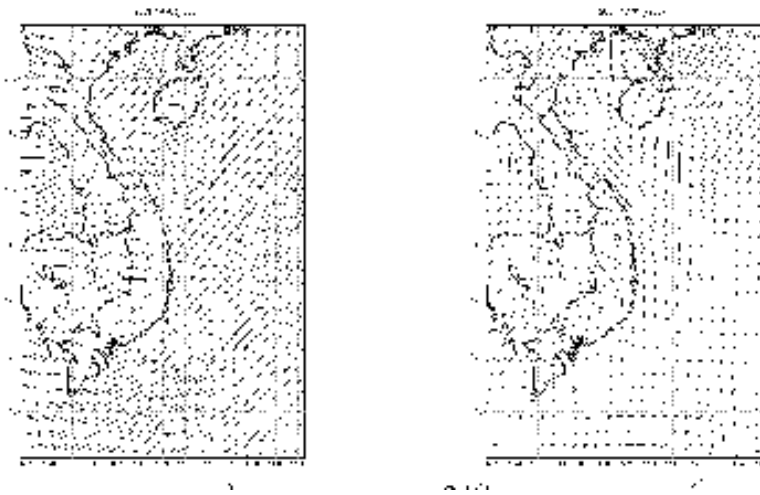


Figure 1. Wind field simulated by MM5 model

Computational results (not shown) revealed that the tidal current was rather strong nearshore, but not very strong offshore.

Examples of computed flow fields were presented on Figs. 3 (a,b,c,d). Figs. 3a,b respectively show the current fields on January 18 and January 30, 2007. As shown in the figure, during January, due to prevail north east wind, the current near Vietnamese shoreline have the south direction. This flow field together with the north east wind can transport the oil in the south direction. On the other hand, the flow fields on March 15 and April 14, 2007 are shown in Figs. 3 (c,d). It can be seen that in general, the flow fields near the Central Vietnam shore have the south direction. However, at the entrance of Bac Bo Gulf, the current have the north direction. This means that with the current together with south east wind can transport oil to pollute the coast of the Red River Delta.

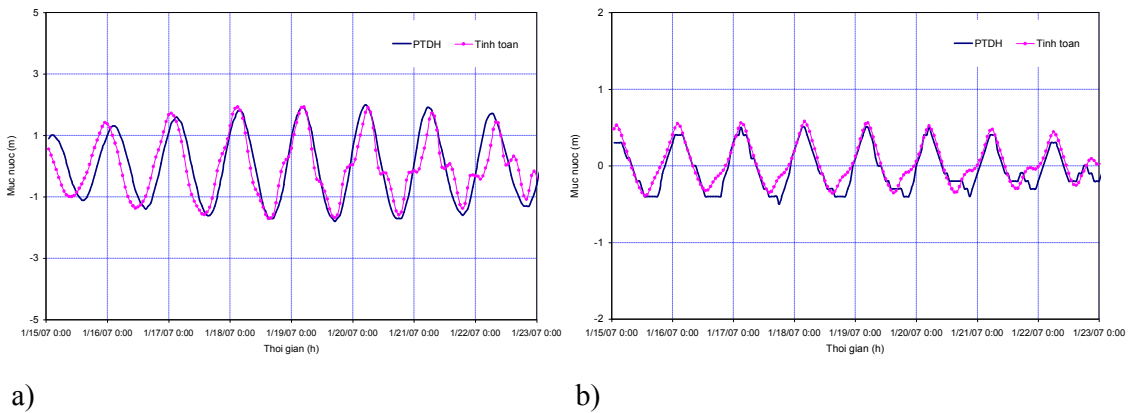
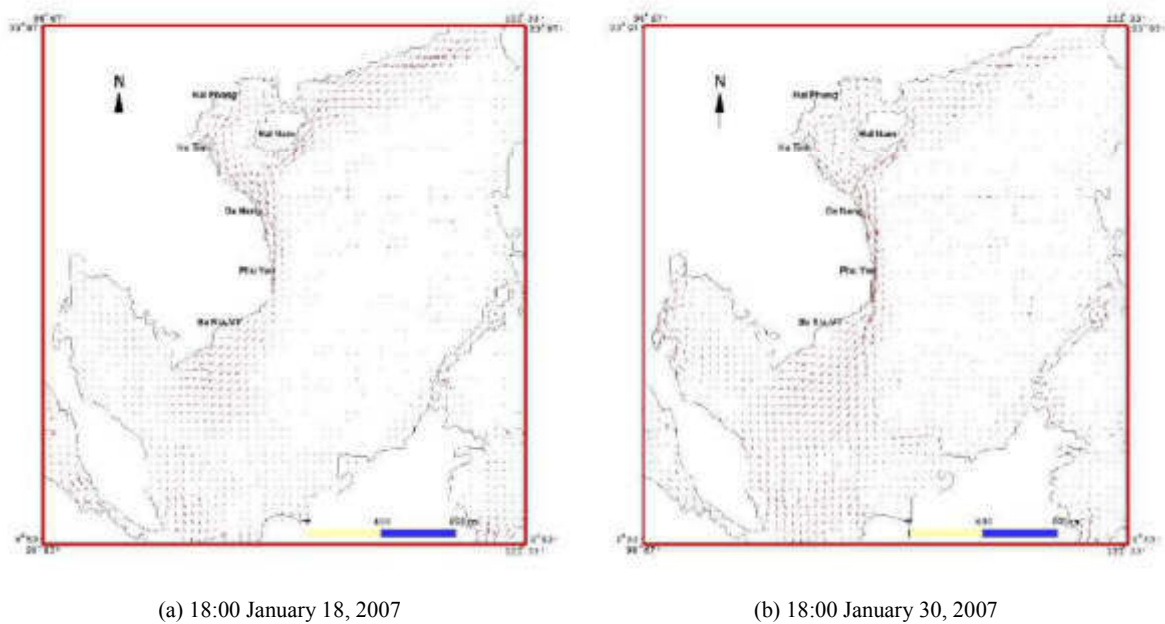


Figure 2. Comparison between computed and observed tidal water levels (a) at Hon Dau Station and (b) at Ha Tien Station

Since the East Vietnam Sea is a large sea, the general circulation in the sea due to wind can cause density abnormality, which drives the density density current. Then, the density current should be considered. However, due to time restriction on the sea water density distribution, in this computation, we still did not considered the effects of density stratification on the current field.



(c) 18:00 March 15, 2007

(d) 18:00 April 14, 2007

Figure 3 Computed flow fields

2.3 Numerical model for the transport and weathering of oil

A numerical model was developed at the Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment for the computation of the transport and weathering processes of oil in the sea. The model considers all main processes happening when the oil slicked into the marine environment. When the oil is slicked into the marine environment, at first, it is transported on the water surface. Then, the oil undergoes weathering processes. Light components of the oil will be evaporated. The remained oil can undergo the emulsification processes, in which oil expands its volume due to water uptake. The emulsification processes will increase the possibility of oil dispersion into the water column in the form of oil droplets. A part of suspended oil droplets can interact with suspended sediment, increasing their density and sink to the sea bed. On the other hand, large submerged oil droplets can resurface to become the surface oil. A small fraction of oil can be dissolved into water. The contribution of dissolved oil into oil mass balance is negligible. Then, to study the oil transport in the marine environment, it is necessary to consider the transport of different phases of oil, including the transport of surface oil layer and suspended oil droplets in the water column under the surface, and the oil exchange between the different phases. As mentioned previously, the contribution of dissolved oil in the oil mass balance is negligible. Also, since this study aims at the study of the oil transport and weathering in a large area, the dissolved oil is neglected.

2.3.1 Equations governing the transport and dispersion of oil

In this study, we distinguish the surface oil layer and the under surface oil layer. With the assumption that the thickness of the surface oil layer is small compared with the water depth, the general equations governing the transport and dispersion of surface oil can be written as:

$$\frac{\partial C_s}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u_s C_s) + \frac{\partial}{\partial y}(v_s C_s) = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial C_s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial C_s}{\partial y} \right) + \alpha v_b C_v - \gamma C_s - C_s S_e - C_s S_d - D_s(x, y) \quad (1)$$

here, x , y and t are respectively spatial and time variables; C_s is the density of oil on the sea surface (the mass of oil on a unit sea water surface); C_v is the volume density of suspended oil droplet in the water column; u_s and v_s are components of current velocities in x and y directions, respectively; α is a coefficient expresses the probability that a suspended oil droplet to resurface; νb is the rise velocity of oil droplet in the water column; γ is a coefficient, describing the rate of dispersion of surface oil into the water column; S_d and S_e respectively the degradation and evaporation of oil on a unit area of the oil surface; and D_s is the rate of oil deposition and reentranced at the shore line. The equation governing the transport and change of suspended oil in the water column can be written as:

$$\begin{aligned} \frac{\partial HC_v}{\partial t} + \frac{\partial (HuC_v)}{\partial x} + \frac{\partial (HvC_v)}{\partial y} + \frac{\partial (HwC_v)}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(HK_x \frac{\partial C_v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(HK_y \frac{\partial C_v}{\partial y} \right) \\ + \frac{\partial}{\partial z} \left(HK_z \frac{\partial C_v}{\partial z} \right) + \gamma C_s - \alpha V_b C_v - \beta C_v \end{aligned} \quad (2)$$

Here, C_v is the volume density of oil in the water; u , v and w are respectively the flow velocity in three directions x , y and z ; β is a coefficient used to determine the rate of deposition of suspended oil droplets into the sea bed.

2.3.2. The transport and degradation of oil

Besides being dispersed into the water column, the surface oil can be transported by the combined actions of wind, waves and surface current. The physical processes that govern the transport and weathering of oil can be written as.

a. Advection

The advection of oil on the water surface is due to combined action of surface current and wind. The drifted velocity of surface oil can be evaluated from the wind and surface current velocity as follows (Stozenbach et al, 1977)

$$V(u_s, v_s) = \alpha_w V_w + \alpha_c V_c \quad (3)$$

where, V_w is the wind velocity at 10m height above the water surface; V_c is the surface current velocity; α_w is the wind drifted velocity, equal to 0.03; and α_c is the water surface wind velocity, equal to 1 (Stolzenbach et al, 1977).

b. Vertical diffusion

The vertical diffusion coefficient is very important for the oil transport in the water column and the oil exchange between the water column and the surface oil layer. The vertical diffusion coefficient can be evaluated from the POM model, accounting also for the density stratification in the near surface layer

c. Mechanical oil spreading

In general, after being discharged into the marine environment, the oil on the sea surface undergoes mechanical spreading process. This process is governed by the balance between the gravity, the viscosity and the surface tension, and can be divided into four phases (Yapa, 1994). In the initial phase, the gravity and inertial forces plays leading roles. In the second phase, gravitational and viscous forces are main forces that govern the oil spreading. In the third phase, the surface tension and viscous forces are the main forces, and in the fourth phase, the spreading oil layer attains its balance.

In the first phase, the gravity and inertial forces plays leading roles, and the radius of the oil surface layer R can be calculated as:

$$R = 1.14(\Delta g V t^2)^{0.25} \quad (4)$$

In the second phase, gravity and viscosity play leading roles:

$$R = 0.98(\Delta g V^2 t^{1.5} / \nu^{0.5})^{0.167} \quad (5)$$

In the third phase, the surface tension and viscous force play leading roles, then:

$$R = 1.6(\sigma^2 t^3 / (\nu \rho_w^2))^{0.25} \quad (6)$$

And in the balance phase

$$R = (10^5 V^{0.75} / 3.14159)^{0.5} \quad (7)$$

with $\Delta = (\rho_w - \rho_o) / \rho_w$, relative density ratio; ρ_w is the density of water; ρ_o is the oil density; V is the volume of slicked oil, ν is the kinetic viscosity of oil; and σ is the surface tension of oil.

d. The deposition of oil at the shoreline

When the polluted oil reach the shoreline, it will deposit. After the deposition, the oil will be reentranced by waves, wind and current. Based on the half decayed period formula, the remaining fraction of oil at the shoreline can be evaluated as:

$$V_2 = V_1 e^{-k(t_2 - t_1)} \quad (8)$$

with V_1 and V_2 are respectively the volumes of oil remaing at the shoreline at t_1 and t_2 (days); $k = -\ln(1/2) / \lambda$ is the decayed coefficient, and λ is the half decayed period. The value of the half decayed period k changes from 0.001-0.01 at marshy land to 0.99 at rocky shoreline under light waves.

e. Evaporation

The evaporation is the main cause of oil loss, and can be evaluated according to MacKay et al (1980) as follows

$$F = \frac{1}{C} \left[\ln P_o + \ln \left(CK_e t + \frac{1}{P_o} \right) \right] \quad (9)$$

with $E = K_e t$ is the oil evaporation expose term, depending on time and environmental conditions; $K_e = K_m A V_m / R T V_o$ with $K_m = 0.0025 V_w^{0.78}$ is the mass exchange coefficient at the water surface, m/s; A is the area of the oil, m^2 ; V_m is the mole volume, m^3/mol ; R is the gas constant, $=82.06 \times 10^{-6}$ atm $m^3/(mol K)$; T is the absolute temperature of the oil, equal the sea water temperature; V_o is the initial oil slick volume, m^3 ; The initial vapor pressure P_o is calculated as atm at temperature T_e as follows

$$\ln P_o = 10.6(1 - T_o / T_e), \quad (10)$$

where T_o is the initial boiling temperature of the oil (Kelvin); For crude oil

$$C = 1158.9 API^{-1.1435} \quad (11)$$

$$T_o = 542.6 - 30.275 API + 1.565 API^2 - 0.03439 API^3 + 0.0002604 API^4 \quad (12)$$

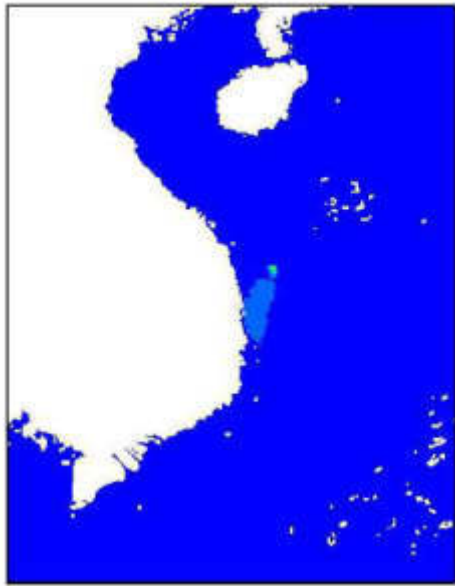
With API as the oil index, calculated from the oil density

$$\rho_o = 141.5 / (1181 + 131.5) \quad (13)$$

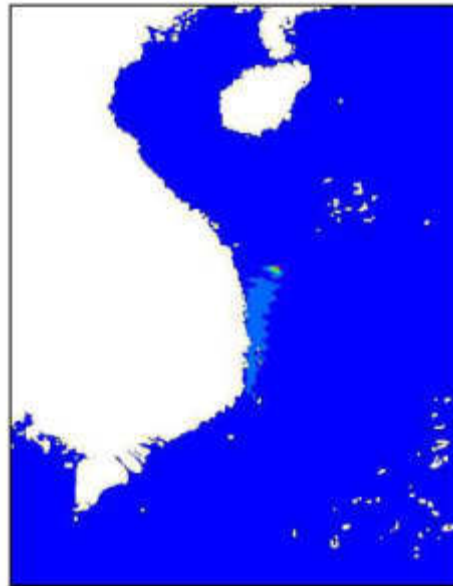
The mole volume of oil varies in the range from 150×10^{-6} to 600×10^{-6} m³/mol, depending on the oil components. For kerosel, this value is about 200×10^{-6} m³/mol.

f. The dissolution and deposition

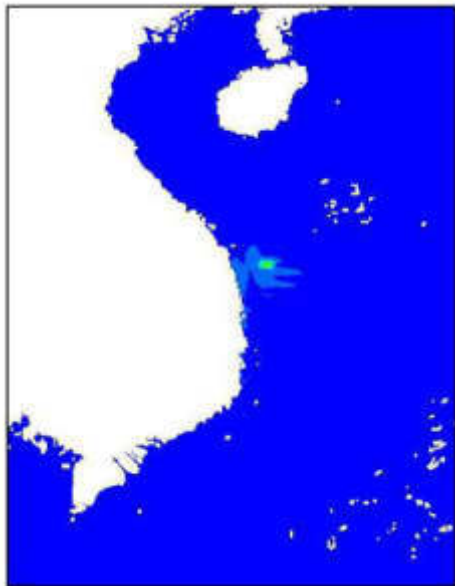
The dissolution of oil is neglected, while the deposition of oil is evaluated according to empirical formula. The dispersion of oil at the water surface to the water collum is calculated using the exchange coefficient between surface soil layer and the soil suspended in the water collumn (Cohen et al, 1980).



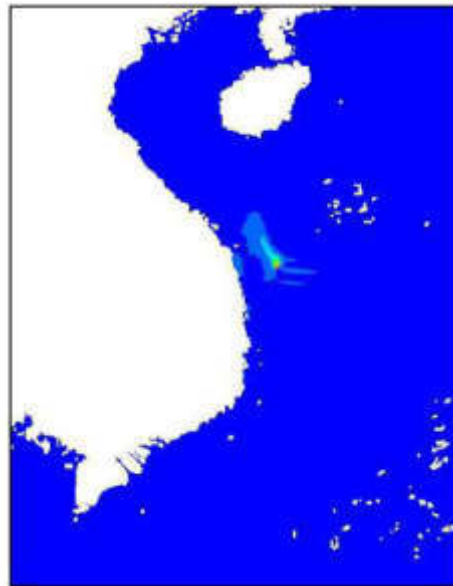
(a) 12:00 January 20, 2007



(b) 12:00 January 28, 2007



(c) 12:00 February 28, 2007



(d) 12:00 March 8, 2007

Figure 4. Computed oil pollution

g. Influence of waves to the soil dispersion 1182

Waves strongly influence the oil emulsification and oil dispersion into the water column. The influence of waves on the above mentioned processes can be simulated based on the white capping fraction of waves.

3. Computational Results and Discussions

As shown by the computed current fields, if the oil pollution source is at the offshore of North Central Vietnam, the oil slick can be transported southwards to pollute the Central Vietnamese coast. At the same time, the oil can also be transported northwards to pollute the coast of North Vietnam. On the other hand, if the oil is slicked out of a oil field offshore of South Central Vietnam, then with the computed wind and current fields, it is not possible for the oil to be transported to pollute the coast of Central and North Vietnam. Figs. 4 (a,b,c,d) show examples of the oil pollution at different times, from 20 January to 8 March, 2007 with the source of oil pollution indicated in Figure 4a. It can be seen that with this source of oil pollution, the slicked oil can be transported to pollute all Vietnam coast, from the north to the south.

4. Conclusion

From the study results, it is possible to draw the following conclusions:

1. A method is developed to rapidly locate possible oil pollution source in the East Vietnam Sea. The method is not only applicable to the East Vietnam Sea, but every where;
2. Nowadays, with extensive oil drilling, oil transportation and other kind of transporation in the East Vietnam Sea, the risk of oil pollution to Vietnamese coast is rising, and it is neceasry to develop a decision support system for oil pollution events in Vietnam. The method we develop in this study can be used for developing such a system. The Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment has the intention of developing such a system in the near future.

References

- Stolzenbach, K. D., O. S. Madsen, E. E. Adams, A. M. Pollak and C. K. Cooper, 1977: Review and evaluation of basic techniques for predicting the behaviour of surface oil slicks. *Rep. Massachusetts Inst. Technol., Dep. Civil Engng.* N°. 222, 315 pp. [unpubl. Manuscript]
- Yapa, P.D., Oil Spill Processes and Model Development. *Journal of Advanced Marine Technology*, 1994, 11, 1-22.
- Mackay, D., I.A. Buist, R. Mascarenhas and S. Paterson (1980) Oil spill processes and models. Dept. Chem. Eng., Univ. Toronto, Ontario. Env. Protec. Service Pub. No. EE-8.
- Cohen, Y., D. Mackay and W.Y. Shiu, (1980): Mass Transfer Rates Between Oil Slicks and Water. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*. Vol. 58.



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Asian Earth Sciences

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jseas

Hydrological regime and water budget of the Red River Delta (Northern Vietnam)

Luu Thi Nguyet Minh^{a,b}, Garnier Josette^{a,*}, Billen Gilles^a, Orange Didier^{c,d}, Némery Julien^e,
Le Thi Phuong Quynh^f, Tran Hong Thai^g, Le Lan Anh^b^a University Pierre and Marie Curie & CNRS, UMR 7619 Sisyph Laboratory, UPMC, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France^b Institute of Chemistry, Vietnamese Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Viet Nam^c University Pierre and Marie Curie & CNRS, UMR 7618 BIOEMCO, Laboratory, UPMC, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France^d Institute of Research for Development, IWMI-SEA Office, SFRI, Dong Ngac, Tu Liem, Hanoi, Viet Nam^e CNRS, UJF, INPG, IRD, UMR 5564, Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement LTHE, BP53, 38041 Grenoble Cedex 09, France^f Institute of Natural Product Chemistry (INPC), Vietnamese Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Viet Nam^g National Institute of Meteorology, Hydrology and Environment, 5/62 Nguyen Chi Thanh, Dong Da, Hanoi, Viet Nam

ARTICLE INFO

Article history:

Received 5 March 2009

Received in revised form 24 July 2009

Accepted 7 August 2009

Keywords:

Red River Delta

Tidal rivers

Mike 11 modelling

Water budget

ABSTRACT

The Red River Delta (RRD) in Northern Vietnam represents a complex hydrological network of tributaries and distributaries that receive a large and seasonally fluctuating flow of water from the upper Red River basin and is also subjected to tidal influence. In this study, we attempted to assemble a database of discharge estimates within the RRD for 1996–2006 to elucidate the water circulation patterns in the system, enable quantification of major water fluxes and assess the water resources availability. Regular discharge measurements in the RRD are available for three upstream stations, while the other hydrological stations provide only water level records; however, the MIKE 11 model allowed overall calibration curves to be established, which enabled the conversion of available daily mean water level data into discharge values. Four gauging surveys were conducted under flood and dry season in 2007 and 2008 to experimentally validate these calibration curves.

After the database was generated, a water balance was established for two years with contrasting climatic and hydrological characteristics. During the wet year (1996), the main branch of the Red River represented the largest input of freshwater to the sea (approximately 60%). Conversely, during the dry year (2006), the inputs were more evenly distributed among the three main fluvial branches. The total volume annually delivered to the sea from the RRD was approximately 140 and 100 km³ for 1996 and 2006, respectively. When the five sub-basins within the RRD were evaluated, it was shown that the water resources were far from evenly distributed within the area. In particular, the Bui sub-basin, which has the highest population density and the lowest water resources per unit area, is experiencing a critical situation in terms of pressure on water resources.

© 2009 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Recently, water availability has become an issue of global concern. The total freshwater resources available worldwide are estimated to be approximately 43,750 km³/year (FAO, 2003). However, the world's water resources have decreased from 17,000 m³/capita/yr in 1950 to 7 000 m³/capita/yr in the 2000s as a result of a near doubling of the global population. Furthermore, these resources are not distributed evenly. For example, in Asia, only 3400 m³ of water are available/capita/year while 24,000 m³/capita/yr are available in North America. In this context, evaluating water resources and water budgets for a given region in relation to the demand of the local human population could be a key factor in

optimizing water resources management and reducing environmental pollution.

In Southeast Asia, the highest population densities are found in delta areas that are subject to high freshwater flows from less populated inland rivers and to tidal influence from the sea (Le et al., 2007; Luu et al., 2008). For example, in Vietnam, the population is concentrated within two large deltas, the Red River Delta (RRD) in the north and the Mekong Delta in the south. The present study focuses on the RRD, which plays an important role in the agricultural, industrial and economic development of the country. This area provides a good example of a region that is experiencing rapid population growth, industrialisation and economic development, which is leading to an increase in resource consumption and environmental degradation (Garnier and Billen, 2002; Le, 2003).

The goal of this study was to prepare a complete database of water discharge at some key stations in the RRD for 1996–2006

* Corresponding author. Tel.: +33 1 44 27 70 27; fax: +33 1 44 27 45 88.

E-mail address: josette.garnier@upmc.fr (J. Garnier).

and then use this information to elucidate the complex water circulation within the delta area and to calculate a synthetic spatialized water budget for two years with contrasting climatic and hydrological characteristics (1996 and 2006). The budget developed in this study will allow characterization of the availability of water in relation to the spatial distribution of the population in the RRD.

Estimating the water balance of a tidal hydrological system is a complex task due to the large variations that occur in time and space in its components (Cook et al., 1998; Pasternack and Hinnov, 2003). In this study, we assembled a database of rainfall, evapotranspiration and water discharge in the river network of the RRD for a period of 10 years using (i) official recorded data, (ii) direct field measurements and (iii) the results of hydrological modeling. Among the numerous hydrological stations in the RRD, only three (Son Tay and Hanoi on the Red River and Thuong Cat on the Duong River) provide daily discharge data, while the remainder only provide water level measurements. Because of the tidal character of many rivers, direct conversion of available water level data into discharge values is difficult and has been the subject of several field studies and model development. Here, we attempted to reconstruct the discharge at several key stations and to propose an overall view of the hydrology of the RRD.

2. Description of the Red River Delta and its river network

2.1. General characteristics of the Red River Delta

The Red River Delta (RRD), which is located in the northern part of Vietnam, is a very complex hydrological network that has been heavily impacted by human activity. The area of the RRD is approximately 14,300 km², entirely lying below three meters above sea level and much of it does not rise more than one meter above sea level. The RRD is limited landwards by the town of Son Tay in the north–west (150 km from the sea) and seawards by the coastline, which extends 360 km from Hai Phong province in the northeast to the Ninh Binh province in the south (Fig. 1).

As shown in Table 1, approximately 47% of the RRD area (6700 km²) is used for agriculture or aquaculture, with 90% of this area being used for annual crops, 6.6% being used for aquaculture and fisheries, 3.1% being used for perennial crops and 0.6% being used as pasture (ADB, 2000; General Statistic Office, 1996–2006). For the year 2006, the population of the RRD is estimated to be 16,600,000 people, of which 80% live in rural areas and 20% in urban areas. The average population density of the RRD is 1160 inhabitants/km², which is four times higher than the national average for Vietnam.

Upstream from the delta, the primary branch of the Red River (also called Yuan, Thao or Hong River) receives two major tributaries, the Da and Lo Rivers, which then form a large river that floods a plain from Son Tay and discharges into the Tonkin Bay (South China Sea). The total length of the Red River is approximately 1126 km from its source in China to the mouth (Ba Lat estuary), 216 km of which comprise the main branch of the Red River Delta (Tran, 2007). The main branch of the Red River enters the delta at Son Tay, after which it diverges into two distributaries, the Day River on the right side and the Duong River on left side (Fig. 1).

Besides these three branches, the delta contains several tributaries apart from the Duong, e.g. the Thai Binh, Luoc and Tra Ly rivers on the left side and apart from the Day, the Nhue, Chau Giang, Dao and Ninh Co rivers on the right side (Fig. 1). The Red River Delta also comprises a complex hydraulic system of channels that are used as irrigation and drainage arroyos (Dang and Fontenelle, 1997; Fontenelle, 2004; Ritzema et al., 2008).

The Thai Binh River, which is formed by the convergence of the Cau, Thuong and Luc Nam rivers, joins the Duong River on the left bank of the Red River. The Red River also receives the Luoc River, prior to discharging into the sea at Van Uc.

The right side of the delta (see Fig. 1) mostly composed of the Day River watershed, has a total area of approximately 8500 km² and a length of 240 km. Two thirds of the Day River watershed is a vast plain that is used as a paddy field and the remainder is a low mountainous area. The Day River is narrow and shallow in this area due to siltation. The Day Dam was built in 1937 in Ha Tay province, at the point at which confluence of the Day River and

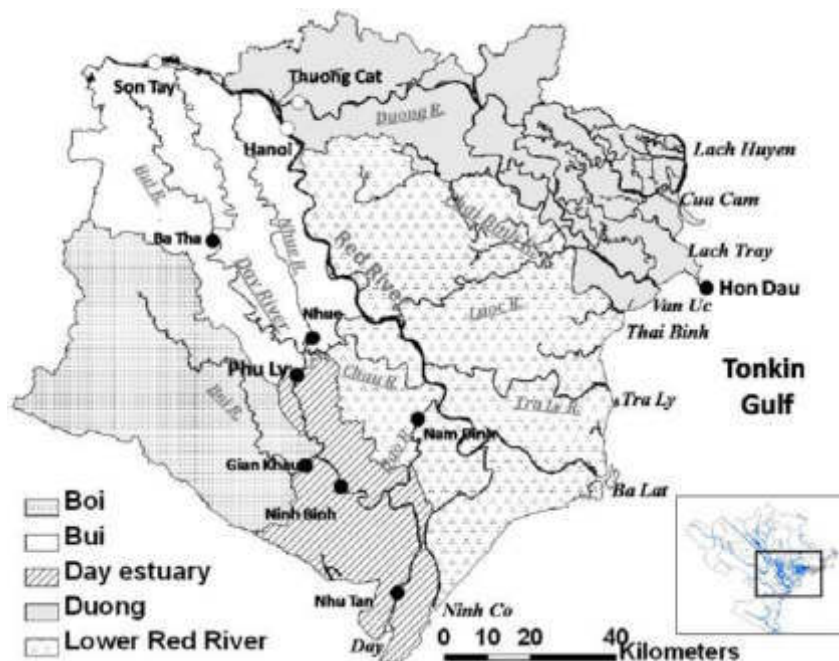


Fig. 1. Hydrographical network of the Red River Delta and situation of the RRD in Northern Vietnam. Empty circles (Son Tay, Hanoi and Thuong Cat) represent hydrological stations where daily discharge is measured. Black points represent stations where daily average water level is recorded.

Table 1

Land use and population of the five sub-basins of the Red River Delta.

| | Bui SB | Boi SB | Estuary SB | Lower Red River SB | Duong SB |
|--|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|
| Area (km²) | 2751 | 2473 | 1413 | 4773 | 2902 |
| Paddy rice field (%) | 36 | 13 | 42 | 50 | 39 |
| Other agricultural lands (%) | 10 | 7 | 9 | 8 | 7 |
| Forest (%) | 14 | 42 | 11 | 3 | 7 |
| Urban (%) | 24 | 10 | 18 | 22 | 28 |
| Water surface (%) | 10 | 5 | 10 | 15 | 17 |
| Unused land (%) | 6 | 22 | 9 | 2 | 2 |
| Population 2006 (1000 inhab) | 4818 | 648 | 1230 | 5706 | 4200 |
| Rural (%) | 60 | 96 | 90 | 90 | 78 |
| Density (inhabitants/km ²) | 1751 | 262 | 870 | 1195 | 1447 |

Red River occurs, to control flood events in the upper reaches of the Day River (To, 2000). Prior to construction of the dam, the Day River was fed with 20% of the Red River discharge during the flooding season (Nguyen et al., 1995). However, the Day River is currently virtually isolated from the Red River, and its water primarily originates from its five main tributaries, the Bui, Nhue, Chau, Boi and Dao rivers. The Bui and Boi rivers on the right bank of the Day River drain the upper western part in the mountainous region of Hoa Binh province, and join the Day River at Ba Tha and Gian Khau, respectively. The Nhue, Chau and Dao rivers on its left bank are fed by the Red River (Fig. 1). The water flow of Nhue River originates from the Red River through the Lien Mac dam and then joins the Day River at Phu Ly; accordingly, its hydrological regime is controlled by a comprehensive irrigation system. The Nhue River also receives most of the untreated domestic and industrial wastewater from the Hanoi metropolitan area via the To Lich River. Similar to the Nhue River, many sluice gates control the discharge of the Chau River, which is derived from the Red River. Further downstream, the Dao River accounts for a large portion of the water that is discharged into the sea at Nhu Tan by the Day River (Nguyen et al., 2005).

To establish the water budget, we divided the RRD into five sub-basins (Fig. 1, Table 1). These sub-basins differed from each other based on their population density (from 260 inhabitants/km² in the Boi sub-basin to 1700 inhabitants/km² in sub-basin Bui) and by their land use (predominantly paddy soil in the Lower Red River and Day Estuary; primarily forest in the Boi sub-basin). Four sub-basins (the Bui, Duong and Lower Red River and the Day Estuary) receive water from the upstream Red River system. In addition, the Duong sub-basin receives additional water from the upper Cau basin, whereas the Boi sub-basin, which discharges into the Day estuary, is fed only by runoff from its own watershed (Fig. 1).

2.2. Meteorological data

The Red River Delta is situated in the sub-tropical monsoon zone. Meteorological data (daily temperature, rainfall and sunshine) were obtained from five national meteorological stations located throughout the delta (Son Tay, Phu Ly, Hai Duong, Thai Binh and Ninh Binh) (MONRE-IMHE 1996–2006). The available data were then used to calculate the integrated mean values for the five sub-basins using Thiessen polygons (Fig. 2).

The daily potential evapotranspiration (ETP, mm) was calculated as follows using Turc's formula (Turc, 1961), which is based on the daily temperature (T , °C) and sunshine duration (S_{dur} , h). These data were obtained from the respective meteorological stations:

$$ETP_{mm/day} = 0.013 T^{\circ}C(Ig + 50)/(T^{\circ}C + 15)$$

where $T^{\circ}C$ is the atmospheric temperature in °C during the considered period and Ig is the total solar radiation expressed in cal/cm²/d

during the considered period, which can be calculated by the following equation:

$$Ig = IgA(0.18 + 0.62 h/H)$$

in which IgA is the energy of solar radiation in the absence of atmospheric attenuation expressed in cal/cm²/d, h/H is the relative duration of sunshine, H is the duration of the astronomic day and h is the duration of sunshine per day. IgA and H only depend on the latitude and the time of year.

From 1996 to 2006, no significant meteorological changes were observed in the study area (Fig. 3a). As a result, we used an average of 11 years to determine the variations in rainfall and evapotranspiration for the five sub-basins of the RRD (Fig. 2). Overall, the meteorological conditions were quite homogenous throughout the delta.

The average annual rainfall for the entire delta was 1667 mm, 85% of which fell from May to October (rainy season). During the period considered, July was always the rainiest month and December and January were always the driest. Although the temperature difference between the five sub-basins was very small, the sub-basins close to the coastal zone had higher levels of rainfall. Specifically, the Day Estuary and lower Red River sub-basins have an annual rainfall of 1860 and 1757 mm, respectively, while the value for the other three sub-basins was around 1600 mm. When the interannual variations were evaluated, a 11 year peak was observed in August 2006 (450 mm/month). In general, there has been less rain in recent years, but it has occurred with higher intensity, which results in an imbalance in rainfall distribution throughout the year (Fig. 3b). For example, yearly rainfall in 1996 was 1725 mm/year with monthly peak of 360 mm/month while those in 2006 were 1345 mm/year and 450 mm/month.

The mean annual ETP was distributed rather homogeneously over the entire delta, varying only from 1006 to 1030 mm/yr. The ETP represents approximately 60–70% of the rainfall, providing a low surplus. In the budget calculations, the potential evapotranspiration was considered to be equal to real evapotranspiration under the wet conditions that always existed in the delta area.

When temperature was evaluated, the coldest month was found to be January, when the temperature can fall as low as 10 °C; however, the seasonal mean is around 20 °C. In summer (May to September), the mean temperature varies from 27 to 29 °C. In addition, the daily average of 3.1 sunshine hours in July falls to only 1.3 h in March. The relative humidity is very high throughout the year, with an annual mean value of 84.5%.

3. Hydrology of the delta

3.1. Upstream water discharge of the delta

Since 1956, the National Institute of Meteorology, Hydrology and Environment (MONRE-IMHE) has measured the daily

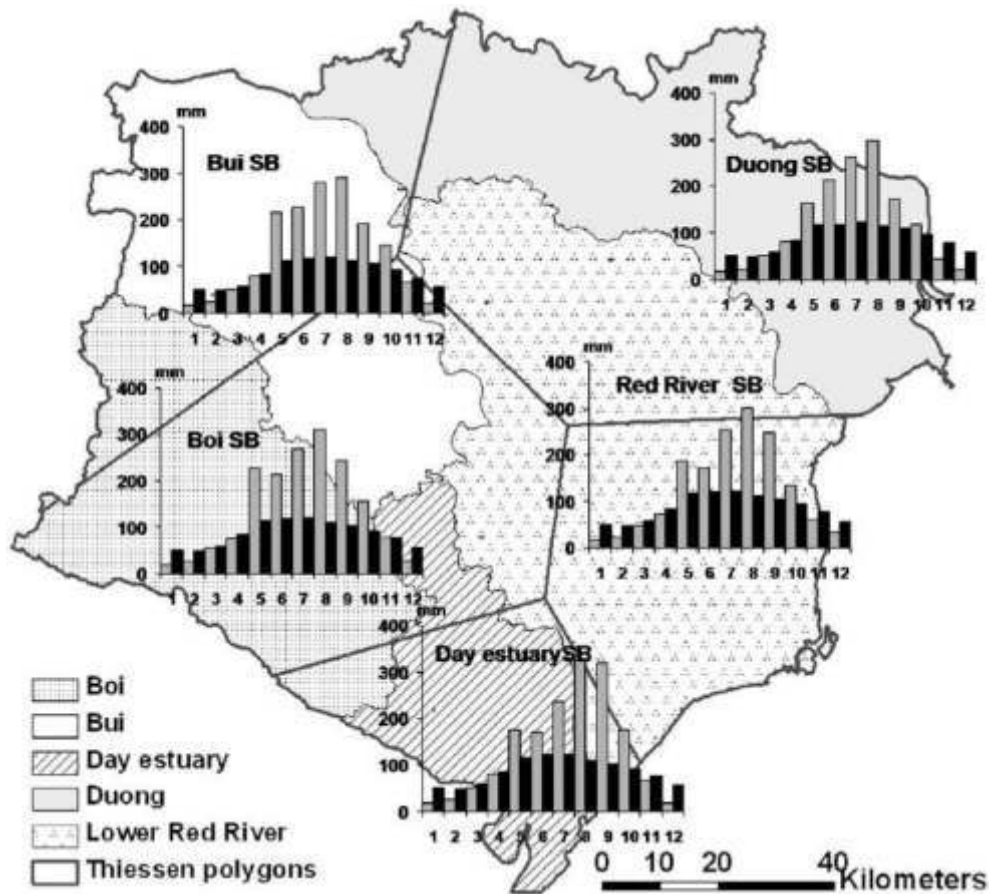


Fig. 2. Thiessen polygons constructed to determine the contribution of rainfall and evapotranspiration to the hydrological balance. The graphs present monthly rainfall (grey bars) and evapotranspiration (black bars) from 1996 to 2006.

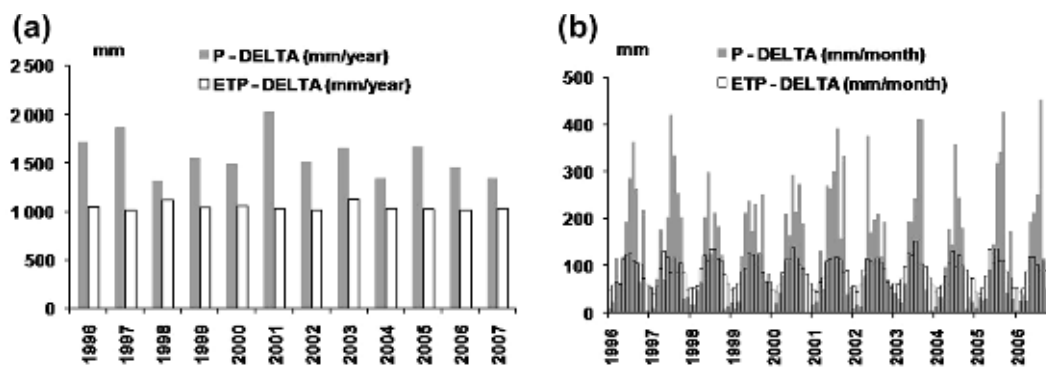


Fig. 3. Rainfall (P) (grey bars) and evapotranspiration–ETP–(white bars), (mm/year or mm/month) in the RRD from 1996 to 2006; (a) interannual variations and (b) monthly variations.

discharge at three hydrological stations in the upstream portion of the RRD, Son Tay and Hanoi on the Red River and Thuong Cat on the upstream Duong River. For this study, we only utilized the data collected from 1996 to 2006 (Fig. 4).

The Son Tay station, located on the Red River at the entrance of the delta, supplies most of the water to the delta. Throughout the study period, we calculated a mean discharge of $3300 \text{ m}^3/\text{s}$, which is slightly lower than the value of $3740 \text{ m}^3/\text{s}$ that was reported by Tran (2007) for 1902–1990. However, the mean discharge for the recent period (2001–2006) was $3100 \text{ m}^3/\text{s}$, which is notably lower than the mean that was reported for 1996–2000 ($3500 \text{ m}^3/\text{s}$).

Seasonal variations in the study area were found to be typical of a tropical regime, with low daily discharges (from $1500 \text{ m}^3/\text{s}$ to less than $1000 \text{ m}^3/\text{s}$) being observed in the dry season (from October to May) and floods being observed during the rainy season (from June to September). The maximum value observed over the last 10 years was $14000 \text{ m}^3/\text{s}$. Over the last 50 years, the maximum daily value at Son Tay station ($37,800 \text{ m}^3/\text{s}$) was observed in August of 1971. However, floods are always a threat to the highly populated delta area. In the recent history of Vietnam, serious floods causing a dyke to break occurred in 1913, 1915, 1945 and 1971 when the water level in Hanoi reached 11.35, 11.2, 11.45

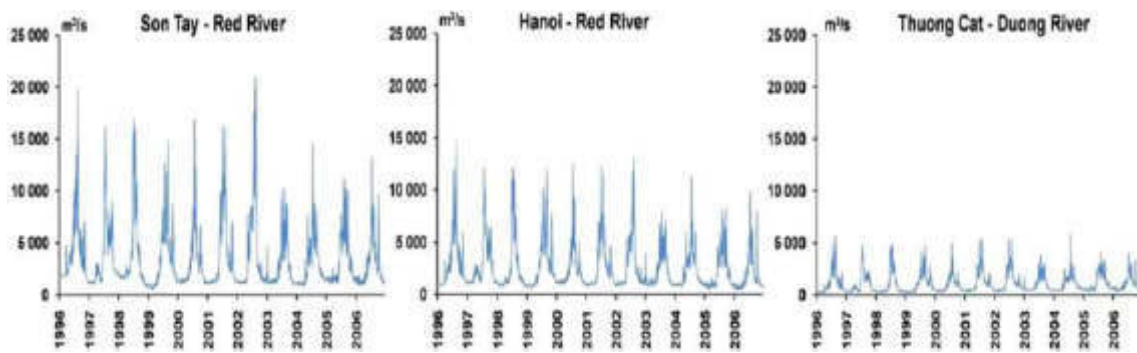


Fig. 4. Seasonal variations of the discharge of the Red River (Son Tay and Hanoi) and Duong River (Thuong Cat) over the last 11 years (see location in Fig. 1).

and 13.3 m (the highest water level known), respectively (Tran, 2007).

Approximately 30% of the Red River discharge at Son Tay is diverted to the Duong River upstream of Hanoi. This proportion varies from 25% in the wetter period 1996–2000 to 35% in recent period (2000–2006). Specifically, the decade average discharges of the Red River at Hanoi and the Duong River at Thuong Cat are 2500 and 1000 m³/s, respectively, with the same seasonal trends as those observed at Son Tay (Fig. 4).

3.2. Tidal influence within the delta river network

The tide of the Gulf of Tonkin is predominantly a diurnal type, with one cycle (one ebb-tide and one flood tide) occurring each day and an amplitude that follows a 14 days lunar cycle and decreases gradually from 4 to 2 m from north to south (Fang et al., 1999) (Fig. 5). The tidal level at Ba Lat, the mouth of the main branch of the Red River, varies from 0.5 m during neap tides to 2.5 m during spring tides (MONRE, Marine Hydro-meteorological Centre, 1996–2007).

Salinity intrusion is observed within the delta for up to 40 km landwards from the Cua Cam mouth, 38 km from the Lach Tray mouth, 28 km from the Thai Binh mouth and 20 km from the Ba Lat mouth (Pham, 2004). However, the tidal influence on water level and discharge extends much farther upstream. Indeed, we found that at Phu Ly, which is on the Day River 120 km from the coast line, there were daily water level variations as high as 1 m during the dry season and 0.6 m during flood season.

3.3. The hydrology of the right bank of the delta

3.3.1. Model reconstruction of water discharges in the Day–Nhue system

With the exception of the three hydrological stations discussed above, no systematic record of discharge exists in the RRD, and only daily water level records are available at the hydrological stations shown in Fig. 1. Therefore, we calculated the spatial distribution of water level and discharge over the entire drainage network of the south-western portion of the delta using the MIKE 11 model (Tran et al., 2006; D'Aste et al., 2007). MIKE 11 is a professional engineering software package developed by DHI Water & Environment (www.dhigroup.com) to simulate the flow, water quality and sediment transport in bodies of water. The hydrological module of MIKE 11 solves the vertically integrated equations for the conservation of mass and momentum (the Saint Venant equations). The input data used in this study were rainfall and potential evapotranspiration and a morphological description of the drainage network based on cross section profiles of 274 stations along the Bui, Boi, Nhue and Day rivers (Tran et al., 2006). The time series of mean daily water levels at upstream and downstream stations were used as boundary conditions. The model was run for 2005 and then calibrated using water level data recorded at the other hydrological stations. The calculated daily discharge obtained from this simulation were then used to evaluate the relationships between this daily average discharges and observed water levels for seven stations, Ba Tha, Phu Ly, Ninh Binh and Nhu Tan on the Day River, Nhue on the Nhue River, Gian Khau on the Boi River and Nam Dinh on the Dao River (Fig. 6).

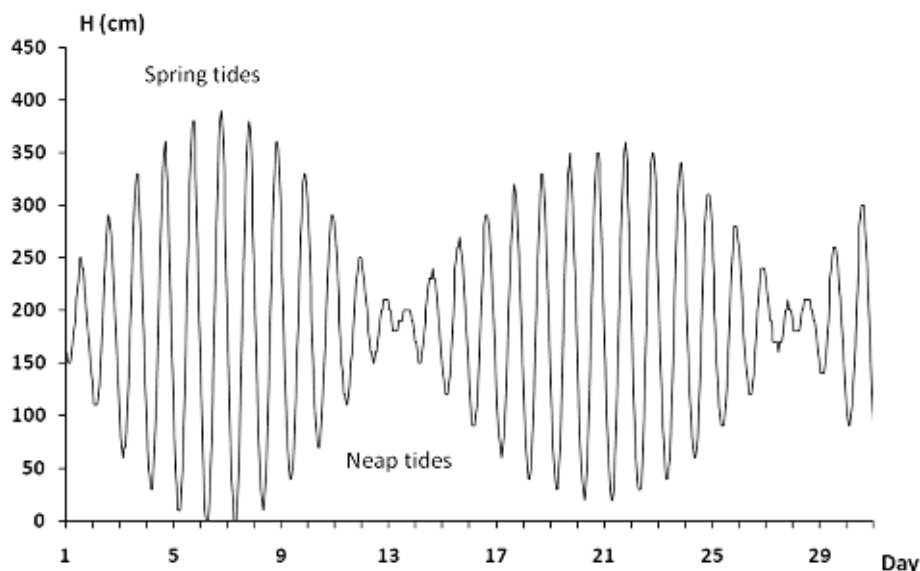


Fig. 5. Variations in seawater level at Hon Dau station (in Hai Phong) over 1 month.

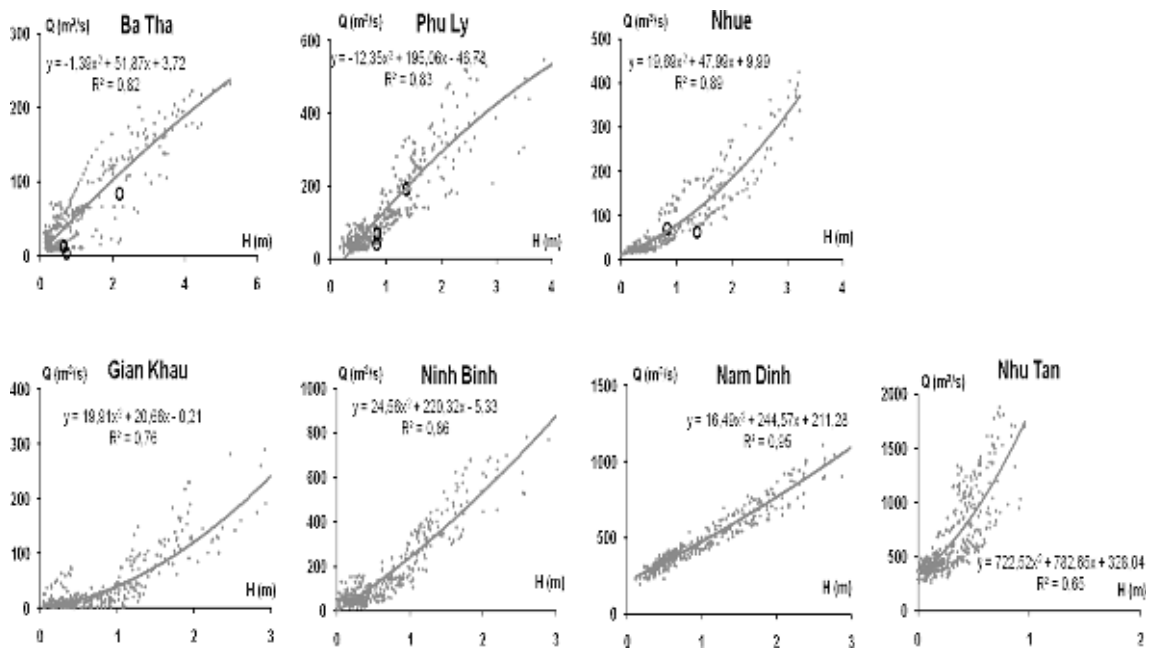


Fig. 6. Calibration curves relating the MIKE 11 calculated mean daily discharge (D'Aste et al., 2007; Tran et al., 2006) to the monitored mean daily water level at seven gauging stations in the Day river basin. Empty circles on the higher panel represent our the residual discharge determined from our measurements obtained during three gauging campaigns at Ba Tha Nhue and Phu Ly station – see Fig. 7 for more detailed results).

3.3.2. Determination of direct river discharge in the Day–Nhue system

Due to the use of daily averaged water levels as the downstream boundaries when employing the MIKE11 model, the tidal influence on daily variations in water level and discharge were not taken into account. Therefore, we chose to compare the predictions of the model with direct measurements of discharge conducted over a daily tidal cycle to ensure the results provided by the model were acceptable.

Thus, four hydrological campaigns were conducted in June, July and August of 2007 and in June of 2008 at Ba Tha, Phu Ly, Nhue, Que Bridge and Do Bridge stations (see Fig. 1). During each of these campaigns, the water flow over an entire cross section of the river was monitored during a 24 h cycle using an ADCP current meter (Rio-Grand, USA), after which the data were integrated and used to calculate the instantaneous discharge. In addition, the water levels at these river stations and the sea water levels at Hon Dau station near the coast line were also monitored. The results revealed that there were substantial flow variations according to the tide, with flow inversions occurring at some stations (Fig. 7). Integration of the measurements over the entire tidal cycle allowed the daily residual discharge to be calculated (Dinehart and Burau, 2005). When plotted against the corresponding daily mean water levels, these measurements were found to be in reasonable agreement with the discharge vs. water level relationships derived from the MIKE11 results (Fig. 6). These findings validate the approach we used to obtain calibration curves for reconstruction of the discharge from the daily mean water level data available at the IMHE.

3.3.3. Long-term reconstruction of the water discharge in the Day–Nhue river system

Using the relationships shown in Fig. 6, we were able to reconstruct the variation in discharge from the water level data available for 1996–2006 at the Ba Tha, Phu Ly, Nhue, Gian Khau, Nam Dinh, Ninh Binh and Nhu Tan stations (Fig. 8).

The seasonal discharge variations of the Day, Boi and Bui rivers followed the same trends as those of the Red River. Specifically, the discharges were lower during the dry season (from November to April) and higher during the rainy season (from May to October).

Conversely, the discharge of the Nhue River is much more constant over various seasons, with sporadic peaks linked to the operation of the sluice locks. The Dao River, whose discharge is also completely regulated through manually-operated sluice gates along the Red River, shows a constant base flow of 400 m³/s, superimposed to higher flows in the wet season.

Although the upstream Day River is connected to the Red River through a sluice lock that can be opened in the case of a flood that threatens Hanoi city, the connection is closed most of the time and most water in the upper Day River is supplied by the Bui River, which contributes up to 85% to the Day River discharge during flood season. However, during the dry season, the Bui River only contributes 20% of the discharge, while the Nhue River, which has a rather constant discharge of 50–70 m³/s, contributes more. Downstream, the Boi River supplies approximately 20% of the Day river flow. Finally, further downstream, the confluence of the Dao River, issued from the Red River, brings more than 70% of the total Day River flow as a yearly average; therefore, the discharge of the Day River reflects that of the Dao River.

Thus, the most striking characteristic of the Day River system is the large contribution of the Red River to its total discharge. This discharge primarily occurs as a result of the flow from the three tributaries (Nhue River, Chau River and Dao River) that are directly connected to the Red River and can supply up to 87% of the water discharged by the Day River water, while the remaining 13% originates from the Day catchment area itself.

3.4. The hydrology of the left bank of the delta

The Duong River on the left bank of the Red River diverts a discharge of approximately 1060 m³/s as an annual mean into the Thai Binh River system (MONRE, 1996–2006). When combined with the contribution of the Luoc River, this represents 3–4 times the discharge of the Thai Binh River itself, including the contribution of the upper Cau river system (Nguyen et al., 1995). Most of the flow of the Thai Binh system discharges into the sea at Van Uc and Thai Binh, representing at least 25% of the total discharge of the Red River system (Pruszek et al., 2005; Van-Maren, 2007).

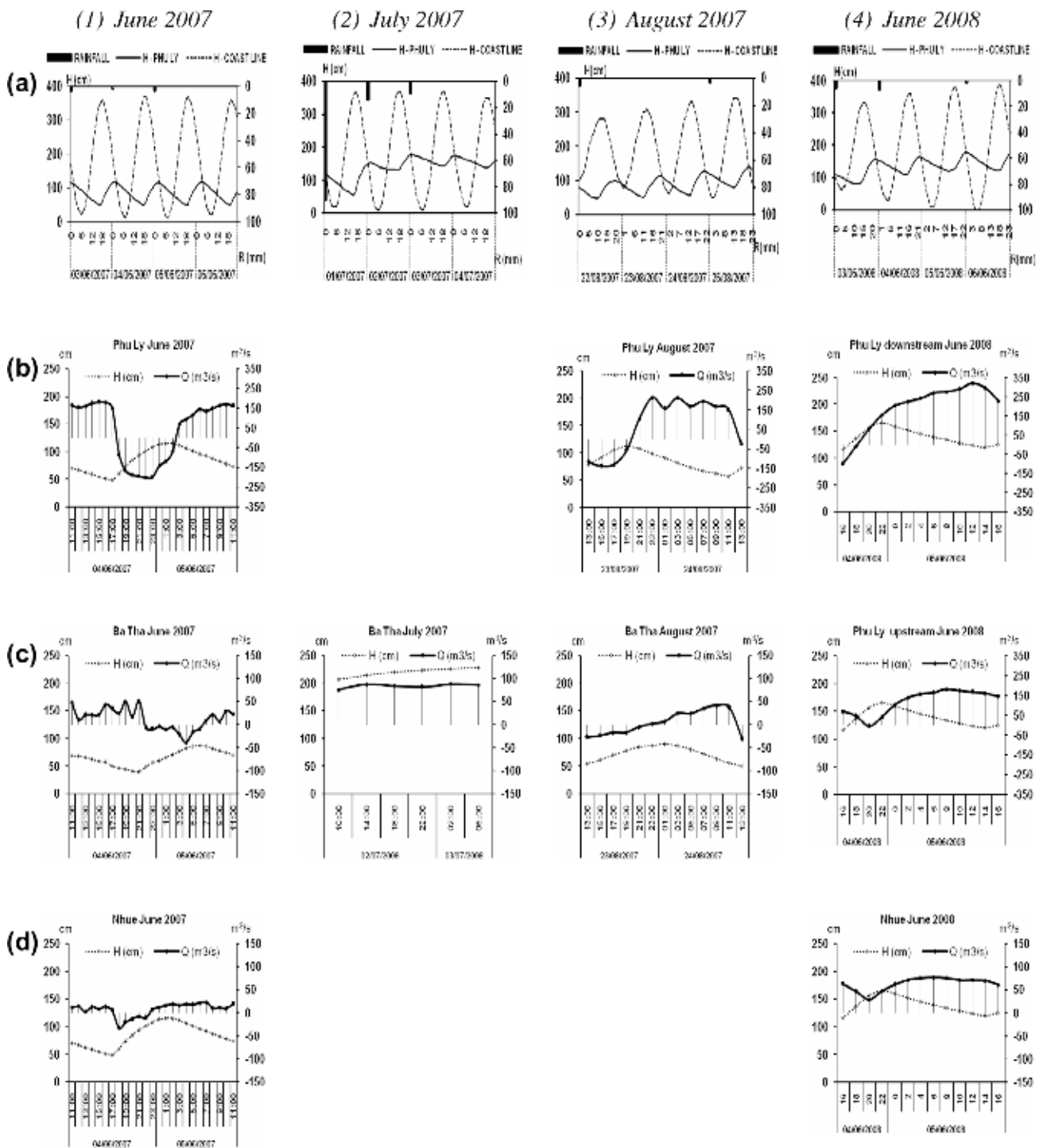


Fig. 7. (a) from (1) to (4): Daily rainfall at Phu Ly (R in mm/day). Water level variations (H in cm) at Hon Dau (near the coastline), Phu Ly (on the Day River) on the days of gauging in June, July and August of 2007 and in June of 2008. (b) from (1) to (4): Time variations of water level and discharge during the 24 h gauging campaign at the Phu Ly station on the Day River (in June 2007, August 2007 and June 2008). At Phu Ly station, water flow inversions were observed during all gauging campaign, but were stronger in June 2007 when tidal influence was high, due to water level at Hon Dau station near the coastline that was high. The water level at Hon Dau station in June 2008 was also high but with a higher upstream discharge prevented a clear flow inversion. (c) from (1) to (4): Time variations of water level and discharge during the 24 h gauging campaign at the Ba Tha station (in June, July and August 2007). Water flow inversions were observed in June and August when water levels were low. When water level increased the river was no more influence by the tide. (d) from (1) to (4): Time variation of water level and discharge during the 24 h gauging campaign at the Nhue station on the Nhue River (in June 2007 and in June 2008). A discharge inversion is noticed when the water level reached the lowest value and started to rise.

4. Water budgets in the Red River Delta for 1996 and 2006

The data discussed above enabled establishment of a comprehensive water budget for the five above-defined sub-basins in the delta (Table 2). Therefore, we considered two contrasting years

within the 11 year period, 1996, which was a rather wet year, and 2006, which was a rather dry year. In fact, 1998 and 2003 were also two extreme years in term of meteorological and hydrological conditions but we have chosen 1996 and 2006 for establishing the water budget in order to evaluate the change in water budget in

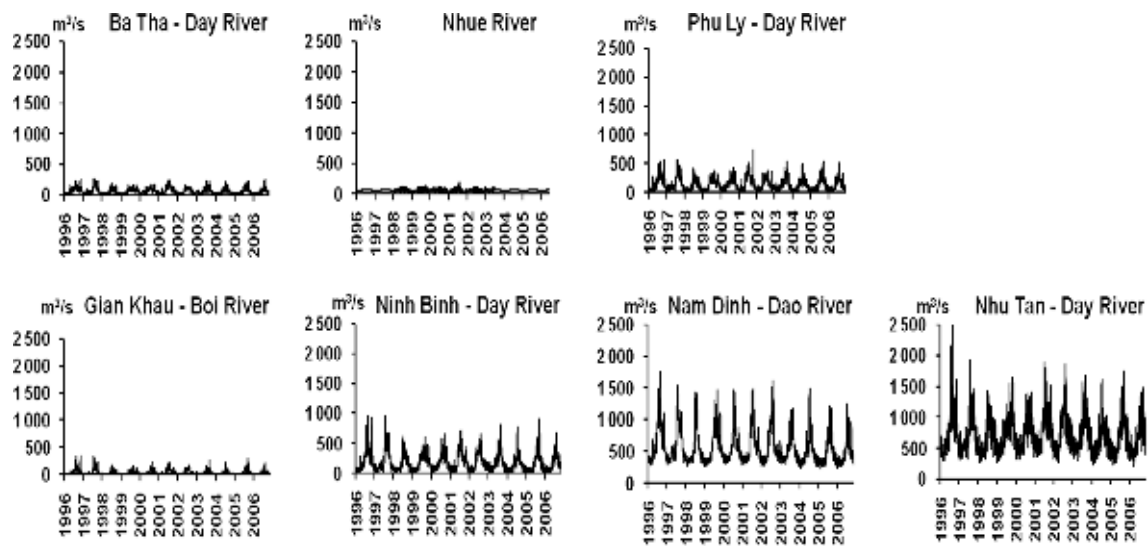


Fig. 8. Variations in the discharge of the Day River and its tributaries over the last 11 years, as determined using calibration curves from Fig. 6 and the mean daily water levels (see location on Fig. 1) recorded by MOSTE – IMHE.

a period of 10 years. The annual average discharge from the Red River in 1996 was nearly twice the discharge observed in 2006. The annual water fluxes through and between different sub-basins in the delta are shown in Fig. 9.

During the wet year (1996), the main branch of the Red River constituted the largest input of freshwater into the sea (about 60%). Conversely, the inputs were more evenly distributed among the three main fluvial branches during the dry year (2006) (Fig. 9a and b). These findings can be explained by the diversion of the discharge of the Red River that occurred under dry conditions to fulfil the requirements for irrigation.

The available water resources can be calculated for each of the sub-basins as the sum of the fluxes of water entering the area either as rainfall or as upstream water flow (Table 3). This value represents the maximum amount of water available for human activities including agriculture (leading to evapotranspiration), drinking water supply and elimination of pollution. When normalized using the sub-basin areas, the results reveal great differences between the sub-basins (Table 3). Specifically, the Bui and the Boi sub-basins are by far the basins with the lowest water resources per unit area. Considering the population distribution within the delta, these two basins also have the lowest water resources per inhabitant, with only $1000 \text{ m}^3/\text{inhab}/\text{yr}$ being available during dry years. According to the FAO (2003), $1000 \text{ m}^3/\text{inhab}/\text{yr}$ is the minimum amount of water required to sustain life and ensure agricultural production in countries with climates requiring irrigation, such as Vietnam. As a result, even though the RRD is not a region with water scarcity problems, the results of this study indicate that water resources are not evenly distributed (from 1800 to more than $25,000 \text{ m}^3/\text{inhab}/\text{yr}$ in a wet year 1996 or from 1400 to more than $17,000 \text{ m}^3/\text{inhab}/\text{yr}$ in a dry year 2006; Table 3). This unequal distribution can lead to water scarcity within the most heavily populated areas of the RRD (Trinh, 1998). Indeed, the lowest values of water resource observed for the south-western sub-basins of the

delta are below the world average ($7.0 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{inhab}/\text{yr}$) and so it was in 2006 for the whole RRD ($5.8 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{inhab}/\text{yr}$). These values for the Red River Delta are four times below that of the Mekong delta ($28.7 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{inhab}/\text{yr}$) calculated from the MONRE (2006). This difference results from the high population density of the RRD, three times higher than the one of the Mekong delta (about $400 \text{ inhabitants}/\text{km}^2$). Considering the water resources per unit area, we found for these two deltas, $6.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{yr}$ for the RRD and $12.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{yr}$ for the Mekong delta. According to the FAO (2003), the European average would be $4300 \text{ m}^3/\text{inhab}/\text{yr}$. However, when analysing the water resources in the Danube delta, the largest in Europe (4152 km^2) or that of the Pô delta (380 km^2) with lower population density, respectively $36 \text{ inhabitants}/\text{km}^2$ (cf. Trifu, 2002) and $100 \text{ inhabitants}/\text{km}^2$ (Viaroli et al., 2006), we obtain a specific inhabitant water resource of 1400 and $1300 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{inhab}/\text{yr}$, hugely higher than the figures found for the high populated deltas in Vietnam (about 250 and 50 times higher for the RRD and the Mekong respectively). Comparatively, the water resource availability of 50.10^6 and $130.10^6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{yr}$ for the Danube and the Pô deltas respectively was only 10 times greater than that for the Vietnamese deltas, illustrating the high human pressure that characterises the South-East Asia.

Overall, our spatialized analysis of the water budget of the Red River Delta revealed that a sub-region of the delta that contains the largest portion of the population may experience a critical situation in terms of water resources, but also of water quality. The purpose of our study; besides it will help to lay the foundation for the establishment of a nutrient budget and water quality assessment in the RRD, allowed to increase the value of the data of water level in terms of discharge and water budget and to evidence the coherence of the various approach (water level monitoring, gauging measurements, modelling). In that context, the examination of the water budget provided here indicates that the south-western portion of the RRD, namely the Bui and Boi sub-basins within the

Table 2
Summary of the data available and procedure used for calculating the sub-basin water budget.

| | | |
|---------------------|--|---|
| Meteorological data | Daily rainfall Daily evapotranspiration | Data recorded for the period 1996–2006 Calculated from daily temperature and sunshine duration using Turc formula |
| Hydrological data | Discharge at upstream stations Discharge at downstream stations Discharge at the outlet of sub-basin | Data recorded for the period 1996–2006 Calculated from daily mean water level using calibration curves Balance the water budget (total inflowing flux equal to exit flux) |

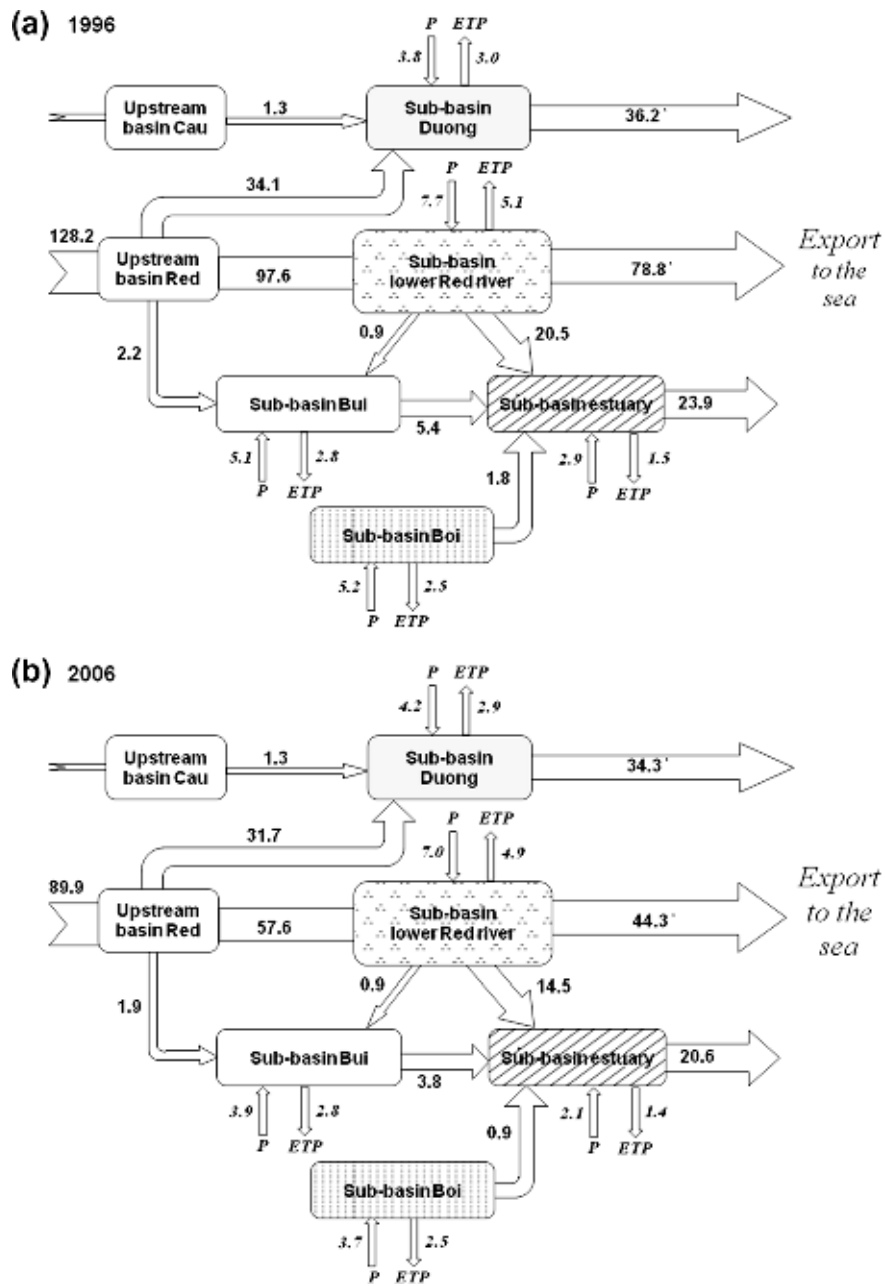


Fig. 9. Water balance of the RRD in the years (a) 1996 (wet) and (b) 2006 (dry). Water fluxes are expressed in km³/year. River water fluxes were either directly measured or estimated from water level records. Only those marked with an asterisk have been obtained by difference; the balance of the budget generally shows high consistency. A drawing similar to Fig. 1 is given for each sub-basin.

Table 3

Total (km³/yr), per capita (m³/inhabitant/yr) and specific (m³/km²/yr) water availability of the different sub-basins in the Red River Delta and in the whole delta for the years 1996 (wet) and 2006 (dry).

| Sub-basin | Area (km ²) | 1996 | | | 2006 | | |
|--------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|
| | | Total water resources (km ³ /yr) | Per capita water resources (m ³ /inhab/yr) | Areal water resources (m ³ /km ² /yr) | Total water resources (km ³ /yr) | Per capita water resources (m ³ /inhab/yr) | Areal water resources (m ³ /km ² /yr) |
| Bui SB | 2751 | 8.2 | 1837 | 2,980,734 | 6.7 | 1391 | 2,435,478 |
| Boi SB | 2473 | 5.2 | 8291 | 2,102,709 | 3.7 | 5713 | 1,496,159 |
| Estuary SB | 1413 | 34.7 | 25,020 | 21,656,051 | 23.9 | 17,318 | 15,074,310 |
| Lower Red River SB | 4773 | 105.3 | 18,979 | 22,061,596 | 64.6 | 11,322 | 13,534,465 |
| Duong SB | 2902 | 39.2 | 9746 | 13,507,926 | 37.2 | 8858 | 12,818,746 |
| Whole RRD | 14312 | 138 | 8700 | 9,642,000 | 96 | 5800 | 6,729,000 |

Day river system, with the lowest water resources per unit area, should be carefully monitored in order to ensure their sustainable development.

Acknowledgments

This work was supported by the programme Day River – ANR, the Vietnamese Academy of Science and Technology (VAST, Vietnam), the Centre National de Recherche Scientifique (CNRS, France), the Institute of Research for Development (IRD, France), and the Agence Universitaire de la Francophonie (AUF). The PhD thesis of Luu Thi Nguyet Minh was supported by a scholarship from the French Embassy in Vietnam and by a cooperation agreement between the University Pierre and Marie Curie (UPMC) and the Vietnamese Academy of Science and Technology (VAST).

References

- Asian Development Bank, 2000. Final Report on Management Study on Land use and Water Management – Red River Basin Water Resources Management Project, 65p (available online at <<http://bicn.com/wei/resources/Bennett-2000-ADBTA-2871-VIE-Land-Use-Water-Management-RRB.pdf>>).
- Cook, P.G., Hatton, T.J., Pidsley, D., Herczeg, A.L., Held, A., O'Grady, A., Eamus, D., 1998. Water balance of a tropical woodland ecosystem, Northern Australia: a combination of micro-meteorological, soil physical and groundwater chemical approaches. *Journal of Hydrology* 210, 161–177.
- Dang, T.P., Fontenelle, J.P., 1997. Le passage à la gestion locale de l'irrigation dans le delta du fleuve Rouge: cas du district de Nam Thanh. *Cahiers d'études et de recherches francophones/Agricultures des deltas* 6 (5), 93–96.
- D'Aste, V., Orange, D., Tran, H.T., Némery, J., 2007. Hydrology of the Day River: hydrological modelling of a hydrological system in delta zone, impact of lateral water inputs. Master & Third Year Engineer School Internship Report, Nancy University, 60p.
- Dinehart, R.L., Burau, J.R., 2005. Repeated surveys by acoustic Doppler current profiler for flow and sediment dynamics in a tidal river. *Journal of Hydrology* 314, 1–21.
- Fang, G., Kwok, Y.K., Yu, K., Zhu, Y., 1999. Numerical simulation of principal tidal constituents of the South China Sea, Gulf of Tonkin and Gulf of Thailand. *Continental Shelf Research* 19, 845–869.
- Food and agriculture organisation of the United Nations (FAO), 2003. Review of world water resources by country. *Water Reports*, vol. 23, 110p.
- Fontenelle, J.P., 2004. Dynamiques agraires, irrigation et institutions dans le delta du Fleuve Rouge (Viêt-nam): Une analyse multi-scalaire de la gestion agricole de l'eau. PhD thesis of Université Catholique de Louvain, 463p.
- Garnier, J., Billen, G., 2002. The Riverstrahler modelling approach applied to a tropical case study (The Red–Hong–River, Vietnam): nutrient transfer and impact on the Coastal Zone. *SCOPE. Coll. Mar. Res. W.* 12, 51–65.
- General Statistic Office, 1996–2006. Statistical Handbook of Vietnam. Statistical publisher (available online at <<http://www.gso.gov.vn/Default.aspx?tabid=217>>).
- Le, Q.A., 2003. Environmental plan for the delta of the Red River and some environmental problems in this area. National Vietnamese Project KC.08.02. In: "Proceeding of the First Conference on Science" of the Project KC.08: Environmental Protection and some Methods for Natural Disasters. Ministry of Science and Technology, Hanoi, 209p.
- Le, T.P.Q., Garnier, J., Billen, G., Théry, S., Chau, V.M., 2007. The changing flow regime and sediment load of the Red River, Viet Nam. *Journal of Hydrology* 334, 199–214.
- Luu, T.N.M., Le, L.A., Orange, D., Garnier, J., Némery, J., Trinh, A.D., 2008. Hydrological regime and nutrient fluxes in the Nhue Day Rivers system. In: ICH Conference, September 2008. Hanoi, 7p.
- MONRE, Marine Hydrometeorological Centre, 1996–2007. Annual Tide Tables (in Vietnamese).
- MONRE, 1996–2006. Vietnamese Ministry of Natural Resources and Environment. Annual Report on Hydrological Observation in Vietnam.
- MONRE, 2006. Vietnamese Ministry of Natural Resources and Environment. The Environment Report of Vietnam 2006, the State of Water Environment in 3 River Basins of Cau, Nhue – Day and Dong Nai rivers system, 92p.
- Nguyen, N.S., Hua, C.T., Nguyen, C.H., Nguyen, V.T., Lang, V.K., Pham, V.N., Nguyen, V.T., 1995. Case Study Report "Red River Delta, Vietnam". Project on Integrated Management of Watersheds in Relation to Management and Conservation of Nearshore Coastal and Marine Areas in East Asia region, 78p.
- Nguyen, V.C., et al., 2005. Elaboration d'un projet de préservation de l'environnement du bassin Nhue et Day. Rapport d'un projet national, 400p.
- Pasternack, G.B., Hinnov, L.A., 2003. Hydrometeorological controls on water level in a vegetated Chesapeake Bay tidal freshwater delta. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58, 367–387.
- Pham, Q.S., 2004. Study of development of Red River – Thai Binh River estuaries on the basis of Remote Sensing's Information and GIS for rational exploitation of use of territory. PhD thesis on Protection, Rational use and Generation of Natural Resources, National University, 155p.
- Pruszk, Z., Pham, V.N., Szmytkiewicz, M., Nguyen, M.H., Ostrowski, R., 2005. Hydrology and morphology of two river mouth regions (temperate Vistula Delta and subtropical Red River Delta). *Oceanologia* 47 (3), 365–385.
- Ritzema, H.P., Le, D.T., Le, Q.A., Dang, N.H., Nguyen, V.C., Trinh, N.L., Kselik, R.A.L., Bui, T.K., 2008. Participatory research on the effectiveness of drainage in the Red River Delta, Vietnam. *Irri. Drainage Syst.* 22, 19–34.
- To, T.N., 2000. Flood control planning for the Red River basin. In: International European – Asian workshop: Ecosystem & Flood 2000, Hanoi 27th–29th June, 210p.
- Tran, T.X., 2007. Hydrological characteristic and water resources in Vietnam (Agricultural Ed.), Hanoi, 427p (in Vietnamese).
- Tran, H.T. et al., 2006. Final report on water quality modelling for the three river basins: Cau, Nhue–Day, Sai Gon–Dong Nai. National Institute of Meteorology, Hydrology and Environment, 240p.
- Trifu, M.C., 2002. Transfert des nutriments dans le Bassin du Danube et les apports à la Mer Noire. Thèse Université Paris 6, Paris (France), 145p.
- Trinh, Q.H., 1998. Water balance for purpose of socio-economic development in the Red River delta. In: Proceeding of International Conference on Economic Development and Environmental Protection of the Yuan-Red River watershed, Hanoi 4th–5th Mars, 99p.
- Turc, L., 1961. Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle. *Ann. Argon.* 12 (1), 13–49.
- Van-Maren, D.S., 2007. Water and sediment dynamics in the Red River mouth and adjacent coastal zone. *Journal of Asian Earth Sciences* 29, 508–522.
- Viaroli, P., Giordani, G., Bartoli, M., Naldi, M., Azzoni, R., Nizzoli, D., Ferrari, I., Zaldivar Comenges, J.M., Bencivelli, S., Castaldelli, G., Fano, E.A., 2006. The Sacca di Goro Lagoon and an Arm of the Po River. *Hdb Env Chem*, vol. 5, Part H: 197–232. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (doi:10.1007/698_5_030).



1193
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI



KỶ YẾU HỘI THẢO QUỐC GIA LẦN THỨ II MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

KỶ YẾU HỘI THẢO QUỐC GIA LẦN THỨ II
MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Ban Biên tập

TS. Hoàng Văn Thắng (Chủ biên)
PGS.TS. Phạm Bình Quyến
GS.TSKH. Trương Quang Học
TS. Nghiêm Phương Tuyến
TS. Lê Thị Vân Huệ
Th.S. Phạm Tường Vi
Th.S. Võ Thanh Giang

Ban Thư ký

Th.S. Vũ Minh Hoa
Th.S. Trương Thị Thanh Huyền
Th.S. Vũ Thực Hiến
Th.S. Trần Thu Phương
CN. Quản Quỳnh Dao

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP
HÀ NỘI, 11-2010

MỤC LỤC

PHẦN I. ĐA DẠNG SINH HỌC VÀ BẢO TỒN

| | |
|---|-----|
| Bảo tồn trong bối cảnh xã hội; Đánh đổi giữa bảo tồn và phát triển | 11 |
| <i>Hoàng Văn Thắng</i> | |
| Hướng dẫn của Công ước Đa dạng sinh học về xây dựng chỉ thị quan trắc Đa dạng sinh học của quốc gia và khuyến nghị việc áp dụng ở Việt Nam | 25 |
| <i>Hoàng Thanh Nhân, Vũ Minh Hoa</i> | |
| Nghiên cứu xây dựng khung quy hoạch tổng thể bảo tồn đa dạng sinh học của Việt Nam đến năm 2020 | 31 |
| <i>Phạm Bình Quyển, Nguyễn Ngọc Linh</i> | |
| Sự phân quyền trong quản lý rừng ảnh hưởng như thế nào đến quyền sở hữu trong quản lý rừng cộng đồng: Nghiên cứu trường hợp ở vùng cao Thừa Thiên Huế | 43 |
| <i>Hoàng Huy Tuấn</i> | |
| Các kiểu đất ngập nước ở vịnh Tiên Yên..... | 53 |
| <i>Nguyễn Xuân Dũng</i> | |
| Đa dạng sinh học vùng cửa sông ven biển Tiên Yên - Đầm Hà, Quảng Ninh và vấn đề bảo tồn..... | 61 |
| <i>Hoàng Văn Thắng, Phạm Việt Hùng</i> | |
| Đánh giá hiện trạng rừng ngập mặn dưới tác động của hoạt động nuôi tôm tại Vườn Quốc gia Mũi Cà Mau | 75 |
| <i>Đặng Anh Tuấn, Johan De Ruyck</i> | |
| Vai trò của cộng đồng trong quản lý bảo tồn Vườn cỏ Ngọc Nhị, Ba Vì, Hà Nội..... | 91 |
| <i>Trần Thu Phương, Trần Yên</i> | |
| Thành phần loài cá khu vực cửa sông Hồng, Khu Bảo tồn Thiên nhiên Tiên Hải, Thái Bình..... | 103 |
| <i>Nguyễn Hữu Dực</i> | |
| Hiện trạng lương cư, bò sát ở vùng Đông Bắc Việt Nam | 113 |
| <i>Lê Nguyễn Ngật, Lê Thị Lý, Trần Thanh Tùng, Hoàng Văn Ngọc</i> | |
| Biến động chất lượng môi trường nước và thành phần loài tảo, vi khuẩn lam hồ Thiên Quang, Hà Nội từ năm 2000 - 2010 | 125 |
| <i>Lê Thu Hà, Nguyễn Thùy Liên</i> | |
| Đa dạng các nhóm thủy sinh vật Khu du lịch Tràng An, Ninh Bình | 131 |
| <i>Phan Văn Mạch</i> | |

PHẦN II. MÔI TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

| | |
|--|-----|
| Về quy trình lồng ghép các yếu tố môi trường và biến đổi khí hậu vào các quy hoạch, kế hoạch và chương trình phát triển | 149 |
| <i>Trương Quang Học</i> | |
| Lồng ghép các vấn đề môi trường trong phát triển kinh tế xã hội: Trường hợp nghiên cứu tại tỉnh Quảng Trị và Hà Giang | 161 |
| <i>Trần Chí Trung, Lê Trọng Cúc, Nguyễn Mạnh Hà</i> | |
| Sử dụng năng lượng hiệu quả ở Nhật Bản và các bài học kinh nghiệm cho Việt Nam..... | 169 |
| <i>Trần Anh Tuấn</i> | |
| Một số vấn đề về môi trường và sử dụng đất đai trong phát triển giao thông đô thị Hà Nội | 175 |
| <i>Nguyễn Vũ Trung, Đỗ Việt Nga, Trịnh Thị Thanh</i> | |
| Một số tác động đến môi trường trong quá trình thi công tuyến đường tuần tra biên giới ở khu vực Tây Nguyên và đề xuất biện pháp giảm thiểu | 183 |
| <i>Phạm Hoài Nam, Trần Văn Chung, Phạm Bình Quyến, Nguyễn Thị Phương Liên</i> | |
| Nước cấp đô thị ở Thừa Thiên Huế và các tác động tiêu cực đến môi trường | 191 |
| <i>Trần Anh Tuấn</i> | |
| Đánh giá chất lượng nước của lưu vực sông Đu (Thái Nguyên) dựa trên các chỉ số thủy lý-hóa và chỉ số sinh học | 203 |
| <i>Nguyễn Thị Hoa, Hoàng Thị Thu Hương, Peter LM Goethals</i> | |
| ✓ Đánh giá bước đầu một số chính sách liên quan đến biến đổi khí hậu và ứng phó với biến đổi khí hậu của Việt Nam | 217 |
| <i>Trần Hồng Thái, Hoàng Anh Huy, Mai Kim Liên</i> | |
| Ảnh hưởng của Enso đến các cực trị nhiệt độ và lượng mưa ở Việt Nam và khả năng dự báo..... | 229 |
| <i>Nguyễn Đức Ngữ</i> | |
| Thế chế và thích ứng đối với biến đổi khí hậu tại đồng bằng sông Hồng, Việt Nam | 243 |
| <i>Pam McElwee, Lê Thị Vân Huệ, Nghiêm Phương Tuyến, Vũ Diệu Hương, Phạm Việt Hùng</i> | |
| Rừng ngập mặn, sinh kế và biến đổi khí hậu tại Hoành Bồ, Quảng Ninh..... | 251 |
| <i>Lê Xuân Tuấn, Vũ Thị Bích Hợp, Phan Thị Anh Đào</i> | |
| Sơ bộ phân tích tác động của biến đổi khí hậu đến đa dạng sinh học và hệ sinh thái của sông Hồng | 261 |
| <i>Mai Đình Yên</i> | |
| Tình thiệt hại do ngập lụt với con người và nhà cửa theo kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng và đề xuất các giải pháp thích ứng tại một xã ven biển..... | 269 |
| <i>Dư Văn Toán</i> | |
| Tăng cường vốn xã hội và khả năng thích ứng biến đổi khí hậu của cộng đồng..... | 283 |
| <i>Pam McElwee, Nghiêm Phương Tuyến, Vũ Diệu Hương, Lê Thị Vân Huệ, Phạm Việt Hùng</i> | |

PHẦN III. PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

| | |
|--|-----|
| Một số vấn đề về tài nguyên và môi trường trong phát triển bền vững ở Việt Nam..... | 295 |
| <i>Nguyễn Danh Sơn</i> | |
| Mô hình hợp tác công tư - giải pháp tăng nguồn vốn, công nghệ và kỹ năng quản lý của tư nhân cho các dự án môi trường ở Việt Nam | 305 |
| <i>Hồ Công Hòa</i> | |
| Ảnh hưởng của công nghiệp hóa nông thôn lên sự chuyển đổi của cộng đồng địa phương: Trường hợp nghiên cứu điển tại thôn Núi Móng, Huyện Tiên Du, tỉnh Bắc Ninh | 317 |
| <i>Phạm Thị Tường Vi</i> | |
| Thử nghiệm xây dựng mô hình đào tạo nguồn nhân lực cho địa phương nhằm phục hồi các vùng đất bị suy thoái bởi chất độc hóa học do quân đội Mỹ sử dụng trong chiến tranh ở Việt Nam | 331 |
| <i>Võ Thanh Sơn, Võ Quý, Võ Thanh Giang, Hàn Tuyết Mai, Phan Minh Nguyệt</i> | |
| Động vật hoang dã với chiến lược phát triển bền vững ở Việt Nam..... | 343 |
| <i>Đặng Huy Huỳnh</i> | |
| Danh hiệu địa lý các vùng biển và hải đảo Việt Nam về tài nguyên và môi trường phục vụ phát triển bền vững..... | 353 |
| <i>Dư Văn Toán</i> | |
| Ứng dụng tư duy hệ thống trong phát triển các khu dự trữ sinh quyển thế giới tại Việt Nam | 361 |
| <i>Nguyễn Hoàng Tri</i> | |
| Những yếu tố hạn chế sản xuất nông nghiệp và giải pháp sử dụng bền vững đất dốc ở Sơn La | 367 |
| <i>Nguyễn Xuân Cự, Ngô Văn Giới</i> | |

ĐÁNH GIÁ BƯỚC ĐẦU MỘT SỐ CHÍNH SÁCH LIÊN QUAN ĐẾN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU CỦA VIỆT NAM

Trần Hồng Thái, Hoàng Anh Huy, Mai Kim Liên

Bộ Tài nguyên và Môi trường

ABSTRACT

As assessed by the World Bank (2007), Vietnam is one of the five countries which will be most seriously affected by climate change and sea level rise, with consequences including the heavy flooding of the Red River and Mekong River Deltas. The consequences of climate change for Vietnam pose a serious risk to the achievement of poverty reduction targets, to the implementation of the Millennium goals and, more generally, to the sustainable development of the country.

The fields, sectors and localities which are most vulnerable to the powerful effects of climate change are water resources, agriculture and food security, health, and lowland and coastal areas.

Acknowledging the impact of climate change, the Government of Vietnam got involved early and ratified the UN Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol.

In recent years, Vietnam has adopted many policies related to climate change. But most are limited in strategic outlook and lack of quantitative targets, many policies need to be further perfected to help the country adapt to climate change in the XXI century. It is time to develop a national policy on climate change, with the inclusion policy makers, experts and planners to plan, review and verify current research results, and to access the latest research results from elsewhere in the world, from which to make reliable scientific arguments as a basis for strategic and long term planning for the country to ensure sustainable development.

In the framework of this paper we make an overview and initial evaluation of policies related to climate change to help Vietnam cope with this problem.

NHỮNG MỐC QUAN TRỌNG VỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

6/1992: Hội nghị thượng đỉnh Thế giới tại Rio De Janero năm 1992 là một bước ngoặt trong việc tìm ra giải pháp cho vấn đề biến đổi khí hậu. Tại Hội nghị này, Chính phủ các nước tham gia đã nhất trí với Công ước khung của Liên Hợp Quốc (LHQ) về Biến đổi khí hậu (UNFCCC). Mục đích quan trọng của Công ước này là ổn định nồng độ của các khí nhà kính trong bầu khí quyển ở mức độ sao cho không làm nhiệt độ Trái đất tăng thêm nữa. Cho tới thời điểm hiện tại, đã có 192 quốc gia ký vào bản hiệp ước này.

12/1997: Nghị định thư Kyoto được thông qua. Các nước phát triển cam kết sẽ giảm ít nhất 5% lượng khí thải gây hiệu ứng nhà kính vào 2012, nhưng Mỹ - nước thải ra khí CO₂ nhiều thứ 2 trên thế giới, đã ngay lập tức tuyên bố không thông qua hiệp ước này. Trong khi đó, các quốc gia đang phát triển như Trung Quốc chỉ chấp nhận một cách không chính thức bản hiệp ước này.

1998: Do ảnh hưởng của hiện tượng El Nino có cường độ mạnh cùng với sự nóng lên toàn cầu khiến năm này trở thành năm nóng nhất trong lịch sử từ trước tới nay, theo tổ chức WWF. Nhiệt độ trung bình toàn cầu năm 1998 cao hơn $0,52^{\circ}\text{C}$ so với nhiệt độ trung bình toàn cầu giai đoạn 1961-1990 (mốc thời gian chung thường được sử dụng làm chuẩn so sánh).

2003: Xảy ra đợt nắng nóng nhất ở châu Âu tính tới thời điểm đó. Nhiệt độ tăng đột ngột đã khiến 300 nghìn người ở lục địa già bị tử vong. Sau đó, các nhà khoa học đã kết luận nguyên nhân của đợt nắng nóng này là do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu.

2006: Trong bản báo cáo của mình về biến đổi khí hậu, tiến sĩ Lord Stern, chuyên gia hàng đầu kinh tế người Anh đã kết luận rằng "Biến đổi khí hậu có thể gây thiệt hại đến GDP toàn cầu đến 20% nếu không cố gắng khắc phục - trong khi đó những cố gắng giảm tác nhân gây ra biến đổi khí hậu chỉ làm giảm 1% GDP toàn cầu".

2007: Báo cáo Ủy ban Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC) đánh giá và đưa ra kết luận rằng hơn 90% tác nhân gây ra biến đổi khí hậu ngày nay là do hoạt động của con người, trong đó bao gồm các khí thải gây hiệu ứng nhà kính.

2007: IPCC và cựu Phó Tổng thống Mỹ, Al Gore nhận giải thưởng Nobel Hòa Bình cho những nỗ lực của họ trong việc xây dựng và tuyên truyền lượng kiến thức to lớn hơn về biến đổi khí hậu và tạo dựng nền tảng cho các biện pháp cần thiết nhằm khắc phục các sự thay đổi tiêu cực.

12/2007: Tại các cuộc đàm phán do LHQ tổ chức tại Bali (Indônêxia), Chính phủ các nước bàn thảo những lộ trình tiếp theo sau khi Nghị định thư Kyoto hết hạn. Cuối cùng, các nhà lãnh đạo thế giới đã thống nhất để ra lộ trình Bali trong hai năm với mục đích xây dựng xong một hiệp ước toàn cầu mới và dự kiến sẽ được thông qua tại Hội nghị Thượng đỉnh Copenhagen. Những vấn đề cần được quyết định bao gồm đưa ra mục tiêu cắt giảm khí nhà kính, huy động tài chính để giúp đỡ các nước nghèo đối phó với những ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và chia sẻ công nghệ sạch với các nước đang phát triển.

11/2008: Hai tháng trước khi nhận chức, Tổng thống Mỹ Barack Obama cam kết chính quyền mới của ông sẽ tham gia tích cực hơn trong cuộc chiến chống biến đổi khí hậu của nhân loại. Điều này mang lại những hy vọng tích cực trong việc giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu, bởi vì từ trước tới nay Mỹ vẫn phớt lờ các hội nghị về biến đổi khí hậu.

2009: Trung Quốc vượt Mỹ trở thành nước thải ra nhiều khí nhà kính nhất thế giới mặc dù lượng khí thải trên tính theo đầu người của Mỹ vẫn cao hơn nhiều so với ở Trung Quốc.

12/2009: 192 Chính phủ các quốc gia tới Copenhagen tham dự Hội nghị của LHQ về Biến đổi khí hậu (COP-15) vào tháng 12/2009 này nhằm đưa ra giải pháp về một thỏa thuận quốc tế sau khi Nghị định thư Kyoto sắp hết hạn. Các nước giàu sẽ phải cam kết cắt giảm lượng khí CO_2 , trong khi các nước đang phát triển như Trung Quốc cũng phải có những hành động tương tự. Tại hội nghị này, các nhà lãnh đạo thế giới cũng thảo luận về sáng kiến đánh thuế khí CO_2 nhằm giảm nhu cầu sử dụng nguyên liệu hóa thạch đồng thời lấy kinh phí để hỗ trợ các nước nghèo đối phó với ảnh hưởng của biến đổi khí hậu.

VIỆT NAM THAM GIA CÔNG ƯỚC KHUNG CỦA LIÊN HIỆP QUỐC VỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NGHỊ ĐỊNH THƯ KYOTO

Việt Nam là một trong những nước sớm tham gia ký kết phê chuẩn Công ước khung LHQ về Biến đổi khí hậu và Nghị định thư Kyoto.

Ngày 11 tháng 6 năm 1992, Việt Nam đã ký và ngày 16 tháng 11 năm 1994 phê chuẩn Công ước khung của LHQ về Biến đổi khí hậu. Công ước có hiệu lực đối với Việt Nam từ ngày 14 tháng 2 năm 1995.

Ngày 11 tháng 3 năm 1999, Việt Nam đã ký và ngày 18 tháng 11 năm 1999 phê chuẩn Nghị định thư Kyoto. Nghị định thư Kyoto có hiệu lực đối với Việt Nam từ ngày 16 tháng 2 năm 2005.

Như vậy, Việt Nam chính thức là một bên không thuộc Phụ lục I của Công ước về Biến đổi khí hậu và

Nghị định thư Kyoto, có đầy đủ quyền hạn, nghĩa vụ của một bên trong quá trình thi hành cam kết của mình về thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu.

Tổng cục Khí tượng Thủy văn trước đây, Bộ Tài nguyên và Môi trường hiện nay được Chính phủ giao làm đầu mối cho các hoạt động thực hiện Công ước khung của LHQ về Biến đổi khí hậu và Nghị định thư Kyoto. Ngày 04 tháng 7 năm 2007, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã thành lập Ban chỉ đạo Công ước Khung của LHQ về Biến đổi khí hậu và Nghị định thư Kyoto thuộc Công ước để điều phối các hoạt động của Công ước và Nghị định thư Kyoto. Văn phòng thường trực của Ban chỉ đạo được thành lập trực thuộc Cục Khí tượng, Thủy văn và Biến đổi Khí hậu, Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Việt Nam được đánh giá là một trong những nước tích cực thực hiện Công ước khung của LHQ về Biến đổi khí hậu và Nghị định thư Kyoto. Chính phủ Việt Nam rất quan tâm chỉ đạo các bộ, ngành triển khai các hoạt động thực hiện quyền và nghĩa vụ của một bên thuộc Công ước và Nghị định thư. Luật Môi trường đã được Quốc hội thông qua. Một số chỉ thị, quyết định của Thủ tướng Chính phủ về việc thực hiện Nghị định thư Kyoto được ban hành. Vấn đề bảo vệ môi trường từng bước được lồng ghép vào kế hoạch phát triển kinh tế-xã hội.

Khó khăn lớn nhất trong việc tham gia Công ước khung của LHQ về Biến đổi khí hậu và Nghị định thư Kyoto là trình độ nhận thức của các tầng lớp xã hội về vấn đề này còn rất thấp. Trình độ nhận thức thấp vừa là cản trở, vừa là thách thức trong việc triển khai thực hiện các điều khoản của Công ước và Nghị định thư ở Việt Nam, đặc biệt trong việc xây dựng và thực hiện các dự án cơ chế phát triển sạch (CDM) giảm phát thải khí nhà kính do các nước công nghiệp phát triển trợ giúp.

Trong thời gian tới, Bộ Tài nguyên và Môi trường nên phối hợp với các bộ, ngành liên quan thực hiện xây dựng, bổ sung, sửa đổi các chính sách, văn bản quy phạm pháp luật, tổ chức quản lý, tổ chức thực hiện cho phù hợp Công ước về Biến đổi khí hậu, Nghị định thư Kyoto và CDM. Biến đổi khí hậu ngày càng lớn dẫn đến thiên tai tăng, cho nên Việt Nam cần phải tăng cường hành động hơn nữa trong lĩnh vực này, các cơ quan chức năng trong nước phải phối hợp chặt chẽ với nhau, với các tổ chức quốc tế để thực hiện tốt những biện pháp lồng ghép ứng phó với diễn biến của khí hậu, đẩy mạnh hơn nữa công tác quản lý Nhà nước liên quan đến biến đổi khí hậu, xây dựng, bổ sung, sửa đổi các chính sách, văn bản quy phạm pháp luật, tổ chức quản lý, tổ chức thực hiện cho phù hợp Công ước về Biến đổi khí hậu, Nghị định thư Kyoto và CDM; hoàn thiện cơ sở vật chất kỹ thuật hệ thống trạm quan trắc, tăng cường công tác giám sát biến đổi khí hậu; tăng cường công tác điều tra cơ bản tình hình biến đổi khí hậu, xây dựng Kịch bản Biến đổi khí hậu thế kỷ 21 tại Việt Nam với độ tin cậy cao, làm cơ sở cho việc đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và xây dựng Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu; xây dựng, tổ chức và điều phối các hoạt động thực hiện Công ước Khí hậu, Nghị định thư Kyoto và CDM trong các ngành năng lượng, công nghiệp, giao thông vận tải, xây dựng, nông nghiệp, lâm nghiệp, quản lý chất thải phục vụ nhiệm vụ phát triển kinh tế-xã hội tại Việt Nam; củng cố và hoàn thiện cơ quan đầu mối thực hiện Công ước Khí hậu, Nghị định thư Kyoto, Công ước Viên về việc bảo vệ tầng ôzôn và Nghị định thư Montreal về các chất làm suy giảm tầng ôzôn tại Việt Nam.

CHƯƠNG TRÌNH MỤC TIÊU QUỐC GIA ỨNG PHÓ VỚI BĐKH

Ngày 2/12/2008, Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 158/QĐ-TTg phê duyệt "Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu". Chương trình được thực hiện trên quan điểm ứng phó với biến đổi khí hậu là nhiệm vụ của toàn hệ thống chính trị, toàn xã hội. Các hoạt động ứng phó được tiến hành có trọng tâm, trọng điểm, ứng phó với những tác động trước mắt và cả những tác động tiềm tàng về lâu dài. Vận dụng nguyên tắc "Trách nhiệm chung nhưng có phân biệt" được xác định trong Công ước khung về Biến đổi khí hậu (UNFCCC), Việt Nam sẽ thực hiện hiệu quả chương trình giảm nhẹ biến đổi khí hậu với sự hỗ trợ đầy đủ về vốn và công nghệ của các nước phát triển và các nguồn quốc tế.

Chương trình được thực hiện nhằm đánh giá mức độ tác động của BĐKH đối với các lĩnh vực, ngành và địa phương trong từng giai đoạn. Trên cơ sở đó, xây dựng được Kế hoạch hành động ứng phó hiệu quả,

nhằm đảm bảo sự phát triển bền vững, tận dụng các 1201 phát triển nền kinh tế theo hướng carbon thấp và hòa vào những nỗ lực chung của cộng đồng quốc tế để bảo vệ hệ thống khí hậu Trái đất.

Chín nhóm nhiệm vụ và giải pháp đã được xác định, đó là: 1) Đánh giá mức độ và tác động của BĐKH ở Việt Nam; 2) Xác định giải pháp ứng phó với BĐKH; 3) Xây dựng chương trình khoa học công nghệ về BĐKH; 4) Tăng cường năng lực tổ chức, thể chế, chính sách về BĐKH; 5) Nâng cao nhận thức và phát triển nguồn nhân lực; 6) Tăng cường hợp tác quốc tế; 7) Tích hợp vấn đề BĐKH vào các chiến lược, chương trình, quy hoạch, kế hoạch phát triển KT-XH, phát triển ngành và địa phương; 8) Xây dựng kế hoạch hành động của các bộ, ngành, địa phương ứng phó với BĐKH; 9) Xây dựng và triển khai các dự án của Chương trình.

Nhiệm vụ trọng tâm trước mắt là phải đánh giá diễn biến khí hậu, xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu, đặc biệt là nước biển dâng, đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến các lĩnh vực, các ngành và các địa phương.

Chương trình được xây dựng cho giai đoạn từ 2009 đến 2016, với kinh phí ước tính khoảng 1.965 tỷ đồng, không bao gồm việc triển khai các kế hoạch hành động của các bộ, ngành, địa phương. Trong đó, 50% vốn huy động từ nước ngoài, 50% vốn trong nước (ngân sách trung ương khoảng 30%, ngân sách địa phương khoảng 10%, còn lại 10% là từ các nguồn vốn khác). Nhóm nhiệm vụ "Xây dựng và triển khai các kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH" chiếm tỷ lệ lớn nhất (xấp xỉ 47%) trong kế hoạch dự kiến về phân bổ kinh phí.

Chính phủ thống nhất về chủ trương và chỉ đạo việc thực hiện các hành động ứng phó. Ban Chỉ đạo Quốc gia, Ban Chủ nhiệm, và Văn phòng Chương trình sẽ chỉ đạo, tiến hành thực hiện Chương trình. Bộ Tài nguyên và Môi trường là đầu mối, phối hợp cùng các bộ và ban ngành khác tiến hành thực hiện và giám sát.

HỘI NGHỊ LIÊN HIỆP QUỐC VỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU 2009 (COP 15)

Hội nghị về Biến đổi Khí hậu diễn ra tại Bella Center ở Copenhagen, Đan Mạch, từ 7 đến 18 tháng 12 năm 2009. Hội nghị này cũng bao gồm Hội nghị các bên lần thứ 15 (COP 15) trong khuôn khổ Chương trình khung của LHQ về Biến đổi khí hậu và cuộc họp của các bên lần thứ 5 (COP/MOP 5) về Nghị định thư Kyoto. Theo lộ trình Bali, Chương trình khung về Giảm thiểu biến đổi khí hậu trước năm 2012 sẽ được đưa ra ở Hội nghị này.

Các quan điểm chính của nước ta mang tới COP 15 này là tất cả các nước cần chung tay, góp sức bảo vệ ngôi nhà chung Trái đất. Trong đó, các quốc gia phát triển cần có những hỗ trợ phù hợp về tài chính, chuyển giao công nghệ cho những nước chịu ảnh hưởng nặng nề của BĐKH, đặc biệt là nước biển dâng, thông qua các cơ chế mới về tài chính, công nghệ và sử dụng Quỹ thích ứng của LHQ.

Các nước đang phát triển cần tích cực đóng góp vào nỗ lực toàn cầu thông qua việc xây dựng và thực hiện các hành động quốc gia phù hợp nhằm giảm nhẹ khí nhà kính trên cơ sở tự nguyện, phù hợp với mục tiêu phát triển bền vững và các ưu đãi về vốn, chuyển giao công nghệ từ các nước phát triển, các nguồn tài trợ quốc tế khác. Cộng đồng quốc tế cần có cơ chế phối hợp và phát triển một chương trình hỗ trợ đặc biệt những nước chịu ảnh hưởng nặng nề của BĐKH ứng phó hiệu quả, đặc biệt là tình trạng nước biển dâng cao.

Nếu những vấn đề về cơ chế tài chính, cơ chế phối hợp giải quyết thành công tại COP 15 sẽ đảm bảo sự công bằng giữa các quốc gia khi đóng góp để ứng phó với BĐKH trên toàn cầu. Khi đó, người dân Việt Nam sẽ có điều kiện tiếp cận với các quỹ tài chính, chuyển giao công nghệ để thích ứng và giảm thiểu tác động BĐKH đến cuộc sống của họ.

Công ước khung của LHQ về BĐKH và Nghị định thư Kyoto vẫn là tài liệu pháp lý cơ bản cho cộng đồng quốc tế để đối phó với BĐKH. Tuy nhiên, Nghị định thư Kyoto cần được sửa đổi. Các cam kết này cần được định lượng và kiểm chứng nhằm đạt mục tiêu Trái đất tăng không quá 2°C vào cuối thế kỷ này.

Quan điểm mới về các mục nước một cách l

KẾT LU

Tác động nhân gây bị tổn từ hình biể trình, kí vấn đề l Do vậy hết sức

PHỤ VÀ E

I. V

1) C

2) C

3)

Quan điểm và hành động của Việt Nam cho thấy phù hợp với các quy định về thực hiện các cam kết mới về cắt giảm phát thải khí nhà kính cho chúng ta xem xét vấn đề ứng phó với BĐKH, đặc biệt là mực nước biển dâng cao như một nhiệm vụ quan trọng để đạt được mục tiêu phát triển kinh tế xã hội một cách bền vững.

KẾT LUẬN

Tác động của biến đổi khí hậu không trừ đất nước nào, dù cho nước đó không góp nhiều vào nguyên nhân gây biến đổi khí hậu. Theo đánh giá, Việt Nam là nước đang phát triển nằm trong nhóm nước dễ bị tổn thương trước mực nước biển dâng cao. Thách thức lớn nhất hiện nay của Việt Nam trong tình hình biến đổi khí hậu ngày càng phức tạp là Việt Nam cần đưa ra các chiến lược, chính sách, chương trình, kế hoạch phát triển phù hợp với sự tiến triển nhanh chóng của biến đổi khí hậu toàn cầu, xem vấn đề biến đổi khí hậu là một nhân tố quan trọng trong chiến lược phát triển kinh tế-xã hội bền vững. Do vậy, việc sớm triển khai thực hiện Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu là hết sức cần thiết.

PHỤ LỤC. CÁC CHÍNH SÁCH VỀ BĐKH CỦA CHÍNH PHỦ VIỆT NAM VÀ BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

I. Văn bản chỉ đạo của Chính phủ Việt Nam về BĐKH

- 1) Công văn số 1357/CP-QHQT ngày 13 tháng 11 năm 1998 của Thủ tướng Chính phủ giao cho Tổng cục KTTV làm cơ quan đầu mối của Chính phủ Việt Nam tham gia và thực hiện Nghị định thư Kyoto;
- 2) Chỉ thị số 35/2005/CT-TTg ngày 17 tháng 12 năm 2005 của Thủ tướng Chính phủ về việc tổ chức thực hiện Nghị định thư Kyoto thuộc Công ước khung của Liên Hiệp Quốc về Biến đổi khí hậu tại Việt Nam. Trong Chỉ thị này, Thủ tướng Chính phủ đã giao cho Bộ Tài nguyên và Môi trường - Cơ quan đầu mối của Chính phủ Việt Nam tham gia và thực hiện Nghị định thư Kyoto, có trách nhiệm phối hợp với các bộ, ngành liên quan xây dựng kế hoạch và thực hiện nội dung Nghị định thư Kyoto tại Việt Nam;
- 3) Quyết định số 47/2007/QĐ-TTg ngày 06 tháng 4 năm 2007 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Kế hoạch tổ chức thực hiện Nghị định thư Kyoto thuộc Công ước khung của Liên Hiệp Quốc về Biến đổi khí hậu giai đoạn 2007-2010. Thủ tướng Chính phủ đã giao cho Bộ Tài nguyên và Môi trường và các bộ, ngành, địa phương có liên quan thực hiện các nhiệm vụ chính sau: (1) Xây dựng và hoàn thiện khung pháp lý, hệ thống văn bản quy phạm pháp luật có liên quan đến Công ước Khí hậu, Nghị định thư Kyoto và Cơ chế Phát triển sạch (CDM); (2) Tuyên truyền, nâng cao nhận thức, đào tạo nguồn nhân lực, hoàn thiện tổ chức và tăng cường cơ sở vật chất thực hiện Công ước Khí hậu, Nghị định thư Kyoto và CDM; (3) Đẩy mạnh các hoạt động điều tra cơ bản, nghiên cứu khoa học nhằm thực hiện Công ước Khí hậu, Nghị định thư Kyoto và CDM; (4) Nâng cao hiệu quả, đẩy mạnh hợp tác quốc tế về Công ước Khí hậu, Nghị định thư Kyoto và CDM; (5) Xây dựng, tổ chức các hoạt động thực hiện Công ước Khí hậu, Nghị định thư Kyoto và CDM trong các ngành nhằm bảo vệ khí hậu, phát triển kinh tế - xã hội.
- 4) Công văn số 1754/VPCP-NN ngày 03 tháng 4 năm 2007 của Văn phòng Chính phủ thông báo Phó Thủ tướng Thường trực Chính phủ Nguyễn Sinh Hùng giao Bộ Tài nguyên và Môi trường chủ trì, phối hợp với các cơ quan liên quan theo dõi, cập nhật và xử lý các thông tin về BĐKH, nước biển dâng; đồng thời tăng cường hợp tác với các tổ chức thế giới về BĐKH để nghiên cứu xây dựng chương trình hành động thích ứng với BĐKH và nước biển dâng tại Việt Nam;
- 5) Quyết định số 130/2007/QĐ-TTg ngày 02 tháng 8 năm 2007 của Thủ tướng Chính phủ về một số cơ chế, chính sách tài chính đối với dự án đầu tư theo CDM;
- 6) Nghị quyết số 60/2007/NQ-CP ngày 03 tháng 12 năm 2007 của Chính phủ giao cho Bộ Tài nguyên và Môi trường chủ trì, phối hợp với các bộ, ngành liên quan xây dựng Chương trình mục tiêu quốc gia

gia đối phó với việc biến đổi khí hậu toàn cầu, kêu gọi sự hỗ trợ của cộng đồng quốc tế cho Chương trình này và trình Thủ tướng Chính phủ trong quý II năm 2008.

1203

2. Văn bản chỉ đạo của Bộ Tài nguyên và Môi trường về BĐKH

- 1) Tổng cục KTTV (trước đây) được Chính phủ giao làm Cơ quan đầu mối thực hiện Công ước Vienna về bảo vệ tầng ôzôn và Nghị định thư Montreal về các chất làm suy giảm tầng ôzôn. Tổng cục KTTV đã phối hợp với các bộ, ngành và địa phương liên quan xây dựng "Chương trình Quốc gia của Việt Nam nhằm loại trừ dần các chất làm suy giảm tầng ôzôn" và trình Thủ tướng Chính phủ ban hành năm 1995. Tổng cục KTTV đã thực hiện những việc sau: (1) Thành lập Văn phòng thi hành các Công ước quốc tế trực thuộc Vụ Hợp tác Quốc tế. Văn phòng có nhiệm vụ giúp Tổng cục KTTV phối hợp với các bộ, ngành, địa phương có liên quan triển khai thực hiện Công ước khung của LHQ về BĐKH, Nghị định thư Kyoto và Công ước Vienna về bảo vệ tầng ôzôn và Nghị định thư Montreal về các chất làm suy giảm tầng ôzôn tại Việt Nam; (2) Thành lập các đội công tác, đội chuyên gia kỹ thuật trong nước với sự tham gia của các đại diện, nhà khoa học, chuyên gia của các bộ, ngành, cơ quan, trường đại học, các cơ quan nghiên cứu khoa học và các hiệp hội khoa học; (3) Triển khai thực hiện các chương trình, dự án có liên quan đến BĐKH và bảo vệ tầng ôzôn;
- 2) Tháng 3 năm 2003, Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường có công văn giao Vụ Hợp tác Quốc tế (HTQT), Bộ Tài nguyên và Môi trường làm cơ quan thẩm quyền quốc gia về CDM (DNA) ở Việt Nam. DNA có chức năng: (1) Xây dựng các tiêu chuẩn đánh giá, quy định và hướng dẫn về CDM, (2) Thực hiện các đánh giá quốc gia đối với dự án CDM, (3) Cấp thư xác nhận hoặc phê duyệt các dự án CDM; và (4) Quản lý, điều phối các hoạt động CDM và đầu tư CDM tại Việt Nam. Vụ HTQT cũng là cơ quan đầu mối giúp Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường quản lý và điều phối các hoạt động về BĐKH tại Việt Nam hiện nay;
- 3) Tháng 4 năm 2003, Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường ra quyết định thành lập Ban Tư vấn - Chỉ đạo về CDM do Vụ trưởng Vụ Hợp tác Quốc tế - Bộ Tài nguyên và Môi trường làm Trưởng ban. Tham gia Ban gồm đại diện các bộ: Tài nguyên và Môi trường, Ngoại giao, Tài chính, Kế hoạch và Đầu tư, Khoa học và Công nghệ, Công nghiệp (nay là Công Thương), Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Giáo dục và Đào tạo, Thương mại (nay là Công Thương) và Liên hiệp các Hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam;
- 4) Ngày 12 tháng 12 năm 2006, Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường đã ban hành Thông tư 10/2006/TT-BTN&MT "Hướng dẫn xây dựng dự án Cơ chế Phát triển sạch trong khuôn khổ Nghị định thư Kyoto";
- 5) Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường đã ban hành Quyết định số 1016/QĐ-BTN&MT ngày 4 tháng 7 năm 2007 về việc thành lập Ban Chỉ đạo thực hiện Công ước Khí hậu và Nghị định thư Kyoto do Thứ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường làm Trưởng ban (thay thế Ban Tư vấn - Chỉ đạo về CDM). Tham gia Ban gồm đại diện các bộ: Bộ Tài nguyên và Môi trường, Ngoại giao, Tài chính, Kế hoạch và Đầu tư, Khoa học và Công nghệ, Công nghiệp (nay là Công Thương), Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Giáo dục và Đào tạo, Thương mại (nay là Công Thương), Tư pháp, Xây dựng, Văn hóa, Thể thao và Du lịch, Giao thông Vận tải, Lao động - Thương binh và Xã hội, Liên hiệp các Hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam. Ban là tổ chức liên bộ, có nhiệm vụ giúp Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường và các bộ, ngành liên quan chỉ đạo, quản lý và điều phối các hoạt động thực hiện Công ước, Nghị định thư Kyoto và CDM tại Việt Nam.
- 6) Ngày 30 tháng 7 năm 2007, Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường ra quyết định thành lập Văn phòng thường trực của Ban Chỉ đạo thực hiện Công ước, Nghị định thư Kyoto trực thuộc Vụ Hợp tác Quốc tế (Bộ Tài nguyên và Môi trường) thay thế cho Văn phòng thi hành các Công ước quốc tế trực thuộc Vụ Hợp tác Quốc tế (Tổng cục Khí tượng Thủy văn). Văn phòng thường trực có nhiệm vụ giúp Ban Chỉ đạo trong việc soạn thảo, xây dựng văn bản, tài liệu, chính sách, biện pháp thực hiện Công ước, Nghị định thư Kyoto, CDM và là đầu mối liên hệ giữa Ban Chỉ đạo với các bộ, ngành, cơ quan, địa phương ở trong nước, các nước và các tổ chức quốc tế về Công ước, Nghị định thư Kyoto và CDM. Bộ Tài nguyên và Môi trường đã cấp Thư phê duyệt cho 25 Văn kiện Thiết kế Dự

án (PDD) theo CDM với tổng lượng giảm phát thải khoảng 18 triệu tấn CO₂ tương đương trong vòng 10 năm và cấp thứ xác nhận cho 15 Tài liệu Ý tưởng Dự án (PIN) theo CDM với tổng lượng giảm phát thải khoảng 11 triệu tấn CO₂ tương đương trong vòng 10 năm.

- 7) Ngày 16/11/2007, Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường đã ra Quyết định số 1819/QĐ-BTN&MT về việc "Ban hành Chương trình hành động của Bộ Tài nguyên và Môi trường thực hiện Chương trình hành động của Chính phủ về một số chủ trương, chính sách lớn để nền kinh tế phát triển nhanh và bền vững khi Việt Nam là thành viên của Tổ chức Thương mại Thế giới giai đoạn 2007-2010". Trong quyết định đã xác định các nhiệm vụ chủ yếu, trong đó nhấn mạnh việc "Thực hiện các hoạt động liên quan đến thích ứng với biến đổi khí hậu": (a) Nâng cao nhận thức và năng lực của các doanh nghiệp Việt Nam trong việc giảm rủi ro đầu tư vào các lĩnh vực có nguy cơ bị tác động cao của biến đổi khí hậu và phát huy các cơ hội đầu tư vào lĩnh vực buôn bán phát thải thông qua cơ chế phát triển sạch (CDM); (b) Lồng ghép vấn đề biến đổi khí hậu và các tác động của biến đổi khí hậu vào công tác hoạch định chính sách, quy hoạch phát triển và bảo vệ môi trường phục vụ hội nhập kinh tế và phát triển bền vững; (c) Xây dựng Khung Chiến lược quốc gia về thích ứng với biến đổi khí hậu.
- 8) Tổng cục Khí tượng Thủy văn (trước đây) đã thực hiện Dự án "Thông báo quốc gia đầu tiên (TBQG-I) của Việt Nam về biến đổi khí hậu cho Công ước khung của Liên Hiệp Quốc về Biến đổi khí hậu" (1999-2002). Dự án do Viện Khí tượng Thủy văn chủ trì thực hiện với sự tài trợ của GEF. Mục tiêu chính của Dự án là giúp Việt Nam thực hiện các cam kết và nghĩa vụ của mình theo Điều 4.1 và 12.1 của Công ước khung của LHQ về Biến đổi khí hậu thông qua việc chuẩn bị TBQG-I cho Ban thư ký Công ước khung của LHQ về BĐKH theo hướng dẫn của Hội nghị lần thứ 2 các bên tham gia Công ước khung của LHQ về BĐKH (COP 2) dành cho các Bên không thuộc Phụ lục I. Nội dung chính của TBQG-I bao gồm: (1) Kiểm kê quốc gia các KNK năm 1994 cho các ngành có nguồn phát thải chính là năng lượng, các hoạt động công nghiệp, lâm nghiệp và thay đổi sử dụng đất, nông nghiệp và chất thải với năm cơ sở là năm 1994. Một số cơ sở số liệu về kinh tế-xã hội, các ngành chủ yếu, đặc điểm địa lý, khí tượng và môi trường có liên quan cũng được xây dựng. Tổng lượng phát thải các khí nhà kính (KNK) năm 1994 ở Việt Nam được xác định là 103,8 triệu tấn CO₂ tương đương. Lượng phát thải các KNK trong các thời kỳ tới cũng đã được dự tính; (2) Xây dựng các phương án giảm nhẹ các KNK trong các lĩnh vực năng lượng (9 phương án), lâm nghiệp và thay đổi sử dụng đất (6 phương án), nông nghiệp (3 phương án); (3) Đánh giá tác động của BĐKH và đưa ra các biện pháp ứng phó đối với tài nguyên nước, nông nghiệp, lâm nghiệp, ngành thủy sản, vùng ven bờ biển, ngành năng lượng, giao thông vận tải, sức khỏe con người; (4) Hệ thống quan trắc và theo dõi khí hậu ở Việt Nam (trên cơ sở mạng lưới trạm khí tượng, khí hậu, thủy văn và hải văn); (5) Công tác giáo dục, huấn luyện nghiệp vụ và nâng cao nhận thức công chúng về BĐKH; (6) Định hướng chủ yếu nhằm giảm nhẹ các KNK trong các lĩnh vực chính là năng lượng, nông nghiệp và lâm nghiệp.
- 9) Bộ Tài nguyên và Môi trường đã thực hiện Dự án "Nghiên cứu chiến lược quốc gia về cơ chế phát triển sạch (CDM)". Dự án do Viện KTTVMT chủ trì thực hiện với sự tài trợ của AusAID và World Bank. Mục tiêu chính của Dự án là phân tích tiềm năng CDM của Việt Nam và xây dựng chiến lược phát triển thị trường CDM ở Việt Nam. Báo cáo đã đánh giá hiện trạng về chính sách CDM của Việt Nam, tiềm năng giảm phát thải KNK, cơ hội thị trường CDM, đề xuất cơ cấu tổ chức và các yêu cầu, các quy tắc trong quá trình phê duyệt, và cơ hội CDM ở Việt Nam. Kết quả của dự án đã góp phần khẳng định là Việt Nam sẵn sàng tận dụng càng sớm càng tốt các cơ hội do CDM đem lại trong bối cảnh các quá trình BĐKH đang diễn ra ngày càng rõ rệt.
- 10) Bộ Tài nguyên và Môi trường đã thực hiện Dự án "Tăng cường năng lực thực hiện cơ chế phát triển sạch tại Việt Nam" (2004). Dự án do Vụ Hợp tác Quốc tế của Bộ Tài nguyên và Môi trường chủ trì điều phối thực hiện. Mục tiêu Dự án là: (1) Tăng cường hiểu biết và phổ biến các thông tin, tài liệu hướng dẫn nâng cao nhận thức về BĐKH, CDM và các cơ hội, lợi ích do CDM mang lại; (2) Tăng cường năng lực cán bộ, hình thành khung pháp lý, tạo điều kiện thuận lợi cho việc thực hiện các hoạt động CDM ở trong nước; (3) Nâng cao kỹ năng và năng lực nhằm xác định và xây dựng danh mục các dự án CDM tiềm năng tại Việt Nam và thiết lập thủ tục thích hợp xem xét, phê duyệt dự án CDM tại Việt Nam; và (4) Chia sẻ kinh nghiệm thực hiện CDM với các nước trên thế giới và trong khu vực.

- 11) Bộ Tài nguyên và Môi trường đã triển khai Dự án "Thông báo Quốc gia lần thứ hai (TBQG-II) của Việt Nam cho Công ước Khung của LHQ về BĐKH" (2006-2009). Dự án do Vụ Hợp tác Quốc tế của Bộ Tài nguyên và Môi trường chủ trì thực hiện với sự tài trợ của GEF. Dự án sẽ tiến hành kiểm kê quốc gia KNK, xây dựng kịch bản BĐKH ở Việt Nam đến năm 2100, đánh giá tác động của BĐKH, xây dựng các biện pháp thích ứng với BĐKH và khung chiến lược đối phó với BĐKH tại Việt Nam. Việc tăng cường hệ thống quan trắc và theo dõi khí hậu, BĐKH tại Việt Nam (trên cơ sở mạng lưới trạm khí tượng thủy văn hiện có) cũng sẽ được nghiên cứu và đưa ra trong quá trình xây dựng TBQG-II của Việt Nam.
- 12) Bộ Tài nguyên và Môi trường đã triển khai Dự án "Tăng cường năng lực cho cơ quan đầu mối quốc gia về biến đổi khí hậu" (2007-2008). Dự án do Vụ Hợp tác Quốc tế của Bộ Tài nguyên và Môi trường thực hiện với sự tài trợ của Đan Mạch. Mục tiêu của Dự án là tăng cường năng lực về nhân lực, tổ chức, kỹ năng nghiệp vụ cho Vụ Hợp tác Quốc tế thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường để thực hiện tốt chức năng của cơ quan đầu mối quốc gia về BĐKH ở Việt Nam và hỗ trợ cơ quan này tiếp tục phát triển quan hệ hợp tác trong và ngoài nước trong việc lồng ghép vấn đề BĐKH vào kế hoạch, chương trình phát triển bền vững.

3. Các nghiên cứu về BĐKH ở Việt Nam

Đã có nhiều nghiên cứu về BĐKH ở Việt Nam và tác động của BĐKH đối với các lĩnh vực kinh tế-xã hội và các địa phương. Những nghiên cứu này do các cơ quan Nhà nước, các viện nghiên cứu, tổ chức thuộc Liên hiệp các hội khoa học và kỹ thuật Việt Nam, các tổ chức quốc tế và các tổ chức phi Chính phủ thực hiện với các mức độ sâu và rộng khác nhau. Trong báo cáo này chỉ mới tập hợp bước đầu một số các nghiên cứu sau đây:

- 1) Dự án "Biến đổi khí hậu ở Châu Á: Việt Nam" (1992-1994) do Viện Quy hoạch Thủy lợi - Bộ Thủy lợi và Viện KTTV - Tổng cục KTTV phối hợp với các cơ quan khác thực hiện với sự tài trợ của ADB. Nội dung của Dự án là: (1) Kiểm kê KNK dựa theo số liệu 1990, (2) Đánh giá tác động đối với các lĩnh vực nông nghiệp, tài nguyên nước, đời sống, lâm nghiệp, sức khỏe cộng đồng và thiên tai; (3) Đề xuất các giải pháp giảm nhẹ đối với các lĩnh vực năng lượng, xây dựng, giao thông, nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất; (4) Đề xuất chính sách ứng phó với BĐKH đối với các lĩnh vực nêu trên.
- 2) Dự án "Đánh giá tính dễ bị tổn thương của dải ven bờ Việt Nam - Giai đoạn I" do Trung tâm KTTV Biển - Tổng cục KTTV thực hiện với sự hỗ trợ của Chính phủ Hà Lan. Dự án đã đánh giá tính dễ tổn thương của toàn bộ dải ven bờ Việt Nam đối với tác động của mực nước biển dâng và phác thảo các bước đầu tiên cho việc quản lý tổng hợp dải ven bờ ở Việt Nam. Các địa phương được chọn để nghiên cứu thí điểm là Nam Định, TP. Huế và Bà Rịa - Vũng Tàu. Trong giai đoạn tiếp theo, các biện pháp quản lý tổng hợp giải ven bờ đã được đề xuất, trong đó cũng đã đề cập đến khả năng của BĐKH và nước biển dâng.
- 3) Dự án "UNDP/UNITAR/GEF - CC: TRAIN (giai đoạn I)" (1994-1996) do Viện KTTV chủ trì, phối hợp với các bộ, cơ quan, tổ chức có liên quan thực hiện. Việt Nam là 1 trong 3 nước tham gia dự án khu vực này. Mục tiêu của Dự án là giúp các nước xây dựng chính sách về biến đổi khí hậu để thực hiện Công ước khung của LHQ về BĐKH. Một số chương trình quốc gia nhằm thực hiện Công ước khung của LHQ về BĐKH đã được xác định và những hoạt động cần thiết, biện pháp thực hiện đã được đưa ra.
- 4) Dự án "Ảnh hưởng tiềm tàng về kinh tế-xã hội của biến đổi khí hậu tại Việt Nam" (1994). Mục tiêu của Dự án là xem xét tác động của các dao động khí hậu hiện tại đối với môi trường tự nhiên và kinh tế ở Việt Nam, đánh giá các biến đổi khí hậu do phát thải các khí nhà kính gây ra. Dự án bao gồm một số hoạt động nghiên cứu tập trung vào việc đánh giá tác động tiềm tàng của dao động khí hậu đối với nông nghiệp, sức khỏe con người, sản xuất và sử dụng năng lượng, rừng ngập mặn và đánh cá vùng ven biển. Dự án cũng đề cập đến vấn đề ảnh hưởng tiềm tàng của nhiệt độ cao đối với sâu, bệnh cây trồng.

- 5) Dự án "Chiến lược giảm nhẹ khí nhà kính với chi phí thấp nhất ở Châu Á" (ALGAS) (1995-1997) do Viện KTTV - Tổng cục KTTV thực hiện với sự hỗ trợ của UNDP và ADB. Việt Nam là trong 12 nước tham gia dự án khu vực này. Mục tiêu của Dự án là nâng cao năng lực quốc gia trong việc kiểm kê lượng phát thải khí nhà kính, đánh giá các phương pháp giảm nhẹ, và bước đầu xây dựng chiến lược và kế hoạch hành động giảm khí nhà kính với chi phí thấp nhất.
- 6) Dự án "Kinh tế trong hạn chế phát thải khí nhà kính, pha I: Xây dựng phương pháp luận cho việc đánh giá giảm nhẹ biến đổi khí hậu" do Viện KTTV - Tổng cục KTTV thực hiện với sự hỗ trợ của UNEP/GEF. Nội dung của Dự án là phân tích việc giảm thiểu KNK và các giải pháp hiệu quả, chú trọng vào các vấn đề chính: (1) Kinh tế vĩ mô liên quan; (2) Sử dụng đất và lâm nghiệp; (3) Nông nghiệp và năng lượng.
- 7) Dự án "Hỗ trợ thực hiện các biện pháp tăng cường năng lực ứng phó với biến đổi khí hậu ở những lĩnh vực ưu tiên (Giai đoạn II)" do Vụ Hợp tác Quốc tế - Bộ Tài nguyên và Môi trường chủ trì điều phối các hoạt động thực hiện Dự án. Dự án này là bước tiếp theo dự án xây dựng TBQG, giúp Việt Nam đẩy mạnh thêm các hoạt động đã được tiến hành trong giai đoạn chuẩn bị và thực hiện dự án xây dựng TBQG. Mục tiêu chính của Dự án là tăng cường năng lực và duy trì các nỗ lực để tiếp cận và truyền bá thông tin liên quan đến công nghệ ứng phó với BĐKH. Mục tiêu cụ thể của Dự án là: (1) Tăng cường năng lực để xác định và phân tích các nhu cầu công nghệ ứng phó với BĐKH; (2) Tiếp cận thông tin về chuyển giao công nghệ và nâng cao nhận thức của công chúng về BĐKH; (3) Tăng cường năng lực chuẩn bị các chương trình về BĐKH, khuyến khích chuyển giao công nghệ ứng phó với BĐKH; (4) Tăng cường năng lực nâng cao chất lượng các hoạt động liên quan đến BĐKH. Nhu cầu công nghệ bao gồm các công nghệ về giảm phát thải các KNK và các công nghệ về thích ứng với BĐKH ở Việt Nam đã được xác định và đánh giá. Đó là nhu cầu công nghệ trong các lĩnh vực công nghiệp, sản xuất điện, năng lượng, giao thông vận tải, nông nghiệp, lâm nghiệp, tài nguyên nước, quản lý vùng ven biển.
- 8) Dự án do "Xây dựng năng lực thích ứng với biến đổi khí hậu ở miền Trung Việt Nam" (2002 - 2005) do CECI thực hiện. Mục tiêu của Dự án là củng cố năng lực để lập, xây dựng và thực hiện các chiến lược thích ứng cho cộng đồng thông qua việc phòng chống thiên tai, lồng ghép việc phòng và giảm thiểu rủi ro, thiệt hại vào kế hoạch phát triển địa phương.
- 9) Roger Few và nnk. (2006) đã nghiên cứu về mối quan hệ giữa thích ứng với BĐKH, quản lý rủi ro thiên tai và giảm nghèo ở Việt Nam trong báo cáo "Linking Climate Change Adaptation and Disaster Risk Management for Sustainable Poverty Reduction Vietnam Country Study". Báo cáo đã xét đến (1) Nguy cơ của BĐKH, thiên tai và các tác động tiềm năng của BĐKH; (2) Cách tiếp cận trong quản lý rủi ro thiên tai; (3) Cách tiếp cận trong thích ứng với BĐKH; (4) Nghiên cứu điển hình ở Nam Định.
- 10) Peter Chaudhry và Greet Ruyschaert (2007) đã tập hợp các kết quả nghiên cứu về BĐKH trong TBQG-I của Việt Nam để tổng quan về BĐKH trong báo cáo điển hình về "Biến đổi khí hậu và phát triển con người ở Việt Nam". Báo cáo đã tổng quan các vấn đề: (1) Nghèo, thiên tai và BĐKH; (2) Các xu thế và dự báo về tình dễ tổn thương về vật lý trước BĐKH như: Đất đai và khí hậu; Những biến đổi về nhiệt độ và lượng mưa; Những biến đổi về lũ lụt và hạn hán; Thay đổi các hình thái bão; Mực nước biển dâng cao; Các tác động đến nông nghiệp; Nghề cá và nuôi trồng thủy sản; BĐKH và sức khỏe con người; (3) Tình dễ tổn thương của BĐKH trong bối cảnh kinh tế-xã hội đang thay đổi; (4) Chính sách ứng phó với biến đổi khí hậu như: Các Hiệp định quốc tế và Thông báo quốc gia lần thứ nhất cho UNFCCC.
- 11) Nguyễn Hữu Ninh (2007), dựa vào các số liệu hiện có, đã tổng quan về BĐKH ở đồng bằng sông Cửu Long trong báo cáo "Flooding in Mekong River Delta". Báo cáo đã tổng quan các vấn đề như: BĐKH và lũ lụt; Hiện trạng quản lý thiên tai và thích ứng với BĐKH. Báo cáo có nhận xét là về lâu dài BĐKH sẽ tác động đến chế độ thủy văn và sự phát triển kinh tế-xã hội của Đồng bằng sông Cửu Long. Mặc dù đồng bằng sông Cửu Long giàu về tài nguyên và tiềm năng phát triển nhưng nghèo đói ở khu vực là rào cản lớn nhất trong thích ứng với BĐKH. Các lĩnh vực dễ bị tổn thương nhất là nông nghiệp, thủy sản và lâm nghiệp;

- 12) Trung tâm Khoa học Công nghệ Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2007) đã thực hiện Dự án “Nâng cao nhận thức và tăng cường năng lực cho địa phương trong việc thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu, góp phần thực hiện Công ước Khung của LHQ và Nghị định thư Kyoto về biến đổi khí hậu” do Chương trình tài trợ các dự án nhỏ, Quỹ Môi trường Toàn cầu (GEF SGP) tài trợ. Mục tiêu Dự án là nâng cao nhận thức và hiểu biết về BĐKH và tăng cường năng lực quản lý của các địa phương tham gia dự án (Lào Cai, Ninh Thuận và Bến Tre) trong việc xây dựng và thực hiện kế hoạch hành động thích ứng và giảm nhẹ BĐKH; tuyên truyền, phổ biến kiến thức về BĐKH trong cộng đồng các địa phương tham gia dự án, góp phần nâng cao nhận thức trong toàn xã hội.
- 13) Dự án “Nghiên cứu BĐKH ở Đông Nam Á và đánh giá tác động, tổn hại và biện pháp thích ứng đối với sản xuất lúa và tài nguyên nước” (2007) do Viện KTTVMT hợp tác với SEA START thực hiện. Mục tiêu của Dự án là xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu cho khu vực Đông Nam Á và Việt Nam, đánh giá những tác động của BĐKH đến các yếu tố như nhiệt độ, mưa.
- 14) Dự án “Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu ở lưu vực sông Hương và chính sách thích nghi ở huyện Phú Vang, tỉnh Thừa Thiên Huế” (2006-2008) do Viện KTTVMT thực hiện với sự tài trợ của Chương trình hỗ trợ nghiên cứu khí hậu Hà Lan (NCAP). Đây là một nghiên cứu thí điểm áp dụng, lồng ghép các thông tin về BĐKH vào kế hoạch phát triển kinh tế-xã hội cho một vùng cụ thể để có các giải pháp thích nghi với BĐKH.
- 15) Dự án “Lợi ích của thích nghi với BĐKH từ các nhà máy thủy điện vừa và nhỏ, đồng bộ với phát triển nông thôn” (2007-2008) do Viện KTTVMT thực hiện với sự tài trợ của DANIDA Đan Mạch tài trợ. Mục tiêu tổng quát của Dự án là xác định những lợi ích rõ rệt và nhiều mặt từ các nhà máy thủy điện vừa và nhỏ là phát triển nông thôn, thích nghi với BĐKH và giảm nhẹ BĐKH. Mục tiêu cụ thể là: (1) Xác định được lợi ích của các nhà máy thủy điện vừa và nhỏ trong việc thích nghi với BĐKH; (2) Phân tích và xác định được lợi ích của thủy điện vừa và nhỏ đối với phát triển nông thôn trong vùng nghiên cứu thí điểm; (3) Kiến nghị được các biện pháp giảm thiểu tác động đến môi trường và đời sống của người dân do các nhà máy thủy điện vừa và nhỏ gây ra, đặc biệt đối với những cộng đồng dân nghèo.
- 16) Dự án “Tác động của nước biển dâng và các biện pháp thích ứng ở Việt Nam” (2008-2009) do Viện KTTVMT thực hiện với sự tài trợ của DANIDA - Đan Mạch. Mục tiêu tổng quát của Dự án tập trung chủ yếu vào việc giảm thiểu các tác động do nước biển dâng gây nên bởi BĐKH ở Việt Nam thông qua việc đề xuất các biện pháp thích ứng. Nâng cao hiểu biết về các phương pháp đối phó với thiên tai do BĐKH và nước biển dâng ở Việt Nam. Mục tiêu cụ thể của Dự án là: (1) Nâng cao hiểu biết về các phương pháp đối phó với thiên tai do BĐKH và nước biển dâng ở Việt Nam; (2) Bảo vệ các cộng đồng ven biển, mà đa số thuộc nhóm người nghèo và dễ bị tổn thương đối với thiên tai, cũng như bảo vệ các ngành kinh tế ở vùng ven biển khỏi tác động tiêu cực của nước biển dâng; (3) Đề xuất với Chính phủ các chiến lược nhằm hướng tới việc sử dụng hợp lý tài nguyên vùng ven biển phục vụ cho phát triển kinh tế, đồng thời bảo vệ được môi trường tự nhiên và kinh tế-xã hội trong vùng.
- 17) Dự án “Tác động của BĐKH đến tài nguyên nước ở Việt Nam và các biện pháp thích ứng” (2008-2009) do Viện KTTVMT thực hiện với sự tài trợ của DANIDA Đan Mạch. Mục tiêu lâu dài của Dự án là tăng cường năng lực của các ban ngành, tổ chức và của người dân Việt Nam trong việc thích nghi với tác động của BĐKH đến tài nguyên nước, giảm thiểu đến mức thấp nhất các tác động xấu cũng như thiệt hại do BĐKH gây ra; khôi phục có hiệu quả các tác động này hoặc tận dụng các tác động tích cực của BĐKH. Mục tiêu cụ thể của dự án là: (1) Đánh giá tác động của BĐKH đến tài nguyên nước mặt tại một số lưu vực sông của Việt Nam; (2) Đề xuất các giải pháp thích ứng với sự thay đổi tài nguyên nước do BĐKH gây ra.
- 18) Dự án “Tăng cường khả năng ứng phó với BĐKH của TP. Quy Nhơn và các vùng phụ cận” do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (IMHEN - Bộ TN và MT) thực hiện với sự tài trợ của Chương trình Phát triển LHQ (UNDP). Mục tiêu của Dự án là: xác định những hiểm họa tiềm ẩn, khu vực, nhóm dân cư và các lĩnh vực chịu ảnh hưởng của BĐKH nhiều nhất; đánh giá khả năng phòng ngừa, ứng phó và những kinh nghiệm thích ứng với BĐKH ở địa phương; phân tích tình trạng dễ bị ảnh hưởng của BĐKH; đưa ra mô hình thích ứng; lập nguồn dữ liệu thông tin cơ bản cho việc quản lý rủi ro, thảm họa dựa vào cộng đồng và lập kế hoạch thích ứng lồng ghép BĐKH vào kế hoạch giảm nhẹ thiên tai và phát triển kinh tế-xã hội của địa phương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Chỉ đạo của Chính phủ và Bộ Tài nguyên và Môi trường về đối phó với BĐKH
- Nghị quyết của Chính phủ số 60/2007/NQ-CP ngày 03 tháng 12 năm 2007.
- Quyết định số 47/2007/QĐ-TTg ngày 6/04/2007 của Thủ tướng Chính phủ.
- Chỉ thị số 35/2005/CT-TTg ngày 17/10/2005 của Thủ tướng Chính phủ.
- Công văn số 1754/VPCP-NN ngày 03/4/2007 của Văn phòng Chính phủ.
- Thông tư 10/2006/TT-BTNMT ngày 12/12/2006 của Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- Quyết định số 1819/QĐ-BTNMT ngày 16/11/2007 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- Những dự án, nghiên cứu liên quan đến BĐKH ở Việt Nam
- Tổng cục KTTV. Nghiên cứu chiến lược giảm khí nhà kính với chi phí thấp nhất cho Châu Á (ALGAS).
- Tổng cục KTTV, 1997. Đánh giá tình dễ bị tổn thương của dải ven bờ Việt Nam.
- Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2003. Thông báo Quốc gia đầu tiên của Việt Nam cho UNFCCC về biến đổi khí hậu.
- Bộ Tài nguyên và Môi trường. Chiến lược Quốc gia về cơ chế phát triển sạch.
- Bộ Tài nguyên và Môi trường. Thông báo Quốc gia lần thứ hai của Việt Nam cho Công ước Khung của LHQ về BĐKH (đang thực hiện).
- Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2007. Tăng cường năng lực của cơ quan đầu mối Việt Nam về biến đổi khí hậu.
- Viện KHKTTV&MT, Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2007. Nghiên cứu BĐKH ở Đông Nam Á và đánh giá tác động, tổn hại và biện pháp thích ứng. Hợp tác giữa Viện KHKTTV&MT với SEA START RC.
- Viện KHKTTV&MT, Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2005. Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu ở lưu vực sông Hương và chính sách thích nghi ở huyện Phú Vang, tỉnh Thừa Thiên Huế. Hợp tác giữa Viện KHKTTV&MT và Chương trình hỗ trợ nghiên cứu khí hậu Hà Lan (NCAP).
- Viện KHKTTV&MT, Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2006. Lợi ích của thích nghi với BĐKH từ các nhà máy thủy điện vừa và nhỏ, đồng bộ với phát triển nông thôn. Hợp tác giữa Viện KHKTTV&MT và DANIDA.
- Viện KHKTTV&MT, Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2007. Tác động của nước biển dâng và các biện pháp thích ứng ở Việt Nam. Hợp tác giữa Viện KHKTTV&MT và DANIDA.
- Viện KHKTTV&MT, Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2007. Tác động của BĐKH đến tài nguyên nước ở Việt Nam và các biện pháp thích ứng. Hợp tác giữa Viện KHKTTV&MT và DANIDA.
- Peter Chaudhry and Greet Ruysschaert, 2007. Climate Change and Human Development in Viet Nam.
- MWH, 2006. Linking Climate Change Adaptation and Disaster Risk Management for Sustainable Poverty Reduction Vietnam Country Study.
- Huu Ninh Nguyen, 2007. Flooding in Mekong River Delta. Viet Nam, Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World.
- Trần Thực, 2007. Biến đổi khí hậu ở Việt Nam. Báo cáo trình bày tại Hội nghị Phát triển Con người do UNDP tổ chức tại Hà Nội, 11/2007.
- Trần Thực, 2007. Climate Change: Concerns and Views of Human Development. Paper Presented at Workshop on Climate Change and Human Development, Ho Chi Minh City, Dec. 2007.
- Nguyễn Văn Thắng và Phạm Thị Thanh Hương, 2007. Using PRECIS Model to Develop the Climate Change Scenarios for Viet Nam. Paper Presented at Workshop on Climate Change and Human Development, Ho Chi Minh City, Dec. 2007.
- Nguyễn Thị Hiền Thuận, 2007. Impact of Climate Change on Rice Production in Mekong River Delta. Paper Presented at Workshop on Climate Change and Human Development, Ho Chi Minh City, Dec. 2007.
- Bào Thanh, 2007. Đánh giá thiệt hại do mực nước biển dâng ở khu vực ven biển đồng bằng sông Cửu Long. Paper Presented at Workshop on Climate Change and Human Development. Ho Chi Minh City, Dec. 2007.

1209
Lê Nguyễn Tường, 2007. Climate Change Adaptation with Stakeholder Participation. Paper Presented at Workshop on Climate Change and Human Development, Ho Chi Minh City, Dec. 2007.

CECE, 2005. Xây dựng năng lực thích ứng với biến đổi khí hậu ở miền Trung Việt Nam.

Hội Chữ thập đỏ Việt Nam, 2006. Phòng ngừa thảm họa liên quan đến biến đổi khí hậu.

Trung tâm Khoa học Công nghệ Khí tượng Thủy văn và Môi trường, 2007. Nâng cao nhận thức và tăng cường năng lực cho địa phương trong việc thích ứng và giảm nhẹ BĐKH, góp phần thực hiện Công ước khung của LHQ và Nghị định thư Kyoto về Biến đổi khí hậu.

1211
HỘI CƠ HỌC VIỆT NAM
HỘI CƠ HỌC THỦY KHÍ



TUYÊN TẬP CÔNG TRÌNH

Hội nghị Khoa học
Cơ học Thủy khí Toàn quốc năm 2007

Huế, 26 - 28 tháng 7 năm 2007

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ
HÀ NỘI - 2008

Mục lục

1. **Phạm Vũ Anh**
Nguồn gốc Synop của bão và áp thấp nhiệt đới trên vùng biển Đông Nam Á..... 1
2. **Đặng Thế Ba, Đoàn Viết Phan, Nguyễn Huy Hoàng**
Phát triển chương trình tính song song trên mạng máy tính PC cho bài toán xác định thông số via dầu theo lịch sử khai thác 9
3. **Nguyễn Thị Bảy, Huỳnh Công Hoài**
Mô hình tính toán dòng chảy và vận chuyển bùn cát vùng ven biển dưới ảnh hưởng của sóng, gió và triều – áp dụng tính cho vùng biển cửa Thuận An – Huế..... 23
4. **Lê Ngọc Bích**
Vấn đề chọn công thức sức tải cát trong tính toán biến hình lòng sông..... 35
5. **Lê Ngọc Bích, Hoàng Văn Huân, Nguyễn Anh Tiến**
Những vấn đề tồn tại chủ yếu trong nghiên cứu quan hệ hình thái sông và hướng giải quyết..... 41
6. **Vũ Thanh Ca, Trần Thục, Nguyễn Đình Xuyên, Phùng Đăng Hiếu, Nguyễn Xuân Hiến, Trần Quang Tiến**
Đánh giá độ nguy hiểm của sóng thần tại vùng biển Việt Nam theo các kịch bản sóng thần 47
7. **Vũ Thanh Ca, Trần Thục, Hoàng Đức Cường, Nguyễn Xuân Hiến, Nguyễn Xuân Đạo**
Nghiên cứu xây dựng hệ thống tính toán lan truyền ô nhiễm dầu trên biển Đông..... 57
8. **Huỳnh Chức, Nguyễn Ân Niên**
Tính toán đặc trưng trung bình của thành phần nguồn nước của hệ thống sông vùng triều 69
9. **Nguyễn Tiến Cường, Nguyễn Hồng Phong**
Ứng dụng, phát triển mô hình kết nối thủy văn thủy lực dự báo lũ sông Đà trên hệ thống máy bó..... 79
10. **Nguyễn Tất Đắc, Lương Quang Xô**
Mô hình ghép nối 1-2 chiều trong tính toán dòng chảy và mặn cho các phương án quy hoạch tài nguyên nước ở Đồng bằng sông Cửu Long 89
11. **Nguyễn Thế Đức, Nguyễn Văn Tuấn**
Thử nghiệm tối ưu hóa biên dạng cách khí động trên cơ sở kết hợp thuật toán tiến hóa vi phân với công cụ mô phỏng dòng 101
12. **Nguyễn Thế Đức, Dương Ngọc Hải, Nguyễn Minh Toàn, Nguyễn Văn Út**
Đánh giá hiệu quả của một số thuật toán tối ưu truyền thống cho bài toán tối ưu phân bố lưu lượng bơm ép nước và khai thác dầu 111

13. **Lã Hải Dũng, Nguyễn Đình Sơn, Lê Đình Cường, Ngô Trí Thăng, Phan Xuân Tăng**
Nghiên cứu tác động của gió cạnh tới chuyển động của khí cụ bay tự động 125
14. **Dương Việt Dũng, Đặng Bảo Lâm**
Nghiên cứu ứng dụng bộ xử lý xúc tác kim loại kiểu METALIT_S cho xe gắn máy..... 135
15. **Bùi Văn Ga, Trần Văn Nam, Nguyễn Ngọc Linh**
Đánh giá mô hình tính toán bức xạ bề mặt bằng thực nghiệm trên ngọn lửa Diesel.. 141
16. **Bùi Văn Ga, Trần Thanh Hải Tùng, Lê Văn Lữ**
Ảnh hưởng của vị trí cung cấp không khí thứ cấp đến nồng độ CO và NOx trong khí thải lò đốt công nghiệp..... 151
17. **Bùi Văn Ga, Trương Lê Bích Trâm, Trương Hoàng Thiện, Lê Minh Tiến**
Hệ thống cung cấp khí biogas cho động cơ cỡ nhỏ..... 159
18. **Lê Song Giang, Trần Thị Ngọc Triều**
Mô hình dòng chảy hai chiều nước nông dùng phương pháp thể tích hữu hạn trên lưới phi cấu trúc 169
19. **Đình Minh Hải, Nguyễn Quốc Tuấn, Nguyễn Hữu Tuấn**
Ứng dụng phần mềm Fluent để khảo sát dòng chảy qua buồng xoắn, cột trụ và cánh hướng dòng của tuabin nước 179
20. **Dương Ngọc Hải, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Thúc Kháng, Nguyễn Văn Cảnh**
Xây dựng phần mềm tính toán các thông số chính của quá trình khai thác dầu bằng khí..... 187
21. **Phạm Thanh Hải, Takao Masumoto**
Development of a 2D-Fem simulation model for flood flows and its application for evaluating flood prevention roles of paddies in lower Mekong river basin..... 195
22. **Hà Ngọc Hiến**
Xây dựng mô đun tính toán ảnh hưởng của công trình cầu đến dòng chảy trong hệ thống sông 207
23. **Ngô Văn Hiến, Lê Quang, Hồ Tường Vinh, Vũ Duy Quang**
Giới thiệu phương pháp tiếp cận hướng mô hình để phát triển các hệ thống điều khiển công nghiệp 223
24. **Phùng Đăng Hiếu**
Mô phỏng và nghiên cứu tương tác sóng và đê ngầm chắn sóng 231
25. **Nguyễn Thế Hùng, Hoàng Văn Thanh**
On selection of space dimension in seepage calculation of earth dams 241
26. **Lê Văn Hùng, Lê Đình Chung**
Kết quả thí nghiệm đầm nén hiện trường phục vụ đắp đập chính Cửa Đạt..... 249
27. **Lê Văn Hùng, Lê Đình Chung**
Kết quả thí nghiệm hiện trường nổ mìn cấp phối phục vụ đắp đập chính Cửa Đạt... 259
28. **Hồ Việt Hùng, Lê Thị Thu Nga**
Vai trò của hồ Tả Trạch trong phòng chống lũ hệ thống sông Hương – Thừa Thiên Huế.. 269

29. **Dương Văn Khảm, Bùi Đức Giang, Chu Minh Thu, Nguyễn Thị Huyền**
Sử dụng tư liệu viễn thám đa thời gian để đánh giá biến động chỉ số thực vật lớp phủ và một số phân tích về thời vụ và trạng thái sinh trưởng của cây lúa ở Đồng bằng sông Hồng và sông Cửu Long 275
30. **Phạm Bá Khiển, Lê Thị Minh Nghĩa, Phạm Minh Vương**
Mô phỏng quá trình truyền nhiệt sinh ra bởi nguồn nhiệt trong hầm đường bộ..... 285
31. **Nguyễn Phi Khử**
Lan truyền nhiệt độ do nước thải ấm từ nhà máy nhiệt điện ra môi trường nước mặt . 297
32. **Hoàng Văn Lai, Nguyễn Thành Đôn, Nguyễn Hồng Phong**
Các phương pháp chia miền tối ưu phục vụ song song hóa các bài toán thủy lực hai chiều 307
33. **Hoàng Văn Lai, Nguyễn Tuấn Anh, Dương Thị Thanh Hương, Nguyễn Phú Đức**
Tính toán thử nghiệm quá trình lan truyền chất gây ô nhiễm nguồn nước trên sông Hồng 317
34. **Trần Gia Lịch, Lê Đức, Nguyễn Thị Kiều Duyên**
Hai bài toán xác định vị trí đặt xi nghiệp và điều khiển tối ưu công suất phát thải trong không gian ba chiều 325
35. **Hoàng Đức Liên, Nguyễn Thanh Hào, Nguyễn Thanh Nam**
Nghiên cứu ảnh hưởng của xoáy đến quá trình cháy dòng phun rời xoáy hai pha không đẳng nhiệt trong buồng đốt bằng phương pháp mô phỏng số 337
36. **Hoàng Đức Liên, Bùi Thị Thu**
Nghiên cứu mô phỏng một số thông số động học dòng chất lỏng trong buồng sấy phun .. 345
37. **Đình Văn Mạnh, Trần Thị Ngọc Duyệt, Đỗ Thị Thu Hà**
Bước đầu mô phỏng sóng thần do động đất trong Biển Đông 353
38. **Nguyễn Thế Mịch, Nguyễn Phú Hùng, Vũ Văn Duy, Dương Tuấn Anh**
Ứng dụng CFD vào nghiên cứu làm mát thành buồng cháy và lá tuabin trong động cơ máy bay 367
39. **Nguyễn Thế Mịch, Lê Trung Dũng, Nguyễn Hải Long**
Nghiên cứu, tính toán, thiết kế chế tạo máy bay mô hình điều khiển từ xa 381
40. **Phạm Thiên Nga, Ngô Tiên Giang**
Đánh giá đặc trưng hạn một số điểm thuộc Nam Trung Bộ và Tây Nguyên theo chỉ số Palmer về mức khắc nghiệt hạn 395
41. **Hoàng Thị Bích Ngọc**
Tính toán sự thay đổi lực khí động sau đàn hồi xoắn cánh xét với cánh có cánh điều khiển..... 403
42. **Hoàng Thị Bích Ngọc, Vũ Đình Quý, Bùi Trần Trung**
Tính toán số khí động cánh 3D kết hợp với sử dụng phần mềm Ansys 415
43. **Hoàng Thị Bích Ngọc**
Nghiên cứu và tính toán lực cản của dòng quá độ âm qua thân tròn xoay 425

44. **Nguyễn Ân Niên, Đặng Quốc Dũng**
Cơ sở phân tích đặc tính thành phần nguồn nước trong hệ thống tiêu thoát nước đô thị vùng triều 435
45. **Nguyễn Ân Niên, Đỗ Tiến Lanh, Nguyễn Duy Khang, Nguyễn Bình Dương**
Một số kết quả trong cải tiến mô hình KOD.WQPS 447
46. **Nguyễn Ân Niên, Tăng Đức Thắng, Huỳnh Chức**
Vai trò của thủy triều trong phân bố thành phần nước ở hạ du sông..... 457
47. **Phạm Văn Ninh, Phan Ngọc Vinh, Nguyễn Vũ Tường**
Vấn đề tràn dầu và vụ dầu vốn cục tràn vào bờ biển miền Trung tháng 3 và 4/2007... 467
48. **Lê Đình Quang**
Biến đổi khí hậu với tương lai tồn vong và phát triển của hành tinh chúng ta..... 475
49. **Lê Đình Quang, Nguyễn Đức Cường**
Về một ý tưởng làm giảm cường độ bão và thay đổi hướng di chuyển của bão bằng việc sử dụng vật liệu hấp thụ nước và tác động đến cấu trúc nhiệt động lực của bão .. 487
50. **Lê Quang, Phạm Văn Sáng**
Phương pháp thiết kế vỏ tàu ứng dụng giải thuật đồ họa làm trơn bề mặt..... 493
51. **Nguyễn Đăng Quế**
Về chế độ dao động khí hậu ở Việt Nam 499
52. **Nguyễn Phú Quỳnh, Nguyễn Ân Niên**
Tính toán khẩu độ công tháo lũ vùng bao đê chống lũ sớm nhằm bảo vệ an toàn bờ bao ở ĐBSCL..... 505
53. **Phan Xuân Tăng, Ngô Trí Thăng, Lã Hải Dũng**
Khảo sát trường vận tốc cảm ứng từ màng xoáy có dạng hình thang trong dòng khí dừng vượt âm 513
54. **Phan Xuân Tăng, Ngô Trí Thăng, Lã Hải Dũng**
Nghiên cứu bán thực nghiệm và thực nghiệm xác định các đặc tính khí động của tàu đệm khí dạng con vịt 519
55. **Trần Hồng Thái, Lê Vũ Việt Phong, Phạm Văn Hải, Nguyễn Thanh Tùng, Hoàng Thị Thu Trang**
Ứng dụng mô hình MIKE11 tính toán dự báo chất lượng nước cho ba lưu vực sông: Cầu, Nhuệ-Đáy, Sài Gòn-Đồng Nai..... 527
- ✓ 56. **Trần Hồng Thái, Lê Vũ Việt Phong, Phạm Văn Hải, Nguyễn Thanh Tùng, Hoàng Thị Thu Trang**
Áp dụng mô hình MIKE11 tính toán dự báo chất lượng nước cho ba lưu vực sông: Cầu, Nhuệ-Đáy, Sài Gòn-Đồng Nai..... 537
57. **Đoàn Xuân Thủy, Hà Ngọc Hiến, Dương Thanh Hương**
Đánh giá ảnh hưởng của các khu giữa đến quá trình lũ trên hệ thống sông Hồng – Thái Bình 545
58. **Đoàn Xuân Thủy, Hoàng Văn Lai, Đinh Văn Mạnh, Trần Thu Hà, Nguyễn Phú Đức, Lê Duy Hưng**
Thử nghiệm mô phỏng sự lan truyền chất gây ô nhiễm trong hồ..... 555

59. Nguyễn Thiện Tống, Lê Thị Hồng Hiếu, Nguyễn Ngọc Hiền, Thái Quang Nhã
Mô phỏng số dòng khí qua cánh côn trùng bay 565
60. Nguyễn Thiện Tống, Lê Thị Hồng Hiếu, Hoàng Khắc Chí, Nguyễn Ngọc Hiền
Cơ cấu đập cánh và lực khí động trên cánh côn trùng bay 577
61. **Bùi Đạt Trâm**
Ứng dụng mô hình Vandewiele và hồi quy tuyến tính kiểm kê tài nguyên nước
và nhận dạng kiểu thời tiết – khí hậu vùng đồi núi Tri Tôn – Tịnh Biên 589
62. **Phạm Anh Tuấn, Nguyễn Tài, Trần Đình Hội, Phạm Hùng**
Phương pháp nghiên cứu quy luật chuyển động của chất lỏng trong lòng dẫn có
vật cản biến dạng dưới dạng các lớp phủ thực vật 599
63. **Nguyễn Ngọc Tuấn, Nguyễn Thế Hùng**
Ảnh hưởng của công trình thủy lợi Sa Lung đến xâm nhập mặn hạ lưu sông Bến Hải... 611
64. **Nguyễn Văn Tuấn, Dương Ngọc Hải**
Sự truyền nhiệt giữa các pha trong một số hỗn hợp chất lỏng chứa bọt hơi 619
65. **Cong-Tu Ha, Jang-Choon Lee, Seong-Hwan Kim, Warn-Gyu Park, Dong-
Hoon Kim, The-Duc Nguyen**
Cavitating flow simulation over 3-D objects 625
66. **Trần Thanh Tùng, Nguyễn Thị Phương Thảo**
Tính toán biến động đường bờ biển tỉnh Thừa Thiên Huế bằng mô hình UNIBEST .. 635
67. **Trần Hữu Tuyên, Hoàng Ngô Tự Do**
Mô phỏng xâm nhập mặn vào mùa khô ở đầm phá Tam Giang – Cầu Hai sau khi
xây dựng các hồ chứa nước lớn ở thượng nguồn sông Hương..... 645
68. **Phan Ngọc Vinh, Đinh Văn Mạnh, Phạm Văn Ninh**
Bước đầu mô phỏng số biến đổi địa hình đáy biển và đường bờ tỉnh Nam Định 657
69. **Nguyễn Minh Xuân, Đỗ Minh Khai**
Tính toán đặc tính động cơ tuabin khí hàng không ở các chế độ bay theo phương
pháp Fedorov cải tiến 669
70. **Chỉ dẫn Tác giả** 677
71. **Danh sách các đơn vị, cá nhân hỗ trợ kinh phí**..... 679
72. **Danh sách Hội viên** 681

Áp dụng mô hình MIKE11 tính toán dự báo chất lượng nước cho ba lưu vực sông: Cầu, Nhuệ-Đáy, Sài Gòn-Đồng Nai

Trần Hồng Thái, Lê Vũ Việt Phong, Phạm Văn Hải,
Nguyễn Thanh Tùng, Hoàng Thị Thu Trang

Viện khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Tóm tắt: Báo cáo này giới thiệu một số kết quả mô phỏng chế độ thủy lực cho 3 hệ thống lưu vực sông đang bị ô nhiễm ở Việt Nam hiện nay (Cầu, Nhuệ-Đáy, Sài Gòn-Đồng Nai) bằng mô hình MIKE11. Những kết quả mô phỏng, tính toán thủy lực này được sử dụng làm nền tảng để phục vụ cho bài toán mô phỏng chất lượng nước các lưu vực sông kể trên. Thời điểm tính toán mô phỏng dòng chảy tập trung vào mùa kiệt, khi hiện tượng ô nhiễm xảy ra mạnh mẽ và rõ rệt.

Abstract: Applying MIKE11 model to simulate hydrodynamic regimes in three polluted river basins (Cau, Nhue-Day, Sai Gon-Dong Nai) in Vietnam is presented in this paper. These results will be used for simulating water quality in aboved river basins. Rivers are mainly polluted in dry season, simulated time therefore is chosen in this time period.

1. Giới thiệu

Sông ngòi đóng một vai trò quan trọng đối với các hoạt động của con người. Nguồn nước từ các dòng sông được sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau và lợi ích chúng mang lại là không thể phủ nhận. Nhưng hiện nay ở Việt Nam, nguồn nước của các lưu vực sông Cầu, Nhuệ - Đáy và hạ lưu hệ thống sông Sài Gòn - Đồng Nai đang bị ô nhiễm nghiêm trọng do các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội của con người gây ra. Điều này đã và đang ảnh hưởng xấu đến môi trường sống trong khu vực. Vấn đề cấp bách đặt ra hiện nay trước các nhà chuyên môn và quản lý là làm thế nào để hạn chế và giảm thiểu tình trạng ô nhiễm môi trường nước tại các lưu vực trên.

Một trong những phương pháp được sử dụng phổ biến hiện nay phục vụ cho việc giải quyết các vấn đề ô nhiễm là phương pháp mô hình toán. Tuy nhiên, để mô phỏng và tính toán chính xác diễn biến các quá trình hóa-sinh-lý trong hệ thống sông đòi hỏi việc mô phỏng và tính toán chế độ thủy văn thủy lực trong hệ thống sông đó phải có độ chính xác cao. Đây cũng chính là nội dung chính trong nghiên cứu này. Dựa trên nhiều tiêu chí, các tính toán mô phỏng chế độ thủy văn thủy lực phục vụ cho việc tính toán chất lượng nước trên 3 lưu vực sông được xây dựng trên mô hình MIKE11 của Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI).

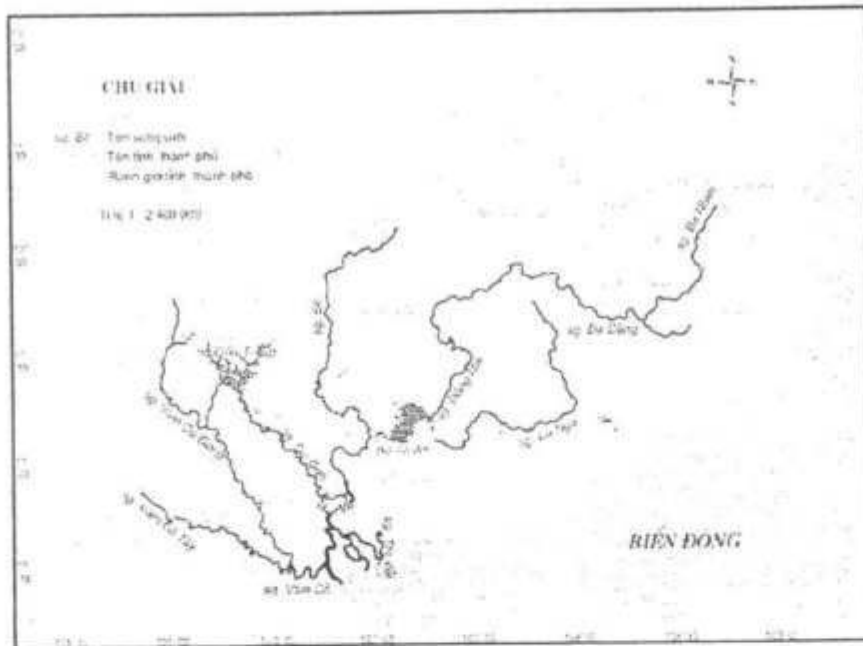
Trong khuôn khổ bài báo này, không thể trình bày hết những khía cạnh khác nhau của các lưu vực sông trên kể trên, chi tiết các đặc điểm và khía cạnh này được trình bày trong [1]. Bài báo chủ yếu tập trung vào phương pháp luận và các kết quả thu được nhằm đưa ra một cái nhìn khái quát về chế độ dòng chảy mùa kiệt tại các khu vực trên.



Hình 1.1: Lưu vực sông Nhuệ-Đáy



Hình 1.2: Lưu vực sông Cầu



Hình 1.3: Lưu vực sông Sài Gòn-Đồng Nai

2. Phương pháp mô phỏng

2.1. Phương trình cơ bản

Dòng chảy trong sông ngòi tự nhiên được mô phỏng trong mô hình MIKE11 bằng hệ phương trình Saint-Venant [8], bao gồm một hệ hai phương trình vi đạo hàm riêng phi tuyến dạng hyperbolic, đi kèm với một số giả thiết [3,7].

1. Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

2. Phương trình động lượng:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0$$

Trong đó:

Q: Lưu lượng (m³/s)

A: Diện tích mặt cắt (m²)

q: Lưu lượng nhập lưu trên một đơn vị chiều dài dọc sông (m²/s)

C: Hệ số Chezy [7].

α : Hệ số sửa chữa động lượng.

R: Bán kính thủy lực (m)

2.2. Phương pháp giải hệ phương trình Saint-Venant

Hiện nay, việc tìm nghiệm giải tích cho hệ phương trình Saint-Venant vẫn chưa thực hiện được. Phương pháp phổ biến nhất để tìm nghiệm gần đúng cho hệ phương trình này đó là phương pháp sai phân hữu hạn.

Bằng giải tích toán học, chứng minh được rằng hệ phương trình Saint-Venant sẽ cho nghiệm duy nhất [8] khi có đầy đủ chuỗi số liệu theo thời gian tại các biên tính toán và số liệu cho điều kiện ban đầu. Hơn nữa, nghiệm thu được của phương trình này sẽ ổn định hơn khi số liệu biên trên là lưu lượng còn biên dưới là mực nước.

MIKE 11 giải hệ phương trình Saint-Venant dựa trên lược đồ sai phân ẩn 6 điểm Abbott-Ionescu đan xen giữa các điểm nút Q (lưu lượng) và H (mực nước). Chi tiết vấn đề sai phân hóa hệ phương trình Saint-Venant có thể tham khảo tại [2,4]. Sai phân hóa hệ phương trình Saint-Venant theo công thức:

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} \approx \frac{\frac{Q_{j+1}^{n+1} + Q_{j+1}^n}{2} - \frac{Q_{j-1}^{n+1} + Q_{j-1}^n}{2}}{\Delta 2x_j}$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} = b_s \cdot \frac{\partial h}{\partial t} \approx b_s \cdot \frac{h_j^{n+1} - h_j^n}{\Delta t}$$

Phương trình động lượng:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} \approx \frac{Q_j^{n+1} - Q_j^n}{\Delta t}$$

$$\frac{\partial(\alpha \frac{Q^2}{A})}{\partial x} \approx \frac{\left[\alpha \frac{Q^2}{A} \right]_{j+1}^{n+1/2} - \left[\alpha \frac{Q^2}{A} \right]_{j-1}^{n+1/2}}{\Delta 2x_j}$$

$$\frac{\partial h}{\partial x} \approx \frac{\frac{(h_{j+1}^{n+1} + h_{j+1}^n)}{2} - \frac{(h_{j-1}^{n+1} + h_{j-1}^n)}{2}}{\Delta 2x_j}$$

Chuyển về và rút gọn thừa số chung, thu được phương trình viết dưới dạng rút gọn:

Phương trình liên tục: $\alpha_j Q_{j-1}^{n+1} + \beta_j h_j^{n+1} + \gamma_j Q_{j+1}^{n+1} = \delta_j$

Phương trình động lượng: $\alpha_j h_{j-1}^{n+1} + \beta_j Q_j^{n+1} + \gamma_j h_{j+1}^{n+1} = \delta_j$

Viết đầy đủ, xen kẽ các phương trình trên tại các vị trí không gian và thời gian liên tiếp nhau, ta thu được một hệ phương trình ma trận 3 đường chéo với số ẩn và số phương trình bằng nhau (tùy thuộc vào hệ thống sông và bước thời gian). Hệ phương trình được giải trong MIKE11 bằng thuật toán khử đuôi (Double Sweep Algorithm) [5,6].

3. Áp dụng mô hình MIKE11 mô phỏng thủy lực 3 lưu vực sông

3.1. Số liệu yêu cầu

Số liệu cần thiết dùng cho mô phỏng bao gồm:

a. *Số liệu địa hình*: Địa hình lòng sông được đưa vào mô hình thông qua các giá trị mặt cắt ngang, dọc theo các đoạn sông và khoảng cách giữa các mặt cắt. Trong nghiên cứu này, sử dụng mặt cắt nguyên bản được thu thập từ nguồn tin cậy là các cơ quan chức năng thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường và một số bộ ngành khác.

Danh sách mặt cắt các hệ thống sông được nêu trong bảng 3.1:

Bảng 3.1: Danh sách mặt cắt 3 hệ thống sông

| Sông Cầu | | Sông Nhuệ-Đáy | | Sông Sài Gòn-Đồng Nai | |
|--------------|--------|-----------------|--------|-----------------------|--------|
| Tên sông | Số m/c | Tên sông | Số m/c | Tên sông | Số m/c |
| Sông Cầu | 53 | Sông Đáy | 67 | Sông Đồng Nai | 26 |
| Sông Thương | 32 | Sông Nhuệ | 4 | Sông Sài Gòn | 16 |
| Sông Lục Nam | 15 | Sông Đào | 11 | Sông Nhà Bè | 8 |
| Sông Cà Lồ | 4 | Sông Hồng | 89 | Sông Long Tàu | 2 |
| | | Sông Hoàng Long | 14 | | |
| | | Sông Đuống | 3 | | |

b. *Điều kiện ban đầu*: Điều kiện ban đầu được thu thập tại các trạm đo có số liệu, trên cơ sở đó được nội suy cho các nút tính toán còn lại trong hệ thống sông. Điều này ít nhiều dẫn đến sự sai khác trong tính toán, tuy nhiên ảnh hưởng của điều kiện ban đầu sẽ được loại trừ sau một số bước thời gian.

c. *Điều kiện biên*: Điều kiện biên bao gồm số liệu lưu lượng dùng làm biên trên, số liệu mực nước (mốc quốc gia) dùng làm biên dưới, hiệu chỉnh, và kiểm nghiệm mô hình. Danh sách các trạm thủy văn có số liệu được sử dụng trong bài báo nêu trong bảng 3.2

Bảng 3.2: Danh sách các trạm thủy văn sử dụng

| Sông Cầu | | Sông Nhuệ-Đáy | | Sông Sài Gòn-Đồng Nai | |
|------------------------|-----------|------------------|------------|-----------------------|----------|
| Tên trạm | Sông | Tên trạm | Sông | Tên trạm | Sông |
| Thác Huồng (Q,H) | Cầu | Sơn Tây (Q,H) | Hồng | Bình Phước (Q) | Sài Gòn |
| Đáp Cầu (H) | Cầu | Liên Mạc (Q,H) | Hồng | Phủ An (Q,H) | Sài Gòn |
| Chũ (Q) | Lục Nam | Hà Nội (Q,H) | Hồng | Hóa An (Q,H) | Đồng Nai |
| Lục Nam (H) | Lục Nam | Phủ Lý (H) | Đáy | Cát Lái (Q,H) | Đồng Nai |
| Phả Lại (H) | Thái Bình | Ba Thá (Q) | Đáy | Nhà Bè (Q,H) | Đồng Nai |
| Cầu Sơn (Q,H) | Thương | Như Tân (H) | Đáy | Vàm Sắt (Q,H) | Nhà Bè |
| Phủ Lạng Thương (H) | Thương | Thượng Cát (Q,H) | Đuống | Tam Thôn Hiệp (Q,H) | Long Tàu |
| | | Hưng Thi (Q,H) | Hoàng Long | | |
| | | Gián Khẩu (H) | Hoàng Long | | |
| | | Nam Định (H) | Đào | | |

3.2. Tính toán mô phỏng thủy lực

Nội dung tính toán mô phỏng thủy lực được tiến hành sau khi đã thu thập đầy đủ các số liệu cần thiết phục vụ cho nội dung này. Mục tiêu chính của công tác này là tìm ra một bộ thông số thủy lực phù hợp trên các lưu vực sông thông qua việc hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình từ các số liệu thực đo thu thập được.

Thời gian mô phỏng chủ yếu tập trung vào mùa kiệt, thời điểm mực nước trong sông hạ thấp. Do vậy, mức độ phù hợp của nội dung hiệu chỉnh kiểm nghiệm mô hình chủ yếu được đánh giá qua chỉ tiêu Nash-Sutcliffe [9]:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [Q_{obs,i} - Q_{sim,i}]^2}{\sum_{i=1}^n [Q_{obs,i} - Q_{obs,i}]^2}$$

3.3. Kết quả

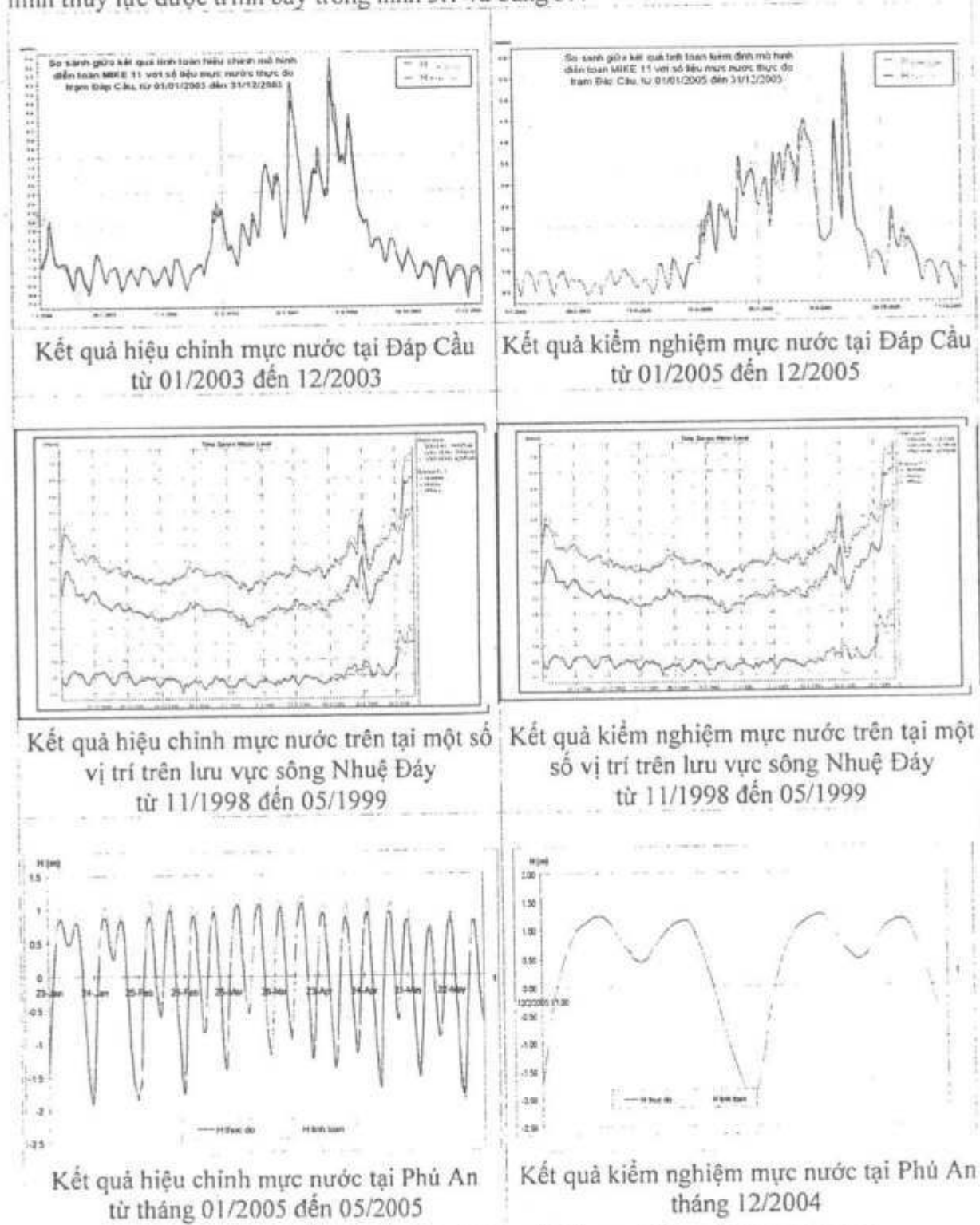
Bảng 3.3: Thời gian hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình thủy lực

| Tên lưu vực | Thời gian hiệu chỉnh | Thời gian kiểm nghiệm |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Sông Cầu | 01/01/2003 – 31/12/2003 | 01/01/2005 – 31/12/2005 |
| Sông Nhuệ Đáy | 01/11/1998 – 31/05/1999 | 01/11/1999 – 31/05/2000 |
| Sông Sài Gòn-Đồng Nai | 01/01/2005 - 31/05/2005 | 1/12/2004 - 31/12/2004 |

Kết quả tính toán, mô phỏng chế độ thủy lực được thực hiện tại các thời khoảng như nêu trong bảng 3.3. Thời khoảng trên được lựa chọn dựa trên những tiêu chí số liệu (i) đồng

bộ; (ii) liên tục; (iii) cập nhập nhất,...

Do khuôn khổ bài báo có hạn, nhóm tác giả không thể hiện hết các kết quả tính toán bằng hình ảnh và đồ thị, chỉ đưa ra một số hình ảnh tiêu biểu. Chi tiết kết quả nghiên cứu tham khảo thêm tại [1]. Một số kết quả tính toán tại các vị trí hiệu chỉnh kiểm nghiệm mô hình thủy lực được trình bày trong hình 3.1 và bảng 3.4



Hình 3.1: Một số kết quả hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình thủy lực

Bảng 3.4: Kết quả hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình thủy lực

| Lưu vực | Tên trạm | Hệ số Nash-Sutcliffe | Hệ số Nash-Sutcliffe |
|-----------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| | | hiệu chỉnh (%) | kiểm nghiệm (%) |
| Sông Cầu | Đáp Cầu | 99,1 | 96,4 |
| | Phù Lãng Thương | 98,6 | 96,2 |
| | Lục Nam | 99,0 | 93,8 |
| Sông Nhuệ-Đáy | Hà Nội | 96,9 | 98,0 |
| | Phù Lý | 88,1 | 84,0 |
| | Hà Đông | 60,0 | 46,1 |
| | Gián Khẩu | 95,2 | 96,1 |
| Sông Sài Gòn-Đồng Nai | Cát Lái | 83 | 83 |
| | Nhà Bè | 91 | 94 |
| | Phú An | 80 | 82 |

Kết quả hệ số nhám thu được trên các sông nghiên cứu có giá trị trung bình từ 0.03 đến 0.055, hệ số nhám này nói chung tương đối cao do thời gian tính toán trong mùa kiệt. Nhìn chung, các giá trị tính toán mực nước thu được trùng khớp khá tốt với các giá trị thực đo phân bố dọc các hệ thống sông. Tuy nhiên, kết quả tính toán thu được còn chưa cao tại một số trạm hiệu chỉnh, đặc biệt là kết quả tính toán tại trạm Hà Đông. Kết quả này có thể giải thích do trạm Hà Đông không nằm trong Mạng lưới trạm quốc gia của Bộ Tài Nguyên và Môi trường nên số liệu thu thập tại trạm không có được độ chính xác cao. Hơn thế nữa, mặt cắt sử dụng trên sông Nhuệ đo đạc cách đây đã lâu nên độ chính xác đã giảm đi nhiều.

4. Kết luận

Sông ngòi đóng vai trò rất quan trọng đối với phát triển kinh tế xã hội trong các lưu vực sông. Hiện nay, chất lượng nước trên những lưu vực sông kể trên đang xuống cấp nghiêm trọng do chịu nhiều áp lực từ các hoạt động dân sinh kinh tế. Nghiên cứu này đưa ra một cái nhìn tổng quát về chế độ, diễn biến thủy lực trên các dòng sông thuộc các lưu vực này nhằm làm cơ sở cho vấn đề mô phỏng tính toán chất lượng nước tại đó.

Từ những kết quả nghiên cứu trên, có thể thấy rằng mô hình MIKE11 có khả năng mô phỏng khá tốt dòng chảy không ổn định trong sông, thậm chí cả khu vực ảnh hưởng triều. Bên cạnh nghiên cứu này, cần nhân rộng việc ứng dụng mô hình MIKE11 trên các sông khác nữa.

Tài liệu tham khảo

- [1] Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường. Báo cáo tổng kết dự án: *Mô hình hóa chất lượng nước cho 3 lưu vực sông (Cầu, Nhuệ-Đáy, Sài Gòn-Đồng Nai)*. Hà Nội, 2006
- [2] Kjeld Schaarup-Jensen. *Calculation of unsteady flow in rivers*, 2002.
- [3] Tran Hong Thai. Thesis: *Numerical Methods for Parameter Estimation and Optimal Control of the Red River Network*. Heidelberg, 2005.

- [4] M. B. Abbott. *Computational Hydraulics*. Billing and Sons Ltd, Worcester, 1992.
- [5] Danish Hydraulic Institute. *MIKE 11 Manual, 2004*.
- [6] Danish Hydraulic Institute. *MIKE 11 Reference, 2004*.
- [7] Ven. T. Chow, Larry. W. Mays, David. R. Maidment. *Thủy văn ứng dụng* (Nguyễn Hữu Toàn dịch). McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1988.
- [8] B. de Saint Venant. Theorie du mouvement non permanent des eaux, avec application aux creus des revieres et l'introduction de mares dans luer lit. *Comptes Rendus de L'Academic des Sciences*, 1871.
- [9] Richard H. McCuen, Zachary Knight, A.Gillian Cutter. *Evaluation of the Nash-Sutcliffe Efficiency Index*. Journal of Hydrologic Engineering (Volume 11, Issue 6, pp. 597-602).

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

18 đường Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Điện thoại:

Phòng Phát hành: **04.2149040**; Biên tập: **04.2149034**;

Quản lý Tổng hợp: **04.2149041**;

Fax: **04.7910147**, Email: nxb@vap.ac.vn; www.vap.ac.vn

**TUYỂN TẬP CÔNG TRÌNH
HỘI NGHỊ KHOA HỌC
CƠ HỌC THỦY KHÍ TOÀN QUỐC NĂM 2007**

Chịu trách nhiệm xuất bản:

GS. TSKH NGUYỄN KHOA SƠN

Trình bày:

ĐOÀN XUÂN THỦY

LÊ THU HOÀI

In 150 cuốn khổ 16 × 24 cm, tại Xí nghiệp in II Nhà in KH&CN
Giấy xác nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số: 500/XB-QLXB
ngày 21 tháng 3 năm 2008. Số đăng ký kế hoạch xuất bản số:
248-2008/CXB/015-01/KHTNCN.

In xong và nộp lưu chiểu Quý III năm 2008.



1226

TRUNG TÂM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN QUỐC GIA
TRUNG TÂM DỰ BÁO KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN TRUNG ƯƠNG

**TUYỂN TẬP BÁO CÁO
HỘI NGHỊ KHOA HỌC**

**CÔNG NGHỆ DỰ BÁO VÀ PHỤC VỤ DỰ BÁO
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**

LẦN THỨ VI, 2001 - 2005

TẬP II

DỰ BÁO THỦY VĂN

HÀ NỘI, 12-2005

MỤC LỤC

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Thử nghiệm một số công nghệ dự báo ngắn hạn lũ lụt GS.TSKH. Nguyễn Văn Điệp, GS.TSKH. Ngô Huy Cẩn TS. Hoàng Văn Lai, TS. Trần Thu Hà..... | 1 |
| 2 | Khả năng ứng dụng mô hình số trị MIKE 11C mô phỏng và dự báo diễn biến lũ lòng sông Cửu Long TS. Bùi Đạt Trâm, KS. Mai Anh Vũ, KS. Võ Tấn Linh..... | 12 |
| 3 | Xây dựng cơ sở dữ liệu và bản đồ khí tượng thủy văn nguy hiểm TS. Đào Thanh Thủy, TS. Lê Minh Hằng..... | 24 |
| 4 | Một số kết quả bước đầu trong việc đưa dự báo thủy văn trung hạn vào điều hành hồ Hòa Bình năm 2005 TS. Nguyễn Văn Hạnh, KS. Nguyễn Đức Diện, KS. Bùi Thị Ngân, KS. Nguyễn Thị Ngọc Nhân..... | 36 |
| ✓ 5 | Một số phương pháp điều hành hồ Hòa Bình với mục tiêu chống lũ hiệu quả cho hạ lưu sông Hồng TS. Trần Hồng Thái..... | 45 |
| 6 | Kết quả bước đầu ứng dụng hệ thống mô hình thủy văn thủy lực trong bài toán điều hành hồ Hòa Bình mùa lũ 2005 TS. Nguyễn Lan Châu, KS. Nguyễn Quốc Anh..... | 61 |
| 7 | Bàn về công tác dự báo KTTV phục vụ điều tiết khai thác điện năng thủy điện Hòa Bình và thi công công trình thủy điện Sơn La KS. Lê Văn Ánh - Trung tâm Dự báo KTTVTƯ..... | 69 |
| 8 | Thử nghiệm công nghệ dự báo lũ nhanh trên lưu vực có độ dốc lớn TS. Hoàng Văn Lai, KS. Nguyễn Tiến Cường, KS. Nguyễn Thành Đôn, KS. Nguyễn Hồng Phong | 79 |

| | | |
|----|--|-----|
| 9 | Ứng dụng tổng hợp các mô hình thủy văn thủy lực dự báo lũ sông Hương | |
| | TS. Nguyễn Hữu Khải, CN. Trần Anh Phương..... | 88 |
| 10 | Ứng dụng khoa học công nghệ dự báo lũ lụt ở tỉnh Khánh Hòa và Bình Thuận | |
| | ThS. Nguyễn Tấn Hương, KS. Võ Anh Kiệt, KS. Thân Văn Đón, KS. Nguyễn Thị Thu Loan..... | 95 |
| 11 | Xây dựng chỉ tiêu đánh giá dự báo quá trình lũ hạn ngắn | |
| | TS. Nguyễn Viết Thi..... | 102 |
| 12 | Mô hình tính toán dự báo lũ sông Cả tại Nam Đàn | |
| | KS. Bùi Đức Long - Trung tâm Dự báo KTTVTU..... | 113 |
| 13 | Xây dựng phương án dự báo lũ và dự báo cạn trên sông Ba và phần mềm ứng dụng | |
| | KS. Nguyễn Hoàng Tâm..... | 124 |
| 14 | Nghiên cứu ứng dụng dự báo mưa số trị và vệ tinh trong dự báo thủy văn | |
| | TS. Đặng Ngọc Tĩnh - Trung tâm Dự báo KTTVTU..... | 132 |
| 15 | Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu KTTV | |
| | TS. Lê Minh Hằng, TS. Lê Xuân Cầu | 142 |
| 16 | Các bài toán trong việc ứng dụng mô hình thủy văn MARINE để mô phỏng và dự báo lũ sông Đà | |
| | TS. Nguyễn Lan Châu, ThS. Đặng Thanh Mai KS. Trịnh Thu Phương - Trung tâm Dự báo KTTVTU..... | 153 |
| 17 | Dự báo và cảnh báo dòng chảy mùa cạn khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên | |
| | TS. Nguyễn Viết Thi, KS. Bùi Đức Long, KS. Lê Đức Hậu..... | 167 |
| 18 | Bài toán lựa chọn mô hình thủy lực kết nối với mô hình MARINE | |
| | KS. Trịnh Thu Phương, KS. Nguyễn Tiến Cường..... | 176 |

MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU HÀNH HỒ THUỶ ĐIỆN HOÀ BÌNH VỚI MỤC TIÊU CHỐNG LŨ HIỆU QUẢ CHO HẠ LƯU SÔNG HỒNG

TS Trần Hồng Thái

Viện Khí tượng Thủy văn

Tóm tắt

Với tải lượng 115-117 tỉ m³ hàng năm, sông Hồng đóng một vai trò rất lớn trong cuộc sống của 20 triệu người dân sống trên khu vực hạ lưu sông Hồng kể cả về mặt tích cực, cũng như mặt tiêu cực. Trong những năm gần đây (1971, 1996, 2000, 2005) chúng ta liên tục ghi nhận được những cơn lũ gây hậu quả nghiêm trọng về con người và vật chất. Chính vì vậy, việc chống lũ cho sông Hồng là một nhiệm vụ vô cùng quan trọng. Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất một phương pháp tiệm cận mới để tìm ra cơ chế điều hành hồ thuỷ điện Hoà Bình một cách hiệu quả với mục tiêu chống lũ cho vùng hạ lưu sông Hồng.

1. Giới thiệu chung

Trong bài báo này, với mục tiêu cuối cùng là tìm ra được phương pháp điều hành hồ thuỷ điện Hoà Bình để chống lũ cho hạ lưu sông Hồng một cách hiệu quả, những công việc cụ thể sau đã được thực hiện:

1. Thiết lập một bộ phần mềm mô hình hệ thống sông Hồng thoả mãn các yêu cầu: chính xác, ổn định, chạy nhanh, và có thể kết nối thân thiện được với các bộ phần mềm khác.
2. Xây dựng bộ phần mềm ước lượng các thông số còn thiếu của hệ thống sông Hồng (do khó hoặc thậm chí không thể đo đạc chính xác, ví dụ như độ nhám lòng sông, độ dốc đáy sông, v.v.).
3. Dựa trên mô hình hệ thống sông Hồng mới xây dựng với những thông số của nó, chúng tôi thiết lập bài toán điều khiển tối ưu với hàm mục tiêu là chống lũ ở lưu vực sông Hồng. Bài toán này được giải một cách hiệu quả bằng phương pháp "Bắn nhiều lần trực diện" (Direct Multiple Shooting Method) được hiện thực trong bộ mã nguồn mở MUSCOD-II (IWR, Heidelberg). Chúng tôi đề xuất phương án điều hành trực tuyến (Online Control) hồ chứa Hoà Bình với kỹ thuật điều khiển bằng mô hình dự báo phi tuyến (Nonlinear Model Predictive Control), để giảm thiểu đỉnh lũ tại Hà Nội bằng cách điều khiển lưu lượng nước tại đầu ra của hồ chứa Hoà Bình.

Hiệu quả và tiềm năng của phương pháp điều hành hồ chứa Hoà Bình trình bày ở trên được thể hiện khi áp dụng cho một ví dụ cụ thể với số liệu thực đo của mùa lũ năm 2000.

2. Mô hình hệ thống sông Hồng

Trong phần đầu tiên của báo cáo này, chúng tôi xây dựng mô hình của hệ thống sông Hồng với tiêu chí là mô phỏng được mối quan hệ toán học giữa lưu lượng nước từ cửa ra hồ Hoà Bình chảy vào hệ thống sông Hồng và mực nước tại các điểm dọc theo sông Hồng, ví dụ như mực nước tại Hà Nội. Chúng tôi không quan tâm nhiều đến sự thay đổi mực nước trên sông Hồng theo các phương khác. Chính vì vậy, hệ phương trình Saint-Venant một chiều đã được lựa chọn để mô phỏng hệ thống sông Hồng.

2.1. Hệ phương trình Saint-Venant một chiều

Hệ phương trình Saint-Venant một chiều bao gồm hai phương trình vi phân đạo hàm riêng phi tuyến bậc một dạng Hyperbolic sau:

Phương trình bảo toàn khối lượng:

$$y_t(x,t) = -\frac{Q_x(x,t)}{A_y(x,y(x,t))} + \frac{q}{A_y(x,y(x,t))} \quad (1)$$

Phương trình bảo động lượng:

$$Q_t(x,t) = -2\frac{Q_x(x,t)}{A_y(x,y(x,t))}Q_x(x,t) + \left(\frac{Q(x,t)}{A(x,y(x,t))}\right)^2 A_x(x,y(x,t)) - gA(x,y(x,t))(y_x(x,t) + S_f) + qu \quad (2)$$

Trong đó:

- x [m] và t [s] là các biến không gian và thời gian,
- $Q(x,t)$ [$m^3 s^{-1}$] và $y(x,t)$ [m] là các biến trạng thái của hệ, ở đây là lưu lượng và mực nước tại điểm x và thời gian t ,
- $A(x,y(x,t))$ [m^2] là diện tích mặt cắt tại toạ độ x và thời gian t ,
- u [ms^{-1}] là vận tốc của dòng chảy,
- S_f - hệ số nhám lòng sông, được tính bằng công thức Manning:

$$S_f = \frac{C_n Q |Q|}{A^2 R^{4/3}}, \text{ với } C_n \text{ là hệ số Manning và } R \text{ là bán kính thủy lực.}$$

- g là gia tốc rơi tự do, phụ thuộc vào vị trí theo dõi. ở trên sông Hồng, chúng ta thường chọn $g=9.8 \text{ ms}^{-2}$,

- q [$m^2 s^{-1}$] là lượng nước chảy tràn vào lòng sông Hồng trên 1 đơn vị chiều dài và trong 1 đơn vị thời gian.

Dựa vào các kết quả nghiên cứu của Tveito [16], Morton [10], Ames [1], và Sleigh *et al.* [14] chúng ta thấy rằng hệ phương trình Saint-Venant trên có nghiệm duy nhất khi và chỉ khi:

- Các thông số của hệ được xác định,

- Điều kiện ban đầu được cho trước, nghĩa là giá trị của biến trạng thái $Q(x,t)$ và $y(x,t)$ tại thời điểm ban đầu ứng với mọi giá trị của tọa độ x phải được cho trước,

- Điều kiện biên phải được xác định hợp lý: để có nghiệm và nghiệm đó là duy nhất, chúng ta cần 1 điều kiện biên trên (Q hoặc y) và một điều kiện biên dưới (Q hoặc y). Trong nghiên cứu này, chúng tôi có giá trị Q làm điều kiện biên trên và y làm điều kiện biên dưới,

- Điều kiện ban đầu phải tương thích với điều kiện biên.

Các thông số cần xác định của hệ phương trình Saint-Venant 1 chiều là A , R , q và C_n :

- Với các số liệu địa hình của hệ thống sông Hồng được đo đạc năm 2000, chúng ta có thể xác định được diện tích mặt cắt A cũng như chiều rộng của sông tương ứng với độ cao y tại các điểm tọa độ x khác nhau. Và như vậy, các thông số địa hình như A , R được xác định.

Lượng nước chảy thêm vào sông q bao gồm các nguồn nước sau: mưa, bay hơi, nước sử dụng, nước ngầm. Nghiên cứu về cân bằng nước tại Việt nam do Trịnh Quang Hoà và nhóm cộng tác viên thực hiện [] cho thấy trên 1 đơn vị chiều dài sông, $q \approx 6.10^{-4} [m^3 s^{-1}]$, nghĩa là rất nhỏ so với lưu lượng nước trên sông Hồng, ví dụ tại Hà Nội $Q = 3.10^3 + 9.10^3 [m^3 s^{-1}]$. Chính vì vậy, trong khuôn khổ báo cáo này, chúng tôi bỏ qua đại lượng q .

Hệ số nhám Manning C_n là một thông số quan trọng quyết định độ chính xác của mô hình dòng chảy trên sông. Đây là đại lượng biến đổi theo lưu lượng nước và điều kiện địa hình tại mỗi đoạn sông. Chính vì vậy tại mỗi điểm tọa độ x , vào mỗi thời điểm thời gian t chúng ta lại có những giá trị C_n khác nhau. Việc ước lượng C_n bằng phương pháp thủ công dựa vào kinh nghiệm của các nhà thủy văn hiện nay không đưa ra được kết quả đủ độ tin cậy. Trong chương sau của báo cáo này, chúng tôi trình bày một cách tiếp cận mới để xác định các thông số chưa biết của mô hình một cách hiệu quả với độ tin cậy hợp lý.

Trong mục sau của báo cáo, chúng ta nghiên cứu về phương pháp giải hệ phương trình Saint-Venant.

2.2. Phương pháp giải hệ phương trình Saint-Venant

Trong trường hợp tổng quát, hệ phương trình vi phân đạo hàm riêng dạng Hyperbolic nói chung và Saint-Venant nói riêng không giải được bằng phương pháp giải tích. Chính vì vậy, phương pháp số hoá với các lược đồ rời rạc khác nhau thường được áp dụng để mô phỏng các dòng chảy trên sông. Trên thực tế, đã có nhiều phần mềm mô phỏng dòng chảy trên sông được hiện thực dựa trên cơ sở là các

phương pháp số, ví dụ như: VRSAP (Vietnam River System System and Plains) được Giáo sư Nguyễn Như Khuê (1978); WENDY và RIBASIM được xây dựng tại Delft Hydraulics, Hà Lan; MITSIM được xây dựng tại Đại học Công nghệ Massachusetts (1977-1978); MIKE được xây dựng DHI Water and Environment, Đan Mạch. Ưu điểm của các phần mềm này là: (1) đã sẵn có; (2) đưa ra những kết quả mô phỏng dòng chảy trên sông với độ chính xác chấp nhận được; có giao diện thân thiện. Tuy nhiên, bên cạnh những ưu điểm, những phần mềm này có những hạn chế sau: (1) những phần mềm cũ, ví dụ như VRSAP không tính được những đoạn sông lớn do hạn chế về cấp phát bộ nhớ; (2) những phần mềm mới được xây dựng, ví dụ như MIKE, thì đã bị thương mại hóa, và do vậy không có mã nguồn mở. Điều này dẫn đến việc khó, thậm chí không thể liên kết được với những phần mềm khác; ví dụ như các phần mềm tối ưu hay các phần mềm xác định thông số; (3) những phần mềm này dựa trên phương pháp số với bước tính theo thời gian và không gian cố định. Các bước tính này được chọn trước khi quá trình tính toán bắt đầu và bị giới hạn bởi điều kiện ổn định CFL [1]. Chính vì vậy, bước tính theo thời gian phải chọn đủ nhỏ, và hệ quả là thời gian tính toán sẽ lớn.

Với mong muốn khắc phục những hạn chế trên và có được một bộ phần mềm mô phỏng dòng chảy trên sông một cách hiệu quả, tuân thủ những yêu cầu: (1) cho ra kết quả mô hình với độ chính xác cao; (2) chạy nhanh; (3) có thể dễ dàng kết hợp với các phần mềm khác, ví dụ các phần mềm tối ưu, xác định thông số, chúng tôi đã đưa ra một giải pháp hiệu quả để giải hệ phương trình Saint-Venant bằng phương pháp số với kỹ thuật điều khiển bước tính tại các nút tính toán. Các bước cơ bản như sau:

- Dùng phương pháp đường tuyến tính (Method of Lines) để rời rạc hệ phương trình Saint-Venant theo trục không gian. Như vậy, hệ phương trình gốc của chúng ta sẽ biến đổi thành một hệ gồm nhiều phương trình vi phân thường với các ràng buộc đại số (chúng ta sẽ gọi là hệ phương trình vi phân đại số - Differential Algebraic Equation (DAE)).
- Dùng phương pháp tích phân đa bước tính (Multistep method), cụ thể là phương pháp Công thức tính đạo hàm ngược (Backward Differentiation Formulae -BDF method) để rời rạc hệ DAE theo trục thời gian. Quá trình này sẽ biến đổi hệ phương trình của chúng ta thành một hệ phương trình đại số phi tuyến. Phương pháp này được hiện thực trong mã nguồn mở DAESOL, được phát triển tại Trung tâm tính toán khoa học liên ngành IWR, thành phố Heidelberg.
- Dùng phương pháp Newton để giải hệ phương trình đại số.

Các nghiên cứu của chúng tôi và của các nhà khoa học đi trước [2,3,15] đã chỉ ra rằng phương pháp do chúng tôi đưa ra để giải hệ phương trình Saint-

Venant sẽ cho kết quả ổn định và hội tụ đến nghiệm thực của hệ phương trình. Trong khuôn khổ báo cáo này, chúng tôi sẽ không đề cập chi tiết đến các chứng minh này, mà chỉ tóm lược cách hiện thực chúng trong thực tế.

a. Phương pháp đường tuyến tính

Ý tưởng chính của phương pháp đường định hướng áp dụng trong báo cáo này là chia đoạn sông cần tính toán ra thành những phần nhỏ và tính xấp xỉ đạo hàm riêng của biến trạng thái đối với x tại các điểm rời rạc. Kết quả của các nghiên cứu của Schiesser [11,12] chỉ ra rằng có nhiều lược đồ xấp xỉ đạo hàm của biến trạng thái đối với x phù hợp với từng loại phương trình khác nhau, các tính chất vật lý của các đối tượng mô phỏng khác nhau. Schiesser cũng đã hiện thực các Routine bằng ngôn ngữ lập trình Fortran có thể áp dụng cho hệ phương trình vi phân đạo hàm riêng dạng hyperbolic, ví dụ như:

- Routine DSS002 dựa trên lược đồ xấp xỉ trung tâm của 2 điểm tính,
- Routine DSS004 dựa trên lược đồ xấp xỉ trung tâm của 4 điểm tính,
- Routine DSS020 dựa trên lược đồ xấp xỉ chỉ có tính đến hướng dòng chảy,
- etc.

Các thực nghiệm trên mô hình chỉ ra rằng với việc tăng số điểm tính khi xấp xỉ đạo hàm bậc 1 theo phương x , chúng ta sẽ giảm được hiệu ứng bất ổn định của nghiệm số khi biến trạng thái thay đổi đột biến. Tuy nhiên, đối với mô hình dòng chảy trong dòng sông, các biến trạng thái là lưu lượng và mực nước thường không biến đổi đột ngột. Do đó không có sự khác biệt lớn ở kết quả mô hình khi áp dụng các lược đồ xấp xỉ khác nhau (xem [15]). Để đạt yêu cầu về tốc độ tính toán của mô hình, chúng tôi chọn lược đồ đơn giản nhất là Routine DSS002.

b. Phương pháp tích phân đa bước tính

Sau khi được rời rạc theo phương x , phương trình Saint-Venant với các điều kiện biên và điều kiện ban đầu tương ứng biến đổi thành hệ phương trình vi phân đại số và có thể biểu diễn dưới dạng tổng quát sau:

$$A(t, y, z, p) \dot{y} = f(t, y, z, p), \quad (3)$$

$$0 = g(t, y, z, p), \quad (4)$$

$$y(t_0) = y_0, \quad z(t_0) = z_0 \quad (5)$$

ở đây:

- $t \in [t_0, t_f]$ là biến thời gian,
- $y \in \mathbb{R}^d$ và $z \in \mathbb{R}^{m-d}$ là các biến trạng thái,
- $p \in \mathbb{R}^{n_p}$ là thông số,
- $A: \mathbb{R} \times \mathbb{R}^m \times \mathbb{R}^{n_p} \rightarrow \mathbb{R}^{(d,d)}$, $f: \mathbb{R} \times \mathbb{R}^m \times \mathbb{R}^{n_p} \rightarrow \mathbb{R}^{(d)}$, $g: \mathbb{R} \times \mathbb{R}^m \times \mathbb{R}^{n_p} \rightarrow \mathbb{R}^{m-d}$ là các hàm số với $m \geq d > 0$, $n_p \geq 0$.

Chúng ta giả thiết rằng các điều kiện sau được tuân thủ:

- Hàm số A , f , và g có đạo hàm liên tục đối với biến thời gian, cũng như đối với biến trạng thái và các thông số,
- A và g_2 là các ma trận thường và có định thức khác không,
- Điều kiện biên và điều kiện ban đầu phải tương thích với nhau.

Khi đó, hệ phương trình (3)-(5) có thể giải được bằng phương pháp BDF với k bước tính. Ý tưởng chính của phương pháp này là xấp xỉ y bằng cách nội suy y_{n+1} tại bước tính $(n+1)$ dựa trên giá trị của k , giá trị đã tính được của y :

$$A(t_{n+1}, y_{n+1}, z_{n+1}, p) \frac{1}{h} \sum_{i=0}^k \alpha_i y_{n+1-i} = f(t_{n+1}, y_{n+1}, z_{n+1}, p)$$

$$g(t_{n+1}, y_{n+1}, z_{n+1}, p) = 0,$$

h là bước tính.

Hệ phương trình đại số này có thể giải được bằng phương pháp Newton. Ở đây, chúng tôi chỉ sơ lược những ý chính của phương pháp số để giải một hệ phương trình vi phân đại số với số chiều lớn. Những thông tin chi tiết hơn có thể tìm được trong các kết quả nghiên cứu của chúng tôi đã được công bố trước đây như [2,15].

c. *Kỹ thuật điều khiển bước tính và bậc của phương pháp BDF*

Đối với phương pháp BDF bậc k , sai số tính toán tại mỗi bước tính có thể xấp xỉ theo công thức sau:

$$E_k(n) \approx \rho(t_{n+1} - t_n)^2 (t_n - t_{n-1}) \dots (t_{n+1} - t_{n+1-k}) \|y[t_{n+1}], \dots, y[t_{n-k}]\|$$

Với $\rho < 1$ và không phụ thuộc vào bước tính.

ở nút tính tiếp theo $n+1$, bước tính được tính theo công thức

$$\tilde{h} = \left\{ \frac{\hat{TOL}}{\rho \cdot l \cdot \|y[t_{n+1}], \dots, y[t_{n-l}]\|} \right\}^{\frac{1}{l+1}}$$

ở đây $l=k-1, k, k+1, l \leq 6$, và $\hat{TOL} < TOL$, với TOL là sai số cho phép do chúng ta đặt ra.

Nếu bước tính mới được xác định nhỏ hơn hoặc lớn hơn bước tính ở nút tính trước một cách rõ rệt thì chúng ta sẽ tăng hoặc giảm bậc của phương pháp BDF. Nếu không, phương pháp BDF sẽ giữ nguyên bậc cũ.

Với bước tính mới được xác định, chúng ta tính sai số $E_k(n+1)$. Nếu sai số này nhỏ hơn sai số cho phép TOL thì bước tính mới này được chấp nhận. Trong trường hợp ngược lại, chúng ta sẽ phải giảm bước tính thêm.

Ghi chú: *Kỹ thuật điều khiển bước tính và bậc của phương pháp tích phân cho phép chúng ta giới hạn được sai số tại mỗi nút tính toán. Đó là một ưu điểm nổi bật của phương pháp này trước các phương pháp với bước tính cố định. Chính vì điều*

đó, phương pháp BDF được thực hiện trong mã nguồn mở DAESOL với kỹ thuật điều khiển bậc và bước tính là một công cụ rất hiệu quả để mô phỏng hệ phương trình Saint-Venant.

2.3. Xác định các thông số của hệ thống sông Hồng

Như chúng tôi đã trình bày trên, giá trị của các thông số của hệ thống sông, mà ví dụ cụ thể ở đây là hệ số nhám Manning, ảnh hưởng rất lớn đến kết quả tính toán. Do giới hạn và mục đích của báo cáo này, chúng tôi chỉ trình bày sơ lược ý tưởng của phương pháp chung để xác định thông số bằng phương pháp tối ưu. Những thông tin chi tiết và các ứng dụng cụ thể vào cho hệ thống sông Hồng có thể tham khảo trong các công bố trước đây của chúng tôi [15].

Chúng ta ký hiệu biến trạng thái của mô hình là w và z_k là số liệu đo đạc của các biến trạng thái k , với $k \in M^*$ (M^* là tập hợp của các biến trạng thái mà các kết quả đo đạc được dùng làm số liệu đầu vào cho bài toán xác định thông số) tại thời điểm $t_i (i = 1, \dots, n_m)$. Ở đây, n_m là số điểm đo theo thời gian.

Nếu chúng ta ký hiệu $u^{(k)}(t_i, w, p)$ là mô hình phản hồi của phép đo z_k . Khi

đó:

$$z_k = u^{(k)}(t_i, w, p) + \varepsilon_k, i = 1, \dots, n_m$$

Ở đây, z_k là sai số đo đạc, thường được giả thiết là phân bố chuẩn với độ sai lệch chuẩn σ_k . Khi đó, bài toán của chúng ta là xác định thông số p để kết quả mô hình trùng sát với kết quả đo đạc:

$$\min_{p, w} \sum_{k \in M^*} \sum_{i=1, n_m} \frac{(z_k - u^{(k)}(t_i, w, p))^2}{\sigma_k^2}$$

Sao cho hệ phương trình mô hình được thỏa mãn. Trong bài toán của chúng ta, phương trình Saint-Venant phải được thỏa mãn cùng các điều kiện biên và điều kiện ban đầu tương ứng.

Đây là bài toán bình phương tối thiểu có ràng buộc với số chiều rất lớn do kết quả của việc rời rạc phương trình mô hình theo trục không gian và thời gian. Theo ghi nhận của chúng tôi khi mô hình hệ thống sông Hồng, số phương trình ràng buộc lên tới hàng nghìn (xem [15]). Bài toán xác định thông số cho hệ thống sông Hồng có thể được giải bằng phương pháp Gauss-Newton mở rộng do Bock [3,4] và Schloeder [13] giới thiệu và hiện thực trong bộ phần mềm mã nguồn mở PARFIT bằng ngôn ngữ Fortran (Cơ sở toán học của phương pháp này xem tại [3,4,5,13,15]). Phương pháp Gauss-Newton mở rộng có các đặc tính:

- ◆ Dùng để giải bài toán xác định thông số cho mô hình có ràng buộc bởi bài toán có điều kiện biên.

- ♦ áp dụng kỹ thuật bắn nhiều lần (Multiple Shooting Method) để giải bài toán có điều kiện biên nhằm tăng khả năng hội tụ tới nghiệm thực và tính ổn định của kết quả tính toán,

- ♦ Có những kỹ thuật biến đổi ma trận hợp lý nhằm giảm đáng kể thời gian tính toán,

- ♦ Tính chất bất biến điều kiện ban đầu của mô hình dòng chảy trên sông (hệ Saint-Venant) được khai thác để có những biến đổi phù hợp trong việc biến đổi các ma trận xuất hiện trong việc giải bài toán bình phương tối thiểu. Việc này giúp giảm yêu cầu về truy xuất bộ nhớ động và tăng tốc độ tính toán nhiều lần (xem [13,15]).

Phần mềm PARFIT được ứng dụng để xác định thông số, cụ thể là hệ số nhám Manning, cho hệ thống sông Hồng. Các kết quả cụ thể có thể tham khảo tại các công bố của chúng tôi đã có như [5,15]. Thời gian tính toán không nhiều, cụ thể là để xác định thông số cho toàn bộ hệ thống sông Hồng với tổng chiều dài xấp xỉ 500 km với số liệu đo đạc tại 7 trạm đo đạc trong khoảng thời gian từ 1h00 ngày 15.7.2000 đến 1h00 ngày 15.8.2000, thì cần thời gian là 51 phút 30.44 giây (chạy trên P-IV, 2500 MHz, 2 G RAM). Giá trị của các thông số mới được xác định được thay vào mô hình và chúng ta chạy mô hình với các thông số đầu vào sau:

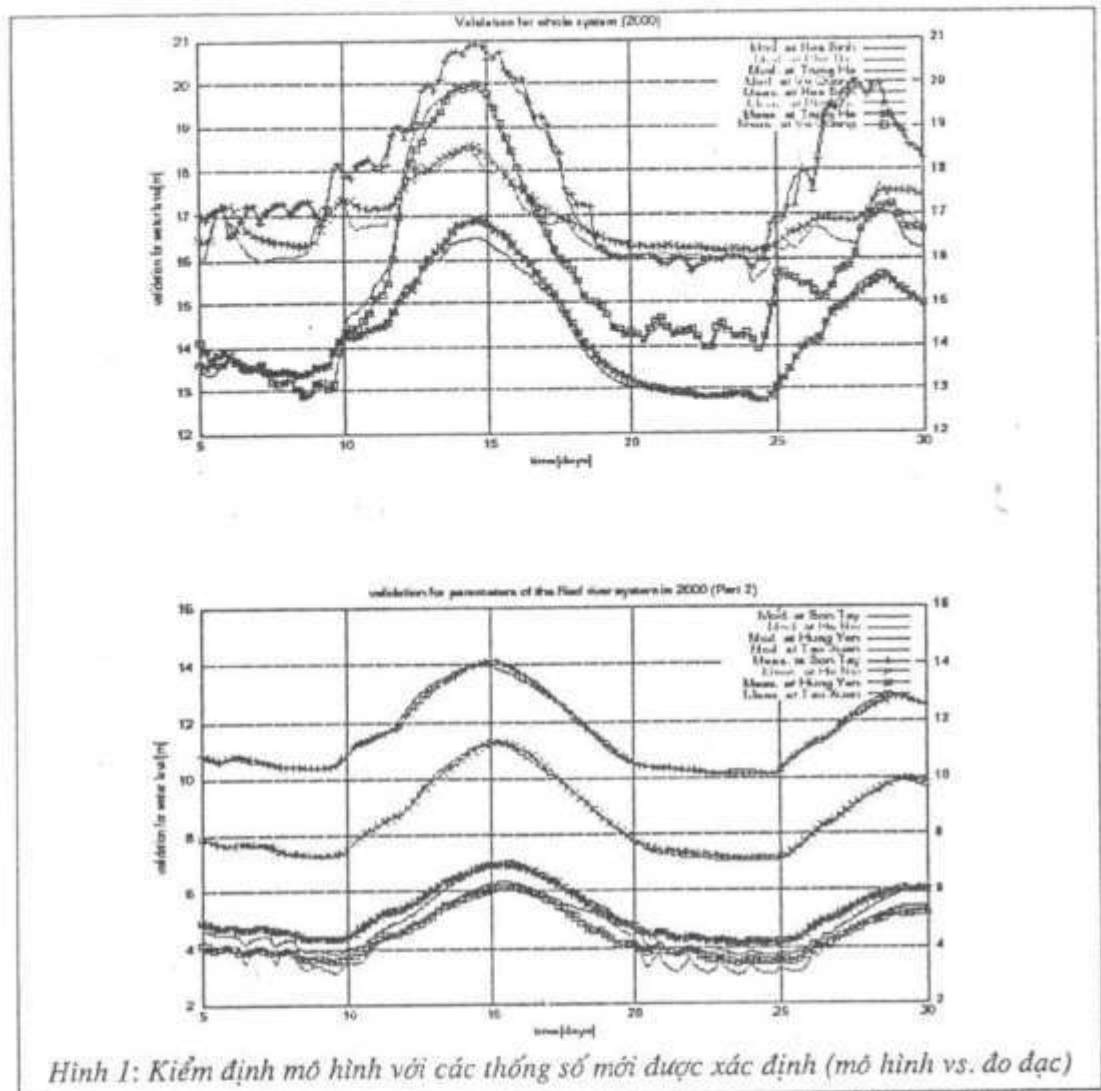
- ♦ Điều kiện biên trên: lưu lượng nước tại các trạm Hoà Bình, Phú Thọ và Vụ Quang,

- ♦ Điều kiện biên dưới: mực nước tại Thượng Cát, Triều Dương, Nam Định, Phú Lễ, Ba Lạt, và Định Cư,

- ♦ Điều kiện ban đầu là giá trị mực nước và lưu lượng dọc theo sông (cách xác định xem trong [15]) tại thời điểm 1h00 ngày 15.7.2000

- ♦ Thời gian mô phỏng từ 1h00 ngày 15.7.2000 đến 1h00 ngày 15.8.2000

Mô hình được chạy trên máy tính cấu hình P IV, 2500 MHz, 2 G RAM. Thời gian cần để chạy mô hình là 30 giây (bước tính theo không gian là 1000 m). Kết quả chạy mô hình được so sánh với kết quả đo đạc tại các trạm đo tương ứng trên hình 1.



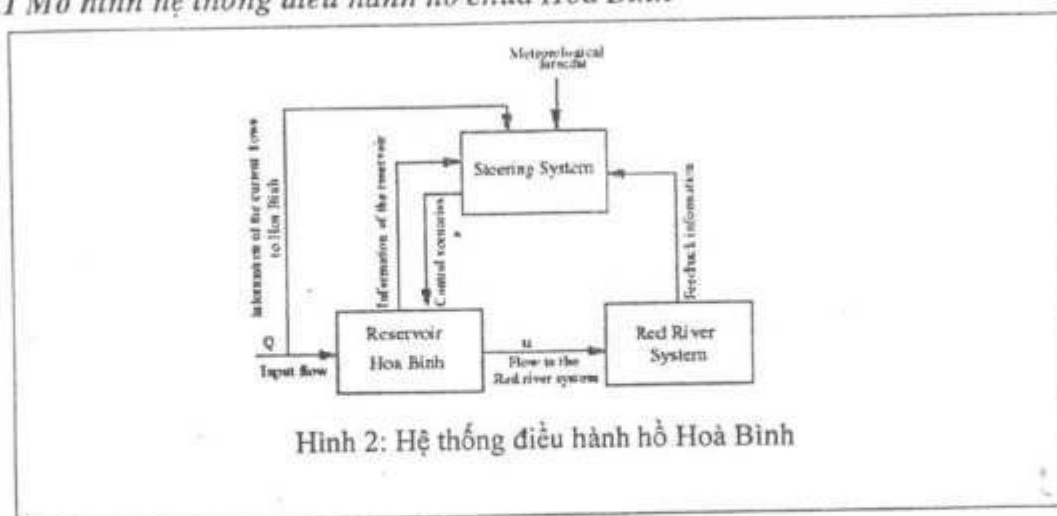
Hình 1: Kiểm định mô hình với các thống số mới được xác định (mô hình vs. đo đạc)

Chúng ta nhận thấy có sự trùng khớp rất tốt giữa thực đo và kết quả tính toán bằng mô hình. Thời gian tính toán rất ít. Điều đó cho thấy phương pháp số được áp dụng ở đây cho mô hình và áp dụng thông số của hệ thống sông Hồng hoạt động rất hiệu quả. Mô hình này có thể áp dụng trong việc giải bài toán điều khiển tối ưu, nhằm tìm ra phương pháp điều hành hồ chứa Hoà Bình với mục tiêu chống lũ. Vấn đề này sẽ được xem xét ở phần tiếp theo của bài báo này.

3. Phương pháp điều hành hồ chứa Hoà Bình

Trong chương mục này, chúng ta xem xét để tìm ra phương pháp điều khiển hồ Hoà Bình một cách tối ưu với mục tiêu chống lũ ở hạ lưu sông Hồng. Các bước sau được tiến hành: (1) trình bày mô hình hệ thống điều hành hồ Hoà Bình; (2) thiết lập bài toán điều khiển tối ưu; (3) sơ lược về phương pháp giải bài toán điều khiển tối ưu; (4) để đạt một số giải pháp điều hành hồ Hoà Bình.

3.1 Mô hình hệ thống điều hành hồ chứa Hoà Bình



Hình 2: Hệ thống điều hành hồ Hoà Bình

Dòng chảy trên hệ thống sông Hồng được điều khiển bởi lưu lượng nước từ hồ Hoà Bình đổ vào hệ thống sông Hồng (biến điều khiển u). Các thông số kỹ thuật của hồ Hoà Bình được trình bày trong bảng 1

| Number | Data | Values | unit |
|--------|------------------------------|--------|------------------------|
| 1 | Normal water level | 117 | m |
| 2 | Maximal water level | 120 | m |
| 3 | Flood waiting level | 88 | m |
| 4 | Normal volume | 6.65 | billion m ³ |
| 5 | Minimal volume | 3.80 | billion m ³ |
| 6 | Maximal volume | 9.45 | billion m ³ |
| 7 | Number of turbines | 8 | |
| 8 | Discharge of a turbine | 300 | m ³ /s |
| 9 | Number of upper tunnels | 6 | |
| 10 | Discharge of an upper tunnel | 2250 | m ³ /s |
| 11 | Number of upper tunnels | 12 | |
| 12 | Discharge of an upper tunnel | 1825 | m ³ /s |
| 13 | maximal discharge in output | 37800 | m ³ /s |

Bảng 1: Các thông số kỹ thuật hồ Hoà Bình

Nhiệm vụ của việc điều hành hồ Hoà Bình là xác định một loạt hoạt động cho hồ Hoà Bình khi chúng ta có được thông tin về trạng thái của hồ, của hệ thống sông Hồng, thông tin về các dòng chảy đến hồ trong thời điểm hiện tại cũng như dự báo về dòng chảy đến hồ trong 1 khoảng thời gian trong tương lai.

Có 2 tiêu chí điều hành hồ Hoà Bình:

1. Giảm lũ ở hạ lưu sông Hồng,
2. Tăng sản lượng điện của nhà máy thủy điện Hoà Bình.

Trong khuôn khổ báo cáo này, chúng tôi tập trung vào nhiệm vụ chống lũ, nghĩa là tiêu chí thứ nhất được ưu tiên. Mô hình của hệ thống sông Hồng đã được xây dựng ở phần trên của bài báo, mô hình của hồ chứa Hoà Bình và của biến điều khiển u được mô tả chi tiết trong tài liệu [15].

3.2. Bài toán điều khiển tối ưu

Hệ thống sông Hồng rất rộng lớn, do đó việc thiết lập và giải bài toán điều khiển tối ưu với hàm mục tiêu chống lũ trên toàn hệ thống là nhiệm vụ không khả thi. Để giải quyết khó khăn này, chúng ta sẽ xác định tiêu chí chống lũ tại một số địa điểm quan trọng, ví dụ như thành phố lớn, trung tâm kinh tế, văn hoá, v.v. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tập trung vào nhiệm vụ chống lũ tại thủ đô Hà Nội.

Chúng ta gọi H là mực nước tại Hà Nội và $[t_0, t_f]$ là khoảng thời gian xem xét.

Khi đó, tiêu chí để chống lũ ở Hà Nội trong khoảng thời gian $[t_0, t_f]$ là

$$\begin{array}{ll} \text{minimize} & \max H \\ u_{\min} \leq u \leq u_{\max} & t \in [t_0, t_f] \end{array} \quad (6)$$

Với H thoả mãn ràng buộc của hệ phương trình Saint-Venant với các điều kiện biên và điều kiện ban đầu tương ứng

3.3. Phương pháp giải

Bài toán tối ưu (6) với những ràng buộc, giới hạn tương ứng có thể giải được bằng phương pháp bản nhiều lần do Bock và Leineweber [8,9] xây dựng và hiện thực trong mã nguồn mở MUSCOD-II - phần mềm để giải bài toán tối ưu. Cơ sở toán học và mô tả chi tiết áp dụng để giải bài toán điều khiển tối ưu cho hệ thống sông Hồng có thể xem trong các tài liệu [15]. ở đây chúng tôi sẽ không đi vào chi tiết cách giải bài toán tối ưu, mà sẽ đi thẳng vào trình bày các phương pháp điều hành hồ chứa Hoà Bình, với giả thiết là bài toán tối ưu đã được giải.

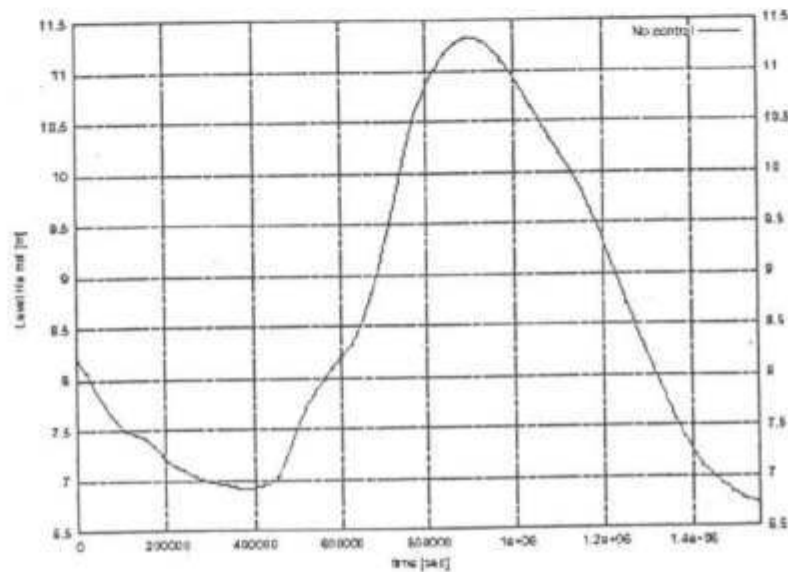
3.4. Một số phương pháp điều hành hồ thủy điện Hoà Bình để chống lũ hiệu quả

Áp dụng giải bài toán tối ưu (6) cho các kịch bản khác nhau chúng ta sẽ có những phương án khác nhau để điều hành hồ chứa Hoà Bình. Chúng tôi sẽ nghiên cứu 2 phương án:

♦ Điều khiển hồ Hòa Bình khi dự báo trước được toàn bộ thông tin về đợt lũ đang đến (offline control),

♦ Điều khiển hồ Hòa Bình trực tuyến.

Chúng ta sẽ xem xét hiệu quả và tính khả thi của cả 2 phương án trong việc chống đợt lũ của năm 2000 với thời kỳ đỉnh lũ bắt đầu từ 1h00 ngày 15.7.2004 và kéo dài trong 18 ngày. Mực nước tại Hà Nội trong thời gian đỉnh lũ được biểu diễn trên đồ thị (4). Mực nước tại Hà Nội tại thời gian cực điểm là 11.3 m.



Hình 3: Mực nước Hà Nội trong đỉnh lũ

Như chúng tôi đã trình bày ở trên, mực nước tại Hà Nội được điều khiển bởi hàm điều khiển u là lưu lượng nước từ hồ Hòa Bình đổ vào hệ thống sông Hồng.

Theo bảng thông số kỹ thuật của hồ Hòa Bình, chúng ta có các công cụ sau để điều tiết hàm điều khiển u :

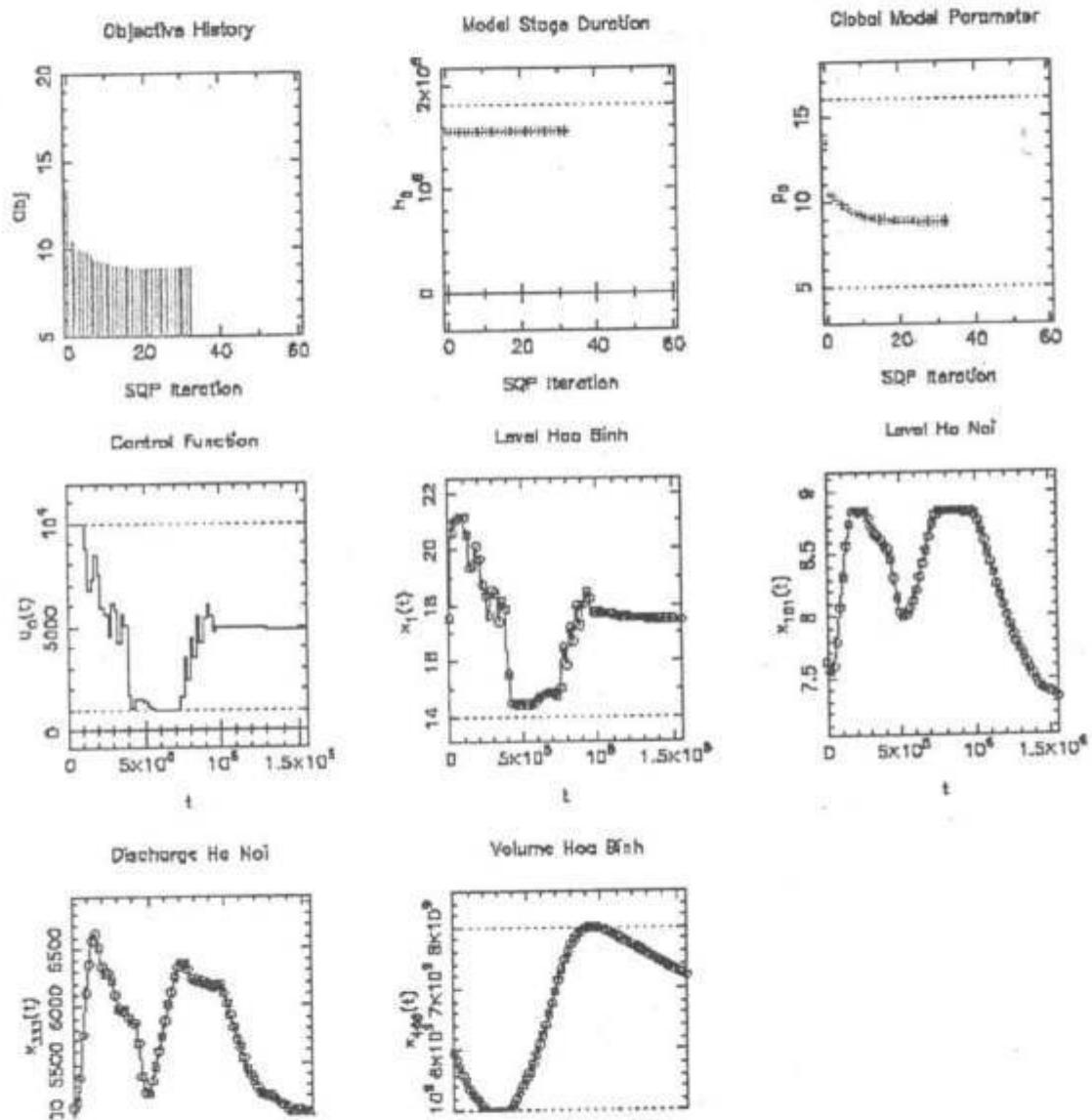
- ♦ 8 tuốc bin với tổng lưu lượng 2400 m³/s
- ♦ 12 cửa xả đáy với tổng lưu lượng 21900 m³/s
- ♦ 6 cửa xả mặt với tổng lưu lượng 13500 m³/s.

Tuy nhiên, theo cơ chế hoạt động của hồ Hòa Bình, các cửa xả mặt chỉ sử dụng trong các trường hợp khẩn cấp, khi chúng ta cần xả nước để bảo vệ sự an toàn cho chính hồ Hòa Bình. Trong nghiên cứu này, với tiêu chí chống lũ nhưng vẫn duy trì sản lượng điện, chúng tôi giả thiết rằng 3 tuốc bin với tổng lưu lượng 900 m³/s luôn luôn hoạt động. Công cụ để điều khiển hồ Hòa Bình là số cửa xả đáy, giao động từ 0 đến 5, nghĩa là hàm điều khiển u sẽ nằm trong giới hạn $900 \leq u \leq 10025$ m³/s.

3.4.1. Điều khiển tối ưu

Ở đây, chúng ta giả thiết là có được thông tin về lượng nước đổ về hệ thống sông Hồng trong toàn bộ đợt lũ. Nghĩa là chúng ta có đầy đủ các điều kiện biên và điều kiện ban đầu của mô hình hệ thống sông Hồng như mô tả ở mục 1.3.

Giải bài toán điều khiển tối ưu với hàm mục tiêu (6) và giới hạn của hàm điều khiển u được mô tả trên, chúng ta có được phương án điều khiển hồ Hòa Bình như mô tả trong hình 5.



Hình 4: Điều khiển tối ưu hồ Hòa Bình

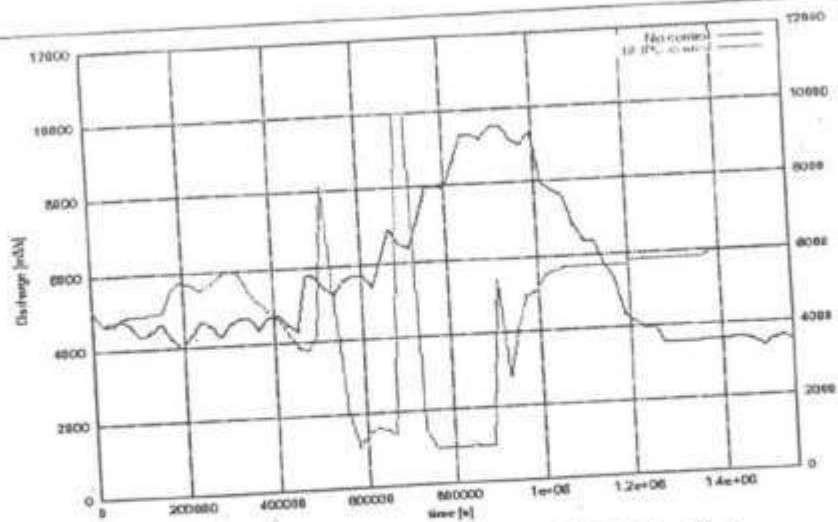
Trong hình 5, chúng ta thấy được nếu chúng ta vận hành hồ Hòa Bình sao cho hàm điều khiển u biến đổi như đồ thị "Control function", thì mực nước ở Hà Nội trong mùa lũ sẽ biến đổi như ở đồ thị "Level Ha Noi". Chúng ta thấy rằng, đỉnh lũ tại Hà Nội giảm từ 11.3 m xuống còn 8.9 m. Nghĩa là lũ ở Hà Nội đã được giảm rất hiệu quả. Tuy nhiên, trong thực tế, với phương tiện kỹ thuật hiện tại, chúng ta không thể có được thông tin về toàn bộ đợt lũ như trong kịch bản trên. Bình thường, chúng ta có thể dự báo tương đối chính xác trước 2 ngày, và dự báo thô trước 4 ngày. Do đó phương án điều khiển hồ Hòa Bình như trình bày ở đây không khả thi. Để khắc phục khó khăn này, chúng tôi đề nghị giải pháp điều khiển trực tuyến hồ Hòa Bình, như sẽ trình bày ở phần sau của bài báo.

3.4.2. Điều khiển trực tuyến

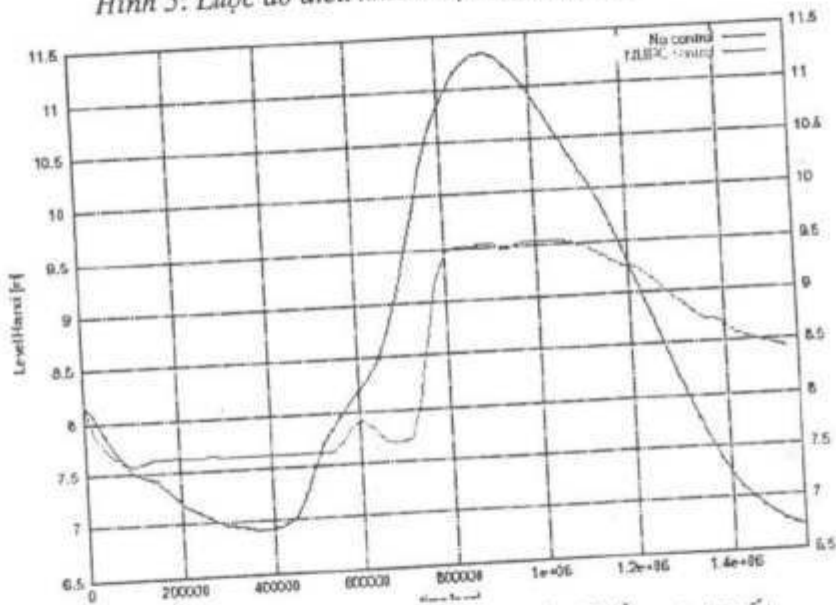
Chúng tôi sẽ áp dụng kỹ thuật điều khiển trực tuyến, cụ thể là phương pháp mô hình dự báo phi tuyến (Nonlinear Model Predictive Control - NMPC). Các bước chính như sau:

1. Tại thời điểm $t = t_0$ chúng ta áp dụng phương pháp đã được trình bày trên để tìm ra lược đồ điều khiển tối ưu hồ Hòa Bình cho khoảng thời gian $[t_0, t_0 + T]$ với các thông tin đã có của hệ thống sông Hồng, cụ thể là điều kiện ban đầu và điều kiện biên của hệ thống, thể tích hồ Hòa Bình và mực nước Hà Nội trong thời điểm hiện tại.
 2. áp dụng kịch bản điều khiển có được từ bước 1 vào điều hành hồ Hòa Bình.
 3. Tại thời điểm $t = t_0 + \Delta t$ chúng ta cập nhật các thông tin mới có của hệ thống sông Hồng, đặt $t_0 = t_0 + \Delta t$ và lặp lại bước 1. ở đây $\Delta t < T$ là khoảng thời gian chúng ta có được thông tin dự báo chính xác về đợt lũ đang tới.
- áp dụng phương pháp điều khiển trực tuyến hồ Hòa Bình để chống đợt lũ năm 2000 như đã mô tả trên với $T=4$ ngày và $\Delta t = 2$ ngày, chúng ta có được lược đồ điều khiển hồ Hòa Bình như trên hình 6.

Với quy trình điều hành hồ Hòa Bình như vậy, mực nước tại Hà Nội sẽ biến đổi như trên hình vẽ 7. Như chúng ta nhận thấy, đỉnh lũ từ Hà Nội giảm từ 11.3 m tới 9.6 m. Điều đó cho thấy phương án điều hành hồ Hòa Bình trực tuyến giúp chúng ta chống lũ rất hiệu quả, và hơn thế nữa, đây là một phương án khả thi, phù hợp với tình hình dự báo khí hậu-khí tượng ở Việt Nam.



Hình 5: Lực độ điều khiển trực tuyến hồ Hòa Bình



Hình 6: Mức nước tại Hà Nội với điều khiển trực tuyến

4. KẾT LUẬN

Trong báo cáo này, chúng tôi đã trình bày cơ sở khoa học và các bước cần thiết để có được một bộ công cụ toán học phục vụ cho xác lập mô hình, xác định thông số, điều khiển tối ưu hệ thống sông Hồng. Kết quả cuối cùng của chúng tôi là đề xuất một cách tiếp cận mới để tìm ra phương án điều hành hồ Hòa Bình với mục tiêu chống lũ. Hiệu quả của các phương án điều hành này được thể hiện trong kịch bản chống lũ năm 2000.

Tài liệu tham khảo

1. W. F. Ames. *Numerical Methods for Partial Differential Equations*. Academic Press, INC., 1995.
2. Bauer, H.G. Bock, S. Koerkel and J. P. Schloeder. DAESOL -- a BDF code for the numerical solution of the differential-algebraic equations. Preprint, IWR der Universitaet Heidelberg, SFB 359, 1999
3. H. G. Bock. *Recent Advances in Parameteridentification Techniques for ODE*. In P. Deuflhard and E. Hairer, editors, Numerical Treatment of Inverse Problems in Differential and Integral Equations, Birkhaeuser, Boston, 1983.
4. H. G. Bock. *Randwertproblemmethoden zur Parameteridentifizierung in Systemen nichtlinearer Differentialgleichungen*. Bonner Mathematische Schriften 183, 1987.
5. H. G. Bock, H. X. Phu, J. P. Schloeder, and T. H. Thai. *Modelling and parameter estimation for river flows*. In H. G. Bock, H. X. Phu, N. T. Son, editors, In proceedings of the Workshop on Scientific Computing and Applications, HCM City University of Technology, 2002.
6. T. Q. Hoa và ctv. *Cân bằng nước tại Việt Nam*. Trường đại học Thủy lợi Hà Nội, 1986.
7. D. B. Leineweber. *The theory of MUSCOD in a nutshell*. IWR-preprint 96-19, 1996.
8. D. B. Leineweber. *Efficient reduced SQP methods for the optimization of chemical processes described by large sparse DAE models*. Fortschritt-Berichte VDI, 3, 1999.
9. D. B. Leineweber, H. G. Bock, and J. P. Scholoder. *Fast direct methods for realtime optimization of chemical processes*. In Proceeding 15th IMACS World Congress on Scientific Computation, Modelling and Applied Mathematics Berlin, Wissenschaftund Technik-Verlag, Berlin, 1997.
10. K. W. Morton and D. F. Mayers. *Numerical Solution of Partial Differential Equations*. Cambridge University Press, Cambridge, 1994.
11. W. E. Schiesser. *The Numerical Method of Lines, Integration of Partial Differential Equations*. Academic Press, 1991.
12. W. E. Schiesser. *Adaptive Method of Lines*. Chapman and Hall/CRC, 2001.
13. J. P. Schloder. *Numerische Methoden zur Behandlung hochdimensionaler Aufgaben der Parameteridentifizierung*. Dissertation, Universitat Bonn, 1987.
14. A. Sleight and M. Goodwill. *The St Venant Equations*. School of Civil Engineering, University of Leeds, March 2000.
15. Tran Hong Thai. *Numerical Methods for Parameter Estimation and optimal Control of The Red River Network*. Dissertation, Heidelberg, 2005.
- A. Tveito and R. Winther. *Introduction to Partial Differential Equations*. Springer Verlag, New York- Berlin- Heidelberg, 1998.

1245



PROCEEDINGS OF THE FIFTH CONFERENCE OF ASIA PACIFIC ASSOCIATION OF HYDROLOGY AND WATER RESOURCES

APHW Conference in Hanoi, Vietnam
8 - 9 November 2010

Labor and Social Publisher

CONTENTS

1246

| | |
|---|----|
| CONTENTS..... | 1 |
| FOREWORD..... | 1 |
| THEME 1 CLIMATE CHANGE AND HYDROLOGY..... | 3 |
| Fundamental Study Of Open Channel Flow With A Narrow Path..... | 5 |
| <i>Akinori Katsuki, Kazutomo Yamashita, Yoshiki Motonaga, Tadashi Yamada</i> | 5 |
| A Comparison Of Iteration Schemes For Three-Dimensional Finite-Difference Saturated-Unsaturated Flows With Non-Orthogonal Grids..... | 10 |
| <i>An H., Ichikawa Y., Tachikawa Y., Shiiba M.</i> | 10 |
| Remediation Through Surfactants Of Contaminated Water And Sediments In Developed Countries And Their Potential Implications For River Water In Developing Countries..... | 18 |
| <i>Anu Singh</i> | 18 |
| Changes Of The Yearly Highest Flood In Brantas River Basin Examined Through Porong River Discharge..... | 19 |
| <i>Aris Harnanto</i> | 19 |
| Climate Change Impacts On The Hydrological Changes And Environmental Modifications In The Kairouan Basin (Central Tunisia)..... | 20 |
| <i>Badia Chulli</i> | 20 |
| Numerical Analysis Of Flow Resistance Due To Horizontal Vortices In Compound Open Channel.. | 21 |
| <i>Chaochao Qian, Tadashi Yamada, Yoshiki Motonaga</i> | 21 |
| Variability Of Hydrological Partitioning Considering Horton Index In Korea..... | 22 |
| <i>Choi Daegyul, Choi Chihyeon, Choi Minha, Kim Sangdan</i> | 22 |
| Availability Of Global Precipitation Dataset For Estimation Of Sedimentation Production In The Mekong River..... | 29 |
| <i>Kazuhiro Kakizawa, Kengo Sunada, Tadashi Suetsugu</i> | 29 |
| Study About The Increase Of Welfare, Medical Care And Education Effect In The River Water..... | 36 |
| <i>Kazumasa Ito</i> | 36 |
| Climate Projections Of Streamflow Based On Rainfall-Runoff Relationship Using Artificial Neural Networks..... | 43 |
| <i>Sun-Woo Jang, Tae-Woong Kim, Seung Oh Lee, And Gunhui Chung</i> | 43 |
| Validation Of Soil Moisture Estimated By Land Surface Scheme Comparing With In Situ Observation | 44 |
| <i>Kazuaki Yorozu, Kenji Tanaka, Sunmin Kim, Yasuto Tachikawa, Michiharu Shiiba, Eiichi Nakakita</i> | 44 |
| Species Diversity Of Benthic Faunal Communities Along A Mountain Stream Fragmented By Slit And Unslit Sabo Dams..... | 48 |
| <i>Kei Nukazawa, So Kazama, Kozo Watanabe</i> | 48 |
| A New Design Method Of With Retaining Wall Based On The Concept Of Return Period Of Snowmelt And Rainfall..... | 56 |
| <i>Kenichiro Uehira, Ryo Ebana, Tadashi Yamada</i> | 56 |
| A Study Of Effects Of River Channel Network To Runoff By A Newly-Derived Physical Model..... | 61 |
| <i>Kenji Tanabe, Kenta Oda, Tadashi Yamada</i> | 61 |
| Hydrological Response Of Land Use Change In Mountainous Sub-Watersheds Of The Mekong River Basin..... | 66 |
| <i>Tsuyoshi Kinouchi</i> | 66 |
| Nitrate Contamination Of Environmental Water In The Upland With High Population Pressure..... | 73 |
| <i>Kondoh Akihiko, Kori Yusuke, Huang Lin</i> | 73 |
| Flow Variability And Channel Geometry Of The Seomjin River..... | 79 |
| <i>Kyungrook Paik, Donghwi Jung, And Joong Hoon Kim</i> | 79 |
| Dae Dong Stream Experimental Basin Of Korea..... | 85 |
| <i>Joo Heon Lee, Seung Man Yang, Ji Won Seo, Sang Jung Song, Chang Joo Kim</i> | 85 |

| | |
|--|------------|
| Study The Impacts Of Climate Change On Streamflow Regime In The Part Of Nhue And Day River Basin In Hanoi City Territory..... | 92 |
| <i>Y-Nhu Nguyen, Thanh-Son Nguyen, Thi-1247/a Ho</i> | 92 |
| Hydraulic Experiments On River Bed Evolution In Rivermouth..... | 93 |
| <i>Makoto Akikawa, Shintaro Ochiki, Go Igarashi, Tadashi Yamada</i> | 93 |
| Geostatistical Bias Correction Of Super High Resolution Gcm Outputs Under Climate Change And Its Application To Runoff Simulations In Red River Basin..... | 96 |
| <i>Mukta Sapkota, Toshio Hamaguchi, Toshiharu Kojiri</i> | 96 |
| Detecting The Long-Term Variation And Relation Of Climate And Hydrology To Water Quality: The Lower Mekong River Case Study | 105 |
| <i>Pham Thi Minh Hanh</i> | 105 |
| The Sudplan Project: Facilitating Urban Hydrological Climate Change Impact Assessment In Europe | 114 |
| <i>Jonas Olsson, Lars Gidhagen, Akira Kawamura</i> | 114 |
| Estimation Of Glacier Mass Changes Inferred From Grace Satellite Gravimetry | 118 |
| <i>Orie Sasaki, Hyungjun Kim, Yukiko Hirabayashi, And Shinjiro Kanae</i> | 118 |
| Implications Of Climate Change On River Flow Regimes In Thailand..... | 119 |
| <i>P.B. Humukumbura, Y. Tachikawa, K. Yorozu, S. Kim And M. Shiiba</i> | 119 |
| Simulation Of Runoff And Sediment Yield From A Small Agricultural Watershed In The Context Of Climatic Variability..... | 120 |
| <i>S. B. Nandgude, R. K. Panda, M. Lamers, T. Streck</i> | 120 |
| Building Climate Change Scenarios Of Temperature And Precipitation For Central Vietnam Using Dynamical Downscaling Technique..... | 121 |
| <i>Van-Tan Phan, Thanh Ngo-Duc, Thanh-Hang Vu, Minh-Ha Ho, Manh-Thang Luong, Quang-Trung Nguyen</i> | 121 |
| Climate Change And Flood Impact In The Lower Part Of Chao-Phraya River Basin, Thailand | 122 |
| <i>S. Chuanpongpanich, K. Tanaka, T. Kojiri</i> | 122 |
| Application Of Time Lag Correlation Analysis For Inflow Prediction Caused By Global Warming | 123 |
| <i>S.O.Han, K. Tanaka, T. Kojiri</i> | 123 |
| Theoretical Derivation Of Analytical Formula Of Synthesized Rational Formula | 124 |
| <i>Takuya Sasada, Akito Watanabe, Naoki Watanabe Tadashi Yamada</i> | 124 |
| Sequential Monte Carlo Methods For Real-Time Forecasting Using Multiple Hydrologic Models | 130 |
| <i>Seong Jin Noh, Yasuto Tachikawa, Michiharu Shiiba, Sun Min Kim, Kazuaki Yorozu</i> | 130 |
| Tectonic Control On The Development Of Water Resources Of Karst Springs In Kooh-E-Siah (Dehdsah, Southwest Iran) | 134 |
| <i>Kh. Shafiei Motlaq, O.A.Norzi Asl</i> | 134 |
| Projection Of River Discharge Of Japanese River Basins Under Climate Change Scenario | 139 |
| <i>Yasuto Tachikawa, Shohei Takino, Yuko Fujioka, Kazuaki Yorozu, Sunmin Kim, Michiharu Shiiba</i> | 139 |
| Theoretical Approaches To Initial And Transmission Losses In Wari System Considering The Compatibility With Empirical Models | 146 |
| <i>Toshio Hamaguchi, Mohamed Saber, Toshiharu Kojiri</i> | 146 |
| On The Development Of Climate Change Scenarios For Viet Nam..... | 147 |
| <i>Tran Thuc, Nguyen Van Thang, Hoang Duc Cuong</i> | 147 |
| Determination Of The Outlet Location For Giuh In Un-Gauged Basins | 153 |
| <i>Jae Mo Yang, Joong Hoon Kim</i> | 153 |
| Numerical Modelling Of Sedimentation Process In Urban Stormwater Systems | 159 |
| <i>Yang Yang, Priyantha R Sarukkalgige</i> | 159 |
| Hydrodynamic Modeling And Inundation Mapping For River Basins In Quang Tri Province, Cental Vietnam | 164 |
| <i>Tran Ngoc Anh, Nguyen Tho Sao, Nguyen Thanh Son, Nguyen Tien Giang, Tran Anh Tuan, Hoang Thai Binh, Dang Dinh Kha</i> | 164 |
| THEME 2 IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON WATER RESOURCES AND ADAPTATION MEASURES..... | 165 |

| | |
|---|-----|
| Analysis Of Climate Change Impact On Urban Runoff In Arvika, Sweden By The Tokyo Storm Runoff Model | 167 |
| <i>Hideo Amaguchi, Akira Kawamura, Jonas Olsson, Moko Nakagawa</i> | 167 |
| Assessment Of Ecohydrologic Impacts Caused By Climate Change On Hydrometeorologic Characteristics Of Korea Using Satellite-Image Driven Biophysical Variables | 174 |
| <i>M. Choi, H. Kim, Y-M. Hur</i> | 174 |
| Water Resources Atlas For Vietnam | 175 |
| <i>Dennis Jamieson, Richard Ibbitt, Ude Shankar, David Hebblethwaite</i> | 175 |
| Building Climate Resilience: Sustainable Groundwater Use Through Agricultural Water Demand Management In The Face Aquifer Over-Exploitation..... | 179 |
| <i>M. Dinesh Kumar, Manoj Kumar Sharma, Op Singh, Harish Kumara</i> | 179 |
| Climate Change Impact On Runoff Across Southeast Korea | 180 |
| <i>Hosung Kim, Daegyul Choi, Jae Hyun Ahn, Sangdan Kim</i> | 180 |
| Vegetative Impacts On Evapotranspiration In Korea Using Remotely Sensed Data..... | 188 |
| <i>K. Hwang, H. Kim, M. Choi</i> | 188 |
| Study On The Effects Of Sea Level Rise On Salinity Intrusion In Hong-Thai Binh River Delta | 189 |
| <i>Nguyen Xuan Hien, Tran Thuc, Tran Hong Thai, Dang Quang Thinh</i> | 189 |
| Impact Of Climate Change On River Flow In Ba River Basin | 195 |
| <i>Huynh Thi Lan Huong, Nguyen Van Dai, Dang Quang Thinh</i> | 195 |
| Vulnerability Of Groundwater Resources In Tongatapu, Kingdom Of Tonga | 203 |
| <i>Ian While, Tony Falkland, Tevita Fatai, Kelepi Mafi</i> | 203 |
| Multiple Dam Reservoir Operation For Wter Resources Management Under Climate Change | 204 |
| <i>Sunmin Kim, Yasuto Tachikawa, Eiichi Nakakita, Kazuaki Yorozu, Michiharu Shiiba</i> | 204 |
| Climate Change Impact Assessment On Korean Drought Using Severity-Area-Duration Curves With Sswi..... | 209 |
| <i>Ayeon Lee, Hoseong Kim, Eungseok Kim, Sangdan Kim</i> | 209 |
| The Rainfall Variation In Vietnam..... | 210 |
| <i>Ming-Cheng Yen, Tsing-Chang Chen, Hao-Lin Hu1, Ren-Yow Tzeng, Dinh Duc Tu, Nguyen Thi Tan Thanh, C. J. Wong</i> | 210 |
| Impact Of Climate Change On Srilanka's Water Resources Based On System Dynamics Approach | 211 |
| <i>K.D.W. Nandalal</i> | 211 |
| Climate Change Impact Assessment To Irrigation Demand And Some Notes When Designing Intake System Along Two Banks Of Tich River | 212 |
| <i>Nguyen Thi Bach Ngoc</i> | 212 |
| Using The Precis-Regional Climate Model To Develop Climate Change Scenario In 21st Century For Vietnam | 213 |
| <i>Nguyen Van Thang, Hoang Duc Cuong, Nguyen Dang Mau, Truong Ba Kien</i> | 213 |
| Institutional Change For Sustainable Urban Water Management In India: Adaptation To Changing Environment..... | 220 |
| <i>Nitin Bassi, M. Dinesh Kumar</i> | 220 |
| Climate Change And Impacts On Runoff In The Kone Basin, Central Vietnam..... | 221 |
| <i>Thi Thanh Hang Phan, Kengo Sunada, Satoru Oishi, Yasushi Sakamoto</i> | 221 |
| Managing Adverse Effect Of Climate Change And Precipitation Variability For Agricultural Productivity In Moisture Stress Foothill Region Of North-West Himalayas..... | 228 |
| <i>Sanjay Arora, M.S. Hadda</i> | 228 |
| Coastal Cities, Water And Climate Change With Case Study Of Aquous Bengal Delta..... | 229 |
| <i>Santosh K Ghosh</i> | 229 |
| Impact On Water Quality, Temperatur Stability And Ecology In An Urban River Due To Groundwater Discharge From An Unconfined Aquifer And Its Future Trend | 235 |
| <i>Shao-Hua Marko Hsu</i> | 235 |
| Ganges And Varanasi: Threat From Climate Change On Cultural Heritage | 236 |
| <i>Shivashish Bose</i> | 236 |

| | |
|---|------------|
| Tidal Regime Along Vietnam Coast Under Impacts Of Sea Level Rise..... | 240 |
| <i>Duong Hong Son, Pham Van Sy, Dam Duy Hung, Doan Manh Hung</i> | 240 |
| Integrated Simulation Of Tonle Sap Lak ¹²⁴⁹ Hydrological System Using The Yhym And Rlwe Model..... | 247 |
| <i>Sushu Wu, Hiroshi Ishidaira, Wenchao Sun</i> | 247 |
| Impact Assessment Of Climate Change On Agricultural Water Use Utilizing A Distributed Water Circulation Model..... | 248 |
| <i>Takao Masumoto, Ryojikudo, Takeo Yoshida, Naoki Horikawa</i> | 248 |
| Challenges Of Climate Change To Surface Water Quality In Vietnam..... | 249 |
| <i>Thai Tran Hong, Thang Nguyen Manh, Hoa Nguyen Thi Phuong, Van Tran Thi</i> | 249 |
| Assessments Of Climate Change Impacts On Climate Resources..... | 255 |
| <i>Nguyen Van Thang, Nguyen Trong Hieu, Pham Thi Thanh Huong</i> | 255 |
| Impacts Of Climate Change On Water Resources Of Vietnam..... | 261 |
| <i>Hoang Minh Tuyen</i> | 261 |
| Assessing The Impacts Of Multiple Changes On Water Resources And Demands In The Srepok River Basin (Viet Nam –Cambodia)..... | 268 |
| <i>Tran Van Ty, Kengo Sunada, Yutaka Ichikawa, Satoru Oishi</i> | 268 |
| Climate Change: Impact On Hydrological Regimes, Water Resources Management And Adaptation Strategies In The Brahmaputra Basin Of India..... | 269 |
| <i>U. C. Sharma</i> | 269 |
| Impact Of Climate Change On Groundwater In Drought Prone Belt Of Jammu And Adapting To Changing Demand And Supply Situations..... | 270 |
| <i>Vikas Sharma</i> | 270 |
| The Impact Of Climate Change On Rice Yields In Red River Delta As A Case Study..... | 271 |
| <i>Ngo Tien Giang, Nguyen Cong Vinh</i> | 271 |
| THEME 3 INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE..... | 277 |
| Community Based Integrated Environment Pollution Prevention And Sustainable Rural Water Supply Programe In Sri Lanka..... | 279 |
| <i>A.H.Gunapala</i> | 279 |
| Trend Analysis Of Groundwater Levels Of Confined Aquifer In Hanoi, Vietnam By The Mann-Kendall Test..... | 280 |
| <i>Duong Du Bui, Akira Kawamura, Thanh Ngoc Tong, Hideo Amaguchi, Naoko Nakagawa</i> | 280 |
| Sustainable Urban Water Management In The Context Of Climate Change..... | 288 |
| <i>Debarati Chakraborty</i> | 288 |
| Water Supply Adaptation For Changing Water Sources: Introduction To Movable Water Treatment Plant..... | 292 |
| <i>Dumal Kannangara, Sumitha Sumanaweera, Priyantha Sarukkalige</i> | 292 |
| Driving Factors Of Water Use In Beijing City..... | 300 |
| <i>Huining He, Guangheng Ni</i> | 300 |
| Uncertainty Disaggregation Of Climate Change Scenario For Water Resources Management In Korea..... | 301 |
| <i>Hyun-Han Kwon, Jeong-Ju Lee, Byung-Jin So, Jang-Kyung Kim, Jae-Hyun Ahn</i> | 301 |
| Developing National Water Resources Policy And Implementation Plans For The Kiribati Climate Change Adaptation Program..... | 304 |
| <i>Ian While, Tony Falkland, Marella Rebgetz And Taboia Metutera</i> | 304 |
| Cheongmicheon Representative Basin..... | 305 |
| <i>Jaeung Yi</i> | 305 |
| Modeling Global Energy Crop Potential..... | 311 |
| <i>Kensuke Hagiwara, Naota Hanasaki, Shinjiro Kanae</i> | 311 |
| The Development Of Water Resources Model Including Irrigation Water Withdrawal And Its Application To Chao Phraya River Basin..... | 312 |

| | |
|--|-----|
| <i>S. Kotsuki, K. Tanaka, T Kojiri, T. Hamaguchi</i> | 312 |
| Analysis Of Water Balance Using Virtual Water Theory | 313 |
| <i>Jae-Geun Lee, Seungho Lee, Il-Pyo Hong, Jae-Hyun Ahn</i> | 313 |
| Analysis Of Climate Change Impacts And Water Resources Management In The Yellow River Basin | 318 |
| <i>Liu Ke, Jiang Xinhao, Xu Zongxue, Ramasamy Jayakumar</i> | 318 |
| Hydro-Economic Modelling For Optimal Water Allocation Among In- And Off-Stream Uses In The Teesta River, Bangladesh | 329 |
| <i>Md. Reaz Akter Mullick, Mukand S Babel, Sylvain R Perret</i> | 329 |
| Restoration Of Submerged Plants For Eco-System Rehabilitation In Lake Inba-Numa | 340 |
| <i>Nakamura Shogo, Sakai Kenji, Oono Fumio, Yoshida Masahiko, Yuasa Takashi, Shoji Taro, Musiake Katsumi</i> | 340 |
| Climate Change And Sustainable Rural Water Management: Gender And Health Issues In Kandi Region In Northern India | 351 |
| <i>Neetika Sharma</i> | 351 |
| Implications Of Water Resources Inequality For Small Scale Irrigation Scheme Management | 352 |
| <i>N. K. Gunasekara, S. Kazama</i> | 352 |
| Current Status And Solution For Sustainable Urban And Rural Water Resources Management In Dry Season Toward Adaptation To Climate Change In Can Tho City | 358 |
| <i>Trinh Thi Long, Van Der Steen, Piet Lens, Ky Quang Vinh</i> | 358 |
| Spatial Analysis Of Water Quality In River Yamuna And Its Interrelationship With Human Activities: Need For Sustainable Urban Water Management | 372 |
| <i>R. B. Singh, Vaneeta Chandna</i> | 372 |
| An Overview Of Implementation Iwrm In Indonesia (Study Case: Jakarta City) | 373 |
| <i>Robby Yussac Tallar, Jian-Ping Suen</i> | 373 |
| Field Observations On Characteristic Of Saltwater Intrusion And Water Quality During Rainfall In Tidal Area Of Urban Rivers | 379 |
| <i>R. Asami, Y. Yamakado, T. Yamada</i> | 379 |
| Sustainable Urban Water Management In The Context Of Climate Change..... | 385 |
| <i>Santosh K Ghosh</i> | 385 |
| Water Management Issues In Kolkata City..... | 386 |
| <i>Shivashish Bose</i> | 386 |
| The Sustainable Conjunctive Use Of Water For Agriculture In Lower Nam Kam River Basin, Northeastern Thailand..... | 393 |
| <i>Songvoot Sangchan, Natvipa Jearanatwatchira</i> | 393 |
| Water Quality Sensor Layout Under Uncertainty | 399 |
| <i>Tran Thi Van Thu, Chung, Gunhui, Yoo, Do Geun, And Kim, Joong Hoon</i> | 399 |
| Transboundary Water Issues Affected To Vietnam In The Contexts Of Climate Change | 415 |
| <i>Luong Tuan Anh, Tran Thuc</i> | 415 |
| A Study On Spatial Distribution Of Water Quality Before And After Dredging In Tidal Area Of Urban Rivers | 421 |
| <i>Y. Yamakado, R. Asami, T. Yamada</i> | 421 |
| Mass Transport And Nutrient Circulation Evaluated By Isotope Analysis And Chemical Decomposition | 428 |
| <i>Yasuyuki Maruya, Keisuke Nakayama, Aynur Abuliz, Tomohiro Kuwae, Tomonari Okada</i> | 428 |
| Pattern Classification Analysis Of Non-Point Source Pollution Using Measured Runoff And Water Quality Data | 436 |
| <i>Young-Hoon Jin, Akira Kawamura, Jonas Olsson, And Sung-Chun Park</i> | 436 |
| Integrated Watershed Management Plan For Restoration Of Lake Inba-Numa | 437 |
| <i>Yuasa Takashi, Musiake Katumi, Oono Fumio, Yoshida Masahiko, Ogura Hisako, Uehara Hiroshi</i> | 437 |
| Application Of Global Water Resources Model H08 To Assess Seasonal Variability Change Of Global Water Resources By Using Multiple Gmc Projections Under Climate Change | 444 |

| | |
|--|-----|
| <i>Takahiro Yamamoto, Naota Hanasaki, Huicheul Jung, Kiyoshi Takahashi, Yasuaki Hijioka</i> | 444 |
| THEME 4 LINKING DISASTER RISK REDUCTION AND CLIMATE CHANGE | 445 |
| Development Of Rural Water Supply – Challenges And Recommendations Lessons Learnt From Sri Lanka | 447 |
| <i>W.B.G. Fernando</i> | 447 |
| Study Of Characteristic Differences Between Natural And Cloud-Seeding Rain-Cells Using Radar Data | 448 |
| <i>W. Bunthai And S. Chumchean</i> | 448 |
| Analysis Drought Severity – Area – Duration Curves On Climate Change | 456 |
| <i>Chihyun Choi, Ayeon Lee, Doek Jun Jo, Sangdan Kim</i> | 456 |
| Comparison Between Rainmaking And Natural Rainfall In The Northeast Part Of Thai Land | 464 |
| <i>S. Chumchean, R. Hanchoo Wong, W. Bunthai</i> | 464 |
| Development Of Inundation Analysis Model Coupled With Physical Based Runoff Model | 472 |
| <i>Daikichi Ogawada</i> | 472 |
| Real-Time Reservoir Operation For Drought Management With Exploratory Consideration Of Global Meteorological Conditions | 473 |
| <i>Daisuke Nohara, Hiroko Miki, Tomoharu Hori</i> | 473 |
| Optimization Of Multi-Reservoir Operation Using Parameter Iteration Method | 474 |
| <i>Gunhui Chung, Min Seok Kim, Joong Hoon Kim, Moo Jong Park</i> | 474 |
| Numerical Simulation Of Storm Surge-Wave-Flood Coupling Disaster Generated By T7010, Applied The General Coordinate System | 480 |
| <i>N. Hara, T. Yamada</i> | 480 |
| Building And Evaluating A Radar-Raingauge Combined Gridded Data Set Of Rainfall Over Central Vietnam | 487 |
| <i>Hideyuki Kamimera, Thanh Ngo-Duc, Kooiti Masuda, Le Viet Xe, Nguyen Thi Tan Thanh, Jun Matsumoto</i> .. | 487 |
| Spatio-Temporal Characteristics Of One-Minute Rainfall In Tokyo | 488 |
| <i>Hiromi Boda, Akira Kawamura, Jonas Olsson, Hideo Amaguchi, Naoko Nakagawa, Duong Du Bui</i> | 488 |
| Climatological Assessment Of Flood Events And Monsoon Rainfall For Chindwin Basin In Myanmar | 489 |
| <i>Htay Htay Than</i> | 489 |
| Drought, Wildfires, Climate Change And Environmental Flow Release: Impacts On Stored Water In The Australian Capital Territory | 505 |
| <i>Ian White</i> | 505 |
| Study On Frequency Of Occurrence And Periodicity Of Extreme Value Rainfall Used Statistics ... | 506 |
| <i>Kazuhiro Itokawa, Takashi Arakawa, Masato Okabe, Tadashi Yamada</i> | 506 |
| The Effects Of Runoff Suppressant And Heat Environment Mitigation By Water Retentive Material | 509 |
| <i>J. Isogai, M. Okabe, T. Konoshima, T. Yamada</i> | 509 |
| Seasonal Transitions Of Precipitation During Winter Monsoon Season In Central Vietnam | 514 |
| <i>Jun Matsumoto, Joji Watanabe, Hiroshi G. Takahashi</i> | 514 |
| Development Of The “Global Flood Alert System – Streamflow (Gfas-Streamflow)” Prototype ... | 515 |
| <i>Jun Magome, Kuniyoshi Takeuchi, Kazuhiko Fukami</i> | 515 |
| Study For Practical Sar Interpretation Flood Waters Using Methods And Data Interpretation | 516 |
| <i>K. Aoki, T. Yamada, H. Nishikawa</i> | 516 |
| Hydrological Hazards In Small Municipalities A Case Study Of Naihati In Kolkata Metropolitan Area | 519 |
| <i>Kaushik Ghosh</i> | 519 |
| A New Technique Of Discharge Release From Dam Reservoir For Flood Control | 520 |
| <i>Yusei Kitada, Masato Okabe, Tadashi Yamada</i> | 520 |
| Changes In Extreme Rainfall Characteristics Of Various Temporal And Spatial Scales Under A Global Warming Climate | 525 |
| <i>Lisako Konoshima, Eiichi Nakakita</i> | 525 |

| | |
|---|-----|
| Frequency Analysis Of Non-Stationary Annual Maximum Rainfall Observations Based On Residual Analysis..... | 526 |
| <i>Lynn Seo, Tae-Woong Kim, Ji-Young Yoo, Min-Ho Choi</i> | 526 |
| An Interior Water Inundation Analysis On The Subject Of Grainage Basin Of Storm Water In Tokyo..... | 530 |
| <i>Mitsukuni Tsuchiya, Masumi Sunaguchi</i> | 530 |
| Applicability Of Parameter Optimization Method For Distributed Rainfall Model..... | 535 |
| <i>Masayuki Hitokoto</i> | 535 |
| Numerical Simulation Of Rainfall In Vietnam With Regional Climate Models Remo And Regcm.. | 536 |
| <i>Le Dung Nguyen</i> | 536 |
| Defining The Appropriate Estuary Dyke Crest Level For The Tra Khuc River Of Vietnam In The Context Of Climate Change..... | 537 |
| <i>Nguyen Mai Dang</i> | 537 |
| Improvement Of Radar-Rainfall Estimation Using The Subsection-Optimization Algorithm In Beijing Area..... | 538 |
| <i>Pan Anjun, Lu Jiangtao, Ni Guangheng, Wei Lichuan</i> | 538 |
| Development Of A Continuous Flow Modeling Package For Flood Forecasting In Australia..... | 539 |
| <i>H. A. P. Hapuarachchi, T. C. Pagano, Q. J. Wang</i> | 539 |
| Countermeasures Against Environmental Load At Highway Service Areas In Japan..... | 540 |
| <i>Naoko Nakagawa, Akira Kawamura, Hideo Amaguchi</i> | 540 |
| The Role Of Asian Winter Monsoon, Tropical Disturbance And Upper Tropospheric Anticyclone In The Extremely Heavy Rain In Northern Vietnam During 30 October To 1 November 2008..... | 546 |
| <i>Peiming Wu, Yoshiki Fukutomi, Jun Matsumoto</i> | 546 |
| Developing Of Rainfall-Based Index For Rice Crop Insurance Due To Drought In Thailand..... | 547 |
| <i>Poonpolwatanaporn.P., Chumchean.S.</i> | 547 |
| Reducing Bias In Radar Rainfall Estimates Using Rain Gauge Data..... | 548 |
| <i>R. Hanchoo Wong, S. Chumchean, U. Weesakul, P. Aungsuratana</i> | 548 |
| Integrating Distributed Hydrological Model And X-Band Polarimetric Radar With Flood Loss Model For Flood Disaster Prevention System In Urban River Basin..... | 549 |
| <i>Ratih Indri Hapsari, Satoru Tet Oishi, Kengo Sunada, Dian Sisingsih, Tetsuya Sano</i> | 549 |
| Application Of A 2d Hydrodynamic Model For Assessing Flood Risk From The River Parrett In Bridgwater, UK..... | 550 |
| <i>S. Ghimire</i> | 550 |
| Study Of Thermal Environment Mitigation Effect In The Vicinity Of River In Urban Area..... | 556 |
| <i>S. Iwamoto, S. Ohno, T. Kato, T. Yamada</i> | 556 |
| Drought Risk Assessment In The Gyeongsang-Do Area Of South Korea..... | 561 |
| <i>Jongyong Park, Ji-Young Yoo, Tae-Woong Kim</i> | 561 |
| A Study On Quantitative Evaluation Of Mitigation Effects Of Thermal Environment In The Vicinity Of The River In Urban Area..... | 562 |
| <i>Shuhei Ohno, Takuma Kato, Tadashi Yamada</i> | 562 |
| Rainfall-Runoff-Inundation Analysis For Flood Risk Assessment At The Regional Scale..... | 568 |
| <i>Takahiro Sayama, Kazuhiko Fukami, Shigenobu Tanaka, Kuniyoshi Takeuchi</i> | 568 |
| Orography And Rain Shadow Influences On Contrasting River Flows Across The Central Massif Divide Of La Grande Terre, New Caledonia..... | 577 |
| <i>James P. Terry, Geoffroy Wotling</i> | 577 |
| ✓ Impacts Of Climate Changes On The Poor In Vietnam..... | 584 |
| <i>Thai Tran Hong, Trung Nguyen Thanh, Tu Pham Minh</i> | 584 |
| Some Lessons From The Drought In Vietnam In 2010..... | 593 |
| <i>Cao Ngoc Thanh</i> | 593 |
| An Assessment Of Climate Change Impact On Drought Using The Standardized Precipitation Index (SPI)..... | 594 |
| <i>Tipaporn Homdee, Kobkiat Pongput, Yoshihiko Iseri, Shinjiro Kanae</i> | 594 |

| | |
|--|-----|
| Building A New Daily Gridded Precipitation Datasets For Vietnam..... | 595 |
| <i>Tran Anh Duc, Ngo Duc Thanh, Phan Van Tam</i> | 595 |
| Evaluation Of The Rainy Season Flood Inundation Area In The Asia Monsoon Region Using Remote Sensing | 596 |
| <i>Trinh Thi Thanh Duyen, Akihiko Kondoh</i> | 596 |
| Simulating Tropical Cyclone Activities Using Regional Climate Model..... | 605 |
| <i>Tuan Long Trinh, Hoang Hai Bui, Van Tan Phan, Quang Trung Nguyen, Le Dung Nguyen</i> | 605 |
| Calibration Of Rainfall-Runoff Models Using Remotely Sensed River Flow Widths At The Basin Outlet..... | 606 |
| <i>Wenchao Sun, Hiroshi Ishidaira, Satish Bastola</i> | 606 |
| 3-D Image Analysis Using Observations By X-Band Polarimetric Doppler Radar Networks | 607 |
| <i>Eiichi Nakakita, Hiroyuki Yamabe, Kosei Yamaguchi, Kyoungjun Kim</i> | 607 |
| Effects Of Real Time Pump Operating Model On Reducing Flood Inundation In Urban Drainage Systems..... | 608 |
| <i>Do Guen Yoo, Dong Hwi Jung, Jae Mo Yang, Jin Gul Joo, Joong Hoon Kim</i> | 608 |
| A Quality Evaluation Criterion For Radar Rain Rate Data | 613 |
| <i>Yoon Jungsoo, Yoo Chulsang</i> | 613 |
| Consideration On Applicability Of Radio Wave Raindrop-Sizing Gauge For Rainfall Observation... 614 | 614 |
| <i>Yuji Yamazaki, Masashi Furutaguchi, Toru Miya</i> | 614 |
| Statistical Analysis On The Relationship Between Global Climate Indicators And Spatial Distribution Patterns Of Monthly Precipitation In Japan | 617 |
| <i>Yoshihiko Iseri, Kenji Jinno, Koji Nishiyama, Akira Kawamura, Shinjiro Kanae</i> | 617 |
| Application Of Error-Ensemble Method To A Short-Term Rainfall Prediction With Translation Model Considering Orographic Rainfall | 618 |
| <i>Eiichi Nakakita, Tomohiro Yoshikai, And Sunmin Kim</i> | 618 |
| Characterizing The Landfall Typhoon Track Over Korea | 619 |
| <i>Philyong Yoon, Tae-Woong Kim, Jae-Hyun Ahn, Jeong-Seok Yang</i> | 619 |
| Construction Of Point-To-Area Rainfall Relations In The Context Of Climate Change..... | 624 |
| <i>V-T-V. Nguyen And A. Zareie</i> | 624 |
| Formation Mechanism Of The Hanoi Heavy Rainfall Event On October 30-31, 2008: Multiple-Scale Processes | 629 |
| <i>Tsing-Chang Chen, Ming-Cheng Yen, Jenq-Dar Tsay, Nguyen Thi Tan Thanh, Jordan Alpert</i> | 629 |
| Interannual Variation Of The Late Spring-Early Summer Monsoon Rainfall In The Northern Part Of The South China Sea | 630 |
| <i>Tsing-Chang Chen, Wan-Ru Huang, Ming-Cheng Yen</i> | 630 |
| Synergizing China's Drought Risk Reduction Framework And Climate Change Adaptation Measures: Strengthening Legal And Policy Institutions | 631 |
| <i>Yichuan Wang</i> | 631 |

Thai Tran Hong, Trung Nguyen Thanh, Tu Pham Minh
 Center for Meteorology, Hydrology and Environment Consultancy
 Vietnam Institute of Meteorology Hydrology and Environment

ABSTRACT

Climate change (CC) is a serious risk to poverty reduction and threatens to undo decades of development efforts. CC is likely to increase the frequency and magnitude of extreme weather events such as droughts, floods, and storms affecting environment and livelihood of poor people. The poor is the most vulnerable object to the changes of environment and climate. CC also weakens their resistance to such changes.

In this article, we will mention to qualitative impacts of CC to the Poor in Vietnam through some model researches in some locations where suffered damages by natural disasters. Some qualitative assessment tools are used to (i) show the inter- relation between CC and the Poor, (ii) compare spheres of influence of CC to different kinds of livelihood in the same research location; (iii) define the most effected areas in order to support administrators and policy makers for decision on investment and restoration after happening of natural disasters.

1. INTRODUCTION

Climate is an important component constitutes globally and regionally environment. Climate has close relation with nature, socio-economy and environment and directly effected on global ocean and continent hydrology, edaphology and eco- system. As a result, CC causes the changes of environment and natural disasters.

According to the report “Poverty and Climate change” prepared by many organizations, the Poor is the most vulnerable object to the changes of environment and climate.[1]0 Recent statistic surveys show that Vietnam population is constituted by nearly 22% of the poor (statistic data in 2006). They mainly locates in highland, remote areas where have limited conditions of infrastructure and economic development. Their livelihoods mostly depend on local and regional eco-systems such as agriculture (70% of population), aquiculture (29 coastal cities and provinces), forest, marsh-land... which are also the most vulnerable subjects to CC. So, focusing on assessment of CC impacts on livelihood activities of poor people is an effective approach to assess CC impacts on the poor. The research results not only make clearly the relation between CC and the Poor, but also are grassroots supporting policy makers to invest and restore damages [2] caused by natural disasters.

2. PROVERTY IN VIETNAM AND TRENDS OF CLIMATE CHANGE IN RECENT YEARS

2.1. Poverty in Vietnam

Vietnam is one of the poorest countries in the world. Poverty rate of Vietnam is significantly high. The poor mainly concentrated in remote areas, high mountain areas and midland where have limited conditions of infrastructure and health. The distribution of poverty in Vietnam is shown through the map below. (Figure 1)

As it is illustrated, the poor mainly located in the North-West, North-East and Southern coastal central. The highest poverty rates are presented in the high mountains of North-West areas such as Lai Chau, Son La, Dien Bien provinces and the provinces of Ha Giang, Cao Bang, Lang Son in the North-East and provinces of Ha Tinh, Quang Binh, Quang Tri, Thua Thien Hue in the Southern coastal central. Provinces in the red river delta and the Mekong delta, where have its lowest poverty rate, especially provinces in the Southern key economic region such as Ho Chi Minh city, Binh Duong, Dong Nai, Binh Phuoc, Tay Ninh, Long An, Tien Giang, Ba Ria- Vung Tau provinces.

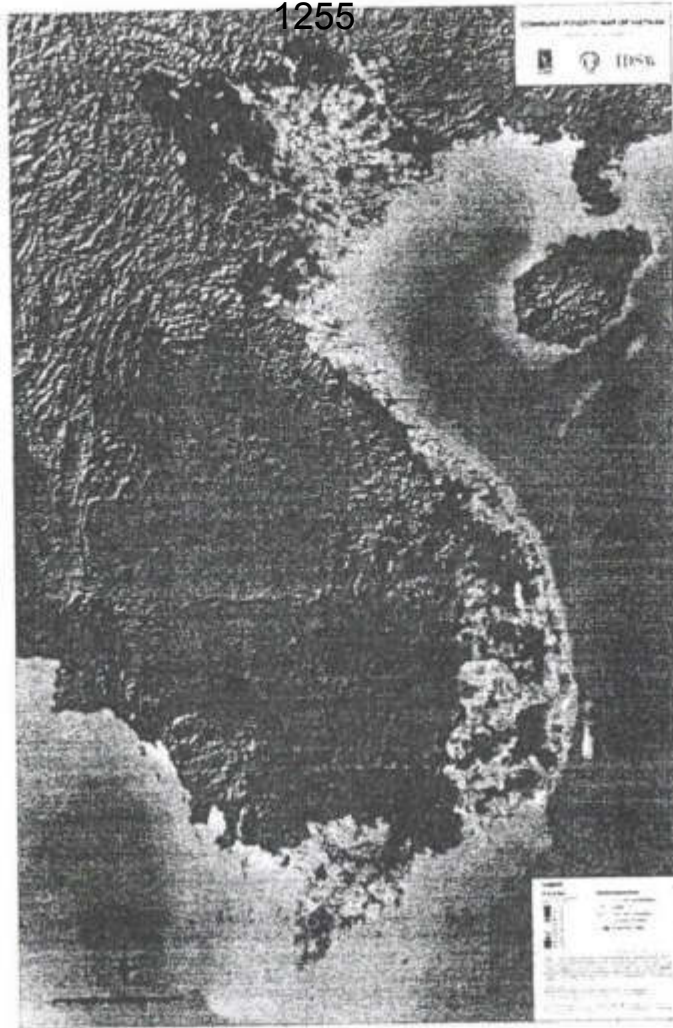


Figure 1. Poverty map of Vietnam

(Source: Information Center- Agriculture and Rural Development)

Table 1. The national poverty rate in period 1992- 2007

| Year | Number of poor households (1000) | Rate of poor households (%) | Year | Number of poor households (1000) | Rate of poor households (%) |
|------|----------------------------------|-----------------------------|------|----------------------------------|-----------------------------|
| 1992 | 3810,7 | 30,01 | 2000 | 1615,0 | 10,00 |
| 1993 | 3446,0 | 26,00 | 2001 | 2800,1 | 17,18 |
| 1994 | 3208,8 | 23,14 | 2002 | 2500,0 | 14,30 |
| 1995 | 2943,9 | 20,37 | 2003 | 1700,0 | 11,00 |
| 1996 | 2857,1 | 19,23 | 2004 | 1440,0 | 8,30 |
| 1997 | 2633,2 | 17,70 | 2005 | 3898,6 | 21,85 |
| 1998 | 2387,1 | 15,66 | 2006 | 3568,5 | 18,00 |
| 1999 | 2056,7 | 13,00 | 2007 | 3229,0 | 14,70 |

(Source: Information Center- Agriculture and Rural Development)

In the last years, the poverty alleviation of Vietnam attains the important achievements. The poverty alleviation rate decreases quickly from more than 30% in 1992 down to 14,7% in 2007 (Table 1)

Vietnam target of poverty alleviation in the period 2006- 2010 is decrease of poverty rate from nearly 22% in 2005 to 10- 11% in 2010 (decrease approximately 50% of the number of poor households in 5 years).

However, due to CC that Vietnam is one of five the countries suffered greatest CC impacts so the poverty alleviation will encounter difficulties and affect directly to the objectives. Vietnam is agricultural country with over more 70% population lives in rural areas and depends on nature. Therefore, to achieve quick ly poverty reduction target, administrators and policy planners need to have a master plan for adaptation to CC to minimize CC damages.

1256

2.2. Trends of climate change in recent years

Vietnam is one of five countries suffered the most influence by CC. It is considered the cause to increase frequently and intension of natural disasters in the last decade, especially the phenomena such as temperature rising, droughts, storms, floods.

According to the "First report of Vietnam to the United Nations Framework Convention on Climate Change", monthly average temperature increased about 0.07- 0.150C per decade. State of temperature increase in different regions in Vietnam over the past 50 years shown in the figure 2[4], [5]

Going together with heating is drought, especially, dramatic droughts happened in 1998, 2004, 2005. South and Highland are areas in which have frequently droughts. (IMHEN). State of droughts in different regions in 1998-1999 in Vietnam shown in the figure 3 [4]

Rainfall increases in rainy season and decreases in dry season, the maps of rainfall in some stations in Vietnam is shown in the figure 4 [5]

Sea level continued to increases in several decades. According data in the Hon Dau station, sea level increases about 20 cm in the past fifty years (figure 5) [5]

Vietnam locates in monsoon tropical, is one of five storm centers in Asia- Pacific. From 1954, there are more 212 storms landed or impacted on Vietnam. Every year, Vietnam has averagely about 4 to 6 storms from May to November, mainly landed to coastal provinces. We got 18 storms in 1964, 12 storms in 1973, 12 storm1978, 10 storms in 1989.[6]. State of storms landed on the regions from Quang Ninh to Thanh Hoa provinces shown in figure 6. [4]

Besides, other extreme weather phenomena such as rainstorms, whirlwinds,...trend to happen irregularly and increasingly.

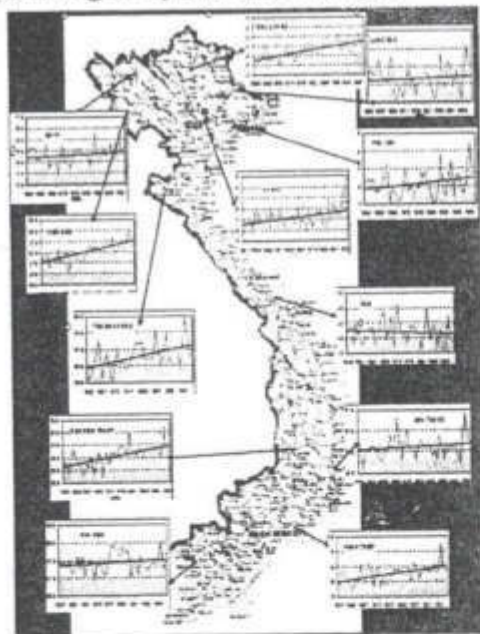


Figure2. Map show the temperature increase in Viet Nam over the past 50 years

(Source: Institute of Meteorology Hydrology and Environment)



Figure 3. Drought map of Viet Nam in 1998- 1999

(Source: www.thoitietnguyhiem.net)

According to Central Steering Committee for Flood and Storm Prevention and Control, typical disasters often occur in areas in different parts of Vietnam shown in the table below:

Table 2. Typical natural disasters affecting different parts of Vietnam

(Peter Chaudhry and Greet Ruysshaert 2007)

| Part | Areas subject to natural disasters | Types of natural disasters |
|------------------|------------------------------------|--|
| Northern Vietnam | Mountainous areas | Flash floods, landslide, earthquake |
| | Red River Delta | Seasonal floods, storms, storm surges |
| Central Vietnam | Central coastal areas | Storms, storm surges, flash floods, droughts, salinity intrusion |
| | Central Highlands | Flash floods, landslide |
| Southern Vietnam | Mekong River Delta | Seasonal floods, storms, rising tides and storm surges, salinity intrusion |

(Source: the Central Steering Committee for Flood and Storm Prevention and Control)

3. MEASUREMENTS OF IMPACT ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE ON THE POOR

3.1. Using of Assessment ranking band 0

This measurement is used to evaluate spreads of CC impacts on local resources. The ranking band was selected for assessment in this report included 4 scales ranked from 0 to 5; 0 – no influence; 1 – light influence; 3 – average influence; 5 – significant influence

3.2. DPSIR [8]

DPSIR model has been developed from the simple one, Pressure, Impact, Response (PSR), which has been used to examine the relation between Poverty, Environment and Livelihood. Driving force causes a change in environment and then creates a pressure on the state of people living environment, to protect and ameliorate their living environment, people have to respond to this pressure.

3.3. Maps and GIS

Using ArcGIS for zoning of poverty areas and of damaged spheres of natural disasters to specific locations on maps, then integrating these maps to attain the one showing the relation between poverty and CC impacts.

3.4. Livelihood sensitivity matrix [9]

Livelihood sensitivity matrix defines which kinds of poverty livelihoods will be the most vulnerable subject to CC impact and influence spheres of climate hazards on different kinds of livelihood. This measurement is a component of training conference for ACCCA team (Advancing Capacity to Support CC Adaptation) carried out by Stockholm Environment Institute in June 2007 for “Determining which livelihoods are vulnerable to different types of climatic hazards and adaptation to CC”

4. ASSESSMENT OF CC IMPACTS ON THE POOR

4.1. The relation between CC and the poor

Using DPSIR for analysis of the relation between CC and the Poor. The research result shows that CC has close interrelation with poverty, living environment and livelihood. (Figure 7 and 8).

A pressure of Sea level rise caused by CC leads to state of rising of affected areas and impacts of decrease of local biodiversity, unsustainable livelihood, increase of poor households. To response these impacts, human has to integrate regulation into Socio-economic master plans, strategies for CC impact mitigation.

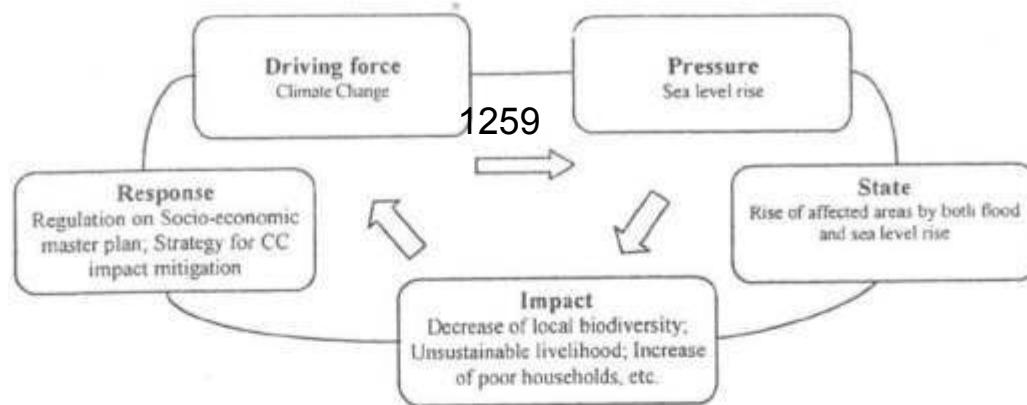


Figure 7. Example of analyzing the impact of CC to the Poor using the DPSIR Model (1)
(Source: Linkage between climate change and Poverty-Environment-Livelihood)

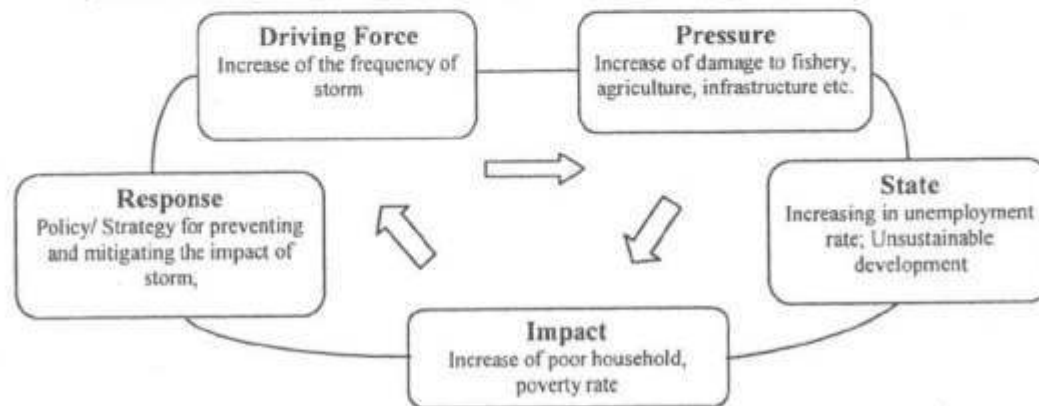


Figure 8. Example of analyzing the impact of CC to the Poor using the DPSIR Model (2)
(Source: Linkage between climate change and Poverty-Environment-Livelihood).

The most obvious CC impacts are rise of sea level and increasing of storm spells intensity and frequency. Almost relevant researches show that the main reason of these negative impacts is increasing of Green House Gases concentration in the atmosphere caused by human activities. Other impacts are recognized as decreasing of biodiversity, increasing of unemployment rate, increasing of poverty rate and generating of unsustainable livelihood. To response these impacts, society have to establish policies/strategies tending sustainable economic development in the future. All of these demonstrate since results of analysis of CC impacts on the Poor attained by using the DPSIR model, it can support administrators and policy makers for effective planning of investment policies and economic development and poverty alleviation.

4.2. CC impacts on local resources

Measurement of assessment ranking band can define influence spheres of natural disasters, CC on local resources by ranking points

According to the practical survey carried out by Institute of Meteorology, Hydrology and Environment in 4/2008, :Locations selected for evaluation of influence spheres of natural disasters on different local resources were Ky Loi and Ky Ninh commune, Kỵ Anh district, Ha Tinh province. The ranking band used to evaluate included 4 scales ranked from 0 to 5; 0 – no influence; 1 – Light influence; 3 – average influence; 5 – significant influence

Evaluating results of showed on the table below (table 3).

From the above table, we can see that floods and its associated disasters have dramatic influence on both of man-made and natural resources (31 points). Flash floods also have a significant impact on resources (28 points). These impacts only on man-made resources as

houses, infrastructure, not on the natural resources. Ranking behind these are Dry winds (10 points) and Damaging and severe cold (7 points). Impacts of natural disasters on forest resource are considered as the most influence (16 points), followed by man-made resources

Table 3. Assessment of Livelihood state and CC influence
(CRISTAL guidance)

| Influence spheres of natural disasters on local resources: 0 – no influence; 1 – Light influence; 3 – average influence; 5 – significant influence | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------------------------------------|---|---|---|--------------------------|---|---|----|--------------|---|---|----|------------------------|---|---|---|-------|
| Resources | Type of natural disasters | Storms and its associated disasters * | | | | Damaging and severe cold | | | | Flash floods | | | | Dry winds (Laos winds) | | | | Point |
| | | 0 | 1 | 3 | 5 | 0 | 1 | 3 | 5 | 0 | 1 | 3 | 5 | 0 | 1 | 3 | 5 | |
| Natural resources | Agricultural land | x | | | | x | | | | | | x | | | x | | | 0 |
| | Forest | | | | x | | | X | | | | | x | | | | x | 16 |
| | Coastal aqua-products | | | x | | | | X | | x | | | | | x | | | 6 |
| | Tidal basin, beach | | | x | | | x | | | x | | | | | | x | | 5 |
| | Fresh water | x | | | | x | | | | x | | | | | | | x | 5 |
| Man-made resources | Road system | | | | x | x | | | | | | | | x | x | | | 10 |
| | Irrigation network | | | | x | x | | | | | | | | x | | x | | 11 |
| | Electric system and communication network | | | | x | x | | | | | | | | x | x | | | 10 |
| | Houses and other structures | | | | x | x | | | | | | | | x | x | | | 10 |
| Point | 31 | | | | 7 | | | | 28 | | | | 10 | | | | | |

* Storm associated disasters include storm waves, storm surges, heavy rain and inundation.

4.3. CC impacts on types of livelihood

The survey results also show that there is a change in occupational pattern in Ky Ninh and Ky Loi commune in the last 10 years. The reasons can be considered that CC decreases fishing productivity, sea level rise causes moving of aquiculture breeding areas, increasing of salinity intrusion decreases mangrove forest areas so decreases biological productivity of animal and plant ecosystems

Table 4. Changes in occupational pattern as a result of CC and exhausted coastal resources during the last 10 year

| TT | Income source | Livelihood rate (%) | |
|----|-------------------------|---------------------|---------|
| | | 10 years ago | Present |
| 1 | Near shore fishing | 60 | 40 |
| 2 | Agricultural production | 30 | 40 |
| 3 | Labour export | 10 | 20 |

(Source: Report of Climate Change Adaptation and the Poor)

* *Livelihood sensitivity matrix compares influenced spheres and abilities of CC and natural disasters on different types of local livelihood. (Table 5).*

Compare of exposure index: Agriculture is the most affected by natural disasters (4.05), followed by off-shore fishing (3.22) and labour export (1.88).

Compare of weighted impacts index: Storms caused the greatest damages to local livelihoods (4.8), ranked close behind by whirlwinds (3.8), flash floods (2.6), Lao winds (2.5) and damaging and severe colds (2.5).

Table 5. Influence spheres and abilities of CC on types of local livelihoods (10 years ago)

| Occupation/ livelihood | Natural disasters due to CC | | | | | | Exposure score | Weighted exposure index |
|----------------------------|-----------------------------|--------|--------------------------------|-----------------|---------------|----------------|-------------------|-------------------------------|
| | Frequency | Storms | Damaging and severe cold | Flash floods | Laos winds | Whirlwi nds | | |
| | Frequency | 25 | 5 | 20 | 30 | 10 | 90 | 9.15 |
| Off-shore fishing | 60 | 5 | 2 | 2 | 2 | 4 | 60 | 3.22 |
| Agricultural production | 30 | 5 | 4 | 4 | 4 | 2 | 76 | 4.05 |
| Labour export | 10 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 36 | 1.88 |
| Impacts score | 100 | 86 | 46 | 53 | 46 | 53 | | |
| Weighted impacts index | 16.20 | 4.80 | 2.50 | 2.60 | 2.50 | 3.80 | | 9.15 |

** Influence spheres and abilities of CC on different types of local livelihoods when changing of occupational pattern (Table 6)*

Table 6 indicates that when frequency of natural disasters has no change, the influenced ability on local sectors also have no any changes. A change of occupational pattern leads to decreasing of overall Weighted impacts index (from 16.2 to 15.4), that means the local have better adaptation to CC when compared with that 10 years ago

Table 6. Influence spheres and abilities of CC on types of local livelihoods (present)

| Occupation/ livelihood | Climatic natural disasters | | | | | | Exposure score | Weighted exposure index |
|----------------------------|----------------------------|--------|--------------------------------|-----------------|---------------|----------------|-------------------|-------------------------------|
| | Frequency | Storms | Damaging and severe cold | Flash floods | Laos winds | Whirl winds | | |
| | Frequency | 25 | 5 | 20 | 30 | 10 | 90 | 9.15 |
| Off-shore fishing | 40 | 5 | 2 | 2 | 2 | 4 | 60 | 3.22 |
| Agricultural production | 40 | 5 | 4 | 4 | 4 | 2 | 76 | 4.05 |
| Labour export | 20 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 36 | 1.88 |
| Impacts score | 100 | 86 | 46 | 53 | 46 | 53 | | |
| Weighted impacts index | 15.4 | 4.60 | 2.60 | 2.80 | 2.60 | 2.8 | | 9.15 |

4.4. Climate Change impacts on poverty state

In order to present impacts of CC on poverty, a poverty map and a natural disaster damaged map were established from statistic data of poverty and damages of the Lekima storm in Ha Tinh province in 2007 (Storm No5). After that, integration of two maps to form a map presents the relation between poverty and storm damages. (Figure 9)

Figure 9 indicates that the provinces where have high rate of poverty such as Ky Anh, Cam Xuyen, Nghi Xuan are also suffered dramatic damages caused by this storm. So, we can conclude that there is an interrelation between poverty and CC, the poorer locations, the more damaged this locations suffer from CC. These are grassroots to administrators and policy makers have reasonable and effective investment and restoration.

4.5 Climate Change impacts on community health

The impacts of CC on community health are very various and complicated. Its shows general and simultaneous impacts caused by many factors. Especially, the poor is the subject suffered the most damaged to such changes. Health impacts including:

The decreasing of Ozone concentration in the stratosphere increases skin cancers, cataract diseases and decreasing of immune ability

According to researches declared by WHO, 30 new diseases appeared in the last three decades. In Vietnam new diseases are discovered in people and animals as cholera, avian influenza, blue ear, ... these diseases are complex, unusual and significantly damaged.

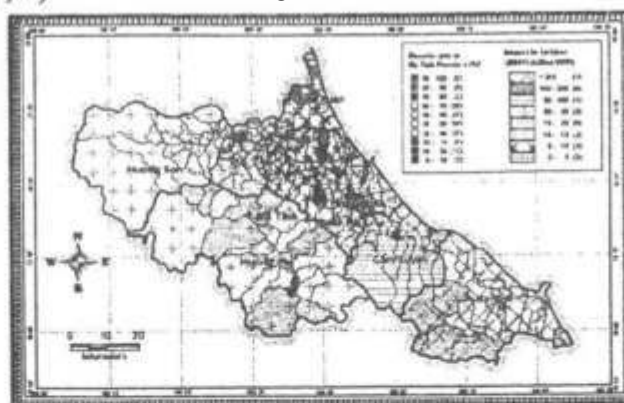


Figure 9. Map of Poverty and damages of Lekima storm
(Source: Report of Climate Change Adaptation and the Poor)

5. CONCLUSION

CC has been being global hazard, threatens human kind and asks urgently for our responses in the global scale. CC impacts more and more intensive on poor people in Vietnam and their resistance to the changes of climate and environment.

The report has analyzed the interrelation between CC and the Poor, has compared influence spheres of CC to different kinds of livelihood in some areas in Vietnam, as well as has defined the most effected areas by natural disasters. These results will contribute to support administrators and policy makers for decision on investment and restoration in damaged locations.

6. REFERENCES

- UNDP, UNEP, WB and others - 2003 - Poverty and Climate Change, Reducing the Vulnerability of the Poor through Adaptation*
- Dr. Tran Hong Thai and others - Hanoi, Sep 2007 - Linkage between climate change and Poverty-Environment-Livelihood .*
- Ministry of Investment and Planning - Hanoi, 2007 - Growth and hunger eradication and poverty alleviation - Achievements, Challenges and Measurements*
- Tran Thuc and Associates - Hanoi 2008 - Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment - On the development Climate Change and Sea level scenarios for Vietnam*
- Ministry of Natural Resources and Environment- Hanoi, 2003 - First report of Vietnam to the United Nations Framework Convention on Climate Change*
- National centre for forecasting of meteorology and hydrology - Witesite of the centre - <http://www.nchmf.gov.vn/website/vi-VN/43/Default.aspx>*
- MONRE/PEP/UNDP - 2008 - Climate Change Adaptation and the Poor, A qualitative study of four fishing communities in Ha Tinh and Ninh Thuan Provinces, Vietnam*
- Institute of Meteorology, Hydrology and Environment- Hanoi, March 2008 - "Support to strengthen institutional capacity to monitor Environment - Poverty indicators" project - "Development of a national set of P-E -L indicators for use in M&R against poverty and environment policy/planning frameworks" Output B1*
- Stockholm Environment Institute - Oxford, 21st June 2007 - Identifying Climate Vulnerability Exposure Preliminary guidance for ACCCA teams*

Publication Code (08-133)/(21-05)
Registration number of publication plan
505-2010/CXB/08-133/LDXHQDXB so 792/QD-NXBLDXH
Labor and Social Publisher
Address: Hoa Binh 4 Lane, Minh Khai Street, Hai Ba Trung District, Hanoi
Responsible for publishing: Ha Tat Thang
Responsible for content: Nguyen Thi Sinh

1264



PROCEEDINGS OF THE FIFTH CONFERENCE OF ASIA PACIFIC ASSOCIATION OF HYDROLOGY AND WATER RESOURCES

APHW Conference in Hanoi, Vietnam
8 - 9 November 2010

Labor and Social Publisher

CONTENTS

| | | |
|---|------|----|
| CONTENTS..... | 1265 | 1 |
| FOREWORD..... | | 1 |
| THEME 1 CLIMATE CHANGE AND HYDROLOGY..... | | 3 |
| Fundamental Study Of Open Channel Flow With A Narrow Path..... | | 5 |
| <i>Akinori Katsuki, Kazutomo Yamashita, Yoshiki Motonaga, Tadashi Yamada</i> | | 5 |
| A Comparison Of Iteration Schemes For Three-Dimensional Finite-Difference Saturated-Unsaturated Flows With Non-Orthogonal Grids..... | | 10 |
| <i>An H., Ichikawa Y., Tachikawa Y., Shiiba M.</i> | | 10 |
| Remediation Through Surfactants Of Contaminated Water And Sediments In Developed Countries And Their Potential Implications For River Water In Developing Countries..... | | 18 |
| <i>Anu Singh</i> | | 18 |
| Changes Of The Yearly Highest Flood In Brantas River Basin Examined Through Porong River Discharge..... | | 19 |
| <i>Aris Harnanto</i> | | 19 |
| Climate Change Impacts On The Hydrological Changes And Environmental Modifications In The Kairouan Basin (Central Tunisia)..... | | 20 |
| <i>Badia Chulli</i> | | 20 |
| Numerical Analysis Of Flow Resistance Due To Horizontal Vortices In Compound Open Channel..... | | 21 |
| <i>Chaochao Qian, Tadashi Yamada, Yoshiki Motonaga</i> | | 21 |
| Variability Of Hydrological Partitioning Considering Horton Index In Korea..... | | 22 |
| <i>Choi Daegyun, Choi Chihyeon, Choi Minha, Kim Sangdan</i> | | 22 |
| Availability Of Global Precipitation Dataset For Estimation Of Sedimentation Production In The Mekong River..... | | 29 |
| <i>Kazuhiro Kakizawa, Kengo Sunada, Tadashi Suetsugi</i> | | 29 |
| Study About The Increase Of Welfare, Medical Care And Education Effect In The River Water..... | | 36 |
| <i>Kazumasa Ito</i> | | 36 |
| Climate Projections Of Streamflow Based On Rainfall-Runoff Relationship Using Artificial Neural Networks..... | | 43 |
| <i>Sun-Woo Jang, Tae-Woong Kim, Seung Oh Lee, And Gunhui Chung</i> | | 43 |
| Validation Of Soil Moisture Estimated By Land Surface Scheme Comparing With In Situ Observation | | 44 |
| <i>Kazuaki Yorozu, Kenji Tanaka, Sunmin Kim, Yasuto Tachikawa, Michiharu Shiiba, Eichi Nakakita</i> | | 44 |
| Species Diversity Of Benthic Faunal Communities Along A Mountain Stream Fragmented By Slit And Unslit Sabo Dams..... | | 48 |
| <i>Kei Nukazawa, So Kazama, Kozo Watanabe</i> | | 48 |
| A New Design Method Of With Retaining Wall Based On The Concept Of Return Period Of Snowmelt And Rainfall..... | | 56 |
| <i>Kenichiro Uehira, Ryo Ebana, Tadashi Yamada</i> | | 56 |
| A Study Of Effects Of River Channel Network To Runoff By A Newly-Derived Physical Model..... | | 61 |
| <i>Kenji Tanabe, Kenta Oda, Tadashi Yamada</i> | | 61 |
| Hydrological Response Of Land Use Change In Mountainous Sub-Watersheds Of The Mekong River Basin..... | | 66 |
| <i>Tsuyoshi Kinouchi</i> | | 66 |
| Nitrate Contamination Of Environmental Water In The Upland With High Population Pressure..... | | 73 |
| <i>Kondoh Akihiko, Kori Yusuke, Huang Lin</i> | | 73 |
| Flow Variability And Channel Geometry Of The Seomjin River..... | | 79 |
| <i>Kyungrock Paik, Donghwi Jung, And Joong Hoon Kim</i> | | 79 |
| Dae Dong Stream Experimental Basin Of Korea..... | | 85 |
| <i>Joo Heon Lee, Seung Man Yang, Ji Won Seo, Sang Jung Song, Chang Joo Kim</i> | | 85 |

| | |
|--|------------|
| Study The Impacts Of Climate Change On Streamflow Regime In The Part Of Nhue And Day River Basin In Hanoi City Territory..... | 92 |
| <i>Y-Nhu Nguyen, Thanh-Son Nguyen, Thi-Minh-Ho Ho</i> | 92 |
| Hydraulic Experiments On River Bed Evolution In Rivermouth..... | 93 |
| <i>Makoto Akikawa, Shintaro Ochiki, Go Igarashi, Tadashi Yamada</i> | 93 |
| Geostatistical Bias Correction Of Super High Resolution Gcm Outputs Under Climate Change And Its Application To Runoff Simulations In Red River Basin..... | 96 |
| <i>Mukta Sapkota, Toshio Hamaguchi, Toshiharu Kojiri</i> | 96 |
| Detecting The Long-Term Variation And Relation Of Climate And Hydrology To Water Quality: The Lower Mekong River Case Study | 105 |
| <i>Pham Thi Minh Hanh</i> | 105 |
| The Sudplan Project: Facilitating Urban Hydrological Climate Change Impact Assessment In Europe | 114 |
| <i>Jonas Olsson, Lars Gidhagen, Akira Kawamura</i> | 114 |
| Estimation Of Glacier Mass Changes Inferred From Grace Satellite Gravimetry | 118 |
| <i>Orie Sasaki, Hyungjun Kim, Yukiko Hirabayashi, And Shinjiro Kanae</i> | 118 |
| Implications Of Climate Change On River Flow Regimes In Thailand..... | 119 |
| <i>P.B. Hunukumbura, Y. Tachikawa, K. Yorozu, S. Kim And M. Shiiba</i> | 119 |
| Simulation Of Runoff And Sediment Yeild From A Small Agricultural Watershed In The Context Of Climatic Variability | 120 |
| <i>S. B. Nandgude, R. K. Panda, M. Lamers, T. Streck</i> | 120 |
| Building Climate Change Scenarios Of Temperature And Precipitation For Central Vietnam Using Dynamical Downscaling Technique..... | 121 |
| <i>Van-Tan Phan, Thanh Ngo-Duc, Thanh-Hang Vu, Minh-Ha Ho, Manh-Thang Luong, Quang-Trung Nguyen</i> | 121 |
| Climate Change And Flood Impact In The Lower Part Of Chao-Phraya River Basin, Thailand | 122 |
| <i>S. Chuanpongpanich, K. Tanaka, T. Kojiri</i> | 122 |
| Application Of Time Lag Correlation Analysis For Inflow Prediction Caused By Global Warming | 123 |
| <i>S.O.Han, K. Tanaka, T. Kojiri</i> | 123 |
| Theoretical Derivation Of Analytical Formula Of Synthesized Rational Formula | 124 |
| <i>Takuya Sasada, Akito Watanabe, Naoki Watanabe Tadashi Yamada</i> | 124 |
| Sequential Monte Carlo Methods For Real-Time Forecasting Using Multiple Hydrologic Models | 130 |
| <i>Seong Jin Noh, Yasuto Tachikawa, Michiharu Shiiba, Sun Min Kim, Kazuaki Yorozu</i> | 130 |
| Tectonic Control On The Development Of Water Resources Of Karst Springs In Kooh-E-Siah (Dehdsah, Southwest Iran) | 134 |
| <i>Kh. Shafiei Motlaq, O.A.Norozi Asl</i> | 134 |
| Projection Of River Discharge Of Japanese River Basins Under Climate Change Scenario..... | 139 |
| <i>Yasuto Tachikawa, Shohei Takino, Yuko Fujioka, Kazuaki Yorozu, Sunmin Kim, Michiharu Shiiba</i> | 139 |
| Theoretical Approaches To Initial And Transmission Losses In Wari System Considering The Compatibility With Empirical Models | 146 |
| <i>Toshio Hamaguchi, Mohamed Saber, Toshiharu Kojiri</i> | 146 |
| On The Development Of Climate Change Scenarios For Viet Nam..... | 147 |
| <i>Tran Thuc, Nguyen Van Thang, Hoang Duc Cuong</i> | 147 |
| Determiation Of The Outlet Location For Giuh In Un-Gauged Basins | 153 |
| <i>Jae Mo Yang, Joong Hoon Kim</i> | 153 |
| Numerical Modelling Of Sedimentation Process In Urban Stormwater Systems | 159 |
| <i>Yang Yang, Priyantha R Sarukkalige</i> | 159 |
| Hydrodynamic Modeling And Inundation Mapping For River Basins In Quang Tri Province, Cental Vietnam | 164 |
| <i>Tran Ngoc Anh, Nguyen Tho Sao, Nguyen Thanh Son, Nguyen Tien Giang, Tran Anh Tuan, Hoang Thai Binh, Dang Dinh Kha</i> | 164 |
| THEME 2 IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON WATER RESOURCES AND ADAPTATION MEASURES..... | 165 |

| | |
|---|-----|
| Analysis Of Climate Change Impact On Urban Runoff In Arvika, Sweden By The Tokyo Storm Runoff Model..... | 167 |
| <i>Hideo Amaguchi, Akira Kawamura, Jonas Olsson, Naoko Nakagawa</i> | 167 |
| Assessment Of Ecohydrologic Impacts Caused By Climate Change On Hydrometeorologic Characteristics Of Korea Using Satellite-Image Driven Biophysical Variables..... | 174 |
| <i>M. Choi, H. Kim, Y-M. Hur</i> | 174 |
| Water Resources Atlas For Vietnam..... | 175 |
| <i>Dennis Jamieson, Richard Ibbitt, Ude Shankar, David Hebblethwaite</i> | 175 |
| Building Climate Resilience: Sustainable Groundwater Use Through Agricultural Water Demand Management In The Face Aquifer Over-Exploitation..... | 179 |
| <i>M. Dinesh Kumar, Manoj Kumar Sharma, Op Singh, Harish Kumara</i> | 179 |
| Climate Change Impact On Runoff Across Southeast Korea..... | 180 |
| <i>Hosung Kim, Daegy Choi, Jae Hyun Ahn, Sangdan Kim</i> | 180 |
| Vegetative Impacts On Evapotranspiration In Korea Using Remotely Sensed Data..... | 188 |
| <i>K. Hwang, H. Kim, M. Choi</i> | 188 |
| Study On The Effects Of Sea Level Rise On Salinity Intrusion In Hong-Thai Binh River Delta..... | 189 |
| <i>Nguyen Xuan Hien, Tran Thuc, Tran Hong Thai, Dang Quang Thinh</i> | 189 |
| Impact Of Climate Change On River Flow In Ba River Basin..... | 195 |
| <i>Huynh Thi Lan Huong, Nguyen Van Dai, Dang Quang Thinh</i> | 195 |
| Vulnerability Of Groundwater Resources In Tongatapu, Kingdom Of Tonga..... | 203 |
| <i>Ian While, Tony Falkland, Tevita Fatai, Kelepi Mafi</i> | 203 |
| Multiple Dam Reservoir Operation For Wter Resources Management Under Climate Change..... | 204 |
| <i>Sunmin Kim, Yasuto Tachikawa, Eiichi Nakakita, Kazuaki Yorozu, Michiharu Shiiba</i> | 204 |
| Climate Change Impact Assessment On Korean Drought Using Severity-Area-Duration Curves With Sswi..... | 209 |
| <i>Ayeon Lee, Hoseong Kim, Eungseok Kim, Sangdan Kim</i> | 209 |
| The Rainfall Variation In Vietnam..... | 210 |
| <i>Ming-Cheng Yen, Tsing-Chang Chen, Hao-Lin Hui, Ren-Yow Tzeng, Dinh Duc Tu, Nguyen Thi Tan Thanh, C. J. Wong</i> | 210 |
| Impact Of Climate Change On Srilanka's Water Resources Based On System Dynamics Approach..... | 211 |
| <i>K.D.W. Nandalal</i> | 211 |
| Climate Change Impact Assessment To Irrigation Demand And Some Notes When Designing Intake System Along Two Banks Of Tich River..... | 212 |
| <i>Nguyen Thi Bach Ngoc</i> | 212 |
| Using The Precis-Regional Climate Model To Develop Climate Change Scenario In 21st Century For Vietnam..... | 213 |
| <i>Nguyen Van Thang, Hoang Duc Cuong, Nguyen Dang Mau, Truong Ba Kien</i> | 213 |
| Institutional Change For Sustainable Urban Water Management In India: Adaptation To Changing Environment..... | 220 |
| <i>Nitin Bassi, M. Dinesh Kumar</i> | 220 |
| Climate Change And Impacts On Runoff In The Kone Basin, Central Vietnam..... | 221 |
| <i>Thi Thanh Hang Phan, Kengo Sunada, Satoru Oishi, Yasushi Sakamoto</i> | 221 |
| Managing Adverse Effect Of Climate Change And Precipitation Variability For Agricultural Productivity In Moisture Stress Foothill Region Of North-West Himalayas..... | 228 |
| <i>Sanjay Arora, M.S. Hadda</i> | 228 |
| Coastal Cities, Water And Climate Change With Case Study Of Aquous Bengal Delta..... | 229 |
| <i>Santosh K Ghosh</i> | 229 |
| Impact On Water Quality, Temperatur Stability And Ecology In An Urban River Due To Groundwater Discharge From An Unconfined Aquifer And Its Future Trend..... | 235 |
| <i>Shao-Hua Marko Hsu</i> | 235 |
| Ganges And Varanasi: Threat From Climate Change On Cultural Heritage..... | 236 |
| <i>Shivashish Bose</i> | 236 |

| | |
|--|------------|
| Tidal Regime Along Vietnam Coast Under Impacts Of Sea Level Rise..... | 240 |
| <i>Duong Hong Son, Pham Van Sy, Dam Duy Hung, Doan Manh Hung</i> | 240 |
| Integrated Simulation Of Tonle Sap Lake Eco-Hydrological System Using The Yhym And Rlwe Model..... | 247 |
| <i>Sushu Wu, Hiroshi Ishidaira, Wenchao Sun</i> | 247 |
| Impact Assessment Of Climate Change On Agricultural Water Use Utilizing A Distributed Water Circulation Model..... | 248 |
| <i>Takao Masumoto, Ryojikudo, Takeo Yoshida, Naoki Horikawa</i> | 248 |
| Challenges Of Climate Change To Surface Water Quality In Vietnam | 249 |
| <i>Thai Tran Hong, Thang Nguyen Manh, Hoa Nguyen Thi Phuong, Van Tran Thi</i> | 249 |
| Assessments Of Climate Change Impacts On Climate Resources | 255 |
| <i>Nguyen Van Thang, Nguyen Trong Hieu, Pham Thi Thanh Huong</i> | 255 |
| Impacts Of Climate Change On Water Resources Of Vietnam | 261 |
| <i>Hoang Minh Tuyen</i> | 261 |
| Assessing The Impacts Of Multiple Changes On Water Resources And Demands In The Srepok River Basin (Viet Nam –Cambodia) | 268 |
| <i>Tran Van Ty, Kengo Sunada, Yutaka Ichikawa, Satoru Oishi</i> | 268 |
| Climate Change: Impact On Hydrological Regimes, Water Resources Management And Adaptation Strategies In The Brahmaputra Basin Of India | 269 |
| <i>U. C. Sharma</i> | 269 |
| Impact Of Climate Change On Groundwater In Drought Prone Belt Of Jammu And Adapting To Changing Demand And Supply Situations..... | 270 |
| <i>Vikas Sharma</i> | 270 |
| The Impact Of Climate Change On Rice Yields In Red River Delta As A Case Study..... | 271 |
| <i>Ngo Tien Giang, Nguyen Cong Vinh</i> | 271 |
| THEME 3 INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE..... | 277 |
| Community Based Integrated Environment Pollution Prevention And Sustainable Rural Water Supply Programe In Sri Lanka | 279 |
| <i>A.H.Gunapala</i> | 279 |
| Trend Analysis Of Groundwater Levels Of Confined Aquifer In Hanoi, Vietnam By The Mann-Kendall Test | 280 |
| <i>Duong Du Bui, Akira Kawamura, Thanh Ngoc Tong, Hideo Amaguchi, Naoko Nakagawa</i> | 280 |
| Sustainable Urban Water Management In The Context Of Climate Change | 288 |
| <i>Debarati Chakraborty</i> | 288 |
| Water Supply Adaptation For Changing Water Sources: Introduction To Movable Water Treatment Plant..... | 292 |
| <i>Dumal Kannangara, Sumitha Sumanaweera, Priyantha Sarukkalige</i> | 292 |
| Driving Factors Of Water Use In Beijing City..... | 300 |
| <i>Huining He, Guangheng Ni</i> | 300 |
| Uncertainty Disaggregation Of Climate Change Scenario For Water Resources Management In Korea | 301 |
| <i>Hyun-Han Kwon, Jeong-Ju Lee, Byung-Jin So, Jang-Kyung Kim, Jae-Hyun Ahn</i> | 301 |
| Developing National Water Resources Policy And Implementation Plans For The Kiribati Climate Change Adaptation Program | 304 |
| <i>Ian While, Tony Falkland, Marella Rebgetz And Taboia Metutera</i> | 304 |
| Cheongmicheon Representative Basin | 305 |
| <i>Jaeung Yi</i> | 305 |
| Modeling Global Energy Crop Potential..... | 311 |
| <i>Kensuke Hagiwara, Naota Hanasaki, Shinjiro Kanae</i> | 311 |
| The Development Of Water Resources Model Including Irrigation Water Withdrawal And Its Application To Chao Phraya River Basin | 312 |

| | |
|--|-----|
| <i>S. Kotsuki, K. Tanaka, T. Kojiri, T. Hamaguchi</i> | 312 |
| Analysis Of Water Balance Using Virtual Water Theory | 313 |
| <i>Jae-Geun Lee, Seungho Lee, Il-Pyo Hong, Jae-Hyung</i> | 313 |
| Analysis Of Climate Change Impacts And Water Resources Management In The Yellow River Basin | 318 |
| <i>Liu Ke, Jiang Xinhao, Xu Zongxue, Ramasamy Jayakumar</i> | 318 |
| Hydro-Economic Modelling For Optimal Water Allocation Among In- And Off-Stream Uses In The Teesta River, Bangladesh | 329 |
| <i>Md. Reaz Akter Mullick, Mukand S Babel, Sylvain R Perret</i> | 329 |
| Restoration Of Submerged Plants For Eco-System Rehabilitation In Lake Inba-Numa | 340 |
| <i>Nakamura Shogo, Sakai Kenji, Oono Fumio, Yoshida Masahiko, Yuasa Takashi, Shoji Taro, Musiaka Katsumi</i> | 340 |
| Climate Change And Sustainable Rural Water Management: Gender And Health Issues In Kandi Region In Northern India | 351 |
| <i>Neetika Sharma</i> | 351 |
| Implications Of Water Resources Inequality For Small Scale Irrigation Scheme Management | 352 |
| <i>N. K. Gunasekara, S. Kazama</i> | 352 |
| Current Status And Solution For Sustainable Urban And Rural Water Resources Management In Dry Season Toward Adaptation To Climate Change In Can Tho City | 358 |
| <i>Trinh Thi Long, Van Der Steen, Piet Lens, Ky Quang Vinh</i> | 358 |
| Spatial Analysis Of Water Quality In River Yamuna And Its Interrelationship With Human Activities: Need For Sustainable Urban Water Management | 372 |
| <i>R. B. Singh, Vaneeta Chandna</i> | 372 |
| An Overview Of Implementation Iwrm In Indonesia (Study Case: Jakarta City) | 373 |
| <i>Robby Yussac Tallar, Jian-Ping Suen</i> | 373 |
| Field Observations On Characteristic Of Saltwater Intrusion And Water Quality During Rainfall In Tidal Area Of Urban Rivers | 379 |
| <i>R. Asami, Y. Yamakado, T. Yamada</i> | 379 |
| Sustainable Urban Water Management In The Context Of Climate Change | 385 |
| <i>Santosh K Ghosh</i> | 385 |
| Water Management Issues In Kolkata City | 386 |
| <i>Shivashish Bose</i> | 386 |
| The Sustainable Conjunctive Use Of Water For Agriculture In Lower Nam Kam River Basin, Northeastern Thailand | 393 |
| <i>Songvoot Sangchan, Natvipa Jearanaiwatchira</i> | 393 |
| Water Quality Sensor Layout Under Uncertainty | 399 |
| <i>Tran Thi Van Thu, Chung, Gunhui, Yoo, Do Geun, And Kim, Joong Hoon</i> | 399 |
| Transboundary Water Issues Affected To Vietnam In The Contexts Of Climate Change | 415 |
| <i>Luong Tuan Anh, Tran Thuc</i> | 415 |
| A Study On Spatial Distribution Of Water Quality Before And After Dredging In Tidal Area Of Urban Rivers | 421 |
| <i>Y. Yamakado, R. Asami, T. Yamada</i> | 421 |
| Mass Transport And Nutrient Circulation Evaluated By Isotope Analysis And Chemical Decomposition | 428 |
| <i>Yasuyuki Maruya, Keisuke Nakayama, Aynur Abuliz, Tomohiro Kuwae, Tomonari Okada</i> | 428 |
| Pattern Classification Analysis Of Non-Point Source Pollution Using Measured Runoff And Water Quality Data | 436 |
| <i>Young-Hoon Jin, Akira Kawamura, Jonas Olsson, And Sung-Chun Park</i> | 436 |
| Integrated Watershed Management Plan For Restoration Of Lake Inba-Numa | 437 |
| <i>Yuasa Takashi, Musiaka Katumi, Oono Fumio, Yoshida Masahiko, Ogura Hisako, Uehara Hiroshi</i> | 437 |
| Application Of Global Water Resources Model H08 To Assess Seasonal Variability Change Of Global Water Resources By Using Multiple Gmc Projections Under Climate Change | 444 |

| | |
|--|-----|
| <i>Takahiro Yamamoto, Naota Hanasaki, Huicheul Jung, Kiyoshi Takahashi, Yasuaki Hijioka</i> | 444 |
| THEME 4 LINKING DISASTER RISK REDUTION AND CLIMATE CHANGE | 445 |
| Development Of Rural Water Supply – 1270 Challenges And Recommendation Lessons Learnt From Sri Lanka | 447 |
| <i>W.B.G. Fernando</i> | 447 |
| Study Of Characteristic Differences Between Natural And Cloud-Seeding Rain-Cells Using Radar Data | 448 |
| <i>W. Bunthai And S. Chumchean</i> | 448 |
| Analysis Drought Severity – Area – Duration Curves On Climate Change..... | 456 |
| <i>Chihyun Choi, Ayeon Lee, Doek Jun Jo, Sangdan Kim</i> | 456 |
| Comparison Between Rainmaking And Natural Rainfall In The Northeast Part Of Thai Land | 464 |
| <i>S. Chumchean, R. Hanchoo Wong, W. Bunthai</i> | 464 |
| Development Of Inundation Analysis Model Coupled With Physical Based Runoff Model | 472 |
| <i>Daikichi Ogawada</i> | 472 |
| Real-Time Reservoir Operation For Drought Management With Exploratory Consideration Of Global Meteorological Conditions | 473 |
| <i>Daisuke Nohara, Hiroko Miki, Tomoharu Hori</i> | 473 |
| Optimization Of Multi-Reservoir Operation Using Parameter Iteration Method..... | 474 |
| <i>Gunhui Chung, Min Seok Kim, Joong Hoon Kim, Moo Jong Park</i> | 474 |
| Numerical Simulation Of Storm Surge-Wave-Flood Coupling Disaster Generated By T7010, Applied The General Coordinate System..... | 480 |
| <i>N. Hara, T. Yamada</i> | 480 |
| Building And Evaluating A Radar-Raingauge Combined Gridded Data Set Of Rainfall Over Central Vietnam | 487 |
| <i>Hideyuki Kamimera, Thanh Ngo-Duc, Kooiti Masuda, Le Viet Xe, Nguyen Thi Tan Thanh, Jun Matsumoto</i> | 487 |
| Spatio-Temporal Characteristics Of One-Minute Rainfall In Tokyo | 488 |
| <i>Hiroimi Boda, Akira Kawamura, Jonas Olsson, Hideo Amaguchi, Naoko Nakagawa, Duong Du Bui</i> | 488 |
| Climatological Assessment Of Flood Events And Monsoon Rainfall For Chindwin Basin In Myanmar | 489 |
| <i>Htay Htay Than</i> | 489 |
| Drought, Wildfires, Climate Change And Environmental Flow Release: Impacts On Stored Water In The Australian Capital Territory | 505 |
| <i>Ian White</i> | 505 |
| Study On Frequency Of Occurrence And Periodicity Of Extreme Value Rainfall Used Statistics | 506 |
| <i>Kazuhiro Itokawa, Takashi Arakawa, Masato Okabe, Tadashi Yamada</i> | 506 |
| The Effects Of Runoff Suppressant And Heat Environment Mitigation By Water Retentive Material | 509 |
| <i>J.Isogai, M.Okabe, T.Konoshima, T. Yamada</i> | 509 |
| Seasonal Transitions Of Precipitation During Winter Monsoon Season In Central Vietnam..... | 514 |
| <i>Jun Matsumoto, Joji Watanabe, Hiroshi G. Takahashi</i> | 514 |
| Development Of The “Global Flood Alert System – Streamflow (Gfas-Streamflow)” Prototype ... | 515 |
| <i>Jun Magome, Kuniyoshi Takeuchi, Kazuhiko Fukami</i> | 515 |
| Study For Practical Sar Interpretation Flood Waters Using Methods And Data Interpretation | 516 |
| <i>K.Aoki, T. Yamada, H.Nishikawa</i> | 516 |
| Hydrological Hazards In Small Municipalities A Case Study Of Naihati In Kolkata Metropolitan Area | 519 |
| <i>Kaushik Ghosh</i> | 519 |
| A New Technique Of Discharge Release From Dam Reservoir For Flood Control | 520 |
| <i>Yusei Kitada, Masato Okabe, Tadashi Yamada</i> | 520 |
| Changes In Extreme Rainfall Characteristics Of Various Temporal And Spatial Scales Under A Global Warming Climate | 525 |
| <i>Lisako Konoshima, Eiichi Nakakita</i> | 525 |

| | |
|---|-----|
| Frequency Analysis Of Non-Stationary Annual Maximum Rainfall Observations Based On Residual Analysis..... | 526 |
| <i>Lynn Seo, Tae-Woong Kim, Ji-Young Yoo, Min-Ha Choi</i> | 526 |
| An Interior Water Inundation Analysis On Subject Of Grainage Basin Of Storm Water In Tokyo..... | 530 |
| <i>Mitsukuni Tsuchiya, Masumi Sunaguchi</i> | 530 |
| Applicability Of Parameter Optimization Method For Distributed Rainfall Model..... | 535 |
| <i>Masayuki Hitokoto</i> | 535 |
| Numerical Simulation Of Rainfall In Vietnam With Regional Climate Models Remo And Regcm .. | 536 |
| <i>Le Dung Nguyen</i> | 536 |
| Defining The Appropriate Estuary Dyke Crest Level For The Tra Khuc River Of Vietnam In The Context Of Climate Change..... | 537 |
| <i>Nguyen Mai Dang</i> | 537 |
| Improvement Of Radar-Rainfall Estimation Using The Subsection-Optimization Algorithm In Beijing Area..... | 538 |
| <i>Pan Anjun, Lu Jiangtao, Ni Guangheng, Wei Lichuan</i> | 538 |
| Development Of A Continuous Flow Modeling Package For Flood Forecasting In Australia..... | 539 |
| <i>H. A. P. Hapuarachchi, T. C. Pagano, Q. J. Wang</i> | 539 |
| Countermeasures Against Environmental Load At Highway Service Areas In Japan..... | 540 |
| <i>Naoko Nakagawa, Akira Kawamura, Hideo Amaguchi</i> | 540 |
| The Role Of Asian Winter Monsoon, Tropical Disturbance And Upper Tropospheric Anticyclone In The Extremely Heavy Rain In Northern Vietnam During 30 October To 1 November 2008..... | 546 |
| <i>Peiming Wu, Yoshiaki Fukutomi, Jun Matsumoto</i> | 546 |
| Developing Of Rainfall-Based Index For Rice Crop Insurance Due To Drought In Thailand..... | 547 |
| <i>Poonpolwatanaporn.P., Chumchean.S.</i> | 547 |
| Reducing Bias In Radar Rainfall Estimates Using Rain Gauge Data..... | 548 |
| <i>R. Hanchoo Wong, S. Chumchean, U. Weesakul, P. Aungsuratana</i> | 548 |
| Integrating Distributed Hydrological Model And X-Band Polarimetric Radar With Flood Loss Model For Flood Disaster Prevention System In Urban River Basin..... | 549 |
| <i>Ratih Indri Hapsari, Satoru Tet Oishi, Kengo Sunada, Dian Sisinggih, Tetsuya Sano</i> | 549 |
| Application Of A 2d Hydrodynamic Model For Assessing Flood Risk From The River Parrett In Bridgwater, UK..... | 550 |
| <i>S. Ghinitire</i> | 550 |
| Study Of Thermal Environment Mitigation Effect In The Vicinity Of River In Urban Area..... | 556 |
| <i>S. Iwamoto, S. Ohno, T. Kato, T. Yamada</i> | 556 |
| Drought Risk Assessment In The Gyeongsang-Do Area Of South Korea..... | 561 |
| <i>Jongyong Park, Ji-Young Yoo, Tae-Woong Kim</i> | 561 |
| A Study On Quantitative Evaluation Of Mitigation Effects Of Thermal Environment In The Vicinity Of The River In Urban Area..... | 562 |
| <i>Shuhei Ohno, Takuma Kato, Tadashi Yamada</i> | 562 |
| Rainfall-Runoff-Inundation Analysis For Flood Risk Assessment At The Regional Scale..... | 568 |
| <i>Takahiro Sayama, Kazuhiko Fukami, Shigenobu Tanaka, Kuniyoshi Takeuchi</i> | 568 |
| Orography And Rain Shadow Influences On Contrasting River Flows Across The Central Massif Divide Of La Grande Terre, New Caledonia..... | 577 |
| <i>James P. Terry, Geoffroy Wotling</i> | 577 |
| Impacts Of Climate Changes On The Poor In Vietnam..... | 584 |
| <i>Thai Tran Hong, Trung Nguyen Thanh, Tu Pham Minh</i> | 584 |
| Some Lessons From The Drought In Vietnam In 2010..... | 593 |
| <i>Cao Ngoc Thanh</i> | 593 |
| An Assessment Of Climate Change Impact On Drought Using The Standardized Precipitation Index (SPI)..... | 594 |
| <i>Tipaporn Homdee, Kobkiat Pongput, Yoshihiko Iseri, Shinjiro Kanae</i> | 594 |

| | |
|--|-----|
| Building A New Daily Gridded Precipitation Datasets For Vietnam..... | 595 |
| <i>Tran Anh Duc, Ngo Duc Thanh, Phan Van Tan</i> | 595 |
| Evaluation Of The Rainy Season Flood Inundation Area In The Asia Monsoon Region Using Remote Sensing | 596 |
| <i>Trinh Thi Thanh Duyen, Akihiko Kondoh</i> | 596 |
| Simulating Tropical Cyclone Activities Using Regional Climate Model..... | 605 |
| <i>Tuan Long Trinh, Hoang Hai Bui, Van Tan Phan, Quang Trung Nguyen, Le Dung Nguyen</i> | 605 |
| Calibration Of Rainfall-Runoff Models Using Remotely Sensed River Flow Widths At The Basin Outlet..... | 606 |
| <i>Wenchao Sun, Hiroshi Ishidaira, Satish Bastola</i> | 606 |
| 3-D Image Analysis Using Observations By X-Band Polarimetric Doppler Radar Networks | 607 |
| <i>Eiichi Nakakita, Hiroyuki Yamabe, Kosei Yamaguchi, Kyoungjun Kim</i> | 607 |
| Effects Of Real Time Pump Operating Model On Reducing Flood Inundation In Urban Drainage Systems..... | 608 |
| <i>Do Guen Yoo, Dong Hwi Jung, Jae Mo Yang, Jin Gul Joo, Joong Hoon Kim</i> | 608 |
| A Quality Evaluation Criterion For Radar Rain Rate Data | 613 |
| <i>Yoon Jungsoo, Yoo Chulsang</i> | 613 |
| Consideration On Applicability Of Radio Wave Raindrop-Sizing Gauge For Rainfall Observation... 614 | 614 |
| <i>Yuji Yamazaki, Masashi Furutaguchi, Toru Miya</i> | 614 |
| Statistical Analysis On The Relationship Between Global Climate Indicators And Spatial Distribution Patterns Of Monthly Precipitation In Japan | 617 |
| <i>Yoshihiko Iseri, Kenji Jinno, Koji Nishiyama, Akira Kawamura, Shinjiro Kanae</i> | 617 |
| Application Of Error-Ensemble Method To A Short-Term Rainfall Prediction With Translation Model Considering Orographic Rainfall | 618 |
| <i>Eiichi Nakakita, Tomohiro Yoshikai, And Sunmin Kim</i> | 618 |
| Characterizing The Landfall Typhoon Track Over Korea | 619 |
| <i>Philyong Yoon, Tae-Woong Kim, Jae-Hyun Ahn, Jeong-Seok Yang</i> | 619 |
| Construction Of Point-To-Area Rainfall Relations In The Context Of Climate Change..... | 624 |
| <i>V-T-V. Nguyen And A. Zareie</i> | 624 |
| Formation Mechanism Of The Hanoi Heavy Rainfall Event On October 30-31, 2008: Multiple-Scale Processes | 629 |
| <i>Tsing-Chang Chen, Ming-Cheng Yen, Jenq-Dar Tsay, Nguyen Thi Tan Thanh, Jordan Alpert</i> | 629 |
| Interannual Variation Of The Late Spring-Early Summer Monsoon Rainfall In The Northern Part Of The South China Sea | 630 |
| <i>Tsing-Chang Chen, Wan-Ru Huang, Ming-Cheng Yen</i> | 630 |
| Synergizing China's Drought Risk Reduction Framework And Climate Change Adaptation Measures: Strengthening Legal And Policy Institutions | 631 |
| <i>Yichuan Wang</i> | 631 |

CHALLENGES OF CLIMATE CHANGE TO SURFACE WATER QUALITY IN VIETNAM

1273

Thai Tran Hong, Thang Nguyen Manh, Hoa Nguyen Thi Phuong, Van Tran Thi

Centre for Hydromet and Environment Consultancy
Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment

ABSTRACT

As reported by the United Nations, Vietnam is one of five countries projected to suffer the heaviest impacts of climate change (CC). The country has many river systems, rich water resource; impacts of climate change on water resources in general and surface water quality in particular is very serious. Identifying the challenges of CC on surface water quality in Vietnam, therefore, are indispensable.

1 INTRODUCTION

Climate change (CC) is one of the biggest challenges to human in 21st century. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate change) Fourth Assessment Report emphasized that global warming and climate change were an unavoidable phenomenon. The rapid increase in mean global temperature and sea level was considered unprecedented and alarming issue in many countries. Natural calamity and other extreme climatic phenomena are increasing in most areas of the world (IPCC, 2007).

Climate change in the world

According to many scientific reports, global warming phenomenon that we experience now is considered unprecedented. Average temperature in the past 100 years has increased 0.740C (from 1906 to 2005), especially this rising trend has become more significant since 1970 and reached the rate of 0.130C per decade since 50 years ago [16]. Average temperature in North Pole increased about 1.50C, and that of permanent iceberg in the Northern hemisphere increased 30C since 1980. A scenario shows that average temperature would increase about 2-30C annually by 2080s; precipitation would rise by 20% in rainy season and decrease by 50% in dry season. In the period of 1962 to 2003, mean sea level rose 1.8 mm per year; however, since 1993 – 2003, the rising rate was 3.1 mm per year. It is estimated that, in the end of 21st century, average temperature will increase nearly 2.0 - 4.50C, global sea level will rise about 0.18m - 0.59m.

Climate change in Vietnam

A study by Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment shows that Vietnam is now already suffering from climate change with annual average temperature increase of around 0.1 deg per decade, in some mouths up to 0,1-0,30C. Annually average temperature in the last four decades (1961 - 2000) was higher than that of the previous three decades (1931- 1960). Annually mean temperatures from 1991 - 2000 in Hanoi, Danang, Ho Chi Minh city increased 0.8; 0.4 and 0.60C respectively from 1931 – 1940. In 2007, annually mean temperature in the above cities were about 0.8 to 1.30C higher than that in 1931 – 1940, and 0.4 to 0.50C higher than in 1991 - 2000.

As reported by the World Bank (WB, 2007), Vietnam is one of five countries projected to suffer the heaviest impacts of CC and sea level rise, especially Red and MeKong delta is the most vulnerable area. Over 50 years in Vietnam, the mean temperature has increased 0.70C and sea level has risen by 20 cm. Moreover, Vietnam at the moment has to bear more burdens from El Nino and La Nina phenomena, which is proved through quickly-grown frequency of storms, floods and droughts. According to the Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment, the mean temperature in Vietnam will continue to go up about 30C and sea level rise will reach 1 m by the end of 2100. As estimated, around 40,000 km² area of coastal plains will be flooded each year, in which 90% belongs to Mekong Delta will be totally inundated.

Viet Nam possesses 2.360 rivers which are over 10 km long. There are 13 main river and branch basin whose basin area is over 10,000 km² out of these 13 rivers are international rivers, 3 rivers headwater belong to Vietnam and downstream belong to neighboring, 7 rivers headwater belong to neighboring and downstream belong to Vietnam. Viet Nam has many natural lakes, ponds, lagoons and pools which the total area is merely 150,000 ha, there are some major lakes such as Lak (with an area of about 10 km²), Ba Be (5 km²), Ho Tay (West Lake - 4.46 km²) and Bien Ho (2.2 km²) [12], therefore, Vietnam water resources are quite rich.

Moreover, at present data on surface water quality has signs of being polluted. Trends indicate that the levels of two primary pollution indicators, Ammonia-nitrogen (NH₄-N) and Biochemical Oxygen Demand (BOD₅) vary considerably and exceed national WQ class A standard. Most of basins were highly polluted, especially Nhue-Day and Dong Nai river basins.

Increasing water quality degradation depends largely on human development activities such as water exploration, utilization and uncontrolled waste water discharge, etc. However, climate change impacts also need to be taken into consideration. Climate change may not an important cause at present; however, given the speed of changes in climate in Vietnam as well as expected changes in the next coming years, it is likely that in the very near future, climate change will have adverse impacts on water quality in particular and other natural resources in general. This can be seen as a great challenge that climate change poses to water resources management in Vietnam.

2 CURRENT STATUS OF WATER QUALITY IN VIETNAM

In general, surface water quality (SWQ) in most river basin has signs of being polluted; especially water quality in Cau river, Nhue river, Dong Nai river, Thi Vai river; BOD₅, COD, NH₄, N total, P total indicators exceed the water quality standard up to many times.

Dong Nai river: downstream (from Tri An reservoir to confluence with Sai Gon river), organic pollution (DO = 4-6 mg/l, BOD = 4-8 mg/l) is quite stable but most of monitoring points exceed the class A standard (TCVN 5942-1995). Oil and bacterium pollution is obvious; heavy metal pollution, phenol, PCD... met the standard; there is no saltwater intrusion form Long An up to headwater. Water quality in the headwater section is quite good, except the section through Da Lat polluted with organic, malignant bacterium.

Sai Gon river: there are serious pollutions in organic (DO = 1,5-5,5 mg/l; BOD = 10-30 mg/l), oil, bacterium, all of indicators exceed the class A standard (TCVN 5942-1995), the most polluted section runs through Ho Chi Minh city. In addition, Sai Gon river is acidified by alum water in Hoc Mon - Cu Chi section (pH = 4,0-5,5).

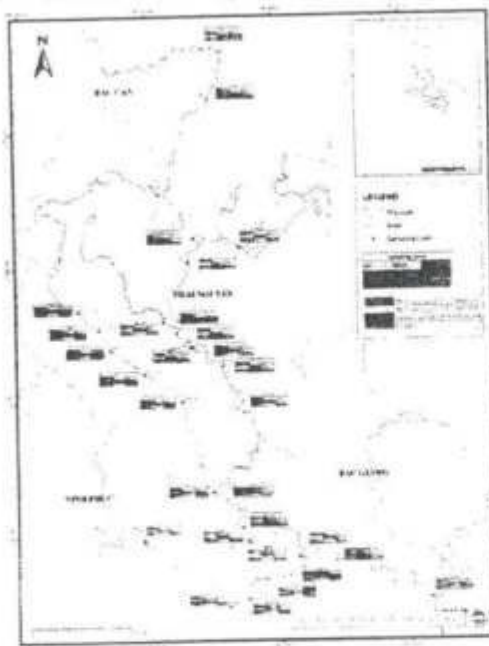


Figure 1. Map of current status of water quality in Cau River Basin (Average monitoring value in dry season)

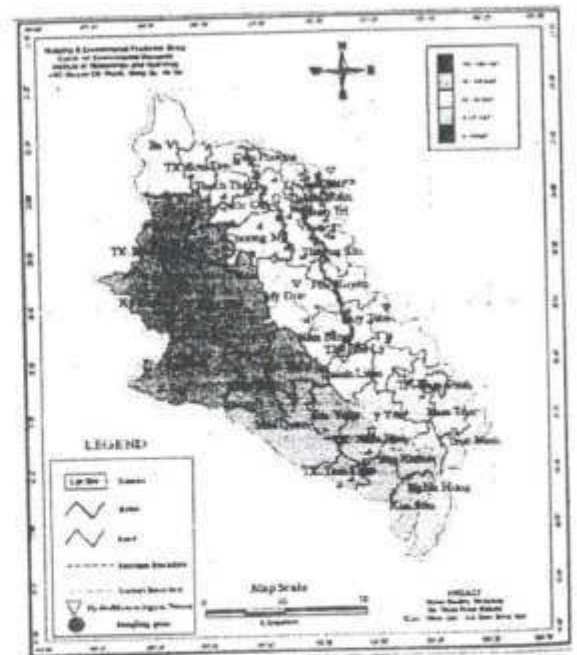


Figure 2. Map of current status of water quality in Nhue-Day river basin

Cau river: water quality river in Cau basin has rapid decrease, especially water quality in some section polluted in alarming way. The most polluted section runs through Thai Nguyen city runs through Thai Nguyen city-downstream of Hoa An Thu paper mill and section through Bac Ninh and Bac Giang - in territory of Van An commune in Bac Ninh with DO content from 2- 4 mg/l; BOD exceed class A standard by 4 times. Value of some variables such as turbidity, suspended solid in locations on Cau river, Ca Lo river and mid-stream of Cong river exceeds class A standards from 1.2 to 1.5 times. Concentration of oil in the water is rather high and does not meet Class A water quality criteria. Average content of oil varies from 3 to 12 mg/l, exceed Class B standards by 10 to 40 times. The highest value in observed data varies from 16 to 20.6 mg/l, exceeds Class B standards by 53 times.

Nhue-Day basin: the water quality of the Nhue - Day basin was seriously polluted, especially Nhue river. Nhue river is heavily polluted after receiving wastewater from To Lich river. At the confluence with the Red river, water quality is quite good. However, in river section from Ha Dong town (Phuc La) to the junction with To Lich river, the water shows evidence of pollution. COD and BOD₅ contents exceed class B (TCVN 5942-1995) by 1,5 – 2,5 times. DO is very low, under 4 mg/l. The water has black colour, scum, residue and fishy odour.

In addition, there are heavy pollution of lakes and channels in inner Hanoi, Ho Chi Minh city, more indicators exceed the WQ standard by several times, even hundred ones. In Hai Phong city, Hue, Da Nang, Nam Dinh, Hai Duong... channel systems have alarming signs of being polluted by SS, BOD, COD indicators.

3 CHALLENGE OF CLIMATE CHANGE TO SURFACE WATER QUALITY IN VIETNAM

Climate change can affect the qualitative status of water resources by altering temperature, frequency and intensity rainfall, floods and increase drought and rising saltwater intrusion.

3.1 Temperature rising

In five recent decades (1951 - 2000), annual average temperature in Vietnam rose by 0,70C, and there are different temperature rising in Ha Noi, Da Nang, and Ho Chi Minh, 0,80C, 0,40C, 0,60C respectively from 1991 to 2000. According to the most likely estimate, annual temperatures in the area of Vietnam may rise by just over 1-20C by the year 2050 and by close to và 2-30C by the year 2070.

The increase in water temperature will lead to the change in temperature layers vertically which will strongly affect the living environment of aquatic ecosystem. Increase in water temperature in coastal zone will cause mineral and organic sedimentation, and therefore could have impact on food chain.

On the other hand, higher temperature leads to the increase of pollutant concentration in water accumulation bodies (lake, lagoon, river, stream, etc.) due to the rising evaporation. A scenario shows that by 2070, temperature in coastal zone might increase 1.50C, that in inland area would rise by 2.50C. This will lead to the increase by 7,7-8,4% in eva-transpiration. Rising temperature could cause adverse changes in chemical composition and property and make them harmful to the environment. In addition, increase in temperature would enable the pathogenic microorganism development rapidly.

Higher water temperature lead to many environmental problem such as concentration of pollutants because of faster evaporation, lowers the dissolved oxygen concentration, change in chemical properties that make badly impact on environment, etc. For instance, many rivers and channels in Hanoi and Ho Chi Minh City are polluted seriously: black water, stench, highly nutrient concentration, rising malignant bacterium. Monitoring result in Nhue river shows that when only rising about 0.90C is equivalent concentration BOD₅ exceed by 2.2-2.4 times; COD 3.3-3.7 times for 5 years. According to a study for Huong river, potentiality of evaporation increase 3.2% in rising up 10C and 8.1% in rising up 2.50C.

3.2 Change in frequency and intensity rainfall, floods and increase drought

In three recent decades, Vietnam has experienced the significant increase in number as well as intensification of the typhoons. Frequency of large flood tends to be on the rise, from once in eight/ten years to once in three/four years (1961, 1966, 1978, 1991). Flood occurred consecutively in three years (1994-1996), especially in 2000, there was an extremely large flood. In addition, large floods in Central provinces and Cuu Long river delta tend to increase compared with the early 21st century.

Flash floods happen more frequently in the mountainous areas as a result of deforestation. Due to the impact of climate change, the number of typhoons in East sea which affects our country decreases but the number of extreme typhoons seems to increase; typhoon season now ends later; the trajectory of typhoon becomes extraordinary; the number of typhoons hits Southern Central provinces and Southern provinces are rising. The year of 2007 has seen natural disasters happen throughout the nation; especially the fifth storm (Lekima storm) caused a historical flood within the past 45 years in many provinces in Red river delta, Northern Central provinces and Central provinces.

The rainfall amount vary differently among areas; in the North, annual average precipitation increases by 0.7 to 15% in both rainy and dry seasons, river flows rise by 3-28% in both seasons; annual average precipitation increases by 0.5-10% in central provinces and 0.3-7% in Southern provinces, the rain fall increases in rainy season and decrease in dry season, river flow increases by 3-18% in rainy season and decrease by 5-34%.

The main reason for water pollution is pollutants in rain water which come from solid dispose sites; waste water treatment plants, damaged waste water culverts; waste matter from sanitation construction and breeding places; the dead body of plants or animals in water; chemistry and pesticide depot.

Analyzing and comparing water quality in Hoang Long river after and before flood (10/2007), water polluted by organic parameters, some indicators exceeded the national class B standard (TCVN 5942-200); BOD5 exceed the permitted standards by 1.55 times; NO₂- 1.4 – 1.7 times; NO₃- 1.05 – 1.09 times; COD 1.1 – 1.3 times; TSS 1.2 – 1.3 times; Coliform 1.22 - 1.25 times.

On the other hand, rainfall data in 21st century shows that, annual rainfall changes every decade, but in the two last decades of this period, annual rainfall in Hanoi and Ho Chi Minh insignificantly decreased. In 21st century rainfall scenarios, precipitation of rain season changes a bit of 0-5%, but precipitation in dry season has a great change, in Red river delta, south of central, the north decrease 0-5% of total rainfall. Therefore, lack of water in dry season is really serious. In the 44 years from 1960 to 2004, droughts occurred in 32 of these years, accounting for 73%. This caused increase salinity intrusion and degradation of water quality.

3.3 Rising salinity intrusion (SI)

According to an assessment of World Bank (WB, 2/2007), Vietnam with a coast line approximately 3.260 km and 1 million km² sea surface, is ranked in the list of most severely countries hit by CC. Vietnam is one of two countries (with Bangladesh) projected to suffer the heaviest impacts sea level rise 1 m by the end of 2100, and the top in East Asia (WB, 2/2007). According to the Ministry of Natural Resources and Environment, sea level in Vietnam will rise 33cm in 2050; 45 cm in 2070 and 1m in 2100, around 40,000 km² (12.2%) area of coastal will be inundated. In addition, the coastal of Central will suffer the heaviest effects of climate change and sea level rise, especially Cuu Long river Delta, about 45% total areas are estimated extreme salinity intrusion.

Along with land loss, sea level rising in accompany with SI directly affect water supply for domestic and other using purposes. Saline water cannot be used for any human activities and therefore it will lead to a short of clean water. In addition, high concentration of salt will block the chemical transformation process and reduce the development of aquatic ecosystem; it also cause the weak assimilation of the water accumulation body. Climate change increases the risk of salinization in Vietnam in two ways. Firstly, low river discharges, in combination with strong winds from the East, increase the intrusion of sea water through river mouths. Secondly, the ongoing increase in sea level leads to upcoming of salt water from deeper marine aquifers.

Currently, many areas in Vietnam have effected by salinity intrusion, Mekong River Delta suffers the heaviest impacts. It is estimated that, about 1.8 million was salinized, and 90% amount of Mekong Delta area will be inundated by 1m sea level rise. However, saltwater intrusion in Mekong River Delta occurs intricately and specifically in each region.

In the river mouth, salinity reaches maximum value in March and April, for instance, in Binh Dai, salinity varies from 17.8 to 27.4 mg/l and in Ben Trai, from 23.5 to 29.1 mg/l in the period of 1991 to 2004. Salinity intrusion in rivers, channels varies differently in Mekong Delta. In Vam Co Tay (VCT) river, saltwater penetrated to Tuyen Nhon which is 5 km far from the sea, and to Vinh Hung in 1993. In the last six years, from 1999 to 2004, salinity of VCT river decreased significantly,

meanwhile, that of VCT river increased rapidly in last decade. Salinity in Vam Co Dong river, from Ben Luc to the upstream get stabilized, salty boundary 2.0 g/l came far to Xuan Khanh, salty boundary 4.0 g/l up to An Ha. In the period of three observed years, maximum salinity value occurred frequently from January to May. In dry season, maximum salinity value can be seen at Duc Hoa, with 3.35 g/l.

It is estimated that sea level in Vietnam will rise to 33cm by 2050, saltwater intrusion will occur seriously, especially in Mekong river Delta, saltwater will penetrate far from the coastal line. Salinity value of 4 g/l will occur frequently (Figure 3).

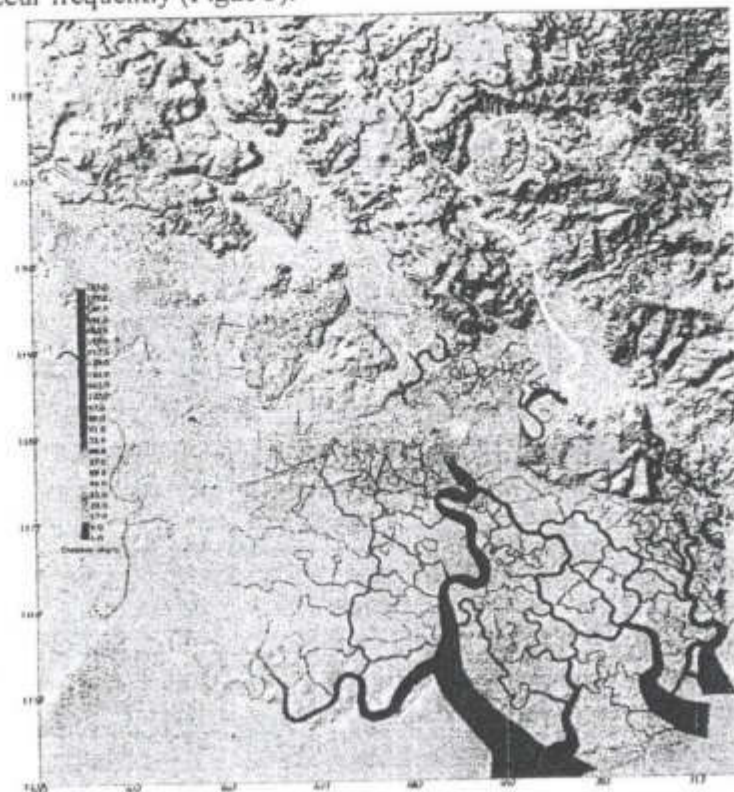


Figure 3. Map of amount of days salinity exceeds >4g/l in dry season in Sai Gon-Dong Nai River basin, according to Climate Change scenario A2

4 ADAPTAION AND COPING SOLUTIONS FOR CLIMATE CHANGE

Facing with challenges of CC to SWQ, Vietnam needs to have sectoral action plan for adapting and coping. This work is appropriate to orientation of the Government which was approved such as:

- Planning water use: define the proposal of using water, create and upgrade water quality standards suitable for specific water sector;
- Assess variability and characteristics of climatic elements and phenomena, particularly temperature, rainfall, natural disasters and climatic extreme; assess tendency of climatic elements: temperature, rainfall, sea level, natural disasters (typhoons, floods, droughts, etc.)
- Develop climate change and sea level rise scenarios in the period of 2010-2100 for each region of Vietnam;
- Consider mainstreaming climate change issue into environmental protection programs, reasonable use of natural resources programs, natural disaster prevention programs, and marine change monitoring system;
- Promote international cooperation in scientific and technological activities, effectively apply and transfer climate friendly technologies
- Treating and reusing water resource (desalination...);
- Improve, upgrade and expand infrastructure in flood prone areas
- Awareness enhancement and human resources training.

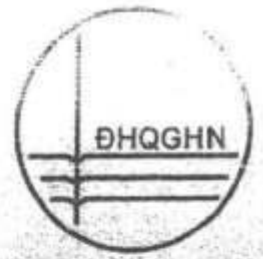
5 REFERENCES

- Department of Water resources management, 08/2008, "Climate change: Thiên tai hiện hữu, hậu quả nặng nề", <http://dwrn.gov.vn>
- Le Sam, 2006, "Salinity in Cuu Long river delta"
- Ngo Dinh Tuan, 2007, "Phát triển và sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên nước"
- Nguyễn Đức Ngữ, Trung tâm Khoa học Công nghệ Khí tượng Thủy văn và Môi trường, "Biến đổi khí hậu với hạn hán và hoang mạc hoá ở Việt Nam"
- Nguyễn Ngọc Trân, 2008, "Trước thách thức của biến đổi khí hậu", *Bộ khoa học và công nghệ-Tiasang.com.vn*
- Nguyễn Hồng Trường-Trung tâm Dự báo KTTY Ninh Thuận, "Biến đổi khí hậu và khả năng thích ứng với những tác động"
- Nguyễn Hữu Nhân 2003, "Xây dựng hệ thống phần mềm mô tả lũ lụt và xâm nhập mặn vùng đồng bằng sông Cửu Long"
- Trần Thanh Xuân, Viện khí tượng Thủy văn-BTNMT, 02/2004, "Tài nguyên nước mặt Việt Nam và những thách thức trong tương lai", *Bộ tài nguyên và môi trường*
- Trần Hồng Thái và nnk 2008, "Điều tra, khảo sát diễn biến môi trường lưu vực sông"
- Trần Hồng Thái và nnk 2006, "Ứng dụng mô hình tính toán dự báo ô nhiễm môi trường nước cho các lưu vực sông: Cầu, Nhuệ-Đáy, Sài Gòn-Đồng Nai"
- Asian Development Bank, 1994 "Climate Change in Asia: Vietnam Country Report", July 1994, p. 27
- Department of Water Resources Management, 2008, "Water resources and major challenges", <http://dwrn.ciren.vn>
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007, Working Group I: The Physical Basis of Climate Change. Accessed on 8 May 2007 from <http://ipcc-wg1.ucar.edu>
- Interviews with Vietnamese climate scientists; MONRE, 3/2008, "National Target Program to respond to Climate Change", Chaudhry and Ruyschaert, *ibid*, pp. 3-6
- Khai Hoan, 2007, "Viet Nam's response to climate change", United Nations Development Programme Vietnam
- Susmita Dasgupta et al., February 2007, "The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A comparative analysis", World Bank Policy Research Working Paper 4136

Publication Code (08-133)/(21-05)
Registration number of publication plan
505-2010/CXB/08-133/LDXHQDXB so 792/QD-NXBLDXH
Labor and Social Publisher
Address: Hoa Binh 4 Lane, Minh Khai Street, Hai Ba Trung District, Hanoi
Responsible for publishing: Ha Tat Thang
Responsible for content: Nguyen Thi Sinh



1280
茨城大学
Ibaraki University



PROCEEDINGS OF THE 2nd INTERNATIONAL SYMPOSIUM

HANOI - 2008

CLIMATE CHANGE AND THE SUSTAINABILITY

Chairs: BUI DUY CAM & N. MINOURA

Editors: DO MINH DUC, Y. KUWAHARA, & JIN YOUNG KIM



Vietnam National University Publishers, Hanoi

The 2nd International Symposium on
CLIMATE CHANGE AND THE SUSTAINABILITY

28-29 November 2008
HANOI, VIETNAM

Organized by

Hanoi University of Science
Vietnam National University, Hanoi
Ibaraki University
Integrated Research System for Sustainability Science (IR3S)

With the support of

- Institute for Global Change Adaptation Science (ICAS), Japan
- Grant-in-Aid for Scientific Research (A), Japan Society for the promotion of Science (JSPS) (Project No.14209003)

The 2nd International Symposium on
CLIMATE CHANGE AND THE SUSTAINABILITY

ADVISORY COMMITTEE

- Prof. Mai Trong Nhuan, Vietnam National University, Hanoi
- Prof. Tran Nghi, Hanoi University of Science, Vietnam
- Assoc. Prof. Nghiem Huu Hanh, Vietnam Geotechnical Institute, Vietnam
- Mr. Truong Huu Hung, USCO, Vietnam
- Dr. Hideo Harasawa, NIES, Japan
- Prof. Kazuya Yasuhara, Ibaraki University, Japan
- Prof. Takekazu Koyanagi, Ibaraki University, Japan
- Prof. Satoru Ozawa, Ibaraki University, Japan

ORGANIZATION COMMITTEE

- Assoc. Prof. Chu Van Ngoi, Hanoi University of Science, Vietnam
- Dr. Sc. Vu Cao Minh, Institute of Geology, Vietnam
- Assoc. Prof. Ta Duc Thinh, Hanoi University of Mining & Geology, Vietnam
- Assoc. Prof. Nguyen Van Vuong, Hanoi University of Science, Vietnam
- Dr. Do Minh Duc, Hanoi University of Science, Vietnam
- Dr. Nguyen Tien Giang, Hanoi University of Science, Vietnam
- Prof. Tetsuji Ito, Ibaraki University, Japan
- Prof. Hideo Komine, Ibaraki University, Japan
- Dr. Hiromune Yokoki, Ibaraki University, Japan
- Dr. Satoshi Murakami, Ibaraki University, Japan

SYMPOSIUM CHAIRMEN

- Assoc. Prof. Bui Duy Cam, Hanoi University of Science, Vietnam
- Prof. Nobuo Mimura, Ibaraki University, Japan

SYMPOSIUM SECRETARIAT

- Mr. Nguyen Ngoc Truc, Hanoi University of Science, Vietnam
- Dr. Yuji Kuwahara, Ibaraki University, Japan
- Dr. KIM Jinyoung, Ibaraki University, Japan

CONTENT

SPECIAL AND INVITED LECTURES

| | |
|---|----|
| <i>Nobuo Mimura</i> Drawing a Comprehensive Picture of Global Warming: An Analysis of the Fourth Assessment Report of IPCC..... | 3 |
| <i>Mai Trong Nhuan, Tran Dang Quy, Nguyen Thi Minh Ngoc, Nguyen Thi Hong Hue, Nguyen Thi Thu Ha, Nguyen Thi Ngoc, and Nguyen Tai Tue</i> Hazards in Vietnam Coastal Zone | 7 |
| <i>Katayama Hiroyuki</i> Impact of Climate Change on Infectious Diseases | 16 |
| ✓ <i>Truong Quang Hoc and Tran Hong Thai</i> Climate Change and Sustainable Development: Climate Change Impacts on Nature and Society Life | 19 |
| <i>Guangqi Chen and Kouki Zen</i> Application of Risk Management to Slope Disaster Prevention | 27 |
| <i>Namsuk Kim</i> Impact of Extreme Climate Events on Educational Attainment: Evidence from Cross Section Data and Welfare Projection..... | 36 |

SESSION 1

GLOBAL CLIMATE CHANGE: MECHANISM AND PROCESS

| | |
|---|----|
| <i>Hideo Komine</i> Adaptations and Countermeasures for Mitigating Impacts due to Global Warming in Geotechnical and Geoenvironmental Engineering..... | 45 |
| <i>Truong Quang Hoc</i> Linkages between Biodiversity and Climate Change in Vietnam | 53 |
| <i>Tran Nghi, Dinh Xuan Thanh, Nguyen Dinh Thai, and Tran Thi Thanh Nhan</i> Sea Level Change in Late Pleistocene - Holocene and Their Impact on Shorelines of Vietnam | 59 |
| <i>Yuji Kuwahara, Hiromune Yokoki, Jinyoung Kim, Tepei Ishiuchi, Nobuo Mimura, and Takekazu Koyanagi</i> Problems on Land Protection in the Atolls, South Pacific Regions - Focus on the Coastal Vegetation and Land-use ... | 65 |
| <i>Nguyen Dinh Minh</i> A Study of Land Use, Land Cover and Local Climate in Hanoi Using Terra Astre Data | 70 |

SESSION 2

CLIMATE CHANGE-INDUCED NATURAL DISASTERS AND LESSONS LEARNED

| | |
|---|----|
| <i>Kazuya Yasuhara</i> Effects of Climate Change on Natural Disasters at Coastal Zones..... | 77 |
| <i>Do Minh Duc, Nguyen Ngoc Truc, and Duong Thi Toan</i> Climate Change-related Geohazards in the North Coast of Vietnam | 89 |
| <i>Satoshi Murakami, Kumiko Suzuki, Kazuya Yasuhara, and Hideo Komine</i> Assessment of Inundation Area Induced by Dual Impacts of Sea-level Rise due to Global Warming and Land Subsidence in Chao Phraya Delta..... | 97 |

| | | |
|--|------|-----|
| <i>Thiem Huu Hanh</i> Climate Change, Landslide Hazards in the Mountain Regions of Vietnam and Some Management and Prevention Solutions..... | 1284 | 101 |
| <i>Nguyen Tien Giang, Tran Ngoc Anh, and Tran Anh Phuong</i> Quantitative Impact Assessment of Climate Change on Salinity Intrusion in the Two Main River Systems of Quang Tri Province..... | | 105 |
| <i>Le Xuan Tuan and Phan Nguyen Hong</i> The Role of Mangroves in Response to Climate Change in Coastal Zone..... | | 112 |
| <i>Tomiko Suzuki, Satoshi Murakami, Noriko Shizuku, and Kazuya Yasuhara</i> GIS-aided Vulnerability Estimation for Compound Natural Disasters in Land Subsidence Area..... | | 121 |
| <i>Nguyen Ngoc Truc and Granie R.J.</i> Global Warming-related Sea Level Rise and the Change of Some Mechanical Characteristics of Soil Foundation due to Salty Intrusion: A Case Study of Thai Binh Formation Sediment in the Red River Delta, Vietnam..... | | 126 |
| <i>Makiko Misumi, Kouki Zen, Guangqi Chen, and Kiyonobu Kasama</i> Accuracy Evaluation of Slope Disaster Risk Map at Kita-Kyushu City Using Geographical Information System..... | | 136 |
| <i>Duong Thi Toan and Tran Thi Luu</i> Seawater Intrusion due to Climate Change and Human Activities in the Red River Delta, Vietnam..... | | 140 |

SESSION 3

HUMAN AND SOCIAL SCIENCES IN MITIGATION AND ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE

| | | |
|--|--|-----|
| <i>Mai Trong Nhuon, Tran Dang Quy, Nguyen Thuy Duong, Nguyen Thi Ngoc, Nguyen Thi Minh Ngoc, and Nguyen Thi Hong Hue</i> Orientation for Conservation and Sustainable Development Plan of Vietnam Coastal Wetlands till 2020..... | | 151 |
| <i>Carlos M. Pascual, Phebe M. Pasion, Irma P. Acebedo, Fredelito I. Yadao, Norman A. Aguinald, and Elizabeth P. Pascual</i> Assessment of the Philippine's Renewable Energy Resources to Mitigate and Adapt Global Climate Change..... | | 161 |
| <i>Hoang Minh Hien and Nguyen Ngoc Thach</i> Establishing a National Plan to Mitigate Adverse Impact of Climate Change to Agriculture and Rural Development.. | | 169 |
| <i>Makoto Tamura</i> Socio-economic Conditions and Capacity of Adaptation toward the Climate Change..... | | 177 |
| <i>Teppel Ishiuchi, Yuji Kuwahara, and Tatsuhiko Yonekura</i> Maintenance of the Park Facilities Based on the Needs of Users for Urban Park..... | | 181 |

SESSION 4

WASTE MANAGEMENT AND GEOENVIRONMENTAL ENGINEERING

| | | |
|--|--|-----|
| <i>Kim Jin Young, Yuji Kuwahara, and Nobuo Mimura</i> Flood Risk Analysis in Vietnam Using Eight-flow Line Method with GTOPO 30..... | | 191 |
| <i>T. Inui, T. Katsumi, and M. Kamon</i> Environmental Risk Control of Waste and by-products Utilized in Geotechnical Applications..... | | 196 |
| <i>Do Quang Thien</i> Assessment of Siltation and Erosion Processes along Vu Gia - Thu Bon River System according to the Analysis of Satellite Images and Field Surveys..... | | 203 |
| <i>Yasutaka Watanabe, Hideo Komine, Kazuya Yasuhara, Satoshi Murakami, and Kazuhiro Toyoda</i> Degradation of Drinking Water Sludge for Long-term Waste Management..... | | 215 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 01 | <i>Osamu Saitou, Kazuya Horie, and Kazuya Yasuhara</i> Problems and the Latest Technology of the MEMS Sensor IC Tag at the Time of the Ground Vibration Measurement..... | 222 |
| 05 | <i>Fatema-Tuz-Zohra, Yuji Kuwahara, and Takekazu Koyanagi</i> Quantifying and Qualifying Urban Green by Integrating Satellite Image and Topographical Map..... | 227 |
| 12 | <i>Do Quang Thien - Nguyen Thanh, Tran Thanh Nhan, and Nguyen Thi Thanh Nhan</i> Proposing a Classifying Scale for Assessing the Intensity of Debris Flow Occuring in Highly Dissected Mountainous Areas..... | 233 |
| 21 | <i>Kenta Kigata, Hideo Komine, Kazuya Yasuhara, Satoshi Murakami, Yasuhiro Inoue, and Naoto Ida</i> Effective Utilization of Combustion Waste for Water Quality Improvement in Closed Water Body..... | 239 |
| 126 | <i>Tomomitsu Munegumi, Hideo Komine, Kazuya Yasuhara, and Satoshi Murakami</i> Vulnerability Evaluation of Soil Material Simulated River Bank Material in Torrential Rainfall..... | 244 |
| 136 | | |
| 140 | | |
| 151 | | |
| 161 | | |
| 169 | | |
| 177 | | |
| 181 | | |
| 191 | | |
| 196 | | |
| 203 | | |
| 215 | | |

CLIMATE CHANGE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: CLIMATE CHANGE IMPACTS ON NATURE AND SOCIETY LIFE

¹Truong Quang Hoc, ²Tran Hong Thai

¹Vietnam National University, Hanoi; Vietnam – Sweden Cooperation SEMLA Programme;
Ministry of Natural Resources and Environment

²Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment;
Ministry of Natural Resources and Environment

ABSTRACT: Climate change with its global warming and sea level rising is seen as one of the biggest challenges for mankind during the 21st century. Climate change impacts on all areas of natural resources, environment, socio-economic conditions, and human health on a global scale. However, the extent of impact may differ depending on geological conditions, level of development, and adaptation measures taken by specific regions and countries.

Vietnam is expected to be one of the countries to experience the most severe impacts from climate change. Sea level rising will take away a large part of the lowlands, which shelter many wetland ecosystems and human population, are the centre of the water rice farming population and the area of the biggest agricultural production and natural habitats for many local species, including natural reserves and biosphere reserves.

Climate change also affects inland water areas (rivers, lakes, swamps etc.) and the change in water temperature and water level can cause big changes in weather conditions (rain, typhoon, draught, forest fire, El Niño etc.) and in the flow, frequency and timing of severe floods and draughts which will cause a decrease in biological production of agricultural crops, forestry plants and cash plants and extinction of many local species, leading to serious consequences to the economy.

Typhoons, heat waves, floods, fires, and other changes in the biological conditions will lead to deadly consequences like illness, injuries, malnutrition and new diseases, particularly vector spread diseases of high deadliness...

Climate change is a complex issue, which is of both immediate urgency and long term significance, with impacts on all domains ranging from natural to socio-economic and on a global scale. Climate change is in essence the matter of sustainable development. Thus, climate change adaptation must be addressed in an aligned national program/plan and in close cooperation with the global community so as to protect our common shelter – the Earth, on which the most valuable resource – human beings – is living.

INTRODUCTION

We are confronting a series of urgent global environmental problems, including climate change, biodiversity degradation, fresh water degradation, ozone layer depletion, land degradation and desertification, pollution of toxic and persistent organic pollutants.

These problems are inter-related and have direct impacts on human life and social development. Climate change is one of the most urgent on either a national or international scale and is seen as affecting the global process of sustainable development.

Climate change with its global warming and sea level rising is seen as one of the biggest challenges for mankind during the 21st century. For that reason, the UN in recent decades has paid this topic much attention and been directly involved in launching many climate change oriented activities.

The message of the last two years' World Environmental Day has all been related to climate change,

i.e. "Ice melting – a hot issue" (2007) and "Kick the habit – towards a low carbon economy" (2008).

A number of international conferences on climate change have been organized to secure the greenhouse gas reduction targets and climate change adaptation on a global scale; many countries have developed their national action plans for adaptation to climate change (NAPA).

Vietnam has entered into the UNFCCC (192), Kyoto Protocol (KP 1998), and participated in the Bali summit 2007. MONRE has been assigned to act as Vietnam's coordinator in entering and implementing UNFCCC and KP. The Government of Vietnam has issued various directives and decisions assigning MONRE and relevant ministries and local authorities to implement those commitments.

So far, Vietnam has participated in many regional and international climate change activities and has maintained frequent contact with the UNFCCC Secretariat, with the CDM International Executive Board (KP), with the inter-government panel on climate change, with other countries

and international organizations to resolve relevant issues. Vietnam has also carried out research and a number of projects with regard to climate change and CDM with good results.

As mandated in accordance to Government Resolution 60/2007/NQ-CP dated 03 December 2007, MONRE has submitted for approval by the Government the National Targeted Program on Climate Change Adaptation. Once approved, the program will be a Government strategic framework for climate change adaptation, upon which the ministries and local authorities will build their action plans for concerted performance.

For such action plans to be developed, there are two matters that need to be addressed as a priority, (i) developing climate change scenarios for specific regions for specific periods of time, and (ii) assessing the impacts under each of the scenarios for specific regions, sectors, areas.

This article is focused on the second, providing some summarized information on climate change impacts on the nature and society by working on available national and international material.

OVERVIEW OF CLIMATE CHANGE

Climate change concept

After more than thirty years of debate, high consensus now prevails among scientists that the increasing socio-economic development in the recent decades in such sectors as energy, industry, transport, agriculture, forestry, and domestic activities has increased the content of greenhouse gases (N_2O , CH_4 , H_2S , especially CO_2) in the atmosphere, causing the global warming, changing the climate and affecting global environment (Al Gore, 2006).

The average earth temperature has increased by $0.74^\circ C$ from that in 1850 and it is projected to increase by 1.4 (B1) – $4.0^\circ C$ (A1F1) by 2100. Rainfall has increased by 5 – 10%. As a result, the ice on the two poles and high mountains will melt and cause the sea level to rise at a speed of 70 – 100 cm/100 years, which means an increase of 0.18–0.38m (B1) and 0.26–0.59 (A1F1), event to 1m or higher by 2100. Extreme climate phenomenon such as tsunami, typhoon, flood, draught will occur at higher levels of strength, frequency, and abnormality (MONRE, 2007, 2008).

In Vietnam, the climate situation has largely agreed with the global climate changes. The average yearly temperature has increased at $0.1^\circ C$ /decade; for Hanoi particularly, the average yearly temperature this decade is $0.7^\circ C$ higher than that during 1961 – 1990. The sea level (observation over 50 years at Cua Ong and Hon Dau stations) has risen, for each decade, by 2.5 – 3.0 cm, which is in common with the global trend (1.8 – 3.1 cm/decade).

First-instance scenarios of climate change in Vietnam are as follows:

- *Temperature*: In all areas except for the Northern mountainous and Tay Nguyen Central Highlands, the average yearly temperature for 2010, 2050, 2070 will increase by 0.3, 1.1, and $1.5^\circ C$ respectively. For the Northern mountainous and Tay Nguyen Central Highlands, that will be 0.5, 1.8, and $2.5^\circ C$.

- *Sea level*: Over the whole coastline of Vietnam, the sea level will increase by 9, 33, 45, and 68 cm in 2010, 2050, 2070, and 2100 respectively (MONRE, 2008).

Signs of Climate Change

From a general perspective, climate change comes with the following three fundamental characteristics:

- Increased average temperature; increased change and abnormality of weather and climate conditions;
- Sea level rising due to ice melting from the poles and high mountains;
- Extreme weather conditions and calamities (hot weather, cold weather, typhoon, flood, draught...) with higher levels of frequency, abnormality and strength.

CLIMATE CHANGE IMPACTS

Climate change impacts on all areas of natural resources, environment, socio-economic conditions, and human health on a global scale. However, the extent of impact may differ depending on geological conditions, level of development, and adaptation measures taken by specific regions and countries.

The global paramount

As forecast, many coastal cities are facing the risk of being sunk as a result of sea level rising, which is the direct consequence from ice melting from the north and south poles. Among 33 cities of 8 million population in 2015, at least 21 are with a high risk of being sunk for part or all of their land and 332 million people living in coastal areas and lowlands will lose their home because of flooding.

The rate of territorial shrinkage as a result of sea level rising in order is: China, India, Bangladesh, Vietnam, Indonesia, Japan, Egypt, the USA, Thailand, and the Philippines.

Sea level rising is also associated with an inland intrusion of salinity and salted ground water, which badly affects agricultural production and freshwater resources.

It is forecast that by 2080 there will have been 1.8 millions new people joining the water-thirsty group and 600 million people facing mal-nutrition problems due to decreased agricultural productivity.

In addition, what is likely to occur is a decrease in water quality, biological production and number of species in freshwater ecosystems as well as an increase in diseases, particularly water-borne and zoonotic diseases.

(IPCC 1998). Over the past 20 – 25 years, there have come 30 new diseases. There has been an increase in the rate of patients, and rate of deaths from infectious diseases; there will also be some 400 million new people facing malaria infection (Al Gore, 2006).

The number of cases and size of damage caused by natural calamities has continuously increased over the last decades. Statistic figures indicate a ten-fold size of economic damage due to weather change and flooding over the last 50 years. The number of climate change related flood victims was 31 million during 1983 – 1987, which increased to 130 million during 1993 – 1997 (WWC, 2003; Hotz, 2006). The typhoon Mitch (1999) alone caused 11,000 deaths in central America; the Katrina (2005) accounted for 1,800 deaths in the two southern coastal states of the USA, with a total cost of damage of USD 300 billion.

The most recent typhoon of 2008 – the Nargis – from the North Indian Sea has caused over 60,000 deaths in Irrawaddy, Myanmar (could be 100,000), 1,400 injuries, 37,000 missing (evening news release, 11 May 2008, Myanmar TV).

According to Mr. Nicolas Stern (2007) – the former WB leading economist, the cost of climate change related damage over the globe will be about USD 7,000 billion if no adaptation measure is taken, which accounts for 5 – 20% of GDP; however if adaptation is applied, greenhouse gases are maintained at 550 ppm by 2030, and the cost will be just around 1% of GDP.

An important sign of the climate change consequences is the inertia of the climate system, i.e. once the climate system has passed the threshold of a considerable amount of accumulated changes, it will be difficult to restore. Therefore, even when the content of greenhouse gases is maintained, the global warming process will still go on for decades and sea level rising remains for centuries afterwards.

Positive impacts from climate change

To certain extent and in certain areas, climate change does have certain positive impacts:

- Brings in an opportunity for technological innovation, development of clean and environmentally friendly technology and relevant R&D activities
- Urges up forestation for absorption of CO₂/ reduces greenhouse gas emission, etc.
- In temperate countries, increased temperature will be a good condition for agricultural production and saving of energy for heating etc.

Climate change impacts are not equal over the globe, i.e. more severe in areas closer to the poles and less in others, bigger in tropical countries, particularly in fast developing industrialised countries in Asia. The poor, who contribute the least amount of greenhouse gases to climate change, will be the first to experience affects the and will ...the greatest impacts in terms of human development (Crutzen, 2005).

Climate change impacts in Vietnam

General impact

Vietnam is expected to be one of the countries (Vietnam and Bangladesh) to experience the most severe impacts from climate change (Dasgupta et al., 2007).

Sea level rising will take away a large part of the lowlands, which shelter many wetland ecosystems and human population, are the centre of the water rice farming population and the area of the biggest agricultural production and natural habitats for many local species, including natural reserves and biosphere reserves.

An increase of 2^oC and a 1 m sea level rise may take away 12.2% of the land where 23% of the population live (about 17 million people). For the Mekong river delta, if the sea level forecast for 2030 is correct, about 45% of the area of the delta will probably be extremely salted and severe crop damage will come as a result of flooding and inundation. For a 1 m sea level rise without adaptation measure taken, most of the Mekong delta will be inundated for long periods of the year, which will be associated with a damage cost of USD 17 billion (Van Urk and Misdorp, 1996; Pilgrim, 2007).

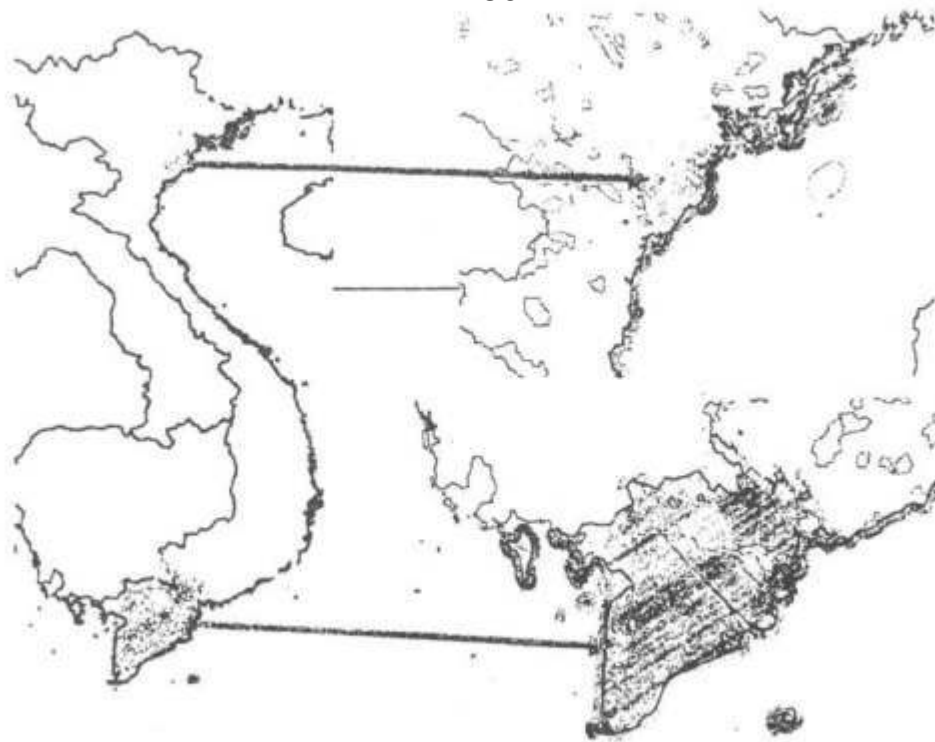


Fig. 1. Inundated areas under 1 m sea level rise (dark), and 5 m rise (light) scenarios (Pilgrim, 2007)

Climate change also affects inland water areas (rivers, lakes, swamps etc.) and the change in water temperature and water level can cause big changes in weather conditions (rain, typhoon, draught, forest fire, El Niño etc.) and in the flow, frequency and timing of severe floods and draughts which will cause a decrease in biological production of agricultural crops, forestry plants and cash plants and extinction of many local species, leading to serious consequences to the economy.

Typhoons, heat waves, floods, fires, and other changes in the biological conditions will lead to deadly consequences like illness, injuries, malnutrition and new diseases, particularly vector spread diseases of high deadliness (Truong Quang Hoc, Tran Duc Hinh, 2008).

CC impacts on sensitive sectors and areas

Just like how it happens around the globe, in Vietnam, climate change lays impacts on all areas and sectors, ranging from natural resources, environment, to socio-economic sectors. However, the sectors that are most seriously affected are water resources, agriculture and rural development, healthcare, and the coastal areas.

a. CC impacts on water resources

Vietnam is one of the water-poor countries, with the total average per capita resources (both surface and ground water) of 4400 m³/year (while the worldwide one is 7400 m³/year). The use of water resources in Vietnam is not sustainable.

The climate change derivedly increases in the average temperature, the abnormality of the weather and climate conditions and the increase in natural calamities will

largely affect fresh water resources in the following aspects:

- Water demand for domestic use, agricultural, industrial production, energy, transport etc. is increasing. Evaporation from water bodies (ponds, lakes, rivers etc.) is also increasing. As a result, the degradation of water resources will become more serious in both quantitative and qualitative terms.

- Changes in rainfall will lead to the decrease in water flow of rivers, strength of floods, frequency of draughts, and reserve of ground water. As forecast, climate change will remarkably reduce the water volume of rivers in many regions in the world including Vietnam.

- When the ice from the poles and high mountains melts off, the river flow will increase leading to an increase in floods. When the melting is over, flooding will decrease and so will the river flow; rivers even exhaust. The water shortage will become even more serious. Such situation is typical of Asia, where rivers largely depend on upstream water (Nguyen Duc Ngu, 2007).

The situation may become even worse when it comes to conflicts that may arise from sharing water resources with upstream countries.

- Another serious consequence from climate change is the increase in droughts, which do not only do harm to productivity but may also cause desertification and forest fire threats as well as other potential damage in many aspects.

Water is essential for life (for human beings and biological beings), for agricultural and industrial development, etc. Thus, degradation of water resources

will lay direct impacts on human life and socio-economic development in general terms.

b. CC impacts on agriculture

Vietnam is an agricultural country with 75% of the population being farmers and 70% of the territory is rural area, where people's life still depends very much on natural resources. Agricultural production in Vietnam is still small-scaled with little involvement of scientific and technical inputs. That is a big challenge in view of climate change impacts.

Agricultural production is heavily subject to weather conditions. Any increase in temperature, changeability and abnormality of the weather and climate conditions will largely impact agricultural production, particularly crop cultivation. Abnormality in the agro-climate cycles will lead to not only an increase in crop diseases but also a decrease in crop yield and other unforeseeable disadvantages.

The increase in natural calamities and extreme weather and climate conditions such as typhoons, floods, draughts, and coldness will have direct and strong impacts on agro-forestry-aquatic and fishery production. A lot of crop losses have occurred in many areas of Vietnam so far (due to floods and draughts).

The recent extreme cold period of 33 days (2007-2008) is evidence. Statistical data say 33,000 deaths of buffaloes and bulls, loss of 34,000 hectares of planted rice, loss of tens of thousands of hectares of young rice, loss of many shrimp farms in the North and North Central, amounting to thousands of billions dong. That is exclusive of the wildlife in remote areas, whose survival and extent of damage is still unidentified.

c. CC impacts on forest biodiversity and land resources

Vietnam possesses a high level of bio-diversity (ranked 16th in world, WCMC 1992) and with varied ecosystems. One of the achievements Vietnam has obtained so far as part of the National Action Plan on Biodiversity (1995 – 2005) is to have established 128 reserves including many internationally important biotopes. For a 1 m sea level rise, there will probably be 78 (27%) important biotopes, 46 reserves (33%), 9 other areas with important biodiversity (23%) seriously affected (Pilgrim, 2007).

Average temperature will change the geographic distribution and pattern of biological population of many ecosystems. The temperature zones for of wetland and continental ecosystem will tend to shift further up. Tropical species will also reduce from coastal ecosystems and tend to move upward to higher zones in inland ecosystems; temperate species (which often give high biological productivity) will reduce; the pattern of food chains and food webs will also change.

Temperature increase will also increase forest fire threats, particularly those on pit coal reserves, which will

se havoc to biological resources and increase the greenhouse gas emission.

According to the CBD Secretariat, by the end of the century, many species will have to struggle to adapt to changes of weather and climate and the rate of extinction will increase (CBD COP 9 formal documents, 2008).

d. CC impacts on land resources

Vietnam is a land-poor country, standing 159th in the world in terms of per capita land rate, which is only one-sixths of the average international rate (Vietnam Association for Conservation of Nature and Environment, 2004).

Climate change, particularly sea level rising, will take away residential space and farming land, which will be a very big challenge for the agriculture and rural development sector.

Natural calamities will add to the problem of land erosion, land slide, sedimentation, leading to serious impacts on the land resources.

Water shortage and draughts will lead to the problem of desertification, particularly for the provinces in the Central region of Viet Nam.

e. CC impacts on health

The latest report of the Inter-governmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007 b) confirms that climate change causes deaths and diseases by ways of:

- Natural calamities like heat waves, typhoons, floods, and draughts.

- Increased diseases as a result of the change in temperature and living conditions, particularly vector spread diseases like malaria (mosquitoes), dengue fever (mosquitoes), encephalitis (mosquitoes), or other water related diseases (diarrhoea) and others (malnutrition, respiratory diseases etc.). Those diseases will do especially large harm in undeveloped areas, densely populated areas, and areas of high poverty.

Recent research has also proven that climate change and diseases and deaths are correlative via various mechanisms where the outputs from the end of the pipe are the causes for health problems.

In Vietnam, there have appeared a number of new diseases for man and animals (diarrhea, bird flu, Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome - PRRS (lon tai xanh) etc.) and common diseases but with more complicatedness abnormality (dengue fever) that have cost remarkable damage.

f. CC impacts on coastal zones

The coastal zones (CZ) of Vietnam stretch over 15 degrees of latitudes from the North to the South with a coast line of 3,260 kilometres running through the territory of 29 out of 64 provinces. CZ is of great significance in terms of socio-economic development, environmental protection and national security and defence. CZ has great potentials for development, however, it also encounters a lot of changes and challenges, and is heavily suffered from natural

conditions, particularly from climate change (C291 human activities (Per Bertilsson and Truong Quang Hoc, 2007; Truong Quang Hoc and Per Bertilsson, 2008).

There are also incidents at sea such as oil spills, chemical spills, red tides. The coastal zones are also environmentally affected by discharges from river basins. Untreated wastes, especially hazardous ones (heavy metals, pesticides) are directly discharged into rivers and finally to the sea. Across the coastal zones, there are over 100 estuaries.



Fig. 2. Increased natural calamities (floods, tsunami...) due to climate change

All climate change impacts are most visible in coastal zones.

Coastal zones will also be the landing place of the strongest hits of natural calamities, particularly typhoons, tsunamis, floods. Since 2006, the typhoon related damage in Vietnam has amounted to USD 1.2 billion.

Main impacts from sea level rising on coastal zones:

- Flooding; loss of residential space and production land (crop farming, aquatic farming, and salt production); chaos in traditional ecosystems.

- Increased intrusion of salinity; shrinkage of coastal wetland ecosystems, particularly mangrove forests, which

are the habitat of aquatic species and provide food for local people and at the same time serve as the protection wall.

- Infrastructures, particularly ports, industrial zones, transport works, will be strongly impacted, even up to the extent where renovation or removal is required.

- Sea level rising and increased temperature will strongly impact the coral reefs – the highly varied ecosystems that play an important role to nature and human life – which serve as the shield against erosion of shores and mangrove forests. Coral is very sensitive to ecological factors, particularly temperature and water quality. Just a several degree increase in temperature will cause massive death to it. About 30 countries have reported their risks of losing their coral resources.

g. CC impacts on the environment / national security

Climate change may impact the environmental security and national security in the following aspects:

- Shared water resources: Around two-thirds of Vietnam's water resources are from beyond the national boundary. The use of water upstream and the irrigational works and hydropower plants upstream of big rivers (Red river, Mekong river) (there are currently some 30 hydropower dams – Nguyen Dinh Hoe and Nguyen Ngoc Sinh, 2008, Fig. 3) will pose big challenge for water use and environmental protection. Climate change will reduce water resources while water demand by all countries is increasing and that may worsen conflicts among the countries with regard to shared water resources.

- Environmental/climate related migration (national and international) due to loss of residential space or diseases and poverty. It has been warned that climate migration is not just a socio-economic matter but may also be a political and even a warring issue (Nobber, 2007).

- Threatened ecological security due to the chaos of ecosystems and the invasion of foreign organisms and genetically modified organisms (Nguyen Dinh Hoc and Nguyen Ngoc Sinh, 2008)



Fig. 3. Hydropower plants along Red river and Mekong river

h. CC impacts on infrastructures

These include all construction works in all domains of life and sectors of the economy such as construction, energy, transport, industry, agriculture, tourism and services. A characteristic of those works is that they are often permanent and bearing direct and continuous impacts from climate and weather conditions and currently from the increasing climate change (Tran Viet Lien, 2007).

From a general perspective, climate change impacts on infrastructures fall into two groups, i.e. construction planning and engineering design.

- Construction planning: including not only planning of urban areas, rural areas, residential areas, industrial parks, but also transport works, irrigational works, healthcare works, educational works, tourism and service works. Construction planning is always made in accordance to spatial and climate conditions in each region and for specific types of works. Thus, climate change will have direct impacts on these plans, particularly in the context of sea level rising and increase natural calamities.

- Engineering design: Engineering design is always made in consideration of meteorological parameters, where wind bearing and temperature bearing are the most important for tropical countries like Vietnam.

Climate change, primarily increased temperature, climate abnormality and increase natural calamities, will

id impacts on the convenience, usefulness, bearing capacity, durability, safety of the works that were designed earlier when climate change was not considered.

Thus, it is essential to assess climate change impacts for each type of existing infrastructures in each local area in order to take appropriate adaptation measures.

The SEMLA Programme, MONRE, have recommended procedures for integrating environmental and climate change aspects in land use planning and strategic environmental assessment. That is the scientific and practical approach for ministries and sectors to adjust and develop their plans in an appropriate way, particularly when it comes to climate change.

CONCLUSION

"The most serious crisis ever confronting human civilization is this climate crisis" "We have spent thirty years to debate over the question of global warming. If we had taken action then, the price of the 30-year debate would have not been as high as it is. Time for debate is over now. We must not irresponsibly pass the matter on to the next generations to decide". "Climate change is causing environmental degradation on a global scale, which requests the world to take the fastest ever action"; "... the most fundamental matter now is that the world has to take immediate action without any further delay"

Climate change is a complex issue, which is of both immediate urgency and long term significance, with impacts on all domains ranging from natural to socio-economic and on a global scale. Climate change is in essence the matter of sustainable development. Thus, climate change adaptation must be addressed in an aligned national program/plan and in close cooperation with the global community so as to protect our common shelter – the Earth, on which the most valuable resource – human beings – is living.

REFERENCES

1. MONRE, 2007. Legal documents with regard to implementation of UNFCCC and KP in Vietnam.
2. MONRE, 2008. National Targeted Programme on Response to Climate Change (Draft).
3. Chaudhry, P. and Ruyschaert, G., 2007. Climate Change and Human Development in Vietnam.
4. Gore, Al, 2006. An Inconvenient True: The planetary emergency of global warming and what we can do about it. Rodale.
5. Vietnam Association for Conservation of Nature and Environment, 2008. Climate change and adaptation measures by Vietnam. Hanoi, 26-29/2/2008.
6. IPCC, 2007a. "Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: WGII: The Physical Science of Climate change", WGII:

- "Impacts, Adaptation & Vulnerability", WGIH.
"Mitigation of Climate Change".
7. IPCC, 2007b. Climate and Human Health Impacts.
 8. Ministry of Natural Resources and Environment, 2003. Vietnam Initial National Communication: Submitted to the United Nations Framework Convention on Climate change.
 9. Ministry of Natural Resources and Environment, 2004. Vietnam National Strategy Study on Clean Development Mechanism. Final report.
 10. The impact of sea level rise in developing countries – a comparative analysis, February 2007.
 11. Truong Quang Hoc, 2007a. Biodiversity and Climate Change – General issues. ISGE Newsletter, MONRE, Vol. 8, May, 2007.
 12. Truong Quang Hoc, 2007b. Climate change, biodiversity in relation with life and social development. Environnemental protection magazine, No. 96/ 5.2007.
 13. Truong Quang Hoc, Tran Duc Hinh, 2008. Climate change and disease vectors. The 6th National Conference of Entomology, Hanoi, 9-10/ 5/2008.
 14. Truong Quang Hoc, 2008: Climate change: Impacts and adaptation. People's security magazine (Special issue on Environmental Protection and Sustainable Development), No.5/ 2008.

VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY PUBLISHERS, HANOI
16 Hang Chuoi Street, Hai Ba Trung District, Hanoi, Vietnam
Tel.: 00-84-4-9714896; Fax: 00-84-4-9714899

Responsible for the Publication:

Director: Phung Quoc Bao
Editor in Chief: Nguyen Ba Thanh

Responsible for the content:

Department of Geotechnics
Hanoi University of Science
Vietnam National University, Hanoi

Technical Editors: Do Minh Duc
Y. Kuwahara
Jin Young Kim

Type Setting: Quang Hung
Cover Design: Quang Hung

CLIMATE CHANGE AND THE SUSTAINABILITY

Serial Number: 1K-64DH2008
Publication License nr. 1068 - 2008/CXB/01 - 177/DHQGHN issued on 25/11/2008
Publication Decision nr. 64 KH-TN/XB
Printed 130 exemplars at A4 by the VNU Printers and for
Copyright Deposit delivered in the 4th Quartal 2008.

**International Conference on
High Performance Scientific Computing**
**Modelling, Simulation and Optimization
of Complex Processes**

March 10–14, 2003

Hanoi, Vietnam

Hanoi Institute of Mathematics
Vietnam National Center for Natural Science and Technology

High Performance Scientific Computing (HPSC) is an interdisciplinary area that combines many fields such as mathematics, computer science and scientific and engineering applications. It is a key high-technology for competitiveness in industrialized countries as well as for speeding up development in emerging countries.

HPSC develops methods for computer aided simulation and optimization for systems and processes. In practical applications in industry and commerce, science and engineering, it helps to save resources, to avoid pollution, to reduce risks and costs, to improve product quality, to shorten development times or simply to operate systems better.

High performance in HPSC can mean highly efficient algorithms and software as well as high computing power of the hardware, e.g. parallel systems.

Topics

- mathematical modelling
- numerical simulation
- methods for optimization and control
- parallel computing: architectures, algorithms, tools and environment
- symbolic computing
- software development
- applications of scientific computing in
 - physics, mechanics, chemistry, and biology
 - environmental and hydrology problems
 - transport, logistics and site location
 - communication networks, production scheduling
 - industrial and commercial problems

Steering Committee

Hans Georg Bock (*Chair*, Heidelberg)
 Hoang Xuan Phu (Hanoi)
 Nguyen Thanh Son (Ho Chi Minh City)

Scientific Committee

Pham Ky Anh (Hanoi)
 Hans Georg Bock (*Chair*, Heidelberg)
 Martin Grötschel (Berlin)
 Karl-Heinz Hoffmann (Bonn)
 Willi Jäger (Heidelberg)
 Rolf Jeltsch (Zürich)
 Richard Longman (New York)
 Gunter Meyer (Atlanta)
 Tran Van Nhung (Hanoi)
 Bach Hung Khang (Hanoi)
 Ha Huy Khoai (Hanoi)
 Yakup Paker (London)
 Hoang Xuan Phu (Hanoi)
 Gerhard Reinelt (Heidelberg)
 Otto Richter (Braunschweig)
 Nguyen Khoa Son (Hanoi)
 Nguyen Thanh Son (*Co-chair*, Ho Chi Minh City)
 Hoang Tuy Tuy (Hanoi)
 Nguyen Dong Yen (Hanoi)

Organizing Committee

Phan Thanh An (Vinh)
 Nguyen Huu Cong (Hanoi)
 Nguyen Huu Dien (Hanoi)
 Qingping Guo (Wuhan)
 Duong Ngoc Hai (Hanoi)
 Tran Van Hoai (Ho Chi Minh City)
 Le Hai Khoi (Hanoi)
 Pham The Long (Hanoi)
 Hoang Duc Minh (Ho Chi Minh City)
 Hoang Xuan Phu (*Chair*, Hanoi)
 Ta Duy Phuong (Hanoi)
 Rolf Rannacher (*Co-chair*, Heidelberg)
 Johannes Schlöder (Heidelberg)
 Tran Hong Thai (Heidelberg)
 Michel Théra (Limoges)
 Phan Thi Tuoi (Ho Chi Minh City)
 Tran Duc Van (Hanoi)
 Gisbert Frhr. zu Putlitz (Ladenburg)

List of Contributions

| | |
|--|----|
| 1. T. T. Ai <i>Mathematica for Geophysical Field Separation</i> | 19 |
| 2. D. T. Anh <i>Constraint Retraction in Dynamic CSPs over Disjoint Real Intervals</i> | 20 |
| 3. A. S. Apartsyn, I. V. Karaulova and E. V. Markova <i>Nonclassical Volterra Equations of the First Kind and Their Applications</i> | 21 |
| 4. A. S. Apartsyn and S. V. Solodusha <i>On Modelling of Nonlinear Dynamical Systems by the Volterra Polynomial</i> | 22 |
| 5. U. M. Ascher <i>Computational Methods for Distributed Parameter Estimation with application to Inversion of 3D Electromagnetic Data</i> | 23 |
| 6. A. V. Avdeev, M. M. Lavrentiev and R. Spigler <i>Numerical Modelling of Coastal Profile Evolution: Direct and Inverse Problems</i> | 24 |
| 7. S. Bargavaraman and S. Kameswaran <i>Reduction of Air Traffic Congestion by Stochastic Optimization</i> | 25 |
| 8. F. Bartolozzi <i>Aseismic System with Magnetic Insulators</i> | 26 |
| 9. M. Bentele, M. Weismueller, and R. Eils <i>Large-scale Simulation of Signal Transduction in Cells using Hybrid Models</i> | 27 |
| 10. H. G. Bock, H. X. Phu, J. P. Schlöder, and T. H. Thai <i>Parameter Estimation for River Flows</i> | 28 |
| 11. V. P. Bulatov <i>A Global Optimization Method Based on Necessary Optimity Conditions</i> | 29 |
| 12. E. Burman, A. Ern, and V. Giovangigli <i>Investigating Detailed Chemistry Bunsen Flames with Adaptive Finite Element Methods</i> | 30 |
| 13. T. H. Cao, T. H. D. Nguyen, and T. C. T. Qui <i>Searching the Web: a Semantics-Based Approach</i> | 31 |
| 14. T. H. Cao, L. T. Sach, L. T. Son, and L. N. Thang <i>An Object-Oriented Approach to Specification and Composition of Web Services</i> | 32 |
| 15. Z. Chen and H. Wu <i>A Posteriori Error Analysis and Adaptive Computation for Wave Scattering by Periodic Structures</i> | 33 |

| | |
|--|----|
| <i>Conference on High Performance Scientific Computing</i> | 9 |
| | |
| 16. J. C. Chen, P. F. Chang, B. B. Chen, C. S. Chen, and C. W. Chen <i>Application of Vehicle Routing Problem with Hard Time Window Constraints</i> | 34 |
| 17. C. W. Chen, J. C. Chen, Y. C. Fan, and C. J. Sun <i>Finite Capacity Requirements Planning with Capability for Multiple Wafer Fabs</i> | 35 |
| 18. J. C. Chen, R. D. Dai, C. J. Sun, and C. W. Chen <i>A Systematic Procedure for the Facility Design of Semiconductor Fabrication</i> | 36 |
| 19. F. L. Chernousko <i>Modelling of Snake-like Locomotions</i> | 37 |
| 20. F. L. Chernousko <i>Simulation and Optimization of Crawling Robots</i> | 38 |
| 21. D. H. Chung and D. Eppel <i>Comparison of Two Sediment Transport Formulae Used in TRIM3D</i> | 39 |
| 22. P. L. Combettes <i>Parallel Decomposition Methods for Large-Scale Constrained Variational Problems</i> | 40 |
| 23. M. A. Dehghan and A. A. Hemmat <i>Symetric Frames</i> | 41 |
| 24. N. N. Duc, T. N. M. Cong, and N.T. Bich <i>Some Improvements on Dexter Model</i> | 42 |
| 25. D. M. Duc <i>Numerical Simulation for Slope Stability Analysis and Prediction of Landslides in Bac Kan Province, Northeast Vietnam</i> | 43 |
| 26. L. Dumas and O. Durand <i>Optimization of Optical Communication Systems by means of Genetic Algorithms</i> | 44 |
| 27. A. Eisenblätter, Th. Koch and A. Martin <i>Balancing Cost Versus Quality in UMTS Radio Access Networks</i> | 45 |
| 28. S. Engell, A. Märkert, G. Sand, and R. Schultz <i>Applied Stochastic Integer Programming: Scheduling in the Processing Industries</i> | 46 |
| 29. B. V. Ga <i>An Integral Model for Calculation of LPG Jet Development in Combustion Cham- ber of Spark Ignition Engine</i> | 47 |
| 30. D. V. Giang and Y. Lenbury <i>Nonlinear Delay Differential Equations involving Population Growth</i> | 48 |
| 31. S. K. Gnanendran and R. P. Sundarraaj <i>Alternative Decompositions of Structured Linear Programs: Parallelization and Implications for Model Management</i> | 49 |

| | |
|---|----|
| 32. N. Gojoho and T. Nodera <i>ML(k)BiCGSTAB Algorithm with Adaptive Determination of k for Solving Sparse Linear Systems</i> | 50 |
| 33. A. Griewank and O. Vogel <i>Simulation and Optimization of Hypoid Bevel Gears – A Case Study in Modeling Using High Derivatives</i> | 51 |
| 34. M. Grötschel <i>Using Polynomial Inequalities in Combinatorial Optimization</i> | 52 |
| 35. G. Hager, E. Jeckelmann, H. Fehske, and G. Wellein <i>Parallelization Strategies for Density Matrix Renormalization Group algorithms on Shared-Memory Systems</i> | 53 |
| 36. D. N. Hai and N. T. Duc <i>Application of K-ε Model for Three Dimensional Simulation of Wind Field . . .</i> | 54 |
| 37. N. H. Hai, N. V. Thai, and P. D. Thang <i>Numerical Simulation of Solidification Processes. Application for Aluminum Vertical Continuous Castings</i> | 55 |
| 38. D. N. Hai and N. V. Tuan <i>Water Hammer Phenomena and Interaction Waves In the Mixture of Liquid with Vapour Bubbles</i> | 56 |
| 39. T. V. Hao and N. H. Thong <i>A Method for Optimization Based on Dominant Probability</i> | 57 |
| 40. A. A. Hemmat and M. A. Delghan <i>Relation between Discretization Associated to Generalized Frames and their Duals</i> | 58 |
| 41. M. Hinze <i>Real Time Control of PDE Systems</i> | 59 |
| 42. V. T. Hoa and N. T. T. Nhan <i>Model of the Decision - Making on Projet Alternatives in National and Regional Development Planning</i> | 60 |
| 43. T. V. Hoai, G. Reinelt, and H. G. Bock <i>Advanced Techniques in the Column Generation Method for Crew Pairing Problems</i> | 61 |
| 44. T. X. Hoang, F. Seno, J. R. Banavar, M. Cieplak, and A. Maritan <i>Assembly of Protein Tertiary Structures From Secondary Structures Using Optimized Potentials</i> | 62 |
| 45. N. V. Hong, P. K. Hung, H. V. Hue, N. H. Hung, P. N. Nguyen, and L. V. Vinh <i>Computer Simulation of Diffusion in Amorphous Material</i> | 63 |

| | |
|--|----|
| <i>Conference on High Performance Scientific Computing</i> | 11 |
| 46. J. Hong <i>The Multi-Symplecticity of Partitioned Runge-Kutta Methods for Hamiltonian Partial Differential Equations</i> | 64 |
| 47. P. K. Hung, N. H. Duc, L. K. Hoang, N. H. Hung, N. Q. Long, and L. V. Vinh <i>The Study of Microstructure of Large Amorphous Iron Models</i> | 65 |
| 48. N. T. Hung <i>A Two - Stage, High - Accuracy, Finite Element Technique of The Two Dimensional Horizontal Flow Model</i> | 66 |
| 49. T. Ikeda, M. Nagayama, and H. Ikeda <i>Helical Waves arising in Some Reaction-Diffusion Systems</i> | 67 |
| 50. O. Ippisch <i>Simulation of Coupled Transport Processes in Natural Porous Media</i> | 68 |
| 51. R. Jeltsch <i>An Explicit Divergence-Free Upwindig Method for The MHD-equations</i> | 69 |
| 52. P. Kaps, W. Nachbauer and M. Mössner <i>Simulation in Alpine Skiing</i> | 70 |
| 53. D. T. Khanh, K. Josef, and W. Roland <i>An Efficient Approach to Vague Joins in The Vague Query System</i> | 71 |
| 54. S. Körkel, E. Kostina, H. G. Bock, and J. P. Schlöder <i>Numerical Methods and Software for Nonlinear Optimum Experimental Design Problems</i> | 72 |
| 55. E. Kostina <i>Robust Parameter Estimation in Systems of Differential Equations</i> | 73 |
| 56. D. Kröner <i>Divergence Cleaning and Absorbing Boundary Conditions for The MHD Equations</i> 74 | |
| 57. G. Lienhart <i>Implementing Hydrodynamic N-Body Codes on Reconfigurable Computing Platforms</i> | 75 |
| 58. V. L. Nguyen <i>Electron Transport in Nano-structures: Computer Simulation</i> | 76 |
| 59. P. T. K. Loan and B. V. Ga <i>Numerical Simulation of Flow in a Francis Turbine at Nominal and Off-design Operating Conditions</i> | 77 |
| 60. P. T. Long and N. T. Hai <i>On The Class of Linear Optimal Control Problems with Pulse Controls</i> | 78 |

61. **R. W. Longman and B. Panomruttanarug**
On the Use of a Noncausal FIR Model of the Plant Inverse as a Compensator in Learning and Repetitive Control 79
62. **I. Lukman, N. A. Ibrahim, M. N. Hassan, M. N. Sulaiman, M. Awang, and J. Othman**
Data Mining for Risks Assessment of Air Pollution 80
63. **A. Martin**
Mixed Integer Models for The Optimization of Gas Networks 81
64. **L. Mei and C. A. Thole**
Clustering Algorithms for Parallel Car-Crash Simulation Analysis 82
65. **E. T. Meinköhn**
A General-Purpose Finite Element Method for 3D Line Transfer Problems with Application on Galaxies in the Early Universe 83
66. **E. Meinköhn and R. Wehrse**
The Modelling of Spectral Lines From Star Forming Regions 84
67. **H. Miloshevich and A. D. Rychkov**
Numerical Modeling of the Dispersal Process and Movement of The Particle Cloud 85
68. **D. L. Minh**
The Acceptance-Transformation Method to Generate Random Variates 86
69. **H. D. Minh, H. G. Bock, H. X. Phu, and J. P. Schlöder**
Calculating Consistent Initial Values for Structurally Singular Differential-Algebraic Equation Systems 87
70. **B. Mohammadi**
Recursive Global Minimization for Shape Optimization 88
71. **K. D. Mombaur, H. G. Bock, J. P. Schlöder, and R. W. Longman**
Open-loop Stable Control of Periodic Multibody Systems 89
72. **M. Nagayama, S. Nakata, S.-I. Ei, and M. Mimura**
Numerical understanding of spot dynamics arising in a mathematical model of camphor motion 90
73. **H. V. Nguyen, H. T. Diep, D. L. Nguyen, and V. Lien Nguyen**
Magnetic Properties of Exchange-biased Three-layer Films 91
74. **T.-A. Nguyen and P. Kuonen**
Integrating Requirement-Driven Parallel Objects into an Object-Oriented Programming Language for High Performance Computing 92

| | |
|--|-----|
| <i>Conference on High Performance Scientific Computing</i> | 13 |
| | |
| 75. S. J. Oh and R. W. Longman <i>Higher Order Repetitive Control</i> | 93 |
| 76. M. R. Osborne <i>An Approach to Parameter Estimation and Model Selection in Differential Equations</i> | 94 |
| 77. V. L. H. Phuoc and L. T. Cang <i>Influence of Wave Motion in Mangrove Forest</i> | 95 |
| 78. L. D. Quang <i>Model and Progame for Calculation of Input Parameters of the Propagation of Dusts in Atmosphere</i> | 96 |
| 79. N. V. Quyet <i>A New Method of Computing the Fatigue Safety Ratio of Machine Components</i> | 97 |
| 80. M. Rabbani, R. Tavakkoli-Moghaddam, and A. A. Zamani <i>Two-dimensional Replacement-repair Warranty Policy</i> | 98 |
| 81. R. Rabenseifner and G. Wellein <i>Comparison of Parallel Programming Models on Clusters of SMP Nodes</i> | 99 |
| 82. R. Rannacher <i>Adaptive FEM for Nonlinear Problems</i> | 100 |
| 83. O. Richter <i>Modelling Spatial Spread of Genetic Information via Pollen Dispersal: Coupling of Population Dynamics and Genetics</i> | 101 |
| 84. A. R. Saleh <i>Simulating Soil Erosion in a Warm, Humid Climate</i> | 102 |
| 85. V. Schulz and S. Hazra <i>Parameter Identification in Flow Problems</i> | 103 |
| 86. R. Schultz <i>Mean-Risk Models in Stochastic Integer Programming</i> | 104 |
| 87. H. Schwetlick <i>Newton-Type Methods for Nonlinear Least Squares Using Restricted Second Order Derivative Information</i> | 105 |
| 88. Z. Shesheng <i>Hybrid Algorithm to Simulate Dissipative Quantum Dynamics in Chemical Physics</i> | 106 |
| 89. M. Silly and T. Garcia <i>Scheduling and Fault-Tolerance with Free Open-Source Components for Real-Time Applications</i> | 107 |

90. **N. T. Son, T. N. H. Huy, and N. A. Kiet**
Balance Algorithm - a New Approach to Solving the Mapping Problem on Heterogeneous Systems 108
91. **G. Stadler**
Semi-smooth Newton and Augmented Lagrangian Methods for a Simplified Friction Problem 109
92. **O. Stein**
A Numerical Method for Optimal Error Estimates in BVPs and Robust Optimization 110
93. **M. C. Steinbach**
Nonlinear Optimization in Gas Networks 111
94. **V. Sundararajan and R. Eils**
A Step by Step Evolution of Protein Structures 112
95. **N. X. Tan**
An Algorithm for Solving Quasi-optimization Problems 113
96. **R. Tavakkoli-Moghaddam, M. Rabbani, and H. R. Ghorbanzade-Karimi**
Solving Traveling Salesman Problem by Using Hybrid Ant Colony Optimization (ACO) and Genetic Algorithms (GAs) 114
97. **B. H. Thang**
Pre-Evaluating in the Best First Search Algorithm for University Academic Class Scheduling 115
98. **N. D. Thuan**
Update Algorithm in Temporal Database 116
99. **N. V. Thuong**
Optimizing Quadratic Functions over the Vertex-set of an Hypercube 117
100. **A. Toumi, A. Schwenk, and S. Engell**
A Software Package for the Optimal Operation of Continuous Moving Bed Chromatographic Processes 118
101. **H.-L. Truong and T. Fahringer**
On Utilizing Experiment Data Repository for Performance Analysis of Parallel Applications 119
102. **V. K. Tuan**
Numerical Inverse Laplace Transform 120
103. **H. Tuy**
Partly Convex and Convex-Monotonic Optimization Problems 121
104. **V. A. Udalov, N. M. Ivanov, N. L. Sokolov, and V. U. Pazdnikov**
Some Peculiarities of Operative "Okean-O" Control 122

Conference on High Performance Scientific Computing

15

105. H. Umeo, K. Michisaka, and N. Kamikawa
Efficient Synchronization Algorithms for 1-Bit Inter-cell Communication Cellular Automata 123
106. N. T. T. Van
A New Approach to the Simulation of Flash Floods in Tropical Humid Monsoon Catchments 124
107. B. Vexler
Adaptive Finite Elements for Output-oriented Parameter Identification Problems 125
108. C. Vo, A. Takeda, K. Fujisawa, and M. Kojima
Implementation of the Branch-and-bound Method for Non-convex Quadratic Optimization Problems Using the Successive Convex Relaxation 126
109. L. V. Vinh, N. X. Sang, N. T. Nhan, D. H. N. Anh,
 L.V. Huy, and P. K. Hung
The Comparison between Numerical and Analytical Method for the Calculation of Ground State Energy of Quantum Wells 127
110. D. Wang, M. Pham, and C. T. Pham
Simulation Study of Vehicle Platooning Maneuvers with Full-State Tracking Control 128
111. H. M. Wee, J. Yu, and C. H. Chou
Scientific Modeling for Two-echelon Deteriorating Inventory System in a Supply Chain 129
112. K. Xu and H. Z. Tang
Gas-kinetic Scheme for Ideal Magnetohydrodynamics 130
113. H. C. Yee and B. Sjögren
The $\mathbf{B} = 0$ Constraint vs. Minimization of Numerical Errors in MHD Simulations 131
114. J. Yu, J.-M. Chen and H. M. Wee
A Modeling of Multi-echelon Suppliers Chain for Deteriorating Items 132

Parameter Estimation for River Flows

H. G. Bock¹, H. X. Phu², J. P. Schlöder¹, and T. H. Thai¹

Abstract: Flows in open channels can be modeled by using the Saint-Venant equation under the assumptions: the pressure in the water obeys the hydrostatic pressure law, the bed slope is small, the effects of friction and turbulence can be characterized by a friction slope, and the course of a river should be straight enough to be transformed into a straight line. For a large river, some of those requirements cannot be satisfied, especially if the system has confluent (bifurcation) nodes. Hence, we have to divide the considered river system into a large number of sections so that the above assumptions can be considered as fulfilled, consequently, the Saint-Venant equation can be applied to each of them. We have to solve the two following problems:

- Estimating unknown parameters for river systems. Every above mentioned section has local geometrical and hydraulic parameters. Hence, the number of parameters for the whole system is very large, thus manual parameter estimation, as often done by hydrologists, does not work effectively anymore. To avoid this problem and to come up with accurate parameter values, we estimate these parameters by solving a corresponding least squares problem. This high dimensional nonlinear constrained optimization problem is solved by applying the special reduced Gauss-Newton method implemented in the software packages PARFIT and FIXFIT.
- Solving a system of Saint-Venant equations for the fixed parameters. We discretize this system of PDEs in space by using the method of lines to obtain a large time dependent system of ODEs connected by algebraic constraints, which is solved by the BDF method implemented in the solver DAESOL.

Some computational results of parameter estimation for the Red river are presented as concrete examples. These show that the software packages PARFIT, FIXFIT, and the solver DAESOL developed at the IWR (University of Heidelberg) are stable, efficient and robust tools for modeling and parameter estimation.

¹ Interdisciplinary Center for Scientific Computing, University of Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 368, 69120 Heidelberg, Germany
bock@iwr.uni-heidelberg.de, schloeder@iwr.uni-heidelberg.de, thai@iwr.uni-heidelberg.de

² Institute of Mathematics, National Center for Sciences and Technology
P.O. Box 631 - Bo Ho, Hanoi, Vietnam
hxphu@thevinh.ac.vn

1307

Hans Georg Bock Hoang Xuan Phu Nguyen Thanh Son (Eds.)

**School on Scientific Computing
and Applications**
Proceedings

March 4-6, 2002
Ho Chi Minh City University of Technology



1308
Organization

Organizers

Department of Information Technology (HCMC University of Technology)
Hanoi Institute of Mathematics (National Center for Science & Technology)
Interdisciplinary Center for Scientific Computing (University of Heidelberg)

Scientific Committee

N. H. Anh (HCMC University of Natural Science)
H. G. Bock (Chair, University of Heidelberg)
N. L. Dung (HCMC University of Technology)
G. Feichtinger (Vienna University of Technology)
J. Kueng (University of Linz)
P. T. Long (Le Qui Don University, Hanoi)
T. Ludwig (University of Heidelberg)
Y. Paker (University of London)
H. X. Phu (Hanoi Institute of Mathematics)
G. Reinelt (University of Heidelberg)
J. Schloeder (University of Heidelberg)
N. T. Son (HCMC University of Technology)
P. T. Tuoi (HCMC University of Technology)

Organizing Committee

P. T. Binh (HCMC University of Technology)
H. G. Bock (University of Heidelberg)
N. H. Dien (Hanoi Institute of Mathematics)
T. V. Hoai (University of Heidelberg)
H. D. Minh (University of Heidelberg)
L. N. Minh (HCMC University of Technology)
H. X. Phu (Co-Chair, Hanoi Institute of Mathematics)
N. T. Son (Chair, HCMC University of Technology)
N. D. Yen (Hanoi Institute of Mathematics)

Sponsors

- Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)
- Gottlieb Daimler- und Karl Benz-Stiftung
- Hanoi Institute of Mathematics, Vietnam NCST
- Project "Some Selected Problems of Optimization and Scientific Computing"
- Viet Nam National University – Ho Chi Minh City

Technical Program

Monday, March 4

08:00-08:30 Registration

Morning Session:

Chair: N.T. Son

08:30-09:00 Opening Ceremony

09:00-09:30 Coffee Break

09:30-11:00 *Parallel Computing Architectures and Algorithms*
Y. Paker

11:00-11:15 Coffee Break

11:15-12:45 *Parallel Computing Architectures and Algorithms (continued)*
Y. Paker

Afternoon Session:

Chair: Y. Paker

14:30-16:00 *Load Balancing in Parallel Systems*
T. Ludwig

16:00-16:15 Coffee Break

16:15-17:45 *Parallel Input/Output*
T. Ludwig

Tuesday, March 5

Morning Session:

Chair: G. Reinelt

08:30-10:00 *Vague Queries in Data Bases*
J. Küng

10:00-10:15 Coffee Break

10:15-11:45 *Vague Queries in Data Bases (continued)*
J. Küng

11:45-12:00 Coffee Break

12:00-12:30 *Modelling and Parameter Estimation for River Flows*
H.G. Bock, H.X. Phu, J.P. Schlöder and T.H. Thai

Afternoon Session (position papers):

Chair: D.T. Anh

- 14:30-15:00 *Computing a Logical Form for Natural Language in the Parsing Process*
P.T. Tuoi
- 15:00-15:30 *Applications of Mobile Agents*
T.H. Nhi and L.D. Duy
- 15:30-16:00 *Applying Unicode for Vietnamese Software in Windows NT and Windows 9X*
L.T. Anh
- 16:00-16:15 Coffee Break
- 16:15-16:45 *The Advanced Encryption Standard and some of its Applications in Information Security Systems*
D.A. Duc, T.M. Triet and L.H. Co
- 16:45-17:15 *A Comparison of some Software Development Techniques and Tools*
D.A. Duc et al.
- 17:15-17:45 *The Visualization Toolkit and some of its Applications*
D.A. Duc, T.M. Triet and L.H. Co

Wednesday, March 6Morning Session:

Chair: T. Ludwig

- 08:30-09:30 *Real Time Optimization and Nonlinear Model Predictive Control for Large DAE Models*
H.G. Bock
- 09:30-09:45 Coffee Break
- 09:45-10:45 *Dynamic Optimization in Economics and Management Science*
G. Feichtinger
- 10:45-11:00 Coffee Break
- 11:00-11:30 *Minimizing the Waiting Time during Debugging Long-Running Parallel Programs*
T. Nam
- 11:30-12:00 *Building Graphs for Mapping and Debugging Parallel Applications*
H.Q. Thuan and N.T. Son
- 12:00-12:30 *BKMPI - A Thread-Compliant MPI Parallel Programming Environment*
N.D. Kathy, L.H. Phi, N.T. Son and H.Q. Thuan
- 12:30-13:00 *A New Approach to Parallel Application Development Using VEPAD*
V.L. Hung and N.T. Son

Afternoon Session:

Chair: T.H. Cao

- 14:30-15:00 *Some Computing Procedures in Fuzzy Systems*
B.C. Cuong
- 15:00-15:30 *A Statistical Method for Recognizing and Correcting Context-Sensitive
Vietnamese Spelling Errors*
Q.T. Tho
- 15:30-16:00 *Vietnamese Word Segmentation using Corpus and Statistical Models*
T.N. Tuan
- 16:00-16:15 Coffee Break
- 16:15-16:45 *A Multi-Strategy Approach in University Examination Scheduling*
N.H. Hai and D.T. Anh
- 16:45-17:15 *Probabilistic and Fuzzy Object-Oriented Modelling and Programming in
FRIL++*
T.H. Cao

Table of Contents

| | |
|---|-----|
| <i>Parallel Computing Architectures and Algorithms</i> | 1 |
| Y. Paker | |
| <i>Load Balancing in Parallel Systems</i> | 2 |
| T. Ludwig | |
| <i>Parallel Input/Output</i> | 20 |
| T. Ludwig | |
| <i>Vague Queries in Data Bases</i> | 37 |
| J. Küng | |
| <i>Modelling and Parameter Estimation for River Flows</i> | 39 |
| H.G. Bock, H.X. Phu, J.P. Schlöder and T.H. Thai | |
| <i>Real Time Optimization and Nonlinear Model Predictive Control for Large DAE Models</i> | 57 |
| H.G. Bock | |
| <i>Dynamic Optimization in Economics and Management Science</i> | 78 |
| G. Feichtinger | |
| <i>Minimizing the Waiting Time during Debugging Long-Running Parallel Programs</i> | 79 |
| T. Nam | |
| <i>Building Graphs for Mapping and Debugging Parallel Applications</i> | 89 |
| H.Q. Thuan and N.T. Son | |
| <i>A Thread-Compliant MPI Parallel Programming Environment</i> | 98 |
| N.D. Kathy, L.H. Phi, N.T. Son and H.Q. Thuan | |
| <i>A New Approach to Parallel Application Development Using VEPAD</i> | 108 |
| V.L. Hung and N.T. Son | |
| <i>Some Computing Procedures in Fuzzy Systems</i> | 117 |
| B.C. Cuong | |
| <i>A Statistical Method for Recognizing and Correcting Context-Sensitive Vietnamese Spelling Errors</i> | 128 |
| Q.T. Tho | |
| <i>Vietnamese Word Segmentation using Corpus and Statistical Models</i> | 135 |
| T.N. Tuan | |
| <i>A Multi-Strategy Approach in University Examination Scheduling</i> | 141 |
| N.H. Hai and D.T. Anh | |
| <i>Probabilistic and Fuzzy Object-Oriented Modelling and Programming in FRIL++</i> | 151 |
| T.H. Cao | |

Modelling and Parameter Estimation for River Flows

H. G. Bock¹, H. X. Phu², J. P. Schlöder¹, and T. H. Thai¹

Abstract: In this paper, the authors will outline the numerical methods applied to solve two problems:

- Modelling of river flows: the process in open channel flows is modeled using Saint-Venant equations which consist of two first order hyperbolic partial differential equations. We can lead this PDE system to a large differential algebraic equation system by using the method of lines.
- Parameter estimation: the modelling problem requires many hydraulic and geometrical parameters. Because the river system is very large, in practice, it is not possible or too expensive to measure some of those parameters, e.g. friction coefficient c_n , channel width B , channel slope-bed S_0 , water lateral in flow q , ... In order to avoid this problem, we propose to estimate the unknown parameters of the river system numerically using experimental data of water level $h(t, x)$, water discharge $Q(t, x)$ measured in previous time. This leads to a high dimensional nonlinear constrained parameter estimation problem. To solve them a special reduced Gauss-Newton method is applied.

Finally, some numerical results of simulation and parameter estimation applied for the channels of Red River system are presented.

¹ Interdisciplinary Center for Scientific Computing, University of Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 368, 69120 Heidelberg, Germany
thai@iwr.uni-heidelberg.de

² Department of Numerical Analysis and Scientific Computing
Institute of Mathematics, National Center for Sciences and Technology
P. O. Box 631 - Bo Ho, Hanoi, Vietnam
hxphu@thevinh.ntsc.ac.vn

1 Modelling

1.1 Saint-Venant Equations

In nature, water flow of the river is unstationary, i.e. it varies in time and space, and has free surface. The basic flow equations mathematically describing unsteady river flow are the continuity equation, derived from the principle of conservation of mass, and the momentum equation from Newton's second law, the principle of conservation of linear momentum. J.-C. Barre de Saint-Venant [Saint1] derived those equations more than a century ago, long before the techniques to solve them became available. In this paper, we will show those equations without their derivation which is recalled by e.g. Chow [Chol], Maniak [Man], and Stoker [Stol].

Continuity Equation

In the one-dimensional case the mass conservation equation is as follows

$$\frac{\partial A}{\partial t} = -\frac{\partial Q}{\partial x} + q. \quad (1)$$

Momentum Equation

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) - Ag h_x + Ag(S_0 - S_f) - qv, \quad (2)$$

where $A(x, t)$ [m^2] is the cross-section area, $Q(x, t)$ [$m^3 s^{-1}$] is the flow discharge, $q(x, t)$ [$m^2 s^{-1}$] is the lateral in- or outflow per unit length, x [m], t [s] are the space and the time variables: $t \geq 0$, $x_0 \leq x \leq x_1$, h , and h_x are respectively water level and its derivative with respect to x , v [ms^{-1}] is the flow velocity, S_0 , S_f are the bottom slope and the friction slope.

The above equation system (1) - (2) can be used to describe the river flows under the additional assumptions:

- the pressure distribution is hydrostatic,
- the slope of the river bed is small,
- the effects of friction and turbulence can be modelled by a friction slope S_f .

Equations (1) and (2) are not in a readily useful form for us, because in practical application the state variables that we need are water discharge Q , and water level h , so first task is to rearrange them.

The cross-sectional area A is a function of h so we can rewrite equations (1) and (2) using h instead of A :

$$h_t = -\frac{Q_x}{h_A} + \frac{q}{h_A} \quad (3)$$

$$Q_t = -2\frac{Q}{A} \cdot Q_x + \left(\left(\frac{Q}{A} \right)^2 - Ag h_A \right) A_h h_x + Ag(S_f - S_0) - qv, \quad (4)$$

where h_A is the partial derivative of h with respect to A

Remark 1.1: By using different form of the river cross-section $A(x, t)$ we can obtain different special cases of the Saint-Venant equations. In Table 1, the geometric functions for some standard cross sections A are shown.

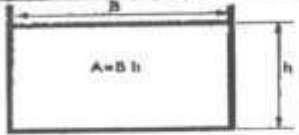
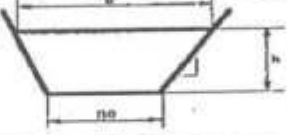
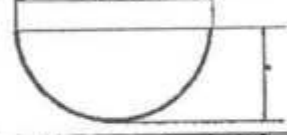
| Section | Rectangle | Trapezoid | Parabolic |
|-----------------|---|--|---|
| |  |  |  |
| Area A | Bh | $(B_0 + \alpha h)h$ | $2\sqrt{\frac{h}{a}}h_x - \frac{2}{3}\left(\sqrt{\frac{h}{a}}\right)^3 a_x$ |
| Wet. per. P | $B + 2h$ | $B_0 + 2h\sqrt{1 + \alpha^2}$ | $\frac{1}{4a}\left(\frac{2}{\cos^2(\beta)} + \ln\frac{1+\sin(\beta)}{1-\sin(\beta)}\right)$ |
| Hyd. radius R | $\frac{Bh}{B+2h}$ | $\frac{(B_0+\alpha h)h}{B_0+2h}$ | $\frac{A}{P}$ |
| h_A | $\frac{1}{B}$ | $\frac{1}{B_0+2\alpha y}$ | $2\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{h}}$ |

Table 1: Geometric functions for channel elements

In Table 1, β denotes an upper bound of integration interval, and is defined by $\beta = \arctan(2\sqrt{ah})$.

Friction slope

The friction slope S_f represents the effects of friction and turbulence. It can be approximated by the empirical formula (Manning Strickler formula)

$$S_f = \frac{C_n^2 |v|v}{R^{\frac{4}{3}}}, \quad (5)$$

where C_n is the Manning coefficient and depends on the soil condition of the river bed.

1.2 Boundary and Initial Conditions

The solution of an unsteady river flow problem depends on the initial and boundary conditions imposed on the river flow. In other words, when using the Saint-Venant equations to model river flow, two initial conditions and two boundary conditions must be specified in order to obtain a unique solution that describes the flow.

Initial conditions

The initial conditions specify the flow conditions at the initial time ($t = 0$) of computation of unsteady flow. The two initial conditions for the Saint-Venant equations are the velocity $v(x, 0)$, or discharge $Q(x, 0)$, paired with the area, $A(x, 0)$, or water level $h(x, 0)$,

specified for the entire channel length at the initial time $t = 0$.

Boundary conditions

Mathematically, the Saint-Venant equations are a pair of first order partial differential equations of hyperbolic type whose characteristics are defined by:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \sqrt{gy} + v \\ \frac{dx}{dt} &= -\sqrt{gy} + v\end{aligned}$$

where \sqrt{gy} is the so-called wave speed and denoted by C .

In our case we always have: $|v| < C$ (subcritical flow). It means that we need one left and one right boundary conditions to have the unique solution of the Saint-Venant equations.

1.3 Channel Junctions

It is important to have a good model for the junction of two channels in order to connect several single channels to a river network. In Figure 1, the basic notations of two joint river channels are shown: the channels 1 and 2 join to channel 3 at the location \bar{x} . x_1 , x_2 , x_3 are respectively the locations of the beginning points of the channels 1 and 2, and the last point of the channel 3.

The precise hydraulic description of the flow at channel junctions is rather complicated and difficult because of the high degree of flow mixing, separation, turbulence, and energy loss... We assume that the energy losses are neglected, and the junction is point-type, then the conditions for the water flow at the joint point are:

$$Q_1(\bar{x}, t) + Q_2(\bar{x}, t) = Q_3(\bar{x}, t) \quad (6)$$

$$h_1(\bar{x}, t) = h_3(\bar{x}, t) \quad (7)$$

$$h_2(\bar{x}, t) = h_3(\bar{x}, t) \quad (8)$$

1.4 Numerical Method for Saint-Venant Equations

The equation system (3) – (4) is an implicit PDE system, and there are many methods to solve them, e.g. method of lines, finite element, finite volumes...

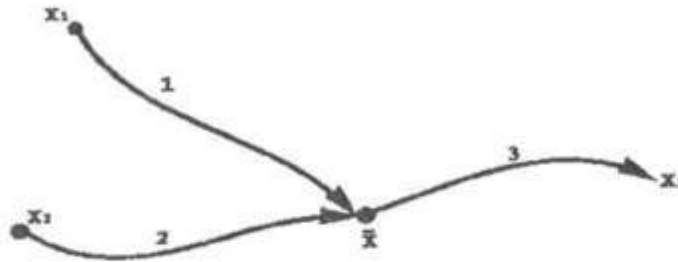


Figure 1: Junction of two river channel

In this paper the method of lines (MOLs) introduced by Schiesser [Schi] will be considered. The main idea of this method is:

- *Step 1:* using the MOLs to transform the system PDE to a system of Ordinary Differential Equations (ODEs).
- *Step 2:* Solving the ODEs (in this project we will use BDF method implemented in the solver DAESOL by I. Bauer [BauBoc] to solve the system ODEs).

Spatial discretization

The considered PDE system can be rewritten in general vector form as follows

$$u_t = F(t, x, u, u_x) \quad (9)$$

where

$$\begin{aligned} t_0 \leq t \leq t_f, & \quad x_0 \leq x \leq x_f, \\ u &= (h, Q)^t, \\ u_t &= \left(\frac{\partial h}{\partial t}, \frac{\partial Q}{\partial t} \right), \\ u_x &= \left(\frac{\partial h}{\partial x}, \frac{\partial Q}{\partial x} \right), \\ F &= (F_1, F_2)^t. \end{aligned}$$

We need one left ($Q(x_f, t)$, or $h(x_f, t)$), and one right ($Q(x_0, t)$, or $h(x_0, t)$) boundary condition.

The initial boundary condition $u(x, t_0)$ must be consistent with the boundary conditions.

In our approach the public domain spatial differentiation routines of order two, and order four introduced by Schiesser [Schi] are applied.

Example Second order scheme:

Let $u(x_i, t) = u_i$ and $\Delta x = x_{i+1} - x_i$, then $x_i = x_0 + i\Delta x$, where $i = 1, 2, \dots, n$

To approximate the partial derivative u_x from the two values of dependent variable u_{i-1}, u_{i+1} , we can apply the second order finite differences

$$u_x(1) = \frac{1}{2\Delta x}(-3u_1 + 4u_2 - u_3), \quad (1)$$

$$u_x(i) = \frac{1}{2\Delta x}(-u_{i-1} + u_{i+1}), \quad i = 1, 2, \dots, n-1 \quad (1)$$

$$u_x(n) = \frac{1}{2\Delta x}(u_{n-1} - 4u_n + 3u_{n+1}), \quad (1)$$

and substitute this into (9) gives an implicit ODE-system of dimension $2(n+1)$:

$$\frac{dy}{dt} = \bar{F}(x_0, \dots, x_n, t, y) \quad (13)$$

This ODE system is stiff [SteRen], can be solved by BDF method, which is e.g. implemented by Bauer [BauBoc] in solver DAESOL.

1.5 Numerical Results of Mathematical Modelling for the Channels of the Red River

Figure 2 shows the Red River network.

In Table 2, the notations for all single channels of the Red River system are shown.

| river | from | to | channel 's number |
|--------------|----------|----------|-------------------|
| Da River | Hoa Binh | trung Ha | 1 |
| Yenbai River | Yen Bai | Trung Ha | 2 |
| Red River | Trung Ha | SonTay | 3 |
| Lo River | Phu Ninh | Son tay | 4 |
| Red River | Son Tay | Hanoi | 5 |
| | Ben Ho | Hanoi | 6 |
| Red River | Hanoi | Hung Yen | 7 |

Table 2: Notations for river channels of Red river system

Note: these channel numbers are only valid in this paper, as in practice there are other numbers of channels for the completed river system in Vietnam which is very large.

In this section some results of simulation for some single river channels, and for some joint river channels are presented. But this simulation is only preliminary, as some parameters (river bed- slope, coefficient Manning-Strickler, ...) are approximately chosen. For the final solution of simulation for the Red River system, we have to do parameters estimation which will be discussed in the next chapter.

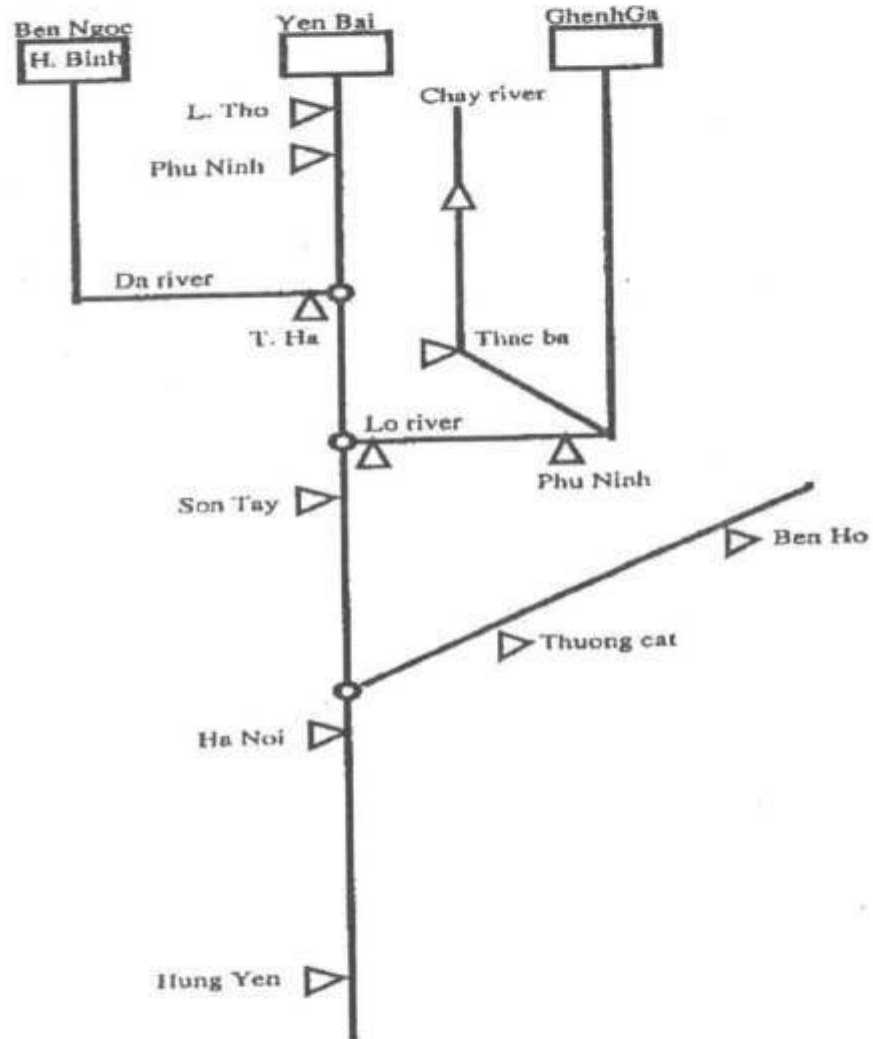


Figure 2: The Red River network

Modelling of the river flow in the channel 1

In Table 3, the hydraulic and geometrical characteristics for the channel 1 (from gauging station Hoa binh to gauging station Trung Ha) are shown.

| No | Notations | unit | value |
|----|---------------------------|-----------------|--------------------|
| 1 | river length L | m | 50000 |
| 2 | form of cross-section | - | rectangular |
| 3 | width of the channel | m | 450 |
| 4 | bed-slope S_0 | - | 0.00001 |
| 5 | initial conditions | - | $h(x, 0), Q(x, 0)$ |
| 6 | boundary conditions | - | $Q(0, t), h(L, t)$ |
| 7 | Manning coefficient C_m | - | 0.3 |
| 8 | acceleration g | $\frac{m}{s^2}$ | 9.8 |

Table 3: Geometrical and hydraulic data for channel 1

Figures 3, and 4 illustrate the simulation of river channel 1 in water level h [m] and water discharge Q [$\frac{m^3}{s}$] using the quantities given in Table 3.

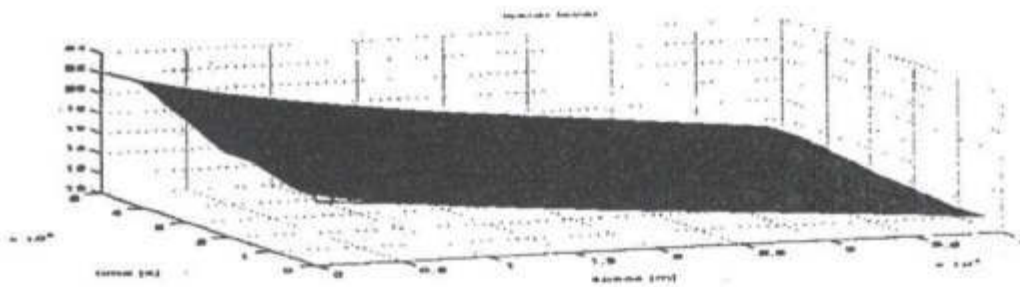


Figure 3: Simulation for the water level $h(x, t)$ [m] in the channel 1

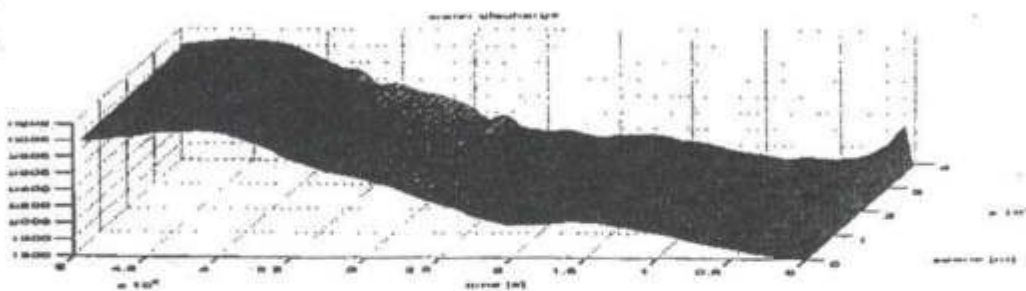


Figure 4: Simulation for the water discharge $Q(x, t)$ [$\frac{m^3}{s}$] in the channel 1

Modelling of the river flow in the channel 2

Figure 5 illustrates the simulation of river channel 2 for water level h [m] and water discharge Q [$\frac{m^3}{s}$] using the data given in Table 4.

| No | Notations | unit | value |
|----|---------------------------|-----------------|--------------------|
| 1 | river length L | m | 35000 |
| 2 | form of cross-section | - | rectangular |
| 3 | width of the channel | m | 300. |
| 4 | bed-slope S_0 | - | 0.00001 |
| 5 | initial conditions | - | $h(x, 0), Q(x, 0)$ |
| 6 | boundary conditions | - | $Q(0, t), h(L, t)$ |
| 7 | Manning coefficient C_m | - | 0.2 |
| 8 | acceleration g | $\frac{m}{s^2}$ | 9.8 |

Table 4: Geometrical and hydraulic notations for channel 2

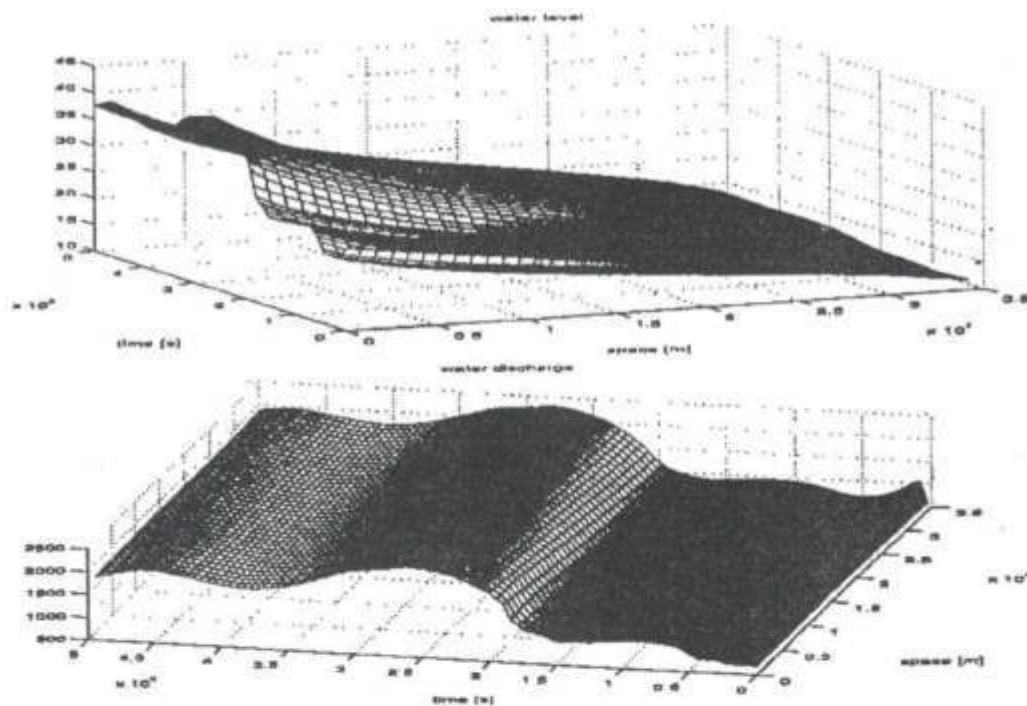


Figure 5: Simulation for the water level $h(x, t)$ [m] and discharge $Q(x, t)$ [$\frac{m^3}{s}$] in the channel 2

1.6 Conclusion of the Section

The method of lines combined the DAESOL solver works to solve the Saint-Venant Equations. But it is only the first step of our work. In order to have a good model of the river flow, in next step we have to do the following works:

- Estimate necessary parameters for our model: S_0, C_n, B_0, q .
- Simulate again with the estimated parameters to get a realistic simulation of the Red River.

2 Parameter Estimation

2.1 Formulation of the Problem

In practice, the situation is that the measurement data z_{yij} for one or more state variables y ($y = h, Q$) is given at location x_j ($j = 1, \dots, n$), and at the time t_i ($i = 1, \dots, n_m$), e.g. the water level or water discharge at the gauging stations. Here n , and n_m are number of spatial nodes and number of measurement points.

We denote u_y is the model respons for the measurement z_{yij} , then the measurements can be described as follows

$$z_{yij} = u_y(t_i, y(t_i, x_j), p) + \epsilon_{yij}, \quad (14)$$

where p is the parameters (B_0, S_0, S_f, q, \dots), and ϵ_{yij} is an error that follows a normal distribution $\epsilon_{yij} \sim N(0, \sigma_{yij}^2)$, here σ_{yij} denotes the standard deviation of the measurement z_{yij} .

The parameter estimation problem is to determine the unknown parameter vector p that fit the model to the experimental data

$$\min_{p, h, Q} \sum_{y=h, Q} \sum_{i=1}^{n_m} \sum_{j=1}^n \frac{(z_{yij} - u_y(t_i, y(t_i, x_j), p))^2}{\sigma_{yij}^2}, \quad (15)$$

such that the Saint-Venant equations and the initial and boundary conditions are satisfied.

The problem (15) is a high-dimensional constrained parameter estimation problem, as we transformed the PDE to a large ODE system which consists of up to thousands equations. This is infinite dimensional problem, because we have to optimize in the function space (for $y = h, Q$). We can parametrize this to a finite dimensional problem by introducing new variable $s \in R^{n_s}$. This can be done e.g. by single shooting [StoBu], or Multiple shooting [Boc1], [Boc2], or by collocation [Boc1]. Here, can happen that $n_s \gg n_p$, where n_p is number of estimated parameters. We end up the problem with the following form

$$\min_p \|r_1(p, s)\|_2^2 \quad (16)$$

$$r_2(p, s) = 0. \quad (17)$$

where $p \in R^{n_p}$.

To solve this problem, the reduced Gauss Newton method introduced by Schlöder [Schlö1], [Boc1], [Boc2] is applied.

The main steps of Gauss Newton method are

- Start with an initial guess $\bar{p}_0 = (p_0, s_0)$.
- Improve the solutions iteratively by

$$\bar{p}_{k+1} = \bar{p}_k + \lambda_k \Delta \bar{p}_k.$$

where $\bar{p} = (p, s)$, $\Delta \bar{p}_k$ is a solution of the constrained linear least squares problem

$$\min_{\Delta \bar{p}} \|r_1(\bar{p}_k, s_k) + J_1(\bar{p}_k, s_k) \Delta \bar{p}_k\|_2^2. \quad (18)$$

$$r_2(\bar{p}_k + J_2(\bar{p}_k) \Delta \bar{p}_k) = 0. \quad (19)$$

with the Jacobian $J_1(\bar{p}) = \partial r_1(\bar{p}) / \partial \bar{p}$, $J_2(\bar{p}) = \partial r_2(\bar{p}) / \partial \bar{p}$, $\lambda_k \in (0, 1]$ is a relaxation factor of the globalization strategy, and can be determined by e.g. the line search method.

As $n_s \gg n_p$, the computation cost for Jacobian J_1, J_2 is very high. Schlöder [Schlö1] proposed to use the reduced Gauss Newton method. We then can formally eliminate the variables using (19), and only have to compute directional derivatives with respect to the free variables, namely the parameter p . This reduces the computational effort for the Jacobian dramatically.

2.2 Numerical Result for Parameter Estimation

In this section we show some numerical results from using the reduced Gauss Newton method implemented in the parameter estimation tool FIXFIT [Doc1], [Schlö1], [Die] to estimate the unknown parameters for the single river channel 1 (from gauging station Hoa Binh to gauging station Trung Ha).

Saint-Venant equations (3) - (4) are used to model the flow in this channel, with

- Geometrical and hydraulic data: look at Table 3.
- Initial conditions:

$$\begin{aligned} Q(x, 0) &= 1620 \text{ [m}^3\text{s}^{-1}\text{]} \\ h(x, 0) &= 16.5 \text{ [m]} \\ \text{with } 0 \leq x \leq L &= 50000 \text{ [m]} \end{aligned}$$

- Upper boundary: water discharge in the Gauging station Hoabinh is used as upper boundary condition as shown in the Figure 7.
- Lower boundary: water level in the gauging station Trung Ha is used as lower boundary condition as shown in the Figure 7.

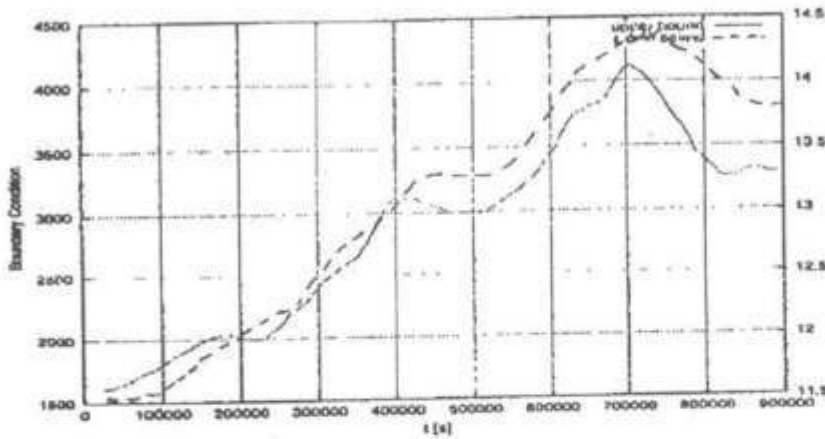


Figure 7: Upper and lower boundary conditions

The width of the channel at any location x is determined by linear interpolation

$$B(x) = B_0 + (B_f - B_0) \cdot \frac{x}{L}$$

where B_0 and B_f are the widths at the beginning, and at the end of the channel. They are treated as unknown parameters.

The measurement data is the water level at the gauging station Hoabinh, and the unknown parameters to be estimated are: the channel width at begin of the channel B_0 [m], the friction coefficient c_n , the river bed slope S_0 , lateral inflow q .

In practice, we can introduce a variable h_{norm} of the water level in the river channel. If the water level higher than h_{norm} then lateral water is outflow, else, is inflow. The lateral water the determined by

$$\bar{q} = q(h - h_{norm}). \quad (20)$$

Here, h_{norm} will be treated as unknown parameter.

In Table 6, the initial guess and the estimated parameters are shown. In Table 7, the

| | B_0 [m] | c_n | S_0 | q | B_f | h_{norm} |
|-----------------|-----------|-------|--------|--------|--------|------------|
| Initial guesses | 100.00 | 0.36 | 0.0009 | 0.0175 | 225.00 | 18. |
| estimated value | 51.80 | 0.30 | 0.0078 | -0.12 | 1299.6 | 20.10 |

Table 6: Estimated parameter values and initial guesses

CPU times, the number of f -calls, number of f_y , f_p calls, and the number of iterations required for parameter estimation are shown. In the Figure 8, the graphics of water level computed with initial guesses of parameters, estimated parameters, and the experimental data are illustrated.

Figure 9 shows the improvement of the objective function during the iterations of GN method.

| <i>CPU - times</i> | f -calls | f_y -calls | f_p -calls | iterations |
|--------------------|------------|--------------|--------------|------------|
| 12m15.14s | 851035 | 8244 | 113386 | 10 |

Table 7: Computation times

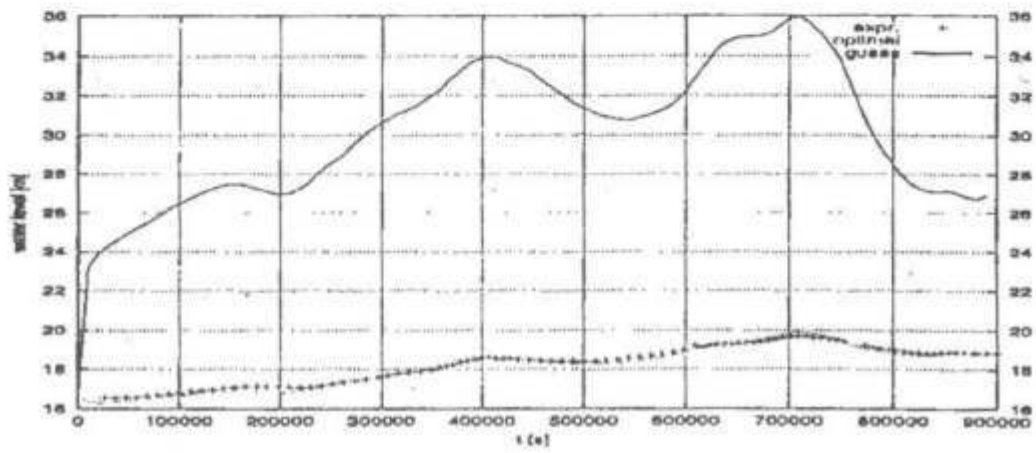


Figure 8: Water level in Hoabinh

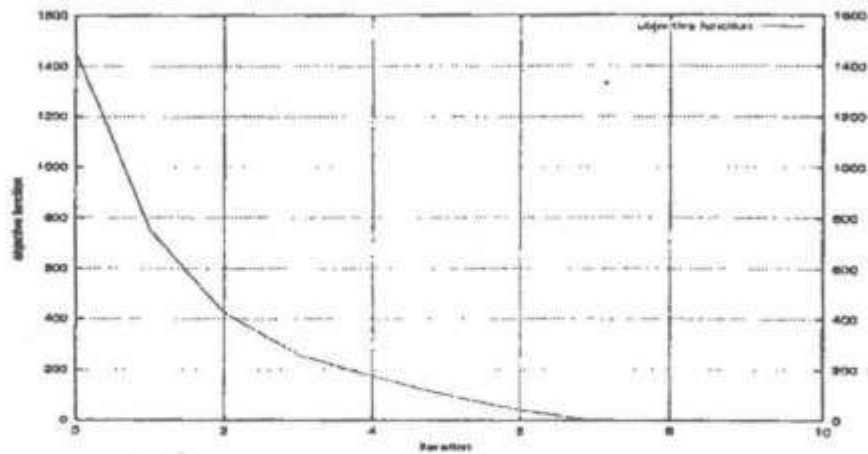


Figure 9: Objective function

3 Summary and Outlook

The process of water flows is modeled using Saint-Venant equations. These PDE equations are transformed to a large system of ODEs by using method of lines. This is a stiff system of ODEs, and to solve them, we apply the BDF method. The numerical results of simulation for river flows are presented, but they are not reliable, because some parameters of the river system, e.g. river slope-bed, channel widths, friction coefficient, lateral water are unknown. To avoid this problem, we have formulated a parameter estimation problem, which is solved by using the reduced Gauss Newton Method with software FIXFIT. The results show good coincidence between data and model response. We hope that now we will have a good model for the Red River, but we still have many open works and problems:

- Estimate parameters for all channels of Red River system, and for the whole network together.
- Statistical analysis of the results.
- Visualize the results of simulation.

Acknowledgments

This project is supported by Postgraduate Program, "Modelling and Scientific Computing in Mathematics and Natural Sciences", Sonderforschungsbereich 359, "Reactive Flows, Transport and Diffusion". The authors thank Dr. Agelika Dienes, and Stefan Körkel for many useful discussion on parameter estimation.

References

- [BauBoc] Bauer, I., Bock, H.G., and Schlöder, J.P.: DAESOL - a BDF-code for the numerical solution of Differential-Algebraic Equations. Technical report, IWR, Heidelberg. 1998.
- [BauLie] Baumgartner, A. and Liebscher, H.-J.: Allgemeine Hydrologie (Quantitative Hydrologie). Lehrbuch der Hydrologie, Gebrüder Borntraeger-Berlin-Stuttgart. 1990.
- [Boc1] Bock, H. G., Eich, E., and Schlöder, J. P.: Numerical solution of constrained least squares Boundary Value problems in Differential-Algebraic Equations. Preprint Nr. 440, Heidelberg. 1987.
- [Boc2] Bock, H. Georg, Kostina K. and Schlöder J.: On the role of natural level function to achieve global convergence for damped Newton methods. IWR Preprint, Heidelberg. 2001.
- [Bre] Brekhovskikh, L. and Gonchanov, V.: Mechanics of continua and wave dynamics. Springer Verlag, Berlin. 1985.
- [Chol] Chow, Ven-Te: Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York. 1964.
- [Die] Dieses, Angelika: Numerical method for optimization problems in water flow and reactive solute transport processes of xenobiotics in soils. PhD dissertation. 2000.
- [Man] Maniak, Ulrich: Hydrologie und Wassrwirtschaft. Springer-Verlag: Berlin-Heidelberg-NewYork-London-Paris-Tokyo-Hongkong-Barcelona-Budapest. 1988.
- [Mor] Morisawa, M.: Rivers: Form and process. Longman Inc, New York. 1984.
- [MorMay] Morton, K. W., and Mayers, D. F.: Numerical Solution of Partial Differential Equations. Cambridge University Press. 1995.
- [Phu1] Phu, H. X. and Yen, N.D.: Cac van de toan hoc giup cho viec xay dung cac phuong an phong chong lu lut dong bang song Hong. Vien toan hoc, Hanoi. 1997.
- [Saint1] M. de Saint Venant: Theorie du mouvement non permanent des eaux, avec application aux crues des rivieres et a l'introduction des dans leur lit. Comptes Rendus de L'Academie des Sciences, Paris. 1871.
- [Schi] Schiesser, E.: The Numerical Method of Lines. Academic Press, Inc. 1999.
- [Shel] Shen, Hsieh Wen: Modeling of Rivers. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons, New York-Chichester-Brisbane-Toronto. 1979.

- [Schl01] Schlöder, J.P.: Numerische Methoden zur Behandlung hochdimensionaler Aufgaben der Parameteridentifizierung. Bonn. 1987.
- [Slei] Sleigh, A., Goodwill, I. M: The St Venant Equations. School of Civil Engineering, University of Leeds. 2000.
- [Som1] Somojlovich, G. S.: Hydrodynamics. Mahinostroenje, Moscow. 1990.
- [SteRen1] Steinbach, G. and Rentrop, P.: An Adaptive Method of Lines Approach for Modelling Flow and Transport in Rivers. Preprint Nr. 00/09, Institut für Wissenschaftliches Rechnen und Mathematische Modellbildung, Universität Karlsruhe. 2000.
- [Sto1] Stoker, J. J.: Water Waves. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons, New York-Chichester-Brisbane-Toronto. 1992.
- [StoBu] Stoer, J., Bulirsch, R.: Introduction to Numerical Analysis. Springer-Verlag, New York-Heidelberg-Berlin. 1992.

**Phan Đình Tuấn¹³³⁴ (Chủ biên),
Trần Hồng Thái, Bạch Quang Dũng, Đinh Thị Nga**

**GIÁO TRÌNH
BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

Hà Nội - 2017

MỤC LỤC

| | |
|---|-----------|
| LỜI GIỚI THIỆU | 3 |
| DANH MỤC HÌNH ẢNH | 8 |
| DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT | 10 |
| MỞ ĐẦU | 13 |
| CHƯƠNG 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU | 15 |
| 1.1. Khái quát hệ thống khí hậu Trái đất | 15 |
| 1.1.1. Một số khái niệm cơ bản | 15 |
| 1.1.2. Định nghĩa hệ thống khí hậu | 18 |
| 1.1.3. Các thành phần của hệ thống khí hậu | 19 |
| 1.1.4. Sự tương tác giữa các thành phần của hệ thống khí hậu | 23 |
| 1.1.5. Mặt trời và cân bằng năng lượng toàn cầu và tác động bức xạ | 24 |
| 1.1.6. Hiệu ứng nhà kính và khí nhà kính | 25 |
| 1.2. Biểu hiện của sự thay đổi hệ thống khí hậu – Biến đổi khí hậu . | 26 |
| 1.2.1. Biến đổi của nhiệt độ trung bình | 26 |
| 1.2.2. Biến đổi của lượng mưa | 28 |
| 1.2.3. Nước biển dâng | 29 |
| 1.3. Định nghĩa biến đổi khí hậu | 29 |
| 1.3.1. Khái niệm biến đổi khí hậu | 29 |
| 1.3.2. Biểu hiện của biến đổi khí hậu | 31 |
| 1.3.3. Lịch sử nghiên cứu về biến đổi khí hậu | 32 |
| 1.4. Nguyên nhân gây biến đổi khí hậu trong quá khứ và hiện tại | 37 |
| 1.4.1. Nguyên nhân gây biến đổi khí hậu trong quá khứ..... | 37 |
| 1.4.2. Nguyên nhân gây biến đổi khí hậu trong hiện tại..... | 44 |

| | |
|--|------------|
| 1.5. Kịch bản về biến đổi khí hậu toàn cầu..... | 51 |
| 1.5.1. Khái niệm chung | 51 |
| 1.5.2. Cơ sở xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu | 52 |
| 1.5.3. Biến đổi khí hậu toàn cầu trong tương lai | 55 |
| CHƯƠNG 2. CÁC TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU | 61 |
| 2.1. Khái quát chung..... | 61 |
| 2.2. Các tác động của biến đổi khí hậu | 64 |
| 2.2.1. Tác động đến nông – lâm – ngư nghiệp | 64 |
| 2.2.2. Tác động đến thủy sản..... | 65 |
| 2.2.3. Tác động đến năng lượng | 66 |
| 2.2.4. Tác động đến công nghiệp và cơ sở hạ tầng..... | 68 |
| 2.2.5. Tác động đến du lịch | 70 |
| 2.2.6. Tác động đến xã hội và sức khỏe cộng đồng..... | 72 |
| CHƯƠNG 3. CÁC GIẢI PHÁP THÍCH ỨNG VÀ GIẢM NHẸ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU | 77 |
| 3.1. Khái quát chung..... | 77 |
| 3.1.1. Vấn đề cơ bản của việc ra quyết định về biến đổi khí hậu ... | 77 |
| 3.1.2. Giảm thiểu rủi ro do biến đổi khí hậu bằng cách thích ứng và giảm nhẹ | 80 |
| 3.2. Các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu..... | 83 |
| 3.2.1. Khái quát các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu | 83 |
| 3.2.2. Thích ứng với biến đổi khí hậu theo từng lĩnh vực | 87 |
| 3.3. Các giải pháp giảm nhẹ biến đổi khí hậu | 98 |
| 3.3.1. Khái quát về các giải pháp giảm nhẹ biến đổi khí hậu | 98 |
| 3.3.2. Giảm nhẹ biến đổi khí hậu theo từng lĩnh vực | 100 |
| 3.4. Các chính sách tiếp cận cho thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu | 104 |
| 3.4.1. Hợp tác quốc tế và khu vực về thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu | 104 |

| | |
|---|------------|
| 3.4.2. Các chính sách quốc gia và vùng lãnh thổ | 107 |
| 3.4.3. Phát triển và chuyển giao công nghệ..... | 113 |
| 3.4.4. Sự đầu tư và tài chính..... | 114 |
| CHƯƠNG 4. BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU Ở VIỆT NAM..... | 121 |
| 4.1. Đặc điểm khí hậu Việt Nam..... | 121 |
| 4.2. Biểu hiện của biến đổi khí hậu tại Việt Nam..... | 123 |
| 4.3. Các kịch bản BĐKH ở Việt Nam..... | 125 |
| 4.3.1. Kịch bản BĐKH đối với nhiệt độ trung bình năm | 126 |
| 4.3.2. Kịch bản về lượng mưa năm | 127 |
| 4.3.3. Gió mùa và một số hiện tượng khí hậu cực đoan | 128 |
| 4.3.4. Kịch bản nước biển dâng do BĐKH | 129 |
| 4.4. Tác động của BĐKH ở Việt Nam | 131 |
| 4.5. Thể chế, chính sách về biến đổi khí hậu ở Việt Nam..... | 138 |

Nguồn ảnh bìa 1: <http://www.collective-evolution.com/2014/09/24/this-is-the-1-cause-of-human-induced-climate-change-environmental-degradation-nobody-knows-about-it>

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ
Nhà A16 - Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội
Điện thoại: Phòng Phát hành: 04.22149040;
1335
Phòng Biên tập: 04.37917148;
Phòng Quản lý Tổng hợp: 04.22149041;
Fax: 04.37910147; Email: nxb@vap.ac.vn; Website: www.vap.ac.vn

GIÁO TRÌNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Phan Đình Tuấn (chủ biên)
Trần Hồng Thái, Bạch Quang Dũng, Đinh Thị Nga

Chịu trách nhiệm xuất bản
Giám đốc, Tổng biên tập
TRẦN VĂN SẮC

| | |
|----------------------------|-----------------------|
| <i>Biên tập:</i> | Đinh Như Quang |
| <i>Trình bày kỹ thuật:</i> | Đỗ Hồng Ngân |
| <i>Trình bày bìa:</i> | Đỗ Hồng Ngân |

ISBN: 978-604-913-584-2

In 500 cuốn, khổ 16x24cm, tại Công ty CP Khoa học & Công nghệ Hoàng Quốc Việt.
Địa chỉ: Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội
Số xác nhận đăng ký xuất bản: 2098-2017/CXBIPH/01-30/KHTNVCN
Số quyết định xuất bản: 45/QĐ-KHTNCN, cấp ngày 20 tháng 7 năm 2017
In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2017.

1336
BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI
-----&-----

GIÁO TRÌNH
THÍCH ỨNG VÀ GIẢM NHẸ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

MỤC LỤC

| | |
|----------------------|----|
| Lời giới thiệu | 11 |
| Mở đầu..... | 13 |

Chương 1

KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ THÍCH ỨNG VÀ GIẢM NHẸ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

| | |
|--|----|
| 1.1. Thích ứng với biến đổi khí hậu..... | 17 |
| 1.1.1. Thích ứng với biến đổi khí hậu là gì? | 17 |
| 1.1.2. Các đặc điểm và nguyên tắc thích ứng biến đổi khí hậu | 18 |
| 1.1.3. Năng lực thích ứng..... | 19 |
| 1.1.4. Phân loại các chiến lược thích ứng..... | 21 |
| 1.1.5. Lựa chọn các chiến lược và giải pháp thích ứng | 30 |
| 1.1.6. Vấn đề về giới trong thích ứng với biến đổi khí hậu..... | 33 |
| 1.2. Giảm nhẹ biến đổi khí hậu..... | 35 |
| 1.2.1. Giảm nhẹ biến đổi khí hậu là gì? | 35 |
| 1.2.2. Năng lực giảm nhẹ..... | 36 |
| 1.2.3. Các loại hình giảm nhẹ với biến đổi khí hậu..... | 43 |
| 1.3. Mối quan hệ giữa thích ứng và giảm nhẹ trong biến đổi khí hậu | 44 |
| Câu hỏi..... | 46 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO..... | 47 |

Chương 2

ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỔN THƯƠNG, BIỆN PHÁP VÀ TIẾN TRÌNH CHO GIẢM NHẸ VÀ THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

| | |
|---|----|
| 2.1. Tổng quan về Tính dễ bị tổn thương | 51 |
| 2.1.1. Khái niệm về Tính dễ bị tổn thương | 51 |
| 2.1.2. Xác định mục tiêu và phạm vi đánh giá TDBTT | 55 |
| 2.1.3. Những khu vực dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu | 56 |

| | |
|---|----|
| 2.2. Tiêu chí đánh giá Tính dễ bị tổn thương | 58 |
| 2.2.1. Sự tiếp xúc của xã hội, cộng đồng và hệ sinh thái đối với biến đổi khí hậu | 58 |
| 2.2.2. Tâm quan trọng của hệ thống dễ bị tổn thương. Giới thiệu về tầm quan trọng của các khía cạnh khác nhau của xã hội hoặc các hệ sinh thái giữa các khu vực và nền văn hóa | 58 |
| 2.2.3. Khả năng giới hạn của xã hội, cộng đồng hoặc các hệ thống xã hội - sinh thái để ứng phó và xây dựng năng lực thích ứng nhằm làm giảm hoặc hạn chế các tác động xấu của khí hậu nguy hiểm | 59 |
| 2.2.4. Sự tồn tại của điều kiện dễ bị tổn thương và mức độ không thể đảo ngược của hậu quả..... | 59 |
| 2.2.5. Sự tồn tại của các điều kiện được tích lũy trong các hệ thống phức tạp và nhiều tương tác của một xã hội..... | 59 |
| 2.3. Đánh giá Tính dễ bị tổn thương và khung DPSIR..... | 60 |
| 2.4. Khảo sát Tính dễ bị tổn thương..... | 62 |
| 2.5. Bản đồ Tính dễ bị tổn thương | 64 |
| 2.5.1. Giới thiệu | 64 |
| 2.5.2. Lập kế hoạch xây dựng bản đồ TDBTT | 66 |
| 2.5.3. Lập bản đồ TDBTT..... | 72 |
| Câu hỏi..... | 73 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO..... | 74 |

Chương 3

KHUNG CHÍNH SÁCH LIÊN QUAN ĐẾN THÍCH ỨNG VÀ GIẢM NHE TRONG BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

| | |
|---|----|
| 3.1. Chính sách quốc tế về thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu | 77 |
| 3.2. Luật và khung chính sách liên quan đến thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu ở Việt Nam..... | 86 |
| 3.2.1. Một số văn bản luật liên quan | 86 |
| 3.2.2. Các chiến lược liên quan đến giảm nhẹ BĐKH | 86 |
| 3.2.3. Các chương trình mục tiêu quốc gia nhằm thích ứng với BĐKH | 93 |
| Câu hỏi..... | 97 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO..... | 98 |

Chương 4**HỢP TÁC QUỐC TẾ VÀ ĐÓNG GÓP CỦA CÁC QUỐC GIA
VỀ THÍCH ỨNG VÀ GIẢM NHỆ TRONG BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

| | |
|--|-----|
| 4.1. Đàm phán quốc tế về biến đổi khí hậu..... | 99 |
| 4.1.1. Khái niệm đàm phán quốc tế | 99 |
| 4.1.2. Cần làm gì khi đàm phán quốc tế?..... | 100 |
| 4.1.3. Chuẩn bị cho đàm phán..... | 104 |
| 4.2. Hợp tác về biến đổi khí hậu trong việc thích ứng và giảm nhẹ..... | 107 |
| 4.2.1. Kết nối với các chương trình thương mại khí thải liên minh châu Âu ... | 107 |
| 4.2.2. Mối liên hệ giữa Nghị định thư Kyoto và chính sách quốc gia | 109 |
| 4.2.3. Mối tương tác giữa chính sách giảm nhẹ biến đổi khí hậu và thương mại | 110 |
| 4.2.4. Đóng góp dự kiến do quốc gia tự quyết định của Việt Nam | 111 |
| 4.2.5. Hành động giảm nhẹ KNK phù hợp với điều kiện quốc gia..... | 114 |
| 4.2.6. Mối liên hệ giữa NAMA và INDC | 117 |
| 4.2.7. NAMA và CDM | 118 |
| 4.2.8. INDC, NAMA và chiến lược tăng trưởng xanh..... | 119 |
| 4.3. Quá trình thực hiện các chính sách liên quan đến giảm nhẹ biến đổi khí hậu tại Việt Nam..... | 120 |
| 4.3.1. Thực hiện CDM tại Việt Nam | 124 |
| 4.3.2. Thực hiện NAMA tại Việt Nam | 125 |
| Câu hỏi..... | 126 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO..... | 127 |

Chương 5**GIẢM NHỆ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI**

| | |
|---|-----|
| 5.1. Tổng quan giảm nhẹ phát thải KNK tại Việt Nam..... | 129 |
| 5.1.1. Lĩnh vực nông nghiệp | 129 |
| 5.1.2. Lĩnh vực thay đổi đất, sử dụng đất và lâm nghiệp | 134 |
| 5.1.3. Lĩnh vực năng lượng | 137 |
| 5.2. Phương pháp giảm nhẹ KNK | 157 |
| 5.2.1. Phương pháp tiếp cận theo hướng bền vững kinh tế..... | 157 |

| | |
|--|-----|
| 5.2.2. Phương pháp tiếp cận theo hướng bền vững xã hội..... | 160 |
| 5.2.3. Phương pháp tiếp cận theo hướng bền vững môi trường | 164 |
| 5.3. Giải pháp giảm nhẹ biến đổi khí hậu hướng đến mục tiêu phát triển bền vững kinh tế, xã hội, môi trường | 166 |
| 5.3.1. Giải pháp chính sách | 166 |
| 5.3.2. Giải pháp công nghệ và kỹ thuật | 167 |
| 5.3.3. Giải pháp quy hoạch và quản lý | 170 |
| 5.3.4. Giải pháp giáo dục và truyền thông | 171 |
| Câu hỏi..... | 171 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO..... | 172 |

Chương 6

THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI

| | |
|---|-----|
| 6.1. Phương pháp tiếp cận với thích ứng BĐKH | 176 |
| 6.1.1. Thích ứng dựa vào cộng đồng | 176 |
| 6.1.2. Thích ứng với BĐKH dựa vào hệ sinh thái (EBA)..... | 182 |
| 6.2. Chiến lược và giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu ở Việt Nam..... | 190 |
| 6.2.1. Quan điểm về ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam..... | 191 |
| 6.2.2. Chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu theo ngành | 192 |
| 6.3. Thích ứng với biến đổi khí hậu trong tương lai..... | 197 |
| Câu hỏi..... | 198 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO..... | 199 |

NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
16 Hàng Chuối - Hai Bà Trưng - Hà Nội

Giám đốc - Tổng Biên tập: (04) 39715011
Quản lý xuất bản: (04) 39728806
Biên tập: (04) 39714896
Kỹ thuật xuất bản: (04) 39715013

Chịu trách nhiệm xuất bản: Giám đốc - Tổng biên tập: TS. PHẠM THỊ TRÂM

Biên tập: PHAN HẢI NHƯ
Chế bản: ĐỖ HỒNG SÂM
Trình bày bìa: NGUYỄN NGỌC ANH

Đối tác liên kết: Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

GIÁO TRÌNH THÍCH ỨNG VÀ GIẢM NHỆ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Mã số: 1L - 11 ĐH2017

In 200 cuốn, khổ 16 x 24 cm tại Công ty TNHH in Thanh Bình

Địa chỉ: Số 432 - Đường K2 - Phường Cầu Diễn, Quận Nam Từ Liêm - Hà Nội

Số xác nhận ĐKXB: 1728 - 2017/CXBIPH/4-216/ĐHQGHN, ngày 01/6/2017

Quyết định xuất bản số: 809 LK-XH/QĐ - NXB ĐHQGHN ngày 23/6/2017

In xong và nộp lưu chiểu năm 2017.

1342

TRẦN HỒNG THÁI, PHAN ĐÌNH TUẤN

CHUYÊN KHẢO

**ĐÁNH GIÁ NGƯỠNG CHỊU TẢI
MÔI TRƯỜNG NƯỚC SÔNG NHUỆ
VÀ SÔNG ĐÁY**

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ
Hà Nội - 2017

MỤC LỤC

| | |
|--|----|
| <i>Chương 1. CÁC KHÁI NIỆM</i> | 9 |
| 1.1. KHÁI NIỆM..... | 9 |
| 1.1.1. Tổng quan..... | 9 |
| 1.1.2. Các khái niệm về ngưỡng chịu tải môi trường nước..... | 14 |
| 1.2. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA VIỆC XÁC ĐỊNH NGUỠNG CHỊU TẢI MÔI TRƯỜNG NƯỚC..... | 15 |
| 1.2.1. Trên thế giới..... | 15 |
| 1.2.2. Ở Việt Nam..... | 23 |
| <i>Chương 2. PHƯƠNG PHÁP LUẬN TRONG ĐÁNH GIÁ NGUỠNG CHỊU TẢI MÔI TRƯỜNG NƯỚC</i> | 29 |
| 2.1. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ DỰA VÀO CÁC QUÁ TRÌNH TỰ LÀM SẠCH TRONG SÔNG..... | 29 |
| 2.1.1. Quá trình pha loãng khuếch tán nước thải..... | 31 |
| 2.1.2. Các quá trình sinh hoá trong sông..... | 33 |
| 2.1.3. Vai trò của hệ động thực vật thủy sinh..... | 39 |
| 2.1.4. Đánh giá khả năng tự làm sạch dựa vào các quá trình trong sông..... | 42 |
| 2.2. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ DỰA VÀO DIỄN BIẾN HỆ SINH THÁI THỦY VỰC..... | 44 |
| 2.2.1. Cơ sở khoa học và phương pháp đánh giá diễn biến Hệ sinh thái... .. | 44 |
| 2.2.2. Phương pháp xác định diễn biến hệ sinh thái thủy vực..... | 47 |
| 2.3. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ DỰA VÀO QUY CHUẨN KỸ THUẬT QUỐC GIA..... | 49 |
| 2.3.1. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt..... | 49 |
| 2.3.2. Đánh giá khả năng tiếp nhận nước thải của nguồn nước..... | 53 |

| | |
|--|-----|
| 2.3.3. Sử dụng mô hình chất lượng nước để tính toán ngưỡng chịu tải của hệ thống sông | 60 |
| <i>Chương 3. ĐÁNH GIÁ NGƯỠNG CHỊU TẢI TRÊN LƯU VỰC SÔNG NHUỆ VÀ SÔNG ĐÁY</i> | 69 |
| 3.1. PHÂN ĐOẠN SÔNG PHỤC VỤ ĐÁNH GIÁ NGƯỠNG CHỊU TẢI | 71 |
| 3.2. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TIẾP NHẬN CỦA NƯỚC SÔNG NHUỆ - SÔNG ĐÁY (theo Thông tư 08/2009-BTNMT)..... | 78 |
| 3.3. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TỰ LÀM SẠCH CỦA HỆ SINH THÁI TRONG SÔNG | 84 |
| 3.3.1. Một số loài thủy sinh vật tham gia vào quá trình tự làm sạch của nước Sông Nhuệ và Sông Đáy | 84 |
| 3.3.2. Kết quả nghiên cứu thử nghiệm khả năng đồng hoá các chất ô nhiễm của thủy sinh vật trên Sông Nhuệ và Sông Đáy | 88 |
| 3.3.3. Khả năng đồng hoá các chất ô nhiễm của thủy sinh vật trên Sông Nhuệ - Sông Đáy..... | 91 |
| 3.3.4. Phân tích, đánh giá tổng hợp khả năng tự làm sạch của nguồn nước dựa vào hệ sinh thái | 92 |
| 3.4. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TỰ LÀM SẠCH CỦA SÔNG DỰA VÀO MÔ HÌNH CHẤT LƯỢNG NƯỚC | 93 |
| 3.5. DỰ BÁO NGƯỠNG CHỊU TẢI THEO CÁC KỊCH BẢN | 109 |
| 3.5.1. Dự báo tải lượng ô nhiễm cho từng đoạn sông..... | 109 |
| 3.5.2. Dự báo khả năng tiếp nhận của từng đoạn sông (theo Thông tư 02/2009-BTNMT)..... | 110 |
| 3.5.3. Dự báo khả năng tự làm sạch cho các đoạn sông trên lưu vực Sông Nhuệ - Sông Đáy theo tính toán của mô hình chất lượng nước..... | 116 |
| 3.6. PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ TỔNG HỢP VÀ DỰ BÁO NGƯỠNG CHỊU TẢI NƯỚC SÔNG NHUỆ VÀ SÔNG ĐÁY | 133 |

| | |
|---|-----|
| 3.6.1. Phân tích, đánh giá tổng hợp sức chịu tải nước sông..... | 133 |
| 3.6.2. Đánh giá và dự báo khả năng tiếp nhận của nước sông..... | 135 |
| 3.6.3. Giới hạn tối đa cho phép thải vào Sông Nhuệ và Sông Đáy..... | 136 |
| 3.6.4. Ngưỡng chịu tải môi trường nước Sông Nhuệ và Sông Đáy..... | 147 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO | 152 |
| PHỤ LỤC | 161 |

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

Nhà A16 - Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Điện thoại: Phòng Phát hành: **04.22149040**;

Phòng Biên tập: **04.37917148**;

Phòng Quản lý Tổng hợp: **04.22149041**;

Fax: **04.37910147**; Email: **nxb@vap.ac.vn**; Website: **www.vap.ac.vn**

ĐÁNH GIÁ NGUỖNG CHỊU TẢI CỦA MÔI TRƯỜNG NƯỚC SÔNG NHUỆ VÀ SÔNG ĐÁY

Trần Hồng Thái, Phan Đình Tuấn

Chịu trách nhiệm xuất bản

Giám đốc, Tổng biên tập

TRẦN VĂN SẮC

Thẩm định nội dung

GS. TS. Trần Tứ Hiếu, GS. TS. Lê Quốc Hùng

Biên tập: **Đình Như Quang**

Trình bày kỹ thuật: **Đỗ Hồng Ngân**

Trình bày bìa: **Đỗ Hồng Ngân**

Đối tác liên kết xuất bản: Phan Đình Tuấn - Trường Đại học Tài nguyên & Môi trường,
Tp. Hồ Chí Minh.

Địa chỉ: Số 236 Lê Văn Sĩ, Phường 1, Quận Tân Bình, Tp. Hồ Chí Minh

ISBN: 978-604-913-523-1

In 500 cuốn, khổ 16x24cm, tại Công ty CP Khoa học & Công nghệ Hoàng Quốc Việt.

Địa chỉ: Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 356-2017/CXBIPH/01-04/KHTNVN

Số quyết định xuất bản: 12/QĐ-KHTNCN, cấp ngày 30 tháng 3 năm 2017

In xong và nộp lưu chiểu quý II năm 2017.

1347

VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG
PSG. TS. TRẦN HỒNG THÁI - THS. ĐỖ THỊ HƯƠNG

QUY HOẠCH
BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ
Hà Nội - 2012

1348
MỤC LỤC

| | |
|--|----|
| DANH SÁCH CÁC BẢNG..... | v |
| DANH SÁCH CÁC HÌNH..... | vi |
| DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT | ix |
| LỜI NÓI ĐẦU..... | xi |
| CHƯƠNG 1. KHÁI NIỆM VÀ THUẬT NGỮ..... | 1 |
| 1.1. KHÁI NIỆM QUY HOẠCH | 1 |
| 1.1.1. Quy hoạch là gì?..... | 1 |
| 1.1.2. Các kiểu Quy hoạch | 2 |
| 1.1.3. Quy trình quy hoạch..... | 4 |
| 1.2. KHÁI NIỆM MÔI TRƯỜNG VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG..... | 5 |
| 1.2.1. Môi trường..... | 5 |
| 1.2.2. Bảo vệ môi trường..... | 6 |
| 1.3. QUY HOẠCH MÔI TRƯỜNG..... | 8 |
| 1.4. QUY HOẠCH BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG..... | 10 |
| 1.4.1. Khái niệm quy hoạch bảo vệ môi trường | 10 |
| 1.4.2. Mối quan hệ giữa các yếu tố phát triển bền vững ... | 11 |
| CHƯƠNG 2. VẤN ĐỀ QUY HOẠCH BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG Ở VIỆT NAM..... | 14 |
| 2.1. CƠ SỞ PHÁP LÝ CỦA QUY HOẠCH BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG Ở VIỆT NAM | 14 |
| 2.2. THỰC TIỄN QUY HOẠCH BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG VÀ CÁC HOẠT ĐỘNG BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG CÓ LIÊN QUAN TRONG THỜI GIAN GẦN ĐÂY | 19 |
| CHƯƠNG 3. CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP LUẬN TRONG QUY HOẠCH BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG..... | 21 |
| 3.1. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH HỆ THỐNG..... | 21 |
| 3.1.1. Phân tích hệ thống là gì? | 21 |
| 3.1.2. Các bước thực hiện PTHT | 22 |
| 3.1.3. Các công cụ của phân tích hệ thống..... | 23 |
| 3.2. PHƯƠNG PHÁP PHÂN VÙNG PHỤC VỤ QUY HOẠCH BVMT..... | 26 |
| 3.2.1. Mục đích phân vùng lãnh thổ | 27 |
| 3.2.2. Cách tiếp cận trong phân vùng..... | 28 |
| 3.2.3. Tiêu chí phân vùng lãnh thổ | 29 |

| | | |
|---|------|----|
| 3.2.4. Nguyên tắc phân vùng | 1349 | 31 |
| 3.3. PHƯƠNG PHÁP LẬP BẢN ĐỒ PHỤC VỤ QUY HOẠCH BVMT..... | | 35 |
| CHƯƠNG 4. NỘI DUNG CƠ BẢN CỦA QUY HOẠCH BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG | | 39 |
| 4.1. MỤC TIÊU CỦA QUY HOẠCH BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG..... | | 39 |
| 4.1.1. Điều kiện tự nhiên và kinh tế - xã hội khu vực quy hoạch | | 41 |
| 4.1.2. Đánh giá hiện trạng khai thác và sử dụng tài nguyên thiên nhiên khu vực quy hoạch..... | | 41 |
| 4.1.3. Đánh giá hiện trạng môi trường khu vực quy hoạch (môi trường đất, nước, không khí, hiện trạng các hệ sinh thái cần được bảo vệ và đa dạng sinh học)..... | | 41 |
| 4.1.4. Đánh giá hiện trạng công tác quản lý và bảo vệ môi trường khu vực nghiên cứu..... | | 43 |
| 4.2. ĐÁNH GIÁ, DỰ BÁO DIỄN BIẾN TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG GÂY RA BỞI HOẠT ĐỘNG PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI | | 44 |
| 4.2.1. Tổng hợp về các quy hoạch và định hướng phát triển kinh tế - xã hội trong giai đoạn nghiên cứu đã được phê duyệt..... | | 44 |
| 4.2.2. Dự báo diễn biến tài nguyên môi trường khu vực quy hoạch | | 44 |
| 4.2.3. Nhận định các vấn đề môi trường cấp bách..... | | 45 |
| 4.3. ĐỊNH RÕ CÁC MỤC TIÊU VÀ NGUYÊN TẮC CHỈ ĐẠO CỦA QUY HOẠCH BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG..... | | 49 |
| 4.4. XÂY DỰNG ĐỊNH HƯỚNG CÁC QUY HOẠCH THÀNH PHẦN..... | | 51 |
| 4.4.1. Định hướng phát triển đối với các vùng dựa trên các tiêu chí bảo vệ môi trường và tài nguyên thiên nhiên | | 51 |
| 4.4.2. Định hướng quy hoạch các công trình hạ tầng kỹ thuật môi trường..... | | 52 |
| 4.4.3. Định hướng quy hoạch phòng chống, khắc phục sự cố môi trường..... | | 54 |

| | |
|---|-----|
| 4.4.4. Định hướng quy hoạch phát triển đối với các khu vực sinh thái cần được bảo vệ..... | 54 |
| 4.5. ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP THỰC HIỆN QUY HOẠCH BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG..... | 55 |
| 4.5.1. Các giải pháp công trình | 55 |
| 4.5.2. Các giải pháp phi công trình..... | 55 |
| 4.5.3. Thể chế..... | 56 |
| 4.5.4. Quản lý..... | 56 |
| 4.5.5. Nâng cao nhận thức | 57 |
| 4.5.6. Giải pháp về vốn | 58 |
| 4.6. TỔ CHỨC THỰC HIỆN..... | 59 |
| 4.6.1. Đề xuất các danh mục, chương trình, dự án cụ thể thực hiện quy hoạch BVMT theo từng giai đoạn cụ thể ... | 59 |
| 4.6.2. Phân công thực hiện | 60 |
| 4.6.3. Phê chuẩn QH BVMT | 61 |
| 4.6.4. Hội đồng thẩm định | 61 |
| 4.6.5. Thực hiện, quản lý và giám sát QHBVMT..... | 62 |
| CHƯƠNG 5. MỘT SỐ QUY HOẠCH BVMT THÍ ĐIỂM..... | 64 |
| 5.1. QUAN ĐIỂM VÀ NGUYÊN TẮC CHỈ ĐẠO | 64 |
| 5.1.1. Quan điểm | 64 |
| 5.1.2. Nguyên tắc chỉ đạo..... | 65 |
| 5.2. QUY HOẠCH BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG LƯU VỰC SÔNG NHUỆ - SÔNG ĐÁY | 66 |
| 5.2.1. Mục tiêu | 66 |
| 5.2.2. Phân vùng bảo vệ môi trường lưu vực sông..... | 67 |
| 5.2.3. Định hướng phát triển không gian lưu vực sông..... | 77 |
| 5.2.4. Danh mục Dự án/đề án thực hiện Quy hoạch BVMT LVS Nhuệ - Đáy | 98 |
| 5.3. QUY HOẠCH BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG LƯU VỰC SÔNG CẦU | 120 |
| 5.3.1. Mục tiêu quy hoạch | 120 |
| 5.3.2. Phân vùng phục vụ QHBVMT lưu vực sông | 123 |
| 5.3.3. Định hướng phát triển không gian lưu vực sông Cầu..... | 136 |
| 5.3.4. Các dự án, đề án thực hiện QH BVMT LVS Cầu . | 154 |