Table 3 shows the seaweed species identified through the field survey. Seventeen species belonging to 9 families were identified. Chaetomorpha capillaris and Enteromorpha compressa were the most common species. Some species such as Asparagopsis taxiformis, Colpomenia sinuosa, and Cladophoropsis membrannacea were identified at only specific sites. None of the identified species are included in the Vietnam Red Book. Some species in the Ulvaceae family are harvested for food stuffs in certain areas of Vietnam. Table 2 shows the seagrass species identified through the field survey. Only two seagrass species Ruppia maritima and Halophila beccarii were identified, which were found at sites AL10 and AL11 respectively. Halophila beccarii was record for the first time in the surveyed area. Although both species are not included in the Vietnam Red Book, Halophila beccarii is classified as "Vulnerable" in IUCN Red List.

Table 2 List of hard coral species identified through the field survey (EIA, 2011)

	Survey site	Family	Genus/species	Status in vietnam red book
Ι		Acroporidae	Acropora pulchra	Not listed
2			Porites lobata	Vulnerable
3		D	Porites lutea	Not listed
4		Poritidae	Goniopora columna	Not listed
5			Goniopora lobata	Not listed
6		Agariciidae	Pavona decussata	Not listed
7		0 1:1	Galaxea astreata	Not listed
8		Oculinidae	Galaxea fascicularis	Not listed
9			Pectinia lactuca	Not listed
10		Pectiniidae	Echinophyllia aspera	Not listed
П			Mycedium elephantotus	Not listed
12		Fungiidae	Lithophyllon undulatum	Not listed
13			Sandalolitha robusta	Not listed
14	A.L.L.		Lobophyllia hattaii	Not listed
15	ALII	Mussidae	Lobophyllia hemprichii	Not listed
16			Symphyllia. agaricia	Not listed
17		Merulinidae	Merulina ampliata	Not listed
18			Favia maritime	Not listed
19			Favia matthaii	Not listed
20			Favia lizardensis	Not listed
21			Favia maxima	Not listed
22		<b>F</b> d	Favites abdita	Not listed
23		raviidae	Goniastrea pectinata	Not listed
24			Goniastrea favulus	Not listed
25			Cyphastrea serailia	Not listed
26			Echinopora lamellose	Not listed
27			Platygyra daelalea	Not listed
28		Dendrophylliidae	Turbinaria peltata	Not listed

Table 3 List of seaweed species identified through the field survey (EIA, 2011)

	Family	Genus/species	Status in vietnam red book	Identified survey sites
I	Ceramiaceae	Bostrychia binderi	Not listed	AL3, AL5, AL7, AL10
2		Polysiphonia sertularioides	Not listed	ALI, AL2, ALI0
3	Delesseriaceae	Caloglosa ogasawaraensis	Not listed	AL2, AL3, AL7

Citation: Tri DQ, Thai TH. Biological environmental survey in Cat Ba Island. Biodiversity Int J. 2018;2(2):123–133. DOI: 10.15406/bij.2018.02.00054

Table Continued

	Family	Genus/species	Status in vietnam red book	Identified survey sites
4	Dictyotaceae	Padina australis	Not listed	ALII
5		Chaetomorpha capillaris	Not listed	ALI, AL03, AL5, AL7, ALI0, ALII
6		Ch. linum	Not listed	ALI,ALI0
7	Cladabhannan	E. compressa	Not listed	ALI, AL3, AL5, AL7, ALI0, ALII
8	Cladophoraceae	E. kylinii	Not listed	ALI,ALI0
9		E. flexuosa	Not listed	ALI
10		Ulva conglobata	Not listed	AL5
П	Ruppiaceae	Ruppia maritima	Not listed	AL10
12	Hydrocharitaceae	Halophila beccarii	Not listed	ALII

**Mangrove forest:** The mangrove forest and the coral reefs are the invaluable natural resources of the tropical countries in general and Cat Ba in particular. They play as the sources of genetic reservation, increasing of the natural biomass and stabilization for the shoreline. Most of the mangrove forests maintain high cover in the western side of Cat Ba Island (Phu Long Natural Reserve). In near future, the fight campaign for climate change will lean much on these green corridors (Figure 5).<sup>8</sup>



Figure 5 Distribution map of the mangrove area at Cat Ba islands.<sup>3</sup>

Most of the mangrove areas distribute in Phu Long Commune with high relative density. The total area is 775.98 ha of mangrove forest is divided into two types: mangrove distribution outside the farming area (224.74 ha), mangrove distribution in ponds (551.24 ha) (Figure 6). Because mangrove forests in farming systems are relatively large so the long-term master plan and conservation of mangroves will be difficult due to satisfactorily resolve the relationship of private-public ownership. Table 4 shows the mangrove species identified through the field survey. Eleven species belonging to 9 families were identified. *Rhizophora stylosa* and *Avicennia marina* were the most common species in the survey area. None of the identified species are included in the Vietnam Red Book.<sup>8</sup>

**Phytoplankton:** Phytoplanktons are the keystone species in this habitat type, providing basic food items for the zoobenthis and fish that are the key targets of the capture fishery (Figure 7). Table 5 and Table 6 show the phytoplankton species identified through the dry and wet season surveys respectively. In the dry season, a total of 134 species

were identified (Table 5). The genus Chaetoceros was found in many survey sites, which play an important role as food sources for fish and other marine species, in particular at the early stages of their life cycle. Some of the identified dinoflagellate species such as Ceratium fusus, Prorocentrum micans and Dinophysis caudate are known to cause red tide and harmful algae bloom when at high density. In the rainy season, a total of 136 species were identified (Table 6). The density of the phytoplankton has been driven by some dominante species such as Skeletonema costatum with the cell density is approximate 103 up to 4,104 cell/L; next to the Chaetoceros spp. with the density from 103 - 56,103 cell/L; Ceratium furca has the density from 2.103 to approximate of 104 cell/L (EC9 site); Oscillatoria sp.2 103 cell/L and Bacteriastrum spp. reaches 47,103 cell/L.



Figure 6 Mangrove distribution in Cat Ba Island.<sup>3</sup>



Figure 7 Locations of the field survey sites (phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, demersal fish and other zoobenthos).<sup>3</sup>

Table 5 to Table 6 shows the number of phytoplankton species and cell density at each survey site. For the dry season, the number of species ranged between 32 and 57 species. While there was no clear spatial trend in the cell density, relatively high levels were recorded at the EC4 and EC8 sites. The seasonal variation shows a clearly trend

of reduction both interm of species composition and cell density. However, the number of species is slightly lower in rainy season while the cell density rapidly reduces up to 98.42% at the EC8 site to 22.3% at the EC11 site.

Table 4 List of mangrove species identified through the field survey

No.	Family	Genus/species	Status in vietnam red book	Identified survey sites
I	Sonneratiaceae	Sonneratia caseolaris	Not listed	ALI0
2		Rhizophora stylosa	Not listed	ALI, AL2, AL3, AL5, AL7
3	Rhizophoraceae	Kandelia obovata	Not listed	AL5, AL10
4		Bruguirea gymnorrhiza	Not listed	ALI, AL3, AL7
5	Aviceniaceae	Avicennia marina	Not listed	ALI, AL2, AL3, AL5, AL7
6	Myrsinaceae	Aegiceras corniculatum	Not listed	ALI,AL3
7	Pteridaceae	Acrostichum aureumh	Not listed	ALI0
8	Verbenaceae	Cleodendrum inerme	Not listed	AL2, AL10
9	Euphorbiaceae	Excoecaria agallocha	Not listed	AL3, AL5
10	Malvaceae	Hibiscus tiliaceus	Not listed	AL5

 Table 5 List of phytoplankton species identified through the field survey (in dry season)

No.	Scientific name	No. of identified survey sites	No.	Scientific name	No. of identified survey sites	No.	Scientific name	No. of identified survey sites	No.	Scientific name
Phylu	m- Bacillariophyce	eae	Phylu	m- Bacillariophyceae	1	Phylu	m - Dinophyceae		Phylun	n - Dinophyceae
I	Paralia sulcata	I	42	Chaetoceros lorenzianus	П	83	Ceratium macroceros	4	124	Pyrophacus horologicum
2	Hyalodiscus stelliger	I	43	Chaetoceros paradoxus	3	84	Ceratium massiliense	4	Phylu Dictyo	n - chophyceae
3	Cyclotella striata	3	44	Chaetoceros rostratus	9	85	Ceratium asymmetricum	2	125	Dictyocha fibula
4	Cyclotella comta	6	45	Chaetoceros subtilis	3	86	Ceratium tripos	3	126	Dictyocha speculum
5	Cyclotella sp.	I	46	Biddulphia regia	2	87	Prorocentrum micans	10	Phylun	n - Cyanophyceae
Phylu	m- Bacillariophyce	eae	47	Biddulphia reticulum	3	88	Prorocentrum rhathymum	I	127	Trichodesmium erythraeum
6	Coscinodiscus asteromphalus	12	48	Odontella mobiliensis	I	89	Prorocentrum sp.	2	128	Oscillatoria sp.
7	Coscinodiscus oculus-iridis	6	49	Hemiaulus sinensis	I	90	Dinophysis caudata	10	Phylun	n – Chlorophyceae
8	Coscinodiscus radiatus	I	50	Cerataulina bergonii	I	91	Dinophysis mitra	I	129	Pediastrum simplex v. simplex
9	Coscinodiscus granii	I	51	Cerataulina compacta	I	92	Dinophysis cf. rotundata	I	130	Pediastrum duplex v. duplex
10	Coscinodiscus cf. subtilis	3	52	Ditylum brightwellii	I	93	Noctiluca scintillans	4	131	Pediastrum sp.
П	Coscinodiscus sp.	I	53	Eucampia zoodiacus	6	94	Gonyaulax sp.	4	132	Scenedesmus sp.
12	Lauderia borealis	5	54	Climacodium biconcavum	3	95	Gonyaulax polygramma	9	133	Scenedesmus quadricauda
13	Skeletonema costatum	8	55	Palmeria hardmaniana	5	96	Gonyaulax spinifera	I	134	Staurastrum sp.

No.	Scientific name	No. of identified survey sites	No.	Scientific name	No. of identified survey sites	No.	Scientific name	No. of identified survey sites	No.	Scientific name
14	Leptocylindrus danicus	3	56	Thalassionema frauenfeldii	12	97	Gonyaulax scrippsae	2		
15	Guinardia flaccida	8	57	Navicula membranacea	7	98	Gonyaulax verior	I		
16	Guinardia striata	12	58	Navicula cancellata	2	99	Gonyaulax rotundata	2		
17	Bacteriastrum varians	5	59	Tropidoneis lepidoptera	I	100	Gonyaulax diegiensis	4		
18	Bacteriastrum hyalinum	5	60	Pleurosigma affine	4	101	Protoperidinium steinii	5		
19	Thalassiosira eccentrica	2	61	Pleurosigma angulatum	I	102	Protoperidinium conicum	10		
20	Thalassiosira lineata	6	62	Pleurosigma sp. l	7	103	Protoperidinium crassipes	8		
21	Thalassiosira sp.	2	63	Pleurosigma sp.2	I	104	Protoperidinium divergens	6		
22	Arthrospira platensis	2	64	Pleurosigma naviculaceum	4	105	Protoperidinium depressum	I		
23	Rhizosolenia robusta	3	65	Pleurosigma pelagicum	4	106	Protoperidinium elegans	3		
24	Rhizosolenia setigera	2	66	Amphiprora alata	I	107	Protoperidinium oceanicum	3		
25	Rhizosolenia hyalina	4	67	Nitzschia lorenziana	6	108	Protoperidinium ovum	9		
26	Proboscia alata	9	68	Nitzschia longissima	2	109	Protoperidinium pellucidum	П		
27	Proboscia alata f. indica	I	69	Nitzschia longissima v. reversa	I	110	Protoperidinium pentagonum	I		
28	Proboscia alata f. gracillima	I	70	Nitzschia sigma	4	111	Protoperidinium Ieonis	2		
29	Proboscia alata f. genuina	I	71	Nitzschia sigma v. intercedens	I	112	Protoperidinium spinulosum	I		
30	Chaetoceros affinis	12	72	Pseudonitzschia sp. l	8	113	Protoperidinium sphaeroides	6		
31	Chaetoceros affinis v. willei	I	73	Pseudonitzschia sp.2	2	Phylu	m - Dinophyceae			
32	Chaetoceros abnormis	5	74	Surirella ovalis	5	114	Protoperidinium sp.	8		
33	Chaetoceros curvisetus	4	75	Surirella gemma	2	115	Peridinium quinquecorne	2		
34	Chaetoceros compactus	3	76	Campylodiscus echeneis	3	116	Scrippsiella sp.	I		
35	Chaetoceros compressus	7	77	Campylodiscus undulatus	I	117	Alexandrium sp.	2		
36	Chaetoceros constrictus	12	Phyle	um - Dinophyceae		118	Alexandrium þseudogonyaulax	4		
37	Chaetoceros decipiens	I	78	Ceratium breve	3	119	Goniodoma polyedricum	5		
38	Chaetoceros denticulatus	3	79	Ceratium furca	П	120	Diplopsalis sp.	5		
39	Chaetoceros distans	2	80	Ceratium deflexum	2	121	Diplopsalopsis sp.	2		
40	Chaetoceros dydimus	I	81	Ceratium fusus	П	122	Zygabikodinium sp.	I		
41	Chaetoceros Iauderii	I	82	Ceratium trichoceros	10	123	Oblea sp.	2	_	

504

No.	Scientific name	No. of identified survey sites	No.	Scientific name	No. of identified survey sites	No.	Scientific name	No. of identified survey sites	
Bacil	lariophyceae (Diato	oms)	Bacil	Bacillariophyceae (Diatoms)		Bacillarioph	Bacillariophyceae (Diatoms)		
I	Paralia sulcata	2	46	Eucampia cornuta	I	91	Protoperidinium pellucidum	6	
2	Melosira granulata	2	47	Eucampia zoodiacus	2	92	Protoperidinium pentagonum	2	
3	Melosira granulata v. angustissima	6	48	Climacodium biconcavum	I	93	Protoperidinium punctulatum	I	
4	Cyclotella comta	11	49	Palmeria hardmaniana	4	94	Protoperidinium spinulosum	6	
5	Coscinodiscus asteromphalus	П	50	Thalassionema nitzschioides	5	95	Protoperidinium sphaeroides	I	
6	Coscinodiscus oculus-iridis	4	51	Thalassionema frauenfeldii	П	96	Protoperidinium sp.	I	
7	Coscinodiscus jonesianus	I	52	Pleurosigma affine	2	97	Protoperidinium sp. l	2	
8	Coscinodiscus jonesianus v. commutata	12	53	Pleurosigma sp.	2	98	Peridinium sp.	I	
Bacillariophyceae (Diatoms)		54	Pleurosigma sp. l	I	99	Alexandrium sp.	I		
9	Coscinodiscus marginatus	I	55	Nitzschia lorenziana	3	100	Goniodoma polyedricum	I	
10	Coscinodiscus cf. subtilis	I	56	Nitzschia longissima	I	101	Lingulodinium polyedra	5	
П	Asteromphalus cleveanus	I	57	Pseudo-nitzschia sp.1 (P. cf. pungens )	3	102	Diplopsalis sp.	2	
12	Thalassiosira eccentrica	3	58	Campylodiscus echeneis	I	103	Diplopsalopsis sp.	2	
13	Thalassiosira lineata	12	59	Ceratium breve	2	104	Zygabikodinium sp.	I	
14	Thalassiosira sp.	2	60	Ceratium deflexum	I	105	Pyrophacus horologium	I	
15	Lauderia borealis	11	61	Ceratium extensum	I	106	Pyrophacus sp.	7	
16	Skeletonema costatum	П	62	Ceratium falcatum	I	107	Podolampas bipes	I	
17	Guinardia flaccida	5	63	Ceratium furca	П	Cyanophyc	eae (Cyanobacteria)		
18	Guinardia striata	2	64	Ceratium fusus	4	108	Trichodesmium erythraeum	2	
19	Dactyliosolen mediterraneus	2	65	Ceratium trichoceros	6	109	Oscillatoria limosa	3	
20	Bacteriastrum varians	8	66	Ceratium massiliense	I	110	Oscillatoria raciborskii	3	
21	Bacteriastrum hyalinum	I	67	Ceratium tripos	3	111	Oscillatoria sp. l	6	
22	Pseudosolenia calcar-avis	3	68	Ceratium sp.	I	112	Oscillatoria sp.2	2	

#### Table 6 List of phytoplankton species identified through the field survey (in rainy season)

Citation: Tri DQ, Thai TH. Biological environmental survey in Cat Ba Island. Biodiversity Int J. 2018;2(2):123–133. DOI: 10.15406/bij.2018.02.00054

Table Continued

Subscalania         I.         69         Implying miles         3         I.13         Subschulz price         3           42         Rikzandina brakuz         I.         70         Implying sculata         I.14         Inglying sp.         I           52         Checkeesoffini         8         7         Implying kandata         I.14         Influe         Antraspholatenska         9           61         Checkeesoffini         8         7         Implying kandata         I.14         I.16         Antraspholatenska         1           70         Checkeesoffini         9         7         Implying kandata         I.14         I.16         Antraspholatenska         1           71         Checkeesoffini         1         7         Implying kandata         I.16         Indication sing kandata         I	No.	Scientific name	No. of identified survey sites	No.	Scientific name	No. of identified survey sites	No.	Scientific name	No. of identified survey sites
1         1         7         Nonphysic cauded         1         1         Lyngby op.         1           26         Checkceros offinis         8         7         Nonphysic hastata         1         15         Athrospira pleternis         9           26         Checkceros         5         7         Nonphysic hastata         1         16         Athrospira pleternis         1           27         Chrostoceros         10         7         Nonphysic solve         1         17         Anabeero of, weigneri         1           28         Chectoceros         10         7         Nonboceros os o	23	Rhizosolenia cylindrus	I	69	Dinophysis miles	3	113	Oscillatori princeps	2
125       Cheetocews effinis       8       7.1       Danophysis hoatant       11       115       Arthrospina pinetensis       9         26       Cheetocews       5       7.2       Danophysis darypharum       1       16       Anaboena sp.       4         27       Cavitecus       10       7.3       Danophysis darypharum       1       17       Anaboena sp.       1         28       Concencews       2       7.4       Ornobecerus mognificus       1       11       Microcysts of weesneegiti       7         29       Cheetocews       3       7.5       Histoneis costata       1       12       Microcysts of weesneegiti       7         30       Cheetocews       1       7.5       Amphisolenia bidenitata       3       Cheotocews       9       9         310       Cheetocews       1       7.9       Granoultax strainaging       12       Pediastrum darpitax straiplex       9         32       Cheetocews       1       7.9       Granoultax strainaging       12       Pediastrum darpitax straiplex       1         33       Cheetocews strainaging       1       Protoperidinum cheetoch       1       1       1       1         34       Cheetocews strainaging	24	Rhizosolenia robusta	I	70	Dinophysis caudata	П	114	Lyngbya sp.	I
26       Gaeacorers       5       7       Dinphysis daryphorum       1       16       Anabaena sp.       4         27       Gaeacorers       10       73       Dinphysis sp.       1       117       Anabaena cf. viguleri       1         28       Gaeacorers       2       7       Onebloceros       1       18       Microsystis cf. wesenbergin       7         29       Gaeacorers       3       7       Hationels coasta       1       18       Microsystis sp.       7         30       Gaeacorers       3       7       Hationels coasta       1       19       Microsystis sp.       7         31       Gaeacores circitus       1       7       Grundolinus singulenus       1       120       Pediastrum simplerx simplex       8         32       Gaeacores diatam       1       7       Garaulax spl.       3       121       Pediastrum displex v.displex       8         33       Gaeacores diatam       1       7       Garaulax spl.       3       124       Pediastrum displex v.displex       8         34       Gaeacores diatam       1       Potoperdinitum colores       1       124       Pediastrum displex v.displex       1         35       Faded	25	Chaetoceros affinis	8	71	Dinophysis hastata	I	115	Arthrospira platensis	9
27       Characheerings       10       73       Dinaphysis sp.       1       117       Anabaena ef, vigueri       1         28       Characheerings       2       74       Ornithocercus magnificus       1       118       Micracystis ef, wesenbergit       7         29       Characheerings       3       75       Hationels costata       1       19       Micracystis sp.       7         30       Characheerings       1       76       Angolenia bidentata       1       19       Micracystis sp.       9         31       Characheerings       1       76       Angolenia singuines       120       Pediastrum baryonum v.       9         32       Characheerings       3       Gongoulax sp.       3       121       Pediastrum baryonum v.       9         33       Characheerings       3       Gongoulax rotundata       5       124       Pediastrum baryonum v.       9         34       Characheerings       1       70       Gongoulax rotundata       124       Pediastrum baryonum v.       9         35       Characheerings       1       Properdintum characheering       124       Pediastrum baryonum v.       9         36       Biddulphia regicul       1       8	26	Chaetoceros abnormis	5	72	Dinophysis doryphorum	I	116	Anabaena sp.	4
28       Cheretoceros controtes os controtes controtes controtes controtes os controtes os controtes os cont	27	Chaetoceros curvisetus	10	73	Dinophysis sp.	I	117	Anabaena cf. viguieri	I
29       Önderbergens ompressus       3       75       Histionels costata       1       19       Microcystis sp.       7         30       Önderbergens onstrictus       2       76       Amphisolenia bidentata       3       Chlorophytes       9         31       Oneotoceros crinitus       1       7       Granoalitum sanguineum       1       120       Pediastrum simplex v simplex       9         32       Öneotoceros crinitus       1       78       Gonyaulax sp.       3       121       Pediastrum boryanum v.       1         33       Oneotoceros distams       1       79       Gonyaulax sp.       3       122       Pediastrum duplex v. duplex       4         34       Öneotoceros       7       80       Gonyaulax rotundata       1       124       Pediastrum sp.       4         35       Öneotoceros subilis       9       81       Protoperidinium chundata       124       Pediastrum sp.       3         36       Biddulphia rebiu       1       82       Protoperidinium chundus       124       Scenedesmus quadricauda       6         37       Biddulphia rebiulus       1       82       Protoperidinium chunducans       128       Scenedesmus quadricauda       1         38<	28	Chaetoceros coarctatus	2	74	Ornithocercus magnificus	I	118	Microcystis cf. wesenbergii	7
30Choetoceros constrictus276Amphisolenia bidentata3Chlorophyce:(Chlorophyce)31Chaetoceros crinitusI70Gymodinium sanguineumII20Pediastrum simplex v. simplex932Chaetoceros diversus378Gonyaulax sp.3I21Pediastrum duplex v. duplex833Chaetoceros diversus179Gonyaulax sp.3I22Pediastrum duplex v. duplex834Chaetoceros diversus780Gonyaulax rotundata5I23Pediastrum tetras435Chaetoceros subtilis981Protoperidinium abeiII24Pediastrum tetras336Biddulphia regiaI182Protoperidinium cf. brochii3I25Scenedesmus guadricauda637Biddulphia dubiaI8Protoperidinium conicumI1I27Scenedesmus guadricauda139Odontella mobiliensis48Protoperidinium conicumI28Scenedesmus guadricauda140Bielerochea mologicalis18Protoperidinium corasipeI2I20Scenedesmus guadricauda141Herniaulus sinensis38Protoperidinium ceanicumI30Staurastrum sp.3342Herniaulus sinensis38Protoperidinium ceanicumI31Bamella sp.I43Certaulina bergoniI8Protoperidinium ceanicumI32<	29	Chaetoceros compressus	3	75	Histioneis costata	I	119	Microcystis sp.	7
31Chaetoceros crinitus177Gymnodinitum sanguineum1120Pediastrum simplex v. simplex932Chaetoceros diversus378Gonyaulax sp.3121Pediastrum boryanum v. boryonum133Chaetoceros distans179Gonyaulax polygramma3122Pediastrum duplex v. duplex834Chaetoceros diverzionas780Gonyaulax rotundata5123Pediastrum tetros435Chaetoceros subtilis981Protoperidinium abei1124Pediastrum tetros337Biddulphia dubia182Protoperidinium cf. brochii3125Scenedesmus quadricauda638Biddulphia dubia183Protoperidinium claudicans11127Scenedesmus quadricauda139Odontella mobiliensis484Protoperidinium claudicans1128Scenedesmus acuminatus var. acumin140Bellerochea horologicalis185Protoperidinium claudicans1130Staurastrum sp.341Hemiaulus sindicus187Protoperidinium divergens1130Staurastrum sp.142Hemiaulus indicus188Protoperidinium divergens1131Palmello sp.143Ceratulina bergoni189Protoperidinium oceanium6132Eudorina elegans144Ceratulina compacta	30	Chaetoceros constrictus	2	76	Amphisolenia bidentata	3	Chlorophyceae (Chlorophyte)		
32Chaetoceros diversus378Gonyaulax sp.3121Pediastrum boryanum v. boryanum133Chaetoceros distans179Gonyaulax polygramma3122Pediastrum duplex v. duplex834Chaetoceros direnzianus780Gonyaulax rotundata5123Pediastrum sp.335Chaetoceros subilis981Protoperidinium abei1124Pediastrum tetras436Biddulphia regia1182Protoperidinium cf. brochi3125Scenedesmus sp.337Biddulphia dubia1BatTrotoperidinium conicum11127Scenedesmus quadricauda638Biddulphia reticulum183Protoperidinium claudicans4128Scenedesmus acuminatus var. acumin139Odontella mobiliensis484Protoperidinium claudicans4129Scenedesmus guadricauda641Hemiaulus sinensis386Protoperidinium claudicans1130Staurastrum sp.142Hemiaulus indicus187Protoperidinium divergens1131Palmella sp.143Cerataulina bergoni188Protoperidinium ceanicum6132Eudorina elegans144Cerataulina bergoni189Protoperidinium oceanicum1133Eudorina sp.445Diplyum sol1190Protoperidi	31	Chaetoceros crinitus	I	77	Gymnodinium sanguineum	I	120	Pediastrum simplex v. simplex	9
33Chaetoceros distans179Gonyaulax polygramma3122Pediastrum duplex v. duplex834Chaetoceros larenzianus780Gonyaulax rotundata5123Pediastrum sp.335Chaetoceros subtilis981Protoperidinium abei1124Pediastrum tetras436Biddulphia regia1182Protoperidinium cf. brochii3125Scenedesmus sp.337Biddulphia dubia1Bacillariophyceae (Diatoms)126Scenedesmus quadricauda638Biddulphia reticulum183Protoperidinium conicum11127Scenedesmus carinatus139Odontella horologicalis484Protoperidinium caudicans4128Scenedesmus acuminatus var. acumin140Bellenchea horologicalis185Protoperidinium causipes3129Scenedesmus acuminatus var. acumin141Hemiaulus sinensis386Protoperidinium divergens1130Staurastrum sp.842Hemiaulus indicus188Protoperidinium oceanicum6132Eudorina elegans143Cerataulina bergonii188Protoperidinium oceanicum6132Eudorina elegans144Cerataulina189Protoperidinium oceanicum1133Eudorina sp.445Ditylum sol1190Protoperidinium tori	32	Chaetoceros diversus	3	78	Gonyaulax sp.	3	121	Pediastrum boryanum v. boryanum	I
34Chaetoceros lorenzianus780Gonyaulax rotundata5123Pediastrum sp.335Chaetoceros subtilis981Protoperidinium abei1124Pediastrum tetras436Biddulphia regia1182Protoperidinium cf. brochii3125Scenedesmus sp.337Biddulphia dubia1Bacilizophyceae (Diatoms)126Scenedesmus quadricauda638Biddulphia reticulum183Protoperidinium conicum11127Scenedesmus acarinatus139Odontella mobiliensis484Protoperidinium claudicans4128Scenedesmus acarinatus var. acumin140Bellerochea horologicalis185Protoperidinium crassipes3129Scenedesmus javanensis241Hemiaulus sinensis386Protoperidinium oceanicum130Staurastrum sp.842Hemiaulus indicus187Protoperidinium oceanicum6132Eudorina elegans143Cerataulina compacta189Protoperidinium ovum1133Eudorina sp.444Ditylum sol1190Protoperidinium ovum11134Eudorina sp.4	33	Chaetoceros distans	I	79	Gonyaulax polygramma	3	122	Pediastrum duplex v. duplex	8
35Chaetoceros subtilis981Protoperidinium abei1124Pediastrum tetras436Biddulphia regia1182Protoperidinium cf. brochii3125Scenedesmus sp.337Biddulphia dubia1Bacill=riophyceae (Diatoms)126Scenedesmus quadricauda638Biddulphia reticulum183Protoperidinium conicum11127Scenedesmus carinatus139Odontella mobiliensis484Protoperidinium claudicans4128Scenedesmus acuminatus var. acumin140Bellerochea horologicalis185Protoperidinium claudicans3129Scenedesmus javanensis241Hemiaulus sindicus187Protoperidinium cleagans1130Staurastrum sp.842Hemiaulus indicus188Protoperidinium cleagans1131Palmella sp.143Cerataulina bergonii188Protoperidinium oceanicum6132Eudorina elegans144Cerataulina compacta190Protoperidinium torianum1133Eudorina sp.4	34	Chaetoceros Iorenzianus	7	80	Gonyaulax rotundata	5	123	Pediastrum sp.	3
36Biddulphia regia1182Protoperidinium cf. brochii3125Scenedesmus sp.337Biddulphia dubiaIBacill=riophyceae (Diatoms)126Scenedesmus quadricauda638Biddulphia reticulumI83Protoperidinium conicum11127Scenedesmus carinatus139Odontella mobiliensis484Protoperidinium claudicans4128Scenedesmus acuminatus var. acumin140Bellerochea horologicalis185Protoperidinium crassipes3129Scenedesmus javanensis241Hemiaulus sinensis386Protoperidinium divergens1130Staurastrum sp.842Hemiaulus indicus187Protoperidinium oceanicum6132Eudorina elegans143Cerataulina bergonii188Protoperidinium ovem133Eudorina elegans444Cerataulina189Protoperidinium ovem133Eudorina sp.445Ditylum sol1190Protoperidinium torianum1131Palmella sp.4	35	Chaetoceros subtilis	9	81	Protoperidinium abei	I	124	Pediastrum tetras	4
37Biddulphia dubiaIBacillariophyceae (Diatoms)I26Scenedesmus quadricauda638Biddulphia reticulumI83Protoperidinium conicumIII27Scenedesmus carinatusI39Odontella mobiliensis484Protoperidinium claudicans4I28Scenedesmus acuminatus var. acuminI40Bellerochea horologicalisI85Protoperidinium crassipes3I29Scenedesmus javanensis241Hemiaulus sinensis386Protoperidinium divergensII30Staurastrum sp.842Hemiaulus indicusI87Protoperidinium oceanicum6I32Eudorina elegansI43Cerataulina bergoniiI89Protoperidinium ovumII33Eudorina sp.445Ditylum solII90Protoperidinium thorianumIII	36	Biddulphia regia	11	82	Protoperidinium cf. brochii	3	125	Scenedesmus sp.	3
38Biddulphia reticulumI83Protoperidinium conicumIII27Scenedesmus carinatusI39Odontella mobiliensis484Protoperidinium claudicans4128Scenedesmus acuminatus var. acumin140Bellerochea horologicalisI85Protoperidinium crassipes3129Scenedesmus javanensis241Hemiaulus sinensis386Protoperidinium divergensII30Staurastrum sp.842Hemiaulus indicusI87Protoperidinium oceanicum6132Eudorina elegansI43Cerataulina bergoniiI89Protoperidinium ovumII33Eudorina sp.445Ditylum solII90Protoperidinium thorianumIII	37	Biddulphia dubia	I	Bacil	lariophyceae (Diatoms)		126	Scenedesmus quadricauda	6
39Odontella mobiliensis484Protoperidinium claudicans4128Scenedesmus acuminatus var. acumin140Bellerochea horologicalis185Protoperidinium crassipes3129Scenedesmus javanensis241Hemiaulus sinensis386Protoperidinium divergens1130Staurastrum sp.842Hemiaulus indicus187Protoperidinium elegans1131Palmella sp.143Cerataulina bergonii188Protoperidinium oceanicum6132Eudorina elegans144Cerataulina compacta189Protoperidinium thorianum1114	38	Biddulphia reticulum	I	83	Protoperidinium conicum	П	127	Scenedesmus carinatus	I
40Bellerochea horologicalis185Protoperidinium crassipes3129Scenedesmus javanensis241Hemiaulus sinensis386Protoperidinium divergens1130Staurastrum sp.842Hemiaulus indicus187Protoperidinium elegans1131Palmella sp.143Cerataulina bergonii188Protoperidinium oceanicum6132Eudorina elegans144Cerataulina compacta189Protoperidinium ovum1133Eudorina sp.445Ditylum sol1190Protoperidinium thorianum111	39	Odontella mobiliensis	4	84	Protoperidinium claudicans	4	128	Scenedesmus acuminatus var. acumin	I
41Herniaulus sinensis386Protoperidinium divergens1130Staurastrum sp.842Herniaulus indicus187Protoperidinium elegans1131Palmella sp.143Cerataulina bergonii188Protoperidinium oceanicum6132Eudorina elegans144Cerataulina compacta189Protoperidinium ovum1133Eudorina sp.445Ditylum sol1190Protoperidinium thorianum111	40	Bellerochea horologicalis	I	85	Protoperidinium crassipes	3	129	Scenedesmus javanensis	2
42Hemiaulus indicusI87Protoperidinium elegansII31Palmella sp.I43Cerataulina bergoniiI88Protoperidinium oceanicum6132Eudorina elegansI44Cerataulina compactaI89Protoperidinium ovumII33Eudorina sp.445Ditylum solII90Protoperidinium thorianumIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	41	Hemiaulus sinensis	3	86	Protoperidinium divergens	I	130	Staurastrum sp.	8
43Cerataulina bergoniiI88Protoperidinium oceanicum6132Eudorina elegansI44Cerataulina compactaI89Protoperidinium ovumI133Eudorina sp.445Ditylum solI90Protoperidinium thorianumIIIIIIIIII	42	Hemiaulus indicus	I	87	Protoperidinium elegans	I	131	Palmella sp.	I
44Cerataulina compactaI89Protoperidinium ovumII33Eudorina sp.445Ditylum solII90Protoperidinium thorianumIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	43	Cerataulina bergonii	I	88	Protoperidinium oceanicum	6	132	Eudorina elegans	I
45 Ditylum sol II 90 Protoperidinium thorianum I	44	Cerataulina compacta	I	89	Protoperidinium ovum	I	133	Eudorina sp.	4
	45	Ditylum sol	11	90	Protoperidinium thorianum	I			

Citation: Tri DQ, Thai TH. Biological environmental survey in Cat Ba Island. Biodiversity Int J. 2018;2(2):123–133. DOI: 10.15406/bij.2018.02.00054

Demersal fish: Table 7 shows the demersal fish species identified through the dry and rainy season surveys respectively. In the dry season, in general, fish diversity and abundance were significantly higher in the shallow coastal survey sites (e.g. EC1, EC2, EC4, and EC7) compared to the deeper offshore survey sites. Within the identified species, two species are listed in Vietnam Red Book namely, Bostrichthys sinensis and Anodontostoma chacunda, which were found in the shallow coastal survey sites EC1 and EC2 respectively. Bostrichthys sinensis and Anodontostoma chacunda are classified as "Critical" and "Vulnerable" respectively. In the wet season, the similar trend in term of fish diversity and abundance has been found among sampling sites (shallow sites are more abundance than the off shore sites). However there are differences in the species composition of the economic species with the distribution of the family Sciaenidae to occur in 9/11 sampling sites. This family also contributes for higher biomass of the total catch at the sampling sites of EC8, EC9 in the rainy survey.

#### **Diversity of terrestrial animals**

Cat Ba National Park is tropical moist forest on limestone, which harbors a number of endemic and rare species, foremost of which is the endemic Cat Ba Langur Trachypithecus poliocephalus poliocephalus.<sup>10-12</sup> These led to the discovery of new species of *Goniurosaurus*<sup>8</sup> (Figure 8) and *Sphenomorphus*.<sup>13</sup> Among the 40 reptile species recorded from Cat Ba Island, two species are listed in the IUCN Red List (2008), seven species are listed in the Vietnam Red Data Book,<sup>14</sup> four in the CITES appendices (2008), and five species are protected by governmental law (Decree No. 32/2006/ND-CP) (Table 8).

Notes: IUCN: IUCN Red List, VNRB: Vietnam Red Data Book: CR: critically endangered, EN: endangered, VU: vulnerable, LR/nt: near threatened; CITES: I, II = Appendix I and II; Dec. 32: Governmental Decree No. 32/2006/ND-CP: IB = Group IB (prohibited exploitation and use for commercial purpose), IIB = Group IIB (limited exploitation and use for commercial purpose); []: Only photographic record or observation.

Table 7 Results of demersal fish survey

Survey site	Family	Genus/species	No. of individuals	Total and ave. wet weight (g)	Average length (cm)	Status in vietnam red book	
In dry se	ason						
	Sparidae	Sparus latus	I	6	6.5	Not listed	
	Taonioididao	Trypauchen	2	Total: 12.97	٩	Not listed	
	Idenioididde	vagina	Z	Ave.: 6.5	7		
	Flootridao	Bostrichthys		22	12	Critical	
	Eleotridde	sinensis	I	23	15	Critical	
FCI	Sillaginidae	Sillago sihama	I	15.4	12.5	Not listed	
ECT	Eleotridae	Butis butis	I	4.5	5	Not listed	
	Platycephalidae	Rogadus asper	I	12.5	11	Not listed	
	Platycephalidae	Cociella		F	E E	Not listed	
		crocodila	I	5	5.5	Not listed	
	Cumadaasidaa	Symphurus		4 5	2 5	Not listed	
	Cynoglossidde	orientalis	I	т.5	5.5	Not listed	
	Cupoglossidae	Symphurus			95	Not listed	
	Cynoglossidde	orientalis	I		7.5	Not listed	
	Soloidae	Heteromycterus		13	Q	Not listed	
FC2	Soleidae	japonica	I	15	5	Not listed	
LCZ	Sillaginidae	Sillago sihama	I	12.5	14.9	Not listed	
	Clubeidae	Anodontostoma	5	Total: 60	15.3	Vulnorable	
	Chipelode	chacunda	5	Ave: I2	13.5	vullerable	
	Sciaenidae	Nibea albiflora	I.	26	23.5	Not listed	
In rainy season							

Survey site	Family	Genus/species	No. of individuals	Total and ave. wet weight (g)	Average length (cm)	Status in vietnam red book	
	Muraanaa cidaa	Muraenesox	1	24	25	Netlisted	
	Muraenesociade	cinereus	I	30	25	Not listed	
	<b>T</b> · · // /	Trypauchen	2	Total: 25.4	12	Not listed	
ECI	raeniolaldae	vagina	2	Ave.: 12.7	13		
	Eleotridae	Bostrichthys		Total: 42			
		sinensis	I	Ave: 14	12.5	Critical	
	Sciaenidae	Nibea soldado	26	Total: 93.37 Ave: 3.59	7.2	Not listed	
	Siganidae	Siganus					
		fuscescens	I	7.5	8	i vot listed	
		Cranoglanis		Total: 400	22.2		
	Bagridae	sinensis	9	Ave: 44.4	22.3	Not listed	
		Arnoglossus	2	Total: 3.13	-	<b>NI</b> . 19	
EC2	Bothidae	tenuis	ک	Ave: 1.04	5	Not listed	
		Anodontostoma	2	Total: 30			
	Clupeidae	chacunda	2	Ave: 15	16./	Vulnerable	
	Sciaenidae	Nibea albiflora	3	Total: 17.04 Ave: 5.68	3.5	Not listed	

Table Continued

 $\textbf{Table 8} \text{ List of threatened reptile species recorded from Cat Ba Island^{15}}$ 

	IUCN	VNRB	CITES	Dec. 32
Scientific name	2008	2007	2008	2006
Physignathus cocincinus		VU		
Gekko gecko		VU		
[Varanus salvator]		EN	II	IIB
[Python molurus]	LR/nt	CR	I	IIB
Coelognathus radiatus		EN		IIB
Ptyas korros		EN		
Bungarus multicinctus				IIB
Naja atra		EN	II	IIB
Cuora mouhotii	EN		II	



Figure 8 (1) Cuora mouhotii. (2) Acanthosaura lepidogaster. (3) Pseudocalotes brevipes. (4) Goniurosaurus catbaensis. (5) Gekko gecko. (6) Gekko palmatus. (7) Hemidactylus frenatus. (8) H garnotii. (9) Eutropis multifasciatus. (10) Plestiodon quadrilineatus. (11) Scincella reevesii. (12) Sphenomorphus tonkinensis.<sup>12</sup>

## Conclusion

In this study, there are occurrences of three main key habitats: mangrove, coral reefs, and seaweeds/seagrass. These contribute for species diversity and abundance of the natural marine resources available for the local people to exploit. The distribution trends of the living resources are higher abundance in the near shore sites, lower abundance at the offshore sites. These may relate to the biological/ physical driven factors such as the available of substrate/habitat, natural food resources or water current. The coastal sites provide the nursery grounds for the economic species where the mangrove forests remain as the shelters.

#### Acknowledgements

We would like to thank the National Hydro-meteorological Service (NHMS) for their assistance in the collection of topography map and data for this paper. We are thankful to the NHMS, IMER for this research opportunity and providing permission for using their facilities to perform the study.

## **Conflict of interest**

The authors declare that there are no competing interests regarding the publication of this paper.

#### References

- 1. The Cat Ba Langur Conservation Project Information Pamphlet, Cat Ba Langur. Cat Ba Island; 2009.
- Tran VT. Cat Ba geopark proposal, Vietnam Institute of Geosciences and Mineral Resources. Hanoi, Vietnam; 2008.
- Doan QT, Chen YC. Application Environmental Sensitivity Index Maps for Coastal Oil Spill. LAP LAMBERT Academic Publishing; 2016. p. 185.
- FFI. Annual Technical Report: Report on BP Vietnam Funding, Ha Long/ Cat Ba Conservation Project and Coastal Biodiversity Support Project Preparation Phase. Fauna and Flora International (FFI), Hanoi, Vietnam; 2003.
- Brooks A. Enhancing the effectiveness of projects on Cat Ba Island an evaluation of ten years of international support. IUCN Vietnam Country Office, Hanoi, Vietnam; 2006.
- WB. Vietnam environment monitor 2005: Biodiversity. Vietnam World Bank (WB), Hanoi, Vietnam; 2005.
- Zingerli C. Colliding understandings of biodiversity conservation in Vietnam: Global claims, national interests and local struggles. *Society and Natural Resources*. 2005;18(8):733–47.
- Nguyen VQ. Current Status of the Marine Ecosystems and Their Vulnerability Under the Climate Change Impacts in the Catba World Biosphere Reserve. *Kuroshio Science*. 2012;6(1):59–66.
- Thanh TD. Cat Ba Biosphere Reserve Area (in Vietnamese). Technical report submitted UNESCO to recognize the Cat Ba Islands as Biosphere Reserve Area. Reserved at library of Institute of Marine Environment and Resources; 2002: 95 p.
- Nadler T, and Ha TL. The Cat Ba Langur: Past, Present and Future. The Definitive Report on Trachypithecus poliocephalus, the World's Rarest Primate. Frankfurt Zoological Society. Technical report, Hanoi; 2000.
- Furey N, Le XC, Fanning E. Cat Ba National Park Biodiversity survey 1999. Frontier-Vietnam. Forest Research Programme. Technical Report No. 16. 2002.
- Nadler T, Momberg F, Nguyen XD, et al. Vietnam primate conservation status review 2002, Part 2: Leaf monkeys. Fauna & Flora International– Vietnam Program and Frankfurt Zoological Society. Hanoi, Vietnam; 2002.
- Ziegler T, Nguyen QT, Schmitz A, et al. A new species of *Goniurosaurus* from Cat Ba Island, Hai Phong, northern Vietnam (Squamata: Eublepharidae). Zootaxa. 2008;1771:16–30.
- Tran K, Ho TC, Nguyen VS, et al. Reptiles and Amphibian. In: Dang NT, Tran K, editors. Vietnam Red Data Book, Part 1. *Animals*. Hanoi; 2007: p. 219–276+8pls.
- 15. Nguyen QT, Schmitz A, Nguyen TT, et al. Review of the genus *Sphenomorphus* Fitzinger, 1843 (Squamata: Sauria: Scincidae) in Vietnam, with description of a new species from northern Vietnam and southern China and the first record of *Sphenomorphus mimicus* Taylor, 1962 from Vietnam. *Journal of Herpetology*. 2011;45(2):145–154.

ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/310494096

# Effect of river vegetation with timber piling on ship wave attenuation: Investigation by field survey and numerical...

## Article in Ocean Engineering · November 2016

DOI: 10.1016/j.oceaneng.2016.11.004

CITATIONS 0	5	reads 109	
7 author	<b>'s</b> , including:		
0	Dang Vu Hai Institute of Marine Geology and Geophysics 6 PUBLICATIONS 2 CITATIONS SEE PROFILE	٢	Sooyoul Kim Tottori University 69 PUBLICATIONS 207 CITATIONS SEE PROFILE
	Lars Robert Hole Norwegian Meteorological Institute 71 PUBLICATIONS 664 CITATIONS SEE PROFILE		Tran Thai Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology 11 PUBLICATIONS 29 CITATIONS SEE PROFILE

#### Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Climate change impacts on storm surges View project



Developments of machine learning method-based wave and surge forecast models View project

All content following this page was uploaded by Sooyoul Kim on 19 November 2016.

The user has requested enhancement of the downloaded file. All in-text references <u>underlined in blue</u> are added to the original document and are linked to publications on ResearchGate, letting you access and read them immediately.

512 Contents lists available at ScienceDirect



Ocean Engineering



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

## Effect of river vegetation with timber piling on ship wave attenuation: Investigation by field survey and numerical modeling



Nguyen Ba Thuy<sup>a,\*</sup>, N.A.K. Nandasena<sup>b</sup>, <u>Vu Hai Dang</u><sup>c</sup>, <u>Sooyoul Kim</u><sup>d</sup>, Nguyen Xuan Hien<sup>e</sup>, Lars Robert Hole<sup>f</sup>, Tran Hong Thai<sup>g</sup>

<sup>a</sup> Vietnam National Hydrometeorolocical Forecasting Center, No 4 Dang Thai Than, Hoan Kiem, Hanoi, Vietnam

<sup>b</sup> Department of Civil and Environemntal Engineering, Faculty of Engineering, University of Auckland, Private Bag 92019, Auckland 1142, New Zealand

<sup>c</sup> Institute of Marine Geophysics and Geology, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Vietnam

<sup>d</sup> Graduate School of Engineering, Tottori University, Koyama-cho Minami, Tottori 680-850, Japan

<sup>e</sup> Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment, 23/62 Nguyen Chi Thanh, Dong Da, Hanoi, Vietnam

<sup>f</sup> Division of Oceanography and Maritime Meteorology, Norwegian Meteorological Institute, Bergen, Norway

<sup>g</sup> National Hydrometeorolorical Service of Vietnam, No3 Dang Thai Than, Hoan Kiem, Hanoi, Vietnam

#### ARTICLE INFO

Keywords: Ship wave Timber piling River vegetation Erosion

#### ABSTRACT

The objective of this study is to investigate the effects of river vegetation and timber piling on the attenuation of ship-generated waves that cause erosion at river bank. A numerical model based on two-dimensional Boussinesq-type equations was developed to predict the ship wave prorogation through river vegetation and timber piling. The model was validated with the field data and found that the model can reproduce well the field data when the disturbances from tides and winds were minimal. The numerical model was then used to simulate ship wave propagation through a belt of river vegetation consist of *Rhizophora apiculata*, a dominant type of mangroves planted in the Ca Mau River in the south Vietnam, and a timber piling. A 200 m long timber piling, parallel to the river bank, at 10 m from the bank reduced 51% and 89% of run-up height and wave force at the bank, respectively. If the timber piling combined with 20 m width of the vegetation the run-up height and wave force were reduced further 61% and 95%, respectively.

#### 1. Introduction

Ship-generated waves (ship waves) have been researched for a long time in both theoretical and practical aspects with different aims. Since the middle of the nineteenth century, many scientists and engineers had studied about waves generated by ships (Rankine, 1868; Froude, 1877; Kelvin, 1887a, 1887b). After that, Havelock (1908), Johnson (1958), Sorensen (1969), Kofoed-Hansen et al. (1999), and Whittaker et al. (2001) developed ship wave theory and also conducted model experiments to validate their theories. A number of scientists have been using Boussinesq-type models for simulating ship waves in shallow water. Tanimoto et al. (2000) developed a simulation method to calculate ship waves in shallow water and studied ship waves in a channel restricted by vertical walls. Dam et al. (2006) investigated the transformation of ship waves on sloping bottom by a Boussinesq model and suggested that the refraction on slope is similar to the ordinary wind waves have. Dam et al. (2008) discussed the effect of Froude number on the characteristics of ship waves in a narrow channel restricted by vertical walls, based on observed data and the results

computed by a two-dimensional model in which wave breaking was considered.

Ship waves, depending mainly on their energy possessed, have been recognized as a threat to the environment. Kirkegaard et al. (1998) reported that a large number of vessels moving at high speed caused a danger to recreational use of beaches. Regarding environmental aspects, Nakase et al. (1999) concluded that the ship waves have a great impact on the activities in aquaculture. By using Michell's thin-ship theory, <u>Dong et al. (2009)</u> studied the impact of ship waves on marine structures and pointed out that the forces induced by ship waves are an important factor contributing to the damage to coastal structures and offshore structures as well.

Both aquatic vegetation and timber piling have been shown to be effective in minimizing wave energy. <u>Coops et al. (1996)</u> conducted an experiment to investigate wave forces that affected by bank slope and water depth, and that interfered with the emerged vegetation as well. Their results showed that the waves transmitted through the vegetation lose energy due to the resistance offered by the vegetation and bottom surface. Although a 4 m wide-band of vegetation can be regarded as a

\* Corresponding author.

E-mail address: thuybanguyen@gmail.com (N.B. Thuy).

http://dx.doi.org/10.1016/j.oceaneng.2016.11.004

Received 10 June 2016; Received in revised form 17 October 2016; Accepted 11 November 2016 0029-8018/ © 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

strip, wave height measurements in did show wave attenuation to 513 occur. Roo and Troch (2010) evaluated reduction in the force by ship waves through the off-bank timber piling along the river Lys (Zulte, Belgium) by field observation data. They showed that a single row of off-bank piling cannot reduce the height of the primary wave system but only 20% reduction in the secondary wave system. Based on field data of river-bank erosion caused by boat-generated waves, Nanson et al. (1994) reported that the major threshold in erosive energy of ship waves is associated with the peak waves. Very recently, Trung et al. (2015), based on the field investigation in the Ca Mau River, Vietnam, pointed out that two types of vegetation Rhizophora apiculata (R. apiculata) and Nupa fruticans (N. fruticans) are able to dissipate wave energy and therefore have a high potential for riverbank protection. They found further that R. apiculata is more effective than N. fruticans in wave height reduction, although its porosity is greater. It is evident that those studies have been based mainly on field surveys and/or experimental studies. There is lack of numerical modeling studies which may help explore this problem at prototype scale.

In this paper, the effect of river vegetation and timber pilling on the reduction of ship wave-generated run-up height and force on the bank of the Ca Mau River was analyzed by a new numerical model. The numerical model was based on two-dimensional Boussinesq equations (Dam et al., 2006), but was developed to simulate the wave run-up on the bank, with the resistance by vegetation and timber piling. Field surveys were conducted in a section of the Ca Mau River to measure the characteristics of ship waves (water surface fluctuation, current velocity, and run-up on the bank) for different ship speeds and those were used to validate the model. The numerical model then was applied to another section of the Ca Mau River where river vegetation and timber piling have been employed to minimize the bank erosion caused by ship waves.

#### 2. Numerical method

#### 2.1. Governing equations

The new numerical model (Eqs. (1)-(3)) to simulate ship wave runup through vegetation was based on Boussinesq-type equations (<u>Madsen and Sørensen, 1992</u>; <u>Dam et al., 2006</u>). The coordinate system  $O_{xy}$  such that the origin O lies on the immobilized water-plane and the x-axis points in the direction of ship's forward motion while the y-axis perpendicular to the bank. The moving ship boundary (<u>Chen and</u> <u>Sharma, 1995</u>; <u>Tanimoto et al., 2000</u>; <u>Dam et al., 2006</u>, <u>2008</u>) was used. The governing equations are written as:

$$b\frac{\partial\eta}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0$$
(1)

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_x^2}{d} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_x Q_y}{d} \right) + g d \frac{\partial \eta}{\partial x} - R_{bx} + \frac{\rho g n^2}{\rho d^{7/3}} Q_x \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} + \frac{F_x}{\rho}$$
(2)

$$= \left(\beta + \frac{1}{3}\right)h^{2}\left(\frac{\partial^{3}Q_{x}}{\partial t\partial x^{2}} + \frac{\partial^{3}Q_{y}}{\partial t\partial x\partial y}\right) + h\frac{\partial h}{\partial y}\left(\frac{1}{6}\frac{\partial^{2}Q_{y}}{\partial t\partial x}\right)$$
$$+\beta gh^{2}\left\{\frac{\partial h}{\partial x}\left(2\frac{\partial^{2}\eta}{\partial x^{2}} + \frac{\partial^{2}\eta}{\partial y^{2}}\right) + \frac{\partial h}{\partial y}\frac{\partial^{2}\eta}{\partial x\partial y}\right\} + \beta gh^{3}\left(\frac{\partial^{3}\eta}{\partial x^{3}} + \frac{\partial^{3}\eta}{\partial x\partial y^{2}}\right)$$
$$+h\frac{\partial h}{\partial x}\left(\frac{1}{3}\frac{\partial^{2}Q_{x}}{\partial t\partial x} + \frac{1}{6}\frac{\partial^{2}Q_{y}}{\partial t\partial y}\right)$$

$$\frac{\partial}{\partial Q_{y}} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_{x} Q_{y}}{d} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_{y}^{2}}{d} \right) + g d \frac{\partial \eta}{\partial y} - R_{by} + \frac{\rho g n^{2}}{\rho d^{7/3}} Q_{y} \sqrt{Q_{x}^{2} + Q_{y}^{2}} + \frac{F_{y}}{\rho}$$
(3)

$$= \left(\beta + \frac{1}{3}\right)h^{2}\left(\frac{\partial^{3}Q_{x}}{\partial t \partial x \partial y} + \frac{\partial^{3}Q_{y}}{\partial t \partial y^{2}}\right) + h\frac{\partial h}{\partial x}\left(\frac{1}{6}\frac{\partial^{2}Q_{x}}{\partial t \partial y}\right)$$
$$+\beta gh^{2}\left\{\frac{\partial h}{\partial y}\left(\frac{\partial^{2}\eta}{\partial x^{2}} + 2\frac{\partial^{2}\eta}{\partial y^{2}}\right) + \frac{\partial h}{\partial x}\frac{\partial^{2}\eta}{\partial x \partial y}\right\} + \beta gh^{3}\left(\frac{\partial^{3}\eta}{\partial x^{2} \partial y} + \frac{\partial^{3}\eta}{\partial y^{3}}\right)$$
$$+h\frac{\partial h}{\partial y}\left(\frac{1}{6}\frac{\partial^{2}Q_{x}}{\partial t \partial x} + \frac{1}{3}\frac{\partial^{2}Q_{y}}{\partial t \partial y}\right)$$

where  $\eta$  (*x*, *y*, *t*) is the water surface elevation,  $Q_x$  (*x*, *y*, *t*) and  $Q_y$  (*x*, *y*, *t*) the depth-integrated velocity components in *x* and *y* directions, respectively, *t* the time, *h* (*x*, *y*) the still water depth, *g* the gravitational acceleration,  $\beta$  the correction factor of the dispersion term ( $\beta$ =1/15), d(x,y,t) the total water depth ( $d=\eta+h$ ), and b(x,y,t) the slot width parameter which was described in detail in the Section 2.2.  $R_{bx}$  and  $R_{by}$  are the eddy viscosity terms (Kennedy et al., 2000; Dam et al., 2006) as:

$$R_{bx} = \frac{\partial}{\partial x} \left( v \frac{\partial Qx}{\partial x} \right) + \frac{1}{2} \left[ \frac{\partial}{\partial y} \left( v \frac{\partial Qx}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( v \frac{\partial Qy}{\partial x} \right) \right]$$
(4)

$$R_{by} = \frac{\partial}{\partial y} \left( v \frac{\partial Qy}{\partial y} \right) + \frac{1}{2} \left[ \frac{\partial}{\partial x} \left( v \frac{\partial Qx}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( v \frac{\partial Qy}{\partial x} \right) \right]$$
(5)

Where v is the kinematic viscosity.

 $F_x$ ,  $F_y$  the drag resistance due to the presence of vegetation in *x* and *y* directions, respectively.  $F_x$ ,  $F_y$  are written as:

$$F_x = \frac{1}{2} \gamma C_{D-all} b_{ref} d \frac{Q_x \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2}}{d}$$
(6)

$$F_{y} = \frac{1}{2} \gamma C_{D-all} b_{ref} d \frac{Q_{y} \sqrt{Q_{x}^{2} + Q_{y}^{2}}}{d}$$
(7)

where,  $\gamma$  is the tree density (number of trees/m<sup>2</sup>), and  $C_{D-all}$  the depth-averaged equivalent drag coefficient considering the vertical stand structure of tree, which was defined by Tanaka et al. (2007) as:

$$C_{D-all}(d) = C_{D-ref} \frac{1}{d} \int \alpha(z_G) \beta(z_G) dz_G$$
(8)

$$\alpha(z_G) = \frac{b(z_G)}{b_{ref}} \tag{9}$$

$$\beta(z_G) = \frac{C_D(z_G)}{C_{D-ref}} \tag{10}$$

where  $b(z_G)$  and  $C_D(z_G)$  are the projected width (diameter) on a vertical plane perpendicular to flow direction and drag coefficient of a tree at the height  $z_G$  from the ground surface, respectively, and  $b_{ref}$  and  $C_{D-ref}$  are the reference projected width at  $z_G$ =1.2 m and reference drag coefficient of the trunk (=1.0), respectively.



**Fig. 1.** A schematic view of a channel with the presence of a narrow slot (modified from Kennedy et al., 2000).



Fig. 2. (a) Ca Mau Province where the Ca Mau River flows through, (b) locations of site 1 [A] at Nang Keo and site 2 [B] at Kinh Sang Rivers.





(b)

**Fig. 3.** (a) Schematic of plan and cross sections of the river with the locations of staffs to measure water surface elevation and scale to measure run-up at site 1, Nang Keo River, (b) video camera and staffs in place.

#### 2.2. Modeling wave run-up

In the case of run-up simulation by the numerical model, one of the difficult points was the numerical treatment of the moving boundary (moving shoreline). In this study, instead of tracking the moving boundary during wave run-up and rundown on the slope, the entire computational domain was considered by employing an improved version of the slot or permeable slope technique proposed by Kennedy et al. (2000) for simulation of run-up. This technique assumes that, instead of being solid, the beach is porous or contains narrow slots, so it is possible for the water level to be below the bed elevation. Fig. 1 shows a schematic of a wave flume with a sloping bottom in the



Fig. 4. High-speed ship used to generate waves at site 1, Nang Keo River.

#### Table 1

Parameters of high-speed ship used to generate waves.

Type of ship	Length (m)	Width (m)	Horsepower	Draft (m)	Speed (m/s)
High-speed ship (34 seats)	21.75	8.5	320	1.65 m	2.8, 5.6, 8.3, 11.1, 12.5, 13.9, 16.7



Fig. 5. A typical timber piling constructed by residents, combined with vegetation for protecting river bank from ship waves in Kinh Sang River.

presence of a narrow slot (modified from Kennedy et al., 2000). The width of the wave flume is defined as:

$$b(\eta) = \begin{cases} 1, & \eta \ge z^* \\ \delta + (1-\delta)e^{-\lambda(\eta-z^*)/ho} & \eta \le z^* \end{cases}$$
(11)

in which  $\delta$  is the slot width relative to a unit width of bed;  $\lambda$  is the shape parameter that controls the smooth transition of the cross-sectional area from the unit width to the slot width;  $z^*$  denotes the elevation of seabed where b=1;  $h_o$  is a reference water depth that must be deeper than the water depth at the lower limit of swash zone. In the case of two-dimension,  $b(\eta)$  is the function of the local surface elevation and depending on x, y and time t and b(x,y,t) is unity for the water surface above the bed and decays exponentially to the value  $\delta$  whenever the water surface disappears into the slot. For the stability of the model  $\delta$  should be chosen in the interval of 0.01 to 0.001 and  $\lambda$  of



Fig. 6. Schematic of river cross section with timber piling and vegetation at site 2, Kinh Sang River.

the order 100. The cross-sectional area of the channel under the water surface can be expressed by integration:

$$A(x, y, t) = A(\eta) \equiv \int b(z)dz$$
(12)

~

or

$$A(\eta) = \begin{cases} (\eta - z^*) + \delta(z^* + ho) + \frac{(1 - \delta)ho}{\lambda}(1 - e^{-\lambda(1 + z^*/ho)}) & \eta \ge z^* \\ \delta(\eta + ho) + \frac{(1 - \delta)ho}{\lambda}e^{-\lambda(\eta - z^*)/ho}(1 - e^{-\lambda(1 + z^*/ho)}) & \eta < z^* \end{cases}$$
(13)

The Eqs. (1)-(13) are solved implicitly by the finite difference technique, with the variables defined on a space staggered rectangular grid. In a time step, the solution is first made in the x-momentum equation followed by a similar solution in the y-direction. For the numerical simulation, the uniform grid size of 1.0 m in both x and y directions and time step of 0.015 s were selected. The Manning's roughness coefficient *n* was set to 0.02 (Trung et al., 2015). The governing equations, and boundary conditions for wave generation due to ship motion have been referred from Tanimoto et al. (2000), and Dam et al. (2006, 2008).

#### 2.3. Forces induced by ship waves

A ship wave force vector  $(\overrightarrow{F})$  was defined by the following equation (Tanimoto et al., 2007):

$$\overrightarrow{F}^* = \frac{1}{2}\rho d\overrightarrow{V}|\overrightarrow{V}| \tag{14}$$

where V is the flow velocity. This is the potential force integrated over the flow depth d and corresponds to the total drag force due to ship waves acting on a virtual high column with a unit width and a unit drag coefficient.

#### 3. Field measurements

In the Ca Mau River system (Fig. 2a), there have been hundreds of erosion places on the river bank, which caused significant damage to people's lives, economic activities, land-use planning and the environment. One of the reasons that directly causes erosion is the ship waves



Fig. 7. Comparison between modeling and measured time profiles of (a) water surface elevation (b) current velocity at staff 2, and (c) run-up height at site 1, Nang Keo River.



**Fig. 8.** (a) A belt of *Rhizophora apiculata* grown in Ca Mau River and (b) vertical distribution of  $C_{D-all}$  of a *Rhizophora* tree (based on average properties: tree height  $H_{Tree}$ =6.0 m, root height  $H_{Root}$ =1.0 m, reference diameter  $b_{ref}$ =0.12 m, tree density  $\gamma$ =4 trees/m<sup>2</sup>, and the reference drag coefficient  $C_{D-ref}$ =1.0).



**Fig. 9.** The model predicted spatial variation of maximum water surface elevation along the river section. With vegetation effect in Black and without vegetation effect in Red. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

with strong energy propagation towards the river bank. Field survey was conducted at two sites in Nang Keo (without vegetation) and Kinh Sang (with vegetation and timber piling) tributaries of the Ca Mau River in September 2013. The sites are under the effect of semidiurnal tide with a range of 0.9-1.4 m.



**Fig. 10.** Change rate in maximum run-up height  $(R/R_0)$  and ship wave force  $(F/F_0)$  against (a) tree density  $\gamma$ , and (b) vegetation width *W*. Note that  $R_0$  and  $F_0$  are run-up and force, respectively, in the case of without vegetation.

Fig. 3a displays a schematic of plan and cross sections of the river with staffs to measure water surface elevation at the site Nang Keo (8.79°N, 105.19°E, point A in Fig. 2b). A 36-seat high-speed passenger ship (Fig. 4) was selected to generate ship waves. It is a popular passenger vessel in Ca Mau's waterways. According to local residents, the river bank erosion is mainly due to waves generated by such ships that are frequent, travelling at high speed. The parameters of the ship are given in Table 1. Shipping route was parallel to the bank. The ship was required to run along a river section of 500 m in length within which the staffs were positioned. This distance was sufficient to generate fully developed waves. The speed of the ship was determined by an onboard speedometer and ranged from 2.8 to 16.7 m/s and the corresponding relative depth Froude number ranged from 0.45 to 2.67 in this study. Water surface elevations at the measuring staffs (Fig. 3b) were recorded by a camera (Hitachi DZ-MV350 NTSC DVD) with optimal video recording mode. The distance between two staffs was 2.0 m in the direction perpendicular to the river bank. The recorded data were processed by VideoSpirit Pro software. This software allows to extract frames from the video, with good quality and high resolution (1920\*1080-16:9). In order to calculate wave heights from water surface elevations, frames were extracted from the video with an accuracy of up to 0.2 s. Wave-induced currents were measured by a Compact Multibeam Echosounder at the staff 2, and were recorded at 1 Hz for all cases. The maximum run-up height above the still water level (hereafter, simply run-up height) was measured by a scale placed on the slope. The measurements were done in an hour from 10:00 am to 11:00 am on September 14, 2013 when tide reached the peak, with the average flow velocity of the river was about 0.05 m/s while light



**Fig. 11.** Time profile of (a) water surface elevation, and (b) ship wave force at the analysis point (Fig. 6) for with and without timber piling. Without timber piling effect in Black and with timber piling effect in Red. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)



**Fig. 12.** Change rate in maximum run-up height  $(R/R_0)$  and ship wave force  $(F/F_0)$  against the length of timber piling. Note that  $R_0$  and  $F_0$  are run-up and force, respectively, in the case of without timber piling.

winds and no wind-generated waves existed. And there was no disturbance from other ships.

The site selected at the Kinh Sang River ( $8.79^{\circ}$ N,  $105.07^{\circ}$ E – Fig. 2b, point B) was mainly used for collecting the characteristics of vegetation and timber piling. Fig. 5 shows a timber piling at the Kinh Sang River, which was constructed by residents for protection of the river bank from ship waves. However, it was not effective due to the spacing between two logs is quite large. The local government recommended the spacing between two logs to be 0.066 m. In the Kinh Sang River, *Rhizophora apiculata* is the dominant river vegeta-



**Fig. 13.** Time profile of (a) water surface elevation, and (b) ship wave force at the analysis point (Fig. 6) for the cases of without timber piling and vegetation (Black line), only timber piling (Red line), and both timber piling and vegetation (Green line). (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

tion type and the average height of a tree is 6.0 m, average root height 1.0 m from the ground, average tree density 4 trees/m<sup>2</sup>, and forest width 10 m from the river bank. The conditions of topography, vegetation, timber piling, and analysis points for modeling are illustrated in Fig. 6. The river section considered was 1500 m long, 280 m wide, and 5 m deep at center. The ship considered was the same as in Table 1. However, the ship velocity was 5.6 m/s that was the upper limit set-up by the local government for the Kinh Sang River. The Ship was run at the center line of the river, which is the common shipping



**Fig. 14.** Change rate in maximum run-up height  $(R/R_0)$  and ship wave force  $(F/F_0)$  against length of timber piling for the case of timber piling and vegetation. Note that  $R_o$  and  $F_o$  are run-up and force, respectively, in the case of without timber piling and vegetation.

route in most cases. River currents measured were similar or less in the 519.4.3. Effect of river vegetation on run-up and force of ship wave magnitude compared to that of the site 1.

#### 4. Results and discussions

#### 4.1. Model validation without vegetation

The characteristics of ship waves from several combinations of ship speeds and routes were investigated in the field survey, and the field observations were presented in details in Thuy et al., (2014). In this paper, the measurements of water surface elevation and velocity at the staff 2, and run-up height for the case of the route 50 m from the bank Nang Keo were used for the validation of the model. Fig. 7a shows the variation in water surface elevation at the staff 2 for the case of ship speed of 5.6 m/s. On this figure,  $T_{\text{pass}}$  is the time when the ship's bow started to pass the position in front of the measuring staff,  $H_{\text{max}}$  and  $T_{\rm max}$  are the maximum wave height and corresponding wave period respectively in the wave train. It can be seen that, before the ship bow passed the staff a smaller wave of relatively larger period had appeared, and it is termed leading wave. The incident wave was followed by about 8-10 waves. These successive waves typically have shorter periods, but they are having remarkably higher wave heights than the incident wave. The highest wave height  $H_{\text{max}}$  reached 0.255 m with the corresponding period  $T_{\rm max}$  being 1.6 s. Wave-induced current velocity varied similar to wave height; the maximum velocity being 0.28 m/s when wave height became the maximum. Fig. 7a-b show the comparison between the modeled and measured wave height and velocity profiles. It can be seen that the numerical model can simulate well the characteristics of ship wave propagation (wave height, velocity, and phase). Fig. 7c shows a comparison of run-up heights for seven cases of ship speed. Despite the fact that the scatter in the observed data were relatively high for a particular ship speed, however the trend for the run-up height increased as the ship speed increased. The main reason for the scatter in the measured data was river currents generated by tides, and the local inconsistency of the ship speed. Given those effects are minimal, the model can be used for simulating the run-up height and the force of ship waves acting on the river bank.

#### 4.2. Effect of river vegetation on ship wave

In this section, the effect of vegetation on ship waves was investigated at Kinh Sang River (8.79°N, 105.07°E - Fig. 2b, point B) where river bank erosion caused by ship waves. Vegetation was assumed to be distributed along the right bank in the direction of moving ship. The river vegetation starts at 10 m behind the shoreline (Fig. 6) and extends towards the shore. As shown in Fig. 8a, R. apiculata has a complex, dense aerial root structure that provides additional stiffness and that increases the drag coefficient. Fig. 8b shows  $C_{D-all}$  of R. apiculata that was derived from those proposed by Tanaka et al. (2007) to the following conditions: tree height  $H_{Tree}$ =6.0 m, root height  $H_{Root}$ =1.0 m, reference diameter  $b_{ref}=0.12$  m, tree density  $\gamma=4$  trees/m<sup>2</sup>, and the reference drag coefficient  $C_{D-ref}$ =1.0. The reference drag coefficient of 1.0 was adopted for the trunk with a circular section and a rough surface in the region of high Reynolds number (order of  $10^4$ ) in the actual scale. The value of  $C_{D-all}$  varies with the depth d. Effect of vegetation on ship wave attenuation was discussed against the tree density and vegetation width. Fig. 9 shows the spatial variation in the maximum temporal water surface elevation of the highest wave  $Z_{\text{max}}$  (Fig. 7a) for the cases of with and without vegetation. For the case of vegetation the conditions of vegetation width and tree density were fixed as 35 m and 4 trees/m<sup>2</sup>, respectively. The maximum water surface elevation increased in front of vegetation due to the reflection and then decreased remarkably in the vegetation zone due to the resistance. The run-up height (Fig. 9) above the still water level was 0.06 m, which was 46% of that in the case of no vegetation.

Fig. 10a shows the change rate in the maximum run-up height  $(R/R_0)$ , and ship wave force  $(F/F_0)$  at the analyze point (Fig. 6) against the tree density. The suffix "0" indicates the case of no vegetation. The tree density  $\gamma$  varied from 0 (no vegetation) to 5 trees/m<sup>2</sup> while keeping constant vegetation width of 35 m. As the tree density increased, both the run-up height and force decreased. However, the reduction rate in force was higher than the reduction rate in run-up height as the tree density increased. Fig. 10b shows the change rate in the maximum run-up height and force at the analysis point (Fig. 6) against the vegetation width under the constant tree density of 4 trees/m<sup>2</sup>. The vegetation width *W* varied from 0 to 35 m in 5 m steps. According to Fig. 10b, the change rate in run-up height decreased to 0.45 and in force greatly decreased to 0.311 for the vegetation width of 35 m. Increasing both the run-up and force.

#### 4.4. Effect of timber piling on run-up and force of ship wave

Timber piling was modeled as cylinders in a straight line parallel to the riverbank at a distance of 10 m from the riverbank. The mean diameter and spacing between two logs were 0.2 m and 0.066 m respectively. These values were recommended by the local government for protecting river bank in Ca Mau River. For modeling timber piling the drag coefficient  $C_{D-ref}$  was 1.0, which is consistent with the drag coefficient for a circular cylinder. This  $C_{D-ref}$  is equal to.

 $C_{D-all}$  in the model. Therefore, the model can be used for simulating ship wave through the timber piling without any modification. Fig. 11(a-b) illustrate time profile of water surface elevation and ship wave force at the analysis point (Fig. 6) in the case of with and without the timber piling. The length of the timber piling parallel to bank was 100 m. Note that vegetation was not considered in this case. Modeling results pointed out that using 100 m length timber piling. water surface elevation and ship wave force reduced to 37% and 77%, respectively. The length of the timber piling was varied in order to investigate the effect of the length on the reduction in run-up and force. Fig. 12 shows the change rate in the maximum run-up height  $(R/R_0)$ and ship wave force  $(F/F_0)$  against the length of timber piling. The suffix "0" indicates the case of no timber piling. The run-up height and force decreased with the increase of length of the embankment as to the modeling results. Similar to the case of vegetation, the reduction in force was greater than in run-up height due to the strong attenuation of the wave-induced current velocity. With a length of 200 m timber piling, the run-up height and force can be reduced up to 51% and 89%, respectively.

## 4.5. Effect of both vegetation and timber piling on run-up and force of ship wave

For the case of vegetation with timber piling, the conditions of vegetation were fixed as tree density of 4 trees/ $m^2$ , and vegetation width of 20 m. Fig. 13 shows the time profiles of water surface elevation (Fig. 13a), and ship wave force (Fig. 13b) at the analysis point (Fig. 6) for the cases of without both timber piling and vegetation, only timber piling, and both timber piling and vegetation. The results confirmed that the ship wave-generated water surface elevation and force were greatly decreased for the case of vegetation and timber piling compared to that for the other two cases. This is because the resistance from the combined case was higher than that from each case alone. The effect of length of the timber piling with vegetation is displayed in Fig. 14, where the suffix "0" indicates the case of no timber piling and vegetation. Having the timber piling length of 200 m together with the vegetation belt of 20 m width and 4 trees/m<sup>2</sup> density was able to reduce run-up height and force 61% and 95%, respectively at the river bank.

#### 5. Conclusions

In this study the effect of river vegetation and timber piling on the attenuation of ship waves was analyzed by an advanced numerical model. With a 2D Boussinesq-type model as basis, the model was further developed to trace the moving shoreline and to take the effect of resistance due to the presence of both vegetation and timber piling into account. Field investigations were made to measure ship-induced wave height, current velocity and run-up in Ca Mau River, Vietnam where the ship wave-induced erosion has increasingly occurred. The model was validated with the field data and found that the model can reproduce well the field data when the disturbances from tides and winds were minimal. The numerical model then applied to a section of Ca Mau River where the timber piling and vegetation (R. apiculata) were introduced to protect the river bank from erosion by ship-induced waves. The modeling results showed that the timber piling of 200 m length can reduce 51% and 89% of run-up height and wave force at the bank, respectively. If the 20 m width of the vegetation combined with the timber piling, the reduction in the run-up height and wave force was further increased to 61% and 95%, respectively. Although the above numerical results were for the simple cases of arrangement of timber piling and distribution of river vegetation, the numerical model has potential to analyze the more complex arrangements of river vegetation such as different distributions of vegetation types and patterns, and timber piling on ship wave attenuation and the results can be used to develop the guidelines on erosion control practices at the preliminary design stage. The validation of the model with flow through porous structures (vegetation and timber piling) will confirm the robustness of the results and that will be address in a future study.

#### Acknowledgments

This research is funded by Vietnam National Foundation for Science and Technology Development (NAFOSTED) under grant number 105.12-2012.02. Hole was funded by the Norwegian Ministry of Foreign Affairs.

#### References

- Chen, X.N., Sharma, S.D., 1995. A slender ship moving at a near-critical speed in a shallow channel. J. Fluid Mech. 291, 263–285.
- Coops, H., Geilen, N., Verheij, H.J., Boeters, R., Velde, G.V.D., 1996. Interactions between waves, bank erosion and emergent vegetation: an experimental study in a wave tank. Aquat. Bot. 53, 187–198.
- Dam, K.T., Tanimoto, K., Fatimah, E., 2008. Investigation of ship waves in a narrow channel. J. Mar. Sci. Technol. 13, 223–230.

Dam, K.T., Tanimoto, K., Nguyen, B.T., Akagawa, Y., 2006. Numerical study of

520 propagating of ship waves on a sloping coast. Ocean Eng. 33, 350-364.

- Dong, G.H., Sun, L., Zong, Z., Zhao, Y.P., 2009. Numerical analysis of the forces exerted on offshore structures by ship waves. Ocean Eng. 36, 468–478.
- Froude, W., 1877. Experiments upon the effect produced on the wave-making resistance of ships by length of parallel middle body. Trans. R. Inst. Nav. Archit. 18, 77–97.
- Havelock, T.H., 1908. The propagation of groups of waves in dispersive media, with application to waves on water produced by a traveling disturbance. Proc. R. Soc. Lond. A8, 398–430.
- Johnson, J.W., 1958. Ship waves in navigational channels. In: Proceedings of the 6th Conference on Coastal Engineering (ASCE), Gainesville, FL, pp. 666–690.
- Kennedy, A.B., Chen, Q., Kirby, J.T., Dalrymple, R.A., 2000. Boussinesq modeling of wave transformation, breaking and run-up. I: one dimension. J. Waterw. Port., Coast. Ocean Eng. 126, 39–47.
- Kirkegaard, J., Hansen, H.K., Elfrink, B., 1998. Wake wash of high-speed craft in coastal areas.In: Proceedings of the 26th Conference on Coastal Eng. ASCE, Copenhagen, Denmark, 22–26 June, pp. 325–337.
- Kofoed-Hansen, H., Jensen, T., Kirkegaard, J., Fuchs, J., 1999. Prediction of wake wash from high-speed craft in coastal areas. In: Proceedings International Conference on Hydrodynamics of High Speed Craft, London UK, pp. 1–10.
- Lord Kelvin (Sir William Thomson), 1887a. On the Waves Produced by a Single Impulse in Water of any Depth. Proc. Royal Soc. London, Vol. 42, pp. 80-83
- Lord Kelvin (Sir William Thomson), 1887b. On Ship Waves. Proc. Inst. of Mech. Engrs., pp. 409-433
- Madsen, P.A., Sørensen, O.R., 1992. A new form of Boussinesq equations with improved linear dispersion characteristics – Part 2: a slowly-varying bathymetry. Coast. Eng. 18, 183–204.
- Nakase, H., Shimatani, M., Sekimoto, T., 1999. Distribution conditions of zoestera under the influence of ship generated waves. Proc. Coast. Eng. 46, 1196–1200, (in Japanese).
- Nanson, G.C., Krusenstierna, A.V., Bryant, E.A., Renilson, M.R., 1994. Experimental measurement of river-bank erosion caused by boat-generated waves on the Gordon River, Tasmania. regulated rivers. Res. Manag. 9, 1–14.
- Rankine, W.J.M., 1868. On waves which travel along with ships. trans. Inst. Nav. Archit. 9, 275–281.
- Roo, S.D., Troch, P., 2010. Response of technical-biological bank protection to shipgenerated wave actions – first results. In: Proceedings of the Fluvial Hydraulics, 5th International Conference. Ghent University Academic Bibliography, pp.1339–1345.
- Sorensen, R.M., 1969. Waves generated by model ship hullJ. Waterw. 95. Harbours Division, ASCE, 513-538.
- Tanaka, N., Sasaki, Y., Mowjood, M.I.M., Jinadasa, K.B.S.N., 2007. Coastal vegetation structures and their functions in tsunami protection: experience of the recent Indian Ocean tsunami. Landsc. Ecol. Eng. 3, 33–45.
- Tanimoto, K., Kobayashi, H., Ca, V.T., 2000. Ship waves in a shallow and narrow channel.

   In: Proceedings of the 27th Conference on Coastal Engineering, Vol. 2, Australia, 16-21, July, pp. 1141–1154.
- Tanimoto, K., Tanaka, N., Nandasena, N.A.K., Iimura, K., Shimizu, T., 2007. Numerical simulation of tsunami prevention by coastal forest with several species of tropical tree. Annu. J. Coast. Eng., JSCE 54 (2), 1381–1385, (in Japanese).
- Thuy, N.B., Nandasena, N.A.K. Dang, V.H., Hien, N.X., Trinh, N.Q., 2014. Characteristics of ship waves in Ca Mau river. In: Proceedings of the 19th IAHR-APD Congress 2014, Hanoi, Vietnam.
- Trung, V.L., Yagisawa, J., Tanaka, N., 2015. Efficacy of Rhizophora apiculata and Nypa Fruticans on Attenuation of boat-generated waves under steep slope condition. Int. J. Ocean Water Resour. 19 (2), 1103–1114.
- Whittaker, T.J.T., Doyle, R., Elsaesser, B., 2001. An experimental investigation of the physical characteristics of fast ferry wash. V. Bertram (Editor), HIPER'01. In: Proceedings of the 2nd International Euro Conference on High Performance Marine Vehicles, Hamburg, Germany, pp. 480–491.

## **Modeling the Effect of Thermal Diffusion Process from Nuclear Power Plants in Vietnam**

### Tran H. Thai<sup>1</sup>, Doan Q. Tri<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>National Hydrometeorological Service, Hanoi City, Vietnam <sup>2</sup>International Association of Lowland Technology, Saga City, Japan <sup>3</sup>Sustainable Management of Natural Resources and Environment Research Group, Faculty of Environment and Labour Safety, Ton Duc Thang University, Ho Chi Minh City, Vietnam Email: doanquangtrikttv@gmail.com

How to cite this paper: Thai, T.H. and Tri, D.Q. (2017) Modeling the Effect of Thermal Diffusion Process from Nuclear Power Plants in Vietnam. Energy and Power Engineering, 9, 403-418. https://doi.org/10.4236/epe.2017.98027

Received: June 1, 2016 Accepted: August 1, 2017 Published: August 4, 2017

(cc)

Copyright © 2017 by authors and Scientific Research Publishing Inc. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/ • **Open Access** 

#### Abstract

In this study, we evaluate the ecological impact of effluent cooling water from the Ninh Thuan nuclear power plant II, using a two-dimensional hydraulic model to simulate thermal diffusion from the effluent outfall. Sites selected for this study were Ninh Thuan nuclear power plant and Vinh Hai seawater in four different scenarios. This paper utilized the relationship between surface water temperature and the water temperature at a depth of -15 m to calculate the water temperature at intake and outlet at a depth of -14 m. A combination between the results of interpolated and results of model showed that effluent cooling water from Ninh Thuan plant affected the largest incidence about 2450 m in the North, 880 m in the South and 960 m in the West. It can be considered as safe distance to not to affect the coral reefs ecosystem in the North and sea turtle conservation area in the South. This study was first in this region to have an integrated approach using two-dimensional model.

#### **Keywords**

Ninh Thuan Nuclear Power Plant, Effluent Cooling Water, Ecological System, MIKE 21

## 1. Introduction

The increasing global demand for energy has hitherto been met to an increasing extent by the use of fossil fuels and hydropower. Nuclear energy has been developed and used commercially for about two decades to meet a fraction of the electrical energy needs. Statistical data on energy consumption of the world in recent years showed that world consumption has increased by about 50% in less than ten years. Vietnam has considered establishing nuclear power generation since 1995, and firm surfaced proposals in 2006. In July 2014, the government issued a master plan specifying Ninhthuan- I & II nuclear power plants with a total of capacity 1000 MW e-class reactors [1]. Thermal pollution is the change in the water temperatures of lakes, rivers, and oceans caused by made-man industries or practices. These temperature changes may adversely affect ecosystems by contributing to the decline of wildlife populations and habitat destruction. Any practice that affects the equilibrium of an aquatic environment may alter the temperature of that environment and subsequently cause thermal pollution. Thermal pollution is one parameter of the broader subject of water pollution. The adverse effects of thermal pollution are often conjoined with other forms of water pollution such as chemical contamination or biological contamination [2]. The cooling water discharge from nuclear power plants (NPPs) is among the greatest local sources of thermal pollution due to the high levels of energy produced per plant. In addition, nuclear power plants require 30% - 100% more cooling water than other types of plant with a comparable power output [3] [4] [5]. Regulation of thermal pollution has been more elusive than for other forms of water pollution, although straightforward mitigation measures are available, especially in the case of elevated temperature discharges. Some countries and even individual states and provinces require limits on discharges that lead to thermal pollution of receiving waters. This aspect of water pollution has proven to be more elusive than conventional chemical discharge [6] [7] [8]. Numerical models are simplified mathematical representations of physical systems and processes. A numerical model can be constructed as a one-, two-, or three-dimensional model in accordance with the dominant spatial directions of the physical processes [9] [10] [11]. There are several methodologies to study thermal plume behavior, ranging from physical models [12], to in *situ data* analysis [13] [14] to the use of numerical models [15]. The objectives of this paper were as follows: 1) to simulate the transport of temperature process and thermal diffusion of effluent cooling water of Ninh Thuan nuclear power plant, 2) to impact assessment of effluent cooling water to environment and ecological ecosystem around areas.

## 2. Methodology

#### 2.1. Description of Study Site

The Ninh Thuan nuclear power is located in Vinh Hai commune, Ninh Hai district, Ninh Thuan province, far from the center of Ninh Thuan 10 km in the Southeast of Vietnam (**Figure 1**). Ninh Thuan plant fits into the buffer zone of Nui Chua National Park, marine protected areas and within a radius of 1 km inland boundary of the National Park [16]. Ninh Thuan plant is reported on Environmental Impact Assessment (EIA) of the project Ninh Thuan Nuclear Power plant.



Figure 1. The study location area.

#### 2.2. Methods

MIKE 21 FM flow model (HD), a general 2D hydrodynamic modeling system for simulation of flows in estuaries, bays and coastal areas, and in oceans. The MIKE21 FM flow model (HD) solves vertically integrated equations of continuity and momentum in two horizontal dimensions. The discretization in solution domain is performed using a finite volume method. The spatial domain is discretized by subdivision of the continuum into non-overlapping cells [17]. The numerical model Mike 21 solves in two dimensions (in the horizontal plane) stationary/non-stationary flow of incompressible Reynolds averaged Navier-Stokes equations, subject to the assumption of Boussinesq and of a hydrostatic distribution of pressure.

The continuity equation is written as:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial z} = S \tag{1}$$

And the two horizontal momentum equations for the *x* and *y* component, respectively

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial vu}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z}$$

$$= fv - g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^{\eta} \frac{\partial \rho}{\partial x} dz + F_u + \frac{\partial}{\partial z} \left( v_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) + u_s S$$
(2)

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v^2}{\partial y} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial wv}{\partial z}$$

$$= fu - g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^{\eta} \frac{\partial \rho}{\partial y} dz + F_v + \frac{\partial}{\partial z} \left( v_t \frac{\partial v}{\partial z} \right) + v_s S$$
(3)

where: *t*: time,  $u, v, \omega$ : velocities in *x*, *y*, *z* directions,  $\eta$ : elevation above mean sea level,  $\sigma$ : vertical transformed co-ordinate, *d*: water depth,  $\rho$ : density, *g*: acceleration due to gravity, f: Coriolis parameter,  $v_i$ : turbulent eddy viscosity,  $P_A$ : atmospheric pressure, *S*: the magnitude of the flow due to the point source  $u_s, v_s$ : speed.

$$Fu = \frac{\partial}{\partial x} \left( 2A \frac{\partial}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( A \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right)$$
(4)

$$Fv = \frac{\partial}{\partial x} \left( A \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( 2A \frac{\partial v}{\partial y} \right)$$
(5)

where *A* is a horizontal eddy viscosity; the state of surface and bottom boundary with *u*, *v* and w are calculated as follows:

At  $z = \eta$ 

 $\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} - w = 0$ (6)

At z = -d

$$\frac{\partial d}{\partial x} + v \frac{\partial d}{\partial y} + w = 0 \tag{7}$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z}\right) = \frac{1}{\rho_0 v_t} \left(\tau_{bx}, \tau_{by}\right)$$
(8)

where  $(\tau_{bx}, \tau_{by})$  are wind surface stress and bottom stress.

The transports of temperature follow the general transport diffusion equation as:

$$\frac{1}{\rho}\frac{\partial(\rho T)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\frac{\nu_t}{\sigma_T}\frac{\partial T}{\partial x_j}\right) + \frac{1}{\rho}Q_H \tag{9}$$

where:  $Q_H$  is transport of temperature,  $\sigma_T$  is a number of Prandtl/Schmidt.

## 3. Model Setup

#### **3.1. Computation Mesh**

The study scope of the factory has sized  $5500 \times 10,000$  m with coordinates: Longitude (1,283,324 - 1,290,889), Latitude (604,155 - 602,341) (Figure 2). The topography and bathymetry data used in the model were provided by survey project from May 23 to June 19, 2014 according to the coordinate system VN 2000 with scale 1:1000. In this paper we used unstructured grid, triangular grid to solve problem (Figure 3(a)). Due to thermal diffusion calculation at intake and outlet area should divide smaller computation grid in this area than the external area to save computation time. The maximum mesh area of the triangular

524



Figure 2. The cross-sectional structure of Ninh Thuan II nuclear power plant.



Figure 3. (a) Computation grid-Triangular mesh; (b) Calculated boundaries (C1, TS1 and TS2 are the test positions).

grids is 2000 m<sup>2</sup>, the sea regional in front of intake effluent cooling water and outlet has sized of  $2000 \times 3000$  m. The maximum triangular grid of the offshore area can reach to 50,000 m<sup>2</sup>. The total number of mesh is 11,200 and the number of nodes is 5718 and 4 boundaries including one land boundary, three open

## 526

boundaries in North, East and South (Figure 3(b)).

### **3.2. Boundary Condition**

Water level boundary is extracted from the calculation model Dynasty China Sea (Global Forecast System (GFS) of the US National Environment Forecast Center). Temperature boundary used the measure data of the project at the TE1, TE2, TE3, TE4, TE5, TE6 in the northern boundary; TE6, TE12, TE18, TE24, TE30 in the eastern boundary; TE25, TE25, TE27, TE28, TE29, TE30 in the southern boundary in the period from June 2014 to July 2015 (**Figure 3(b)**). The measured data will be interpolated along the boundary and the chain computation time. Salinity boundary was used from the survey results at a position distance of 1km to inland in 2014-2015. The salinity of study area ranged from 32% - 33% during rising tide phase. Average salinity has not changed much in years. Average salinity in the dry and rainy season is about 33 ppt. Hence the paper used constant values of salinity in the caculated time series for each season.

## 4. Results and Discussion

#### 4.1. The Calibration

The calibration parameters of model are conducted primarily by changes to the hydraulic roughness and diffusion coefficient changes. This paper used measure data at C1 position on June 19-26, 2014 and on December 18-26, 2014 for the water level calibration, on December 18-26, 2014 for the temperature calibration at TS1 and TS2 positions in the model. The results of water level calibration in summer and winter are shown in Figure 4(a) and Figure 4(b). The results of temperature calibration at TS1 and TS2 positions are shown in Figure 4(c) and Figure 4(d). Figure 4(c) and Figure 4(d) showed that the variation tendency of calculated temperature was decreasing at TS1 position from 25.1 to 24.2 degree, at TS2 position from above 25 to 24.1 degree. The results of water level calibration in summer and winter showed a high conformity about phase and water level amplitude between calculated and observed data. By editing Nash-Sutclifee criterion [18] we have the results of water level and temperature calibration (Figure 4). It means that model was edited well with hydraulic parameters. These parameters are used as the basic for validation model and thermal diffusion process.

#### 4.2. The Validation

Validation model was used water level data at C1 position in summer from August 04-12, 2014 and in winter from December 03-11, 2014. Temperature validation was used observed temperature data at TS1 and TS2 positions from December 03-11, 2014. The results of water level validation at C1 position in summer and winter are shown in **Figure 5(a)** and **Figure 5(b)**. The results of temperature validation at TS1 and TS2 position are shown in **Figure 5(c)** and



**Figure 4.** (a) The calculated and observed of water level calibration at C1 on June 19-26, 2014 with NASH = 0.82; (b) on December 18-26, 2014 with NASH = 0.85; (c) The calculated and observed of temperature calibration at TS1 position on December 18-26, 2014 with NASH = 0.76; (d) The calculated and observed of temperature calibration at TS2 position in winter on December 18-26, 2014 with NASH = 0.76; (d) The calculated and observed of temperature calibration at TS2 position in winter on December 18-26, 2014 with NASH = 0.78.

**Figure 5(d)**. The variation tendency of temperature validation at TS1 and TS2 positions showed that the simulated temperature involving a tendency was smaller than observed temperature with the maximum peak error about 0.25 degree. The results revealed that in the validation case, the water lever between calculated and observed have a high conformity about phase and water amplitude with Nash-Sutcliffe criterion (**Figure 5**). The temperature process simulations from calibration and validation model are not really coinciding with the measurement process. The results of calibration and validation showed that the observed line is quite undulating and the simulated line is quite smooth. However, there are quite similar about trajectories. According to analysis above, we can use the parameters in calibration and validation process to apply for the problem of calculating thermal diffusion from effluent cooling water of Ninh-thuan-II nuclear power plant in Vinh Hai by using MIKE 21 FM model.

#### 4.3. Development of Scenarios

The scenarios were built based on climate characteristics, the computational requirements as follows:

527



**Figure 5.** (a) The calculated and observed of water level validation at C1 position in summer on August 4-12, 2014 with NASH = 0.84; (b) The calculated and observed of water level validation at C1 position in winter on December 3-11, 2014 with NASH = 0.79; (c) The calculated and observed of temperature validation at TS1 position in winter on December 3-11, 2014 with NASH = 0.72; (d) The calculated and observed of temperature validation at TS2 position in winter on December 3-11, 2014 with NASH = 0.75.

**Scenario 1, 2 (S1, S2)**: with the period time from 0 h 5/9/2014 to 0 h 19/09/2014; regime of rising tide; velocity of flow is 5.1 m/s; temperature is 28.8°C; effluent cooling water temperature is 35.8°C; wind speed is 4.8 m/s; wind direction is southwest.

Calculation results showed that the changes cycle of water temperature is about 25 hours in the summer. This paper used tidal cycle from 7:00 pm on 8/9/2014 to 8:00 pm on 9/9/2014 at falling tide to analyze the temperature's change cycle and determine the greatest impact area.

Calculation results of thermal diffusion by the effluent cooling water at Ninhthuan-II nuclear power plant in scenarios S1, S2 showed that the areas affected by the effluent cooling water is very small; the region has a temperature greater than 1°C ambient temperature about 0.114 km<sup>2</sup> with distance from the outlet to the south about 880 m and 290 m to the west in S1. Scenario S2 with dead tide has an affected area about 0.072 km<sup>2</sup> with the distance from the outlet to the North about 920 m and to the West about 160 m. Initially influenced by the flow, hot water flow moves in southward. When there are southwest winds, ef-

528

## 529

fluent cooling water gradually move to the Northeast, meet the flow, move closer to the shore and temperature is decreased. A hot flow does not affect to the intake gate of plant. The maximum temperature field in S1 at 15:00 pm on 8/9/2014 is shown in **Figure 6(a)**. The maximum temperature field in S2 at 15:00 pm on 9/9/2014 is shown in **Figure 6(b)**. Finally, effluent thermal flow in two scenarios S1, S2 do not affect effluent cooling water intake area of the plant.

**Scenario 3, 4 (W1, W2)**: with the period time from 0 h 5/11/2014 to 0 h 21/11/2014; regime of rising tide; velocity of flow is 5.1 m/s; temperature is 27.1°C; effluent cooling water temperature is 34.1°C; wind speed is 6 m/s; wind direction is northeast.

Calculation results showed that the changes cycle of water temperature about 25 hours in the summer. This paper used tidal cycle from 23 h on 12/11/2014 to 0 h on 14/11/2014 at falling tide to analyze the temperature's change cycle and determine the greatest impact area.



**Figure 6.** (a) The maximum temperature field in S1 scenario; (b) The maximum temperature field in S2 scenario.

Calculation results of thermal diffusion by the effluent cooling water at Ninhthuan-II nuclear power plant in scenarios W1, W2 showed that the area affected by the effluent cooling water is very small; the region area has a temperature greater than 1°C ambient temperature about 1.54 km<sup>2</sup> with distance from the outlet to the north about 1950 m and 550 m to the west. Scenario W2 with dead tide has an affected area about 1.68 km<sup>2</sup> with the distance from the outlet to the North about 2450 m and to the West about 960 m. Initially influenced by the northeast wind, hot water flow moves in southward. After flow affected by the tide, it moves to Vinhhy bay again. The maximum temperature field in W1 at 2:00 am on 13/11/2014 showed in **Figure 7(a)**. The maximum temperature field in W2 at 19:00 pm on 13/11/2014 showed in **Figure 7(b)**. Finally, effluent thermal flow in two scenarios W1, W2 do not affect the intake effluent cooling water area of the plant.









**Figure 7.** (a) The maximum temperature field in W1 scenario; (b) The maximum temperature field in W2 scenario.

#### 4.4. Interpolated Calculated Results Follow Depth

There are not data measuring the depth of water temperature across the study site. This paper used correlation between surface water temperature and water temperature at a depth of -15 m at TS1 position to calculate the water temperature at a depth of -14 m in placement of intake and outlet of effluent cooling water. Based on the measured data on water temperature at TS1 position on 9/2014, 10/2014-1/2015 and 4-5/2015, we built the relationship between surface water temperature and water temperature at a depth of -15 m. This relationship lines will be used to interpolate the water temperature at the effluent cooling water outlet location in the above scenarios.

#### 4.4.1. Application for S1 and S2 Scenario

The scenarios S1, S2 calculated for the period from on September 5-19, 2014. Therefore, we can use the relationship between surface water temperature and water temperature at a depth of -15 m measured on September 03, 2011 to interpolate the water temperature at intake and outlet effluent cooling water at a depth of -14 m for two scenarios S1 and S2 (Figure 8(a)). Mean square error is 0.743. It represents a good correlation so it can be used for the temperature interpolation process at two positions intake and outlet of effluent cooling water. The results of calculation in Figure 8 showed that in the surface layer and a depth of -14 m in the summer thermal of Ninhthuan-II nuclear power plant only ranged from 24.8°C to 27.5°C at the intake and 23.8°C - 26.8°C at the outlet. It does not affect the taking effluent cooling water of plant.

#### 4.4.2. Application for W1 and W2 Scenario

The scenarios W1, W2 calculated for the period on November 5-21, 2014. Therefore, we can use the relationship between surface water temperature and water temperature at a depth of -15 m measured on October 9, 2014 to November 15, 2015 to interpolate the water temperature at intake and outlet effluent cooling water at a depth of -14 m for two scenarios W1 and W2 (Figure 8(b)). Mean square error is 0.983. It indicates a very good correlation so it can be used for the temperature interpolation process at two positions intake and outlet of effluent cooling water in above two scenarios W1, W2. The results of calculation showed that the surface layer and a depth layer of -14 m in the summer thermal of Ninhthuan-II nuclear power plant only ranged from 25.8°C to 26.5°C at the intake and 25.7°C - 27.3°C at the outlet. It does not affect the taking effluent cooling water of factory.

## 4.5. Impact Assessment of Effluent Cooling Water on Environmental and Ecological System

It is now generally acknowledged that coral reefs are among the most threatened global ecosystems, and among the most vital [19] [20] [21] [22] [23]. Reefs are of critical importance to human survival because they provide subsistence food for a substantial portion of the population, serve as the principle coastal protection



**Figure 8.** (a) Correlation between surface water temperature and water temperature at a depth layer of -15 m on September 2011; (b) Correlation between surface water temperature and water temperature at a depth layer of -15 m on November 2011 to January 2012.

structures for most tropical islands, and contribute major income and foreign exchange earnings from tourism [24] [25]. The field survey in this place the most notable is the coral reefs in Thai An about 200 ha wide area. Outside the region has a sand and coral (65% sand, 35% coral), inside region is the dead coral areas account for 60%, 40% living coral. Oviparity of turtle beaches concentrated in the northern of the plant from Mong Tay to Ngang beach and sea turtle conservation concentrated in the southern (**Figure 9**).

The condition of marine life depends on: water level and water level fluctuations, flow rate, water clarity, salinity, etc. In fact, biological living in the water affected by many environmental factors such as: light, temperature, pH, dissolved oxygen,  $CO_2$ , etc. The environmental factors impact on the organism living referred to as the ecological factors. Each organism can only withstand the impact of a certain limit of a factor, called ecological limitation. Each species has own ecological threshold so they are distributed in the areas of climate (temperature) characteristics. The distribution is often limited by the condition above and below the range polarization lead to decrease of growth and reproductive or increase mortality level of the species. Water temperature conditions outside the range polarization usually have a relationship with other factors (humidity, dissolved oxygen concentration, the solubility of the substance, etc.); create the aggregate impact on the organisms.

532



Figure 9. A combination map between ecosystem and results of model.

According to the biological characteristics of coral reefs temperature for normal development is about 20°C - 32°C. When the water temperature is higher than 2°C, over 29°C exceeding 1 - 2 weeks, corals will start exhausted and dead. The sex of sea turtles depends greatly on the environmental temperature. Specifically, when the high around environmental temperature sea turtle eggs will be hatched females, while low temperature will be hatched males. If the ambient temperature increased about 4°C, all eggs will be hatched females. This gender will be imbalance and lead to the extinction of sea turtles species. The simulation results of the scenarios showed that the effluent thermal water from Ninhthuan-II nuclear power plant has the trajectories moving to North and it does not affect the intake gate and sea turtle beach. Area of higher temperature 1°C is quite small, non-pollution thermal for the study area. According to the National Technical Regulation on industrial wastewater quality NTR 40:2011/MONRE, the maximum limitation value allow of the industrial wastewater temperature is 40°C. Finally, the impact of cooling water discharges of Ninh Thuan-II nuclear power plant does not affect large environment and within the permissible limits. The results of the thermal diffusion simulation combined the model and ecosystem maps give us an overview of the impact to the Ninh Thuan ecosystem.

## **5.** Conclusion

The affected areas by the effluent cooling water in four simulation scenarios are

very small, ranging about  $0.072 - 1.68 \text{ km}^2$ , the largest incidence about 2450 m in the North, 880 m in the South, 960 m in the West. It does not affect the intake gate of plant. In addition, this paper also builds the relationships between surface water temperature and the water temperature at a depth of -15 m to calculate the water temperature at intake and outlet at a depth of -14 m. The combination between this results and results of MIKE 21 FM model can assess the magnitude of effluent cooling water to the environmental and marine ecosystem. The influence area and temperature of effluent cooling water do not affect the coral reefs area in the North and sea turtle conservation in the southern of the plant.

## Acknowledgements

We are grateful to thank Le Hoang Anh, Trinh Hoang Long and Ha Trong Ngoc for their assistance with the collection of land use, topography, meteorological, salinity, temperature and oceanographic data. We are thankful to Institute of Energy Consulting for Thermal, Nuclear Power and Environment for this research opportunity and for the facilities that were used to perform the study.

## References

- [1] Le, D.P. (2011) Vietnam's Nuclear Power Development Plan: Challenges and Preparation Work for the First Nuclear Power Projects. https://www.iaea.org/INPRO/3rd\_Dialogue\_Forum/20.LeDoanPhac-Vietnam.pdf
- [2] Andrew, G. (2005) The Human Impact on the Natural Environment: Past, Present, and Future. Wiley Publishing, 376. http://as.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-140512704X.html
- [3] Davidson, B. and Bradshaw, R.W. (1967) Thermal Pollution of Water Systems. *Environmental Science Technology*, **1**, 618-630. https://doi.org/10.1021/es60008a606
- [4] Cairns, J. (1971) Thermal Pollution: A Cause for Concern. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, **43**, 55-66.
- [6] John, H.D. (1979) Limited Liability for Nuclear Accidents: Duke Power Co. v. Carolina Environmental Study Group. *Ecology Law Quarterly*, 8, 163-185. http://scholarship.law.berkeley.edu/elq/vol8/iss1/4/
- [7] Robert, L.A. (2002) Environmental Law for Engineers and Geoscientists (Ed.), Lewis Publishers, Boca Raton, FL. *Journal of Hazardous Materials*, **93**, 255-256.
- [8] National Academy of Engineering and National Research Council (2004) Urbanization, Energy, and Air Pollution in China: The Challenges Ahead—Proceedings of a Symposium. The National Academies Press, Washington DC. https://doi.org/10.17226/11192
- [9] Abbaspour, M., Javid, A.H., Moghimi, P. and Kayhan, K. (2005) Modeling of Thermal Pollution in Coastal Area and Its Economical and Environmental Assessment. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2, 13-26. <u>http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF03325853</u> <u>https://doi.org/10.1007/BF03325853</u>

## 535

- [10] Lowe, S.A., Schuepfer, F. and Dunning, D.J. (2009) Case Study: Three-Dimensional Hydrodynamic Model of a Power Plant Thermal Discharge. *Journal of Hydraulic Engineering*, 135, 247-256. <u>https://projecteuclid.org/euclid.jam/1314650245</u> https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(2009)135:4(247)
- [11] Kim, D.G. and Cho, H.Y. (2006) Modeling the Buoyant Flow of Heated Water Discharged from Surface and Submerged Side Outfalls in Shallow and Deep Water with a Cross Flow. *Environmental Fluid Mechanics*, 6, 501-518.
   <u>http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10652-006-9006-3</u> https://doi.org/10.1007/s10652-006-9006-3
- [12] El-Ghorab, E.A.S. (2013) Physical Model to Investigate the Effect of the Thermal Discharge on the Mixing Zone (Case Study: North Giza Power Plant, Egypt). *Alexandria Engineering Journal*, **52**, 175-185.
- [13] Jan, S., Chen, C.T.A., Tu, Y.Y. and Tsai, H.S. (2004) Physical Properties of Thermal Plumes from a Nuclear Power Plant in the Southernmost Taiwan. *Journal of Marine Science and Technology*, **12**, 433-441. http://jmst.ntou.edu.tw/marine/12-5/433-441.pdf
- [14] Hunt, C.D., Mansfield, A.D., Mickelson, M.J., Albro, C.S., Geyer, W.R. and Roberts,
   P.J. (2010) Plume Tracking and Dilution of Effluent from the Boston Sewage Outfall. *Marine Environmental Research*, **70**, 150-161.
- [15] Bedri, Z., Bruen, M., Dowley, A. and Masterson, B. (2013) Environmental Consequences of a Power Plant Shut-Down: A Three Dimensional Water Quality Model of Dublin Bay. *Marine Pollution Bulletin*, **71**, 117-128.
- [16] Vu, T.T.N. (2012) Evaluating the Effectiveness of Co-Management in Nui Chua National Park Marine Protected Area Ninh Thuan Province, Vietnam. Ms. Thesis, The Norwegian College of Fighery Science University of Tromso, Norway & Nha Trang University, Vietnam.

http://munin.uit.no/bitstream/handle/10037/4751/thesis.pdf?sequence=2

- [17] (2007) MIKE 21 Flow Model User Guide and Scientific Documentation. Danish Hydraulic Institute, 3-27.
   http://aidea.org/...Models/.../MIKE 21/MIKE FM HD 2D.pdf
- [18] Nash, J.E. and Sutcliffe, J.V. (1970) River Flow Forecasting through Conceptual Models Part I—A Discussion of Principles. *Journal of Hydrology*, **10**, 282-290.
- [19] Costanza, R., d'Arge, R., de, G.R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. and Paruelo, J. (1997) The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, **387**, 253-260.
   <u>http://www.nature.com/nature/journal/v387/n6630/abs/387253a0.html?foxtrotcallb</u> <u>ack=true</u>
- [20] Bryant, D., Burke, L., McManus, J. and Spalding, M. (1998) Reefs at Risk: A Map-Based Indicator of Threats to the World's Coral Reefs. World Resources Institute, Washington DC. <u>http://www.wri.org/publication/reefs-risk</u>
- [21] Boesch, D.F., Field, J.C. and Scavia, D. (2000) The Potential Consequences of Climate Variability and Change on Coastal Areas and Marine Resources: Report of the Coastal Areas and Marine Resources Sector Team, U.S. National Assessment of the Potential Consequences of Climate Variability and Change. Coastal Ocean Program Decision Analysis Series 21. U.S. Global Change Research Program, National Oceanic and Atmospheric Administration, Silver Springs, Maryland. <u>http://www.graham.umich.edu/scavia/wp-content/uploads/2009/11/noaa\_climate\_i</u> mpacts\_das\_report.pdf
- [22] Reaser, J.K., Pomerance, R. and Thomas, P.O. (2000) Coral Bleaching and Global

## 536

Climate Change: Scientific Findings and Policy Recommendations. *Conservation Biology*, **14**, 1500-1511. http://www.jstor.org/stable/2641802?seq=1#page\_scan\_tab\_contents

https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99145.x

- [23] Wilkinson, C. (2000) Status of Coral Reefs of the World. Australian Institute of Marine Science, Cape Ferguson. http://www.icriforum.org/sites/default/files/gcrmn2000.pdf
- [24] Wells, S., West, J., Westmacott, S. and Teleki, K. (2001) Management of Bleached and Severely Damaged Coral Reefs. In: Schuttenberg, H.Z., Ed., *Coral Bleaching: Causes, Consequences, and Response, Coastal Management Report* 2230, Coastal Resources Center, Narragansett, 73-80. http://www.crc.uri.edu/download/COR\_0011.pdf
- [25] Salm, R.V., Smith, S.E. and Llewellyn, G. (2001) Mitigating the Impact of Coral Bleaching through Marine Protected Area Design. In: Schuttenberg, H.Z., Ed., *Coral Bleaching: Causes, Consequences, and Response, Coastal Management Report* 2230, Coastal Resources Center, Narragansett, 81-88.

Scientific Research Publishing

# Submit or recommend next manuscript to SCIRP and we will provide best service for you:

Accepting pre-submission inquiries through Email, Facebook, LinkedIn, Twitter, etc. A wide selection of journals (inclusive of 9 subjects, more than 200 journals) Providing 24-hour high-quality service User-friendly online submission system Fair and swift peer-review system Efficient typesetting and proofreading procedure Display of the result of downloads and visits, as well as the number of cited articles Maximum dissemination of your research work Submit your manuscript at: http://papersubmission.scirp.org/

Or contact <u>epe@scirp.org</u>


David Publishing Company www.davidpublisher.com ISSN 2162-5298 (Print) ISSN 2162-5301 (Online) DOI:10.17265/2162-5298

# Journal of Environmental Science and Engineering A

Volume 6, Number 6, June 2017



From Knowledge to Wisdom

537

# Journal of Environmental Science and Engineering A

Volume 6, Number 6, June 2017 (Serial Number 60)



David Publishing Company www.davidpublisher.com

### **Publication Information:**

*Journal of Environmental Science and Engineering A* (formerly parts of Journal of Environmental Science and Engineering ISSN 1934-8932, USA) is published monthly in hard copy (ISSN 2162-5298) and online (ISSN 2162-5301) by David Publishing Company located at 616 Corporate Way, Suite 2-4876, Valley Cottage, NY 10989, USA.

### Aims and Scope:

*Journal of Environmental Science and Engineering A*, a monthly professional academic journal, covers all sorts of researches on environmental management and assessment, environmental monitoring, atmospheric environment, aquatic environment and municipal solid waste, etc..

### **Editorial Board Members:**

Dr. Geanina Bireescu (Romania), Dr. Balasubramanian Sellamuthu (Canada), Assistant Prof. Mark Eric Benbow (USA), Dr. Khaled Habib (USA), Dr. Satinder Kaur Brar (Canada), Dr. Sergey Kirpotin (Russia), Dr. Ali Noorzad (Iran), Dr. Bo Richter Larsen (Italy), Dr. Mohamed Abu-Zeid El-Nahrawy (Egypt), Prof. Anton Alexandru Ciucu (Romania), Associate Prof. Hideki Kuramitz (Japan), Prof. N. Rama Swamy (India), Dr. Bisheng Wu (Australia).

Manuscripts and correspondence are invited for publication. You can submit your papers via Web Submission, or E-mail to environmental@davidpublishing.org, environmental@davidpublishing.com or info@davidpublishing.com. Submission guidelines and Web Submission system are available at http://www.davidpublisher.com.

### **Editorial Office:**

616 Corporate Way, Suite 2-4876, Valley Cottage, NY 10989, USA Tel: 1-323-984-7526, 323-410-1082 Fax: 1-323-984-7374, 323-908-0457 E-mail: environmental@davidpublishing.org; environmental@davidpublishing.com; info@davidpublishing.com

Copyright©2017 by David Publishing Company and individual contributors. All rights reserved. David Publishing Company holds the exclusive copyright of all the contents of this journal. In accordance with the international convention, no part of this journal may be reproduced or transmitted by any media or publishing organs (including various websites) without the written permission of the copyright holder. Otherwise, any conduct would be considered as the violation of the copyright. The contents of this journal are available for any citation. However, all the citations should be clearly indicated with the title of this journal, serial number and the name of the author.

### Abstracted/Indexed in:

Googel Scholar CAS (Chemical Abstracts Service) Database of EBSCO, Massachusetts, USA Chinese Database of CEPS, Airiti Inc. & OCLC Cambridge Science Abstracts (CSA) Ulrich's Periodicals Directory Chinese Scientific Journals Database, VIP Corporation, Chongqing, China Summon Serials Solutions ProQuest

**Subscription Information:** 

Price (per year): Print \$600, Online \$480 Print and Online \$800

David Publishing Company 616 Corporate Way, Suite 2-4876, Valley Cottage, NY 10989, USA Tel: 1-323-984-7526, 323-410-1082; Fax: 1-323-984-7374, 323-908-0457 E-mail: order@davidpublishing.com Digital Cooperative Company: www.bookan.com.cn



David Publishing Company www.davidpublisher.com

# Journal of Environmental Science and Engineering A

Volume 6, Number 6, June 2017 (Serial Number 60)

# Contents

### Water Environment

277 Genesis and Quality of Groundwater in the Southeastern Region of Southern Vietnam Chau Tran Vinh, Tran Hong Thai, Doan Van Canh, Dang Duc Nhan, Nguyen Cao Huan, Nguyen Van Nghia, Nguyen Hong Hieu and Trinh Thi Thu Van

### **Environmental Chemistry**

293 Safe Degradation of the Pesticide Hexachlorcyclohexane by Molten Salt Oxidation Paulo Ernesto de Oliveira Lainetti

### **Environmental Physics**

- 300 Wavelet Analysis in Volcanology: The Case of Phlegrean Fields Giuseppe Pucciarelli
- 308 The Buckling Behavior of Boron Nitride Nanotubes under Bending: An Atomistic Study Van-Trang Nguyen

### **Geographic Information System**

313 The Performance Evaluation of the Integration of Inertial Navigation System and Global Navigation Satellite System with Analytic Constraints

Thanh Trung Duong, Nguyen Van Sang, Do Van Duong and Kai-Wei Chiang

### **Urban Development Planning**

320 An Approach to the Development of Resilient City from the City Governance Ho-Mo Hung



# Genesis and Quality of Groundwater in the Southeastern Region of Southern Vietnam

Chau Tran Vinh<sup>1</sup>, Tran Hong Thai<sup>2</sup>, Doan Van Canh<sup>3</sup>, Dang Duc Nhan<sup>3</sup>, Nguyen Cao Huan<sup>4</sup>, Nguyen Van Nghia<sup>1</sup>, Nguyen Hong Hieu<sup>1</sup> and Trinh Thi Thu Van<sup>1</sup>

1. Department of Water Resources Management, Ministry of Natural Resources and Environment, Hanoi 100000, Vietnam

2. National Meteorological and Hydrological Center, Hanoi 100000, Vietnam

3. Hydrogeology Association of Vietnam, Hanoi 100000, Vietnam

4. Department of Geology, Hanoi University of Natural Sciences, Hanoi 100000, Vietnam

Abstract: The origin and quality of groundwater in the Southeastern region (belongs to Southern Plain) were identified by using isotopic techniques and geochemical analysis. Groundwater samples were collected from 7 aquifers: the Holocene, upper Pleistocene, middle Pleistocene, lower Pleistocene, upper Pliocene, middle Pliocene and Miocene aquifers. The water isotopic compositions ( $\delta^2$ H and  $\delta^{18}$ O) were determined to elucidate the origin and the interaction between surface water and groundwater studies. Transit time (age) of the groundwater samples was determined to explain the direction of groundwater flow. The dating techniques included <sup>3</sup>H and <sup>14</sup>C isotopes measurement, followed by a correction for the initial <sup>14</sup>C-activity by the <sup>13</sup>C-composition (<sup>13</sup>C) in TDIC (Total Dissolved Inorganic Carbon). Geochemical parameters of the groundwater samples were measured either directly in the field or in the laboratory. The results showed that the groundwater from the Holocene and upper Pleistocene aquifers was most recharged from the local meteorological and hydrological systems, including local precipitation, river and reservoirs. Thus, it has short transit time and its stable isotopic composition is spread around the local meteoric waterline and lines for rivers or reservoirs water. The groundwater in the deeper aquifers: middle and lower Pleistocene, and Neogene aquifers has old age up to 22.5 ka BP. Its water seems to be recharged from the areas with an altitude from 600 to 700 m higher to the Neogene deposit layer altitude. The groundwater in the SE SP (South-Eastern Southern Plain) region has a high quality. The water type is Na-Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> with low content of chloride and TDS (Total Dissolved Solids). Calcite/dolomite and gypsum dissolution, organic matter decomposition and sequence of red-ox reactions proceeding through different electron acceptors sediment were controlled the chemistry of the groundwater in the study region.

Key words: Water isotopic composition, <sup>14</sup>C-dating, groundwater, South-Eastern Southern Plain region, Vietnam.

### **1. Introduction**<sup>1</sup>

There were two contrary hypotheses on the genesis of groundwater resource in the SP (Southern Plain). Based on the results of a study conducted during the 1980's, Cuong, N. K. [1] and his co-workers concluded that the artesian groundwater in the SP is paleo-type, being closely-buried since the Plain was formed and this water has no recharge. However, there was another hypothesis that the origin of groundwater in the SP was recharged from the precipitation and surface sources with a very slow rate [2]. There was a study on groundwater in the Mekong River Delta, the western region of the SP, using stable water isotopes and dating the water by the radiocarbon method to determine possible recharge areas to aquifers in this region. The results of the study indicate that groundwater in the study area is recharged from areas at an altitude of around 170 m above the mean sea level. The recharge areas could be the northeast highland, i.e. the Highland Plateau and/or the Cambodian territory [3].

The aim of this study is to investigate in details the origin and quality of groundwater from the most important aquifers in the northeast region of the SP.

**Corresponding author:** Chau Tran Vinh, master, research field: hydrogeology.

The techniques used in this study include the determination of water stable isotopic compositions  $(\delta^2 H \text{ and } \delta^{18} O)$  and chemical compositions in different sources of water, namely local precipitation, rivers water and groundwater. Water stable isotopic content in conjunction with water ionic content can be used to groundwater origin, identify the evaporation, stalinization, desalination and mixing processes that affect water bodies [4]. In addition, the use of radioactive isotopes of minerals dissolved in water, e.g. <sup>14</sup>C in the TDIC (Total Dissolved Inorganic Carbon) to date groundwater samples, could offer an idea about the movement direction of groundwater and the interaction between aquifers in the study region [5].

### 2. Study Site

The study site was the northeast region of the Southern Plain of Vietnam which consists of Ho Chi Minh municipality and Tay Ninh, Binh Phuoc, Binh Duong, Dong Nai and Ba Ria-Vung Tau provinces. Nowadays, these areas are very actively developed in both agricultural and industrial activities. Water for domestic use and production is now extracted from groundwater from deep aquifers [6].

### 2.1 Climate in the Region

The climate in the region is dominated by monsoons. The climate characteristics in this area are: The southwest monsoon usually continues in force until November, with rains occurring almost daily during this season [7]; Rainfall during the southwest monsoon is usually about 1,750 mm a year; Temperatures are high everywhere in the region during this season and usually are above 26 °C; During the period, November to March, the weather in the region is generally dry and relatively cool; The monthly average rainfall and temperature during the dry season is about 30 mm and 23-24 °C, respectively.

### 2.2 Geology and Hydrogeology of the Region

The entire SP is one of the 5 geologic structural

blocks which created the terrestrial Vietnam. The northeast and northwest blocks are located in the northern part; Truong Son and Kon Tum blocks are in the central part; and SP block is in the southernmost part. The SP block was covered with a very thick (> 6,000 m) sequence of Cenozoic formations deposited in a continental drift. A hydrogeological cross-section drawn across the transect II-II of the SENB (Southeastern of Nam Bo Plain) region is depicted in Figs. 1a and 1b.

During the Mesozoic, many such graben structures were formed and become basins for sedimentation [8, 9]. The Neogene and upper Paleogene are the main deposits found in the SP geologic block and they belong to the deltaic and marine sediment while basalts are found in the SE SP (South-Eastern Southern Plain) region. Table 1 shows the geological characteristics and aquifers of the entire SP and the SE SP region [10, 11].

### 2.3 Hydrology

The hydrologic regime of the SE region is dominated by the Sai Gon-Dong Nai River system (Fig. 1c). The Dong Nai mainstream has a length of 628 kilometers and it creates a 37,500 km<sup>2</sup> basin. The total reservoir storage capacity in the Dong Nai River basin is 5.1 billion m<sup>3</sup> [12]. The Sai Gon River basin has an area of 4,500 km<sup>2</sup> in which the water storage capacity was estimated to be around 6 MCMs (Million Cubic Meters) [11].

The largest irrigation system in the Sai Gon-Dong Nai River basin is the Dau Tieng irrigation scheme on the Sai Gon River that was completed in 1985. The Dau Tieng reservoir has an effective live storage of 1.1 billion m<sup>3</sup> and a maximum surface area of 27,000 ha. Its volume is 105 million m<sup>3</sup> to supply water for irrigation and clean water in the Tay Ninh province and Ho Chi Minh city. The lake also contributes to pushing back the salinity because it frequently discharges water to the downstream of Sai Gon River with the discharge of 20 m<sup>3</sup>/s.



Fig. 1a Diagram of across sections of the Southern Plain.



Fig. 1b A cross-section II-II of the aquifers of the Southern Plain.

## Genesis and Quality of Groundwater in the Southeastern Region of Southern Vietnam

Stratigraphy	System		Age	Symbol	Absolute dating (Million years ago)	Aquifer	Thickness (m)	Lithology	
	Quaternary	Holocen	Upper	$Q_2^3$	0.002		2-25		
			Middle	Q2 <sup>23</sup>	0.006	qh		Flour, fine sand clay, plant humus	
			Lower	$Q_2^{1-2}$	0.01				
		Pleistocen	Upper	Q1 <sup>3</sup>	0.125	qp <sub>3</sub>	21-44	Sand, pebble, gravel and clay powder	
			Middle	Q1 <sup>2-3</sup>	0.7	qp <sub>2-3</sub>	30-60	Pebble, gravel, sand and clay	
			Lower	$Q_1^{1}$	1.8	qp <sub>1</sub>	22-60	Sand, pebble and gravel	
Kainozoi	Neogen	Pliocen	Upper	$N_2^{3}$	2.58				
			Middle	$N_2^{2}$	3.6	$n_2^2$	35-78	Fine sand and pebble, sand and clay powder	
			Lower	N2 <sup>1</sup>	5.33	n2 <sup>1</sup>	56-85	Sand, pebble, gravel, sand mixed with clay powder	
		Miocen	Upper	N <sub>1</sub> <sup>3</sup>	11	n <sub>1</sub> <sup>3</sup>	45-90	Pebble, gravel, sand mixed with pebble, fine sand	
			Middle	N <sub>1</sub> <sup>2-3</sup>	16.4	n <sub>1</sub> <sup>2-3</sup>	190-196	Fine sand, weakly attached medium sand	
			Lower	$N_{1}^{1}$	23.8				

 Table 1
 Geological characteristics and aquifers in the SP and SE SP region.



Fig. 1c Map of Dong Nai-Sai Gon River basin.

### 3. Methods

### 3.1 Sampling Locations and Sampling Procedure

Fig. 1d depicts a map of sampling locations. Totally, 39 groundwater samples were sampled in the dry

season (Mar. 2015) and rainy season (Aug. 2016) for this study. The samples were taken from 7 aquifers: Holocene (he), upper Pleistocene (qp<sub>3</sub>), middle Pleistocene (qp<sub>2-3</sub>), lower Pleistocene (qp<sub>1</sub>), upper Pliocene ( $n_2^2$ ), middle Pliocene ( $n_2^1$ ) and Miocene ( $n_1^3$ ).



Fig. 1d Isotopic sampling sites in the South East region.

The water level of the aquifers in each sampling location was measured using an automatic logger (Solite, Canada). Five borehole volumes were flushed before taking the samples. A flow cell equipped with probes for pH and EC (Electrical Conductivity) was mounted directly on the sampling tube. During flushing, the EC, pH and temperature were determined after each emptied borehole volume to ensure that stable values were obtained. The measurements were carried out with a WTW Multi197i multi-purpose instrument using a WTW Tetracon 96 EC probe, a WTW SenTix 41 pH electrode.

Alkalinity was determined shortly after sampling by the Gran-titration method [13]. DIC (Dissolved Inorganic Carbon) is used to determine the content of  ${}^{13}C$  and  ${}^{14}C$  needed for the radiocarbon dating of groundwater. DIC was precipitated in the form of BaCO<sub>3</sub> from around 100 liters of groundwater at pH 10 using saturated BaCl<sub>2</sub> solution. Ferrous ion concentration (Fe<sup>2+</sup>) in water samples was determined by colorimetry using a HachDR/2010 instrument and Ferrozine method [14].

Around 100 mL of groundwater of each sample was first filtered through 0.45 m mesh filters to remove suspended matters then split into two parts. One part was acidified with HNO<sub>3</sub> (65%, PA grade, Merck, Germany) to a pH of about 1-2. These samples will be used to analize the cations  $NH_4^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  and  $Mg^{2+}$ . The remaining part was kept without acidification for Cl<sup>-</sup>,  $NO_3^-$  and  $SO_4^{2-}$  analysis. All the samples were refrigerated until analysis in the laboratory.

Rain water was collected on a monthly basis for the 2015 and 2016 using a device constructed following an IAEA (International Atomic Energy Agency) recommendation [15]. The device was installed at the roof of the premises of the Dau Tieng Reservoir Management Office. Surface water from the Dau Tieng, Tri An reservoirs, from Sai Gon and Dong Nai rivers was also sampled on a monthly basis in the

same day when the rain water was collected. The surface water sample was taken at 0.5 m depth from the surface and around 2 m from the bank of the reservoirs and rivers. Rain water, surface water and groundwater samples for the stable isotopic composition determination were stored in HDPE (High-Density Polyethylene) bottles of 50 mL capacity with double caps.

For the tritium determination, one liter of surface water and groundwater in the Holocene and upper Pleistocene aquifers was sampled into HDPE bottle with a tight cap to avoid the isotopic exchange with the atmospheric moisture. The samples were transferred to the laboratory in Hanoi for further treatment and measurement for tritium activity.

# 3.2 Sample Treatment in the Laboratory and Analytical Procedure

The ionic content of water samples was quantified by ion chromatography using a Dionex 600 of the INST (Institute for Nuclear Science and Technology) in Hanoi. Stable isotopes ( $\delta^2$ H,  $\delta^{18}$ O and  $^{13}$ C) were analyzed at the INST on an IR MS (Isotope Ratio Mass-Spectrometer, Micro Mass, JV, UK) equipped with an Elemental Analyzer (Eurovector, Italy). To determine deuterium composition in water, the samples were under pyrolysis on Ni-powder catalyst at 1,050 °C to form hydrogen, followed by a purification on a chromatographic column before entering the ion source of the IR MS. The water oxygen was first converted into CO<sub>2</sub> gas by decomposing the water samples on glassy carbon at 1,250 °C, followed by a chromatographic purification of CO<sub>2</sub> gas before its entering the ion source of the IR MS.

Upon the arrival to the laboratory, the Barium carbonates were carefully washed off with hot deionized water to remove the alkaline excesses then dried under a vacuum. The dried carbonate samples with an amount of around 100 mg were then wrapped in tin capsules and subject to decomposing at 1,250 °C

on the CuO<sub>2</sub> catalyst in the Elemental Analyzer. The formed CO<sub>2</sub> was then allowed passing through a chromatographic column to remove any contaminant before entering the ion source of the IR MS for the <sup>13</sup>C content determination. The water stable isotopic composition and <sup>13</sup>C content in DIC was expressed in the delta notation as Eqs. (1)-(3).

$$\delta^2 H = \left(\frac{R_{2H,sample}}{R_{2H,std}} - 1\right) \times 1000 \tag{1}$$

$$\delta^{18}O = \left(\frac{R_{18_{O,sample}}}{R_{18_{O,std}}} - 1\right) \ge 1000$$
(2)

$$\delta^{13}C = \left(\frac{R_{13}C,sample}{R_{13}C,std} - 1\right) \ge 1000$$
(3)

where  $R_{2_{H,sample}}$ ,  $R_{2_{H,std}}$ ,  $R_{18_{O,sample}}$ ,  $R_{18_{O,std}}$ ,  $R_{13_{C,sample}}$  and  $R_{13_{C,std}}$  are the isotopic ratios of <sup>2</sup>H/<sup>1</sup>H, <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O, <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C of samples and standards, respectively. The value of delta notation is expressed in per mil (‰). The standard used in the analyses of water stable isotopes is VSMOW (Vienna Standard of Mean Ocean Water), but that for <sup>13</sup>C in DIC is VPDB (Vienna Pee Dee Belemnite) [16].

The precision of  $\delta^2$ H was better than  $\pm 2\%$  and that of  $\delta^{18}$ O and  $^{13}$ C was  $\pm 0.2\%$ . A quality assurance and quality control program was applied for the ionic content determination by analyzing standard solutions supplied by the IC (Ion Chromatography) supplier. The standard deviation of the analytical results was better than  $\pm 5\%$  from the certified value for respective constituent.

For the tritium measurement, the water samples were first subject to distillation to remove the minerals dissolved till the EC was less than 10 S·cm<sup>-1</sup>. Around 500 mL of the distilled water samples were then subject to the electrolytic enrichment for tritium at 4 °C till around 10 mL was attained [17, 18]. The tritium enriched water samples were purified and then mixed with low tritium Ultimagold scintillation cocktail (HP Supplier) in vials of 20 mL capacity to count for the <sup>3</sup>H activity on a low background HP Liquid Scintillation Counter TriCarb TR 3700. The <sup>3</sup>H activity in water samples was expressed in the TU

(Tritium Unit, 1 TU = 0.118 Bq·L<sup>-1</sup>). The limit of detection for <sup>3</sup>H by the procedure was estimated to be as high as 0.4 TU. The accuracy of the determination was checked by the participation in the intercomparison exercises of the TRI-2004 and TRI-2008, organized by the IAEA Isotope Hydrology Section in the years of 2004 and 2008 [19, 20].

The <sup>14</sup>C analysis was conducted in the Center for Nuclear Techniques in Ho Chi Minh city. There the BaCO<sub>3</sub> was decomposed with the concentrated H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (PA grade, Merck supplier) to get CO<sub>2</sub> for further benzene synthesis [21-24]. The benzene obtained was mixed with Ultimagold scintillation cocktail (HP Supplier) and then counted for the <sup>14</sup>C activity on the HP LSC TriCarb TR 3770. The <sup>14</sup>C content in samples was expressed in PMC (Percent of Modern Carbon). This is a relative measurement of <sup>14</sup>C activity in samples and those in a standard supplied by the NIST (National Institute of Standards and Technology, USA). The <sup>14</sup>C NIST standard used in this study was oxalic acid II (ox-II), made from French beet molasses planted in 1977 [25].

### 3.3 Groundwater Transit Time (the Age) Estimation

Age of groundwater is defined as the transit time between the area receiving recharged infiltration and the outlet point from an aquifer [26]. The aim of the age determination is to evaluate the flow direction of water in an aquifer. The groundwater age calculation was made based on the data of <sup>14</sup>C activity and <sup>13</sup>C in the DIC. The principle of the <sup>14</sup>C-dating method was the law of radioactive decay and in the case of dating for groundwater. It was expressed by the Eq. (4).

$${}^{14}t = 8268ln \frac{{}^{14}a^0_{in}}{{}^{14}a_{sample}} x \text{ (a BP)}$$
(4)

where <sup>14</sup>t denotes the age, in years before present (a BP) of a groundwater sample estimated by the <sup>14</sup>C activity in DIC; the number 8268 is the quotient of the half live of <sup>14</sup>C-isotope (5,730 a) to ln2; <sup>14</sup> $a_{in}^{0}$  is the initial content of <sup>14</sup>C in DIC before entering the saturated zone (PMC), and <sup>14</sup> $a_{sample}$  is the <sup>14</sup>C

content (PMC) in DIC of the sample.

The estimation of the age of groundwater by the Eq. (4) requires corrections for the  ${}^{14}a^0_{in}$  because before entering the saturated zone, carbon in the bicarbonate would participate in the isotopic exchange with carbon in the biogenic CO<sub>2</sub> released from the plant root respiration on one hand, and there a new portion of bicarbonate could be formed due to the oxidation of organic matters or dissolution of inorganic carbonates presented in the unsaturated zone, on the other hand. All these processes could modify the value of  ${}^{14}a^0_{in}$ . The correction of an isotope mixing model referred to as complete exchange with CO<sub>2</sub> in the unsaturated zone proposed by Gonfiantini, R. [16, 27] for a closed system was applied as Eq. (5).

$${}^{14}a_{in}^{0} = \frac{\delta^{13}C_{DIC} - \delta^{13}C_{cc}}{\delta^{13}C_{co_{2,org}} - \delta^{13}C_{cc} + \varepsilon_{CO_{2}/DIC}}$$
(5)

where  $\delta^{13}C_{DIC}$ ,  $\delta^{13}C_{cc}$  and  $\delta^{13}C_{org}$  are the content of  $^{13}C$ , respectively, in dissolved inorganic carbon in a water sample, in calcareous materials and in biogenic dioxide originated from the decomposition of organic matters;  $\mathcal{E}_{cc/DIC}$  is the fractionation coefficient for  $^{13}C$  in the isotopic exchange reaction between carbon dioxide and DIC and is temperature dependent [4, 28].

$$\varepsilon_{CO_2/DIC} = \left(-\frac{9483}{T} + 23.89\right)\%$$
 (6)

where T is the temperature of water sample in Kelvin.

In the study area, the  $\delta^{13}C_{cc}$  was found to be ranging from 1‰ to 2‰ and the average value of 1.5‰ was taken in the correction for the  ${}^{14}a^0_{in}$ . The  $\delta^{13}C_{CO_{2,org}}$  in Eq. (5) was taken as high as -23‰ as it

is characterized for carbon dioxide generated from the C-3 plants in the tropical areas. Detail for the procedure of  ${}^{14}a^0_{in}$  calculation could be found in Fontes, J. C. and Garnier, J. M. [29, 30]. The data of the <sup>3</sup>H activity were used just to confirm whether the study water sample was old or modern.

### 4. Results

Concentration of major ionic constituents of

Genesis and Quality of Groundwater in the Southeastern Region of Southern Vietnam

groundwater samples taken in Mar. 2015 (DS, dry season) and in Aug. 2016 (RS, rainy season) from the Holocene, Pleistocene and Neogene aquifers in the SE SP region were presented in Table 1 along with the sampling locations. The isotopic composition of deuterium ( $\delta^2$ H), oxygen-18 ( $\delta^{18}$ O) as well as tritium activity in water, and the content of <sup>13</sup>C and <sup>14</sup>C in DIC were presented in Table 2.

As seen from Tables 2 and 3, the deviation of the results for the RS is not exceeded 5-7% compared to those collected in the DS. Therefore, for more convenient discussion, the results presented in Figs. 2-9 will represent for the dry season only.

### 4.1 Isotopic Composition of Water in the Aquifers

As seen from Table 2, the tritium activity in groundwater from the upper Pleistocene aquifer was comparable with those in surface water ranging from 1.0 to 2.0 TU (Table 2). However, the tritium content in groundwater from the middle and lower Pleistocene, and Neogene aquifers was lower than 1 TU, being the level of tritium originated from the reaction of the cosmic neutron with nitrogen in the soil [31]. Water in the lower Neogene aquifer contains a tritium concentration around the detection limit of 0.4 TU of the determination technique.

 Table 2
 The isotopic composition of groundwater in the aquifer of the Southeast region (dry season).

Nº	Number of works	Y (m)	X (m)	Aquifer	$\delta^{18}O$	$\delta^2 H$	<sup>3</sup> H	$\delta^{13}C_{PDB}$ (‰)	PMC (%)
1	Q00102AM1	1,252,160	644,840	$qp_3$	$\textbf{-6.09} \pm 0.08$	$\textbf{-40.4} \pm 1.4$	$1.73\pm0.46$	$\textbf{-}14.82\pm0.22$	$101.55\pm1.97$
2	Q00102F	1,238,343	625,335	$qp_3$	$\textbf{-}6.54\pm0.06$	$\textbf{-40.9} \pm 1.2$	$1.26\pm0.12$	$-13.61 \pm 0.21$	$102.71\pm1.83$
3	Q023020M1	1,219,729	648,145	qp <sub>3</sub>	$\textbf{-6.26} \pm 0.05$	$\textbf{-39.2}\pm1.1$	$1.02\pm0.46$	$\textbf{-12.91} \pm 0.28$	$103.2\pm1.12$
4	Q02304TM1	1,219,729	648,145	$qp_1$	$\textbf{-7.18} \pm 0.1$	$\textbf{-46.3} \pm 1.1$	$0.13\pm0.22$	$-18.57\pm0.27$	$84.7\pm1.3$
5	Q02304ZM1	1,219,729	648,145	$n_2^{1}$	$\textbf{-7.45} \pm 0.08$	$\textbf{-49.6} \pm 1.2$	$0.34\pm0.2$	$\textbf{-20.09} \pm 0.31$	$47.76 \pm 2.56$
6	Q023050M1	1,219,729	648,145	$n_1^{3}$	$\textbf{-7.61} \pm 0.11$	$-50 \pm 1.1$	$0.11\pm0.34$	$-21.85 \pm 0.31$	$44.08\pm2.3$
7	Q09902B	1,220,156	666,294	qp <sub>3</sub>	$\textbf{-6.72} \pm 0.1$	$\textbf{-42.9} \pm 1.5$	$1.07\pm0.12$	$\textbf{-15.45} \pm 0.26$	$99.07 \pm 1.97$
8	Q22002Z	1,282,519	607,650	qp <sub>2-3</sub>	$\textbf{-6.48} \pm 0.12$	$\textbf{-43.7} \pm 1.2$	$1.19\pm0.31$	$\textbf{-16.03} \pm 0.31$	$111.52\pm1.89$
9	Q220040M1	1,282,534	607,647	$qp_1$	$\textbf{-}6.85\pm0.07$	$\textbf{-44.7} \pm 1$	$0.83\pm0.34$	$\textbf{-23.33} \pm 0.42$	$96.92 \pm 1.21$
10	Q220050M1	1,282,538	607,646	$n_2^{1}$	$\textbf{-7.81} \pm 0.11$	$\textbf{-52.8} \pm 0.9$	$0.16\pm0.31$	$-19.22\pm0.3$	$44.43 \pm 2.76$
11	Q221020	1,250,383	618,306	$qp_3$	$\textbf{-6.24} \pm 0.09$	$\textbf{-41.7} \pm 1.2$	$1.68\pm0.22$	$\textbf{-18.5}\pm0.38$	$100.78\pm2.07$
12	Q22104T	1,250,380	618,299	$qp_1$	$\textbf{-7.48} \pm 0.12$	$\textbf{-50.1} \pm 1.5$	$0.33\pm0.22$	$\textbf{-}17.74\pm0.34$	$87.24 \pm 1.05$
13	Q22104Z	1,250,381	618,293	$n_2^{2}$	$\textbf{-7.68} \pm 0.09$	$\textbf{-51.9} \pm 1.3$	$\textbf{-}0.32\pm0.23$	$-16.45\pm0.31$	$43.32\pm2.52$
14	Q222020	1,245,779	604,715	$qp_3$	$\textbf{-6.93} \pm 0.14$	$\textbf{-44.1} \pm 0.8$	$0.96\pm0.21$	$-12.72 \pm 0.3$	$102.59\pm1.82$
15	Q222040	1,245,789	604,715	$n_2^{2}$	$\textbf{-7.42} \pm 0.11$	$\textbf{-47.1} \pm 1.4$	$0.05\pm0.21$	$\textbf{-17.3}\pm0.33$	$5.93 \pm 1.43$
16	Q222050	1,245,795	604,714	$n_1^{3}$	$\textbf{-7.08} \pm 0.13$	$\textbf{-45.5} \pm 1.3$	$0.69\pm0.29$	$\textbf{-18.93} \pm 0.25$	$95.71 \pm 1.06$
17	Q222030	1,245,787	604,714	qp <sub>2-3</sub>	$\textbf{-6.87} \pm 0.08$	$\textbf{-44} \pm 1.2$	$0.84\pm0.26$	$\textbf{-13.19}\pm0.34$	$96.05 \pm 1.22$
18	Q224020	1,228,842	676,587	qp <sub>2-3</sub>	$\textbf{-6.6} \pm 0.14$	$\textbf{-43.2} \pm 1.3$	$1.79\pm0.12$	$-14.57\pm0.25$	$105.04\pm1.37$
19	Q22404T	1,228,847	676,586	$n_2^2$	$\textbf{-7.24} \pm 0.11$	$\textbf{-46.6} \pm 1.1$	$0.37\pm0.31$	$\textbf{-}21.07\pm0.4$	$90.4 \pm 1.29$
20	Q804020	1,215,192	664,143	$qp_3$	$\textbf{-6.69} \pm 0.12$	$\textbf{-39.2}\pm1.3$	$1.28\pm0.18$	$-6.3 \pm 0.4$	$109.85\pm3.7$
21	Q80404T	1,215,188	664,143	$n_2^2$	$\textbf{-6.81} \pm 0.09$	$-45 \pm 1.5$	$0.25\pm0.27$	$\textbf{-}20.34\pm0.27$	$74.01\pm2.19$
22	Q80404ZM1	1,215,188	664,143	$n_2^{1}$	$\textbf{-7.24} \pm 0.12$	$\textbf{-48.6} \pm 3.4$	$\textbf{-}0.11\pm0.12$	$\textbf{-20.45} \pm 0.24$	$34.06\pm2.53$
23	Q00202B	1,214,366	679,494	qp <sub>2-3</sub>	$\textbf{-6.74} \pm 0.08$	$\textbf{-47.1} \pm 0.8$	$0.9\pm0.1$	$-15.79\pm0.3$	$95.88 \pm 1.02$
24	Q00204A	1,214,360	679,461	$qp_1$	$\textbf{-6.76} \pm 0.13$	$\textbf{-46.9} \pm 1.3$	$0.13\pm0.28$	$-20.27\pm0.52$	$87.72 \pm 1.21$
25	Q017030M1	1,203,494	679,968	$qp_1$	$\textbf{-6.7} \pm 0.11$	$\textbf{-44.8} \pm 0.8$	$0.24\pm0.19$	$-15.92\pm0.27$	$90.07 \pm 1.02$
26	Q003340	1,200,775	670,715	qp <sub>2-3</sub>	$\textbf{-6.86} \pm 0.09$	$\textbf{-43.3} \pm 1.3$	$0.39\pm0.18$	$\textbf{-19.29} \pm 0.34$	$92.35\pm0.83$
27	KT1-A	1,239,796	659,608	$n_2^2$	$\textbf{-6.8} \pm 0.13$	$\textbf{-47.3} \pm 1.2$	$0.42\pm0.14$	$\textbf{-19.03} \pm 0.4$	$88.7\pm0.95$
28	KT1-B	1,239,796	659,608	qp <sub>2-3</sub>	$\textbf{-6.09} \pm 0.06$	$\textbf{-39.9}\pm1$	$0.92\pm0.15$	$\textbf{-}12.68\pm0.28$	$98.05 \pm 1.91$
29	KT9-1-A	1,240,146	659,375	$qp_1$	$\textbf{-6.78} \pm 0.08$	$-45.1\pm1.2$	$0.81\pm0.28$	$-16.76\pm0.28$	$97.85 \pm 1.69$

\* $\delta^{13}C_{PDB}$  (%): Deviation of isotopic  $\delta^{13}C$  in comparison with calcareous samples of the Pee-Dee-Belemnite Formation ( $C_{PDB}$ ) in South Carolina (USA).

Nº	Number of works	X (m)	Y (m)	Aquifer	$\delta^{18}O$	$\delta^2 H$	<sup>3</sup> H	δ13CVPDB (‰)	PMC (%)
1	Q00102AM1	1,252,160	644,840	qp <sub>3</sub>	$-5.81\pm0.07$	$-42.2\pm1.1$	$0.93\pm0.22$	$\textbf{-12.09} \pm 0.43$	$109.14\pm2.03$
2	Q00102F	1,238,343	625,335	qp <sub>3</sub>	$-6.41 \pm 0.14$	$\textbf{-43.9} \pm 1.3$	$1.02\pm0.32$	$\textbf{-}11.39\pm0.28$	$101.54\pm1.82$
3	Q023020M1	1,219,729	648,145	qp <sub>3</sub>	$\textbf{-6.3}\pm0.1$	$\textbf{-39.7}\pm1.2$	$0.79\pm0.11$	$\textbf{-13.31}\pm0.34$	$106.11\pm1.14$
4	Q02304TM1	1,219,729	648,145	$qp_1$	$-7.11 \pm 0.13$	$-47.7\pm1.5$	$\textbf{-}0.12\pm0.18$	$-19.63 \pm 0.41$	$85.18 \pm 1.32$
5	Q02304ZM1	1,219,729	648,145	$n_2^{1}$	$-7.44 \pm 0.08$	$-48.4 \pm 1.1$	$\textbf{-}0.58\pm0.18$	$-20.41 \pm 0.52$	$48.22\pm1.1$
6	Q023050M1	1,219,729	648,145	$n_1^{3}$	$-7.51 \pm 0.09$	$\textbf{-49.1} \pm 1.2$	$0.06\pm0.24$	$-22.17 \pm 0.29$	$44.62 \pm 1.16$
7	Q09902B	1,220,156	666,294	qp <sub>3</sub>	$-6.78 \pm 0.13$	$\textbf{-44.2}\pm0.8$	$1.18\pm0.22$	$-13.66 \pm 0.47$	$103.07\pm2$
8	Q22002Z	1,282,519	607,650	qp <sub>2-3</sub>	$\textbf{-6.9} \pm 0.1$	$-45.1 \pm 1.5$	$0.88\pm0.18$	$-16.5 \pm 0.24$	$103.42\pm1.84$
9	Q220040M1	1,282,534	607,647	$qp_1$	$-7 \pm 0.11$	$-45.5\pm0.9$	$0.55\pm0.24$	$\textbf{-19.89} \pm 0.37$	$95.69 \pm 1.2$
10	Q220050M1	1,282,538	607,646	$n_2^{1}$	$-7.72 \pm 0.12$	$\textbf{-51.6} \pm 0.9$	$\textbf{-0.05} \pm 0.23$	$\textbf{-18.89} \pm 0.41$	$45.21 \pm 1.28$
11	Q221020	1,250,383	618,306	qp <sub>3</sub>	$-6.34 \pm 0.09$	$\textbf{-40.4} \pm 1.5$	$1.24\pm0.18$	$\textbf{-19.23}\pm0.27$	$102.07\pm2.08$
12	Q22104T	1,250,380	618,299	$qp_1$	$\textbf{-7.31}\pm0.1$	$\textbf{-49.1} \pm 1.2$	$0.14\pm0.21$	$\textbf{-}19.64 \pm 0.49$	$86.58 \pm 1.5$
13	Q22104Z	1,250,381	618,293	$n_2^{2}$	$-7.71 \pm 0.15$	$-51.5\pm1.1$	$0.02\pm0.18$	$\textbf{-}21.07\pm0.33$	$42.8\pm1.16$
14	Q222020	1,245,779	604,715	qp <sub>3</sub>	$\textbf{-6.76} \pm 0.07$	$-46 \pm 1.4$	$1.21\pm0.13$	$\textbf{-10.71} \pm 0.38$	$105.05\pm1.83$
15	Q222040	1,245,789	604,715	$n_2^{2}$	$\textbf{-7.62} \pm 0.13$	$\textbf{-49.9} \pm 1.1$	$\textbf{-0.15} \pm 0.29$	$\textbf{-13.51} \pm 0.42$	$6.13 \pm 0.86$
16	Q222050	1,245,795	604,714	$n_1^{3}$	$\textbf{-7.14} \pm 0.1$	$\textbf{-44.2} \pm 1.1$	$0.13\pm0.19$	$\textbf{-20.11} \pm 0.34$	$90.24\pm0.69$
17	Q222030	1,245,787	604,714	qp <sub>2-3</sub>	$\textbf{-7.02} \pm 0.15$	$\textbf{-45.4} \pm 1$	$0.95\pm0.13$	$\textbf{-}11.48\pm0.51$	$98.24 \pm 1.23$
18	Q224020	1,228,842	676,587	qp <sub>2-3</sub>	$\textbf{-6.83} \pm 0.14$	$\textbf{-44.3} \pm 1.4$	$1.06\pm0.19$	$\textbf{-}14.14\pm0.29$	$101.04\pm1.35$
19	Q22404T	1,228,847	676,586	$n_2^{2}$	$\textbf{-7.13} \pm 0.07$	$\textbf{-46.7} \pm 1.5$	$\textbf{-0.19} \pm 0.15$	$\textbf{-}20.73\pm0.29$	$91.02 \pm 1.29$
20	Q804020	1,215,192	664,143	$qp_3$	$\textbf{-6.18} \pm 0.13$	$\textbf{-38.4} \pm 1.2$	$1.12\pm0.24$	$\textbf{-7.09} \pm 0.33$	$101.93\pm2.91$
21	Q80404T	1,215,188	664,143	$n_2^{2}$	$\textbf{-7.08} \pm 0.08$	$\textbf{-45.7} \pm 1.4$	$0.17\pm0.22$	$\textbf{-19.8} \pm 0.47$	$73.51\pm2.87$
22	Q80404ZM1	1,215,188	664,143	$n_2^{1}$	$\textbf{-7.27} \pm 0.12$	$\textbf{-48.7} \pm 0.9$	$0.07\pm0.3$	$\textbf{-22.11} \pm 0.41$	$32.74 \pm 1.82$
23	Q00202B	1,214,366	679,494	qp <sub>2-3</sub>	$\textbf{-6.92} \pm 0.09$	$\textbf{-46.5} \pm 1.1$	$1\pm0.14$	$\textbf{-}15.02\pm0.51$	$96.63 \pm 1.32$
24	Q00204A	1,214,360	679,461	$qp_1$	$\textbf{-7.18} \pm 0.11$	$\textbf{-46.8} \pm 1$	$0.25\pm0.33$	$\textbf{-18.93} \pm 0.25$	$86.7\pm1.08$
25	Q017030M1	1,203,494	679,968	$qp_1$	$\textbf{-6.92} \pm 0.07$	$\textbf{-46.7} \pm 1.4$	$0.11\pm0.09$	$\textbf{-}17.01\pm0.84$	$89.09 \pm 1.34$
26	Q003340	1,200,775	670,715	qp <sub>2-3</sub>	$\textbf{-6.54} \pm 0.08$	$\textbf{-43} \pm 1.5$	$0.6\pm0.21$	$\textbf{-19.83} \pm 0.34$	$92.84 \pm 1.25$
27	KT1-A	1,239,796	659,608	$n_2^{2}$	$\textbf{-6.96} \pm 0.1$	$\textbf{-45.1} \pm 1.4$	$0.31\pm0.19$	$\textbf{-}17.74\pm0.29$	$88.25 \pm 1.26$
28	KT1-B	1,239,796	659,608	qp <sub>2-3</sub>	$\textbf{-6.39} \pm 0.07$	$\textbf{-40.9} \pm 1.2$	$0.58\pm0.21$	$\textbf{-}11.73\pm0.3$	$77.36 \pm 5.97$
29	KT9-1-A	1,240,146	659,375	$qp_1$	$\textbf{-6.7} \pm 0.09$	$\textbf{-44} \pm 1.5$	$0.66\pm0.17$	$\textbf{-18.04} \pm 0.25$	$96.87\pm2.01$
30	LKC3-qp1	1,253,153	677,683	$qp_1$	$\textbf{-4.76} \pm 0.11$	$\textbf{-37.6} \pm 1.2$	$0.71\pm0.16$	$\textbf{-}17.29\pm0.38$	$98.05 \pm 1.9$
31	LKC3-n22	1,253,153	677,683	$n_2^2$	$-5.41 \pm 0.1$	$\textbf{-39.1}\pm0.9$	$0.52\pm0.19$	$-12.32 \pm 0.3$	$96.77 \pm 1.4$

 Table 3
 The isotopic composition of groundwater in the aquifers of the Southeast region (rainy season).

This finding in association with the results of the <sup>14</sup>C activity in DIC measurement for water in the upper Pleistocene aquifers (Table 2) reflected a fact that groundwater in these aquifers is modern and that it probably is continuously recharged from the surface water sources. In contrast, groundwater in the deeper aquifers did not receive recent recharge, therefore, it was of older ages, up to 22.5 ka (Table 2).

Fig. 2a depicts the isotopic composition in all kinds of water: the local precipitation (RMWL—Regional Meteoric Water Line), river's water, water from reservoirs and groundwater from all the study aquifers that was determined during the DS (Mar. 2015) in the SENB region. Fig. 2b shows an extract of the Fig. 2a to demonstrate more clearly the position of the isotopic composition in groundwater in relation to the composition of the surface water.

As seen from Fig. 2a, the line for the local precipitation (RMWL) follows a model described by Eq. (7).

$$\delta^2 H = 6.71 \ge \delta^{18} O + 4.96 \ (R^2 = 0.99) \ (7)$$

The slope and intercept of the RMWL in the SENB region (Eq. (7)) are somewhat differed from those of the Global Meteoric Water Line of, respectively, 8 and 10 [32] due to the kinetic effect during the precipitation in the tropical regions where atmospheric temperature and humidity are usually high [5].

From Fig. 2b, the groundwater in the upper and



Fig. 2 The isotopic composition in all kinds of water with full scale (a) and an extract (b) from (a) for a more clearly demonstrating the position of isotopic content in groundwater samples in relation to the position of surface water.

middle Pleistocene ( $qp_3$  and  $qp_2^{-3}$ ) aquifers appears to be recharged from the surface sources, e.g. the local precipitation, from rivers or reservoirs because its isotopic composition was spread around the RMWL or the line of the surface water and it is modern by the <sup>14</sup>C-age of around 104-105 PMC (Table 2). On the other hand, water in the rest aquifers  $(qp_1, n_2^2, n_2^1)$  and  $n_1^3$ ) seems to be paleo-water as its isotopic composition is deviated from those of the RMWL (Fig. 2b) and its <sup>14</sup>C-age was relatively old. Here, the paleo-water must be understood as groundwater having an elevated transit time (age), up to thousands years, but not like the definition made by Edmunds, W. M. [33] that paleo-water is the groundwater which is originated in the colder climatic conditions of the late Pleistocene. The <sup>14</sup>C-age of groundwater in the qp<sub>2</sub><sup>2</sup>,  $qp_1$ ,  $n_2^2$ ,  $n_2^1$  and  $n_1^3$  aquifers in this study was found to range from 250 a (Q220040M1: qp1) to 22.5 ka  $(Q222040: qp_2^2)$  (Table 2).

### 4.2 Chemistry of Groundwater

Groundwater in all the studied aquifers is fresh, containing low concentrations of Cl<sup>-</sup> (< 100 mg·L<sup>-1</sup>) and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (< 80 mg·L<sup>-1</sup>), and low content of TDS (Total Dissolved Solids) (< 340 mg·L<sup>-1</sup>). Fig. 3 depicts the distribution of the major electron-donor and acceptor ions with the depth of aquifers.

A calculation of the SI (Saturation Index) for calcite, dolomite and gypsum based on the pH and concentrations of  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $HCO_3^-$  and  $SO_4^{2-}$  in the samples (Table 1) showed that at the prevailing temperature of 25-30 °C in the aquifers, the three minerals are dissolving, as the  $SI_{cc} < 0$  and  $Si_{dol} < 0$ ,  $SI_{gyp} < 0$  (results not shown here).

The chemical types of water in the study aquifers were identified by construction of Piper diagram based on the content of major cations of  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  and anions of Cl<sup>-</sup>,  $HCO_3^-$  and  $SO_4^{2-}$  in water. The diagram was presented in Fig. 4 representing for the Na-Ca-HCO<sub>3</sub> fresh water type for all the studied water samples.

In the aquifers, the following chemical reactions could be expected.

Decomposition of organic matters in the aquifers by enzymes:

$$4CH_2O + 2H_2O \rightarrow CH_3COOH + HCOOH + 3H_2 + CO_2$$
(1)

In the degradation (reaction (1)), nitrogen as one of the constituents of organic matters will be released as ammonia  $(NH_4^+)$ . On the other hand, organic matters in the aquifer sediment will reduce Fe-oxide, and might be goethite and sulphate as reaction (2):

$$CH_2O + 6Fe(OH)_2 + 7H^+ \rightarrow 6Fe^{2+} + HCO_3^- + 6H_2O$$
(2)



(c) (d) Fig. 3 The distribution of major electron-donor (Fe<sup>2+</sup>) and acceptors (pH,  $SO_4^{-2-}$  and  $NO_3^{--}$ ) along the depth of aquifer.



Fig. 4 A Piper diagram showing a Na-Ca-HCO<sub>3</sub> fresh water type of groundwater in the SENB region.

 $2CH_2O + SO_4^{2-} \rightarrow HS^- + 2HCO_3^- + H^+ \quad (3)$ 

Ferrous ions formed in the reaction (2) could precipitate with sulfide from the reaction (3) in the form of pyrite (FeS<sub>2</sub>). Sulphate ions in the reaction (3) could be formed from the gypsum dissolution:

$$CaSO_4 \rightarrow Ca^{2+} + SO_4^{2-} \tag{4}$$

### 4.3 Flow Direction of Water in the Aquifers

Figs. 5a and 5b depict the isolines of water hydraulic head measured for the lower Pleistocene  $(qp_1)$  and upper Pliocene  $(n_2^2)$  aquifers, respectively. The difference of the hydraulic head indicates the direction of water flow within an aquifer as shown by the arrows in Figs. 5c and 5d for the respective aquifers in the SENB region. As seen that groundwater in the study region flows northerly towards



Fig. 5 Isolines of hydraulic heads for the lower Pleistocene (a, b) and upper Pliocene aquifers indicating the flow direction of groundwater in the respective aquifers which was confirmed by the <sup>14</sup>C-isochrones for the respective aquifers (c) and (d).

southerly and northeasterly towards southwesterly.

### 5. Discussions

# 5.1 Genesis of Groundwater Resources in the SE SP Region

As can be seen from Fig. 2b, the groundwater in the Pleistocene and Neogene aquifers in the SE SP region seems to be of paleo-origin as it is isotopic compositions lying separately from the RMWL and line for water from rivers or lakes. The paleo concept in here must be understood that water has relatively long resident time, but not that water that was originated from the Latest Glacial Maximum as it was mentioned early. The <sup>14</sup>C-age of water in almost all the boreholes made into Pleistocene and Neogene aquifers was of about thousand years (Table 2), e.g.

water in the borehole Q222040 made in the upper Pliocene aquifer has a <sup>14</sup>C-age as old as 22.4 ka. Paleo-water was characterized by a line parallel to the meteoric water line and as farer the position of this line relative to the RMWL the older age of water is [5, 26].

In contrast, water in the upper Pleistocene and Holocene aquifers seems to be recharged from the local hydrological systems like Sai Gon-Dong Nai rivers or Dau Tieng reservoir. Water in the boreholes made into the Holocene or upper Pleistocene aquifers contains tritium activity that was comparable to those found in the local precipitation and in water of the reservoirs and it was modern by the <sup>14</sup>C-age (Table 2). The upper Pleistocene was outcrop in many locations in the SE SP region at an altitude hight, so the precipitation could easily percolate into the aquifers.

A statistical treatment to compare means of the  $\delta^{18}$ O signature in water in two adjacent aquifers using a non-parametric test, the Mann-Whitney test, showed that in the study region, the groundwater in aquifers was separated from each other, e.i. there is no inter-aquifer leakage as the difference of  $\delta^{18}$ O mean between two adjacent aquifers is significant, Z > 1.96, the critical value at a 5% limit. This allows to estimate the altitude of recharge areas for the aquifers based on an altitude gradient of -0.3‰ per 100 m height. Considering that the mean of  $\delta^{18}$ O in the local precipitation is 5.44‰ (Fig. 2a), and that in water in the lower Pleistocene aquifer is -7.00‰ and in the upper Pliocene aquifer is 7.49‰ (Table 2), the recharge area for the  $qp_1$  aquifer is estimated at about 520 m and that for the  $n_2^2$  aquifer at about 680-700 m higher than the altitude of the respective aquifers.

# 5.2 Degradation of Organic Matters and Chemistry of Groundwater in the SE SP Region

The chemistry of the groundwater in the SE SP region is likely controlled by the organic matter degradation following a classical redox proceeding sequentially through different electron acceptors [34]. After the reduction of dissolved oxygen in the uppermost soil laver, nitrate becomes reduced (Fig. 3b). This is again followed by the reduction of Fe-oxides and sulfate (Figs. 3c and 3d). In this case, nitrate reduced in a soil layer of 5 to 10 m below the surface (bs), but afterwards, it again moved downwards and attained equilibrium at the depth of 60-80 m (bs), with the concentration of around 20  $mg \cdot L^{-1}$ . The reason for this is still not clear, however, it was thought that in the deep aquifers, nitrate was resulted from the ammonia oxidation by sulphate. The presence of sulphate ions in the groundwater in this region where there was no marine deposit probably was the result of the gypsum dissolution (reaction (4)) as it was evident from Fig. 6 where it depicted a scatter plot of  $[Ca^{2+}]$ - $[SO_4^{2-}]$ . In this plot, the  $[Ca^{2+}]$  is correlated with  $[SO_4^{2^-}]$ ,  $r^2 = 0.5$  (n = 28) and in groundwater samples, the  $[Ca^{2^+}]$  is around 2 time higher than  $[SO_4^{2^-}]$  suggesting the calcite dissolution is another source of calcium in the studied groundwater.

Most of the groundwater samples in the study region are acidic with a pH ranging around 5-6, not following any trend in relation to the depth of aquifers (Fig. 3a). Geology of the region (Fig. 1b) showed that the aquifers deposit consists mostly of sand containing disseminated fragments of organic materials. The main crop in this region is rubber and the local farmers rarely fertilize the crop during the entire crops life. Apparently, the existence of ammonia and nitrate in the groundwater in the region does not imply the source of the nutrients is an anthropogenic rather than a natural one. Nitrogen compounds contained in natural organic matter and upon decomposition is released as ammonia to the groundwater. The degradation of organic matter will cause pH in water to decrease (reaction (1)) as observed in this case. Organic matter not only decomposes in aquifers but it also participates in the reduction of Fe-oxides and sulphate (reactions (2, 3)). Therefore, it could be expected that the concentration of ammonia in groundwater would increase with the increase of the concentration of  $[Fe^{2+}]$  in water. A trend of the  $[Fe^{2+}]$ vs. [NH<sub>4</sub><sup>+</sup>] in groundwater in the SENB region is presented in Fig. 7.

It is clear that the organic matter decomposition



Fig. 6 A scatter plot of  $[Ca^{2+}]$ - $[SO_4^{2-}]$  ( $r^2 = 0.5$ , n = 28) showing the presence of sulphate ion in groundwater in the study region was a result of the gypsum dissolution (reaction (4)).



Fig. 7 A scatter plot of  $[Fe^{2+}]$ - $[NH_4^+]$  (r<sup>2</sup> = 0.65, n = 25) showing the two constituents were originated from the organic matter decomposition in groundwater in the SENB region.



Fig. 8 pH controlling the bicarbonate concentrations in groundwater in different aquifers in the SENB region.



Fig. 9 Bicarbonate in groundwater from different aquifers in the SE SP region is a mixture of inorganic (calcite dissolution) and organic (organic matter decomposition and oxidation) sources.

(reaction (1)) and oxidation (reactions (2, 3)) will be pH dependent processes (reactions (1-3)). One of the products of the reactions (1-3) is bicarbonate so that the bicarbonate concentration in groundwater should be controlled by the pH as it was seen in Fig. 8.

Obviously, the DIC in groundwater must be of organic and inorganic origins. The organic DIC comes from the decomposition and oxidation of organic matter, but the inorganic DIC comes from dissolution of calcite and/or dolomite that always presented in the aquifer deposit. In the SE SP region, aquifer sediment was terrestrial but not marine origin, hence, the sediment contained only organic matter of high plants. It is known that the  ${}^{13}$ C-composition ( ${}^{13}$ C) of the organic matter should be around -23% [34] as the plants usually were the C3-type grown in the tropical region. It was expected that the DIC representing by the bicarbonate concentration in groundwater must be a mixture of the organic and inorganic carbonate. The inorganic bicarbonate must have <sup>13</sup>C around 0 by the definition (Eq. (3)). Fig. 9 is an evidence for the mixing of inorganic and organic bicarbonates in different aquifers in the SE SP region.

Apparently, the contribution of each bicarbonate source to the total bicarbonate content in the groundwater was different and dependent to the content of inorganic carbonate and active organic matter in each aquifer. However, in the study region, the contribution of bicarbonate from organic source was dominant as seen in Fig. 9 in which the <sup>13</sup>C-composition in DIC was depleted and far from 0 being the <sup>13</sup>C in calcite.

### 6. Conclusion

Groundwater resource in the SE SP region, Vietnam was found in 7 aquifers: the Holocene, upper, middle and lower Pleistocene, upper and middle Pliocene and Miocene ones. The water resource there seems to be recharged from northern and northwestern areas at an altitude of 600-700 m higher than the elevation of the Pleistocene and Pliocene aquifers. The transit time of the groundwater in the region ranged from several hundred to several thousand years ago. The groundwater in the study region is considered clean with less than  $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  TDS and the chemistry of the water is controlled by the redox reactions proceeded from the organic matter decomposition.

At present, the inter-aquifer leakage in the study region was not observed yet, however, it could be expected that the inter-aquifer leakage could happen in future due to the increasing abstraction rate of groundwater in this intensive industrializing region. Therefore, a proper policy for groundwater resource management needs to be developed for protecting the natural resource from the risk of pollution from the surface.

### Acknowledgement

The corresponding author would like to express sincere gratitude to the financial support from the Ministry of Natural Resources and Environment, Vietnam within a research project entitled "Study on the Neogene-Quaternary Structural Characteristics of the South East Region and Their Role in the Formation of Groundwater Reserves in the Southern Plain". The authors are heartily thankful to the anonymous reviewers for their patience and time to read and make comments for the manuscript.

### References

- Cuong, N. K. 1995. "Groundwater in the Cuu Long (Mekong) River Delta." Presented at a National Forum on "Groundwater Resources in Vietnam", Ho Chi Minh City.
- [2] Nghi, V. V., and Weslling, H. 1981. "Assessment of Groundwater in Quantity and Quality in the Mekong Delta." The Mekong River Committee, BangKok, Thailand.
- [3] Louvat, D., and Dung, H. H. 1989. Environmental Isotope Study of Mekong River Delta Groundwater (Vietnam). A report for the IAEA TC Project VIE/8/003, IAEA-RU-2813.
- [4] Mook, W. G., Bommerson, J. C., and Staverman, W. H. 1974. "Carbon Isotope Fractionation between Dissolved

Bicarbonate and Gaseous Carbon Dioxide." *Earth and Planetary Science Letters* 22 (2): 169-76.

- [5] Clark, I. D., and Fritz, P. 1999. Environmental Isotopes in Hydrology. NY: CRC Press, 328.
- [6] Vinh, C. T., Canh, D. V., Chinh, N. K., Nhan, D. D., and Phuong, N. T. 2015. "Studying the Formation of Exploitation Reverse of Groundwater Resouces from Leakage of Aquifer in Nam Bo Plain by Isotopic Techniques." *Vietnam National University Journal and Science*: 286-94.
- [7] Pho, N. V., Tuan, V. V., and Xuan, T. T. 2003. "Water Resouces in Vietnam." Agricultural Publisher, Hanoi: 139-41.
- [8] Dzanh, T. 1986. "Review of the Paleogene and Neogene Stratigraphy in Vietnam, Laos and Kampuchea." *Geology* of Kampuchea, Laos and Vietnam. Science Technical Publisher House, Hanoi: 86-93.
- [9] Nam, T. N. 1995. "The Geology of Vietnam: A Brief Summary and Problems." *Geoscience Reports of Shizuoka University* 22: 1-9.
- [10] DWRPIS (Division for Water Resources Palanning and Investigation for the South of Vietnam). 2004. Separation of N-Q Strata and Investigation into the Geologic Structure of the NBP at a Scale of 1:500.000. A report for a Project Conducted by the Division during 2004.
- [11] Dzung, N. D. 2013. "Size, Shape and Dispersion: Urban Form Evolution in Saigon River Basin and Its Impacts on Hydrologic Performance from 1990 to 2010." Presented at the 49th ISOCARP (Intl. Society Of City And Regional Planners), Brisbane, Australia.
- [12] IMHEN (Institute of Meteorology, Hydrology and Environment). 2010. The Impact of the Climate Change on Water Resources and Adaptation Measures: Mekong River Delta. Final report of a Project Sponsored by the Danish Ambassy in Vietnam (in Vietnamese), 135.
- [13] Stumm, W., and Morgan, J. J. 1981. Aquatic Chemistry (2nd Edition). New York: Wiley & Sons, 780.
- [14] Stookey, L. L. 1970. "Ferrozine—A New Spectrophotometric Reagent for Iron." Anal. Chem. 42 (7): 779-81.
- [15] IAEA (International Atomic Energy Agency). 2002."Water and Environment Newsletter of the Isotope Hydrology Section." *IAEA* 16 (Nov.): 5.
- [16] Gonfiantini, R. 1984. "Stable Isotope Reference Samples for Geochemical and Hydrological Investigations, Report by Advisory Group's Meeting, Vienna, 19-21 September 1983." *International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna.*
- [17] Villa, M., and Manjon, G. 2004. "Low-Level Measurements of Tritium in Water." *Appl. Radiat. and Isotopes* 61 (2): 319-23.
- [18] Plastino, W., Chereji, I., Cuna, S., Kaihola, L., De Felice,

## Genesis and Quality of Groundwater in the Southeastern Region of Southern Vietnam

P., Lupsa, N., et al. 2007. "Tritium in Water Electrolytic Enrichment and Liquid Scintillation Counting." *Radiat. Meas.* 42 (1): 68-73.

- [19] Groening, M., Dargier, M., and Tatzber, H. 2004. "Seventh IAEA Intercomparison of Low-Level Tritium Measurement in Water (TRIC2004)." *International Atomic Energy Agency, Vienna.*
- [20] Groening, M., Tatzber, H., Trinkl, A., Klaus, B., and van Duren, M. 2009. "Eighth IAEA Interlaboratory Comparison on the Determination of Low-Level Tritium Activities in Water (TRIC2008)." *International Atomic Energy Agency, Vienna.*
- [21] Noakes, J. E., Isbell, A. F., Stipp, J. J., and Hood, D. W. 1963. "Benzene Synthesis by Low Temperature Catalysis for Radiocarbon Dating." *Geochim. et Cosmochimica Acta* 27 (7): 797-804.
- [22] Noakes, J., Kim, S., and Akers, L. 1967. "Recent Improvements in Benzene Chemistry for Radiocarbon Dating." *Geochim. et Cosmochimica Acta* 31 (6): 1094-6.
- [23] Tamers, M. A. 1975. "Chemical Yield Optimization of the Benzene Synthesis for Radiocarbon Dating." *The Intl. J. Appl. Radiat. and Isotopes* 26 (11): 676-82.
- [24] Gupta, S. K., and Polach, H. A. 1985. "Radiocarbon Datirig Practices at ANU." Radiocarbon Laboratory, Research School of Pacific Studies, ANU, Canberra, 173.
- [25] Mann, W. B. 1983. "An International Reference Material for Radiocarbon Dating." *Radiocarbon* 25 (2): 519-27.
- [26] Mook, W. G., ed. 2001. "Environmental Isotopes in the

Hydrological Cycle. Principles and Applications. IHP TecDoc 39." UNESCO/IAEA, Paris/Vienna, 280.

- [27] Salem, O., Visser, J. M., Deay, M., and Gonfiantini, R. 1980. "Groundwater Flow Patterns in the Western Lybian Arab Jamahitiya Evaluated from Isotope Data." Arid Zone Hydrology: Investigation with Isotope Techniques, IAEA, Vienna: 165-79.
- [28] Bigeleisen, C. T., and Mayer, M. G. 1947. "Calculation of Equilibrium Constants for Isotopic Exchange Reactions." *The Journal of Chemical Physics* 15 (5): 261-7.
- [29] Fontes, J. C., and Garnier, J. M. 1979. "Determination of the Initial <sup>14</sup>C Activity of Total Dissolved Carbon: A Review of Existing Models and a New Approach." *Water Resources Research* 15 (2): 399-413.
- [30] Fontes, J. C. 1983. Dating of Groundwater. Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology. Tech. Rep. Ser. 91, IAEA, Vienna, Austria, 285-317.
- [31] Ferronskii, V. I., ed. 1975. *Natural Isotopes of Hydrosphere* (In Russian). Nedra, Moscow, 280.
- [32] Craig, H. 1961. "Isotopic Variations in Meteoric Waters." Science 133 (3465): 1702-3.
- [33] Edmunds, W. M. 2001. "Palaeowaters in European Coastal Aquifers—The Goals and Main Conclusions of the PALAEAUX Project." *Geological Society, London, Special Publications* 189 (1): 1-16.
- [34] Appelo, C. A. J., and Postma, D. 2007. *Geochemistry*, *Groundwater and Pollution* (2nd Edition)." CRC Press.

### Pacific Science Review A: Natural Science and Engineering 18 (2016) 233–240



Contents lists available at ScienceDirect

Pacific Science Review A: Natural Science and Engineering

journal homepage: www.journals.elsevier.com/pacific-sciencereview-a-natural-science-and-engineering/



# A finite element one-dimensional kinematic wave rainfall-runoff model



Thanh Son Nguyen <sup>a</sup>, Tuan Anh Luong <sup>b, \*</sup>, Huu Dung Luong <sup>b</sup>, Hong Thai Tran <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Hanoi University of Sciences VNU, Hanoi 100000, Viet Nam

<sup>b</sup> Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change, Hanoi 100000, Viet Nam

<sup>c</sup> National Hydro-Meteorological Service of Vietnam, Hanoi 100000, Viet Nam

#### ARTICLE INFO

Article history: Received 10 August 2016 Received in revised form 21 November 2016 Accepted 24 November 2016 Available online 20 December 2016

Keywords: Kinematic wave Galerkin's residual FEM US SCS method Rainfall-runoff model

#### ABSTRACT

This paper introduces a simplified distributed rainfall-runoff model based on the combination of a finite element model with the US SCS method. Excess rainfall is estimated from rainfall, soil and land-use properties according to the SCS. The approximation of river flow uses finite elements, while overland and channel flows are simulated by one-dimensional kinematic wave equations. The finite element algorithm for solving the one-dimensional kinematic wave equations is based on lumped schemes and a third order Runge–Kutta method. The proposed model is applied to estimate the flood flow in the Tra Khuc River Basin. The obtained results show the promise of this method for practical application. Copyright © 2017, Far Eastern Federal University, Kangnam University, Dalian University of Technology,

Kokushikan University. Production and hosting by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

### 1. Introduction

The need for tools that can simulate the influence of the spatial distribution of rainfall and natural river basin properties on runoff processes created interest in, and initiated the development of, hydrodynamic rainfall-runoff models [1,6]. One of the basic assumptions for such models regards the presence of a continuous layer of water moving over the entire surface of the catchment. Although observations show that such conditions are rare, the assumption can be relaxed by considering the total flow to result from many small plots draining into a fine network of small channels.

The actual physical flow processes may be quite complicated, but for practical purposes, the simplifications of a full hydrodynamic model can be used. As a common way of getting reasonable results, one-dimensional kinematic wave models [3,5,11] are often selected. These can be solved by different methods.

Due to the flexibility of the finite element in simulation of spatially variable parameters of the watershed, the finite element method (FEM) is often applied for solution of one-dimensional kinematic wave equations [2,6,7,11].

Application of FEM to one-dimensional kinematic wave equations raises several problems related to the stability of the solution (numerical oscillation) due to non-symmetric first spatial derivative terms in the kinematic wave equations when using spatial interpolation functions and a temporal approximation for a system of ordinary differential equations.

One way to improve the stability and accuracy of the method is through the choice of space interpolation functions. Blandford and Meadows [3] introduced quadratic (one element and three nodes) and cubic schemes (one element and four nodes) for finite element simulation of kinematic surface runoff. Jaber and Mohtar [7] used linear, lumped and upwind schemes for spatial approximation and the enhanced explicit scheme for temporal discretization for a onedimensional kinematic wave solution. The result of this study showed that the lumped scheme significantly improved the solution without any reduction in solution accuracy. The improvement in the lumped scheme result is attributed to the sparse diagonal matrix that eliminates numerical noise from off-diagonal terms. They analysed the stability of the different schemes for equidistant elements through Fourier analysis and numerical experiments and concluded that the lumped scheme of the Galerkin finite element method is most suitable for solution of one-dimensional kinematic wave equations. The results of the study of Jaber and Mohtar [7] are

http://dx.doi.org/10.1016/j.psra.2016.11.001

<sup>\*</sup> Corresponding author.

E-mail address: ltanh59@gmail.com (T.A. Luong).

Peer review under responsibility of Far Eastern Federal University, Kangnam University, Dalian University of Technology, Kokushikan University.

<sup>2405-8823/</sup>Copyright © 2017, Far Eastern Federal University, Kangnam University, Dalian University of Technology, Kokushikan University. Production and hosting by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

the scientific basis for selection of spatial interpolation functions for development of the finite element one-dimensional kinematic wave rainfall-runoff model.

Another way to develop the FEM rainfall-runoff model is in the choice of the equations simulating the flow in the channel network [6]. In this research, overland flow is simulated using a kinematic wave model, and the finite-element formulation of variable width and variable slope is used to solve the resulting equations. The flow through the network of channels is simulated by solving the full Saint-Venant equations, using the finite element method. The results of the research show the applicability of the proposed formulation.

The FEM is a general and effective technique for transforming partial differential equations into systems of ordinary differential equations [9]. Application of FEM continues to be an interesting subject for solving different types of hydrodynamic wave equations [8,10].

A mountainous river basin with a steep slope is suitable for kinematic wave simulation. During the typically brief flood interval, the interaction between surface and underground flow can be neglected and the base flow is assumed to be stable. The rainfallrunoff simulation could thus be simply simulated by a coupling method that integrates the SCS method for estimating the excess rainfall and the finite element method for solution of the kinematic wave equations simulating overland and channel flow routing processes. A detailed description of this method is presented in the following sections.

#### 2. A finite element one-dimensional kinematic wave rainfallrunoff model

### 2.1. Finite element kinematic wave model

# 2.1.1. The one-dimensional kinematic wave equation for overland runoff and river flow simulation

One-dimensional kinematic wave equations are often used to simulate the rainfall-runoff process in small and average-size river basins with steep slopes. The one-dimensional kinematic wave equations are normally written in the form of a continuity equation:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = r(x, t) \tag{1}$$

and the equation of motion for overland and river flow is:

$$S_0 = S_f \tag{2}$$

Using Manning's equation, unit-width flow (q) and flow depth (h) in Equation (1) are related by the following equation:

$$q = \alpha h^{\beta} \tag{3}$$

where h = flow depth (m); q = unit-width flow for overland and river flow ( $m^2/s$ ); r(x,t) = excess rainfall rate (for overland flow in m/s) or lateral flow (for river flow in m/s);  $\alpha = (S_o^{1/2}/n)$ ;  $\beta = 5/3$ ; n is Manning roughness coefficient ( $m^{1/3}/s$ );  $S_o$  is the surface or bottom slope, which equals the friction slope  $S_f$  for the kinematic wave approximation; x = spatial coordinate (m) and t = time (s).

# 2.1.2. Finite element approximation of one-dimensional kinematic wave equations

The principle of spatial discretization for the one-dimensional kinematic wave model using the FEM method is dividing the river basin into "strips" that represent flow direction on the surface of the water flow [11]. Each strip is then divided into computational elements based on the characteristics (e.g., slope) of the basin so that (the slope of) each element is approximately homogeneous. Dividing the watershed into "strips" based on flow direction allows us simulate overland flow by one-dimensional kinematic wave equations.

For each computational element, the variables h(x,t) and q(x,t) are approximated in the form:

$$h(x,t) \approx \widehat{h} = \sum_{i=1}^{n} N_i(x) h_i(t); \quad q(x,t) \approx \widehat{q} = \sum_{i=1}^{n} N_i(x) q_i(t)$$
(4)

where

- $N_i(x)$  = functions defined on a spatial interval (element).
- n = number of nodes of spatial functions (for linear and lumped schemes, (n = 2)).

Galerkins residual FEM is based on the principle that the solution residuals should be orthogonal to a set of weighting functions:

$$\int_{\Omega} \sum_{i=1}^{n} \left\{ \frac{dh_i}{dt} N_i + q_i \frac{\partial N_i}{\partial x} - r_i \right\} N_i dx = 0$$
(5)

The approximation equation (Eq. (4)) combined with the integral equation (Eq. (5)) transforms the partial differential equation (Eq. (1)) into a system of ordinary differential equations, which for each element (Eq. (5)) takes the form:

$$\mathbf{A}^{(e)}\frac{d\mathbf{h}}{dt} + \mathbf{B}^{(e)}\mathbf{q} - \mathbf{f}^{(e)} = \mathbf{0}$$
(6)

For the linear scheme, the spatial interpolation functions can be defined as  $N_1(x) = 1 - y$  and  $N_2(x) = y$ , where y = x/l; *l* is the length of the element.

In this case, the matrixes of Eq. (6) can be written as:

$$\mathbf{B}^{(e)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} -1 & 1\\ -1 & 1 \end{bmatrix}; \quad \mathbf{A}^{(e)} = \begin{bmatrix} \frac{l}{3} & \frac{l}{6}\\ \\ \frac{l}{6} & \frac{l}{3} \end{bmatrix}; \quad \mathbf{f}^{(e)} = \begin{bmatrix} \frac{l}{2}\\ \\ \frac{l}{2} \end{bmatrix} r(x, t)$$

The lumped scheme is based on the spatial interpolation functions expressed in the forms [7]:

$$N_{j-1}^* = 1 - H\left(s - \frac{1}{2}\right); N_j^* = H\left(s - \frac{1}{2}\right); \quad N_j^* = H\left(s - \frac{1}{2}\right)$$

The Heaviside function H(x) is defined as:

$$H(x) = 0 \quad \text{if } x < 0$$

 $H(x)=1 \quad \text{if } x \geq 0$ 

where s = distance from node j - 1; *l* is the length of the element. The matrixes for the lumped scheme of Equation (6) can be estimated in the form:

 $\mathbf{A}^{(e)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} l & 0\\ 0 & l \end{bmatrix}$ 

The matrix  $\mathbf{B}^{(e)}$  and vector  $\mathbf{f}^{(e)}$  remain the same as the linear scheme.

For the entire domain containing the elements, Eq. (6) has the form:

$$\mathbf{A}\frac{d\mathbf{h}}{dt} + \mathbf{B}\mathbf{q} - \mathbf{f} = 0 \tag{7}$$

For the lumped scheme, matrixes  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}$  and vector  $\mathbf{f}$  for the entire domain (strip or river channel) containing m elements can be presented in the form:

flow of river flow as a function of time);  $\mathbf{0} =$  vector of output (unitwidth flow q is a function of flow depth h).

The solution for the unknown vector flow depth **h** of Eq. (8) can be solved by the third order Runge–Kutta method [5]:

Because matrix **A** is diagonal, matrix  $A^{-1}$  is easy to define, and the system of ordinary differential equations (Eq. (7)) can be written in the form:

$$\frac{d\boldsymbol{h}}{dt} = \mathbf{A}^{-1}\boldsymbol{f} - \mathbf{A}^{-1}\mathbf{B}\boldsymbol{q}(\boldsymbol{h}) = \boldsymbol{I}(t) - \boldsymbol{O}(\boldsymbol{h})$$
(8)

where  $\mathbf{h}$  = vector of flow depth;  $\mathbf{q}$  = vector computed by Eq. (3),  $\mathbf{I}$  = vector of input (excess rainfall rate for overland flow or lateral

$$\Delta h_1 = (I(t_j) - O(h_j)) \Delta t$$
  
$$\Delta h_2 = \left(I\left(t_j + \frac{\Delta t}{3}\right) - O\left(h_j + \frac{\Delta h_1}{3}\right)\right) \Delta t$$
  
$$\Delta h_3 = \left(I\left(t_j + \frac{2\Delta t}{3}\right) - O\left(h_j + \frac{2\Delta h_2}{3}\right)\right) \Delta t$$



Fig. 1. The flowchart of the prosed rainfall-runoff model.

#### Table 1

The hydro-meteorological stations on the Tra Khuc River Basin.

Station	Son Ha	Gia Vuc	Kon Plong	Son Giang
Observation data	Daily rainfall	Hourly rainfall	Daily rainfall	Hourly rainfall and water discharge

$$\boldsymbol{h}_{i+1} = \boldsymbol{h}_{i+1} + \Delta \boldsymbol{h}$$

where  $\Delta \mathbf{h} = \frac{\Delta \mathbf{h}_1 + 3\Delta \mathbf{h}_3}{4}$  and the solution for **q** as a function of **h** is obtained by Eq. (3).

#### 2.2. US SCS method for estimating excess of rainfall

The U.S. Soil Conservation Service (US SCS) developed an empirical relationship to estimate surface runoff from the estimates of storm runoff that are obtained by the curve number method. This method has been successfully applied in many countries. The discussion relationship of the method is based on the assumption following [4].

$$F/S = Q/P_a \tag{9}$$

where F is the actual retention of precipitation during a storm (inches); S is the potential maximum retention (inches); Q is the direct (surface) runoff (inches); and  $P_a$  is the rainfall after the start of runoff, i.e.

$$P_a = P - I_a \tag{10}$$

where P is the total precipitation (inches);  $I_a$  is the initial abstraction (inches). By substituting ( $P_a$ -Q) for F and solving for Q, one obtains

$$\begin{cases} Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} & \text{if } P > I_a \\ Q = 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$
(11)

To reduce the number of variables, the empirical relationship  $I_a = 0.2^*S$  was adopted, which then gives the most familiar form of the runoff equation

$$\begin{cases} Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} & \text{if } P > 0.2S \\ Q = 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$
(12)

The retention parameter S is related to a curve number (CN)

$$CN = 1000/(S + 10) \tag{13}$$

The relationship of runoff to rainfall in the curve number is better shown in graphical form, and CN can be estimated from the table based on the Land use and Hydrologic Soil Group.

A flowchart of the finite element one-dimensional kinematic wave rainfall-runoff model is illustrated in Fig. 1.

Table 2

The number of catchments, river elements and surface elements of the Tra Khuc River.

Catchments	Ι	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Strips (river elements)	3	8	6	6	6	3	3	3	1
Surface elements	8	27	32	31	24	9	11	6	2

### 3. Application

### 3.1. Approximation river basin by elements

The Tra Khuc River Basin is in the Quang Ngai Province (Central Part of Viet Nam). The drainage area of the river basin at Son Giang station is approximately 2440 km<sup>2</sup>; the average elevation of the river

basin is 695 m; the average slope of the basin is 22.8%. The hydrometeorological stations on the Tra Khuc River are summarized in Table 1. The river basin is divided into the 9 sub-catchments, according to 9 river reaches that describe the flow concentration process of the entire the river basin. Each river reach is then divided into sub-reaches (river elements). For each river element, the surface catchment basin is divided into "strips" in the cross-flow



Fig. 2. Topographic map of Tra Khuc River Basin.

3.2. Input data

direction. Each strip is then divided into computational elements based on the characteristics of the catchments so that the slope of each element is approximately homogeneous. The scheme for approximating the Tra Khuc River by elements is illustrated in Fig. 3.

The entire Tra Khuc River Basin is approximated by 39 strips (39 river elements) with 150 river basin elements. A number of subcatchments, strips and elements are summarized in Table 2.

The characteristics of the elements are estimated from the topographic map (Fig. 2). The river elements are characterized by the slope, length and width of the channel. The surface elements are defined by the average slope, length and average width of the elements (Fig. 3).



Fig. 3. The element scheme for approximation of the Tra Khuc River Basin.

The curve number for the median antecedent moisture condition AMC (II) for each element is determined from soil and land-use maps with the assistance of GIS tools. The hourly rainfall data were collected at only two stations, namely, Gia Vuc and Son Giang, during the storm in 1998. The discharge data were recorded at the Son Giang station in 1998. The Manning coefficients of the river channel are determined in the range of 0.025–0.04. For surface area, the Manning coefficient is estimated based on the land use types [11]. An example of input data for surface elements of a strip containing 6 elements is shown in Table 3.

### 4. Results

The results for the flood simulations of storms observed on 13/ XI/1998 and 19/XI/1998 are shown in Figs. 4 and 5, respectively.

#### Table 3

The example of input data for surface elements of a strip containing 6 elements.

Analysis of the preliminary research results shows that the model can well simulate the concentration process of river flow. The Nash criterion of simulation for the storm of 13/XI and 19/ XI is 70.1% and approximately 69%, respectively. The error of peak flood and volume flow for the storm of 13/XI is 34.3% and 16.3%, respectively. Errors of the first and second peak in 19/XI are 11.4% and 40.6%, respectively. The error of volume flow of this storm is 6.8%. The results of the simulations for the two storms show that the error of volume flow is negligible for both storms. However, the proposed method has a drawback in peak flow simulation. The reason for this limitation may result from a lack of rainfall data and river cross-section data in the study area. The results of the simulation will be improved if more sources of data (field survey or remote sensing data) can be used.

		•				
Element Number	1	2	3	4	5	6
Length of elements (l, m)	4200	3100	3200	5100	3100	2900
Average width of elements (b, m)	4939	7922	9936	10584	10168	7644
Slope of elements (So) m/m	0.1226	0.1367	0.1783	0.2558	0.3081	0.2764
Curve Number (CN)	45.0	45.0	46.2	51.8	54.4	55.1
Manning coeff. (n)	0.384	0.338	0.3278	0.3069	0.357	0.324



Fig. 4. Comparison of simulated and observed discharge at Son Giang station for the storm of 13/XI/1998.



Fig. 5. Comparison of simulated and observed discharge at Son Giang station for the storm of 19/XI/1998.

#### 5. Conclusions

A simplified distributed rainfall-runoff model was developed. The model was based on application of the SCS method for estimating excess rainfall, and a one-dimensional kinematic wave equation was applied for simulating the overland and river flow routing processes. The finite element algorithm is based on lumped schemes, and the third order Runge–Kutta method was presented to solve the one-dimensional kinematic wave equations. The algorithm was stable without numerical oscillations. The results of the study showed a promising applicability of this method for hydrologic modelling. The proposed model allows extending the range of application of the model to some designed works, such as flood estimation for small hydropower stations, drainage river basins, cases in which the flow data records are limited, flood warning and assessment of the hydrologic impact of land-use change studies.

### Acknowledgements

This research was supported by a grant (No.2395/QD-BTNMT/ 2013) from the project "Revise and supplement water level for flood warning in river networks of Vietnam" funded by Ministry of Natural Resources and Environment of Vietnam.

- References
- [1] M.B. Abbott, J.C. Bathurst, J.A. Cunge, P.E. O'Connel, J. Rasmussen, An introduction to the European Hydrological System - Systeme Hydrologique Europeen, "SHE", 2: Structure of a physically-based, distributed modelling system, J. Hydrol. 87 (1-2) (1986) 61-77.
- [2] E. Baxter, Vieux, et al., Finite element watershed modeling one-dimensional elements, J. Water Resour. Plan. Manag. 116 (6) (1990) 803-819.
- [3] G.E. Blandford, M.E. Meadows, Finite element simulation of nonlinear kinematic surface runoff, J. Hydrol. 119 (1-4) (1990) 335-356.
- [4] W.C. Boughton, A review of USDA SCS curve number method, J. Soil Res. Soil Water Manag. Conserv. Vol. 27 (1989) 511-523.
- [5] V.T. Chow, D. Maidment, L. Mays, Applied Hydrology, McGraw Hill Book, 1988. [6] N.K. Garg, D.J. Sen, Integrated physical based rainfall-runoff model using FEM, I. Hydrol. Eng. 6 (3) (2001) 179–188.
- [7] F.H. Jaber, R.H. Mohtar, Stability and accuracy of finite element schemes for the one-dimensional kinematic wave solution, Adv. Water Resour, 25 (2002) 427-438.
- [8] M.M. Hossain, J. Ferdous Ema, Solution of kinematic wave equation using Finite difference method and finite element method, Glob. J. Sci. Front. Res. Math. Decis. Sci. 13 (6) (2013) 25-35.
- R. Peyret, T.D. Taylor, Computational Methods for Fluid Flow, Springer-Verlag, [9] New York Inc., 1983 (Russian translation, 1986)
- [10] Prati Neupane, Clint Dawson, A discontinuous Garlerkin method for modeling flow in networks of channels, Adv. Water Resour. 79 (2015) 61-79.
- [11] B.B. Ross, D.N. Contractor, V.O. Shanholtz, Finite element model of overland and channel flow for assessing the hydrologic impact of land-use change, J. Hydrol. 41 (1–2) (1979) 11–30.

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ ĐƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG

# TUYỂN TẬP BÁO CÁO

# LẦN THỨ XVI





# TẬP I KHÍ TƯỢNG - KHÍ HẬU, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP, BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU





NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

# đánh giá tính dẻ bị tôn thuống do biến đồi khí hậu ở huyện tây sơn, tỉnh bình định

Lê Thị Kim Ngân, Đỗ Đình Chiến, Trần Hồng Thái, Đặng Trung Thuận Viện Khoa học Khi tượng Thủy văn và Môi trưởng

Mục địch của nghiên cứu này là xác định các đối tượng dễ bị tổn thương trước biến đối khi hậu (BĐKH) tại huyện Tây Sơn làm cơ sở để để xuất các giái pháp ứng phó với BĐKH. Nghiên cứu được thực hiện trên cơ sở phân tích chuỗi trong đánh giả tổn thương đo BĐKH với nguyên lý nguyên nhân – hệ quả: Biến đối khi hậu làm thay đói các yếu tổ khi tượng và gia tăng thiên tai bão lũ, hạn hản gây tổn thất người và của cải, tổn thương môi trưởng từ đồ phải có biện pháp chống chịu, thích ứng với mô hình thịch ứng và giai pháp giảm thiểu tổn thương quy mô hộ gia đình và quy mô cộng đồng. Kết quả nghiên cừu đã đưa ra những khu vực có mức độ dễ bị tổn thương cao nhất tại những xã nằm dọc theo hai bên bở sông Cốn.

### 1. Lời giới thiệu

Bảo cảo này để cập đến một khía cạnh về BĐKH, đó là tác động của BĐKH đến đời sống xã hội, dánh giả mức độ bị tồn thương xã hội và khả năng chống chịu của nó tại một vùng đất trung du ở phần phía nam tinh Bình Định, đó là huyện Tây Sơn (Hình 1). Đây là một vùng lãnh thổ nhỏ, diện tích 708,0 km², sự phân hóa tự nhiên tương đối đơn giản, hoạt động kinh tế chủ yếu là nông lâm nghiệp, hoàn cảnh xã hội và môi trường khả đồng nhất tập trung phân tích các yếu tổ chính gây tốn thương (các yếu tổ tự nhiên và các yếu tổ nhân sinh), các đối tượng chính bị tồn thương (dân cư, cơ sở hạ tầng, khu công nghiệp, các loại tài nguyên, hệ sinh thải, cộng đồng làng xã. v.v...).



### Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

inh 1: Bàn đồ hành chinh huyệr Tây Sơn

Đánh giả tính dễ bị tổn thương do biến đối khí hậu là nghiên cửu xác dịnh các ánh hướng, mức độ thiệt hại do tác động của biến đối khí hậu lên môi trưởng, sinh thái và các hoạt động kinh tế - xã hội của địa phương, bao gồm các tác động bất lợi và cá các ánh hưởng có lợi. Bài báo đã sử dụng mô hình đánh giá tốn thương đối với hệ thống Tự nhiên - Xã hội - Môi trường [3] (Hình 2).

Phương pháp nghiên cứu khả năng bị tồn thương áp dụng cho huyện Tây Sơn sử dụng sơ đồ phương pháp phân tích chuỗi theo nguyên lý "nguyên nhân – hệ quả": Biến đồi khi hậu  $\rightarrow$  Thiên tai bão lũ, hạn hán  $\rightarrow$  Tổn thất người và của cải, tồn thương môi trường  $\rightarrow$  Biện pháp chống chịu, thích ứng  $\rightarrow$  Mô hình thích ứng và giải pháp giảm thiểu tổn thương quy mô hộ gia dình và quy mô cộng đồng (Hinh 3).

Tập I: Khi tượng - Khi hậu, Khi tượng nông nghiệp, Biến đối khi hậu

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khi tu 56 Thủy văn, Môi trường và Biến đối khi hậu lần thứ XVI







Hình 3: Sơ đổ phương pháp phán tích chuỗi [3]

# 3. Đánh giả tổn thương do BĐKH ở huyện Tây Sơn, tỉnh Bình Định

### 3.1. Xác định các yếu tố gây tồn thương

Trên địa bản huyện Tây Sơn biểu hiện của BĐKH thể hiện ở nhiều quá trình quy mô khác nhau, tác động của chúng gây tác động dẫn tới tốn thương các hoạt động kinh tế và đời sống xã hội. Các yếu tố gây tốn thương chủ yếu là:

- Lũ lụt trên sông Côn gây thiệt hại chính đến hệ sinh thái (HST) nông nghiệp và làm tồn thương đến cộng đồng ven sông, đặc biệt vào giai đoạn mùa mưa và vào những năm có hiện tượng La Nina. Với xu thế lượng mưa trên lưu vực sông Côn ngày càng gia tăng thì nguy cơ tồn thương do lũ lụt càng lớn.
- Hạn hản gây tác hại nhiều đối với hệ canh tác nông nghiệp, đặc biệt là mùa hẻ và những năm có hiện tượng El Nino. Hạn hản gây tồn thương đến khu vực nông thôn xa sông và các hồ đập đo thiếu nước sinh hoạt. Ngoài ra, các cánh rừng và thảm thực vật do hạn hán bị khô dễ phát sinh cháy. Với xu thế tăng nhiệt độ, huyện có nguy cơ tồn thương do hạn hán cũng ngày càng gia tăng.
- Bão và áp thấp nhiệt dới: Do số lượng các cơn bão nhiệt đới đồ bộ vào miền Trung và Bình Định không nhiều, với cường độ nhỏ và huyện Tây Sơn nằm xa dường bờ biển, nên có bão đến nơi thì thượng yếu và gây tồn thương không lớn.

Yếu tổ nhân sinh gây tác động tồn thương đến hoạt động kinh tế và dời sống dân sinh chính là việc xả lũ từ các hồ chứa nước thủy điện và thủy lợi ở đầu nguồn sông Côn. Khi có bão, mưa lớn dài ngày, nước nguồn đổ dồn về dòng chính sông Côn, do đó các hồ dập thủy điện, thủy lợi buộc phải xã lũ với mức độ tối đa, khi đó các thác nước nhân tạo được hình thành với độ chênh cao cột áp hơn 90m (hồ Định Bình), 300m (thủy điện Ka Nak – An Khê), 500m (thủy điện Vĩnh Sơn), v.v... đố về huyện Tây Sơn, tạo thành dòng lũ cuội, cát, gây xói lờ đổi bờ sông Côn. Do đó, mưa lũ do BĐKH (nếu có) mới chỉ là điều kiện cần, còn hoạt động xả lũ mới là điều kiện dù đế hình thành dòng lũ gây tổn thương lớn nhất cho huyện Tây Sơn.

Một yếu tố gây tồn thương không nhỏ đối với các HST rừng, dó là chảy rừng. Trừ sẩm sét có thể gây ra chảy rừng nhưng với xác suất rất bé. Ở Tây Sơn rừng cũng thường bị cháy, nhưng BĐKH chỉ làm khô hạn, cây rừng dễ bị cháy, còn nguyên nhân gây ra chảy rừng trên thực tế hơn 99% là do con người [4].

# 3.2. Xác định các nhóm đối tượng dễ bị tồn thương do BĐKH

### Các hệ sinh thái (HST):

là:

Trên địa bản huyện Tây Sơn hiện nay chủ yếu có 5 kiểu hệ sinh thái (HST), đó

- HST rừng kín thường xanh cây lá rộng và cây hỗn giao, phân bố ở độ cao trên 800m, tại đường phân thủy giáp ranh giữa huyện Tây Sơn, huyện Vân Canh và tinh Gia Lai, còn giữ được tính chất nguyên sinh, ít bị tác động bởi con người nên ít bị tồn thương bởi các yếu tố liên quan đến BDKH.
  - HST rừng kin thường xanh mưa ẩm nhiệt đới, phân bố ở đai độ cao 300-800m tại các xã Tây Giang, Vĩnh An,... của huyện, đã bị tác động mạnh bởi con người và biến đối khá nhiều nên dễ bị tổn thương bởi các yếu tố tự nhiên liên quan đến BĐKH.
  - HST rừng trồng tại vùng gỏ đồi, phân bố ở phía Đông Bắc của huyện Tây Sơn, tại xã Binh Tân và ven chấn núi phía Nam sông Côn (xã Vĩnh An, Tây Giang, Tây Phú và Tây Xuân). HST này chịu tác động của quá trình canh tác nương rẫy lâu năm dẫn tới lớp thâm cây gỗ bị chặt và đốt, đất bị rừa trôi mạnh, độ dày tầng đất canh tác mông và trơ sôi đá, hiện tại trồng một số loại cây rừng kinh tế (keo, thông và một ít bạch đàn) nên cũng là đối tượng dễ bị tổn thương.
  - HST thâm có, cây bụi thứ sinh, phân bố chủ yếu ở ven ria phía Đông của huyện Tây Sơn, giáp ranh với huyện Phù Cát, nhiều năm trước là hoang mạc cát với các cây bụi và có chịu hạn. Hiện nay, phần HST này đã bị con người cải biến thành chôm rừng trồng bạch đàn, ruộng lúa nhỏ một vụ (ăn nước Trởi), đất trồng mỷ (sắn). Với đặc điểm trên, HST này cũng sẽ thuộc nhóm đối tượng dễ bị tổn thương do hạn hán.
  - HST nông nghiệp, do diện phân bố chủ yếu trên dịa hình đồng bằng thấp và gò cao, chiếm phần lớn điện tích ở khu vực giữa và phía Nam của huyện dọc theo hai bờ sông Côn, nên HST này sẽ thuộc nhóm dễ bị tổn thương ở mức độ cao.
- Các hợp phần kinh tế xã hội

Ở huyện Tây Sơn, quả trình công nghiệp hóa và đô thị hóa diễn ra ở mức độ thấp, chỉ có 1 thị trấn nhỏ Phủ Phong nằm bên bờ phải sông Côn nhưng ở độ cao địa

Tập I: Khi tượng – Khi hậu, Khi tượng nông nghiệp, Biến đối khi hậu

# Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tự 569 hủy văn. Môi trường và Biến đối khí hậu lần thứ XVI

hình khả lớn, khu vực hiểm khi ngập lũ do sông. Vì vậy, nhìn chung các yếu tố gây tổn thương hầu như không tác động đến hoạt động công nghiệp và sinh hoạt đô thị.

Vùng nông thôn của huyện rộng hơn từ chân núi đồi đến đồng bằng cuối khu vực trung lưu sông Côn đến ngã ba Bình Thạnh, tại các xã ven sông như Bình Nghi, Tây Vịnh, Tây Bình, Tây Giang, v.v., thưởng bị tồn thương do lũ lụt sông Côn, dẫn đến thiệt hại của cải, tài sản của cư dân. Như vậy, nông nghiệp là ngành kinh tế bị tồn thương nhiều nhất, chủ yếu do hạn hán và lũ lụt. Đó được xem là tồn thương chủ yếu do BDKH ở Tây Sơn mà các biểu hiện của nó đã được thể hiện qua quá trình tăng dẫn nhiệt độ trung bình và tăng dần lượng mưa năm.

Tuy nhiên, ngày nay lũ lụt trên sông Côn là kết quả cộng hướng của lũ do mưa bão tự nhiên kết hợp với việc xả lũ không hợp lý, không đúng quy trình vận hành liên hỗ chứa.

# 3.3. Sơ bộ phân vùng nguy cơ tồn thương tiềm năng ở huyện Tây Sơn

Căn cử vào đặc điểm tự nhiên ở huyện Tây Sơn, gồm sự phân hóa về địa hình núi, gó đồi, dồng bằng, thung lũng; sự hình thành mạng lưới thủy văn với dòng chính sóng Côn và các phụ lưu cấp 1; sự phân bố các HST chính; sự phân bố các quần cư nông thôn và các hoạt động canh tác nông nghiệp, khai thác sử dụng tài nguyên nước và đất; các yếu tố gây tổn thương và các đổi tượng bị tồn thương cùng những vấn đề liên quan khác, và kết quả điều tra khảo sát thực tế, có thể phân chia khu vực huyện Tây Sơn thành 3 vùng theo mức độ nguy cơ tồn thương tiềm năng bao gồm:

Vùng NC1: Vùng trung tâm của huyện, dọc hai bờ sông Côn, từ xã Tây Thuận, Tây Giang qua thị trấn Phú Phong đến các xã Binh Nghi, Tây Binh ở cuối sông. Vùng có mật độ dân cao, nhiều công trình dân sinh và phúc lợi xã hội, hoạt động kinh tế da dạng (trồng trọt, chân nuôi, tiểu thủ công nghiệp....) là đối tượng dễ bị tốn thương khi bị tác động của lũ lụt. Sông Côn vào mùa mưa, lũ lên gây xói lở cả ở đôi bờ như tại đoạn bở trải qua thị trấn Phú Phong, đoạn bờ phải thuộc xã Binh Nghi, đoạn bở trái thuộc xã Tây Binh. Vùng 1 được xếp vào loại có nguy cơ cao về tổn thương (Hinh 4, 5).

Vùng NC2: Vùng Bắc sông Côn, giáp ranh với huyện Phủ Cát, tại các xã Bình Nghi, Bình Tân,..., mật độ dân thắp, ít công trình phúc lợi, thiếu nước nguồn, đất cát trắng là chủ yếu. Vùng này dễ bị tồn thương,nhưng chủ yếu do yếu tố hạn hán (Hình 6).



Hình 4: Ruộng mia ở xã Bình Nghi bị chết khô vào mùa hè 2012



Hình 5: Kè chống xói lở bờ trải sông Côn tại xã Tây Thuận

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trưởng và Biến đổi khí hậu lần thứ XVI

Vùng NC3: Gồm vùng dất thường gọi 570 là vùng Nam sông Côn, bao gồm một phần diện tích đồng bằng canh tác nông nghiệp và một phần là đồi núi giáp ranh với huyện Vân Canh và tinh Gia Lai. Các quần cư nông thôn sinh sống ven chân dãy núi phia Tây có nguy cơ bị tồn thương do tác động của yếu tố trượt lở đất do mưa. Vùng này được xếp vào loại ít bị tồn thương.





Hình 6: Kẻ bờ trái sống Côn, khu vực gần đầu cầu Kiên Mỹ, vết tích của dãy bở tre còn sốt lại sau khi bị xối

Theo tài liệu điều tra, khảo sát thực tế, dẫn ra một số hệ quả tác động gây tồn thương cho các đối tượng trên địa bàn huyện Tây Sơn qua các dẫn chứng:

- Cơn bão số 9 (từ đêm 28/9/2009 đến ngày 29/9/2009) gây thiệt hại lớn về nhà cừa, vật nuôi, cây trồng tại xã Tây Vinh: Sập 01 căn nhà, 9 căn bếp và 3 chuồng nuôi gia súc; bay ngói và tốc mái 15 gia đình, gây thiệt hại 4 cơ quan công lập; diện tích lúa đang trổ mất trắng 170ha, diện tích đang ngậm sữa mất 50% (80ha) và đố ngã 20ha; về hoa màu làm mất trắng 30ha bắp; tổng thiệt hại khoảng 5 tý đồng.

- Cơn bão số 11 và lũ lựt (tháng 11/2009) gây thiệt hại lớn về nhà cửa, giao thông, sa bồi thủy phá ở xã Tây Vinh: Sập 01 cãn nhả, hư hại 255 nhả, bếp và chưồng nuôi gia súc, gây thiệt hại khoảng 1,5 tỷ đồng; gây thiệt hại 04 cơ quan đơn vị công lập; xói lờ 1,6km đường giao thông gây thiệt hại 71,5 triệu đồng; xói lờ 01km bờ kẻ, sát lờ 70m kẻ gây thiệt hại 240 triệu đồng; thiệt hại về trụ điện cầu tre và đường dây truyền thanh khoảng 170 triệu đồng; thiệt hại về thủy lợi, sa bối thủy phá ruộng dất canh tác và thủy sản khoảng 1,5 tỷ đồng; tổng thiệt hại khoảng 3,5 tỷ đồng.

Qua số liệu trên đây về thiệt hại hoa màu, vật nuôi, nhà cửa, của cải vật chất, đời sống cộng đồng do bão lũ gây ra ở vùng ven sông Côn là hoản toản có thể xác định được và có thể quy đối ra bằng tiền. Đó chính là tiêu chí định lượng để đánh giá sự tổn thương được sử dụng trong nghiên cứu này.

- Ngoài tác hại do các yếu tố tự nhiên, do BĐKH gây ra, sự tổn thương KT – XH trên địa bàn huyện Tây Sơn còn do ánh hưởng bởi các yếu tố con người. Xói lờ đất đai, ruộng vườn trên suối Cát ở Tây Thuận, Tây Giang sau nhà máy thủy điện Kanak – AnKhê là ví dụ. Trong thời gian ngắn, nguồn nước từ thủy điện AnKhẽ – KaNak xả khiến dòng chảy của suối Cát rộng chưa đầy 10m đã "phình" ra 100m, làm nhiều diện tích đất ở các vùng dân cư tại các thôn Thượng Sơn, Trung Sơn 2 của xã Tây



Hình 7: Bở phải suối cát tại xã Tây Thuận bị xối lở do xả nước thủy điện



Hình 8: Đất nông nghiệp bên bở trái suối cát gần cầu Phượng Sơn trên tinh lõ 637 bi xỏi lớ

Tập 1: Khi tượng – Khi hậu, Khi tượng nông nghiệp, Biến dồi khi hậu

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng 57 hủy văn, Môi trường và Biến đối khí hậu lần thứ XVI

Thuận; thôn Thượng Giang 1, Thượng Giang 2 của xã Tây Giang bị cuốn phăng (Hinh 7-9).

Do nén dất ở sát mẻ sông là dất cát nên các cọc tre và bao tải đựng cát mà Nhà máy AnKhê – KaNak dùng làm bở kẻ chi tồn tại vài tháng đã bị nước cuốn trôi, đe dọa cuộc sống của người dân. Gần 10 nhà dân ở xóm 1, thôn Thượng Giang 1 dang phải đối mặt với nguy cơ mất đất ở. Tháng 9/2011, sau khi nước cuốn trôi kẻ tạm, phần nhà bếp, hẩm bioga, lò nấu rượu, giếng nước của một gia dinh ở dây cũng trôi theo dòng nước.



Hình 9: Người dân xã Tây Thuận lo lắng do đất canh tác và nhà bị nước thủy điện Kanak – An Khê cuốn trôi

### 4. Kết luận

Ô Tây Sơn, tác hại của BĐKH, mức độ bị tổn thương kinh tế - xã hội ngày càng đa dạng. Con người cần phải chủ động tìm kiếm những giải pháp để hạn chế những tác hại đó, giảm nhẹ tổn thương, nhằm phát triển bền vững các hoạt động kinh tế và đảm bảo cuộc sống an toàn cho con người.

Theo kết quả đánh giả: các khu vực dễ bị tồn thương nhất là khu vực trung tâm của huyện Tây Sơn, dọc hai bở sông Côn, từ Tây Thuận, Tây Giang qua thị trấn Phú Phong đến các xã Bình Nghi, Tây Bình ở cuối sông; vùng có nguy cơ thấp hơn do tác động bởi hạn hản, thiếu nước là khu vực Bắc sông Côn, giáp ranh với huyện Phú Cát, tại xã Bình Nghi, Bình Tân,...

Tùy từng nơi, từng lúc, con người có thể có những cách ứng xử khác nhau đối với BĐKH, mức độ tốn thương tài nguyên - môi trường, có thể lựa chọn một hay nhiều giải pháp trong chuỗi các hoạt động: Chấp nhận và chia sẽ tốn thất, thay đổi nguy cơ và ngân ngừa tác hại, thay đổi cách làm và tránh né thiệt hại, ứng phó kịp thời và đối phó liên tục, thích ứng với hoàn cảnh hiện tại và thích nghi lãu dài với sự thay đổi chế độ khí hậu trong tương lai.

### TAI LIỆU THAM KHẢO

- Đặng Trung Thuận và nnk (2009). Phân vùng chức năng môi trường và Bàn đồ phân vùng chức năng môi trường tỉnh Bình Định.
- Mai Trọng Nhuận và nnk (2009). Điều tra, dành giả tổng hợp mức độ tồn thương tải nguyên - môi trưởng vùng biến và đới ven biển Việt Nam, đề xuất các giải pháp quản lý phát triển bến vững.
- Đặng Trung Thuận và nnk (2010). Mô hình thích ứng với biến đối khi hậu cho hai xã Quảng Thành và Hương Phong vùng trũng tỉnh Thừa Thiên Huế.
- Viện Khoa học KTTV&MT (2012). Đánh giá tác động, tính dễ bị tổn thương của Biến đối khí hậu đến huyện Tây Sơn, từ đó để xuất biện pháp thích ứng.

## ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE? ULNERABILITY IN TAY SON DISTRICT, BINH DINH PROVINCE

Le Thi Kim Ngan, Do Dinh Chien, Tran Hong Thai, Dang Trung Thuan Vietnam Institute of Hydrology, Meteorology and Environment

The purpose of this article is to identify the vulnerable object of climate change in Tay Son district, to response adaptation and reduction measures to climate change adaptation. Vulnerability assessment is developed on the basis of sequence analysis diagrams with the principles of cause-consequence: Climate change causes the change in meteorological factors and increases natural disasters such as floods, droughts have increased by which causes the loss of people and property, and damages the environment. Therefore, it is necessary to find out the measures to resist, adapt to model adaptation and the solutions to mitigate damages on the scale of household and community. Research results have indicated that the most vulnerable areas are the communes locating along the Con River.

Tập 1: Khi tượng – Khi hậu, Khi tượng nông nghiệp, Biển đổi khi hậu

269
BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG

# TUYỂN TẬP BÁO CÁO

## LẦN THỨ XVI



NHEN



## TẬP I KHÍ TƯỢNG - KHÍ HẬU, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP, BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU





NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Hội thao khoa học Quốc gia về Khi tượng Thủy văn, Môi trưởng và Biến đối khi hậu lần thứ XVI

## ĐÁNH GIẢ RÙI RO DO TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN CÁC LĨNH VỰC CHÍNH CỦA TĨNH BÌNH ĐỊNH

Phạm Thị Hiền Thương, Trần Lan Anh, Trịnh Hà Linh, Trần Thị Vân, Đỗ Đình Chiến, Trần Hồng Thái

Viện Khoa học Khi tượng Thủy văn và Môi trường

Biển đổi khi hậu (BDKH) đang là một trong những thách thức đổi với các tính ven biển miền Trung, trong đó có tính Bình Định. BDKH gây ra rùi ro đổi với tải nguyên mối trường và các hoạt động kinh tể - xã hội trên địa bàn tính.

Trên cơ sở sử dụng phương pháp ma trận và tổng hợp, phản tích tải liệu, bài bảo nghiên cửu đánh giá rủi ro do tác động của BDKH đến một số lĩnh vực chính của tính Binh Định, bao gồm: trồng trọt; thủy sản; tài nguyên rừng; tài nguyên nước. Kết quả đánh giá chỉ ra rằng tài nguyên nước và trồng trot là những lĩnh vực chíu rủi ro cao do tác động của BĐKH. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để ứng phó với BDKH và kế hoạch phát triển các ngành/lĩnh vực của tính.

#### 1. Mô đầu

Trong bối cảnh BĐKH, nhiều nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng nếu mực nước biến dâng cao 1m, sẽ có khoảng trên 127 km<sup>2</sup> tại Bình Định có nguy cơ bị ngập (chiếm khoảng trên 2% tổng diện tích toàn tính). Khi đó, một số diện tích dất nồng nghiệp bị ngập và nhiễm mặn, cơ sở hạ tầng, giao thông bị phả hoại, nền kinh tế xã hội của tính Bình Định sẽ bị ảnh hưởng mọi mặt. Nhận thức rõ ánh hưởng của BDKH, việc đánh giá mức độ rúi ro và các tác động của BDKH đến các lĩnh vực chủ yếu của địa phương là hết sức quan trọng.

#### 2. Phương pháp nghiên cứu

Đánh giả rui ro là đánh giá khả năng tổn thất, thiệt hại do tác động của BĐKH đến các lĩnh vực. Trong phạm vi của bài báo và điều kiện về số liệu của tỉnh Bình Định hiện nay thì việc đánh giả mức độ rúi ro do tác động của BĐKH bằng phương pháp định tính là phủ hợp nhất.

Để đánh giá mức độ rùi ro do tác động BĐKH và nước biến dâng, bài bảo sử dụng phương pháp ma trận, từ đó phân cấp mức độ rùi ro cho các ngành/lĩnh vực chính của tỉnh Bình Định với 3 cấp độ (Bảng 1): Thấp, trung bình, cao. Việc phân cấp mức độ rùi ro do tác động của BĐKH được thực hiện dựa trên kết quả đánh giả tác động của BĐKH đến các lĩnh vực. Các chỉ số phân cấp đánh giả mức độ rùi ro sau khi tham vấn ý kiến của chuyên gia và dựa trên công thức địa phương được trình bảy dưới đây.

Sau khi tham vấn ý kiến chuyên gia, bài báo đã xây dựng công thức nhằm xác định hệ số rùi ro K, thể hiện phần trăm rùi ro đưới tác động của BDKH dối với từng lĩnh vực:

$$K = \frac{RR_{c}}{RR_{(RCT)}} - 1$$
(1)

Tập 1: Khi tượng – Khi hậu, Khi tượng nông nghiệp, Biến đối khi hậu

Hội thao khoa học Quốc gia về Khi tượng Thủy văn, Môi trường và Biển đối khi hậu lần thứ XVI

Với: 
$$RR_{TBCD} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \left[ NS_i - NS_{iHD} \right]$$
 (2)

$$NS_{TBCD} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} NS_i$$
(3)

Trong dó:

- K: Hệ số rúi ro do BĐKH đối với từng lĩnh vực (%)
- RR<sub>1</sub> : Mức độ rúi ro do tính toán (trong năm ì)
- RRTBCD: Mức rúi ro trung bình cộng dồn (trong n năm)
- NS<sub>1</sub>: Giả trị tính toán trong năm thứ i (sán lượng, năng suất, diện tích ...)
- NS<sub>TBCD</sub>: Giá trị trung bình cộng dồn trong n năm.
- i = (1.n) : Số thứ tự n năm liên tiếp gần nhất
- n : Số năm lựa chọn tính toán

Sau khi xác định được hệ số rúi ro K, chọn giá trị  $\alpha$ , $\beta$  sao cho K = ( $\beta$ , $\alpha$ ) với điều kiện chọn  $\beta$ , $\alpha$  sao cho diện tích bao quanh bởi đường cong phân bố tần suất và trục hoành chia thành 3 phần bằng nhau.

So sánh hệ số K với giá trị α	Phân cấp mức độ rủi ro	Cấp độ (số điểm)
$K \ge \alpha$	Cao	3
$\beta \leq K \leq \alpha$	Trung binh	2
$K \le \beta$	Thấp	1

Bảng 1. Phân cấp hệ số rúi ro K

3. Kết quả nghiên cứu

Trong bài bảo, số liệu tính toàn Hệ số rúi ro K (Bảng 2) được lọc ra từ Niềm giám thống kê tính Bình Định năm 2003 và 2010 để trích dẫn số liệu giai đoạn từ 1998 – 2010:

- Lĩnh vực trồng trọt: Số liệu Năng suất cây trồng (NSCT), Thời gian sinh trưởng (TGST) và Diện tích canh tắc (DTCT) với những cây nông nghiệp chính;

 Lĩnh vực thủy sản: Sản lượng đánh bắt thủy hải sản (SLKT), Sản lượng nuôi trống thủy hải sản (SLNT). Diện tích nuôi trồng thủy sản (DTNT);

 Lĩnh vực tài nguyên rừng: Số liệu về các vụ cháy rừng như số ngày cháy rừng (SNCR), diện tịch lớp phủ thực vật (DTPTV);

 Lĩnh vực tài nguyên nước: Số liệu về dòng chảy năm (DCN), Lưu lượng dòng chảy lũ (LLDCL), Dòng chảy kiệt (DCK), Độ thiếu hụt nước (ĐTHN), xâm nhập mặn (XNM). Hội thào khoa học Quốc gia về Khi tượng Thủy văn. Mỗi trường và Biển đối khi hậu lần thứ XVI

Lĩnh vực	Yếu tố		Cấp độ (số điểm)	
		1	2	3
Trồng trọt	NSCT	$K_1 \le 12\%$	$12\% \le K_1 \le 24\%$	24% < K
Lĩnh vực Trồng trọt Thủy săn Tài nguyên rừng Tài nguyên nước	TGST	K2 < 15%	$15\% \le K_2 \le 30\%$	30% < Ka
	DTCT	K3 < 23%	$23\% \le K_3 \le 46\%$	$46\% < K_1$
Lĩnh vực Trồng trọt Thủy sản Tài nguyên rừng Tài nguyên nước	SLKT	$K_1 \le 12\%$	$12\% \le K_1 \le 24\%$	24% < K
	SLNT	$K_2 \le 10\%$	$10\% \le K_2 \le 20\%$	$20\% < K_{2}$
	DTNT	K <sub>3</sub> < 14%	$14\% \le K_3 \le 28\%$	28% < Ka
Tài nguyên	NCCR	K1 < 12%	$12\% \le K_1 \le 24\%$	24% < K
Tài nguyên rừng	SNCR	$K_2 \le 8\%$	$8\% \le K_2 \le 16\%$	16% < K2
	DTLPTV	K3 < 18%	$18\% \le K_1 \le 32\%$	32% < K1
Tài nguyên	DCN	$K_1 \le 10\%$	$10\% \le K_1 \le 20\%$	20% < K
nước	LLDCL	K <sub>2</sub> < 15%	$15\% \le K_2 \le 30\%$	30% < K
6	DCK	K3 < 6%	$6\% \le K_3 \le 12\%$	12% < Ka
	ÐTHN	$K_4 \le 16\%$	$16\% \le K_4 \le 32\%$	32% < K
	XNM	Ks<12%	$12\% \le K_2 \le 24\%$	240% C K

Bảng 2. Bảng xác định Hệ số rúi ro K vớ 5746 lĩnh vực tỉnh Bình Định sau khi tinh toán trong giai đoạn 1998 – 2010

Bảng 3. Ma trận phần cấp rúi ro các yếu tố trong ngành trồng trọt chịu tác động của BĐKH theo kịch bản B2

Hệ số rủi ro K	Lúa xuấn	Lúa múa	Ngô	Lạc	Mía	Đậu tương	TÔNG ĐIỆM
TSST	3	1	3	1	2	1	11
NSCT	3	2	3	1	2	3	14
DTCT	2	2	2	2	2	2	12
TÔNG MỨC RÙI RO (RR)							
CÁP ĐỘ RỦI RO							

Trong đó:

- Tổng mức rúi ro RR được chấm điểm dao động từ 1 đến 54
- Cấp độ rủi ro tương ứng với 3 mức như sau RR < 18 (Thấp), 18 ≤ RR ≤ 36 (Trung bình), 36 < RR (Cao)</li>

Từ đây có thể cho thấy rằng với ngành trống trọt, trong 3 yếu tố, năng suất cây trống là lĩnh vực chịu tác động rõ nhất do BĐKH với mức đánh giảm cấp độ rũi ro cao. Xét tổng của 3 mức điểm đánh giá cho 3 yếu tổ chính chịu tác động bởi BDKH, với tổng mức rũi ro đạt 37 điểm, lĩnh vực trồng trọt được đánh giá có Mức độ rũi ro Cao dưới tác động của BĐKH (Bảng 3). Tương tự sử dụng quả trình tổ hợp ma trận phân tích những rũi ro đối với 3 nhóm ngành còn lại là thủy sản, tải nguyên rừng và tải nguyên nước. Từ việc phân cấp các chi số chịu tác động của BĐKH dẫn đến rũi ro trong 4 lĩnh vực trồng trọt, thủy sản, tải nguyên rừng và tải nguyên nước, xác định Hệ số rùi ro K để đối chiếu với kết quả tính toán rùi ro do BĐKH của Kịch bản B2. Cuối cùng bài bảo tổng hợp kết quả đánh giá mức độ rũi ro do tác động của BĐKH và nước biến dâng đối với lĩnh vực chính của tính Bình Định được thể hiện trong Bảng 4 như sau:

Tập I: Khi tượng – Khi hậu, Khi tượng nông nghiệp, Biển đồi khi hậu

Đối tượng	+. wa nga agan Su	G DHO THIN ON THE IS AN ALL THE LOW COMPANY AND	NEWLY OUT DOLLARS	NAME OF A DESCRIPTION O	
		Các hiểm họa do BĐKH và nước biển dâng theo	o kich bān B2	Wet surrey must we	Mine at the
Các lĩnh vực bị	Tha	y đổi nhiệt độ và lượng mưa	Nuróc biê	n dâno	Muc do rui ro do tác dông của
tác động	Tác động	Rúi ro	Tắc động	Ruiro	BDKH và nước hiến đãm.
Trông trọt - T	hỏi gian gian sinh mg (TGST) thay đói	<ul> <li>TGNT bị rửi ngắn:</li> <li>Lùa xuân giảm: 1-4 ngày (K<sub>1</sub>=25%)</li> <li>± Lùa xuân giảm: 0-2 ngày (K<sub>1</sub>=11%)</li> <li>± Ngô giảm: 2-3 ngày (K<sub>1</sub>=28%)</li> <li>± Ngô giảm: 2-3 ngày (K<sub>1</sub>=28%)</li> <li>± Lặc: 0-1 ngày (K<sub>1</sub>=9%)</li> <li>± Cầy mia giảm: 1-3 ngày (K<sub>1</sub>=17%)</li> <li>± Đầu tương giảm: 0-1 ngày. (K<sub>1</sub>=7%)</li> </ul>	<ul> <li>Diện tích canh tàc nông nghiệp bị ngập lụt (DTCT)</li> </ul>	<ul> <li>Suy giảm diện tích đảt canh tác nông nghiệp: 17.465,3 ha (K<sub>3</sub>=28%)</li> </ul>	Cato 000
nông nông	ăng suất canh tác g nghiệp bị suy n (NSCT)	<ul> <li>Giàm năng suất nông nghiệp:</li> <li>Lùa xuân giàm: 43kg/ha (K<sub>2</sub>=31%)</li> <li>Lùa mùa giàm: 25kg/ha (K<sub>2</sub>=37%)</li> <li>Huạo giàm: 88kg/ha (K<sub>2</sub>=37%)</li> <li>Lạc giàm: 15kg/ha (K<sub>2</sub>=11%)</li> <li>Cây mia giàm: 54 kg/ha (K<sub>2</sub>=21%)</li> </ul>			
ai nguyên rừng - Ngi	uy cơ cháy rừng	<ul> <li>Gia tăng Nguy cơ cháy rừng (NCCR) là K<sub>1</sub>=13,4% trong năm 2020 so với giai doạn trước</li> <li>Mùa cháy rừng mở rộng về dầu mùa và mức độ nguy hiểm cháy rừng già tăng</li> <li>Trong mỗi tháng, số ngày cháy rừng (SNCR) vào năm 2020 tăng từ 1-2 ngày so với giai doạn 1980-1999 (K<sub>2</sub>=5%)</li> </ul>	5		Trung binh

The letter with a set a set at a

-	
~	
~	
-21	
=	
100	
-4	
-16	
+6	
-	
-	
14	
в	
-01	
*	
24	
-5	
5	
1	
10	
2	
1	
1	
3	
-	
#	
-	
24	
E. 1	
E I	
-	
3	
2	
-	
2	
<b>a</b>	
1 46	
6	
10	
2	
91	
8	
ă l	
-	
0	
5	
-	
2	
2	
-	
5	

Cate linh vice bit         Take doing         Take doing time value         Note bit hain B2         More dy trin role           tác doing         Tác doing         Tác doing         Tác doing         Notrée bit hain         BXKH va nuóc           1         Diện tích lớp phù thực         Diện tích lớp phù thực vật (DTLPTV) bị thu         Tác dộng         Rui ro         BXKH va nuớc           1         Diện tích lớp phù thực         Diện tích lớp phù thực vật (DTLPTV) bị thu         Tác dộng         Rui ro         BXKH va nuớc           1         San lượng         thờp Ka = 23%         Rui ro         Diện tich nuốt trồng         BXKH va nuớc           1         San lượng nuột trồng         - Diện tích nuốt trồng         - Diện tích nuốt trồng         BXKH va nuớc           2         San lượng dánh bắt, khai thác thủy sản bịch         Tác động         Rui ro         BXKH va nuớc           1         San lượng dánh bắt, khai thác thủy sản bich         Công thủy sản         - Suga diện         Trung binh           1         San lượng dánh bắt, khai thác thủy sản bich         Công thủy sản         - Niga nuột         - Niga nuột           1         San lượng dánh bắt, khai thác thủy sản bich         Công thủy sản         - Ding thý sán         - Ding thý sán         - Ding thý sán           1         San lượng dánh bắt, khai thác th	Đôi tượng		Các hiểm hoa do BĐKH và nuốc kiến 10 11			
the dome the domeTare domeNurve brien danglife dong cui ted dong cuiThuy sain- Diện tích lớp phủ thực- Diện tích lớp phủ thực vật (DTLPTV) bị thuTác dộngRùi ro biển dângDiện tích lớp phủ thực- Diện tích lớp phủ thực vật (DTLPTV) bị thuTác dộngRùi ro biển dângVới rừng- San lượng dánh bắt- Ciảm sản lượng dánh bắt, khai thác thủy sản nội dịa: 240 tản khải- Diện tích nuối trồngSan lượng dánh bắt, khai thác thủy sản nội dịa: - Săn lượng dánh bắt, khai thác thủy sản nội dịa: - Sân lượng dánh bắt, khai thác thủy sản nội dia: - Sân lượng dánh bắt, khai thác thủy sản niền- Diện tích nuối trồng trồng thủy sảnTrung binhThủy sản- Dông chay năm- Sân lượng dánh bắt, khai thác thủy sản hiền- Diễn tích nuối trồng trồng thủy sản- Diện nuối trồng trồng thủy sản- Năm nhận miềnTài nguyên nước- Dông chay năm- Dông chay năm(DCN) tàng: 0.26 - 0,42 m3/s- Năm nhận miền- Phạm vi ảnh trồng kảmTài nguyên nước- Dông chay năm- Lưu lượng dân miả kiệt trồng- Năm nhận mận- Phậm vi nuốn tiến nướn- Dông chay kiệt (DCN) tàng: 0.26 - 0,42 m3/s- Năm nhận mi trồng- Dông chay kiệt trồngTài nguyên nước- Dông cháy kiệt trồng- Lưu lượng dân mi trồng- Năm nhận mi trồng- Phạm vi ảnh trồng- Diện tiết trồngTài nguyên nước- Dông cháy kiệt trồng- Lưu lượng dân mi kiệt trồng- Năm nhận mi trồng- Phạm vi ảnh trồng- Diện tiết trồngTài nguyên- Dông cháy kiệt trồng- Dông cháy kiệt t	Các lĩnh vươ hi	The	and the second se	) kịch bản B2		Mức đỏ rúi ro do
Like độngRủi roBùBuTác độngBUBUVái nuớc- Diện tích lớp phù thực- Diện tích lớp phù thực vật (DTLPTV) bị thuTác độngRủi robiển dâng- Diện tích lớp phù thực- Diện tích lớp phù thực vật (DTLPTV) bị thuTác độngRủi robiển dâng- Diện tích lớp phù thực- San lượng nuới trồng thủy sản nội dịa: 240 tản ( $K_1=13\%$ )- Diện tích nuới trồng thủy sảnSan lượng dânh bắtSan lượng dânh bắtSan lượng dânh bắtThủy sản lượng dânh bắt- San lượng dânh bắt- Diện tích nuới trồng thủy sản- Diện tích nuới trồng trồng thủy sản- Diện tich nuới trồng trồng trồng trồng trồng thủy sản- Diện tích nuới trồng trồng trồng thủy sản- Diện tích nuới trồng trồng trồng thủy sản- Diện tich trồng trồng trồng trồng trồng trồng- Diện tich trồng trồng trồng trồng trồng trồng trồng thủy sản- Diện tích trồng tầng trồng trồng trồng trồng 	tác đông		ty usu minet do va luong mua	Nước biế	n dâno	tác đông của
Thủy sản- Diện tích lớp phủ thực- Diện tích lớp phủ thực vật (DTLPTV) bị thuthưbiện dângVất rông- Sản lượng nưới trồng- Giảm sản lượng nuối trồng thủy sản nội dịa: 240 tần ( $K_2 = 13\%$ )- Diện tích nuối trồngbiện dânThủy sản nội đia- Săn lượng đánh bắt, khai thác thủy sản nội dịa: - Săn lượng đánh bắt, khai thác thủy sản nội dịa: - Săn lượng đánh bắt, khai thác thủy sản nội dia: - Săn lượng đánh bắt, khai thác thủy sản nội dia: - Săn lượng đánh bắt, khai thác thủy sản nội dia: - Diện tích nuối trồng thủy sản: 72 ha ( $K_3 = 9\%$ )- Diện tích nuối trồng thủy sản: 72 ha ( $K_3 = 9\%$ )- Diện tích nuối trồng tich nuối trồng trồng đúny sản ( $K_3 = 9\%$ )- Diện tích nuối trồng thủy sản ( $K_3 = 9\%$ )- Diện tích nuối trồng thủy sản ( $K_3 = 9\%$ )- Diện tích nuối trồng thủy sản ( $K_3 = 9\%$ )- Diện tích nuối trồng thủy sản ( $K_3 = 9\%$ )- Diện tich nuối trồng thủ trồng thủy sản ( $K_3 = 9\%$ )- Diện tich nuối trồng thủy sản ( $K_3 = 9\%$ )- Diện tich nuối trồng thủ ( $K_3 = 9\%$ )- Diện tich thển ni tich nuối ( $K_3 = 9\%$ )- Diện tich thển ni tich nuối ( $K_3 = 9\%$ )- Diện tich thển ni tich- Diện tiến thển tiến ( $K_3 = 9\%$ )- Diện tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến- Diện tiến thển tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến- Diện tiến thển tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến tiến ti	Sula and	Tác động	Rùiro	The At.	Sum .	BDKH và nước
Thủy sản- Sản lượng nuối trồng thủy sản nội dia thủy sản nội dia - Săn lượng dành bắt thủy sản nội dia - Săn lượng dành bắt - Dông cháy lũ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đắu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đắu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đắu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đắu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đắu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đắu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đắu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đắu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt - Dông cháy kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt - Dông cháp dinc - Dông cháp kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt - Dông cháp kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt - Dông cháp kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt - Dông cháp kiệt (DCK) giảm từ đầu các - Dông cháp kiệt (DCK) Gián từ đầu các - Dông cháp kiệt		- Diện tích lớp phủ thực vật rừng	- Diện tích lớp phủ thực vật (DTLPTV) bị thu	1 ac uọng	Rui ro	biển dâng
thủy sảm nội địa - Sảm lượng đánh bắt hải sảm ni sảm hải sảm hải sảm hải sảm hải sảm hải sảm hải sảm - Dông chạy nằm - Đồng chạy nằm - Đồng chảy lấn ( $K_1=11\%$ )- Diện thủy sảm nội trồng thủy sảm r ( $K_2=9\%$ )- Diện tich nuôi trồng thủy sảm r ( $K_2=9\%$ )- Nam hải muội trồng thủy sảm trồng thủy sảm trồng thủy sảm ( $K_3=9\%$ )- Nam hải tich nuôi trồng ( $K_3=9\%$ )Tài nguyên nước - Đông chạy lãn- Đông chạy năm ( $K_1=11\%$ )- Đông chạy lãn ( $L-DCL$ ) tâng: ( $K_1=11\%$ )- Nam hải p mặn trồng thủy sảm ( $K_1=11\%$ )- Phạm vi ảnh thủy sảm trồng mặn ( $K_1=11\%$ )- Nam hải p mặn trồng thủy sảm ( $K_1=11\%$ )Tài nguyên nước ( $H_1=11\%$ )- Đông chảy lãn ( $L-DCL$ ) tâng: ( $K_1=11\%$ )- Nam hảip mặn thủy sảm vi ảnh ( $K_1=11\%$ )- Phạm vi ảnh trồng mặn thần mản trồng mặn thốn màn thốn màn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn thốn <td>Thủy sản</td> <td>- Săn lương nuôi trồng</td> <td>- Citim cin linne i</td> <td></td> <td></td> <td></td>	Thủy sản	- Săn lương nuôi trồng	- Citim cin linne i			
Tài nguyên nước- Dông chảy năm ( $K_1$ =11%0)- Dông chảy năm ( $K_1$ =11%0)- Dông chảy năm ( $K_1$ =11%0)- Dông chảy lũ 		thủy sản nội địa - Sản lượng dánh bất hài sản	<ul> <li>240 tấn (K<sub>2</sub>=13%)</li> <li>240 tấn (K<sub>2</sub>=13%)</li> <li>Săn lượng đánh bắt, khai thác thủy săn biển giảm 924 tấn (K<sub>1</sub>=24%)</li> </ul>	<ul> <li>Diện tích nuôi trồng thủy sản</li> </ul>	<ul> <li>Suy giảm diện tích nuôi trồng thủy sản: 72 ha</li> </ul>	Trung binh
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	Tai nomina min				(N3=9%0)	
- Dông chảy lũ - Lưu lượng dông chảy lũ (LLDCL) tằng: - Dông chảy kiệt - Dông chảy kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt (XNM) sâu thêm từ 100- - Độ thiểu hụt nước - Độ thiểu hụt nước (DTHN) có xu hướng tăng: $(K_{s}=29\%)$	тацийски пире	<ul> <li>Dong chay năm</li> </ul>	- Dông cháy năm (DCN) tăng: 0,26 – 0,42 m3/s $(K_{1}=11\%)$	<ul> <li>Xâm nhập mặn</li> </ul>	- Phạm vì ảnh	Cao
$\begin{array}{c cccc} - Dông cháy kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ dến cuối mùa kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt \\ - Dông cháy kiệt (DCK) giảm tử đầu mùa kiệt (DCK) giảm tử the trước (DTHN) có xu hướng tảng từ từ từ the trước the trước the trước (DTHN) có xu hướng tảng từ the trước the trước the trước (DTHN) từ the trước the $		- Dôno châu tử			hướng xảm	
<ul> <li>Dông chảy kiệt</li> <li>Dông chảy kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt</li> <li>Dông chảy kiệt (DCK) giảm từ đầu mùa kiệt</li> <li>Dông doc theo</li> <li>Độ thiểu hụt nước</li> <li>Độ thiểu hụt nước (DTHN) có xu hướng tăng:</li> <li>Sông chính</li> <li>K<sub>s</sub>=29%)</li> </ul>		nt faith Since	<ul> <li>Lưu lượng dông cháy lũ (LLDCL) tăng: 133,03 m3/s (K<sub>2</sub>= 31%)</li> </ul>		nhập mặn (XNM) câu	
- Độ thiều hụt nước - Độ thiều hụt nước (DTHN) có xu hướng tăng: 435 triệu m²/năm (K₄=34%) có xu hướng tăng: sông chính (K₅=29%)		- Dông chây kiệt	<ul> <li>Dông chảy kiệt (DCK) giám từ đầu mùa kiệt đến cuối mùa kiệt: 0 38% (K =160/)</li> </ul>		thêm từ 100- 200m dọc theo	578
- Dộ thiệu hụt nước (DTHN) có xu hướng tăng: 435 triệu m²/năm (K₄=34%) có xu hướng tăng: (K <sub>5</sub> =29%)		- Dathin to a	10/01-FW MARTIN		chiếu đài các	3
		- הַאַ ווווכח שוון שתסכ	<ul> <li>Độ thiêu hụt nước (DTHN) có xu hướng tăng: 435 triệu m¹/năm (K₄=34%)</li> </ul>		sông chính (Ks=29%)	

Tập 1: Khi tượng – Khi hậu, khi tượng nông nghiệp, Biển đối khi hậu

331

Ĭ,

Hội thao khoa học Quốc gia về Khi tượng Thủy văn, Môi trường và Biến đối khi hậu lần thứ XVI

Kết quả dánh giả rúi ro do tác động của BĐKH cho thẩy trong tương lai các ngành/lĩnh vực trên địa bản tỉnh Bình Định đều có xu hướng gia tăng tác động và rúi ro. Mức độ rúi ro là khác nhau đối với từng lĩnh vực. Kết quả trong Bảng 4 chi ra rằng: các ngành/lĩnh vực bị tác động ở mức độ cao là Trồng trọt và Tải nguyên nước. Ngành Thủy sản và Tải nguyên rừng bị tác động ở mức độ Trung bình. Đối với trồng trọt, việc suy giảm năng suất cây lương thực có ảnh hưởng đến sự phát triển của ngành. Còn trong lĩnh vực thủy sản những tác động trực tiếp do yếu tố khí hậu như nhiệt độ và nước biến dâng cũng không ảnh hưởng nhiều đến quy mô và số lượng thủy hải sản khai thác / dánh bắt. Vì thế, ngành Thủy sản chỉ ở mức độ rúi ro trung bình.

Tóm lại: Các tác động bắt lợi của BĐKH sẽ gây ra nhiều rùi ro cho việc triển khai thực hiện các quy hoạch, kể hoạch phát triển KT-XH của tỉnh, trong đó mức độ rúi ro sẽ tăng lên theo giai doạn.

#### 4. Kết luận

Bình Định là một trong những địa phương chịu nhiều thiên tai như hạn hản, lũ quết, sạt lờ dất, cháy rừng và bệnh tật...gây thiệt hại trên tất cả các lĩnh vực. Trong bối cảnh BDKH, một số ngành/lĩnh vực tại tính Bình Định có thể gặp những rúi ro như sau:

17465,3 ha diện tích đất nông nghiệp sẽ bị ngập lụt; doanh thu ngành nông nghiệp giảm từ 103-121 triệu đồng/ha/năm.

Khoảng 72 ha diện tích nuối trồng thủy sản sẽ bị thu hẹp; 240 tấn sản lượng nuôi trồng thủy sản nội địa bị giảm; làm giảm doanh thu trong việc đánh bắt thủy hải sản; thiệt hại về người và phương tiện đánh bắt.

Cia tăng nguy cơ chảy rừng nhất là ở khu vực rừng giả. Số ngày có nguy cơ chảy rừng tăng 1-2 ngày trong năm 2020 so với giai đoạn 1980 – 1999.

Nhu cầu nước tăng 126,54 triệu m³ tương đương 0,196% và lượng thiếu hụt khoảng 435 triệu m³/năm, chiếm khoảng 31% - 34% giả trị nhu cầu nước; dòng chảy kiệt giảm từ đầu mùa kiệt đến cuối mùa kiệt là 0,28%; tăng xâm nhập mặn trên sông và nguồn nước ngầm hay nguy cơ xói lở bở biển.

Như vậy, các ngành có mức độ rúi ro cao là Trồng trọt, Thủy sản và Tài nguyên nước. Các ngành Chăn nuôi, Tài nguyên rừng có mức độ rúi ro trung binh.

Phương án tính toán trong bải bảo mới chỉ xét trên Kịch bản B2 và cho năm 2020. Từ cơ sở lý thuyết trên có thể ứng dụng trong những nghiên cứu tiếp theo để tính toán cho những kịch bản BĐKH khác và cho nhiều năm khác nhau trong tương lai.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

 Bộ TN&MT, 2011. Dự thảo Kịch bản biến đối khi hậu, nước biến dâng cho Việt Nam.

2. Cục Thống kẻ tính Bình Định. 2011. Niên giám thống kê Bình Định năm 2010.

- Tài liệu hướng dẫn "Đánh giả tác động của BĐKH và xác định các giải pháp thích ứng", Viện Khoa học Khi tượng Thủy văn và Môi trưởng, Hà Nội-2011.
- Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE). Hanoi, 2009. Climate Change, Sea Level Rise Scenarios for Vietnam.
- Ủy ban nhân dân tỉnh Bình Định. 2011. Xây dụng kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu tỉnh Bình Định.

#### RISK ASSESSMENT DUE TO THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE FIELDS OF BINH DINH PROVINCE

#### Pham Thi Hien Thuong, Tran Lan Anh, Trinh Ha Linh, Tran Thi Van, Do Dinh Chien, Tran Hong Thai

Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment

Climate change (CC) is one of the challenges for the coastal areas of Central in Vietnam, including Binh Dinh province. CC poses the risk to Natural Resources, Environment and Socio-Economic activities in this province.

Using matrix method, document synthesis and analysis method, this article assesses the risk due to the impact of CC on key fields of Binh Dinh province, including: horticulture: fishery; forest resources and water resources.

Calculation results indicate that Water Resources and Horticulture are the fields which at high risk from the impact of CC. Research results are the basis for CC response and development planning sectors / areas of Binh Dinh province.

Tập I: Khi tượng – Khi hậu, Khi tượng nông nghiệp, Biến đối khi hậu



BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ 3ƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG

HOLT

# TUYỂN TẬP BÁO CÁO

LẦN THỨ XVI





TẬP II THỦY VĂN - TÀI NGUYÊN NƯỚC, BIỂN, MÔI TRƯỜNG





NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

### 582 MỤC LỤC

## LỜI NÓI ĐẦU

### THỦY VÂN - TÀI NGUYÊN NƯỚC

1	Ứng dụng Google Earth trong phòng chỗng lũ trên các lưu vực sông nhỏ, áp dụng thí điểm cho lưu vực Ngôi Thía, tỉnh Yên Bái An Tuấn Anh	1
2	Tính toán thủy văn, thủy lực phục vụ thiết kế hệ thống kênh thoát nước Tàu Hũ - Bến Nghé, Đôi - Tế Lương Tuấn Anh, Lã Thanh Hà, Hoàng Văn Đại	10
3	Đánh giả hệ thống dự bảo thủy văn bằng tỷ số RCRPS Trịnh Nguyên Bão	18
4	Đánh giá hiệu quá của các công trình khai thác nước thi công bằng công nghệ khoan tuần hoàn ngược Trần Văn Chung	25
5	Xây dựng hệ thống thông tin khí tượng - thủy văn phục vụ các hồ chứa thủy điện Trần Thành Công, Trần Đình Phương, Nguyễn Hồng Vân	33
6	Cập nhật mô hình dự báo lũ trên hệ thống sông Hồng - Thái Bình và một số kết quả dự báo lũ năm 2012 Hoàng Văn Đại, Đặng Thu Hiển, Phan Văn Thành, Hoàng Thị Thào, Nguyễn Thị Bích, Đặng Thị Lan Phương	41
7	Tác động phát triển đô thị và công nghiệp phía Tây Nam Vĩnh Phúc đến chế độ lũ lụt sông Phan - Cà Lồ Hoàng Văn Đại, Hoàng Thị Nguyệt Minh	49
8	Nghiên cửu ứng dụng mô hình số thích hợp dự báo tài nguyên nước mặt cho lưu vực sông Ba Thân Văn Đón, Dương Văn Khánh	57
9	Biểu hiện của biến đổi khí hậu và tác động lên tài nguyên nước của tỉnh Bình Định La Đức Dũng, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Hữu Hoàng, Nguyễn Manh Thẳng, Đỗ Đình Chiến, Trần Hồng Thải	67
10	Nước ảo và quản lý tài nguyên nước theo quan điểm nước ảo Lương Hữu Dũng, Hoàng Minh Tuyển, Ngô Thị Thủy, Lê Tuấn Nghĩa	74
11	Bước đầu đánh giả độ nhạy một số tham số trong mô hình mô phông xâm nhập mặn cho vùng hạ lưu hệ thống sông Mã Lã Thanh Hà, Hoàng Văn Đại, Nguyễn Thị Hiển	81
12	Nhận xét bước đầu về ảnh hưởng của ENSO đến dòng chảy các sông Đà, Thao và Lô Lã Thanh Hà, Trần Thanh Xuân, Văn Thị Hằng	88

#### BIỂU HIỆN CŨA BIẾN ĐỜI KHÍ HẬU VÀ TÁC ĐỘNG LÊN TÁI NGUYÊN NƯỚC CỦA TÌNH BÌNH ĐỊNH

583

La Đức Đũng<sup>(1)</sup>, Nguyễn Hoàng Minh<sup>(2)</sup>, Lê Hữu Hoàng<sup>(2)</sup>, Nguyễn Mạnh Thắng<sup>(2)</sup>, Đỗ Đình Chiến<sup>(2)</sup>, Trần Hồng Thái<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Trung tâm Khi tượng Thủy văn Quốc gia
<sup>(2)</sup> Viên Khoa học Khi tượng Thủy văn và Môi trưởng

Nghiên cửu đã sử dụng bộ mô hình Mike trong đảnh giả tác động của Biến đối khi hậu lên tài nguyên nước trên địa bàn tỉnh Bình Định. Trong đó, số liệu về nhiệt độ và lượng mưa các kịch bản A2, B1, B2 được sử dụng làm đầu vào cho mô hình Mike Nam để đánh giả ảnh hướng của BĐKH lên dòng chảy trên địa bàn tỉnh, từ đó tiến để để đánh giả đến tài nguyên nước thông qua mô hình thủy lực và căn bằng nước. Kết quả nghiên cửu cho thấy lượng thiếu hụt trên toàn lưu vực đao động trong khoảng 354 triều m'/năm, chiếm khoảng 26% - 28% như cầu nước.

#### 1. Mở đầu

Biến đối khí hậu (BĐKH) tiêu biểu là sự nóng lên toàn cầu, mực nước biến dâng, các thiên tai và các hiện tượng khí hậu cực đoan gia tăng đang là mối lo ngại của các quốc gia trên thế giới. Trong 50 năm qua ở Việt Nam, xu thể biến đối của nhiệt độ và lượng mưa tại các vùng khác nhau là rất khác nhau. Theo kịch bản BĐKH của Việt Nam năm 2011, nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng 0,5°C/50 năm trên phạm vi cả nước và lượng mưa có xu hướng giám ở nừa phần phía Bắc, tăng ở nừa phần phía Nam của lãnh thỗ. Tại Bình Định nhiệt độ đều có xu hướng tăng lên vào tất cả các mùa trong năm phía bắc tăng khoảng 0,3°C và 0,4°C trong 50 năm ở phía nam. Trong thời kỷ 1980 – 2010, lượng mưa trung bình năm trên toàn tính Bình Định có xu hưởng tăng nhưng tăng không đều ở các tháng mà có xu hướng tăng mạnh vào mùa mưa và tăng it hơn vào mùa khô. Mực nước biến trung bình nằm tại tinh Bình Định có xu hướng tăng với tốc độ 2,5 mm/năm trong thập kỉ qua, chậm hơn so với xu thế mực nước trung bình trên toàn dài ven biến Việt Nam.

BĐKH tắc động đến những yếu tố cơ bản của đời sống con người như: nước, lương thực, năng lượng, sức khóc và môi trường. BĐKH tại Bình Dịnh làm thay đối nhiệt độ và lượng mưa khiến dòng chảy năm thay đối, lưu lượng dòng chảy lũ tăng: 133,03 m3/s, làm nhu cầu nước tăng do độ thiểu hụt nước có xu hướng tăng, phạm vi ánh hưởng xâm nhập mặn sâu thêm do mực nước biến dâng cao. Với tính đặc thủ và tầm quan trọng, tác động của BĐKH đến tài nguyên nước (TNN) của tinh Bình Định cần được quan tâm đánh giả các quy hoạch phát triển TNN có tính đến BĐKH cũng sử dụng nguồn nước khoa học, hợp lý trong sản xuất và đời sống trong việc điều tiết, điều hòa nước của hệ thống thủy lợi tại tinh.

#### 2. Phương pháp và công cụ sử dụng

Đề phục vụ cho tỉnh toán, phân tích đánh giả tác động của BĐKH lên TNN trên địa bản tỉnh Bình Định theo các kịch bản BĐKH và nước biến dâng, mô hình mưa dòng chảy MIKE NAM đã được sử dụng để tính toán dòng chảy đến trên toàn bộ lưu vực sông Côn – Hà Thanh. Mô hình MIKE 11 – NAM có nhiệm vụ tính dòng chảy

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Biến, Môi trưởng

#### Hội thao khoa học Quốc gia về Khi tượng Thủy văn, Môi trường và Biến đối khi hậu lần thứ XVI

trên lưu vực với số liệu đầu vào là mưa, bốc hơi trên lưu vực. Kết quả của việc diễn toán dòng chảy trên bề mặt lưu vực cho ta lượng nước đồ trực tiếp vào sông.

Việc đánh giả tài nguyên nước trong tương lại trên một lưu vực sông cấn phải có sự phân tích tổng hợp và kết quả tính toán cân bằng nước. MIKE BASIN là một công cụ quản lý tài nguyên nước, hay nói đúng hơn MIKE BASIN là một công cụ tính toán cân bằng giữa nhu cầu về nước và nước có sẫn theo cách tối ưu nhất, nó hỗ trợ các nhà quản lý trong việc đánh giả tác động của BĐKH đến TNN trong tương lai.

#### 3. Đánh giả tác động của BĐKH lên tải nguyên nước tỉnh Bình Đình

Theo 3 kịch bản biến đối khí hậu A2, B2, B1 của Bộ Tài nguyên và Môi trường, dòng chảy trên các sông chảy chính chảy qua địa bàn tỉnh đã được tính toán cho các giai doan: 1980 - 1999, 2000 - 2019, 2020 - 2039.

#### 3.1. Dòng chây năm

Xét dòng chày tại trạm Bình Tường là trạm đo lưu lượng trên sông Côn. Đông chay năm của các sông chính chảy qua địa bản tính có xu hướng tăng ở cả 3 kịch bản.

Thời kỷ 2000-2019: mức độ biến dôi lưu lượng trung bình nhiều năm giữa các kịch bản phát thải cao A2, trung bình B2 và thấp B1 so với thời kỹ nên không khác nhau nhiều, lưu lượng trung bình năm theo thời kỷ thay đối không đáng kể. Tại trạm Bình Tưởng trên sông Côn, dòng chảy trung bình năm tăng khoảng 0,1 đến 0,2 m³/s, khoảng 0,1 - 0,2 % so với thời Hình 1: Xu thể thay đối của dông chảy năm ký nến.



tram Binh Tưởng theo các KB BĐKH

Thời kỷ 2020 - 2039: lưu lượng trung bình năm tại các sông thuộc Bình Định có tăng lên so với giai đoạn 1980-1999 và giai đoạn tiếp theo (2000-2019), nhưng mức tăng không lớn. Tại trạm Bình Tường dòng chảy trung bình năm tăng từ 0,3 - 0,4 m3/s, khoảng 0,4-0,6 % so với thời kỷ nền. Dòng chảy năm có giá trị tăng dần theo các kịch bån B1, B2, A2.

Sự biến thiên dòng chảy trên các sông là khác nhau theo từng kịch bản biến đối khí hậu. Nhưng có thể nhận thấy rằng, xu thế của dòng chảy trung bình năm là tăng lên so với thời kỳ nền và thời kỳ sau lớn hơn thời kỳ trước.

#### 3.2. Dòng chảy mùa lũ

Theo các KB BĐKH, dòng chảy trung bình mùa lũ (từ tháng 8 đến tháng 12) trên lưu vực sông Côn - Hà Thanh có xu hướng tăng lên, tuy nhiên mức độ gia tăng là không lớn. Nhin chung, dòng chay lũ theo KP A2 có mức độ gia tăng lớn nhất so với thời kỹ nền. Trong khi đó, đòng chây lũ được tính toán cho kịch bản B1 cho thây mức độ tăng thập nhất trong 3 KB.



Hình 2: Xu thể thay đối của dòng chảy lũ tram Binh Tưởng theo các KB BĐKH

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Biển, Môi trưởng

#### Hội thảo khoa học Quốc gia về Khi tượng Thủy văn, Môi trường và Biến đối khí hậu lần thứ XVI

585

Thời kỷ 2000-2019: So với thời kỹ nền, đồng chảy trung bình mùa lũ tại 'trạm Bình Tường có xu hướn tăng lên, tuy nhiên, mức tăng là không lớn chỉ khoảng 0.35m<sup>3</sup>/s (khoảng 0,26%) so với thời kỳ nền. Lưu lượng trung bình mùa lũ tại trạm Quy Nhơn theo kịch bản A2 là 133,1 m<sup>3</sup>/s (tăng 0,34% so với thời kỳ nền); kịch bản B2 là 133m<sup>3</sup>/s (tăng 0,35%) và kịch bản B1 là 132,9 m<sup>3</sup>/s (tăng 0,25%).

Thời kỷ 2020-2039: Lưu lượng dòng chảy lũ tăng lớn hơn so với thời kỷ trước. Theo đó, kịch bản A2 cho dòng chảy lũ tăng nhanh nhất, Tại trạm Bình Tưởng, giá trị lưu lượng trung bình mùa lũ trong cả thời kỷ là 133,8m<sup>3</sup>/s, tăng khoảng 0,82% so với thời kỳ nền. Kịch bản B2 cho kết quả dòng chảy lũ thấp hơn của A2, với mức tăng so với thời kỷ nền là 0,56% trong khi kịch bản B1 có mức tăng thấp nhất với giá trị là 0,39%.

Xét về phân phối dòng chảy trong năm, dòng chảy mùa lũ có xu hưởng giảm vào tháng đầu mùa (tháng VIII), nhưng sau đó gia tăng vào các tháng giữa mùa lũ (tháng IX, X, XI); vào tháng cuối mùa lũ (tháng XII) lại có sự giảm nhẹ.

#### 3.3. Dòng chây mùa kiệt

Nhìn chung, lưu lượng trung bình mùa kiệt các sông chảy qua địa bàn tinh đều có xu thể giảm dẫn theo thời gian, tuy nhiên, lượng giảm này là không lớn.

So với giai đoạn 1980-1999, đến giai doạn cuối trong thời kỷ tính toán (2040) dòng chây mùa kiệt tại trạm Bình Tường giảm 0,28% theo kịch bản A2, 0,26% theo kịch bản B2 và 0,22% theo kịch bản B1. Dòng chây mùa kiệt trên các sông theo kịch bản A2 giảm nhiều nhất và B1 là ít nhất.



Hình 3: Xu thể thay đối của dòng chảy kiết trạm Bình Tưởng theo các KB BĐKH

Dòng chảy mùa kiệt, có xu hướng chung là giảm dần từ giữa mùa kiệt đến cuối mùa kiệt, giảm mạnh nhất vào các tháng cuối (tháng IV, V, VI), các tháng đầu mùa lũ có sự giảm nhẹ không đáng kể.

#### 3.4. Nhu cầu nước và độ thiếu hụt

#### Nhu cầu nước

Việc tính toán nhu cầu nước trên địa bàn tính tương ứng với các kịch bản A2. B2, B1 được xác định dựa trên số liệu mưa, bốc hơi của các kịch bản A2, B2, B1 tài liệu niên giám thống kê năm 2010 và tài liệu quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội của tính Binh Định. Kết quả tính toán nhu cầu dùng nước được thể hiện ở *Bàng 1*.

Nhu cầu nước trên địa bản tính tăng dần qua các giai đoạn. So với giai đoạn hiên trạng, thời kỷ 2000 – 2019 có nhu cầu sử dụng nước tăng lên, tuy nhiên với mức độ không lớn. Trong thời kỷ này, kịch bản A2 có nhu cầu sử dụng nước lớn nhất

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Biển, Môi trưởng

#### Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trưởng và Biến đổi khí hậu lần thứ XVI

(1264,7 triệu m³ tăng 0,11% so với giai đoạn hiện trạng), kịch bản B1 có nhu cầu sử dụng nước nhỏ nhất (1264,47 triệu m³), kịch bản B2 có nhu cầu nước là 1264,56 triệu m³. Thời kỷ 2020 – 2039, nhu cầu nước của tỉnh tăng lớn hơn thời kỳ trước. Theo đó, kịch bản A2 có nhu cầu sử dụng nước tăng nhanh nhất (1361,84 triệu m3 tăng 0,2%), tiếp đến là kịch bản B2 (1361,47 triệu m³ tăng 0,196%) và kịch bản B1 (1361,31 triệu m³ tăng 0,196%).

Nhu cầu nước theo kịch bản A2 có giả trị lớn nhất, tiếp đó là kịch bản B2 và kịch bản B1, nguyên nhân là do sự thay đối của lượng mưa và lượng bốc hơi của các kịch bản. Nhu cầu nước của tinh được tính toán bằng việc xác định nhu cầu dùng nước của các ngành chính: trồng trọt, chân nuôi, công nghiệp, nuôi trồng thủy sản, sinh hoạt dựa trên số liệu lượng mưa, bốc hơi theo các kịch bản biến đối khi hậu và tài liệu quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội tinh Bình Định đến 2020.



Hinh 4	Biêu đồ	phần	khu sir	dung	nước
	tinh	Binh	Dinh		

Kịch bản/Giai đoạn	A2	B1	B2
Hiện trạng		1138,02	
2000-2019	1264,7	1264,47	1264,56
2020-2039	1361,84	1361.31	1361.47

Bang 1;	Tông hợp	nhu cầu	nước	trên địa bà	ân tinh E	Binh Dinh
				1	(Don vi	$10^{6} m^{3}/n \bar{a} m$

Theo đó, nhu cầu sử dụng nước của các ngành (trừ trồng trọt) không đối qua các năm (được tính dựa theo số liệu quy hoạch năm 2020), do đó, lượng nhu cầu nước thay đối qua các năm chi phụ thuộc vào nhu cầu nước cho trồng trọt. Nhu cầu nước cho cây trồng được tính toán dựa trên các tài liệu mưa, bốc hơi, diện tích trồng, loại cây trồng (sử dụng mô hình CROPWAT): trong đó, tài liệu về diện tích cây trồng và loại cây trồng là không đổi nên lượng nước yêu cầu thay đổi phụ thuộc vào giá trị của lượng mưa và lượng bốc hơi.

#### Độ thiếu hạt

Để dánh giả tác động của BĐKH đến cân bằng nước tính Bình Định, dự án đánh giả qua cân bằng nước của hệ thống sông Côn – Hà Thanh lớn nhất tính Bình Định theo các kịch bản BĐKH B2, B1 và A2 số với giai đoạn hiện trạng (kịch bản nền 1989-1999).

Giai đoạn hiện trạng năm 1989 – 1999 lượng nước thiếu tập trung ở vùng Tân An Đập Đả và một số khu tưới ở phía Bắc sông Côn nơi mà nguồn cấp nước chủ yếu dựa vào nguồn nước trời và phần hạ lưu sông Hà Thanh. Hội thảo khoa học Quốc gia về Khi tượng Thủy văn, Môi trường và Biến đối khi hậu lần thứ XVI

		1989-1999					
TT	Vùng	Số năm có thiểu hụt	Tháng thiếu nước	Độ thiếu hụt (10 <sup>6</sup> m³/năm)			
1	Vùng Vĩnh Thạnh	20	5,6,7,8	19.853			
2	Vùng sông Kone	5	7,8	5.851			
3	Vùng Nam La Tinh – Bắc sông Kone	20	1-8, 12	136.730			
4	Vùng Tân An – Đập Đá	20	3,4,7,8	39,501			
5	Vùng Hà Thanh	1	4,5	1.893			
	Khu vực Nam Bình Định						

Bảng 2: Độ thiểu hụt trong giai đoạn hiện trang (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ năm)

#### · Kịch bản A2

Số năm thiễu nước của từng khu tưới giai đoạn hiện trạng và các giai đoạn theo kịch bản A2 được nêu trong Bảng 3.

			2000-20	19	2020-2039		
ΤT	Vùng	Số năm có thiếu hụt	Tháng thiếu nước	Độ thiểu hụt (10° m³/năm)	Số năm có thiếu hụt	Tháng thiếu nước	Độ thiếu hụt (10 <sup>6</sup> m³/năm)
1	Vùng Vĩnh Thạnh	20	4,5,7,8	28,211	20	5,8	28,032
2	Vùng sông Kone	3	4	2,076	8	5,8	2,718
3	Vùng Nam La Tinh – Bắc sông Kone	20	1-8	234,812	20	1-9	235,298
4	Vùng Tân An – Đập Đá	20	2-5,7,8	168,702	20	1-8	168,839
5	Vùng Hà Thanh	1	3,5	2,892			0,000
	Khu vực Nam Bình Định						

Báng 3: Độ thiểu hụt theo kịch bán A2 (106 m3/ năm)

#### · Kịch bản B2

Số năm thiếu nước của từng khu tưới các giai đoạn theo kịch bản B2 được nêu chi tiết ở Bảng 4.

<sup>587</sup> 

Hội thào khoa học Quốc gia về Khi tượng Thủy văn, Môi trường và Biến đôi khi hậu lần thứ XVI

тт			2000-20	19	2020-2039			
	Vùng	Số năm có thiếu hụt	Tháng thiếu nước	Độ thiếu hụt (10° m³/năm)	Số năm có thiếu hụt	Tháng thiếu nước	Độ thiếu hụt (10 <sup>6</sup> m³/nām)	
	Vùng Vĩnh Thạnh	20	4,5,7,8	28,203	20	5,8	28,030	
2	Vung söng Kone	3	4	2,073	7	5,8	2,712	
3.	Vùng Nam La Tinh – Bắc sông Kone	20	1-8	234,793	20	1-9	235,319	
4	Vùng Tân An – Đập Đá	20	2-5,7.8	168,692	20	1-8	168,849	
5	Vùng Hà Thanh	1	3.5	2,891			0,000	
	Khu vực Nam Bình Định							

Bang 4: Độ thiểu hụt theo kịch bản B2 ( $10^6 \text{ m}^3/\text{ năm}$ )

#### Kich bản B1

Số năm thiếu nước của từng khu tưới giai đoạn hiện trạng và các giải đoạn theo kịch bản B1 được nêu chỉ tiết ở Bảng 5.

			2000-20	19	2020-2039			
TT	Vùng	Số năm có thiếu hụt	Tháng thiếu nước	Độ thiếu hụt (10 <sup>6</sup> m³/năm)	Số năm . cố thiểu hụt	Tháng thiếu nước	Độ thiếu hụt (10 <sup>6</sup> m³/năm)	
1	Vùng Vĩnh Thạnh	20	4,5,7,8	28,203	20	5,8	28.032	
2	Vung söng Kone	3	4	2,071	7	5,8	2.714	
3	Vùng Nam La Tinh - Bắc sông Kone	20	1-8	234,779	20	1-9	235.309	
4	Vùng Tần An – Đập Đã	20	2-5,7,8	168,686	20	1-8	168.849	
5	Vùng Hà Thanh	I.	3,5	2,890			0.000	
	Khu vực Nam Bình Định							

Bảng 5: Độ thiểu hụt theo kịch bản B1  $(10^6 \text{ m}^3/\text{ năm})$ 

· So sánh lượng nước thiểu hụt theo 3 kịch bản

Độ thiểu hụt nước cho mỗi vùng trong hệ thống lưu vực sông Côn – Hà Thanh có xu thể tăng đều cho mỗi giai đoạn trong các kịch bản so với giai đoạn hiện trạng.

Xu thể thay đổi cũng khá phủ hợp với xu thể của nước đến và xu thể của nhu cầu nước. Lượng thiếu hụt trong kịch bản B2 nhỏ hơn so với kịch bản A2 và lớn hơn kịch bản B1. Tuy nhiên sự khác biệt này chỉ thể hiện rõ nhất vào hai giai đoạn cuối, các giai đoạn đầu giá trị thiếu hụt thường đan xen vào nhau vì độ chẽnh lệch không đăng kế. Lượng thiếu hụt trên toàn lưu vực dao động trong khoảng 435 triệu m³/năm, chiến khoảng 31% - 34% giả trị nhu cầu nước.

#### 4. Kết luận

 Đến năm 2040, dòng chảy trung bình năm trên địa bản tỉnh trong tương lai tăng lên khoảng 0,6%. Đối với dòng chảy theo mùa, dòng chảy mùa lũ tăng 0,56% trong khi dòng chảy mùa kiệt giảm đi 0,26%.

589

 Nhu cầu nước và độ thiếu hụt nước có xu hướng tăng lên qua từng giai đoạn. Các tháng có độ thiếu hụt lớn nhất thường rơi vào giữa mùa khô.

 Điều kiện số liệu còn nhiều hạn chế cần nghiên cứu sâu hơn để có kết quả chính xác hơn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1. Cục Thống kê tinh Bình Định. 2011. Niên giám thống kê Bình Định năm 2010.
- Viện Khoa học Khỉ tượng Thủy văn và Môi trường. 2011. Tài liệu hướng dẫn Đánh giá tác động của Biến đối khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng.

#### CLIMATE CHANGE AND ITS IMPACTS ON WATER RESOURCES IN BINH DINH PROVINCE

<sup>(1)</sup>La Duc Dung, Nguyen Hoang Minh<sup>(2)</sup>, Le Huu Hoang<sup>(2)</sup>, Nguyen Manh Thang<sup>(2)</sup>, Do Dinh Chien<sup>(2)</sup>, Tran Hong Thai<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>National Hydro-Meteorological Service <sup>(2)</sup>Viet Nam Institute of Meteorology Hydrology and Environment

The research has used MIKE model for assessment of impacts of climate change on water resources of Binh Dinh province. Therein, temperature and rainfall data of A2, B1, B2 scenarios are used to be input for MIKE NAM model so that assess to the effect of climate change on inflow in this province, and then it is a premise that assess to water resource by using hydraulic and water balance models. The results of research show the amount of deficit of water demand on whole basin to fluctuate about 354 million m<sup>3</sup>/years, about from 26% to 28% water demand.

590 BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG



## TUYỂN TẬP BÁO CÁO

## HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA VỀ KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN, MÔI TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

## LẦN THỨ XV

### TẬP I

## KHÍ TƯỢNG - KHÍ HẬU, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU





NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG

## TUYỂN TẬP BÁO CÁO Hồi thảo khoa học quốc gia về

HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA VỀ KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN, MÔI TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

#### TẬP I

KHÍ TƯỢNG - KHÍ HẬU, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Hà Nội, tháng 3 - 2012

### NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

In 200 cuốn khổ 21 x 29.7 cm tại Công ty cổ phần in và dịch vụ văn phòng Tân Đại Việt Giấy xác nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số: 222-2012/CXB/01-19/BKHN, do Cục Xuất bản cấp ngày 28/02/2012. Quyết định xuất bản số 01/QĐXB-NXBKHKT, cấp ngày 01/03/2012 In xong và nộp lưu chiếu quý I năm 2012.

## MŲC LŲC

593

## LỜI NÓI ĐẦU

## KHÍ TƯỢNG KHÍ HẠU

1.	Nghiên cứu ứng dụng sơ đồ đồng hóa số liệu 3DVAR cho mô hình WRF nhằm dự báo quỹ đạo bão trên Biển Đông Hoàng Đức Cường, Nguyễn Thị Thanh, Trần Thị Thảo	1
2.	Xây dựng bộ bản đồ nhiệt độ, lượng mưa cho Hà Nội Hoàng Đức Cường, Trần Thị Thảo, Lã Thị Tuyết	7
3.	Nghiên cứu ứng dụng sơ đồ phân tích xoáy nhân tạo kết hợp đồng hóa số liệu 3DVAR cho mô hình WRF nhằm dự báo quỹ đạo và cường độ bão trên Biển Đông Hoàng Đức Cường, Vũ Văn Thăng	13
4.	Phương pháp đo mưa bằng Radar thời tiết và một vài nhận xét về đo mưa bằng Radar ở Việt Nam Tạ Văn Đa, Nguyễn Văn Thắng, Hoàng Đức Cường	19
5.	Nghiên cứu xu thế biến động của hoàn lưu gió mùa mùa hè ở Việt Nam Trần Quang Đức	26
6.	Tối ưu hóa tốc độ tính toán trong một phương pháp ban đầu hóa xoáy động lực Nguyễn Văn Hiệp, Yi-Leng Chen	33
7.	Phân bố hạn hán và quan hệ giữa ENSO với hạn hán Nguyễn Trọng Hiệu, Phạm Thị Thanh Hương, Vũ Văn Thăng, Nguyễn Thị Lan	39
8.	Đánh giá khả năng mô phỏng cực trị nhiệt độ của mô hình khí hậu khu vực PRECIS Nguyễn Thị Hoan, Lê Duy Điệp, Nguyễn Đăng Mậu, Trương Bá Kiên, Mai Văn Khiêm	46
9.	Nghiên cứu xu thế hoạt động của bão, áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng đến khu vực tỉnh Khánh Hòa Trần Văn Hưng	52
10.	Quan hệ giữa tần số front lạnh qua Hà Nội với một số đặc trưng hoàn lưu trên khu vực Đông Á – Tây Thái Bình Dương Phạm Thị Thanh Hương, Nguyễn Trọng Hiệu, Vũ Văn Thăng, Nguyễn Thị Lan	59
11.	Nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO tới một số đặc trưng gió mùa mùa hè ở Việt Nam Nguyễn Thị Lan, Trần Quang Đức	67
12.	Ành hưởng của sự phát xạ bề mặt địa hình đến sự tính toán nhiệt độ mặt đất Doãn Hà Phong, Hoàng Thanh Tùng, Nguyễn Ngọc Anh	74

i

		0.6
13.	Nghiên cứu khả năng dự báo bão khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương hạn 5 ngày bằng phương pháp nuôi nhiễu kết hợp với cài xoáy giả vào trường ban đầu Công Thanh, Trần Tân Tiến, Nguyễn Minh Trường	80
14.	Nghiên cứu ảnh hưởng của tham số hóa đối lưu trong mô hình WRF đến dự báo mưa trên lưu vực sông Đồng Nai Trương Hoài Thanh, Nguyễn Văn Tín, Bùi Chí Nam	87
15.	Đặc điểm vận tải ẩm ở Việt Nam trong các thời kì El Nino Vũ Văn Thăng, Phạm Thị Thanh Hương, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Trọng Hiệu	93
16.	Đánh giá khả năng mô phỏng khí hậu mùa của mô hình PRECIS cho khu vực Việt Nam Trần Thục, Mai Văn Khiêm, Hoàng Đức Cường, Nguyễn Văn Thắng	100
17.	<b>Dự báo khí hậu mùa ba tháng III, IV, V năm 2012</b> Đào Thị Thúy, Nguyễn Văn Thắng, Hoàng Đức Cường, Nguyễn Đăng Mậu, Phạm Hải Yến, Nguyễn Thu Hoa, Lê Duy Điệp	107
18.	Nghiên cứu thử nghiệm mô hình COSMO dự báo đợt mưa lớn miền Trung từ 14 – 19 tháng 10 năm 2010 Dư Đức Tiến, Nguyễn Lê Dũng, Võ Văn Hòa	113
19.	Về hệ thống dự báo, cảnh báo thời tiết hạn cực ngắn cho Việt Nam Trần Đình Trọng, Nguyễn Ngọc Bích Phượng, Vũ Anh Tuấn	120
20.	Nghiên cứu phân loại và xác định loại hình thế thời tiết gây mưa lớn trên khu vực miền Trung và Tây Nguyên Việt Nam Vũ Anh Tuấn, Nguyễn Văn Hưởng, Bùi Minh Tăng, Võ Văn Hòa	127
21.	Thử nghiệm dự báo vị trí và thời gian đổ bộ của bão Xangsane bằng mô hình WRF hạn từ 4 đến 5 ngày Lã Thị Tuyết, Trần Tân Tiến	134
22.	Hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới ở Tây Bắc Thái Bình Dương và Biển Đông năm 2011 Nguyễn Thị Xuân, Phạm Thị Thanh Hương, Hoàng Đức Cường	140
KH 23.	Í TƯỢNG NÔNG NGHIỆP Tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến nhiệt độ thấp và hiện tượng sương muối vùng Tây Bắc Trịnh Hoàng Dương, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn	147
24.	Phân vùng sinh thái cây cà phê chè ở các tỉnh phía bắc Việt Nam Bùi Đông Hoa, Ngô Tiền Giang	153
25.	Nghiên cứu xây dựng mô hình giám sát, cảnh báo sương muối và nhiệt độ thấp khu vực Tây Bắc Dương Văn Khảm, Hoàng Đức Cường, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền	161

Phương pháp xây dựng bản đồ phân vùng an toàn sương muối nhiệt độ thấp khu vực Tây Bắc Việt Nam Dương Văn Khảm, Trần Thị Tâm, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Hồng Sơn	168
Sử dụng dữ liệu ảnh MODIS phục vụ nghiên cứu giám sát trạng thái sinh trưởng và phát triễn cây lúa ở đồng bằng sông Hồng Dương Văn Khảm, Đỗ Thanh Tùng, Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền	175
Tài nguyên khí hậu nông nghiệp tỉnh Lai Châu Nguyễn Văn Liêm, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn	
Các mô hình trồng trọt, chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản trên một số đảo Vịnh Bắc Bộ Phạm Thiên Nga, Nguyễn Văn Liêm, Ngô Tiền Giang, Lê Thị Thu Hà, Trịnh Hoàng Dương	183 190
Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến năng suất lúa tỉnh Hưng Yên Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Thanh Hiếu, Nguyễn Thị Thanh Huyền	197
Nội suy đữ liệu không gian bằng thông tin viễn thám và GIS phục vụ xây dựng bản đồ sương muối và nhiệt độ thấp vùng Tây Bắc Nguyễn Hữu Quyền, Dương Văn Khảm, Trần Thị Tâm, Nguyễn Thị Trang	203
Nghiên cứu khả năng xuất hiện sương muối ở khu vực Tây Bắc Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Thị Thanh Huyền	209
Tài nguyên khí hậu nông nghiệp Tây Nguyên và hướng sử dụng trong nông nghiệp Nguyễn Văn Viết, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Anh Tuấn	216
Hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình DSSAT cho cây ngô ở trạm Hoài Đức Nguyễn Quý Vinh, Ngô Tiền Giang, Trịnh Hoàng Dương	224
BIÉN ÐÓI KHÍ HẠU	
Biến đỗi khí hậu đối với dải ven bờ tỉnh Khánh Hòa, những tiếp cận thích ứng và ứng phó Nguyễn Tác An, Nguyễn Kỷ Phùng	231
Một số giải pháp chủ yếu cần lưu ý khi khai thác năng lượng gió Tạ Văn Đa	238
Nghiên cứu khả năng lồng ghép các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu vào chiến lược phát triển kinh tế - xã hội ở địa phương Hoàng Nguyễn Giáp, Nguyễn Phương Thảo, Nguyễn Bá Hùng, Trần Lan Anh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái	242
Bước đầu đánh giá tác động của biến đỗi khí hậu đến xu hướng diễn biến thiên tai lũ, lụt, lũ quét và hạn hán ở Việt Nam Lê Bắc Huỳnh, Bùi Đức Long	247
	<ul> <li>Phương pháp xây dụng bản đồ phân vùng an toàn sương muối nhiệt độ thấp khu vục Tây Bắc Việt Nam</li> <li>Dương Văn Khảm, Trần Thị Tâm, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Hồng Sơn</li> <li>Sử dụng dữ liệu ảnh MODIS phục vụ nghiên cứu giám sát trạng thái sinh trưởng và phát triển cậy lúa ở đồng bằng sông Hồng</li> <li>Dương Văn Khảm, Đỗ Thanh Tùng, Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền</li> <li>Tài nguyên khí hậu nông nghiệp tỉnh Lai Châu</li> <li>Nguyễn Văn Liêm, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn</li> <li>Các mô hình trồng trọt, chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản trên một số đảo Vịnh Bắc Bộ</li> <li>Phạm Thiên Nga, Nguyễn Văn Liêm, Ngô Tiền Giang, Lê Thị Thu Hà, Trịnh Hoàng Dương</li> <li>Đánh giá tác động của biến đối khí hậu đến năng suất lúa tỉnh</li> <li>Hưng Yên</li> <li>Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Thanh Hiếu, Nguyễn Thị Thanh Huyền</li> <li>Nội suy đữ liệu không gian bằng thông tin viễn thám và GIS phục vụ xây dựng bản đô sương muối và nhiệt độ thấp vùng Tây Bắc</li> <li>Nguyễn Hữu Quyền, Dương Văn Khảm, Trản Thị Tâm, Nguyễn Thị Trang</li> <li>Nghiên cứu khả năng xuất hiện sương muối ở khu vực Tây Bắc</li> <li>Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Thị Thanh Huyền</li> <li>Tài nguyên khí hậu nông nghiệp Tây Nguyên và hướng sử dụng trong nông nghiệp</li> <li>Nguyễn Nguyễn Jiền Giang, Nguyễn Anh Tuấn</li> <li>Hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình DSSAT cho cây ngô ở trạm</li> <li>Hoài bức</li> <li>Nguyễn Tác An, Nguyễn Kỳ Phùng</li> <li>Một số giải pháp chủ yếu cần lưu ý khi khai thác năng lượng giố</li> <li>Tạ Văn Đa</li> <li>Nghiên cứu khả năng lồng ghép các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu chủa, những tiếp cận thích ứng và ứng hón</li> <li>Nguyễn Tác An, Nguyễn Kỳ Phùng</li> <li>Một số giải pháp chủ yếu cần lưu ý khi khai thác năng lượng giố</li> <li>Nguyễn Tác An, Nguyễn Kỳ Phùng</li> <li>Nguyễn cấu khán giản ghóp các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu chín hứp cần trản biên thải</li> <li>Bước dầu tánh giá tác động của biến dỗi khí hậu đến xu hướng diễn bối</li> <li>Khiến tai lã, lự, là quết và hạn hán ở Vi</li></ul>

iii

39.	Tác động của đô thị hóa và biến đổi khí hậu đến nguy cơ ngập lụt ở Cần Thơ Huỳnh Thị Lan Hương, Assela Pathirana, Trần Thục	253
40.	Ứng dụng phần mềm SimClim trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam Mai Văn Khiêm, Hoàng Đức Cường	263
41.	Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước mặt tỉnh Khánh Hòa Lại Thị Lương	270
42.	Tác động của biến đổi khí hậu đến một số lĩnh vực của tỉnh Vĩnh Phúc Lê Thị Kim Ngân, Nguyễn Kim Tuyên, Nguyễn Hoàng Minh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái	277
43.	Tác động tiềm tàng của biến đổi khí hậu đến nguy cơ và mùa cháy rừng tại một số tỉnh khu vực miền núi phía bắc Việt Nam Trần Hồng Thái, Phạm Thị Hiền Thương, Trần Thị Vân, Nguyễn Đăng Quế	284
44.	Tính toán diện tích đất bị tác động của hạn hán, ngập và nhiễm mặn do biến đổi khí hậu ở đồng bằng sông Cửu Long	391
	Bào Thạnh, Bùi Chí Nam, Trần Tuấn Hoàng	
45.	Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến các lĩnh vực chính của tỉnh Lào Cai Nguyễn Mạnh Thắng, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Hữu Hoàng, Trịnh Hà Linh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái	300
46.	Những vấn đề về nghiên cứu xây dựng và cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu Nguyễn Văn Thắng, Trần Thục	307
47.	Những tổn thất kinh tế - xã hội do thiên tai, biến đổi khí hậu và vấn đề di dân tái định cư ở Việt Nam Đinh Vũ Thanh, Nguyễn Văn Viết	317
48.	Một vài biện pháp khai thác nhiên liệu tái tạo – nguồn năng lượng cho tương lai Ngô Trọng Thuận, Nguyễn Thị Thanh Huyền	325
49.	Những vấn đề đặt ra về thích ứng và giảm nhẹ biến đỗi khí hậu đối với Việt Nam Trần Thục	331
50.	Tích hợp các vấn đề biến đổi khí hậu vào các kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội Trần Thục, Huỳnh Thị Lan Hương, Đào Minh Trang	338
51.	Đánh giá tác động của biến đồi khí hậu đến dòng chảy tỉnh Quảng Ngãi và định hướng kế hoạch hành động ứng phó Trần Thục, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Văn Đại, Huỳnh Thị Lan Hương, Phùng Thị Thu Trang, Nguyễn Thị Hằng, Hoàng Tùng	345

iv

- 52. Phương pháp và quy trình đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu đối với nông nghiệp Trần Thục, Nguyễn Thị Hiền Thuận, Huỳnh Thị Lan Hương, Đặng Quang Thịnh, Đào Minh Trang
- 53. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hạn thủy văn các tỉnh Hòa Bình và Phú Thọ Nguyễn Kim Tuyên, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Hữu Hoàng, Nguyễn Phương Thảo, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trường và Biến đối Khí hậu

598

#### TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỎI KHÍ HẬU ĐỀN MỘT SỐ LĨNH VỰC CỦA TÌNH VĨNH PHÚC

#### Lê Thị Kim Ngân, Nguyễn Kim Tuyên, Nguyễn Hoàng Minh, Trần Thị Vân,Trần Hồng Thái

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trưởng

Việt Nam là một trong những nước sẽ chịu ảnh hưởng nghiêm trọng của biến đối khí hậu (BĐKH). Để ứng phó với BĐKH, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Chương trình mực tiêu quốc gia (CTMTQG) ứng phó với BĐKH. Một trong những nội dung quan trọng của Chương trình là tiến hành đánh giả tác động của biến đổi khí hậu đến các Bộ, ngành và địa phương.

Trong bảo cáo này trình bày kết quả, đánh giá tác động của BĐKH lên một số ngành, lĩnh vực nhạy cảm và dễ bị tồn thương do BĐKH cho tỉnh Vĩnh Phúc bao gồm: tài nguyên nước, nông nghiệp, lâm nghiệp. Đây là một phần kết quả của việc xây dựng kể hoạch hành sống ứng phó với BĐKH của tỉnh Vĩnh Phúc.

#### 1. Mở đầu

Biến đổi khí hậu mà biểu hiện chính là sự nóng lên toàn cầu, lượng mưa thay đối và mực nước biển dâng, là một trong những thách thức lớn nhất đối với nhận loại trong thế kỷ 21. Trên quy mô toàn cầu cũng như quốc gia BĐKH đã và đang tác động đến mọi ngành, mọi lĩnh vực thuộc cả tài nguyên môi trường và kinh tế xã hội.

Với tính đặc thù và tẩm quan trọng tác động của BĐKH đến các lĩnh vực tài nguyên nước, nông nghiệp và lâm nghiệp của tỉnh Vĩnh Phúc được quan tâm đánh giá.

#### 2. Kịch bản biến đối khí hậu của tỉnh Vĩnh Phúc

Kịch bản biến đối nhiệt độ và lượng mưa cho tỉnh Vĩnh Phúc được xây dựng dựa trên kết quả sử dụng phương pháp tổ hợp (MAGICC/SCENGEN 5.3) và phương pháp chi tiết hóa thống kê; theo đó:

Nhiệt độ tại Vĩnh Phúc có xu hướng tăng, đặc biệt tăng mạnh nhất vào mùa khô. Theo các kịch bản A2, B2, B1 đến năm 2020 sự thay đổi nhiệt đổ trung bình năm so với nên khoảng 0,7 – 0,8 °C, đến năm 2040 khoảng 1,2 -1,3 °C.

Lượng mưa có xu hướng tăng lên ở cả 3 kịch bản, tuy nhiên không đồng đều trong năm. Lượng mưa tăng rõ rệt vào mùa mưa và giảm vào mùa khô. Lượng mưa trung bình năm trong mỗi kịch bản chênh lệch không đáng kể, đến năm 2020 tăng từ 25,2mm đến 28,3 mm, đến năm 2040 tăng thếm 17 -18,5 mm ở các kịch bản.

Lượng bốc thoát tiểm năng có xu hướng tăng lên ở cả 3 kịch bản, tập trung vào những tháng mùa khô. Sự chênh lệch lượng bốc thoát ở các kịch bản không lơn, đến năm 2020 lượng bốc thoát tăng từ 56,7 đến 63,6mm, đến năm 2040 tăng thêm từ 32,8 đến 44,6 mm.

3. Đánh giá tác động của BĐKH đến một số lĩnh vực của tỉnh Vĩnh Phúc

#### 3.1. Tác động đến tài nguyên nước

Ba kịch bản BĐKH (A2, B2 và B1) đã được sử dụng để đánh giá tác động của BĐKH đến tài nguyên nước cho tinh Vĩnh Phúc bao gồm việc đánh giá dóng chảy trên

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biển đối Khí hậu

#### Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỳ văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu

599

các sông chính chây qua địa bàn tỉnh: sông Lô (trạm Vụ Quang), sông Hồng (trạm Sơn Tây), sông Phó Đáy (trạm Quảng Cư), sông Cà Lồ (trạm Phú Cường).

#### - Dòng chây năm

Dòng chảy năm của các sông chính chảy qua địa bàn tinh có xu hướng tăng ở cả 3 kịch bản (Hình 1). Mức độ biển đối lưu lượng dòng chảy năm tăng dần theo các các kịch bản thấp B1, trung bình B2 và phát thải cao A2. Giai đoạn 2000-2019, mức thay đối không đáng kể so với thời kỳ nền, đến năm 2040 có tăng nhưng mức tăng còn rất nhỏ.

#### Đòng chảy mùa lũ

Dòng chảy trung bình mùa lũ trên các lưu vực sông đi qua địa bằn tỉnh đều có xu hướng tăng lên theo các kịch bản, nhưng mức độ gia tăng là không đáng kể (Hình 2). Thời kỳ 2000-2019 mức độ

tăng khoảng từ 0,2% đến 0,7%. Thời kỷ 2020-2039 mức tăng lớn hơn so với thời kỷ trước.

Dòng chảy mùa lũ có xu hướng giảm vào tháng đầu mùa (tháng VI), gia tăng vào các tháng giữa mùa lũ (tháng VII, VIII, IX); vào tháng cuối mùa lũ (tháng X) lại có sự giảm nhẹ.

#### Dòng chây mùa kiết



sông chảy qua địa bàn tinh có xu thế giảm dần theo thời gian, tuy nhiên, lượng giảm rất nhỏ (Hình 3).

Dòng chảy mùa kiệt, có xu hướng chung là giảm dần từ giữa mùa kiệt đến cuối mùa kiệt, giảm mạnh nhất vào các tháng cuối (tháng III,V,V), các tháng đầu mùa lũ có sự giảm nhẹ không dáng kể.

#### Nhu cấu nước và mức độ thiểu hụt lượng nước

Việc tính toán nhu cầu nước trên địa bàn tính tương ứng với các kịch bản A2, B2, B1 được xác định dựa trên số liệu mưa, bốc hơi từ các kịch bản tương ứng, niên giám thống kê năm 2000 và tài liệu quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh Vĩnh Phúc. Kết quả tính toán nhu được thể hiện ở Bảng 1 cho thấy nhu cầu nước trên địa bàn tỉnh tăng dân qua các giai đoạn





Hình 2. Xu thể thay đổi của dòng chảy mùa lũ

Hình 3. Xu thể thay đổi của dòng chảy mùa kiệt

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỹ văn, Môi trưởng và Biến đổi Khí hậu

#### 600

Báng 1. Tổng hợp nhu cầu nước ở tính Vĩnh Phúc

(10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/năm).

Kịch bản Giai đoạn	A2	B1	B2			
Hiện trang (1980-1999)	461.3					
2000-2019	463,0	463.0	463.0			
2020-2039	466.6	466.6	466.6			

Độ thiều hụt nước được tính toán cho các tiểu lưu vực sông Phó Đáy, sông Lô và tả sông Cà Lồ. Kết quả tính toán với 3 KB BĐKH (Bảng 2)

Trong kịch bản tương lai hầu như năm nào cũng thiếu nước, tổng lượng nước thiếu tăng vọt, khu thiếu nước chủ yếu tập trung tại Lập Thạch, Tam Dương và lượng nước thiếu nhất là tại khu vực tả sông Cà Lồ.

Độ thiếu hụt nước cho mỗi lưu vực con và trên toàn tỉnh Vĩnh Phúc có xu thế tăng

đều cho mỗi giai đoạn trong các kịch bàn so với giai đoạn hiện trạng.

Xu thể thay đổi cũng khá phù hợp với xu thể của nước đến và xu thể của nhu cầu nước. Lượng thiếu hụt trong kịch bản B2 nhỏ hơn so với kịch bản A2 và lớn hơn kịch bản B1. Tuy nhiên sự khác biệt này

TT			200	8-2619		2020-2039				
	Tên tiêu lưu vực	Số trản Vihiếu		50 8348	Vüdén					
		B1 B2 A1		81	B2	AL				
1	Song Lo	20	8,30	8,30	2,50	20	9.35	5,35	9,81	
1	Song Pho Day	5	15,12	13.12	1512	.20	16,89	16,51	16.78	
3	Tà sông Cà Lồ	20	149,40	119,40	149.40	30	147.60	147.10	147,10	

Báng 2. Độ thiểu hụt theo các kịch bản (10<sup>6</sup> m³/năm).

chỉ thể hiện rõ nhất vào giai đoạn cuối, giai đoạn đầu giá trị thiều hụt thưởng đan xen vào nhau vì độ chênh lệch không đáng kể. Lượng thiếu hụt trên địa bàn tính dao động trong khoảng 172 - 174 triệu m³/năm, chiếm khoảng 13% - 15% giá trị nhu cầu nước.

#### 3.2. Tác động đến nông nghiệp

#### - Trồng trọt

Xét ảnh hưởng của BĐKH đến các nhóm cây trồng chính (lúa, lạc và ngô) tỉnh Vĩnh Phúc cho thấy (Bảng 3):

Lúa xuân: Về thời gian sinh trường (TGST) sẽ bị rút ngắn trong tất cả các kịch bản từ 3 đến 7 ngày. Về năng suất (NS): hầu hết giảm so với thời kỷ nền, có lúc lên tới 11%. Với vùng canh tác theo phương thức tự nhiên, NS lúa rất thấp chỉ còn trên 1 tấn/ha. Cần lưu ý cho những vùng không hoặc sẽ không có khả năng chủ động tưới tiêu cho lúa do cạn kiệt các nguồn nước.

Lúa mùa: TGST bị rút theo trong các kịch bản BĐKH từ 3 đến 6 ngày, NS lúa cũng vì thể mà bị giảm từ 0,6 đến 12%. Đáng lưu ý là NS lúa mùa trong điều kiện tưởi tiêu tự nhiên gần như không giảm mà còn tăng nhẹ (kịch bản B1 và A2 năm 2020, và B2 năm 2040). Trong điều kiện có sử dụng phân bón và nước tưới, nếu giữ nguyên mức canh tác như trong thời kỷ nền thì NS lúa giảm từ 7 đến 12%. Vì vậy cần lưu ý lồng ghép điều kiện BĐKH vào các hoạt động xây dựng các biện pháp kỹ thuật như làm đất, bón phân và chăm sốc lúa.

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biển đối Khí hậu

#### Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỹ văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu

Ngô đông: do tác động của BĐKH nên TGST của ngô đông sẽ giảm xuống từ 6 đến 7 ngày. Đối với ngô đông sẽ tăng cả, NS tiểm năng, NS trong điều kiện tưới tiêu tự nhiên và NS thâm canh bình thường, đều tăng, mức tăng NS có thể lên đến 32%.

Lạc xuân: TGST bị rút ngắn từ 4 đến 9 ngày/vụ. NS tiềm năng bị giám từ 1 đến 5,4% trong khi NS canh tác tự nhiên và NS thâm canh suy giám không rõ rệt.

Báng 3. Kết quả tính toán thời gian sinh trường và mức thay đổi năng suất (%) của lúa xuân (LX), lúa mùa (LM), ngô đông (NĐ) và cây lạc xuân (LAX) tại Vĩnh Phúc.

Nām	Kịch	Loai câv	Mức	Mức tiềm năng		ện không ri và không rón phân	Điều kiện được tưới và được bốn phân		
	bàn		TGST (ngày)	NS (kg/ha, %)	TGST (ngày)	NS (kg/ha, %)	TGST (ngày)	NS (kg/ha, %)	
The second second second		LX	140	6012	140	1320	140	5964	
Trùng bình thời kỷ nền 1980-		LM	117	5517	116	2362	117	5283	
1000		NÐ	130	3868	130	3868	130	3849	
13.23		LAX	153	2852	154	2824	154	2893	
		LX	-4	-6,3	-5	8,8	-4	-6,5	
	12.1	LM	-3	-6,3	-3	3,0	-3	-8,4	
	BI	NĐ	-7	19,2	+7	19,2	-7	19,4	
		LAX	-5	-3.5	-6	-2,9	-6	-1,6	
	В2	LX	-7	-10,7	-8	-2,0	-7	-10,9	
2000/2010		LM	-6	-8,5	-6	-0,6	-6	-11,9	
2000-2019		NÐ	-7	31,4	-7	31,4	-7	31,6	
		LAX	-8	-2.3	-9	-3.2	.9	-3,7	
	A2	LX	-3	-1.7	-4	23,6	-3	-1,8	
		LM	-3	-5.9	-3	3.7	-3	-8,0	
		NÐ	-6	23,4	-6	23,4	-6	23,6	
		LAX	-4	-1,1	-4	2,4	-4	1.3	
		LX	-7	-4,6	-8	-1,0	-7	-10,8	
	201	LM	-6	-8,3	-6	-0,5	-6	-11,5	
	13.1	NÐ	-6	31,2	-6	31,2	-6	31,3	
		LAX	-8	-5,4	-9	-4.7 .	-9	-5,2	
		LX	-3	-1,3	-4	19,1	-3	-1,4	
2020 2020	197	LM	-3	-5,3	-3	3.0	-3	-7,5	
2020-2039	82	NÐ	-6	17,1	-6	17,1	-6	17,1	
		LAX	-4	-1,4	-4	2,3	-4	-0,2	
		LX	-6	-8,1	-7	1.1	-6	-8.3	
	4.75	LM	-5	-6.3	-5	-0,3	-5	-9.2	
	A2	NÐ	-8	18,6	-8	18.6	-8	18,8	
		LAX	-7	-3.4	-8	-2.7	-8	-4,3	

#### Chân nuôi

Nguồn cung cấp thức ăn chăn nuôi giảm sút sẽ ành hưởng đến đời sống, sinh trưởng và sinh sản của gia súc. Do nhiệt độ tăng, nhiều loại gia súc, gia cẩm chưa thích ứng được với điều kiện ngoại cảnh. Mặt khác, khí hậu nóng lên cùng với thiên tai như bão, lũ, gió mạnh, mưa lớn cũng đe dọa chu trình sống, sinh trưởng và sinh sản của đàn gia súc. BĐKH cũng làm tăng thêm khả năng sinh bệnh và truyền bệnh dịch cho đàn gia súc gây hậu quả nặng nề cho người chăn nuôi. Do vậy, cẩn phải có những quan tâm đúng mức để có thể phát triển và thực hiện được định hướng để ra cho giai đoạn 2015 - 2020.

Tập 1: Khi tượng - Khi hậu, Khi tượng Nông nghiệp và Biến đối Khi hậu

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trưởng và Biến đổi Khí hậu

#### 602

#### 3.3. Tác động đến lâm nghiệp

Tác động của BĐKH đến lâm nghiệp của tinh Vĩnh Phúc được tập trung vào đánh giá nguy cơ cháy rừng theo các kịch bản BĐKH. Nguy cơ cháy rừng được tính toán dựa theo công thức V.G Nesterop để tính chỉ tiêu tổng hợp để dự báo nguy cơ cháy rừng (P). Việc tính toán được thực hiện cho hai nửa diện tích của tinh có địa hình hoàn toàn khác nhau là vùng núi Tam Đảo và vùng đồng bằng Vĩnh Yên.

Tại Tam Đảo: có nguy cơ cháy rừng ở mức trung bình. Xết nguy cơ chấy rừng ở

cấp III. IV (Z3,4) cả ba kịch bản phát thải đều cho mức độ nguy hiểm cháy rừng tăng theo thời gian và mức độ biến đổi ngày có cấp cháy rừng trung bình nhiều năm giữa các kịch bản phát thải cao A2, trung bình B2 và thấp B1 tăng so với thời kỳ nền. Tháng 12 có số ngày nguy cơ cháy rừng Z3,4 cao nhất so với các tháng còn lại trong mùa cháy.

Tại Vĩnh Yên. : có nguy cơ cháy rừng rất cao, mùa cháy rừng mở rộng về đầu mùa cháy, cao nhất ở đầu và giữa mùa cháy (tháng 11 đến tháng 3). Số ngày có nguy cơ cháy rừng cấp IV, V (Z4,5) lớn nhất vào tháng 12, tăng theo thời gian và tăng theo các kịch bản phát thải B1. B2, A2



Hình 4. Nguy cơ chấy rừng và số ngày nguy cơ cháy rừng (Z3,4)tại trạm Tam Đảo theo kịch



Hình 5. Nguy cơ cháy rừng và số ngày nguy cơ cháy rừng (Z4,5) tai tram Vĩnh Yên theo kich bản

Tháng	Trạm Tam Đảo (Z3,4)							Trạm Vĩnh Yên (Z4,5)							
	Giai đoạn nền	Kich A	bân 2	Kjch B	bân 2	Kich B	bân 1	Giai doạn nền	Kich A	ı bān 2	Kich B	i bản 12	Kjel I	i băn 31	
	1980-1999	2020	2040	2020	2040	2020	2040	1980-1999	2020	2040	2020	2040	2020	2040	
1	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	12.9	13.0	13.4	12.9	13.4	12.9	13.4	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	10.0	10.4	9.9	10.4	9.9	10.4	
3	0.7	0.9	1.2	0.9	1.2	0.9	1.2	8.2	9.0	10.2	8.8	10.2	8.8	10.2	
4	0.4	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	4.1	4.1	4.3	4.1	4.3	4.1	4.3	
5	1.1	1.2	1.6	1.1	1.6	1.1	1.6	2.8	4.5	5.1	4.4	5.1	4.4	5.1	
6	0.9	0.9	1.3	0.9	1.2	0.9	1.2	3.5	3.7	4.9	3.7	4.6	3.7	4.6	
7	0.7	1.0	1.5	0.1	1.4	1.0	1.4	2.0	2.1	2.6	2.1	2.4	2.1	2.4	
8	0.3	0.8	1.2	0.8	1.1	0.8	1.1	1.2	1.2	1.7	1.2	1.6	1.2	1.6	
9	1.5	1.6	1.8	1.6	1.8	1.6	1.8	3.8	3.8	5.0	3.8	4.8	3.8	4.8	
10	2.4	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.5	6.2	7.2	8.3	7.2	8.1	7.2	8.1	
11	2.9	5.6	6.9	5.6	6.7	5.6	6.7	7.7	10.8	12,6	10.8	12.3	10.8	12.3	
12	3.0	7.5	8.0	7.4	8.0	7.4	8.0	15.2	16.4	17.4	16.2	17.4	16.2	17.4	

Bàng 4. Số ngày có nguy cơ chây rừng tại Vĩnh Phúc theo các kịch bàn BĐKH

Như vậy kết quả nghiên cứu nguy cơ cháy rừng tại Vĩnh Phúc cho thây:

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biển đối Khí hậu

#### Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỹ văn, Môi trường và Biến đồi Khí hậu

603

 Tại Vùng núi cao Tam Đảo nguy cơ cháy rừng ở mức trung bình (cấp 3,4), mùa cháy rừng (các tháng 11 đến tháng 4 năm sau) có xu hướng thu hẹp dần về cuối mùa và mở rộng về đầu mùa.

 Tại Vĩnh Yên mùa cháy rừng có xu hướng đến sớm hơn (tháng 10) và kết thúc sóm (tháng 3).

 Nguy cơ chấy rừng ở khu vực Tây Nam của tỉnh (Vĩnh Yên) cao hơn khu vực Tây Bắc (Tam Đảo).

Như vậy, trong tương lai ở tỉnh Vĩnh Phúc nguy cơ cháy rừng gia tăng, mùa cháy bị thu hẹp vào cuối mùa. Vĩnh Phúc là tỉnh có diện tích rừng khá lớn, trong đó VQG Tam Đảo có tính đa dạng sinh học cao với nhiều loài động thực vật quý hiểm và đặc hữu. Vì BĐKH ngày càng diễn biến thất thường khó kiểm soát và khó dự báo nên việc bảo vệ phòng cháy chữa cháy rừng phải hết sức cần thiết.

#### Kết luận

- Trong lĩnh vực tài nguyên nước của tỉnh Vĩnh Phúc: dòng chảy năm có xu hưởng gia tăng, dòng chảy lũ đầu và cuối mùa có xu hướng giảm nhưng tăng mạnh vào giữa mùa. Dòng chảy kiệt giảm dần từ đầu mùa đến cuối mùa. Tính toán cân bằng nước theo các kịch bản đều cho thấy lượng nước thiếu hụt ngày càng tăng theo thời gian.

- Đối với ngành nông nghiệp Vĩnh Phúc, kết quả tính toán BĐKH cho thấy năng suất lúa bị giảm, dặc biệt là lúa xuân. Đối với cây lạc xuân, cây ngô đồng năng suất có xu thế. Sản lượng các loại gia súc, gia cầm được ứng tính là giảm sút do ảnh hưởng bởi lượng thức ăn, dịch bênh, và thời tiết khắc nhiệt.

 BDKH làm tăng nguy cơ cháy rừng ở Vĩnh Phúc, số ngày cơ cháy rừng cấp trung bình và cấp nguy hiểm gia tăng ở tất cả các kịch bản BDKH.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1. Bộ TN & MT. 2008. Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với Biển đối khí hậu.
- 2. Bộ TN & MT. 2009. Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biến dâng cho Việt Nam
- Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Vĩnh Phúc(2011). Kế hoạch hành động ứng phó với biến đối khí hậu của tỉnh Vĩnh Phúc.
- 4. Viện khoa học khí tượng thủy văn và môi trường. 2011. Tài liệu hướng dẫn đánh giá tác động của biến đối khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng.

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỹ văn, Môi trưởng và Biến đối Khí hậu

604

#### IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON MAIN ECONOMIC SECTORS IN VINH PHUC

Lê Thi Kim Ngan, Nguyen Kim Tuyen, Nguyen Hoang Minh, Tran Thi Van, Tran Hong Thai

Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment

Viet Nam is one of countries suffering serious impacts from climate change (CC). To respond to CC, The Prime Minister of Vietnam has approved the National Target Program to Respond to CC. One of significant contents of the Program is the assessment of impact of CC on Ministries, sectors and provinces/cities.

This paper presents results of assessing impacts of CC on some sensitive and vulnerable sectors, fields caused by CC in Vinh Phuc province, including Water resources, Agriculture, Forestry.

This is a part of results of developing action plan to respond to CC in Vinh Phuc.

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biển đối Khí hậu

605 BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG



## TUYỂN TẬP BÁO CÁO

## HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA VỀ KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN, MÔI TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

## LẦN THỨ XV

TẬP I

KHÍ TƯỢNG - KHÍ HẬU, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU





NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG

## TUYỂN TẬP BÁO CÁO

HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA VỀ KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN, MÔI TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

TÂPI

KHÍ TƯỢNG - KHÍ HẬU, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Hà Nội, tháng 3 - 2012

### NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

In 200 cuốn khổ 21 x 29.7 cm tại Công ty cổ phần in và dịch vụ văn phòng Tân Đại Việt Giấy xác nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số: 222-2012/CXB/01-19/BKHN, do Cục Xuất bản cấp ngày 28/02/2012. Quyết định xuất bản số 01/QĐXB-NXBKHKT, cấp ngày 01/03/2012 In xong và nộp lưu chiếu quý I năm 2012.

### MŲC LỤC

## LỜI NÓI ĐẦU

## KHÍ TƯỢNG KHÍ HẠU

1.	Nghiên cứu ứng dụng sơ đồ đồng hóa số liệu 3DVAR cho mô hình WRF nhằm dự báo quỹ đạo bão trên Biển Đông Hoàng Đức Cường, Nguyễn Thị Thanh, Trần Thị Thảo	1
2.	Xây dựng bộ bản đồ nhiệt độ, lượng mưa cho Hà Nội Hoàng Đức Cường, Trần Thị Thảo, Lã Thị Tuyết	7
3.	Nghiên cứu ứng dụng sơ đồ phân tích xoáy nhân tạo kết hợp đồng hóa số liệu 3DVAR cho mô hình WRF nhằm dự báo quỹ đạo và cường độ bão trên Biển Đông Hoàng Đức Cường, Vũ Văn Thăng	13
4.	Phương pháp đo mưa bằng Radar thời tiết và một vài nhận xét về đo mưa bằng Radar ở Việt Nam Tạ Văn Đa, Nguyễn Văn Thắng, Hoàng Đức Cường	19
5.	Nghiên cứu xu thế biến động của hoàn lưu gió mùa mùa hè ở Việt Nam Trần Quang Đức	26
6.	Tối ưu hóa tốc độ tính toán trong một phương pháp ban đầu hóa xoáy động lực Nguyễn Văn Hiệp, Yi-Leng Chen	33
7.	Phân bố hạn hán và quan hệ giữa ENSO với hạn hán Nguyễn Trọng Hiệu, Phạm Thị Thanh Hương, Vũ Văn Thăng, Nguyễn Thị Lan	39
8.	Đánh giá khả năng mô phỏng cực trị nhiệt độ của mô hình khí hậu khu vực PRECIS Nguyễn Thị Hoan, Lê Duy Điệp, Nguyễn Đăng Mậu, Trương Bá Kiên, Mai Văn Khiêm	46
9.	Nghiên cứu xu thế hoạt động của bão, áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng đến khu vực tỉnh Khánh Hòa Trần Văn Hưng	52
10.	Quan hệ giữa tần số front lạnh qua Hà Nội với một số đặc trưng hoàn lưu trên khu vực Đông Á – Tây Thái Bình Dương Phạm Thị Thanh Hương, Nguyễn Trọng Hiệu, Vũ Văn Thăng, Nguyễn Thị Lan	59
11.	Nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO tới một số đặc trưng gió mùa mùa hè ở Việt Nam Nguyễn Thị Lan, Trần Quang Đức	67
12.	Ânh hưởng của sự phát xạ bề mặt địa hình đến sự tính toán nhiệt độ mặt đất Doãn Hà Phong, Hoàng Thanh Tùng, Nguyễn Ngọc Anh	74

i
13.	Nghiên cứu khả năng dự báo bão khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương hạn 5 ngày bằng phương pháp nuôi nhiễu kết hợp với cài xoáy giả vào trường ban đầu Công Thanh, Trần Tân Tiến, Nguyễn Minh Trường	80
14.	Nghiên cứu ảnh hưởng của tham số hóa đối lưu trong mô hình WRF đến dự báo mưa trên lưu vực sông Đồng Nai Trương Hoài Thanh, Nguyễn Văn Tín, Bùi Chí Nam	87
15.	Đặc điểm vận tải ẩm ở Việt Nam trong các thời kì El Nino Vũ Văn Thăng, Phạm Thị Thanh Hương, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Trọng Hiệu	93
16.	Đánh giá khả năng mô phỏng khí hậu mùa của mô hình PRECIS cho khu vực Việt Nam Trần Thục, Mai Văn Khiêm, Hoàng Đức Cường, Nguyễn Văn Thắng	100
17.	Dự báo khí hậu mùa ba tháng III, IV, V năm 2012 Đào Thị Thúy, Nguyễn Văn Thắng, Hoàng Đức Cường, Nguyễn Đăng Mậu, Phạm Hải Yến, Nguyễn Thu Hoa, Lê Duy Điệp	107
18.	Nghiên cứu thử nghiệm mô hình COSMO dự báo đọt mưa lớn miền Trung từ 14 – 19 tháng 10 năm 2010 Dư Đức Tiến, Nguyễn Lê Dũng, Võ Văn Hòa	113
19.	Về hệ thống dự báo, cảnh báo thời tiết hạn cực ngắn cho Việt Nam Trần Đình Trọng, Nguyễn Ngọc Bích Phượng, Vũ Anh Tuấn	120
20.	Nghiên cứu phân loại và xác định loại hình thế thời tiết gây mưa lớn trên khu vực miền Trung và Tây Nguyên Việt Nam Vũ Anh Tuấn, Nguyễn Văn Hưởng, Bùi Minh Tăng, Võ Văn Hòa	127
21.	Thử nghiệm dự báo vị trí và thời gian đổ bộ của bão Xangsane bằng mô hình WRF hạn từ 4 đến 5 ngày Lã Thị Tuyết, Trần Tân Tiến	134
22.	Hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới ở Tây Bắc Thái Bình Dương và Biển Đông năm 2011 Nguyễn Thị Xuân, Phạm Thị Thanh Hương, Hoàng Đức Cường	140
КН	Í TƯƠNG NÔNG NGHIỆP	
23.	Tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến nhiệt độ thấp và hiện tượng sương muối vùng Tây Bắc Trịnh Hoàng Dương, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn	147
24.	Phân vùng sinh thái cây cà phê chè ở các tỉnh phía bắc Việt Nam Bùi Đông Hoa, Ngô Tiền Giang	153
25.	Nghiên cứu xây dựng mô hình giám sát, cảnh báo sương muối và nhiệt độ thấp khu vực Tây Bắc Dương Văn Khảm, Hoàng Đức Cường, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền	161

ii

26.	Phương pháp xây dựng bản đồ phân vùng an toàn sương muối nhiệt độ thấp khu vực Tây Bắc Việt Nam Dương Văn Khảm, Trần Thị Tâm, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Hồng Sơn	168
27.	Sử dụng dữ liệu ảnh MODIS phục vụ nghiên cứu giám sát trạng thái sinh trưỡng và phát triển cây lúa ở đồng bằng sông Hồng Dương Văn Khảm, Đỗ Thanh Tùng, Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền	175
28.	Tài nguyên khí hậu nông nghiệp tỉnh Lai Châu Nguyễn Văn Liêm, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn	
29.	Các mô hình trồng trọt, chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản trên một số đảo Vịnh Bắc Bộ Phạm Thiên Nga, Nguyễn Văn Liêm, Ngô Tiền Giang, Lê Thị Thu Hà, Trịnh Hoàng Dương	183 190
30.	Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến năng suất lúa tỉnh Hưng Yên Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Thanh Hiếu, Nguyễn Thị Thanh Huyền	197
31.	Nội suy dữ liệu không gian bằng thông tin viễn thám và GIS phục vụ xây dựng bản đồ sương muối và nhiệt độ thấp vùng Tây Bắc Nguyễn Hữu Quyền, Dương Văn Khảm, Trần Thị Tâm, Nguyễn Thị Trang	203
32.	Nghiên cứu khả năng xuất hiện sương muối ở khu vực Tây Bắc Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Thị Thanh Huyền	200
33.	Tài nguyên khí hậu nông nghiệp Tây Nguyên và hướng sử dụng trong nông nghiệp Nguyễn Văn Viết, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Anh Tuấn	216
34.	Hiệu chỉnh và kiễm nghiệm mô hình DSSAT cho cây ngô ở trạm Hoài Đức Nguyễn Quý Vinh, Ngô Tiền Giang, Trịnh Hoàng Dương	224
	BIÉN ĐỔI KHÍ HẠU	
35.	Biến đổi khí hậu đối với dải ven bờ tỉnh Khánh Hòa, những tiếp cận thích ứng và ứng phó Nguyễn Táo An Nguyễn Kử Phùng	231
36.	Một số giải pháp chủ yếu cần lưu ý khi khai thác năng lượng gió Ta Văn Đa	238
37.	Nghiên cứu khả năng lồng ghép các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu vào chiến lược phát triển kinh tế - xã hội ở địa phương Hoàng Nguyễn Giáp, Nguyễn Phương Thảo, Nguyễn Bá Hùng, Trần Lan Anh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái	242
38.	Bước đầu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến xu hướng diễn biến thiên tai lũ, lụt, lũ quét và hạn hán ở Việt Nam Lê Bắc Huỳnh, Bùi Đức Long	247

iii

39.	Tác động của đô thị hóa và biến đỗi khí hậu đến nguy cơ ngập lụt ở	253
	Huỳnh Thị Lan Hương, Assela Pathirana, Trần Thục	
40.	Ứng dụng phần mềm SimClim trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam Mai Văn Khiêm, Hoàng Đức Cường	263
41,	Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước mặt tỉnh Khánh Hòa Lại Thị Lương	270
42.	Tác động của biến đổi khí hậu đến một số lĩnh vực của tỉnh Vĩnh Phúc Lê Thị Kim Ngân, Nguyễn Kim Tuyên, Nguyễn Hoàng Minh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái	277
43.	Tác động tiềm tàng của biến đổi khí hậu đến nguy cơ và mùa cháy rừng tại một số tỉnh khu vực miền núi phía bắc Việt Nam Trần Hồng Thái, Phạm Thị Hiền Thương, Trần Thị Vân, Nguyễn Đăng Quế	284
44.	Tính toán diện tích đất bị tác động của hạn hán, ngập và nhiễm mặn do biến đổi khí hậu ở đồng bằng sông Cửu Long	391
	Bảo Thạnh, Bùi Chí Nam, Trần Tuấn Hoàng	
45.	Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến các lĩnh vực chính của tỉnh Lào Cai Nguyễn Mạnh Thắng, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Hữu Hoàng, Trịnh Hà Linh, Trần Thị Vận, Trần Hồng Thái	300
46.	Những vấn đề về nghiên cứu xây dựng và cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu Nguyễn Văn Thắng, Trần Thục	307
47.	Những tỗn thất kinh tế - xã hội do thiên tai, biến đổi khí hậu và vấn đề di dân tái định cư ở Việt Nam Đinh Vũ Thanh, Nguyễn Văn Viết	317
48,	Một vài biện pháp khai thác nhiên liệu tái tạo – nguồn năng lượng cho tương lai Ngô Trọng Thuận, Nguyễn Thị Thanh Huyền	325
49.	Những vấn đề đặt ra về thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu đối với Việt Nam Trần Thục	331
50.	Tích hợp các vấn đề biến đổi khí hậu vào các kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội Trần Thục, Huỳnh Thị Lan Hương, Đào Minh Trang	338
51.	Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy tỉnh Quảng Ngãi và định hướng kế hoạch hành động ứng phó Trần Thục, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Văn Đại, Huỳnh Thị Lan Hượng, Phùng Thị Thụ Trang, Nguyễn Thị Hằng, Hoàng Tùng	345

iv

- 52. Phương pháp và quy trình đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu đối với nông nghiệp Trần Thục, Nguyễn Thị Hiền Thuận, Huỳnh Thị Lan Hương, Đặng Quang Thịnh, Đào Minh Trang
- 53. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hạn thủy văn các tỉnh Hòa Bình và Phú Thọ Nguyễn Kim Tuyên, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Hữu Hoàng, Nguyễn Phương Thảo, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trường và Biến đối Khí hậu

#### ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIÊN ĐÓI KHÍ HẠU ĐÊN CÁC LĨNH VỰC CHÍNH CỦA TÌNH LÀO CAI

#### Nguyễn Mạnh Thắng, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Hữu Hoàng, Trịnh Hà Linh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Biến đối khí hậu (BĐKH) là một vấn để toàn cầu không những ánh hưởng đến các quốc gia phát triển mà còn có cả những nước đang phát triển như Việt Nam. Việt Nam là một trong các quốc gia chịu ảnh hưởng nghiêm trọng của BĐKH, để ứng phó với BĐKH, chúng ta cần đánh giá tác động của BĐKH lên từng vùng cụ thể, từng lĩnh vực cụ thể. Lào Cai là tỉnh có điều kiện tự nhiên điển hình cho vùng Tây Bắc Bộ, nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH đến các lĩnh vực chính của tỉnh Lào Cai nhằm góp phần đánh giá đúng và có biện pháp ứng phó kip thời.

Nghiên cửu ứng dụng nhiều phương pháp đánh giá, tương ứng với ba kịch bản BĐKH A1, B1, B2, nhằm đánh giá tắc động của BĐKH lên các ngành chính như: nông nghiệp, tài nguyễn nước trên địa bản tinh Lào Cai.

#### 1. Đặt vấn đề

Biến đối khí hậu (BĐKH) không chỉ là vấn để mõi trường, không còn là vấn để của một ngành riêng lẻ mà chính là vấn để của phát triển bền vững. BĐKH tác động đến những yếu tố cơ bản của đời sống con người trên phạm vi toàn cầu như: nước, lương thực, năng lượng, sức khỏe và môi trường, BĐKH đã và đang tác động đến mọi ngành, mọi lĩnh vực thuộc cả TNMT và KTXH. Với tính đặc thù và tầm quan trọng, tắc động của BĐKH đến các lĩnh vực TNN, Nông nghiệp của tỉnh Lào Cai được quan tâm đánh giá.

#### 2. Các kịch bản biến đổi khí hậu cho tỉnh Lào Cai

Kịch bản biến đối nhiệt độ và lượng mưa được xây dựng dựa trên kết quả sử dụng phương pháp tổ hợp (MAGICC/SCENGEN 5.3) và phương pháp chi tiết hóa thống kẽ.

#### 2.1. Nhiệt độ

Nhiệt độ ở tỉnh Lào Cai (đại diện là trạm Bắc Hà, trạm SaPa và trạm Phố Ràng) có xu hướng tăng lên ở tất cả các mùa trong năm, trong đó mức tăng nhiệt độ vào mùa xuân và mùa đông nhanh hơn so với 2 mùa hè và mùa thu ở cả 3 kịch bản BĐKH. Sự thay đổi nhiệt độ trung bình năm giữa các kịch bản được thể hiện trong Hình 1.



Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu 614

Hình 1. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm các trạm tại Lào Cai so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải B1, B2, A2

#### 2.2. Lượng mưa

Nhìn chung theo kịch bản lượng mưa tại các trạm ở Lào Cai đều có có xu hướng tăng trong thời gian tiếp theo, tuy nhiên mức độ tăng không đều trong các tháng trong năm và giữa các vùng trên địa bàn tỉnh. Sự chênh lệch giữa các kịch bản là không lớn: đến năm 2020 tăng từ 0,6% đến 0,7%, đến năm 2040 tăng thêm 1,2% - 1,5%.



Hình 2. Biểu đồ KB lượng mưa trung bình năm tại các trạm Bắc Hà, Sa Pa, Phố Ràng.

#### 3. Đánh giá tác động của BĐKH đến một số lĩnh vực của tỉnh Lào Cai

#### 3.1. Tác động đến tài nguyên nước

Tác động của BĐKH đến dòng chảy trung bình năm

Xét dòng chảy tại các trạm đo lưu lượng trên sông Thao (trạm Lào Cai), trên sông Chảy (trạm Bảo Yên). Dòng chảy năm của các sông chính chảy qua địa bàn tinh có xu hướng tăng ở cả 3 kịch bản.



#### Hình 3. Xu thể thay đổi của dòng chảy năm theo các kịch bản BĐKH.

Sự biến thiên dòng chảy trên các sông là khác nhau theo từng kịch bản biến đổi khí hậu. Nhưng có thể nhận thấy rằng, xu thế của dòng chảy trung bình năm là tăng lên so với thời kỳ nền và thời kỳ sau lớn hơn thời kỳ trước.

- Tác động của BĐKH đến dòng chảy lũ



Hình 4. Xu thể thay đổi của dòng chảy mùa lũ theo các kịch bản BĐKH.

Xét về phân phối dòng chảy trong năm, dòng chảy mùa lũ có xu hướng giảm vào tháng đầu mùa (tháng VI), nhưng sau đó gia tăng vào các tháng giữa mùa lũ (tháng VII, VIII, IX); vào tháng cuối mùa lũ (tháng X) lại có sự giảm nhẹ.

Tác động của BĐKH đến dòng chảy kiệt

Nhìn chung, lưu lượng trung bình mùa kiệt các sông chảy qua địa bàn tinh biểu hiện có xu thế giảm dần theo thời gian, tuy nhiên, lượng giảm này là rất nhỏ.



Hình 5. Xu thể thay đổi của dòng chảy mùa kiệt theo các kịch bản BĐKH

Dòng chảy mùa kiệt, có xu hướng chung là giảm dần từ giữa mùa kiệt đến cuối mùa kiệt, giảm mạnh nhất vào các tháng cuối (tháng III,V,V).

- Tác động của BĐKH đến nhu cầu nước và mức độ thiếu hụt lượng nước

+ Nhu cầu nước

Việc tính toán nhu cầu nước trên địa bàn tinh tương ứng với các kịch bản A2, B2, B1 được xác định dựa trên số liệu mưa, bốc hơi của các kịch bản A2, B2, B1, tài liệu niên giám thống kê năm 2000 và tài liệu quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội của tinh Lào Cai. Kết quả tính toán nhu cầu dùng nước được thể hiện ở Bảng 1.

Kịch bản/Giai đoạn	A2	B1	B2
Hiện trạng	380,56		
2000-2019	382,43	383,01	382,69
2020-2039	384,92	384,68	384,74

Bàng 1. Tổng hợp nhu cầu nước trên địa bàn tính Lào Cai (106 m3/năm).

+ Độ thiếu hụt

302

Tập 1: Khi tượng - Khí hậu, Khi tượng Nông nghiệp và Biến đối Khí hậu

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỹ văn, Môi trường và Biến đối Khí hậu 616

Trên địa bàn tinh Lào Cai có 2 con sông lớn chảy qua, độ thiếu hụt nước là kết quả của việc tính toán tổng hợp cho các khu Tả Thượng, Hữu Thượng lấy nước từ sông Thao và khu sông Chảy. Kết quả được trình bày cụ thể cho 3 KB BĐKH:



Hinh 6. Bản đồ phân khu sử dụng nước

TT	Tân tiểu lưm muo	2000-2019		2020-2039	
11	Ten neu nu vục	Số năm	Vthiếu	Số năm	Vthiếu
1	Tả Thượng	20	24,01	20	25,31
2	Hữu Thượng	20	0	20	0
3	Sông Chảy	20	10,63	20	12,15
_	Tinh Lào Cai		34,64		37,46

Bảng 2. Độ thiểu hụt nước mặt theo kịch bản B1 (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/năm)

Bàng 3. Độ thiếu hụt nước mặt theo kịch bản B2 (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/năm).

TT	Tân tiểu lược cura	2000-2019		2020-2039	)
11	Ten neu neu vực	Số năm	Vthiếu	Số năm	Vthiếu
1	Tá Thượng	20	23,92	20	25,35
2	Hữu Thượng	20	0	20	0
3	Sông Chảy	20	10,56	20	12,18
	Tinh Lào Cai		34,48		37,53

Bảng 4. Độ thiếu hụt nước mặt theo kịch bản A2 (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/năm).

TT	Tân tiểu lung sung	2000-2019		2020-2039	
11	Ten deu luu vậc	Số năm	Vthiếu	Số năm	Vthiếu
1	Tà Thượng	20	23,86	20	25,45
2	Hữu Thượng	20	0	20	0
3	Sông Chảy	20	10,45	20	12,20
	Tinh Lào Cai		34,31		37,65

Lượng thiếu hụt kịch bản phát triển trung bình B2 thường nhỏ hơn độ thiếu hụt kịch bản A2 và lớn hơn kịch bản B1. Tuy nhiên sự khác biệt này chỉ thể hiện rõ nhất vào hai giai đoạn cuối, các giai đoạn đầu giá trị thiếu hụt thường đan xen vào nhau vì độ chênh lệch không đáng kể. Lượng thiếu hụt trên địa bàn tinh dao động trong khoảng 37 - 38 triệu m³/năm, chiếm khoảng 0,1% giá trị nhu cầu nước.

#### 3.2. Tác động đến nông nghiệp

Lào cai có nhiều loại cây trồng, tuy nhiên với cây lương thực thì chủ yếu là lúa xuân, lúa mùa, ngô xuân và ngô đông. Sinh trường phát triển của cây trồng ở Lào Cai

Tập 1: Khi tượng - Khí hậu, Khi tượng Nông nghiệp và Biến đổi Khi hậu

#### Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu

phụ thuộc vào các yếu tố thời tiết và thay đổi của địa hình. Địa bàn Lào Cai có thể được phân vùng ra các vùng nhỏ như sau:

+ Vùng 1: là vùng có địa hình xen lẫn thấp và đồi núi thấp bao gồm: Thị xã Lào Cai, Thị Xã Cam Đường, Phía Tây huyện Bảo Thắng, phía Đông Nam huyện Văn Bàn và phía Nam huyện Bảo Yên

+ Vùng 2: là vùng núi trung bình bao gồm: huyện Bắc Hà, Mưởng khương, nửa phía Bắc huyện Bảo Yên và nửa phía đông huyện Bảo Thắng

+ Vùng 3: là vùng núi cao có nhiệt độ thấp hơn, lượng mưa cao hơn, bao gồm huyện Sa Pa, Bát Xát, nửa phía Tây nam của huyện Văn Bàn

Lúa mùa là cây được gieo trồng với diện tích lớn trong tinh vì đây là vụ trồng do tưới nước mưa, ánh sáng nhiều, nhiệt độ cao và cho năng suất cao và ổn định. Đánh giá ảnh hưởng của BĐKH đến lúa mùa cũng theo 3 vùng gắn với các đặc trưng khí hậu khác nhau là Phố Ràng, Bắc Hà và Sa Pa.

#### - Vùng I

Dưới tác động của BĐKH thời gian sinh trưởng của lúa mùa được rút ngắn so với sản xuất bình thường tại thời kỳ tham chiếu.

Nhìn vào biểu đồ năng suất ta thấy xu hướng suy giảm năng suất ở các kịch bản là không rõ ràng. Nếu nhìn xu hướng chung có thể nói năng suất có xu hướng tăng dần. Tuy nhiên trong mỗi năm của kịch bản lại không nói lên điều đó.

#### - Vùng 2

Số liệu mô phóng lúa mùa ở vùng hai cho thấy rất rõ xu hướng rút ngăn thời gian sinh trưởng của lúa mùa ở các kịch bản nhưng chưa đủ tin cậy để đánh giá xu hướng tác động đến năng suất của lúa vì xét trong 1 năm thì năng suất lúa tăng ở kịch bản phát thải cao và giám ở kịch bản phát thải thấp nhưng năng suất ở năm 2040 lại không tăng so với năm 2020.

- Vùng 3





hậu lên tài nguyên nước lưu vực sông Hông - Thái Bình và các biện pháp thích ứng

- Sở Tài nguyên và Môi trưởng tính Lào Cai (2011). Kế hoạch hành động ứng phó với biến đối khí hậu của tỉnh Lào Cai.
   618
- Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường. 2011. Tài liệu hướng dẫn dánh giá tác động của biến đổi khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng.

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biến đối Khí hậu

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỹ văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu

#### IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON MAIN SECTORS IN LAO CAI PROVINCE

#### Nguyen Manh Thang, Le Huu Hoang, Nguyen Hoang Minh, Trinh Ha Linh, Tran Thi Van, Tran Hong Thai

Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment

Climate change is a global issue which is not only effecting on developed countries but also developing ones including Vietnam. Vietnam is one of nations suffering the most from climate change. To adapt with climate change, its impact on each specific region and various sectors should be assessed. Lao Cai is a province whose natural conditions are typically represented for Northwestern region. Study and assessment of climate change impact on various sectors are meaningful tasks. This allows to propose appropriate measures to respond to climate change.

This study employs a number of methods for the assessment of impact of climate change on sectors of agriculture, water resources in Lao Cai province using three climate change scenarios A1, B1, B2.

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG



# TUYỂN TẬP BÁO CÁO

## HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA VỀ KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN, MÔI TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

### LẦN THỨ XV

TÂP I

KHÍ TƯỢNG - KHÍ HẬU, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU





NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG

## TUYỂN TẬP BÁO CÁO Hội thảo khoa học quốc gia về khí tượng, thủy văn, môi trường và biến đổi khí hậu

TÂP I

KHÍ TƯỢNG - KHÍ HẬU, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Hà Nội, tháng 3 - 2012

### NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

In 200 cuốn khổ 21 x 29.7 cm tại Công ty cổ phần in và dịch vụ văn phòng Tân Đại Việt Giấy xác nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số: 222-2012/CXB/01-19/BKHN, do Cục Xuất bản cấp ngày 28/02/2012. Quyết định xuất bản số 01/QĐXB-NXBKHKT, cấp ngày 01/03/2012 In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2012.

#### MUC LUC

#### LỜI NÓI ĐẦU

#### KHÍ TƯỢNG KHÍ HÀU 1. Nghiên cứu ứng dụng sơ đồ đồng hóa số liệu 3DVAR cho mô hình 1 WRF nhằm dự báo quỹ đạo bão trên Biển Đông Hoàng Đức Cường, Nguyễn Thị Thanh, Trần Thị Thảo Xây dựng bộ bản đồ nhiệt độ, lượng mưa cho Hà Nội 2. 7 Hoàng Đức Cường, Trần Thị Thảo, Lã Thị Tuyết Nghiên cứu ứng dụng sơ đồ phân tích xoáy nhân tạo kết hợp đồng 3. 13 hóa số liệu 3DVAR cho mô hình WRF nhằm dự báo quỹ đạo và cường độ bão trên Biển Đông Hoàng Đức Cường, Vũ Văn Thăng 4. Phương pháp đo mưa bằng Radar thời tiết và một vài nhận xét về 19 đo mưa bằng Radar ở Việt Nam Tạ Văn Đa, Nguyễn Văn Thắng, Hoàng Đức Cường Nghiên cứu xu thế biến động của hoàn lưu gió mùa mùa hè ở Việt 5. Nam 26 Trần Quang Đức Tối ưu hóa tốc độ tính toán trong một phương pháp ban đầu hóa 6. xoáy động lực 33 Nguyễn Văn Hiệp, Yi-Leng Chen 7. Phân bố hạn hán và quan hệ giữa ENSO với hạn hán 39 Nguyễn Trọng Hiệu, Phạm Thị Thanh Hương, Vũ Văn Thăng, Nguyễn Thị Lan Đánh giá khả năng mô phỏng cực trị nhiệt độ của mô hình khí hậu 8. 46 khu vưc PRECIS Nguyễn Thị Hoan, Lê Duy Điệp, Nguyễn Đăng Mậu, Trương Bá Kiên, Mai Văn Khiêm 9. Nghiên cứu xu thế hoạt động của bão, áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng 52 đến khu vực tỉnh Khánh Hòa Trần Văn Hưng 10. Quan hệ giữa tần số front lạnh qua Hà Nội với một số đặc trưng 59 hoàn lưu trên khu vực Đông Á – Tây Thái Bình Dương Phạm Thị Thanh Hương, Nguyễn Trọng Hiệu, Vũ Văn Thăng, Nguyễn Thi Lan 11. Nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO tới một số đặc trưng gió mùa mùa 67 hè ở Việt Nam Nguyễn Thị Lan, Trần Quang Đức 12. Anh hưởng của sự phát xa bề mặt địa hình đến sự tính toán nhiệt độ 74 mặt đất Doãn Hà Phong, Hoàng Thanh Tùng, Nguyễn Ngọc Anh

xoáy giả vào trường ban đầu Công Thanh, Trần Tân Tiến, Nguyễn Minh Trường 14. Nghiên cứu ảnh hưởng của tham số hóa đối lưu trong mô hình WRF đến dự báo mưa trên lưu vực sông Đồng Nai 87 Trương Hoài Thanh, Nguyễn Văn Tín, Bùi Chí Nam 15. Đặc điểm vận tải ẩm ở Việt Nam trong các thời kì El Nino Vũ Văn Thăng, Pham Thị Thanh Hương, Nguyễn Văn Thăng, Nguyễn 93 Trong Hiêu 16. Đánh giá khả năng mô phỏng khí hậu mùa của mô hình PRECIS 100 cho khu vực Việt Nam Trần Thục, Mai Văn Khiêm, Hoàng Đức Cường, Nguyễn Văn Thắng 17. Dự báo khí hậu mùa ba tháng III, IV, V năm 2012 107 Đào Thị Thúy, Nguyễn Văn Thắng, Hoàng Đức Cường, Nguyễn Đăng Mậu, Phạm Hải Yến, Nguyễn Thu Hoa, Lê Duy Điệp 18. Nghiên cứu thử nghiệm mô hình COSMO dự báo đợt mưa lớn miên 113 Trung từ 14 - 19 tháng 10 năm 2010 Dư Đức Tiến, Nguyễn Lê Dũng, Võ Văn Hòa 19. Về hệ thống dự báo, cảnh báo thời tiết hạn cực ngắn cho Việt Nam 120 Trần Đình Trọng, Nguyễn Ngọc Bích Phượng, Vũ Anh Tuần 20. Nghiên cứu phân loại và xác định loại hình thế thời tiết gây mưa lớn 127 trên khu vực miền Trung và Tây Nguyên Việt Nam Vũ Anh Tuấn, Nguyễn Văn Hưởng, Bùi Minh Tăng, Võ Văn Hòa Thử nghiệm dự báo vị trí và thời gian đồ bộ của bão Xangsane bằng 134 mô hình WRF han từ 4 đến 5 ngày Lã Thị Tuyết, Trần Tân Tiến 22. Hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới ở Tây Bắc Thái Bình Dương 140 và Biến Đông năm 2011 Nguyễn Thị Xuân, Phạm Thị Thanh Hương, Hoàng Đức Cường KHÍ TƯƠNG NÔNG NGHIỆP 23. Tác động của biến đối khí hậu toàn cầu đến nhiệt độ thấp và hiện tượng sương muối vùng Tây Bắc 147 Trịnh Hoàng Dương, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn 24. Phân vùng sinh thái cây cà phê chè ở các tỉnh phía bắc Việt Nam 153 Bùi Đông Hoa, Ngô Tiền Giang 25. Nghiên cứu xây dựng mô hình giám sát, cảnh báo sương muối và nhiệt độ thấp khu vực Tây Bắc 161

Dương Văn Khảm, Hoàng Đức Cường, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền

624

13. Nghiên cứu khả năng dự báo bão khu vực Tây Bắc Thái Bình

Dương hạn 5 ngày bằng phương pháp nuôi nhiễu kết hợp với cài 80

26.	Phương pháp xây dựng bản đồ phân vùng an toàn sương muối nhiệt độ thấp khu vực Tây Bắc Việt Nam Dương Văn Khâm, Trần Thị Tâm, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Hồng Sơn	168
27.	Sử dụng dữ liệu ảnh MODIS phục vụ nghiên cứu giám sát trạng thái sinh trưởng và phát triển cây lúa ở đồng bằng sông Hồng Dương Văn Khảm, Đỗ Thanh Tùng, Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền	175
28.	Tài nguyên khí hậu nông nghiệp tỉnh Lai Châu Nguyễn Văn Liêm, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn	
29.	Các mô hình trồng trọt, chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản trên một số đảo Vịnh Bắc Bộ Phạm Thiên Nga, Nguyễn Văn Liêm, Ngô Tiền Giang, Lê Thị Thu Hà, Trịnh Hoàng Dương	183 190
30.	Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến năng suất lúa tỉnh Hưng Yên Nguyễn Hữu Quyển, Nguyễn Thanh Hiếu, Nguyễn Thị Thanh Huyển	197
31.	Nội suy dữ liệu không gian bằng thông tin viễn thám và GIS phục vụ xây dựng bản đồ sương muối và nhiệt độ thấp vùng Tây Bắc Nguyễn Hữu Quyền, Dương Văn Khảm, Trần Thị Tâm, Nguyễn Thị Trang	203
32.	Nghiên cứu khả năng xuất hiện sương muối ở khu vực Tây Bắc Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Thị Thanh Huyền	209
33.	Tài nguyên khí hậu nông nghiệp Tây Nguyên và hướng sử dụng trong nông nghiệp Nguyễn Văn Viết, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Anh Tuấn	216
34.	Hiệu chính và kiễm nghiệm mô hình DSSAT cho cây ngô ở trạm Hoài Đức Nguyễn Quý Vinh, Ngô Tiền Giang, Trịnh Hoàng Dương	224
	BIÉN ĐỔI KHÍ HẬU	
35.	Biến đổi khí hậu đối với dải ven bờ tỉnh Khánh Hòa, những tiếp cận thích ứng và ứng phó Nguyễn Tác An, Nguyễn Kỷ Phùng	231
36.	Một số giải pháp chủ yếu cần lưu ý khi khai thác năng lượng gió Tạ Văn Đa	238
37.	Nghiên cứu khả năng lồng ghép các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu vào chiến lược phát triển kinh tế - xã hội ở địa phương Hoàng Nguyễn Giáp, Nguyễn Phương Thảo, Nguyễn Bá Hùng, Trần Lan Anh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái	242
38.	Bước đầu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến xu hướng diễn biến thiên tai lũ, lụt, lũ quét và hạn hán ở Việt Nam Lê Bắc Huỷnh, Bùi Đức Long	247

iii

39.	Tác động của đô thị hóa và biến đỗi khí hậu đến nguy cơ ngập lụt ở Cần Thơ Huỳnh Thị Lan Hương, Assela Pathirana, Trần Thục	253
40.	Úng dụng phần mềm SimClim trong xây dựng kịch bản biến đồi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam Mai Văn Khiêm, Hoàng Đức Cường	263
41.	Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước mặt tỉnh Khánh Hòa Lại Thị Lương	270
42.	Tác động của biến đổi khí hậu đến một số lĩnh vực của tỉnh Vĩnh Phúc Lê Thị Kim Ngân, Nguyễn Kim Tuyên, Nguyễn Hoàng Minh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái	277
43.	Tác động tiềm tàng của biến đổi khí hậu đến nguy cơ và mùa cháy rừng tại một số tĩnh khu vực miền núi phía bắc Việt Nam Trần Hồng Thái, Phạm Thị Hiền Thương, Trần Thị Vân, Nguyễn Đăng Quế	284
44.	Tính toán diện tích đất bị tác động của hạn hán, ngập và nhiễm mặn do biến đổi khí hậu ở đồng bằng sông Cửu Long	391
	Bảo Thạnh, Bùi Chí Nam, Trần Tuấn Hoàng	
45.	Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến các lĩnh vực chính của tỉnh Lào Cai Nguyễn Mạnh Thắng, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Hữu Hoàng, Trịnh Hà Linh, Trần Thị Vận, Trần Hồng Thái	300
46.	Những vấn đề về nghiên cứu xây dựng và cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu Nguyễn Văn Thắng, Trần Thục	307
47.	Những tổn thất kinh tế - xã hội do thiên tai, biến đổi khí hậu và vấn đề di dân tái định cư ở Việt Nam Đinh Vũ Thanh, Nguyễn Văn Viết	317
48.	Một vài biện pháp khai thác nhiên liệu tái tạo – nguồn năng lượng cho tương lai Ngô Trọng Thuận, Nguyễn Thị Thanh Huyền	325
49.	Những vấn đề đặt ra về thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu đối với Việt Nam Trần Thục	331
50.	Tích hợp các vấn đề biến đổi khí hậu vào các kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội Trần Thục, Huỳnh Thị Lan Hượng, Đào Minh Trang	338
51.	Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy tỉnh Quảng Ngãi và định hướng kế hoạch hành động ứng phó Trần Thục, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Văn Đại, Huỳnh Thị Lan Hương, Phùng Thị Thu Trang, Nguyễn Thị Hằng, Hoàng Tùng	345

iv

- 52. Phương pháp và quy trình đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu đối với nông nghiệp Trần Thục, Nguyễn Thị Hiền Thuận, Huỳnh Thị Lan Hương, Đặng Quang Thịnh, Đào Minh Trang
  - 53. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hạn thủy văn các tỉnh Hòa Bình và Phú Thọ Nguyễn Kim Tuyên, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Hữu Hoàng, Nguyễn Phương Thảo, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trường và Biến đối Khí hậu

#### 628 ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỐI KHÍ HẠU ĐẾN HẠN THỦY VĂN CÁC TÌNH HÒA BÌNH VÀ PHÚ THỌ

#### Nguyễn Kim Tuyên, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Hữu Hoàng, Nguyễn Phương Thảo, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trưởng

Biến đối khí hậu (BĐKH) là một trong những thách thức lớn nhất đối với con người trong thế kỷ 21. BĐKH có thể sẽ gây ra những ảnh hưởng nghiêm trọng đến hoạt động, sản xuất và môi trường sống của con người. BĐKH dẫn tới nhiệt độ trung bình tăng và một trong những hệ quả của nó là nước biến dâng, điều đó có thể dẫn tới những thay đối khổ đoản trước trong chế độ dòng chảy sông ngòi. Và do đó, lũ lụt, hạn hán sẽ ác liệt hơn, thiếu nước sẽ nghiêm trọng hơn, xâm nhập mặn vào sâu hơn trong đất liến. Mọi tác động bắt thưởng của lũ lụt và hạn hán đều có thể dẫn đến những ảnh hưởng nghiêm trọng đến phát triển kinh tế xã hội. Nhằm mục đích đánh giá sự thay đối về mức độ và quy mô của hạn hánở hai tính Hòa Bình và Phú Thọ dưới tác động của BĐKH, bài bảo này đã nghiên cứu, phân tích, tính toán, xác định sự khắc nghiệt của hạn hán trong tương lai theo 3 kịch bản BĐKH B1. B2 và A2 trên địa bàn các tính trên.

#### 1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, thiệt hại về người và tài sản do ảnh hưởng bắt lợi của những điều kiện tự nhiên gia tăng. Nhiều nước trên thế giới đã phải chịu những tồn thất rất lớn do thiên tai gây ra. Cùng với lũ lụt và bão tổ, hạn hán là một trong ba thiên tai do khí hậu và mang tính thường xuyên đối với con người. Việt Nam nằm ở vành đai phía Tây của Thái Bình Dương, một trong những nước chịu nhiều ảnh hưởng của hiện tượng El-Ninô và La-Nina. Vào các năm 1982,1983,1992-1993 và gần đây nhất là cuối năm 1997 đầu năm 1998, hiện tượng El-Ninô và La-Nina tác động rất mạnh đã gây nên nhiều ảnh hưởng xấu đến khí hậu ở nhiều nơi trên trái dất trong đó có nước ta. Ở nước ta, hạn hán là thiên tai dứng thứ ba chỉ sau lũ lụt và bá. Mỗi khi xảy ra hạn hán xảy ra đều tác động nhiều mặt đến đời sống kinh tế, xã hội và môi trường không chỉ tại các vùng bị hạn mà còn ảnh hưởng đến các vùng lân cận cũng như cả nước.

Trước đây, hạn hán đã từng làm mất mùa, gây ra nạn đói trấm trọng và ngày nay, tuy có hệ thống thuy nông khá hoàn chỉnh, nhưng hạn hán vẫn gây ra những khó khăn rất lớn đối với đời sống kinh tế - xã hội, môi sinh.

#### 2. Phương pháp tính các chỉ số khô hạn

Có nhiều nguyên nhân gây ra hạn hán và mức độ hạn nặng hay nhẹ phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Do vậy, vấn để xác định chỉ số khô hạn là rất phức tạp. Các nhà khoa học đã đưa ra nhiều loại chỉ số khô hạn, nhưng cho đến nay cũng chưa có một chỉ số chung duy nhất nào được mọi người đều thừa nhận và do đó cũng chưa có sự thống nhất. Mỗi chỉ số khô cho chúng ta một cái nhìn về hạn hán. Hiện tại có 4 loại hạn hán được thừa nhận: hạn hán khí tượng; hạn hán thủy văn; hạn nông nghiệp; hạn kinh tế xã hội.

Để có thể đưa ra các biện pháp có hiệu quả phòng chống và giảm thiều tác hạn do hạn hán gây ra trên địa bàn tỉnh Phú Thọ ứng với các mức độ ành hưởng khác nhau, trong báo cáo này chúng tôi đã tiến hành phân vùng hạn thủy văn thông qua việc tỉnh toán hệ số hạn (Khạn ) dựa trên tính toán hệ số khô ( $K_{khô}$ ) và hệ số cạn nước sông ( $K_{can}$ ). Trong trường hợp vừa khô vừa cạn mới có khả năng sinh hạn.

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biến dồi Khí hậu

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu

#### 2.1. Hệ số khô (K<sub>khô</sub>)

Hệ số khô được đặc trưng bởi sự thiểu hụt nước do quá trình mất cân bằng giữa lượng mưa và bốc hơi trong một thời gian dài. Ngoài lượng mưa và bốc hơi, hạn khí tượng còn chịu tác động bởi các nhân tố khí quyển khác như tốc độ gió, nhiệt độ, độ ẩm không khí và cường độ ánh sáng mặt trời [1]

Chỉ số tính toán khô K<sub>khô</sub> được tính theo công thức:

$$K_{kh\delta} = [1]$$

Trong đó: X và Z lần lượt là lượng mưa và bốc hơi của thời đoạn tính toán

Tỷ số độ khô biến đổi từ 0 đến 1,0. Trong đó thể hiện sự tương tác của hai yếu tố chính là mưa và tiềm năng bốc thoát hơi nước.

#### 2.2. Hệ số cạn nước sông (K<sub>can</sub>)

Mức độ hạn thủy văn không chỉ phụ thuộc vào trạng thái khô mà còn phụ thuộc vào mức độ cạn nước trong các sông [1].

Hê số K<sub>can</sub> được tính toán theo công thức:

$$K_{can} = 1 - \frac{Q_j}{\sqrt{Q_i Q_n}}$$

Trong dó:

Q<sub>j</sub> - lưu lượng nước sông trung bình trong thời kỷ thứ j:

Qi - Lưu lượng nước sông trung bình năm thứ i;

Q0 - Lưu lượng trung bình nhiều năm của nước sông.

#### 2.3. Hệ số hạn

Hệ số K<sub>han</sub> được tính toán theo công thức:

$$K_{ham} = \sqrt{K_{kh\bar{0}}K_{can}}$$

Hệ số K<sub>han</sub> biểu thị mức độ hạn cho thời điểm xuất hiện và nơi sinh hạn cụ thể. Hệ số hạn được tính toán cho từng trạm khí hậu nằm trong lưu vực hoặc lân cận với lưu vực sông. K<sub>han</sub> được xác định khi đồng thời K<sub>khô</sub> và K<sub>can</sub> là dương. Mức độ hạn được phân cấp theo hệ số K<sub>han</sub> như trong Bảng 1.1

Mức độ hạn
Dấu hiệu sinh hạn
Hạn nhẹ
Hạn vừa
Hạn nặng
Hạn đặc biệt

Bảng 1.1. Chỉ tiêu phân cấp mức độ hạn thủy văn

3. Kết quả tính toán hạn thủy văn của các tỉnh Hòa Bình và Phú Thọ 3.1 Giai doan nền 1980-1999

360

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biến đối Khí hậu

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỳ văn, Môi trưởng và Biến đổi Khí hậu

#### 630

a. Phân vùng hạn thủy vấn cho các tỉnh Hòa Bình và Phú Thọ

Căn cử vào mạng lưới trạm thủy văn và bản đồ số hóa theo độ cao (DEM),

- > Tinh Hòa Bình được chia làm 5 tiểu lưu vực như sau (Hình 1.1):
- Tiểu lưu vực 1: Lưu vực đến trạm thủy văn Hòa Bình. Các trạm khí tượng có trên lưu vực này gồm: Bắc Yên, Phù Yên, Mộc Châu, Hòa Bình.
- Tiểu lưu vực 2: Lưu vực đến trạm thủy văn Vụ Bản. Phần lưu vực này chỉ có trạm khí tượng Lạc Sơn.
- Tiểu lưu vực 3: Lưu vực đến trạm thủy văn Ba Thá. Các trạm khí tượng có trên lưu vực gồm: Trạm Sơn Tây, Ba Vì, Hà Nội, Hà Đông, Nam Định.
- Tiểu lưu vực 4: Lưu vực đến trạm thủy văn Hưng Thi gồm các trạm khí tượng: Kim Bôi, Chi Nê, Nho Quan, Ninh Bình.
- Tiểu lưu vực 5: Lưu vực đến trạm Hồi Xuân có 2 trạm khí tượng gồm: trạm Hồi Xuân và trạm Mai Châu
- Tinh Phú Thọ được chia làm 6 tiểu lưu vực như sau (Hình 1.1):
- Tiểu lưu vực 1: Lưu vực đến trạm thủy văn Hòa Bình. Các trạm khí tượng có trên lưu vực này gồm: Bắc Yên, Phù Yên, Mộc Châu, Hòa Bình.
- Tiểu lưu vực 2: Lưu vực đến trạm thủy văn Thác Bà. Phần lưu vực này có các trạm khí tượng bao gồm: Lục Yên, Phố Ràng, Bắc Hà và Hoàng Su Phì.
- Tiểu lưu vực 3: Lưu vực đến trạm thủy văn Yên Bái. Các trạm khí tượng có trên lưu vực gồm: Trạm Yên Bái, Văn Chấn, SaPa và Mường Khương.
- Tiểu lưu vực 4: Lưu vực đến trạm thủy văn Thang Sơn có 1 trạm khí tượng: Minh Đài.
- Tiểu lưu vực 5: Lưu vực đến trạm Sơn Tây có 3 trạm khí tượng gồm: trạm Phú Hộ, Việt Trì và trạm Ba Vì.
- Tiểu lưu vực 6: Lưu vực đến trạm Phù Ninh gồm có các trạm khí tượng: trạm Na Hang, Chiêm Hóa, Hàm Yên và trạm Tuyên Quang.



Phú Thọ

Hòa Bình

Tập I: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biển đối Khí hậu

#### Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỹ văn, Môi trường và Biến đối Khí hậu

#### Hình 1.1. Bản đồ phân vùng hạn thủy văn tỉnh Hòa Bình và Phú Thọ b. Kết quả tính toán hệ số hạn thủy văn và bản đồ phân vùng hạn thủy văn tỉnh Hòa Bình và Phú Thọ

Theo tài liệu khí tượng thủy văn từ 30 – 40 năm trở lại đây, hạn hán xảy ra ở Hòa Bìnhva Phú Thọ ít khắc nghiệt và ít nghiêm trọng, phổ biến hàng năm có hạn nhẹ và vài năm có hạn vừa cục bộ ở một số nơi.

Hòa Bình và Phú Thọ: Từ năm 1980 đến nay đã xảy ra 5 đợt hạn đáng kể là các đợt hạn từ cuối năm 1982 đến đầu năm 1983; cuối năm 1986 đến đầu năm 1987; cuối năm 1991 đến đầu năm 1992; cuối năm 1992 đến đầu năm 1993; cuối năm 1997 đến đầu năm 1998.

Trong phạm vi bảo cáo này chúng tôi đã áp dụng phương pháp xác định hệ số hạn thủy văn để tính toán cho đợt hạn cuối năm 1992 đầu năm 1993. Đây là năm xảy ra hạn nặng trên diện rộng vào vụ đông xuân 1992/1993 với ảnh hưởng lớn của hiện tượng El-Nino hoạt động mạnh từ tháng II/1993 đến tháng VIII/1993 làm cho nhiều vùng bị hạn hán nghiêm trọng, gây tốn thất lớn cho nền kinh tế và sự phát triển của xã hội.

Báo cáo đã sử dụng phương pháp đa giác Theissen để tính lượng mưa bình quân cho các lưu vực qua đó xác định được hệ số hạn thủy văn cho mỗi lưu vực theo các công thức ở phần trên. Kết quả tính hệ số hạn và phân vùng hạn ở tinh Hòa Bình, Phú Thọ cho mùa khô năm 1992/1993 được trình bày ở Bảng 1.2 đến 1.3 và Hình 1.2 đến 1.3.

Trạm	Vụ Bản	Hòa Bình	Ba Thá	Hồi Xuân	Hung Thi
11/1992	0,85	0,60	0,66	0,57	0,73
12/1992	0,26	0,51	0,56	0,46	0,54
1/1993	0,88	0,71	0,89	0,76	0,83
2/1993	0,72	0,55	0,71	0,71	0,75
3/1993	0,75	0,53	0,53	0,70	0,17
4/1993	0	0	0	0,73	0

Bảng 1.2. Kết quả tính toán hệ số hạnthủy văn cho các lưu vực trong tinh Hòa Bình mùa khô 1992/1993

Bảng 1.3. Kết quả tính toán hệ số hạn thủy văn cho các lưu vực trong tỉnh Phú Thọ mùa khô 1992/1993

Тгат	Hòa Bình	Phù Ninh	Son Tây	Thác Bà	Thanh Son	Yên Bái
11/1992	0.60	0.76	0.61	0.52	0.38	0.16
12/1992	0.52	0.36	0.43	0	0.40	0.17
1/1993	0.71	0.65	0.71	0.53	0.66	0.38
2/1993	0.55	0	0.36	0	0	0.07
3/1993	0.53	0.55	0.05	0.50	0	0.44
4/1993	0	0,12	0.36	0	0.05	0

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỳ văn, Môi trường và Biến đôi Khí hậu



#### Tháng XII-1992

Tháng I-1993

Tháng II-1993





Hình 1.3. Bản đồ phân vùng hạn thủy văn của tình Phú Thọ tháng XI -1992 đến tháng II -1993

#### 3.2 Kết quả tính toán hệ số hạn cho tỉnh Hòa Bình và Phú Thọ theo các kịch bản biến đổi khí hậu

Các kịch bản phát thải khí nhà kính được chọn để tính toán xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam nói chung hay cho 2 tỉnh Hòa Bình và Phú Thọ nói riêng là ba kịch bản A2, B2 và B1.

Trong phạm vi báo cáo này, chúng tôi đã dựa theo kịch bản thay đối lượng mưa và bốc hơi của 3 kịch bản để tính toán dòng chảy đến qua đó xác định được  $K_{khô}$ ,  $K_{can}$ ,  $K_{han}$  cho các lưu vực. Kết quả tính toán hệ số hạn cho các lưu vực theo 3 kịch bản A2, B2, B1 được trình bày trong các bảng đưới.

Bảng 1.3. Kết quả tính toán hệ số hạn cho các lưu vực thuộc tinh Hòa Bình mùa khô 2032/2033 – Kịch bản A2, B2 và B1

	Trạm	Vụ Bản	Hòa Bình	Ba Thá	Hồi Xuân	Hung Thi
A2	11/2032	0,8469	0,5316	0,7079	0,6768	0,7603
	12/2032	0	0,4192	0,5598	0,5341	0,5760
	1/2033	0,8868	0,8156	0,8981	0,9415	0,8315
	2/2033	0.7067	0,6974	0,6990	0,8695	0,7730
	3/2033	0,7517	0,7170	0,6736	0,8618	0,5933

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biến đối Khí hậu

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trưởng và Biến đồi Khí hậu

	Trạm	Vụ Bản	Hòa Bình	Ba Thá	Hồi Xuân	Hưng Thi
	4/2033	0	0,2473	0,3153	0.8792	0,6232
	11/2032	0,8469	0,5314	0,7082	0.6767	0,7602
	12/2032	0	0,4190	0,5599	0,5338	0,5758
<b>D</b> .2	1/2033	0,8869	0,8159	0,8983	0.9414	0,8319
D.2	2/2033	0,7065	0,6972	0,6991	0,8693	0,7730
	3/2033	0,7517	0,7173	0.6738	0,8617	0,5935
	4/2033	0	0,2486	0,3157	0,8791	0,6235
	11/2032	0,8468	0,5333	0,7090	0,6767	0,7611
	12/2032	0	0,4221	0,5643	0,5340	0,5806
Вl	1/2033	0,8868	0,8161	0,8985	0.9414	0,8325
	2/2033	0,7067	0,6983	0,7008	0,8694	0,7744
	3/2033	0,7516	0,7180	0,6755	0,8617	0,5959
	4/2033	0	0,2551	0,3202	0,8791	0,6259

Bàng 1.5. Kết quả tính toán hệ số hạn thủy văn cho các lưu vực thuộc tính Phủ Thọ mùa khô 2032/2033 – Kịch bản A2, B2 và B1

	Trạm	Hòa Bình	Phù Ninh	Son Tây	Thác Bà	Thanh Son	Yên Bái
	11/2032	0.6532	0.6892	0.6083	0.4601	0.3578	0.2946
	12/2032	0,5020	0.2231	0.3343	0	0.3570	0
4.2	1/2033	0.8374	0.7069	0.7485	0.5526	0.6781	0.4989
134	2/2033	0.7081	0	0.4698	0	0	0
	3/2033	0.7275	0.6854	0.5697	0.5208	0	0.5071
	4/2033	0.2601	0.4779	0.6563	0	0.1762	0
	11/2032	0.6532	0.6894	0.6083	0.4601	0.3578	0.2944
87	12/2032	0.5019	0.2231	0.3345	0	0.3569	0
112	1/2033	0.8375	0.7074	0.7490	0.5528	0.6782	0.5007
	2/2033	0,7078	0	0.4697	0	0	0
	3/2033	0.7277	0.6857	0.5698	0.5210	0	0.5076
	4/2033	0.2612	0.4785	0.6568	0	0.1772	0
	11/2032	0.6536	0.6889	0.6087	0.4585	0.3558	0.2980
	12/2032	0.5001	0.2123	0.3324	0	0.3515	0
BI	1/2033	0.8374	0.7104	0.7507	0.5565	0.6796	0.5080
	2/2033	0.7069	0	0,4716	0	0	0
	3/2033	0.7297	. 0.6885	0,5741	0.5247	0	0.5132
	4/2033	0.2694	0.4826	0.6597	0	0.1855	0

Dựa trên kết quả tính toán hệ số hạn thủy văn , chúng tôi đã xây dựng được bản đổ phân vùng hạn hán thủy văn cho các tháng mùa khô từ cuối năm 2032 đến đầu năm 2033 được thể hiện tự Hình 1.4và 1.5.

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biển đổi Khí hậu

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trường và Biến đối Khí hậu



the second s



Hình 1.5. Bản đổ phân vùng hạn thủy văn của tỉnh Phủ Thọ tháng I-2032 ứng với các kịch bản

#### 4. Kết luận

Kết quả tính toán ở trên cho thấy, trong tương lai, sự khắc nghiệt của hạn thủy văn ở các tỉnh Hòa Bình và Phú Thọ có xu hướng tăng lên, vùng có hạn nặng mở rộng hơn so với giai đoạn 1980 - 1999. Sự chênh lệch của Khạn giữa các kịch bản không lớn.

Những thay đổi nhiệt độ và lượng mưa có thể dẫn đến thay đổi lớn tỷ lệ dòng chảy, tăng khả năng và mức độ nghiêm trọng của hạn hán. Trong tương lai tháng I vẫn là tháng nguy cơ hạn hán ở mức độ nặng nhất, toàn bộ diện tích tỉnh có nguy cơ xảy ra hạn nặng. Đây là thời kỷ nhu cầu nước tưới lớn nhất trong năm và là tháng giữa mùa khô nên khả năng sinh hạn là rất lớn.

Nhìn chung chỉ số hạn trong tương lai thấp dần từ vùng thấp lên vùng cao. Giá trị của Khạn tháng I (tháng có mức hạn cao nhất) đao động trong khoảng 0,8 - 0,9.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- GS.TS Đào Xuân Học (2003). Hạn hán và những giải pháp giảm thiệt hại -NXB Nông nghiệp, Hà Nội
- BộTN& MT. 2009. Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biến dâng cho Việt Nam.

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biến đối Khí hậu

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trường và Biến đối Khí hậu

#### ASSESSMENT OF IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON HYDROLOGICAL DROUGHT IN PROVINCES OF HOA BINH AND PHU THO

#### Nguyen Kim Tuyen, Nguyen Hoang Minh, Le Huu Hoang, Nguyen Phuong Thao, Tran Thi Van, Tran Hong Thai

Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment

Climate change (CC) is one of the biggest challenges to human in 21<sup>st</sup> century. CCmay brings about serious impacts on activities, production and living environment of human. CC has leaded to an increase in average temperature and one of its consequences is sea level rise. It may lead to unpredictable changes in the flow regime of rivers and streams. As a consequence, flood, drought would be more severe, water shortage would be more serious, salinity intrusion would move deeply to main land. Every unforeseen impact of flood and drought may lead to bad influence on socio-economic development. Aiming at assessing changes of level and scale of drought in Hoa Binh and Phu Tho provinces under the impacts of CC, this paper has studied, analysed, calculated, identified the severity of drought in the future following to the three CC scenarios B1, B2 and A2. BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG



# TUYỂN TẬP BÁO CÁO

## HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA VỀ KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN, MÔI TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

## LẦN THỨ XV

### TẬP II

### THỦY VĂN - TÀI NGUYÊN NƯỚC, MÔI TRƯỜNG VÀ BIỂN





NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG

## TUYỂN TẬP BÁO CÁO Hội thảo khoa học quốc gia về khí tượng, thủy văn, môi trường và biến đổi khí hậu

TẬP II

THỦY VĂN – TÀI NGUYÊN NƯỚC, MÔI TRƯỜNG VÀ BIỂN

Hà Nội, tháng 3 - 2012

### NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

In 200 cuốn khổ 21 x 29.7 cm tại Công ty cổ phần in và dịch vụ văn phòng Tân Đại Việt Giấy xác nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số: 222-2012/CXB/01-19/BKHN, do Cục Xuất bản cấp ngày 28/02/2012. Quyết định xuất bản số 01/QĐXB-NXBKHKT, cấp ngày 01/03/2012 In xong và nộp lưu chiếu quý I năm 2012.

#### MUC LUC

### LỜI NÓI ĐẦU

### THỦY VĂN - TÀI NGUYÊN NƯỚC

- 1 Mô phỏng ngập lụt khu vực hạ lưu đập cửa Đạt đến Bái Thượng 1 Trần Ngọc Anh, Đặng Đình Đức, Nguyễn Thế Anh, Nguyễn Thanh Sơn, Hoàng Thái Bình
- 2 Đánh giá tác động của việc sử dụng nước phía thượng lưu đến tài 8 nguyên nước lưu vực sông Hồng Lương Tuấn Anh
- 3 Mô hình FEBPNN thiết lập mối quan hệ phi tuyến giữa các yếu tố 15 khí tượng thủy văn Lê Xuân Cầu

22

- 4 Một số kinh nghiệm về lập Quy hoạch tài nguyên nước Nguyễn Chí Công
- 5 Nghiên cứu, tính toán trao đổi lượng nước ảo thông qua lúa gạo và 26 các nông săn chính ở Việt Nam Lương Hữu Dũng, Hoàng Minh Tuyển, Lê Tuấn Nghĩa, Ngô Thị Thủy
- 6 Nghiên cứu dự báo thủy văn dài hạn thí điểm cho một số trạm thủy 32 văn trên lưu vực sông Thái Bình và sông Ba Hoàng Văn Đại, Đặng Thị Lan Phương, Đỗ Thị Luyến
- 7 Phương pháp lập bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét ở Việt Nam, áp 39 dụng thử nghiệm cho tỉnh Yên Bái Lã Thanh Hà, Hoàng Văn Đại, Văn Thị Hằng
- 8 Xây dựng công thức IDF và công thức tính cường độ mưa thời 46 đoạn ngắn từ lượng mưa ngày vùng Hà Nội Đoàn Thanh Hằng, Lê Xuân Cầu, Nguyễn Thanh Hà
- 9 Xác định cao độ nền và bễ chứa chống ngập đô thị ở đường Sư Vạn 51 Hạnh Q.10 TP Hồ Chí Minh Trương Văn Hiếu
- 10 Xây dựng đường cong quy tắc vận hành tối ưu hồ chứa thủy điện 58 mùa cạn

Nguyễn Hữu Khải, Lê Xuân Cầu

11 Nghiên cứu thử nghiệm hệ thống cảnh báo lũ quét (FFGS) trong 64 cảnh báo lũ quét tại Việt Nam Bùi Đức Long, Phùng Tiến Dũng

Ứng dụng mô hình thủy lực hai chiều HDM lập bản đồ ngập lụt 71 12 sông Cái Nha Trang Nguyễn Văn Lý, Bùi Văn Chanh

- Xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở đất huyện Mai Châu, tỉnh Hòa Bình 77 13 Doãn Hà Phong, Lê Phương Hà, Nguyễn Thị Minh Hằng
- Xây dựng bản đồ ngập lụt, hệ thống tháp báo lũ và phương án dự 82 14 báo, cảnh báo nguy cơ ngập lut vùng trũng thấp huyên Lắk, tỉnh Đắk Lắk

Nguyễn Hoàng Tâm

Đánh giá tác động của Biến đổi khí hậu đến Tài nguyên nước tỉnh 89 15 Thái Nguyên

Trần Hồng Thái, Trần Thị Minh Hương, Đỗ Thị Hương, Phạm Thị Thu Trang

- Nghiên cứu áp dụng mô hình Mike 11 đánh giá tác động điều tiết 96 16 dòng chảy thượng lưu đối với đồng bằng sông Hồng - Thái Bình Phan Văn Thành, Lương Tuấn Anh, Hoàng Văn Đại, Lương Hồ Nam, Đặng Thị Lan Phương, Hoàng Phương Thảo
- Một số vấn đề liên quan đến xây dựng quy trình điều hành hệ thống 102 17 hồ chứa lớn trên sông Hồng trong mùa cạn Hoàng Minh Tuyển
- Hệ thống chỉ tiêu thống kê, đánh giá tài nguyên nước mưa và nước 108 18 măt

Trần Thanh Xuân, TS. Nguyễn Kiên Dũng

- Một số vấn đề về Tài nguyên nước sông xuyên biên giới 19 115 Trần Thanh Xuân, Hoàng Minh Tuyển
- Những kết quả chính về nghiên cứu Thủy văn và Tài nguyên nước 121 20 trong 35 năm qua của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường và phương hướng nghiên cứu trong thời gian tới Trần Thanh Xuân, Lã Thanh Hà, Hoàng Minh Tuyển
- Phân bố dòng chảy năm trong lưu vực và tổng lượng dòng chảy 128 21 năm của sông Hồng Trần Thanh Xuân, Ngô Thị Thủy

#### MÔI TRƯỜNG

ii

Sơ bộ đánh giá chất lượng một số mẫu nước máy tại khu vực Hà Nội 135 22 Bạch Quang Dũng, Đinh Thái Hưng, Nguyễn Hồng Việt, Đào Thi Thu Hương

23	Đánh giá hiện trạng chất lượng nước các hồ trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa	141
	Nguyễn Đức Hạnh, Trịnh Minh Ngọc, Nguyễn Thanh Sơn, Trần Ngọc Anh, Bùi Minh Sơn, Hoàng Thái Bình	
24	Ảnh hưởng của ô nhiễm không khí đến chất lượng nước mưa Trương Văn Hiếu, Hoàng Khánh Hòa, Nguyễn Văn Trọng, Nguyễn Văn Hồng	151
25	Phương pháp quan trắc đánh giá tổng hợp chất lượng môi trường không khí, nghiên cứu điển hình tại Hà Nội Ngô Thọ Hùng, Dương Hồng Sơn, Ngô Thị Vân Anh, Hà Thị Liên, Nguyễn Duy Dương	160
26	Sử dụng tro than bay và BENTONIT để tách OLYCLOBIPHENYL trong dầu biến thế <sup>2</sup> Đỗ Quang Huy, Trần Hồng Thái, Vũ Thị Hanh	166
27	Nghiên cứu khả năng xử lý đất ô nhiễm TRINITROTOLUEN bằng thực vật bậc cao Đinh Ngọc Tấn, Trần Hồng Thái, Chu Tuấn Linh	172
28	Đề xuất bộ tiêu chí xác định các loại hình công nghiệp cần cấm và hạn chế đầu tư trên các lưu vực sông, áp dụng thí điễm cho sông Đồng Nai	178
29	Trần Hồng Thái, Đặng Kim Chi, Đỗ Thị Hương, Trần Thị Thanh Hải <b>Phân vùng phục vụ quy hoạch bảo vệ môi trường lưu vực sông, thí</b> <b>điển trên lưu vực sông Nhuệ - Đáy</b> Trần Hồng Thái, Đặng Trung Thuận, Đỗ Thị Hương, Nguyễn Thị Phương Hoa	186
30	Úng dụng mô hình METI-LIS tính toán phát thải khí ô nhiễm không khí từ giao thông Hoàng Trung Thành, Đàm Duy Hùng, Trần Thị Diệu Hằng, Nguyễn Thanh Tường, Nguyễn Thanh Hoài, Vũ Xuân Hùng, Lê Thị Hường, Lê	192
31	<ul> <li>Van Linn, Le Van Quy</li> <li>So sánh một số phương pháp trong đánh giá tính dễ bị tổn thương</li> <li>xã hội trước các nguy cơ tiềm ẩn của môi trường</li> <li>Tô Ngọc Thúy</li> </ul>	199
32	Đa đạng thực vật phù du (phytoplankton) ở khu vực ven biển huyện đảo Vân Đồn tỉnh Quảng Ninh Lê Xuân Tuấn	204
33	Đa dạng sinh học khu vực ven đảo Cồn Cô, tỉnh Quảng Trị Lê Xuân Tuấn, Đàm Đức Tiến	210

34	Bước đầu đánh giá mức độ nhạy cảm đối với ô nhiễm dầu tới đa dạng sinh học vùng ven biển tỉnh Kiên Giang	216
35	Lê Xuân Tuần, Nguyễn Thế Thịnh, Trương Công Định, Nguyễn Hải Anh Xây dựng chương trình bồi dưỡng kiến thức về biến đổi khí hậu cho cán bộ địa phương ngành Tài nguyên Môi trường Nguyễn Hồng Việt, Đào Thị Thu Hương, Đinh Thái Hưng, Bạch Quang Dũng, Đặng Ngọc Lan	223
BIĖ	IN IN	
36	Ănh hưởng của đập thủy điện Hòa Bình tới quá trình sản xuất vật chất hữu cơ vùng biển ven bờ Đồng bằng Bắc Bộ Đoàn Bô, Nguyễn Đức Cư	229
37	Lượng hóa mức độ tổn thất do thiên tai có nguồn gốc khí tượng thủy văn tại các vùng ven biển Việt Nam Đỗ Đình Chiến, Nguyễn Anh Ngọc, Ngô Thị Vân Anh	235
38	Tính toán và phân tích xu thế bồi tụ, xói lở khu vực Cửa Đáy Nguyễn Xuân Hiển, Dương Ngọc Tiến, Nguyễn Thọ Sáo	241
39	Xây dựng bản đồ nhạy cảm đường bờ khu vực vịnh Gành Rái ứng phó sự cố tràn dầu Phạm Đặng Mạnh Hồng Luân, Ngô Nam Thịnh, Nguyễn Thụy Hằng, Trần Tuấn Hoàng	247
40	Ứng dụng mô hình tính toán lan truyền nước dần tàu Nguyễn Kỳ Phùng, Ngô Nam Thịnh, Trần Tuấn Hoàng	253
41	Tính toán phân tích dao động mực nước trong cảng biển bằng mô hình số trị Nguyễn Bá Thủy, Nguyễn Thanh Trang	259
42	Úng dụng mô hình Mike 3 tính toán lan truyền nhiệt trong nước biển khu vực nhà máy nhiệt điện Quảng Trạch Pham Văn Tiến, Lê Quốc Huy, Trần Duy Hiền, Khương Văn Hải	265
43	Hiện trạng phát triễn năng lượng biển và đề xuất giải pháp cho Việt Nam Dư Văn Toán, Lê Xuân Tuấn, Phùng Đăng Hiếu, Nguyễn Quốc Trinh	271

Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trưởng và Biến đối Khí hậu

#### ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẠU ĐÊN TÀI NGUYÊN NƯỚC TỈNH THÁI NGUYÊN

#### Trần Hồng Thái, Trần Thị Minh Hương, Đỗ Thị Hương, Phạm Thị Thu Trang (1) Viên Khoa học Khí tương Thủy văn và Môi trưởng

<sup>(2)</sup>Sở Tài nguyên và Môi trường Tính Thái Nguyên

Theo các tài liệu công bố, từ năm 1994 trở lại đây, trung bình hàng năm tại tinh Thái Nguyên thường xuất hiện 4 trận lũ và diện tích ngập lụt từ 10 – 40km<sup>2</sup>. Các khu vực thưởng xuyên bị ngập do mưa lớn kèm theo lũ quét nằm phía Đông Nam thành phố, phía Tây huyện Đồng Hỷ, Phổ Yên và các thung lũng vùng đá vôi ở huyện Võ Nhai và Định Hóa. Ngoài ra các hiện tương thiên tai khắc nghiệt, những diễn biến thời tiết bất thưởng khác cũng ảnh hưởng không nhỏ tới đời sống người dân nơi đây.

Mục đích của bài báo là nghiên cứu và đánh giá tác động của biến đối khí hậu tới dòng chảy năm, dòng chảy mùa lũ, dòng chảy mùa cạn và lưu lượng đinh lũ trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên, dựa trên những tính toán và các kịch bản biến đối khí hậu đã được công bố với cơ sở dữ liệu nền giai đoạn 1980 – 1999.

#### 1. Mở đầu

Thái Nguyên là vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa. Trong những năm gần đậy chế độ khí hậu có những biểu hiện trái quy luật. Từ năm 1984 đến nay lượng mưa trung bình năm có xu hướng giảm nhưng có những trận mưa lớn kéo dài nhiều ngùy với lượng mưa lên đến 200 – 300mm. Độ ẩm trung bình năm cũng giảm dần sau hơn 20 năm qua. Nhiệt độ trung bình hàng năm đã và đang tăng dần; nhiệt độ của mùa đông có xu hưởng tăng nhanh hơn và số lượng các đợt rét trong năm giảm hẳn, số lượng ngày nắng nóng kéo dài tăng lên.

Nội dung bài báo tập trung nghiên cứu xu thế diễn biến các yếu tố khí tượng khí hậu, các kịch bản biến đổi khí hậu về bốc hơi, nhiệt độ và lượng mưa tại tình Thái Nguyên; từ đó đánh giá tác động của biến đồi khí hậu lên tài nguyên nước của tình. Kết quả của đánh giá tác động này có ý nghĩa lớn đối với việc xây dựng các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch hành động ứng phó với biến đối khí hậu trên địa bàn tinh Thái Nguyên.

#### Đặc điểm khí hậu ở tỉnh Thái Nguyên

#### 2.1. Đặc điểm chung

Khí hậu của tinh Thái Nguyên chia làm hai mùa rõ rệt, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10 và mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Do địa hình thấp dần từ Bắc xuống Nam nên trong mùa đông, khí hậu của Thái Nguyên được phân hóa thành 3 vùng rõ rệt: Vùng lạnh nhiều (phía Bắc huyện Võ Nhai), vùng lạnh vừa (huyện Định Hoá, Phú Lương, Nam Võ Nhai) và vùng ấm(huyện Đại Từ, Đồng Hý, Phổ Yên, Phú Bình, Thị xã Sông Công và thành phố Thái Nguyên).

Vào mùa mưa với lượng mưa tập trung lớn thưởng xảy ra tai biến như sựt lở, trượt đất, lũ quét ở một số triển đồi núi và lũ lụt ở khu vực dọc theo lưu vực sông Cẩu và sông Công.

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Môi trường và Biển

644 Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu

#### 2.2. Phân bố mưa

Với lượng mưa năm khá lớn, trung bình 1.500-2.500 mm, tổng lượng nước mưa tự nhiên của tính Thái Nguyên dự tính lên tới 6,4 tỷ m3/năm. Tuy nhiên, lượng mưa phân bố không đều theo thời gian và không gian.

- Theo không gian, lượng mưa tập trung cao ở thành phố Thái Nguyên, huyện Đại Từ, trong khi đó tại huyện Võ Nhai, Phú Lương lượng mưa thấp ít hơn.

- Theo thời gian, lượng mưa tập trung khoảng 87% vào mùa mưa (từ tháng 5 đến tháng 10), trong đó riêng lượng mưa tháng 8 chiếm đến gần 30% tổng lượng mưa cả năm và vì vậy thường gây ra những trấn lũ lut lớn. Vào mùa khô, mưa nhỏ thâm chí trong thời gian nhiều ngày không có mưa, đặc biệt là tháng 12, lượng mưa trong tháng chỉ chiếm 0.5% lương mưa cả năm.

#### 3. Kich bản BĐKH cho tỉnh Thái Nguyên

Theo khuyên nghị của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2009), kịch bản BĐKH của Thái Nguyên được xây dựng bao gồm kịch bản biến đối về nhiệt độ, bốc hơi và biến đối lượng mưa theo ba kịch bản A2, B1 và B2. Kịch bản chi tiết cho tỉnh Thái Nguyên cho thấy xu thể tăng ở cả 3 yếu tố nhiệt độ, bốc hơi và lượng mưa. Xét trên toàn tinh Thái Nguyên, nghiên cứu lựa chọn trạm Thái Nguyên là trạm khí tượng đại diện bởi có số liệu do đạc đồng bộ các yếu tố nhiệt độ, bốc hơi và lượng mưa. Chuỗi số liệu của trạm Thái Nguyên từ năm 1980 tới năm 1999 được sử dụng như là thời kỳ nên để tiến hành tính toán, dự tính theo các kịch bản BĐKH. Các kịch bản BĐKH cho tỉnh Thái Nguyên được thể hiện ở dưới đây.

#### 3.1. Kịch bản về nhiệt độ

Nhiệt độ tại trạm Thái Nguyên có xu hướng tăng lên ở cả 3 kịch bản BĐKH.

- Theo kich bàn A2, trong giai doan từ 2020 đến 2099 nhiệt độ trung bình năm tăng so với thời kỷ nên trung bình 2,5°C, nhiệt độ trung bình mùa lũ tăng 2,8°C, còn trung bình mùa kiệt tăng 1,9°C.



Hieu de ti le nhiet de nam tang thes

-Theo kịch bản B1, nhiệt độ trung bình năm ở thời kỷ 2080-2099 tăng trung bình 1,8ºC so với thời kỳ nền; mùa lũ tăng khoảng 1,7ºC; mùa kiệt tăng trung bình 1.7°C.



- Theo kịch bản B2, giai đoạn 2080-2099 so với thời kỷ nền ở nhiệt đô trung bình năm, trung bình mùa lũ và trung bình mùa kiệt cho thấy mức tăng lẫn lượt như sau: 2,5°C, 2,3°C và 1,5°C.

#### 3.2. Kịch bản về lượng bốc thoát hơi tiểm năng

Sự gia tăng của nhiệt độ dẫn tới bốc hơi tiểm năng có xu hướng tăng ở tất cả các kịch bản A2, B1 và B2. Trong đó, kịch bản A2 có lượng tăng mạnh nhất, kịch bản B1 có lượng tăng ít nhất.




Hình 2. Mửc tăng bốc hơi trong các kịch bản BĐKH tại trạm Thái Nguyễn

#### 3.3. Kịch bản về lượng mưa

Lượng mưa trung bình năm có xu hướng tăng lên ở cả 3 kịch bản A2, B1, B2, Tuy nhiên, lượng mưa không tăng đều ở tất cả các tháng mà có xu hướng tãng lên rất mạnh vào mùa mưa và giảm vào mùa khô.

- Trong mùa khô, lượng mưa giảm mạnh vào các tháng I (giảm so với thời kỷ nền trung bình 5%; 4% và 4,7% ở kịch bản A2, B1, B2), tháng III (so với thời kỳ nền lượng mưa giảm 3,1%; 2,4% và 2,8% ở các kịch bản A2, B1, B2) và giảm mạnh nhất vào tháng IV (giảm so với thời kỳ nền 8,3%; 6,6% và 7,8% ở kịch bản A2, B1, B2). Tuy nhiên, vào các tháng đầu mùa khô lượng mưa lại có xu hướng tăng lên, vào tháng XI tăng trung bình 2,6%, 2% và 2,4% so với thời kỳ nền ở các kịch bản A2, B1 và B2.

 Giai đoạn 2020-2059, sự khác biệt giữa các kịch bản là không nhiều, lượng mưa năm theo kịch bản A2, B2 tăng so với giai đoạn nền là 3,82% và 3,96%;

 Giai đoạn 2060-2099, lượng mưa năm theo kịch bản A2 có sự gia tăng mạnh mẽ hơn so với kịch bản B2 với lượng tăng tương ứng là 5,89% và 5,61%.



Hình 3. Mức tăng lượng mưa trong các kịch bản BĐKH tại tram Thái Nguyễn

#### 4. Tác động của BĐKH đến tài nguyên nước ở tỉnh Thái Nguyên

Do đặc điểm vị trí xa biển nên tỉnh Thái Nguyên không chịu tác động trực tiếp của hiện tượng nước biển dâng. Vì vậy tác động chủ yếu của BĐKH dến tài nguyên nước trên địa bản tỉnh là sự thay đối nhiệt độ, bốc hơi, mưa, ... dẫn tới sự thay đối dòng chảy trong năm, dòng chảy mùa lũ, mùa cạn.

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Môi trưởng và Biến

#### 646

#### Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu

Để phục vụ cho phân tích, đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước trên địa bản tỉnh Thái Nguyên theo các kịch bản biến đồi khí hậu, báo cáo sử dụng mô hình mưa dòng chảy NAM để tính toán, cung cấp tài liệu đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11 tính toán dòng chảy lũ, lưu lượng đình lũ tại trạm đại điện Thác Bưởi. Căn cứ theo kịch bản BĐKH, với điều kiện, hoàn cảnh của Thái Nguyên kịch bản ứng với mức phát thải cao A2 và trung bình B2 được khuyến nghị sử dụng. Sau đây là một một số kết quả chính của nghiên cửu ảnh hưởng của BĐKH đến TNN ở Thái Nguyên.

#### 4.1. Tác động đến dòng chảy năm

Dưới tác động của BĐKH, dòng chảy năm có xu hướng tăng so với kịch bản nền 1980 – 1999. Sự thay đổi của dòng chảy năm giữa hai kịch bản A2 và B2 cũng không khác nhau nhiều trong giai đoạn từ 2020 – 2079. Chỉ từ năm 2080 – 2099, dòng chảy theo kịch bản A2 tăng rõ rệt hơn so với kịch bản B2 (bảng 1).



Hình 4. Sự thay đối dòng chảy trung bình năm theo kịch bản A2, B2

Kịch bản	Luu lu	Lưu lượng trung bình năm các thời kỳ (m³/s)				Mức thay đổi lưu lượng trung bình năm so với thời kỳ 1980 - 1999					
	1980 - 2020 - 1999 2039	980 - 2020 -	2040 -	2080 -	2020 - 2039 2040 - 2059		2059	2080	- 2099		
		2039	2059	2099	$m^3/s$	%	$m^3/s$	%	$m^3/s$	%	
A2	54,4	54,7	55,2	57,0	0,37	0,7	0,86	1,6	2,67	4,9	
B2	54,4	54,7	55,3	56,4	0,37	0,7	0,91	1,7	2,07	3,8	

Bảng 1. Lưu lượng trung bình năm và mức thay đôi dòng chảy trung bình năm tai tram Thác Bưởi thời kỷ 1980-1999 và các kịch bản BĐKH A2, B2

#### 4.2. Tác động đến dòng chảy mùa lũ

Dưới tác động của biến đối khí hậu, dòng chảy lũ cũng có xu thế tăng lên. Xu thế tăng của dòng chảy trong mùa lũ trong các kịch bản cũng tương tự xu thế của dòng chảy năm: dòng chảy mùa lũ theo kịch bản A2 tăng nhiều hơn so với kịch bản B2. Trong kịch bản B2, dòng chảy trung bình mùa lũ tăng 3,0% trong thời kỷ 2040 – 2059; đến thời kỷ 2080 – 2099 là 6,1% (bảng2).



Hình 5. Sự thay đổi dòng chảy mùa lũ theo kịch bản A2, B2 so với kịch bản nền

Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trường và Biến đối Khí hậu 647

Kịch bản	Lưu lượng trung bình mùa lũ các thời kỳ (m <sup>3</sup> /s)				Mức thay đổi lưu lượng trung bình mùa lũ so với thời kỷ 1980 - 1999					
	1980 - 1999	2020 - 2039	2040 - 2059	2080 - 2099	$\frac{2020}{m^{3}/s}$	2039	$\frac{2040 - m^3}{s}$	2059	$\frac{2080}{m^3/s}$	- 2099 %
A2	114	116	117	123	1,6	1,4	3,25	2,9	8,7	7,6
B2	114	116	118	121	1,6	1,4	3,4	3,0	6,97	6.1

Bàng 2: Lưu lượng trung bình mùa lũ và mức thay đổi lưu lượng trung bình mùa lũ tai tram Thác Bưởii thời kỳ 1980 – 1999 và các kịch bản A2, B2

#### 4.3. Tác động đến lưu lượng đình lũ

Lưu lượng đình lũ thiết kế được xác định từ mô hình NAM kết hợp với phương pháp tần suất, tính toán đình lũ lớn nhất năm thiết kế ứng với tần suất 1% và 5% tại trạm thủy văn Thác Bưởi cho thấy:

Biến đổi khí hậu làm gia tăng mức độ nguy hiếm của lũ lụt, thể hiện ở lưu lượng đình lũ và tổng lượng lũ tăng lên (bảng 3). Lưu lượng đình lũ (Q<sub>max</sub>) tương ứng với các tần suất có xu thể tăng, mức tăng nhiều hơn với các tần suất nhỏ.

Bảng 3: Lưu lượng đình lũ Qmax ứng với tần suất 1% và 5% tại trạm Thác Bười theo các kịch bàn BĐKH A2, B2 (m<sup>3</sup>/s)

Kịch bản	Qmax thực đo thời kỷ 1980-1999		Thời kỷ 2020- 2039		Thời kỷ 2040- 2059		Thời kỳ 2080-2099	
	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%
A2	3.371	2.611	3.525	2.724	3.630	2.809	3.971	3.085
B2	3.371	2.611	3.524	2.723	3.641	2.817	3.876	3.009

Bảng 4: Mức thay đổi lưu lượng đỉnh lũ Qmax ứng với tần suất 1% và 5% tại trạm Thác Bưởi so với thời kỷ 1980 – 1999(%)

Kich	Thời kỷ 2	020-2039	Thời kỳ 2	2040-2059	Thời ký 2080-2099		
bản	1%	5%	1%	5%	1%	5%	
A2	4,6	4,3	7,7	7,6	17,8	18,1	
B2	4,5	4,3	8,0	7,9	15,0	15,2	

#### 4.4. Tác động đến dòng chảy mùa cạn

Ngược lại với xu thế của dòng chảy năm và dòng chảy mùa lũ, dòng chảy mùa cạn lại có xu thế giảm dần trong thời kỳ 2020 – 2099 (hình 6).

 + Thời kỳ 2020 – 2059 xu thế giảm giữa các kịch bản giống nhau.

+ Thời kỷ 2080 – 2099 xu thế giữa các kịch bản có sự khác nhau rõ rệt. Đông chây mùa cạn theo kịch bản A2 giảm 4,4%; theo kịch bản B2 giảm 4,1% (bảng 5).



Hình 6. Sự thay đổi dòng chảy mùa cạn theo kịch bản A2, B2 so với kịch bản nền

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Môi trường và Biển

93

648 Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu

Kịch bản	Lưu lượng trung bình mùa cạn các thời kỳ (m <sup>3</sup> /s)				Mức thay đổi lưu lượng trung bình mùa cạn so với thời kỳ 1980 - 1999					
	1980 - 2020 - 1999 2039	980 - 2020 -	2040 -	2080 -	2020 -	- 2039	2040 -	2059	2059 2080 - 2099	
		2059 2099	$m^3/s$	%	$m^3/s$	%	$m^3/s$	%		
A2	20,4	20,1	19,9	19,5	-0,37	-1,8	-0,57	-2,8	-0,9	-4,4
В2	20,4	20,1	19,9	19,6	-0,37	-1,8	-0,58	-2,8	-0,85	-4,1

Bảng 5. Lưu lượng trung bình mùa can và mức thay đổi lưu lượng trung bình mùa cạn tai tram Thác Bưới thời kỷ 1980 – 1999 và các kịch bản A2, B2

#### 5. Kết luân

Nhìn chung, biến đổi khí hậu làm nhiệt đô, lượng bốc hơi tiểm năng tăng và phân phối lượng mưa trong năm thay đổi đã tác động tiêu cực đến tài nguyên nước trên địa bàn tinh Thái Nguyên.

Dòng chảy trung bình năm theo A2 và B2 đều tăng so với thời kỳ nền, đến thời kỷ 2080 - 2099 mức độ tăng tương ứng của hai kịch bản là 4,9% và 3,8%.

Dòng cháy mùa lũ dưới tắc động của biến đối khí hậu cũng tăng so với thời kỳ 1980 - 1999 theo hai kịch bản A2 và B2 tương ứng là 7,6% và 6,1%.

Đối với lưu lượng đình lũ Qmax 1% và 5%, mức tăng thể hiện rõ nét ngay tại thời kỷ 2040 - 2059: tương ứng với Qmax 1% và 5%,kịch bản A2 tăng 7,7% và 7,6% và B2 tăng 8,0% và 7,9%. Đến giai đoạn 2080-2099, mức độ tăng là 17,8% và 18,1% (kịch bản A2); 15,0% và 15,2% (kịch bản B2)

Ngược lại xu thế tăng của dòng chảy năm, dòng chảy lũ là xu thế giảm dần của dòng chảy cạn. Theo kịch bản A2, mức giảm 1,8% (giai đoạn 2020 - 2039) tăng lên 4,4% (giai đoạn 2080 - 2099); theo kịch bản B2 mức giảm tương ứng là 1,8% và 4,1%.

#### TÀI LIEU THAM KHẢO

- 1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010), Kịch bản BĐKH, nước biến dâng cho Việt Nam, Hà Nội.
- 2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2008), Chương trình mục tiêu Quốc gia ứng phó với biến đối khí hậu, Hà Nội,
- 3. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010). Tác động của BĐKH lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng, Hà Nội.
- 4. Sở Tài nguyên và Môi trưởng tỉnh Thái Nguyên (2011), "Xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên", Thái Nguyên.
- 5. Niêm giám thống kê tỉnh Thái Nguyên 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010.

Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trưởng và Biến đổi Khí hậu 649

#### ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE IMPACT ON WATER RESOURCES IN THAI NGUYEN PROVINCE

### Tran Hong Thai<sup>(1)</sup>, Tran Thi Minh Huong <sup>(2)</sup>, Do Thi Huong<sup>(1)</sup>, Phạm Thị Thu Trang<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment <sup>(2)</sup> Environment and Natural resources Department of Thái Nguyên

From 1994, according to published data, annually, there have been approximate four floods in Thai Nguyen province, flooded area from 10 - 40km<sup>2</sup>. The areas frequently flooded by typhoon, located in the southeast of Thai Nguyen city, the west of Dong Hy, Pho Yen district and at the limestone valleys in Dinh Hoa and Vo Nhai district. Besides, other extraordinary phenomena of weather also impact on the lives of people here.

The purpose of this paper is to research and evaluate the impacts of climate change . on the annual flow, flood flow, dry flow and flood peak discharge of Thai Nguyen province, based on the simulation and the climate change scenarios which have been published with database in the period 1980-1999.

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Môi trường và Biển

650 BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG



# TUYỂN TẬP BÁO CÁO Hội thảo khoa học quốc gia về khí tượng, thủy văn, môi trường và biến đổi khí hậu

# LẦN THỨ XV

TẬP II

THỦY VĂN - TÀI NGUYÊN NƯỚC, MÔI TRƯỜNG VÀ BIỂN





NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG

# TUYỂN TẬP BÁO CÁO

HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA VỀ KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN, MÔI TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

TẬP II

THỦY VĂN – TÀI NGUYÊN NƯỚC, MÔI TRƯỜNG VÀ BIỂN

Hà Nội, tháng 3 - 2012

### NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

In 200 cuốn khổ 21 x 29.7 cm tại Công ty cổ phần in và dịch vụ văn phòng Tân Đại Việt Giấy xác nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số: 222-2012/CXB/01-19/BKHN, do Cục Xuất bản cấp ngày 28/02/2012. Quyết định xuất bản số 01/QĐXB-NXBKHKT, cấp ngày 01/03/2012 In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2012.

#### MUC LUC

#### LỜI NÓI ĐẦU

#### THỦY VĂN - TÀI NGUYÊN NƯỚC

- 1 Mô phỏng ngập lụt khu vực hạ lưu đập cửa Đạt đến Bái Thượng 1 Trần Ngọc Anh, Đặng Đình Đức, Nguyễn Thế Anh, Nguyễn Thanh Sơn, Hoàng Thái Bình
- 2 Đánh giá tác động của việc sử dụng nước phía thượng lưu đến tài 8 nguyên nước lưu vực sông Hồng Lương Tuấn Anh
- 3 Mô hình FEBPNN thiết lập mối quan hệ phi tuyến giữa các yếu tố 15 khí tượng thủy văn Lê Xuân Cầu

22

i

- 4 Một số kinh nghiệm về lập Quy hoạch tài nguyên nước Nguyễn Chí Công.
- 5 Nghiên cứu, tính toán trao đổi lượng nước ảo thông qua lúa gạo và 26 các nông sản chính ở Việt Nam Lương Hữu Dũng, Hoàng Minh Tuyển, Lê Tuấn Nghĩa, Ngô Thị Thủy
- 6 Nghiên cứu dự báo thủy văn dài hạn thí điểm cho một số trạm thủy 32 văn trên lưu vực sông Thái Bình và sông Ba Hoàng Văn Đại, Đặng Thị Lan Phương, Đỗ Thị Luyến
- 7 Phương pháp lập bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét ở Việt Nam, áp 39 dụng thử nghiệm cho tỉnh Yên Bái Lã Thanh Hà, Hoàng Văn Đại, Văn Thị Hằng
- 8 Xây dựng công thức IDF và công thức tính cường độ mưa thời 46 đoạn ngắn từ lượng mưa ngày vùng Hà Nội Đoàn Thanh Hằng, Lê Xuân Cầu, Nguyễn Thanh Hà
- 9 Xác định cao độ nền và bể chứa chống ngập đô thị ở đường Sư Vạn 51 Hạnh Q.10 TP Hồ Chí Minh Trương Văn Hiếu
- 10 Xây dựng đường cong quy tắc vận hành tối ưu hồ chứa thủy điện 58 mùa cạn

Nguyễn Hữu Khải, Lê Xuân Cầu

11 Nghiên cứu thử nghiệm hệ thống cảnh báo lũ quét (FFGS) trong 64 cảnh báo lũ quét tại Việt Nam Bùi Đức Long, Phùng Tiến Dũng

12 Úng dụng mô hình thủy lực hai chiều HDM lập bản đồ ngập lụt 71 sông Cái Nha Trang Nguyễn Văn Lý, Bùi Văn Chanh Xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở đất huyện Mai Châu, tỉnh Hòa Bình 77 13 Doãn Hà Phong, Lê Phương Hà, Nguyễn Thị Minh Hằng Xây dựng bản đồ ngập lụt, hệ thống tháp báo lũ và phương án dự 82 14 báo, cảnh báo nguy cơ ngập lụt vùng trũng thấp huyện Lắk, tỉnh Đắk Lắk Nguyễn Hoàng Tâm Đánh giá tác động của Biến đổi khí hậu đến Tài nguyên nước tỉnh 89 15 Thái Nguyên Trần Hồng Thái, Trần Thị Minh Hương, Đỗ Thị Hương, Phạm Thị Thu Trang 16 Nghiên cứu áp dụng mô hình Mike 11 đánh giá tác động điều tiết 96 dòng chảy thượng lưu đối với đồng bằng sông Hồng - Thái Bình Phan Văn Thành, Lương Tuấn Anh, Hoàng Văn Đại, Lương Hồ Nam, Đặng Thị Lan Phương, Hoàng Phương Thảo Một số vấn đề liên quan đến xây dựng quy trình điều hành hệ thống 102 17 hồ chứa lớn trên sông Hồng trong mùa can Hoàng Minh Tuyển Hệ thống chỉ tiêu thống kê, đánh giá tài nguyên nước mưa và nước 108 18 măt Trần Thanh Xuân, TS. Nguyễn Kiên Dũng Một số vấn đề về Tài nguyên nước sông xuyên biên giới 19 115 Trần Thanh Xuân, Hoàng Minh Tuyển 20 Những kết quả chính về nghiên cứu Thủy văn và Tài nguyên nước 121 trong 35 năm qua của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường và phương hướng nghiên cứu trong thời gian tới Trần Thanh Xuân, Lã Thanh Hà, Hoàng Minh Tuyển Phân bố dòng chảy năm trong lưu vực và tổng lượng dòng chảy 128 21 năm của sông Hồng Trần Thanh Xuân, Ngô Thị Thủy MÔI TRƯỜNG Sơ bộ đánh giá chất lượng một số mẫu nước máy tại khu vực Hà Nôi 135 22

22 Số bộ danh gia chất lượng một số màu hước máy tại khủ vực Ha Nội 13: Bạch Quang Dũng, Đinh Thái Hưng, Nguyễn Hồng Việt, Đào Thị Thu Hương

ii

23

Khánh Hòa

Đánh giá hiện trang chất lượng nước các hồ trên địa bàn tỉnh 141

- Nguyễn Đức Hanh, Trịnh Minh Ngọc, Nguyễn Thanh Sơn, Trần Ngọc Anh, Bùi Minh Son, Hoàng Thái Bình Ành hưởng của ô nhiễm không khí đến chất lượng nước mưa 151 24 Trương Văn Hiếu . Hoàng Khánh Hòa, Nguyễn Văn Trọng, Nguyễn Văn Hồng Phương pháp quan trắc đánh giá tổng hợp chất lượng môi trường 160 25 không khí, nghiên cứu điển hình tại Hà Nôi Ngô Thọ Hùng, Dương Hồng Sơn, Ngô Thị Vân Anh, Hà Thị Liên, Nguyễn Duy Dương Sử dụng tro than bay và BENTONIT để tách OLYCLOBIPHENYL 166 26 trong dầu biến thế Đỗ Quang Huy, Trần Hồng Thái, Vũ Thị Hanh Nghiên cứu khả năng xử lý đất ô nhiễm TRINITROTOLUEN bằng 172 27 thực vật bậc cao Đinh Ngọc Tấn, Trần Hồng Thái, Chu Tuấn Linh Đề xuất bộ tiêu chí xác định các loại hình công nghiệp cần cấm và 178 28 han chế đầu tư trên các lưu vực sông, áp dụng thí điểm cho sông Đồng Nai Trần Hồng Thái, Đặng Kim Chi, Đỗ Thị Hương, Trần Thị Thanh Hải Phân vùng phục vụ quy hoạch bảo vệ môi trường lưu vực sông, thí 186 29 điển trên lưu vực sông Nhuệ - Đáy Trần Hồng Thái, Đặng Trung Thuận, Đỗ Thị Hương, Nguyễn Thị Phương Hoa
- 30 Úng dụng mô hình METI-LIS tính toán phát thải khí ô nhiễm không 192 khí từ giao thông Hoàng Trung Thành, Đàm Duy Hùng, Trần Thị Diệu Hằng, Nguyễn Thanh Tường, Nguyễn Thanh Hoài, Vũ Xuân Hùng, Lê Thị Hưởng, Lê Văn Linh, Lê Văn Quy
  31 So sánh một số phương pháp trong đánh giá tính dễ bị tổn thương 199 vẽ bối trước các nguy og tiềm ễn của mối trưởng
- xã hội trước các nguy cơ tiềm ẩn của môi trường Tô Ngọc Thủy
- 32 Đa dạng thực vật phù du (phytoplankton) ở khu vực ven biển huyện 204 đảo Vân Đồn tỉnh Quảng Ninh Lê Xuân Tuấn
- 33 Đa dạng sinh học khu vực ven đảo Cồn Cỏ, tỉnh Quảng Trị 210 Lê Xuân Tuấn, Đàm Đức Tiến

34	Bước đầu đánh giá mức độ nhạy cảm đối với ô nhiễm dầu tới đa dạng sinh học vùng ven biển tỉnh Kiên Giang Lê Xuân Tuấn Nguyễn Thế Thịnh Trượng Công Định Nguyễn Hội Anh	216
35	Xây dựng chương trình bồi đưỡng kiến thức về biến đỗi khí hậu cho cán bộ địa phương ngành Tài nguyên Môi trường	223
	Nguyên Hông Việt, Đảo Thị Thu Hương, Đình Thái Hưng, Bạch Quang Dũng, Đặng Ngọc Lan	
BIÉ	IN .	
36	Ảnh hưởng của đập thủy điện Hòa Bình tới quá trình săn xuất vật chất hữu cơ vùng biển ven bờ Đồng bằng Bắc Bộ Đoàn Bộ, Nguyễn Đức Cự	229
37	Lượng hóa mức độ tổn thất do thiên tai có nguồn gốc khí tượng thủy văn tại các vùng ven biển Việt Nam Đỗ Đình Chiến, Nguyễn Anh Ngọc, Ngô Thị Vân Anh	235
38	Tính toán và phân tích xu thế bồi tụ, xói lở khu vực Cửa Đáy Nguyễn Xuân Hiển, Dương Ngọc Tiến, Nguyễn Thọ Sáo	241
39	Xây dựng bản đồ nhạy cảm đường bờ khu vực vịnh Gành Rái ứng phó sự cố tràn dầu Phạm Đặng Mạnh Hồng Luân, Ngô Nam Thịnh, Nguyễn Thụy Hằng, Trần Tuấn Hoàng	247
40	<b>Úng dụng mô hình tính toán lan truyền nước dần tàu</b> Nguyễn Kỳ Phùng, Ngô Nam Thịnh, Trần Tuấn Hoàng	253
41	Tính toán phân tích dao động mực nước trong cảng biển bằng mô hình số trị Nguyễn Bá Thủy, Nguyễn Thanh Trang	259
42	Ứng dụng mô hình Mike 3 tính toán lan truyền nhiệt trong nước biển khu vực nhà máy nhiệt điện Quảng Trạch Phạm Văn Tiến, Lê Quốc Huy, Trần Duy Hiền, Khương Văn Hải	265
43	Hiện trạng phát triển năng lượng biển và đề xuất giải pháp cho Việt Nam Dự Văn Toán Lê Xuận Tuấn Phòng Dăng Ulán Namễ, Quố mà tr	271
	LA VALLENAL LE AUXILLUZI PIULIO FIANO FIAN NOUVAN LIDAA LIDAA	

657

Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu

#### NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG XỮ LÝ ĐẢT Ô NHIẰM TRINITROTOLUEN BẰNG THỰC VẬT BẶC CAO

Đinh Ngọc Tấn<sup>(1)</sup>, Trần Hồng Thái<sup>(2)</sup>, Chu Tuấn Linh<sup>(2)</sup>

Trung tâm công nghệ xử lý môi trường – Bộ Quốc Phòng<sup>(1)</sup> Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường<sup>(2)</sup>

Để tài nghiên cứu đã phân tích đánh giá nổng độ Trinitrotoluen (TNT) có trong đất bị ô nhiễm thuốc nổ TNT được lấy trực tiếp tại các khu đất bị ô nhiễm thuộc các cơ sở sản xuất vật liệu nổ ZI, Z5 thuộc Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng. Đất bị nhiễm TNT sẽ được xử lý để giám thiều nồng độ bằng một số loại thực vật bậc cao như: ngô, lạc, đậu đen. Ngoài ra, để gia tăng hiệu quả xử lý thì để tài cũng đã lựa chọn một số yếu tố ảnh hưởng đó là bổ sung giá thể trồng nắm và các chế phẩm sinh học có mặt rộng rãi trên thị trường. Kết quả thứ nghiệm xử lý cho thẩy các thực vật bậc cao được lựa chọn (ngô, đậu lạc) làm tăng khả năng phân hủy TNT trong môi trường đất bị ô nhiễm trong khoảng 70 ngày với hiệu suất đạt 70-80% và khi bổ sung thêm một số yếu tổ ảnh hưởng thì cũng trong 70 ngày, hiệu quả xử lý đạt tới 97%.

#### 1. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Hiện nay có 3 phương pháp chính để xử lý đất nhiễm TNT: phương pháp hóa học, phương pháp vật lý và phương pháp sinh học. Trong đó, phương pháp sinh học là khả quan nhất để xử lý đất nhiễm TNT. Đề tài nghiên cứu đã chọn một số loại thực vật bậc cao như ngô, lạc, đậu đen để xử lý đất nhiễm TNT. Phương pháp này hiện nay rất được các nhà nghiên cứu quan tâm vì giá thành rẻ, hiệu suất phân hủy cao, an toàn với môi trường hơn so với giải pháp sử dụng hóa chất và đặc biệt là ngoài tác dụng xử lý cho đất nó còn cho phép cải tạo đất tốt hơn.

#### 1.1. Đối tượng nghiên cứu

 Các mẫu đất bị nhiễm TNT ở mức độ khác nhau được lấy trực tiếp ở các khu đất ô nhiễm thuộc các cơ sở sản xuất vật liệu nổ Z1, Z5 thuộc Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng

Các loại thực vật bậc cao ngắn ngày: đậu đen, ngô, lạc

- Các loại chế phẩm sinh học: giá thế trồng nắm, phân bón vi sinh

#### 1.2. Thực nghiệm

#### a. Đông hóa mẫu

Đế khô mẫu ở nhiệt độ phòng, tránh không để mẫu dưới ánh sáng trực tiếp. Nghiền nhỏ và đồng hóa mẫu đã khô bằng cối nghiền đã rửa sạch bằng axetonitril. Sau khi đã nghiền nhỏ, đem đi sàng loại bỏ tạp chất.

#### b. Chiết mẫu

 Cho 2g mẫu đất đã nghiền vào bình nón 100ml. Cho vào 20ml axetonitril. Đậy kín bình mẫu bằng giấy bạc, đặt vào máy rung siêu âm trong 18 tiếng.

Để lắng mẫu trong 30'. Sau đó, lấy 5ml dịch chiết cho vào bình nón 50ml, cho vào tiếp 20ml dung dịch CaCl<sub>2</sub> 1M. Lắc đều hỗn hợp trong 15'.

 Lọc lớp dung môi hữu cơ lọc qua giấy lọc. Chuyển mẫu vào bình nhỏ, đậy nắp, bảo quản ở 5°C cho đến khi đem đi phân tích.

c. Phân tích mẫu

172

#### Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng 658 văn, Môi trường và Biến đối Khí hậu

- Bơm 200µl dịch chất đã làm sạch ở mục b vào cột ? trên máy sắc ký lỏng (HPLC). Sắc đồ thu được cho biết thông tin về các pic: thời gian lưu (t<sub>r</sub>), chiều cao pic và diện tích pic cũng như thành phần phần trăm của từng cấu từ trong hỗn hợp. Đó là cơ sở cho việc định tính, định lượng TNT có trong mẫu nghiên cứu.

d. Chuẩn bị các bể thử nghiệm để nghiên cứu khả năng xử lý cho đất bị ô nhiễm TNT bằng thực vật bậc cao trên cạn

5kg đất bị ô nhiễm TNT ở mức độ khác nhau được nghiền nhỏ rồi cho vào các bể thứ nghiệm, được xây bằng gạch trát xi măng, có dung tích trung bình mỗi bể là (40x40x15)cm<sup>3</sup>. Độ ẩm của đất được giữ ở khoảng 60-70%, trong các bể này sẽ trồng các loại cây cần thí nghiệm. Hiệu quá xử lý cho đất bị ô nhiễm TNT bằng thực vật được đánh giá bằng cách định kỷ lấy mẫu phân tích nồng độ còn lại của chất ô nhiễm TNT bằng phương pháp HPLC, trong đó kỹ thuật chuẩn bị mẫu và phân tích nêu ở mục b và c tương ứng.

#### 2. Nghiên cứu thực nghiệm

#### 2.1. Đánh giá về khả năng tự xử lý của đất bị ô nhiễm TNT

Kết quả phân tích nồng độ TNT cũng như sự biến đổi nồng độ TNT trong các mẫu đất được thể hiện trong bảng 1. Qua đó để có cơ sở đánh giá chính xác hơn về khả năng tự xử lý của đất đã bị ô nhiễm TNT ở điều kiện tự nhiên (chưa có tác động của các giải pháp xử lý)

Báng 1.	Sự biên đôi n	tổng độ TNT	trong các	mấu đất bị	ô nhiễm	TNT từ t	háng 2/2009
			đến tháng	2/2010			

Ký hiệu	Nguồn mẫu, đặc điểm	Nồng độ TNT ( mg <sub>TNT</sub> /kg đất)		
mâu		Tháng 2/2009	Tháng 2/2010	
M1	Đất trong khu nhà thu hồi thuốc nổ của Z5 đã ngừng hoạt động 4 năm, rất ít cây cỏ mọc	1666,67	1535,8	
M2	Đất khu vực xả thải cạnh nhà thu hồi thuốc nổ ngừng hoạt động 4 năm của Z5, hiện là vườn trồng nhiều cây keo tai tượng, keo lá tràm	205,3	2,65	
M3	Đất khu xả thải cạnh nhà thu hồi của Z5, hiện chỉ có cỏ gianh và một số ít cây cỏ khác mọc	256,3	158,6	
M4	Đất cạnh sân hong khô thuốc nổ của Z5, nơi không có cây hoa cúc áo mọc	18,5	12,73	
M5	Đất cạnh sân hong khô thuốc nổ của Z5, nơi có cây hoa cúc áo mọc nhiều và với mật độ cao	17,7	1,82	
M6	Đất bùn đáy của hồ chứa nước thải của Z5	734,5	524,4	
M7	Đất cạnh khu sản xuất thuốc nổ AD + Z1 (cách 10m), ít cây cỏ mọc)	115,10	98.5	
M8	Đất cạnh khu nhà thu hồi thuốc nổ Z1 (cách 5m), ít cây cỏ mọc)	34469	28950	

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Môi trường và Biển 173

Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trưởng và Biến đối Khí hậu

#### Nhận xét kết quả bảng 1:

O những khu vực không có cây có mọc, nồng độ TNT trong đất rất ít thay đối sau thời gian 1 năm (M1, M3, M7, M8). Trong khi đó những khu vực có nhiều cây cô mọc thì nồng độ TNT đã giám đi đáng kể, đặc biệt là ở khu vực trồng cây keo tai tượng, keo lá tràm vừa có nhiều cây lớn, vừa có nhiều loại có mọc (M2, M5). Điều này cho thấy ở những nơi này thực vật và vi sinh vật trong đất có khả năng phân hủy TNT trong đất bị ô nhiễm.

#### 2.2. Xử lý đất bị nhiễm TNT bằng trồng ngô, đậu đen và lạc

Việc thử nghiệm đánh giá ảnh hưởng của sự ô nhiễm TNT tới sự phát triển của một số loại cây trồng phổ biến ở Việt Nam nhằm 2 mục đích. Một là có thông tin đầy đủ, chính xác hơn về các ảnh hưởng có hại của TNT tới môi trường sinh thái. Hai là xác định được giới hạn có thể sử dụng các loại cây trồng để xử lý TNT cho đất ô nhiễm.

Kết quả thực nghiệm về sự ảnh hường của TNT trong đất đối với các loại thực vật, cây trồng nông nghiệp như ngô, lạc, đậu đen cho thấy khi nỗng độ TNT trong đất cao (>1000mgTNT/kg đất) thì sẽ làm chậm quá trình phát triển của các cây trồng này. Và khi muốn sử dụng đất nhiễm TNT cho mục đích trồng trọt các loại cây lương thực ngắn ngày thì cần có các giải pháp thích hợp xử lý, làm giảm lượng TNT trong đất đến mực có thể chấp nhận được (<500 mgTNT/kg đất).

Trước khi gieo trồng, cần phải xác định mức độ ô nhiễm TNT của đất. Nếu đất có mức độ ô nhiễm cao (>500 mgTNT/kg đất) thì cần phải pha trộn bằng đất không ô nhiễm TNT. Lợi thế khi sử dụng ngô, lạc, đậu đen trong xử lý đó chính là các cây này đều là loại cây ngắn ngày, có thể gieo và mọc quanh năm vì vậy nếu không tính đến yêu cầu về sản lượng thì có thể gieo trồng thường xuyên nhằm phục vụ xử lý đất nhiễm TNT.

Từ các kết quả thừ nghiệm sơ bộ, để tài đã đề xuất được quy trình chung trồng ngô, lạc, đậu đen trên đất nhiễm TNT. Quy trình bao gồm các công đoạn chính sau:

- 1. Chuẩn bị đất
- Chuẩn bị hạt giống
- 3. Tiến hành gieo hạt
- 4. Chăm bón sau khi gieo hat
- 5. Thu hoạch, xử lý cây sau khi kết thúc thử nghiệm



Hình 1. Trồng ngô, lạc, đậu đen trong các bể thử nghiệm

174

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Môi trường và Biến

#### Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng đờ văn, Môi trường và Biến đối Khí hậu

Kết quả phân tích các mẫu cây trồng trên đất ô nhiễm sau khi kết thúc xử lý đã cho thấy không xảy ra hiện tượng tích lũy TNT hoặc các dẫn xuất nitro thơm độc hại trong thành phần chất của cây, do đó các loại cây này sau khi thu hoạch hoàn toàn có đủ điều kiện để sử dụng cho các mục đích truyền thống như làm phân xanh, làm chất đốt hoặc làm thức ăn chăn nuôi.

#### 2.3. Đánh giá hiệu quả xử lý đất bị ô nhiễm TNT của ngô, đậu đen và lạc

Các kết quả thừ nghiệm nêu ở bảng 2 và bảng 3 đã cho thấy các loại cây trồng như ngô, đậu đen, lạc có khả năng loại bỏ TNT khỏi đất bỉ ô nhiễm. Thí dụ, đối với loại đất bị nhiễm TNT ở mức cao (khoảng 1021 mgTNT/kg đất) nếu trồng các loại cây như ngô, đậu đen với mật độ gieo 500-700 hạt/m<sup>2</sup> thì phải mất 70 ngày mới xử lý được 70-80% lượng TNT trong đất, bảng 2. Ở thí dụ này không tính đến vấn đề sinh trưởng của cây trồng mà chỉ xét đến hiệu suất xử lý.

Đối với loại đất có mức ô nhiễm TNT thấp hơn (khoảng 318 mgTNT/kg đất), sau 70 ngày, các mẫu đất sau khi xử lý được mang đi phân tích HPLC thì thấy hiệu suất xử lý TNT có thể đạt tới 94%. Như vậy, giải pháp sử dụng thực vật bậc cao đã đưa ra vẫn có thể áp dụng được khá hiệu quả để xử lý các loại đất bị ô nhiễm TNT ở mức không cao.

Mẫu thử nghiêm	Loại thực vật	Nồng độ TN	Nồng độ TNT (mg <sub>TNT</sub> /kg đất)			
		Trước xữ lý	Sau 70 ngày xử lý			
A11	Ngô + Đậu đen	1021	187,3	81,6		
A12	Ngô	1021	251,5	73,36		
B13	Đậu đen	1021	221	78,35		

Bảng 2. Hiệu quả xử lý TNT trong đất bị ô nhiễm ở mức 1021 mg<sub>TNT</sub>/kg đất

Mẫu thử nghiệm	Loại thực vật	Nồng độ TN	Hiệu suất xử lý (%)	
		Trước xử lý	Sau 70 ngày xử lý	
S15	Lạc	318	18,1	94,3
S16	Ngô	318	16,8	94,7
S17	Đậu đen	318	20,2	93,7

Bàng 3. Hiệu quả xử lý TNT trong đất bị nhiễm TNT ở mức 318 mg<sub>TNT</sub>/kg

#### 2.4. Lựa chọn một số yếu tố làm tăng hiệu quả xử lý đất nhiễm TNT

#### 2.4.1. Bô sung phân bón sinh học

Việc bổ sung phân vi sinh thực chất là bổ sung thêm các thành phân hữu cơ, axit humic,  $P_2O_5$  dễ tiêu, vi sinh vật có ích, vi sinh vật phân giải...Tuy nhiên, thực nghiệm cho thấy nếu như không trồng cây mà chi bổ sung vi sinh vào đất so với cùng lượng phân vi sinh bón cho đất và có trồng cây thì hiệu suất xử lý là không đáng kể. Điều đó cho thấy các loại thực vật đã chọn đóng vai trò quan trọng trong việc xử lý cho đất nhiễm TNT. Sự phát triều của các loại cây: lạc, ngô, đậu den có thể dẫn đến 2 tác dụng đồng thời. Một là chúng có khả năng hấp thụ trực tiếp các chất ô nhiễm (hoặc

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Môi trường và Biển 175

dẫn xuất của chúng) từ đất, hoặc sinh ra các enzyme để chuyển hóa chúng. Hai là tạo điều kiện để phát triển tăng số lượng và mật độ các vi sinh vật có ích trong đất. Chính sự tăng số lượng các vi khuẩn này 664 ở vùng đất có cây trồng đã có tác dụng tăng tốc độ phân hủy TNT trong đật bị ô nhiễm.

Phương pháp xử lý cho đất nhiễm TNT dựa trên cơ sở kết hợp giữa việc trồng cây và bổ sung thêm một lượng nhất định phân bón sinh học không những làm giảm nhanh nổng độ TNT trong đất mà còn đồng thời loại bỏ được nhiều các hợp chất là sản phẩm trung gian của quá trình phân hủy vi sinh của TNT.

2.4.2. Bô sung giá thể trồng nấm

Các giá thể trồng nấm đã sử dụng do Viện Di truyền Nông nghiệp cung cấp được bổ sung vào đất để xử lý TNT. Kết quả xử lý TNT trong đất ô nhiễm có bổ sung giá thể trồng nấm được nêu trong bảng 4.

Mẫu thứ	Điều kiện thử nghiệm	Nồng (mg <sub>TN</sub>	Hiệu suất phân hủy (%)	
nghiệm		Trước xử lý	Sau 70 ngày xử lý	
MI	Đất nhiễm + không có chế phẩm	170	170	0
M2	Đất nhiễm + 10% giá thể trồng nấm hương	170	73,7	56,6
M3	Đất nhiễm + 10% giá thể trồng nắm hương + trồng ngô, lạc, đậu đen	170	4,25	97,5
M4	Đất nhiễm + 10% giá thể trồng linh chi	170	147,9	13,0
M5	Đất nhiễm + 10% giá thể trồng linh chi + trồng ngô, lạc, đậu đen	170	7,65	95,5
M6	Đất nhiễm + 10% giá thể trồng nấm sò	170	74,9	55,9
M7	Đất nhiễm + 10% giá thể trồng nấm sõ + trồng ngô, lạc đậu đen	170	5,44	96,8

Bảng 4. Hiệu quả xử lý đất nhiễm TNT có bổ sung giá thể trồng nấm

Từ kết quả bảng 4 cho thấy việc trồng ngô, lạc, đậu đen trên đất nhiễm đã bổ sung chế phẩm sinh học làm tăng đáng kể hiệu suất phân hủy TNT đặc biệt là ở mẫu số M3 và M7 hiệu suất xử lý đạt 97,5% và 96,8%.

Ở các vùng đất có các rễ cây ngô, lạc, đậu thường giàu các chủng vi sinh vật có khả năng phân hủy TNT. Hơn nữa, việc bổ sung giá thể trồng nấm cũng có thể coi là sự bổ sung các nguồn C để vi sinh vật phát triển mạnh hơn dẫn đến làm tăng hiệu suất xử lý.

#### Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng 662 văn, Môi trường và Biến đối Khí hậu

#### 3. Kết luận

 Đã xác định được nồng độ TNT rất cao > 1500mgTNT/kg đất trong một số mẫu đất tại 2 cơ sở Z1, Z5 thuộc Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng.

 Đã thừ nghiệm và chỉ ra các thực vật bậc cao như ngô, lạc, đậu đen có khả năng làm tăng khả năng phân hủy TNT trong đất nhiễm trong khoảng 70 ngày. Khi nồng độ TNT < 500mg<sub>TNT</sub>/kg đất thì hiệu suất xử lý đạt 94% còn khi nồng độ TNT > 500mg<sub>TNT</sub>/kg đất thì chỉ đất 70-80%.

- Đã sử dụng một số chế phẩm sinh học như giá thể trồng nắm, phân bón vi sinh kết hợp với việc sử dụng thực vật bậc cao để xử lý đất nhiễm TNT. Kết quả là làm tăng đáng kể hiệu suất xử lý, trong 70 ngày đạt cao nhất là 97%.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Đỗ Ngọc Khuê và cộng sự (2005), "Ứng dụng các giải pháp công nghệ sinh học (sử dụng thực vật bậc cao và chế phẩm vi sinh) để cải tạo và phục hồi các vùng đất bị nhiễm thuốc nổ, thuốc phóng".
- Đỗ Ngọc Khuê, Nguyễn Thị Nhung, Trịnh Khắc Sáu, Nghiêm Xuân Trường (2005), "Ứng dụng phương pháp sắc ký – khối phố để nghiên cứu quá trình phân hủy TNT bằng vi sinh vật".
- Đặng Thị Cẩm Hà và cộng sự (2001), "Nghiên cứu phát triên công nghệ phân hủy sinh học và kỹ thuật nhà chậm làm sạch ô nhiễm chất độc hóa học".
- 4. Đỗ Ngọc Khuê, Nguyện Thị Nhung, Trịnh Khắc Sáu, Nghiêm Xuân Trường (2005), "Ứng dụng phương pháp sắc ký – khối phổ để nghiêm cứu quá trình phân hủy TNT bằng vi sinh vật"
- Trương Đích và các tác giả (2005), "Kỹ thuật tròng các giống lạc, đậu đỗ, rau quả và cây ăn củ mới", NXB Nông Nghiệp.
- Boopathy R., (2000), "Bioremendiation of explosives contaminated soil". International Biodeterioration & Biodegradation, 46(6), p.29-36.

#### 2,4,6-TRINITROTOLUENE CONTAMINATED SOIL TREATMENT BY TRACHEOPHYTA

#### Dinh Ngoc Tan<sup>(1)</sup>, Tran Hong Thai<sup>(2)</sup> Chu Tuan Linh<sup>(2)</sup>

(1) Center of environmental treatment technology – Ministry of Defense <sup>(2)</sup> Viet Nam Institute of Meterology, Hydrology and Environment

In this research, TNT concentration is analyzed and evaluated in soil. TNT contaminated soil is treated by some kinds of Tracheophyta species such as corns, groundnuts, black-eye peas. In addition to increase efficiency, mushroom substrate and other biological products, widely available on the market, were selected to cooperate with corns, groundnuts and black-eye peas. Experiments result showed that selected Tracheophyta species had increased the degradation of TNT in contaminated soil within 70 days to achieve  $70 - 80 \$  efficiency and the addition factors (mushroom substrate and other biological products) were also affected in 70 days, treatment efficiency reached 97%.

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Môi trường và Biến 177

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG



# TUYỂN TẬP BÁO CÁO Hội thảo khoa học quốc gia về khí tượng, thủy văn, môi trường và biến đổi khí hậu

## LẦN THỨ XV

TẬP II

THỦY VĂN - TÀI NGUYÊN NƯỚC, MÔI TRƯỜNG VÀ BIỂN





NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG

# TUYỂN TẬP BÁO CÁO

HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA VỀ KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN, MÔI TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

ТÂРП

THỦY VĂN – TÀI NGUYÊN NƯỚC, MÔI TRƯỜNG VÀ BIỂN

Hà Nội, tháng 3 - 2012

## NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

In 200 cuốn khổ 21 x 29.7 cm tại Công ty cổ phần in và dịch vụ văn phòng Tân Đại Việt Giấy xác nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số: 222-2012/CXB/01-19/BKHN, do Cục Xuất bản cấp ngày 28/02/2012. Quyết định xuất bản số 01/QĐXB-NXBKHKT, cấp ngày 01/03/2012 In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2012.

#### MUC LUC

#### LỜI NÓI ĐẦU

#### THỦY VĂN – TÀI NGUYÊN NƯỚC

- 1 Mô phỏng ngập lụt khu vực hạ lưu đập cửa Đạt đến Bái Thượng 1 Trần Ngọc Anh, Đặng Đình Đức, Nguyễn Thế Anh, Nguyễn Thanh Sơn, Hoàng Thái Bình
- 2 Đánh giá tác động của việc sử dụng nước phía thượng lưu đến tài 8 nguyên nước lưu vực sông Hồng Lương Tuấn Anh
- 3 Mô hình FEBPNN thiết lập mối quan hệ phi tuyến giữa các yếu tố 15 khí tượng thủy văn Lê Xuân Cầu
- 4 Một số kinh nghiệm về lập Quy hoạch tài nguyên nước 22 Nguyễn Chí Công
- 5 Nghiên cứu, tính toán trao đổi lượng nước ảo thông qua lúa gạo và 26 các nông sản chính ở Việt Nam

Lương Hữu Dũng, Hoàng Minh Tuyển, Lê Tuấn Nghĩa, Ngô Thị Thủy

- 6 Nghiên cứu dự báo thủy văn dài hạn thí điểm cho một số trạm thủy 32 văn trên lưu vực sông Thái Bình và sông Ba Hoàng Văn Đại, Đăng Thị Lan Phương, Đỗ Thị Luyến
- 7 Phương pháp lập bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét ở Việt Nam, áp 39 dụng thử nghiệm cho tỉnh Yên Bái Lã Thanh Hà, Hoàng Văn Đai, Văn Thị Hằng
- 8 Xây dựng công thức IDF và công thức tính cường độ mưa thời 46 đoạn ngắn từ lượng mưa ngày vùng Hà Nội

Đoàn Thanh Hằng, Lê Xuân Cầu, Nguyễn Thanh Hà

9 Xác định cao độ nền và bể chứa chống ngập đô thị ở đường Sư Vạn 51 Hạnh Q.10 TP Hồ Chí Minh Trương Văn Hiếu

10 Xây dựng đường cong quy tắc vận hành tối ưu hồ chứa thủy điện 58 mùa cạn

Nguyễn Hữu Khải, Lê Xuân Cầu

11 Nghiên cứu thử nghiệm hệ thống cảnh báo lũ quét (FFGS) trong 64 cảnh báo lũ quét tại Việt Nam Bùi Đức Long, Phùng Tiến Dũng

12	Ung dụng mô hình thủy lực hai chiếu HDM lập bản đồ ngập lụt sông Cái Nha Trang Nguyễn Văn Lý, Bùi Văn Chanh	71
13	Xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở đất huyện Mai Châu, tỉnh Hòa Bình Doãn Hà Phong, Lê Phương Hà, Nguyễn Thị Minh Hằng	77
14	Xây dựng bản đồ ngập lụt, hệ thống tháp báo lũ và phương án dự báo, cảnh báo nguy cơ ngập lụt vùng trũng thấp huyện Lắk, tỉnh Đắk Lắk Nguyễn Hoàng Tâm	82
15	Đánh giá tác động của Biến đỗi khí hậu đến Tài nguyên nước tỉnh Thái Nguyên Trần Hồng Thái, Trần Thị Minh Hương, Đỗ Thị Hương, Phạm Thị Thu Trang	89
16	Nghiên cứu áp dụng mô hình Mike 11 đánh giá tác động điều tiết dòng chảy thượng lưu đối với đồng bằng sông Hồng – Thái Bình Phan Văn Thành, Lương Tuấn Anh, Hoàng Văn Đại, Lương Hồ Nam, Đặng Thị Lan Phương, Hoàng Phương Thảo	96
17	Một số vấn đề liên quan đến xây dựng quy trình điều hành hệ thống hồ chứa lớn trên sông Hồng trong mùa cạn Hoàng Minh Tuyền	102
18	Hệ thống chỉ tiêu thống kê, đánh giá tài nguyên nước mưa và nước mặt Trần Thanh Xuân, TS, Nguyễn Kiên Dũng	108
19	Một số vấn đề về Tài nguyên nước sông xuyên biên giới Trần Thanh Xuân, Hoàng Minh Tuyển	115
20	Những kết quả chính về nghiên cứu Thủy văn và Tài nguyên nước trong 35 năm qua của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường và phương hướng nghiên cứu trong thời gian tới Trần Thanh Xuân, Lã Thanh Hà, Hoàng Minh Tuyển	121
21	Phân bố dòng chảy năm trong lưu vực và tổng lượng dòng chảy năm của sông Hồng Trần Thanh Xuân, Ngô Thị Thủy	128
MÔI	I TRƯỜNG	
22	Sơ bộ đánh giá chất lượng một số mẫu nước máy tại khu vực Hà Nội Bạch Quang Dũng, Đinh Thái Hưng, Nguyễn Hồng Việt, Đào Thị Thu Hương	135

ii

23 Đánh giá hiện trạng chất lượng nước các hồ trên địa bàn tỉnh 141 Khánh Hòa

Nguyễn Đức Hạnh, Trịnh Minh Ngọc, Nguyễn Thanh Sơn, Trần Ngọc Anh, Bùi Minh Sơn, Hoàng Thái Bình

- 24 Ảnh hưởng cũa ô nhiễm không khí đến chất lượng nước mưa 151 Trương Văn Hiếu, Hoàng Khánh Hòa, Nguyễn Văn Trọng, Nguyễn Văn Hồng
- 25 Phương pháp quan trắc đánh giá tổng họp chất lượng môi trường 160 không khí, nghiên cứu điển hình tại Hà Nội Ngô Thọ Hùng, Dương Hồng Sơn, Ngô Thị Vân Anh, Hà Thị Liên, Nguyễn Duy Dương
- 26 Sử dụng tro than bay và BENTONIT để tách OLYCLOBIPHENYL 166 trong đầu biến thế<sup>2</sup> Đỗ Quang Huy, Trần Hồng Thái, Vũ Thị Hạnh

27 Nghiên cứu khả năng xử lý đất ô nhiễm TRINITROTOLUEN bằng 172 thực vật bậc cao Đinh Ngọc Tấn, Trần Hồng Thái, Chu Tuấn Linh

28 Đề xuất bộ tiêu chí xác định các loại hình công nghiệp cần cấm và 178 hạn chế đầu tư trên các lưu vực sông, áp dụng thí điểm cho sông Đồng Nai

Trần Hồng Thái, Đặng Kim Chi, Đỗ Thị Hương, Trần Thị Thanh Hải

- 29 Phân vùng phục vụ quy hoạch bảo vệ môi trường lưu vực sông, thí 186 điển trên lưu vực sông Nhuệ Đáy Trần Hồng Thái, Đặng Trung Thuận, Đỗ Thị Hương, Nguyễn Thị Phương Hoa
- 30 Úng dụng mô hình METI-LIS tính toán phát thải khí ô nhiễm không 192 khí từ giao thông Hoàng Trung Thành, Đàm Duy Hùng, Trần Thị Diệu Hằng, Nguyễn Thanh Tường, Nguyễn Thanh Hoài, Vũ Xuân Hùng, Lê Thị Hường, Lê

Văn Linh, Lê Văn Quy

- 31 So sánh một số phương pháp trong đánh giá tính dễ bị tổn thương 199 xã hội trước các nguy cơ tiềm ẩn của môi trường Tô Ngọc Thúy
- 32 Đa dạng thực vật phù du (phytoplankton) ở khu vực ven biển huyện 204 đảo Vân Đồn tỉnh Quảng Ninh Lê Xuân Tuấn
- 33 Đa dạng sinh học khu vực ven đảo Cồn Cỏ, tỉnh Quảng Trị 210 Lê Xuân Tuấn, Đàm Đức Tiến

- 34 Bước đầu đánh giá mức độ nhạy cảm đối với ô nhiễm dầu tới đa 216 dạng sinh học vùng ven biển tỉnh Kiên Giang Lê Xuân Tuấn, Nguyễn Thế Thịnh, Trương Công Định, Nguyễn Hải Anh
- 35 Xây dựng chương trình bồi dưỡng kiến thức về biến đối khí hậu cho 223 cán bộ địa phương ngành Tài nguyên Môi trường Nguyễn Hồng Việt, Đào Thị Thu Hương, Đinh Thái Hưng, Bạch Quang Dũng, Đặng Ngọc Lan

#### BIĖN

36	Anh hưởng của đập thủy điện Hòa Bình tới quá trình sản xuất vật chất hữu cơ vùng biển ven bờ Đồng bằng Bắc Bộ Đoàn Bộ, Nguyễn Đức Cự	229
37	Lượng hóa mức độ tổn thất do thiên tai có nguồn gốc khí tượng thủy văn tại các vùng ven biển Việt Nam Đỗ Đình Chiến, Nguyễn Anh Ngọc, Ngô Thị Vân Anh	235
38	Tính toán và phân tích xu thế bồi tụ, xói lở khu vực Cửa Đáy Nguyễn Xuân Hiển, Dương Ngọc Tiến, Nguyễn Thọ Sáo	241
39	Xây dựng bản đồ nhạy cảm đường bờ khu vực vịnh Gành Rái ứng phó sự cố tràn dầu Phạm Đặng Mạnh Hồng Luân, Ngô Nam Thịnh, Nguyễn Thụy Hằng, Trần Tuấn Hoàng	247
40	Ứng dụng mô hình tính toán lan truyền nước dần tàu Nguyễn Kỳ Phùng, Ngô Nam Thịnh, Trần Tuấn Hoàng	253
41	Tính toán phân tích dao động mực nước trong cảng biển bằng mô hình số trị Nguyễn Bá Thủy, Nguyễn Thanh Trang	259
42	Ứng dụng mô hình Mike 3 tính toán lan truyền nhiệt trong nước biển khu vực nhà máy nhiệt điện Quảng Trạch Phạm Văn Tiến, Lê Quốc Huy, Trần Duy Hiền, Khương Văn Hải	265
43	Hiện trạng phát triễn năng lượng biển và đề xuất giải pháp cho Việt Nam Dư Văn Toán, Lê Xuân Tuấn, Phùng Đăng Hiếu, Nguyễn Quốc Trinh	271

Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trưởng và Biến đối Khí hậu

#### PHÂN VÙNG PHUC VU QUY HOACH BÃO VÊ MÔI TRƯỜNG LƯU VỰC SÔNG, THÍ ĐIỂM TRÊN LƯU VỰC SÔNG NHUỆ - ĐÁY

Trần Hồng Thái<sup>(1)</sup>, Đặng Trung Thuận<sup>(2)</sup>, Đỗ Thị Hương<sup>(1)</sup>, Nguyễn Thị Phương Hoa <sup>(1)</sup> <sup>(1)</sup>Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trưởng

(2) Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – Đại học Quốc gia Hà Nội

Phân vùng là bước đi đầu tiên nhằm xác lập cơ sở khoa học và thực tiễn, phục vụ xây dựng quy hoạch bảo vệ môi trưởng và quản lý nguồn tài nguyên theo định hướng phát triển hển vững trên lưu vực sông. Sơ đồ phân vùng lưu vực sông Nhuệ - Đáy được xây dựng trên cơ sở phân tích các tiêu chí liên quan tới 2 nhóm yếu tố tự nhiên và nhân sinh gốm: quá trình phân hóa địa hình là tiêu chí chính, mang tính chủ đạo và các yếu tổ như địa chất, thảm thực vật, hệ sinh thái, hiện trạng môi trưởng, hoạt động nhân sinh là các tiêu chí phụ, mang ý nghĩa bổ trợ. Từ đó, lưu vực sông Nhuệ - Đáy được phân chia thành 14 tiểu vùng qua 2 cấp phân vị bao gồm: 3 tiểu vùng đổi núi đá vôi, 3 tiểu vùng sinh thái cần được bảo vệ, 2 tiểu vùng đồng bằng, 6 tiểu vùng công nghiệp – đô thị. Điều này đóng góp một phần quan trọng trong việc xây dựng những định hướng không gian phục vụ quy hoạch bảo vệ môi trưởng chung cho toàn lưu vực sông và riêng các vùng cụ thể.

#### 1. Mở đầu

Phân vùng lưu vực phục vụ quy hoạch bảo vê môi trường về bản chất là phân chia không gian lãnh thổ thành các vùng và các tiêu vùng dựa trên sự đồng nhất về phát sinh, cấu trúc hình thái và tính thống nhất nội tại của vùng cho mục đích khai thác, sử dụng, bảo vệ và bảo tồn phù hợp với sự phân hóa tự nhiên của các điều kiện tự nhiên, môi trường, sinh thái và các hoat động nhân sinh trên lưu vực. Như vậy, mục đích phân vùng là giải bài toán tương tác đa chiếu về điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên, môi trưởng và tác động nhân sinh, cung cấp cơ sở khoa học cho quy hoạch bảo vệ môi trường.

Nguyên tắc chính trong phân vùng là tôn trọng tính khách quan của vùng và các tiểu vùng; chấp nhận tính đồng nhất tương đối của vùng và các tiểu vùng; phù hợp với chức năng của các tiểu vùng và với yêu cầu quản lý hành chính lãnh thổ. [7,8]

Phân vùng lưu vực sông Nhuê - Đáy là bước đi đầu tiên nhằm xác lập cơ sở khoa học và thực tiến, phục vụ trực tiếp cho việc xây dựng quy hoach bảo vê môi trường và quản lý tài nguyên, theo định hướng phát triển bền vững trên lưu vực sông. Nội dung của phân vùng lưu vực sông Nhuệ - Đáy là giải bài toán về mối quan hệ đa chiêu giữa các yếu tô về điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên, môi trường và con người trên lưu vực, từ đó làm cơ sở lập nên nhóm các yếu tố đồng nhất, đặc thù cho các vùng nhỏ hơn. Kết quả phân vùng lưu vực sông là xác định được các vùng và tiểu vùng, từ đó phân tích các chức năng, đặc điểm của mỗi tiêu vùng để xây dựng các định hướng bảo vệ môi trường cho các tiểu vùng trên lưu vực. [7,8]

#### 2. Phương pháp phân vùng

Tác động đồng thời của các yếu tố tự nhiên trên một vùng lãnh thổ trong một thời gian đủ dài đã hình thành nên các vùng với những nét đặc trưng riêng. Tuy nhiên, hoạt động của con người bao gồm cả nông nghiệp truyền thống và văn minh công nghiệp đã làm biến đổi những đặc thù vốn có của chúng và xuất hiện những đặc điểm mới. Như vậy, sự tương tác giữa các yếu tố tự nhiên, con người, không gian và thời

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Môi trưởng và Biển 186

#### Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trưởng và Biến đối Khí hậu

gian dẫn đến sự phân hoá một khu vực lãnh thổ rộng thành những đơn vị lãnh thổ nhỏ hơn với những đặc trưng và chức năng riêng biệt. Phân tích và hiểu rõ sự phân hoá đó là hết sức quan trọng và cần thiết để tiến hành phân vùng và định hướng đưa ra các biện pháp khai thác, sử dụng lãnh thổ hợp lý, đảm bảo hiệu quả kinh tế - xã hội, bển vững về sinh thái và môi trường. [6,7]

Phân vùng phục vụ quy hoạch bảo vệ môi trường lưu vực sông được tiến hành theo các bước sau:

 Xác lập cách tiếp cận phân vùng nhằm phản ánh tính quy luật khách quan, đồng thời đảm bảo giá trị sử dụng thực tiễn các tiểu vùng phân chia.

Lựa chọn các tiêu chỉ của hệ thống vùng, xác định nguyên tắc phân vùng sao cho đáp ứng mục tiêu phân vùng nêu trên, trong đó quan trọng nhất là thừa nhận và tôn trọng tính khách quan của các phân vị trong hệ thống.

 Phân vùng: tiến hành phân chia lưu vực thành các vùng và tiêu vùng có những điểm đặc thù.

Việc phân vùng lưu vực sông được thực hiện trên cơ sở phân tích sự phân hóa của các yếu tố thuộc hai nhóm yếu tố tự nhiên và nhân sinh. Từ đó, có thể chọn ra yếu tố chính, mang tính chủ đạo (địa hình, đô thị hóa, công nghiệp hóa...) và yếu tố phụ, mang tính cục bộ và chỉ có ý nghĩa bổ trợ (đất đai, thàm thực vật...):

(1) Nhóm yếu tố tự nhiên: vị trí địa lý, địa hình, địa chất, mạng lưới thủy văn và thảm động thực vật.

(2) Nhóm yếu tố nhân sinh: các hoạt động sản xuất, quá trình đô thị hoá và các vấn đề môi trường.

Quá trình phân vùng được tiến hành qua nhiều cấp phân vị bằng phương pháp bản đổ và với mỗi cấp phân vị, yếu tố trội được lựa chọn làm cơ sở cho phân vùng ở cấp đó.

#### 3. Phân vùng lưu vực sông Nhuệ - Đáy phục vụ quy hoạch bảo vệ môi trường

Phân vùng lưu vực sông Nhuệ - Đáy được thực hiện về cơ bản trên nền phân vùng địa lý qua 2 cấp phân vị như sau:

Phân vị cấp I: Quá trình phân hóa địa hình lưu vực sông Nhuệ - Đáy cho thấy, lưu vực có dạng hình elip, kéo dài theo phương Tây Bắc - Đông Nam với địa hình khá đa dạng gồm các dài đồng bằng, gò đồi và núi thấp. Các dạng địa hình cơ bản này phân bố gần như song song, kế tiếp nhau tạo thành các bậc địa hình đặc trưng nghiêng thấp dần tử Đông sang Tây và tử Bắc xuống Nam: vùng đồng bằng đến vùng gò đồi đến vùng núi thấp, dẫn đến 2 dòng sông lớn chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Vì vậy, địa hình được lựa chọn làm yếu tố trội để phân chia lưu vực:

1) Vùng đồi núi: được ký hiệu là vùng A nằm ở phía Tây lưu vực;

Vùng đồng bằng: được ký hiệu là vùng B nằm phía Đông lưu vực.

Phân vị cấp II: Phân chia 2 vùng lớn A và B thành các tiểu vùng.

Cơ sở để phân chia các tiểu vùng là tổ hợp các yếu tổ tự nhiên và xã hội phản ánh được những nét riêng biệt của từng tiểu vùng. Phân tích tổng thể lưu vực sông Nhuệ - Đáy thấy rằng, các hoạt động xây dựng và bảo tổn đã và đang làm thay đổi

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Môi trưởng và Biển 187

#### 672 Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trưởng và Biến đổi Khí hậu

những vùng sinh thái tự nhiên, xuất hiện các vùng sinh thái mới phục vụ cho tiến trình phát triển của con người và các vấn đề môi trường cũng kéo theo: (1) sự hình thành các khu vực đô thị với chức năng phát triển kinh tế - xã hội, hậu quả từ sự vận động và chuyển đổi toàn diện từ vùng sinh thái nông nghiệp sang vùng sinh thái công nghiệp - đô thị; (2) quá trình khai thác bền vững các vùng sinh thái đặc trưng có giá trị đa dạng sinh học cao (hệ sinh thái rừng nhiệt đới trên núi Ba Vì; hệ sinh thái rừng trên núi đá vôi ở các huyện Kim Bôi, Hoa Lư; hệ sinh thái đất ngập nước ở Ninh Bình v.v...) phục vụ nghiên cứu và du lịch cũng là một khía cạnh cần được quan tâm.

Từ đó, kết quả phân vùng cấp 2 như sau: (1) vùng đồi núi A thành 7 tiểu vùng, được ký hiệu từ A.1 đến A.7; (2) vùng đồng bằng B thành 7 tiểu vùng, được ký hiệu từ B.1 đến B. 7. (Hình 1)

man min	Tên tiểu vùng	Ký hiệu
	Vùng đồi núi	A
	1. Núi đất thấp	A.1
1 1-5 8	2. Vưởn quốc gia Ba Vì	A.2
C. C. Spinning	3. Vườn quốc gia Cúc Phương	A.3
1 22 1 2 1 2	4. Núi đá vôi liền khối	A.4
and the second second	5. Gò đồi	A.5
2 10 1	6. KBT đất ngập nước Vân Long	A.6
57 4 2	7. Đô thị & công nghiệp Tam Điệp	A.7
1 × 2	Vùng đồng bằng	В
OFUGAI	1. Đồng bằng tích tụ	B.1
	2. Đồng bằng ven biển	B.2
	3. Đô thị & công nghiệp Sơn Tây	B.3
North Carlos Car	4. Đô thị & công nghiệp Hà Nội	B.4
	5. Đô thị & công nghiệp Phủ Lý	B.5
Hình 1. Sơ đô phân vùng lưu vực	6. Đô thị & công nghiệp Nam Định	B.6
sông Nhuệ - Đáy	7. Đô thị & công nghiệp Ninh Bình	<i>B</i> .7

# 4. Định hướng phát triển đối với các vùng dựa trên các tiêu chí bảo vệ môi trường và tài nguyên thiên nhiên

#### 4.1. Đinh hướng bảo vệ môi trường tiểu vùng công nghiệp - đô thị

Chất lượng cơ sở hạ tầng kỹ thuật nói chung và hạ tầng kỹ thuật môi trường nói riêng, cũng như trình độ công nghiệp hóa có tác động trực tiếp tới quá trình phát triển kinh tế - xã hội và tới quá trình kiểm soát chất lượng môi trường sống, đặc biệt tại những khu vực phát triển công nghiệp và đô thị lớn với kỹ thuật còn lạc hậu, xuống cấp, phân bố không đồng đều, thiếu đồng bộ và liên thông. Để khắc phục tình trạng trên, nhiều khu vực đô thị đã bắt đầu có những dự án nhằm phát triển hệ thống hạ tầng kỹ thuật môi trường, tuy nhiên còn mang tính cục bộ từng địa phương và chưa thống nhất trên toàn lưu vực. Vì vậy, nhằm bảo vệ và nâng cao chất lượng môi trường, cần định hướng phát triển không gian hạ tầng kỹ thuật môi trường như sau:

188

môi.

Nghiên cứu, đề xuất bổ sung vị trí, quy mô, phạm vi các công trình hạ tẳng môi trường mới cho các khu dân gra ảng nghề và các khu công nghiệp; lựa chọn cấu trúc mạng ống thoát nước thải cũng như công nghệ xử lý phù hợp.

Phân tích và dự báo các tác động của quá trình cải tạo và xây dựng mới cơ sở hạ tầng môi trường trên phạm vi toàn vùng và cho từng tiểu vùng cụ thể.

 Cấm hoặc hạn chế xây dựng mới cơ sở sản xuất, kinh doanh tiềm ẩn nguy cơ lớn về gây ô nhiễm và sự cố môi trường trong các tiểu vùng cẩn được bảo vệ.

Xử lý triệt để các khu vực hồ ao, các sông, kênh, mương trong khu vực đô thị bị nhiễm bẩn do chất thải sinh hoạt và sản xuất. Cải tạo sinh thái cảnh quan và nâng cao chức năng điều hòa môi trường ở những khu vực môi trường đang bị suy thoái.

Xác định nhu cầu sử dụng đất cho các công trình hạ tẳng môi trường: định hướng quy hoạch sử dụng đất đai phải gắn chặt chẽ với quy hoạch chung, đảm bảo không bị ảnh hưởng bởi các tác động bắt lợi từ thiên nhiên và biến đối khí hậu.

Trên cơ sở đó, đề xuất một số định hướng quy hoạch cơ sở hạ tầng kỹ thuật môi trường cho các tiểu vùng công nghiệp và đô thị lớn như sau: (*Hình 2*)

1. Tiểu vùng công nghiệp - đô thị Hà Nội

Xây dựng nhà máy XLNT Phú Đô (270.000 m³/ngđ); Yên Xá (84.000 m³/ngđ); Cầu Đá (20.000 m³/ngđ). Hoàn thiện và đi vào sử dụng trạm XLNT sinh hoạt và làng nghề Cầu Ngà (13.500 m³/ngđ).

Đưa vào sử dụng các trạm XLNT thải tập trung tại tất cả các KCN/CCN.

Hoàn thiện mô hình XL ÔN tại một số làng nghề: mây tre đan Phú Vinh – Chương Mỹ, chế biến nông sản thực phẩm Dương Liễu – Hoài Đức, xương sừng Thụy Ứng – Thường Tín, cơ kim khí Rùa Hạ - Thanh Oai.

XD Khu XLCTR: Xuân Sơn – Sơn Tây (giai đoạn 2 – 13ha); Núi Thoong (giai đoạn 2 – 10,4ha); Đan Phượng; Thạch Thất (5ha).

2. Tiểu vùng công nghiệp - đô thị Phủ Lý

Nâng cấp công suất 2 nhà máy nước tại TP Phủ Lý (40.000 và 30.000 m3/ngđ);

Hoàn thiện XD 2 trạm XLNT tại phường Minh Khai (0,2ha - 2500m<sup>3</sup>/ngđ) và Thanh Châu (4ha - 5000 m<sup>3</sup>/ngđ);

XD 3 điểm xử lý nước thải đô thị: Đồng Văn – Hòa Mạc; Bắc sông Châu; Nam TP Phủ Lý;

Nâng cấp điểm xử lý chất thải rấn tập trung của TP Phủ Lý.

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Môi trưởng và Biển 189

674

#### Hội thảo khoa học Quốc Gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trường và Biến đối Khí hậu

3. Tiểu vùng công nghiệp - đô thị Ninh Binh

XD hệ thống thoát nước, thu gom và xử lý nước thải TP Ninh Bình (15.000 m'/ngđ);

XD hệ thống thu gom rác thải và xử lý nước thải tại KCN sạch Phúc Sơn (2500 m<sup>3</sup>/ngd).

4. Tiểu vùng công nghiệp - đô thị Nam Dinh

Nạo vớt cải tạo hệ thống thủy lợi liên quan đến sông Nhuệ - Đáy, kênh T3-11 chảy qua khu dân cư trong TP.

XD nhà máy xử lý nước thải sinh hoat TP Nam Đinh.

Mở rông quy mô chôn lập và XD nhà máy xử lý nước ri rác tại KLH xử lý Hình 2. Sơ đồ quy hoạch hạ tầng không gian rác thải Lộc Hòa - TP Nam Đinh.



môi trường cho các tiểu vùng công nghiệp – đô thị lưu vực sông Nhuệ - Đáy

#### 4.2. Định hướng bảo vệ môi trường tiểu vùng sinh thái cần được bảo vệ

Vườn quốc gia Ba Vì và Vườn quốc gia Cúc Phương và Khu bảo tồn đất ngập nước Vân Long là những vùng có cảnh quan sinh thái hầu như còn nguyên sinh, nguồn đông thực vất phong phú, có nhiều loài nằm trong sách đỏ Việt Nam. Tuy nhiện, hiện nay diện tích các khu vực này đang dần bị thu hẹp, cảnh quan đang dần bị thay đổi bởi các hoạt động khai thác rừng, khai thác du lịch, các hoạt động giao thông...Vì vậy, cần thiết có các định hướng bảo vê như sau:

Phân chia và quy hoạch không gian vùng chức năng đối với vườn quốc gia và khu bảo tồn bao gồm: khu bảo vệ nghiêm ngặt; khu phục hồi sinh thái; khu dịch vụ hành chính; vùng đêm.

Phạm vi ranh giới của từng phân khu chức năng trong vườn quốc gia và khu bảo tồn thiên nhiên được điều chính dựa trên đặc điểm, thực trạng diễn biến của rừng và mục đích quản lý, sử dụng rừng; Việc điều chính này được thực hiện sau mỗi kỳ quy hoạch hoặc sau mỗi lần rà soát diện tích các loại rừng theo yêu cầu của Thủ tướng Chính phủ.

Bảo tồn các hệ sinh thái mang tính đặc thù của từng khu vực để bảo vệ đa dạng sinh học với các loài động thực vật quý hiểm ở Việt Nam.

Bảo vệ cảnh quan, phát triển du lịch sinh thái một cách hợp lý nhằm đảm bảo khai thác, sử dụng bên vững các dạng tài nguyên có giá trị của các tiểu vùng này.

Tuyên truyền, giáo dục, nâng cao nhận thức cho cư dân vùng đêm về bảo vê môi trường, sinh thái, đồng thời hoạch định các dự án phát triển xã hội, cải thiện đời sống cư dân vùng đệm và lôi cuốn họ tự nguyện tham gia vào công tác bảo vệ Vườn quốc gia Cúc Phương.

190

Phân vùng là một trong những nội dung cần thiết nhằm xác lập cơ sở khoa học và thực tiến, phục vụ xây dựng quy hoạch bảo vệ môi trường lưu vực sông. Phân vùng được tiến hành qua nhiều cấp phân vị trên cơ sở 6725 tích và lựa chọn các tiêu chí thuộc hai nhóm yếu tố tự nhiên và nhân sinh đặc thù của khu vực nghiên cứu.

Trên cơ sở 2 cấp phân vị, phân vùng lưu vực sông Nhuệ - Đáy được chia thành 14 tiểu vùng, gồm: 3 tiểu vùng đối núi đá vôi, 3 tiểu vùng sinh thái cần được bảo vệ, 2 tiểu vùng đống bằng, 6 tiểu vùng công nghiệp – đô thị.

Kết quả phân vùng lưu vực sông nhằm phục vụ cho quy hoạch bảo vệ môi trường thông qua đề xuất định hướng chung và xây dựng bản đồ quy hoạch hạ tầng không gian môi trường cho 6 tiểu vùng công nghiệp – đô thị trong đó tập trung vào các công trình hạ tầng kỹ thuật môi trường nhằm khắc phục ô nhiễm, cải thiện chất lượng môi trường và đề xuất giải pháp nhằm bảo vệ 3 khu sinh thái quan trọng là Vườn quốc gia Cúc Phương, Vườn quốc gia Ba Vì và Khu bảo tồn đất ngập nước Vân Long.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1. Bàn đồ địa hình tỉ lệ 1:50.000 hệ tọa độ VN 2000 6 tỉnh lưu vực sông Nhuệ Đáy.
- 2. Bản đồ địa chất tỷ lệ 1: 200.000 các tinh lưu vực sông Đáy.
- Bàn đồ hiện trạng sử dụng đất các tỉnh lưu vực sông Đáy.
- 4. Báo cáo hiện trạng môi trường các tinh lưu vực sông Đáy.
- Đặng Trung Thuận và nnk. Phân vùng đới bờ tỉnh Quảng Nam. Dự án quản lý tổng hợp đới bờ tỉnh Quảng Nam, 2007.
- Đặng Trung Thuận. Quản lý môi trường bằng quy hoạch môi trường (278-299). "Bảo vệ môi trường và phát triển bền vững ở Việt Nam". NXB Chính trị Quốc gia, 2003.
- Đặng Trung Thuận, Nguyễn Thế Tiến. Phân vùng lãnh thổ phục vụ quy hoạch môi trường vùng kinh tế trọng điểm Miền Trung. Báo cáo Hội thảo chương trình KC. 08. Đổ Sơn, 2003.
- Đặng Trung Thuận và nnk. Phân vùng lãnh thổ tỉnh Ninh Bình. "Dự án quy hoạch môi trường tỉnh Ninh Bình". 2006.

#### ZONING FOR RIVER BASIN ENVIRONMETNAL PROTECTION PLANING, CASE STUDY FOR NHUE - DAY RIVER BASIN

### Tran Hong Thai<sup>(1)</sup>, Dang Trung Thuan<sup>(2)</sup>, Do Thi Huong<sup>(1)</sup>, Nguyen Thi Phuong Hoa<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment <sup>(2)</sup> Hanoi University of Science – Vietnam National University

With a view to establish the scientific and practical basis as direct inputs of the environmental protection planing and effective resources administration towards sustainable development, partition of river basin is suggested as the first step of the planning process. Zoning of Nhue – Day river basin has been built based on the analysis of selected criteria of both natural and human group including topographic division - the key criterion and geography, vegestational cover, ecological systems, environmental status as well as human activities – the supplemental ones. Nhue – Day river basin is divied into 14 sub-regions including 3 limestone mountain sub-regions, 3 ecological areas needing protection, 2 plain sub-regions and 6 industrial – urban areas through 2 classes of division, which plays a significant rule to set up spatial orientation for the environmental protection planing on the whole Nhue – Day river basin and specific sub-regions.

Tập 2: Thủy văn - Tài nguyên nước, Môi trường và Biển 191

### 676 BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG



# TUYỂN TẬP BÁO CÁO

# HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA VỀ KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN, MÔI TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

## LẦN THỨ XV

## TẬP I

## KHÍ TƯỢNG - KHÍ HẬU, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU





NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG

# TUYỂN TẬP BÁO CÁO hội thảo khoa học quốc gia về khí tượng, thủy văn, môi trường và biến đổi khí hậu

TẬP I

KHÍ TƯỢNG - KHÍ HẬU, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Hà Nội, tháng 3 - 2012

## NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

In 200 cuốn khổ 21 x 29.7 cm tại Công ty cổ phần in và dịch vụ văn phòng Tân Đại Việt Giấy xác nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số: 222-2012/CXB/01-19/BKHN, do Cục Xuất bản cấp ngày 28/02/2012. Quyết định xuất bản số 01/QĐXB-NXBKHKT, cấp ngày 01/03/2012 In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2012.

## MỤC LỤC

## LỜI NÓI ĐẦU

## KHÍ TƯỢNG KHÍ HẬU

1.	Nghiên cứu ứng dụng sơ đồ đồng hóa số liệu 3DVAR cho mô hình WRF nhằm dự báo quỹ đạo bão trên Biển Đông Hoàng Đức Cường, Nguyễn Thị Thanh, Trần Thị Thảo	1
2.	Xây dựng bộ bản đồ nhiệt độ, lượng mưa cho Hà Nội Hoàng Đức Cường, Trần Thị Thảo, Lã Thị Tuyết	7
3.	Nghiên cứu ứng dụng sơ đồ phân tích xoáy nhân tạo kết hợp đồng hóa số liệu 3DVAR cho mô hình WRF nhằm dự báo quỹ đạo và cường độ bão trên Biển Đông Hoàng Đức Cường, Vũ Văn Thăng	13
4.	Phương pháp đo mưa bằng Radar thời tiết và một vài nhận xét về đo mưa bằng Radar ở Việt Nam Tạ Văn Đa, Nguyễn Văn Thắng, Hoàng Đức Cường	19
5.	Nghiên cứu xu thế biến động của hoàn lưu gió mùa mùa hè ở Việt	
	Trần Quang Đức	26
6.	Tối ưu hóa tốc độ tính toán trong một phương pháp ban đầu hóa xoáy động lực Nguyễn Văn Hiệp, Yi-Leng Chen	33
7.	Phân bố hạn hán và quan hệ giữa ENSO với hạn hán Nguyễn Trọng Hiệu, Phạm Thị Thanh Hương, Vũ Văn Thăng, Nguyễn Thị Lan	39
8.	Đánh giá khả năng mô phỏng cực trị nhiệt độ của mô hình khí hậu khu vực PRECIS Nguyễn Thị Hoan, Lê Duy Điệp, Nguyễn Đăng Mậu, Trương Bá Kiên, Mai Văn Khiêm	46
9.	Nghiên cứu xu thế hoạt động của bão, áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng đến khu vực tỉnh Khánh Hòa Trần Văn Hưng	52
10.	Quan hệ giữa tần số front lạnh qua Hà Nội với một số đặc trưng hoàn lưu trên khu vực Đông Á – Tây Thái Bình Dương Phạm Thị Thanh Hương, Nguyễn Trọng Hiệu, Vũ Văn Thăng, Nguyễn Thị Lan	59
11.	Nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO tới một số đặc trưng gió mùa mùa hè ở Việt Nam Nguyễn Thị Lan, Trần Quang Đức	67
12.	Ảnh hưởng của sự phát xạ bề mặt địa hình đến sự tính toán nhiệt độ mặt đất Doãn Hà Phong, Hoàng Thanh Tùng, Nguyễn Ngọc Anh	74

i

13.	Nghiên cứu khả năng dự báo bão khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương hạn 5 ngày bằng phương pháp nuôi nhiễu kết hợp với cài xoáy giả vào trường ban đầu Công Thanh, Trần Tân Tiến, Nguyễn Minh Trường	80		
14.	Nghiên cứu ảnh hưởng của tham số hóa đối lưu trong mô hình WRF đến dự báo mưa trên lưu vực sông Đồng Nai Trương Hoài Thanh, Nguyễn Văn Tín, Bùi Chí Nam	87		
15.	Đặc điểm vận tải ẩm ở Việt Nam trong các thời kì El Nino Vũ Văn Thăng, Phạm Thị Thanh Hương, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Trọng Hiệu	93		
16.	Đánh giá khả năng mô phỏng khí hậu mùa của mô hình PRECIS cho khu vực Việt Nam Trần Thục, Mai Văn Khiêm, Hoàng Đức Cường, Nguyễn Văn Thắng	100		
17.	<b>Dự báo khí hậu mùa ba tháng III, IV, V năm 2012</b> Đào Thị Thúy, Nguyễn Văn Thắng, Hoàng Đức Cường, Nguyễn Đăng Mậu, Phạm Hải Yến, Nguyễn Thu Hoa, Lê Duy Điệp	107		
18.	Nghiên cứu thử nghiệm mô hình COSMO dự báo đọt mưa lớn miền Trung từ 14 – 19 tháng 10 năm 2010 Dư Đức Tiến, Nguyễn Lê Dũng, Võ Văn Hòa	113		
19.	Về hệ thống dự báo, cảnh báo thời tiết hạn cực ngắn cho Việt Nam Trần Đình Trọng, Nguyễn Ngọc Bích Phượng, Vũ Anh Tuấn	120		
20.	Nghiên cứu phân loại và xác định loại hình thế thời tiết gây mưa lớn trên khu vực miền Trung và Tây Nguyên Việt Nam Vũ Anh Tuấn, Nguyễn Văn Hưởng, Bùi Minh Tăng, Võ Văn Hòa	127		
21.	Thử nghiệm dự báo vị trí và thời gian đổ bộ của bão Xangsane bằng mô hình WRF hạn từ 4 đến 5 ngày Lã Thị Tuyết, Trần Tân Tiến	134		
22.	Hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới ở Tây Bắc Thái Bình Dương và Biển Đông năm 2011 Nguyễn Thị Xuân, Phạm Thị Thanh Hương, Hoàng Đức Cường	140		
KHÍ TƯƠNG NÔNG NGHIỆP				
23.	Tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến nhiệt độ thấp và hiện tượng sương muối vùng Tây Bắc Trịnh Hoàng Dương, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn	147		
24.	Phân vùng sinh thái cây cà phê chè ở các tinh phía bắc Việt Nam Bùi Đông Hoa, Ngô Tiền Giang	153		
25.	Nghiên cứu xây dựng mô hình giám sát, cảnh báo sương muối và nhiệt độ thấp khu vực Tây Bắc Dương Văn Khảm, Hoàng Đức Cường, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyển	161		

680
26. Phương pháp xây dựng bản đồ phân vùng an toàn sương muối nhiệt đô thấp khu vực Tây Bắc Việt Nam 168 Dương Văn Khảm, Trần Thị Tâm, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Hồng Sơn 27. Sử dụng dữ liệu ảnh MODIS phục vụ nghiên cứu giám sát trạng thái sinh trưởng và phát triển cây lúa ở đồng bằng sông Hồng 175 Dương Văn Khảm, Đỗ Thanh Tùng, Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền 28. Tài nguyên khí hậu nông nghiệp tỉnh Lai Châu Nguyễn Văn Liêm, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn 183 29. Các mô hình trồng trọt, chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản trên một số đảo Vịnh Bắc Bộ 190 Phạm Thiên Nga, Nguyễn Văn Liêm, Ngô Tiền Giang, Lê Thị Thu Hà, Trinh Hoàng Dương 30. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến năng suất lúa tỉnh Hưng Yên 197 Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Thanh Hiếu, Nguyễn Thị Thanh Huyền 31. Nội suy dữ liệu không gian bằng thông tin viễn thám và GIS phục vụ xây dựng bản đồ sương muối và nhiệt độ thấp vùng Tây Bắc Nguyễn Hữu Quyền, Dương Văn Khảm, Trần Thị Tâm, Nguyễn Thị Trang 203 32. Nghiên cứu khả năng xuất hiện sương muối ở khu vực Tây Bắc Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Thị Thanh Huyền 209 33. Tài nguyên khí hậu nông nghiệp Tây Nguyên và hướng sử dụng trong nông nghiệp Nguyễn Văn Viết, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Anh Tuấn 216 34. Hiệu chính và kiểm nghiệm mô hình DSSAT cho cây ngô ở trạm Hoài Đức 224 Nguyễn Quý Vinh, Ngô Tiền Giang, Trịnh Hoàng Dương BIẾN ĐỔI KHÍ HÀU 35. Biến đổi khí hậu đối với dải ven bờ tính Khánh Hòa, những tiếp cận thích ứng và ứng phó 231 Nguyễn Tác An, Nguyễn Kỳ Phùng 36. Một số giải pháp chủ yếu cần lưu ý khi khai thác năng lượng gió Ta Văn Đa 238 37. Nghiên cứu khả năng lồng ghép các hoạt động ứng phó với biển đối khí hậu vào chiến lược phát triển kinh tế - xã hội ở địa phương 242 Hoàng Nguyễn Giáp, Nguyễn Phương Thảo, Nguyễn Bá Hùng, Trần Lan Anh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái 38. Bước đầu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến xu hướng diễn biến thiên tai lũ, lụt, lũ quét và hạn hán ở Việt Nam 247 Lê Bắc Huỳnh, Bùi Đức Long

iii

39.	Tác động của đô thị hóa và biến đổi khí hậu đến nguy cơ ngập lụt ở Cần Thơ Huỳnh Thị Lan Hương, Assela Pathirana, Trần Thục	253
40.	Ứng dụng phần mềm SimClim trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam Mai Văn Khiêm, Hoàng Đức Cường	263
41.	Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước mặt tỉnh Khánh Hòa Lại Thị Lương	270
42.	Tác động của biến đổi khí hậu đến một số lĩnh vực của tỉnh Vĩnh Phúc Lê Thị Kim Ngân, Nguyễn Kim Tuyên, Nguyễn Hoàng Minh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái	277
43.	Tác động tiềm tàng của biến đổi khí hậu đến nguy cơ và mùa cháy rừng tại một số tỉnh khu vực miền núi phía bắc Việt Nam Trần Hồng Thái, Phạm Thị Hiền Thương, Trần Thị Vân, Nguyễn Đăng Quế	284
44.	Tính toán diện tích đất bị tác động của hạn hán, ngập và nhiễm mặn do biến đổi khí hậu ở đồng bằng sông Cửu Long	391
	Bảo Thạnh, Bùi Chí Nam, Trần Tuấn Hoàng	
45.	Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến các lĩnh vực chính của tỉnh Lào Cai Nguyễn Mạnh Thắng, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Hữu Hoàng, Trịnh Hà	300
	Linh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái	
46.	Những vẫn đề vê nghiên cứu xây dựng và cập nhật kịch bản biên đôi khí hậu Nguyễn Văn Thắng, Trần Thục	307
47.	Những tổn thất kinh tế - xã hội do thiên tai, biến đổi khí hậu và vấn đề di dân tái định cư ở Việt Nam Đinh Vũ Thanh, Nguyễn Văn Viết	317
48.	Một vài biện pháp khai thác nhiên liệu tái tạo – nguồn năng lượng cho tương lai Ngô Trọng Thuận, Nguyễn Thị Thanh Huyền	325
49.	Những vấn đề đặt ra về thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu đối với Việt Nam Trần Thục	331
50.	Tích hợp các vấn đề biến đổi khí hậu vào các kế hoạch phát triển	
	kinh tế - xã hội Trần Thục, Huỳnh Thị Lan Hương, Đào Minh Trang	338
51.	Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy tỉnh Quảng Ngãi và định hướng kế hoạch hành động ứng phó Trần Thục, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Văn Đại, Huỳnh Thị Lan Hương, Phùng Thị Thu Trang, Nguyễn Thị Hằng, Hoàng Tùng	345 .

iv

52. Phương pháp và quy trình đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương do biến đồi khí hậu đối với nông nghiệp
351 Trần Thục, Nguyễn Thị Hiền Thuận, Huỳnh Thị Lan Hương, Đặng Quang Thịnh, Đào Minh Trang

359

٧

53. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hạn thủy văn các tỉnh Hòa Bình và Phú Thọ Nguyễn Kim Tuyên, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Hữu Hoàng, Nguyễn Phương Thảo, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái

# Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu

684

# TÁC ĐỘNG TIỀM TÀNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẠU ĐẾN NGUY CƠ VÀ MÙA CHÁY RÙNG TẠI MỘT SỐ TỈNH KHU VỰC MIÈN NÚI PHÍA BẮC VIỆT NAM

# Trần Hồng Thái, Phạm Thị Hiền Thương, Trần Thị Vân, Nguyễn Đăng Quế Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Chúy rừng là thảm họa thường xảy ra ở nhiều nơi trên địa bàn các tính miền núi phía Bắc Việt Nam. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu như hiện nay, khi nhiệt độ không khí ngày một tăng cao. số ngày không mưa gia tăng, độ ẩm không khí suy giảm, làm cho vật liệu cháy càng khô nên hiện tượng chúy rừng diễn ra ngày một phức tạp hơn.

Trong phạm vi bài này sẽ trình bày kết quả nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến nguy cơ và mùa cháy rừng tại các tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam. Qua tính toán tại các địa phương được chọn làm đại diện cho thấy nguy cơ cháy rừng có xu thế gia tăng, mùa cháy rừng ngày càng mở rộng.

#### 1. Mở đầu

Tác động của biến đối khí hậu (BDKH) đã và đang diễn ra ngày một quyết liệt, nền nhiệt độ không khí đang gia tăng, lượng mưa trong mùa cháy rừng vốn đã rất khiêm tốn nay còn bị suy giảm làm cho nguy cơ cháy rừng càng gia tăng một cách nghiêm trọng. Thực tế cho thấy trong những năm gần đây, trên thế giới cũng như ở Việt Nam số vụ cháy rừng đã tăng lên trông thấy gây thiệt hại nghiêm trọng về tài nguyên rừng và môi trường. Từ những thập kỷ đầu của thế kỷ hai mươi tại nhiều nước trên thế giới như Mĩ, Nga, Ba Lan, Úc, Phần Lan, Trung Quốc, Nhật Bản.... các phương pháp dự báo nguy cơ cháy rừng đã được nghiên cứu và áp dụng vào nghiệp vụ. Ở Việt Nam công tác nghiên cứu về phòng chống cháy rừng được bắt đầu từ năm 1982 thế kỷ trước. Trong nghiệp vụ dự báo nguy cơ cháy rừng hiện nay ở Việt Nam chủ yếu sử dụng phương pháp chỉ tiêu tổng hợp dự báo nguy cơ cháy rừng (P) của V.G. Nesterop (Liên Xô cũ) đã được cải tiến liên quan đến giá trị của hệ số điều chỉnh theo lượng mưa ngày (K) cho phù hợp với tính đặc thù về điều kiện khí hậu và trạng thái rừng khu vực nghiên cứu.

Hiện nay BĐKH đang diễn ra trên phạm vi toàn cầu mà biểu hiện của nó là nhiệt độ trung bình gia tăng, lượng mưa thay đổi, nước biển dâng và các hiện tượng thời tiết cực đoan xuất hiện với tần suất và cường độ ngày càng cao đang tác động đến mọi lĩnh vực tài nguyên môi trường và KT-XH. Thực tế cho thấy, đưới tác động của BĐKH hiện tượng cháy rừng đang diễn ra khá phức tạp. Tại các tỉnh Lào Cai, Hòa Bình, Phú Thọ thường xuyên xảy ra hiện tượng cháy rừng, lại có vị trí địa lý giáp ranh với vùng Đông Bắc Việt Nam, khí hậu có tính dặc thù và vai trò quan trọng của tài nguyên rừng trong nền kinh tế nên việc nghiên cứu tác động của BĐKH đến nguy cơ và mùa cháy rừng tại ba tỉnh miền núi phía Bắc có ý nghĩa trong việc xây dựng quy hoạch chiến lược phát triển KT-XH.

#### 2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu

#### 2.1. Phương pháp đánh giá nguy cơ và mùa cháy rừng

# Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỹ văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu

- Sử dụng phương pháp tính chỉ tiêu tổng hợp P của V.G. Nesterop dang được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam để đánh giá mức độ nguy cơ cháy rừng:

> Trong đó:  $ti_{13}$ ,  $di_{13}$  - là nhiệt độ và độ chênh lệch bão hòa lúc 13 giờ:

 $P = k \sum_{i=1}^{n} t i_{13} d i_{13}$ 

P - là chỉ tiêu tổng hợp để dự báo nguy cơ cháy rừng; k - là hệ số điều chỉnh theo lượng mưa ngày. Nếu lượng mưa *R*<5mm thì k=1, nếu lượng mưa *R*≥5mm thì k=0;

n - là số ngày không mưa hoặc có lượng mưa R<5mm kể từ trấn mưa cuối cùng có lượng mưa R≥5mm.

- So sánh P với Bảng 1 để tính tổng số ngày có nguy cơ cháy rừng cấp 4, cấp 5  $(Z_{4,5})$  các tháng trong năm. Đại lượng  $Z_{4,5}$  được xem là chỉ số định lượng nguy cơ cháy rừng.

Bảng 1. Bảng phân cấp mức độ nguy hiểm của cháy rừng theo chỉ tiêu tổng hợp P [3].

TT	Cấp cháy	Giá trị của chỉ số P	Cấp nguy cơ cháy rừng
1	I	<1.000	Ít khả năng cháy rừng
2	11	1.001→2.500	Nguy cơ cháy thấp
3	III	2.501→5.000	Nguy cơ cháy trung bình
4	IV	5.001→10.000	Nguy cơ cháy cao
5	V	>10.000	Nguy cơ cháy rất cao

- Mùa cháy rừng được xác định theo chỉ số khô hạn X của Thái Văn Trừng [3] X=S.A.D, S - số tháng khô (T<R<2T); A - số tháng hạn (5mm<R<T); D - số tháng kiệt (R<5mm); (R - lượng mưa, T: nhiệt độ).

Chi tiết về phương pháp nghiên cứu đã được trình bày cụ thể trong [4,5].

#### 2. 2. Số liệu nghiên cứu

Số liệu sử dụng nghiên cứu là chuỗi số liệu quan trắc khí tượng hàng ngày từ năm 1980 đến 2010 bao gồm nhiệt độ và độ chênh lệch bão hòa lúc 13h, lượng mưa ngày của các trạm khí tượng.

Ngoài ra, trong công trình này còn sử dụng số liệu về nhiệt độ và lượng mưa tại các trạm nêu trên trong tương lai theo kịch bản BĐKH, nước biển dâng cho Việt Nam [1].

# 2 3. Xây dựng mô hình tính toán và các giả thiết áp dụng

Thông qua mối tương quan giữa các lượng mưa, nhiệt độ, độ chênh lệch bão hòa và số ngày có nguy cơ cháy rừng  $Z_{4,5}$  tại mỗi trạm ta xác định được phương trình hồi quy để tính toán chỉ số nguy cơ cháy rừng  $Z_{4.5}$ .

Với mục tiêu tính toán xác định xu thế biến đổi siêu dài chúng tạ chấp nhân tính đúng đẳn của các giả thuyết sau:

- Mô hình thống kê có tính ổn định trong điều kiện BĐKH;

- Các điều kiện khác có ảnh hưởng đến nguy cơ cháy rừng ít thay đổi;

# 2.4. Tính toán nguy cơ và mùa cháy rừng theo kịch bản BĐKH

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biến đổi Khí hậu

# Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu

Tác động hiện tại của BĐKH đến nguy cơ cháy rừng được đánh giá thông qua chỉ số nguy cơ cháy rừng  $Z_{4.5}$  được tính toán trên cơ sở sử dụng mô hình nêu trên và số liệu quan trắc từ năm 1980 đến 2010 về nhiệt độ, lượng mưa và độ chênh lệch bão hòa.

Trên cơ sở mô hình đã được xác lập và chuỗi số liệu nhiệt độ, lượng mưa theo kịch bản BĐKH, tính toán được độ chênh lệch bão hòa (D) và chỉ số nguy cơ cháy rừng  $Z_{4,5}$  cho các mốc thời gian trong tương lai cần tính 2020, 2040.

So sánh chủ số nguy cơ cháy rừng trong tương lai với thời kì nền có thể đưa ra các nhận xét dánh giá mức độ tác động của BĐKH đến nguy cơ cháy rừng tại khu vực nghiên cứu, đồng thời xác định được các tháng trong năm có nguy cơ cháy rừng cao và mùa cháy rừng.

#### 3. Kết quá

# 3.1. Nguy cơ cháy rừng và mùa cháy rừng ở tỉnh Hòa Bình

Hòa Bình có tổng diện tích rừng là 224.963ha. Trong đó, diện tích rừng tự nhiên là 137.914ha và diện tích rừng trồng là 87.049 ha, độ che phủ rừng là 46%. So với năm 2009, diện tích rừng giảm 2.543ha, diện tích rừng tự nhiên tăng không đáng kể, diện tích rừng trồng giảm 3.661ha.

Mặc dù, công tác trồng rừng và bảo vệ rừng được quan tâm trên toàn tỉnh, tuy nhiên hiện tượng cháy rừng vẫn xảy ra. Cụ thể đã để xảy ra 21 vụ cháy rừng, thiệt hại nặng nề nhất là vụ cháy rừng tại xã Cun Pheo, huyện Mai Châu với 360 ha rừng bị cháy. Nguyên nhân cháy rừng thường là do hoạt động thiếu ý thức phòng cháy của con người (đốt nương làm rẫy, đốt tổ ong lấy mật...). Có trường hợp cháy rừng xảy do các nguyên nhân tự nhiên (sét ...).

Kết quả đánh giá nguy cơ cháy rừng và mùa cháy rừng thông qua chỉ tiêu tổng hợp dụ báo nguy cơ cháy rừng (P) và số ngày nguy cơ cháy rừng Z<sub>4.5</sub> như sau:

- Nguy cơ cháy rừng tỉnh Hòa Bình gia tăng theo thời gian và tăng ở cả 3 kịch bản BĐKH.

- Nguy cơ cháy rừng theo chỉ tiêu tổng hợp (P) cho kết quả cụ thể như bảng 2. Tại khu vực phía Tây Nam tỉnh Hòa Bình (trạm Lạc Sơn) nguy cơ cháy rừng cao hơn khu vực phía Đông Bắc (trạm Hòa Bình) và có sự khác nhau ở các thời kỳ, tháng 12 là tháng có nguy cơ cháy rừng cao nhất so với các tháng còn lại trong năm.

- Nguy cơ cháy rừng theo chỉ tiêu  $Z_{4,5}$  cho thấy tháng 12 có nguy cơ cháy rừng cao nhất (dự kiến gần 23 ngày vào năm 2040 theo kịch bản trung bình B2); Tháng có nguy cơ cháy rừng thấp nhất là tháng 6 (Hòa Bình) và tháng 8 (Lạc Sơn). Mức độ nguy hiểm cháy rừng tăng theo thời gian và mức độ biến đổi ngày có cấp cháy rừng trung bình nhiều năm giữa các kịch bản phát thải cao A2, trung bình B2 và thấp B1 tăng so với thời kỳ nền. Diễn biến số ngày nguy cơ cháy rừng tại các khu vực là khác nhau, ở khu vực trạm Lạc Sơn nguy cơ cháy rừng cao hơn khu vực trạm Hòa Bình. Chỉ số gia tăng nguy cơ cháy rừng của giai đoạn hiện tại, năm 2020, và 2040 so với thời kì nền theo kịch bản B2 tại khu vực trạm Hòa Bình tương ứng là 9,7%; 15,5% và 22,7%; tại khu vực trạm Lạc Sơn tương ứng là 23,6%; 14,8% và 18,9%.

如果是这个时候,我们就是一个人,这个人,不是一个人,这个人,这个人,是这个人的是一个人,也是是这个时候,这些人们是是这个时候,这些人们是一个人,就是我们就是我们就是我们的是不是这个人,这个人,这个人,

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trường và Biến đồi Khí hậu



Hình I. Chỉ tiêu tổng hợp dự báo nguy cơ cháy rừng P và số ngày nguy cơ cháy rừng Z<sub>4,5</sub> tại Lạc Sơn qua các thời kỳ theo kịch bản B2

- Ở cả ba kịch bản A2, B2, B1 các tháng 11 đến tháng 3 là những tháng có giá trị P và  $Z_{4,5}$  lớn nhất (dự kiến khoảng hơn 6.000-9.000 ở Hòa Bình và 6.000-10.000 ở Lạc Sơn theo chỉ tiêu P, khoảng 15 đến 23 ngày theo chỉ tiêu  $Z_{4,5}$ ). Vì thế mùa cháy rừng có xu hướng mở rộng về đầu mùa và cuối mùa, bắt đầu từ tháng 11 và kết thúc vào tháng 3 năm sau ở cả ba kịch bản phát thải.

# 3.2. Nguy cơ cháy rừng và mùa cháy rừng ở tỉnh Lào Cai

Lào Cai là một tỉnh miền núi phía bắc Việt nam, có tổng diện tích tự nhiên 638.389,6 ha, diện tích đất quy hoạch sử dụng cho lâm nghiệp 417.934,2 ha, chiếm 65,64% tổng diện tích tự nhiên, trong đó diện tích có rừng 329.277,2 ha (Rừng tự nhiên: 257.691 ha, rừng trồng: 71.686 ha); diện tích chưa có rừng: 88.557 ha. Dộ che phủ rừng năm 2010 là 50,1% [2]. Do điều kiện địa hình, khí hậu thay đổi theo độ cao nên hệ động thực vật rừng rất phong phú cả về số lượng loài và tính điển hình của loài. Vườn quốc gia Hoàng Liên là một trong những khu rừng đặc dụng quan trọng của Việt Nam.

Trong những năm gần đây hiện tượng cháy rừng tại Lào Cai đang có chiều hướng phát triển cả về số lượng vụ cháy lẫn quy mô thiệt hại. Số liệu cháy rừng trong 5 năm gần đây tại Lào Cai cho thấy số vụ cháy rừng và thiệt hại đều đã gia tăng khá mạnh, đặc biệt là các vụ cháy rừng trong năm 2010 vừa qua gây thiệt hại 801,70 ha trong đó rừng tự nhiên 766,02 ha và rừng trồng là 35,68ha.

Việc tính toán nguy cơ cháy rừng và mùa cháy rừng được thực hiện cho 3 khu vực đại diện bởi 3 trạm khí tượng là Phố Ràng, Bắc Hà, và Sapa. Kết quả tính toán như sau:

- Dưới tác động của BĐKH, nguy cơ cháy rừng có xu hướng tăng lên rõ rệt tại cả 3 khu vực là Phố Ràng, Bắc Hà và Sa Pa, tuy mức độ có khác nhau.

- Chỉ tiêu P tại trạm Sa Pa rất thấp so với các trạm Phố Ràng và Bắc Hà. Tại Sa Pa tháng cao nhất P cũng chỉ đạt trong khoảng 800-900, trong khi đó tại Phố Ràng là 7.000 và Bắc Hà là 4.000. Điều này chứng tỏ nguy cơ cháy rừng tại khu vực Sa Pa thấp hơn so với các khu vực Phố Ràng và Bắc Hà (bảng 2). Cũng vì lý do này mà trong khi xem xét lựa chọn chỉ số định lượng nguy cơ cháy rừng cho khu vực Sa Pa chúng tôi đã lựa chọn số ngày có nguy cơ cháy cấp 3 và cấp 4 thay vì cấp 4 và cấp 5 như ở các trạm khác.

- Theo chỉ tiêu Z, Phố Ràng có số ngày nguy cơ cháy rừng cao nhất, tiếp đó lần lượt là Bắc Hà và Sa Pa. Chỉ số gia tăng nguy cơ cháy rừng của giai đoạn hiện tại, năm 2020, và 2040 so với thời kì nền theo kịch bản B2 tại khu vực Phố Ràng tương ứng là 5,6%, 10,1%; 20,6%

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biến đồi Khí hậu





- Tại Phố Ràng và Bắc Hà mùa cháy rừng trong tương lai sẽ mở rộng về cả đầu và cuối mùa, cụ thể là từ tháng 10 cho đến tháng 4 năm sau. Tại Sapa các tháng cần quan tâm nhất là tháng 2, 3 và 4.

# 3.3 Nguy cơ cháy rừng và mùa cháy rừng ở tỉnh Phú Thọ

Theo công bố hiện trạng rừng toàn quốc năm 2010 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn thì tỉnh Phú Thọ có tổng diện tích rừng là 183.149 ha, độ che phủ là 49,4%. Năm 2010, tính đến tháng 9, trên địa bàn Phú Thọ đã xảy ra 12 vụ cháy rừng gây thiệt hại 47,15ha chủ yếu là rừng keo, cây nguyên liệu,... do người dân đốt thực bì trong điều kiện thời tiết nắng nóng, hanh khô đã cháy lan trên điện rộng. Với hơn 170.000 ha rừng tự nhiên và rừng trồng chủ yếu là rừng dễ cháy như rừng thông, bạch đàn, rừng tre nứa,... và diễn biến phức tạp của thời tiết như hiện nay thì việc cảnh báo cháy rừng là việc làm cấp bách và không thể thiếu trong công tác bảo vệ rừng.

Việc tính toán nguy cơ cháy rừng và mùa cháy rừng được thực hiện cho hai nửa diện tích của tỉnh là khu vực phía Đông Bắc (đại diện bởi trạm Phú Hộ và khu vực phía Tây Nam (đại diện bởi trạm Minh Đài). Kết quả tính toán cho thấy:

- Phú Thọ có nguy cơ cháy rừng nhanh chóng gia tăng theo thời gian và tăng ở cả 3 kịch bản BĐKH.

- Theo chỉ tiêu P, nguy cơ cháy rừng ở Phú Hộ và Minh Đài tập trung ở các tháng từ tháng 10 đến tháng 3 năm sau, trong đó tháng 12 có nguy cơ cháy rừng cao nhất (dự kiến khoảng hơn 5.000 Minh Đài và 7.000 Phú Hộ ở cả ba kịch bản phát thải). Phân cấp mức độ nguy hiểm cháy rừng các tháng trong năm theo chỉ tiêu P tại hai trạm Minh Đài và Phú Hộ theo kịch bản B2 được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Bảng phân cấp mức độ nguy hiểm của cháy rừng các tháng trong năm theo chỉ tiêu tổng hợp P tại các trạm khí tượng của các tinh Hòa Bình, Lào Cai, Phú Thọ theo kịch bản B2

Tram	Năm						T	háng					
		<u> _</u> 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
·····	····		_		Т	ỉnh Hòa	Bình		•				
Bàa Bình	2020	Cao	Cao	Cao	TB	Thấp	Thấp	Thắp	Thấp	Thắp	TB	Cao	Can
	2040	Cao	Cao	Cao	ТВ	Thấp	Thấp	Thấp	Thắp	Thắp	TB	Cao	Cao
Lac Son	2020	Cao	Cao	Cao	TB	TB	Thấp	Thấp	Thấp	Thắp	TB	Cao	Cao
	2040	Cao	Сао	Cao	Cao	ТВ	Thấp	Thấp	Thấp	Thắp	TB	[ Can	Rắt cao
					-	Tinh Là	o Ĉai	<b></b> _	<u>، با</u>				1400 040
Phố Răng	2020	Cao	TB	TB	Thấp	Thấp	Thấp	Thấp	Thấp	Thấp	ТВ	ТВ	Cap
	2040	Cao	TB	TB	Thấp	Thấp	TB	Thấp	Thấp	Thập	ŤВ	ΤB	Can
Bắc Hà	2020	ТB	ТВ	ТВ	Thấp	Thấp	Ít kn	lt kn	<u>Ít kn</u>	Ít kn	Thảo	Thấp	
	2040	ΤB	ТВ	ТВ	Thấp	Thấp	Ít kn	lí kn	Ít kn	Ít kn	Thấp	Thấp	TB

288

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biến đổi Khí hậu

#### Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỹ văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu 689

Como	2020	Ít kn	Ít kn	Ít kn	Ít kn	Ít kл	Ít kn	lt kn	Ít kn	Ét kn	lt kn	Ít kn	Ít kn
Sapa	2040	Ít kn	Ít kn	Ít kn	lit kn	Ít kn	ĺt kn	. Ít kn	ĺt kn	Ít kn	lt kn	Ít kn	Ít kn
	Tinh Phú Thọ												
Minh Dài	2020	TB	TB	TB	Thấp	Thấp	Thấp	Thấp	Thấp	Thấp	ТΒ	ΤB	Cao
MIIIII 1741	2040	TB	TB	TΒ	Thấp	Thấp	Thấp	Thấp	Thấp	Thấp	тв	Cau	Cau
рыз на	2020	ΤВ	TB	TB	Thấp	Thấp	Thấp	Thấp	Thấp	Thắp	ТВ	Cao	Cao
r no ný	2040	ТВ	TB	ΤB	Thấp	Thấp	Thấp	Thấp	Thấp	ΤВ	ТВ	Cao	Cao

Ghi chú: TB - Trung bình; Ít kn - ít khả năng

- Theo chỉ tiêu Z<sub>4.5</sub>, ở cả 3 kịch bản A2, B2, B1, tháng 12 có số ngày nguy cơ cháy rừng cao nhất so với các tháng trong năm (dự kiến 19-21 ngày). Tháng 4 có số ngày cháy rừng thấp nhất từ 6-7 ngày (Minh Đài) và tháng 8 (Phú Hộ). Chỉ số gia tăng nguy cơ cháy rừng của giai đoạn hiện tại, năm 2020, và 2040 so với thời kì nền theo kịch bản B2 tại khu vực Minh Đài tương ứng là 8,6%; 13,4% và 21,6%; tại khu vực Phú Hộ tương ứng là 25,4%; 19,6% và 33,4%.

 Mùa cháy rừng có xu hướng mở rộng về đầu mùa và cuối mùa, bắt đầu từ tháng 10 và kết thúc vào tháng 3 năm sau ở cả ba kịch bản phát thái.



Hình 3. Chỉ tiêu tổng hợp dự báo nguy cơ cháy rừng P và số ngày nguy cơ cháy rừng Z4,5 tại Minh Đài qua các thởi kỳ theo kịch bản B2

# 4. Kết luận

Kết quả tính toán cho thấy, đưới tác động của BĐKH nguy cơ cháy rừng ngày càng tăng cao, mức độ gia tăng theo kịch bản A2 cao hơn so với các kịch bản B2 và B1. Mùa cháy rừng ngày càng mở rộng ở các tỉnh miền núi phía Bắc như Hòa Bình, Lào Cai, Phú Thọ.

Trong năm, tháng luôn tiềm ẩn nguy cơ cháy rừng cao là tháng 12. Mùa cháy rừng có xu hướng mở rộng về đầu mùa và cuối mùa, Lào Cai có mùa cháy rừng rộng nhất tuy nhiên mức độ nguy hiểm cháy rừng được xếp theo thứ tự Hòa Bình, Phú Thọ, Lào Cai.

Với mục tiêu chăm sóc bảo vệ nguồn tài nguyên và môi trường rừng phục vụ phát triển KTXH, trong bối cảnh BĐKH ngày càng diễn ra phức tạp và khó dự đoán như hiện nay, các địa phương cần quan tâm đầu tư hơn nữa cho công tác phòng cháy chữa cháy rừng cũng như thực hiện tốt các biện pháp ứng phó với BĐKH.

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1. Bộ TN&MT. Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam (sẽ công bố).
- 2. Bộ NN&PTNT. 2010, Hiện trạng rừng toàn quốc năm 2010.
- 3. Bế Minh Châu, Phùng Văn Khoa. 2002. Lửa rừng. NXB Nông nghiệp. 138tr.

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biến đổi Khí hậu

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỹ văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu

- 4. Nguyễn Đàng Quố, Đặng Văn Thắng, 2010. Một số nhận xét bước đầu về tác động tiềm tàng của BĐKH lên nguy cơ cháy rừng và mùa cháy rừng tại các khu vực khác nhau trên lãnh hố Việt Nam, Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 596 (8/2010).
- 5. Nguyễn Đăng Quế, Phạm Ngọc Hằng, Nguyễn Thị Thu Bình, 2011. Tác động tiềm tàng của BĐKH lên nguy cơ cháy rừng và mùa cháy rừng tại Nghệ An. Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 609 (9/2011), trang 1-6.

# POTENTIAL IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON FOREST FIRE HAZARD IN THE NORTHERN MOUNTAINOUS PROVINCES VIETNAM

# Tran Hong Thai, Pham Thi Hien Thuong, Tran Thi Van, Nguyen Dang Que Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment

Forest fire are frequent hazards occured in many areas of provinces in the Northern mountainous region of Vietnam. In the context of climate change (CC) meaning that, air temperature is higher, number of non-rainy days is increasing, and the air moisture is decreasing, making the fire materials dryer, it would be more possible for forest fires.

In this paper, results of the study on impacts of CC on forest fire hazard in provinces located at Northern mountainous region of Vietnam are described. Result has shown that forest fire hazard has increasing in tendency and the duration of risk of forest fire is spreading. BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG



# TUYỂN TẬP BÁO CÁO Hội thảo khoa học quốc gia về khí tượng, thủy văn, môi trường và biến đổi khí hậu

# LẦN THỨ XV

# TẬP I

KHÍ TƯỢNG - KHÍ HẬU, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU





NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT

# Hà Nội, tháng 3 - 2012

# KHÍ TƯỢNG - KHÍ HẬU, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẬPI

# HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA VỀ KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN, MÔI TRƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

TUYỂN TẬP BÁO CÁO

VIÊN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

# NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

In 200 cuốn khổ 21 x 29.7 cm tại Công ty cổ phần in và dịch vụ văn phòng Tân Đại Việt Giấy xác nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số: 222-2012/CXB/01-19/BKHN, do Cục Xuất bản cấp ngày 28/02/2012. Quyết định xuất bản số 01/QĐXB-NXBKHKT, cấp ngày 01/03/2012 In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2012.

# MŲC LŲC

# LỜI NÓI ĐẦU

# KHÍ TƯỢNG KHÍ HẬU

1.	Nghiên cứu ứng dụng sơ đồ đồng hóa số liệu 3DVAR cho mô hình WRF nhằm dự báo quỹ đạo bão trên Biển Đông Hoàng Đức Cường, Nguyễn Thị Thanh, Trần Thị Thảo	1
2.	Xây dựng bộ bản đồ nhiệt độ, lượng mưa cho Hà Nội Hoàng Đức Cường, Trần Thị Thảo, Lã Thị Tuyết	7
3.	Nghiên cứu ứng dụng sơ đồ phân tích xoáy nhân tạo kết hợp đồng hóa số liệu 3DVAR cho mô hình WRF nhằm dự báo quỹ đạo và cường độ bão trên Biển Đông Hoàng Đức Cường, Vũ Văn Thăng	13
4.	Phương pháp đo mưa bằng Radar thời tiết và một vài nhận xét về đo mưa bằng Radar ở Việt Nam Tạ Văn Đa, Nguyễn Văn Thắng, Hoàng Đức Cường	19
5.	Nghiên cứu xu thế biến động của hoàn lưu gió mùa mùa hè ở Việt Nam Trần Quang Đức	26
6.	Tối ưu hóa tốc độ tính toán trong một phương pháp ban đầu hóa xoáy động lực Nguyễn Văn Hiệp, Yi-Leng Chen	33
7.	Phân bố hạn hán và quan hệ giữa ENSO với hạn hán Nguyễn Trọng Hiệu, Phạm Thị Thanh Hương, Vũ Văn Thăng, Nguyễn Thị Lan	39
8.	Đánh giá khả năng mô phỏng cực trị nhiệt độ của mô hình khí hậu khu vực PRECIS Nguyễn Thị Hoan, Lê Duy Điệp, Nguyễn Đăng Mậu, Trương Bá Kiên, Mai Văn Khiêm	46
9.	Nghiên cứu xu thế hoạt động của bão, áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng đến khu vực tỉnh Khánh Hòa Trần Văn Hưng	52
10.	Quan hệ giữa tần số front lạnh qua Hà Nội với một số đặc trưng hoàn lưu trên khu vực Đông Á – Tây Thái Bình Dương Phạm Thị Thanh Hương, Nguyễn Trọng Hiệu, Vũ Văn Thăng, Nguyễn Thị Lan	59
11.	Nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO tới một số đặc trưng gió mùa mùa hè ở Việt Nam Nguyễn Thị Lan, Trần Quang Đức	67
12.	Ảnh hưởng của sự phát xạ bề mặt địa hình đến sự tính toán nhiệt độ mặt đất Doãn Hà Phong, Hoàng Thanh Tùng, Nguyễn Ngọc Anh	74

i

13.	Nghiên cứu khả năng dự báo bão khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương hạn 5 ngày bằng phương pháp nuôi nhiễu kết hợp với cài xoáy giả vào trường ban đầu Công Thanh, Trần Tân Tiến, Nguyễn Minh Trường	80
14.	Nghiên cứu ảnh hưởng của tham số hóa đối lưu trong mô hình WRF đến dự báo mưa trên lưu vực sông Đồng Nai Trương Hoài Thanh, Nguyễn Văn Tín, Bùi Chí Nam	87
15.	Đặc điểm vận tải ẩm ở Việt Nam trong các thời kì El Nino Vũ Văn Thăng, Phạm Thị Thanh Hương, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Trọng Hiệu	93
16.	Đánh giá khả năng mô phỏng khí hậu mùa của mô hình PRECIS cho khu vực Việt Nam Trần Thục, Mai Văn Khiêm, Hoàng Đức Cường, Nguyễn Văn Thắng	100
17.	Dự báo khí hậu mùa ba tháng III, IV, V năm 2012 Đào Thị Thúy, Nguyễn Văn Thắng, Hoàng Đức Cường, Nguyễn Đãng Mậu, Phạm Hải Yến, Nguyễn Thu Hoa, Lê Duy Điệp	107
18.	Nghiên cứu thử nghiệm mô hình COSMO dự báo đọt mưa lớn miền Trung từ 14 – 19 tháng 10 năm 2010 Dư Đức Tiến, Nguyễn Lê Dũng, Võ Văn Hòa	113
19.	Về hệ thống dự báo, cảnh báo thời tiết hạn cực ngắn cho Việt Nam Trần Đình Trọng, Nguyễn Ngọc Bích Phượng, Vũ Anh Tuấn	120
20.	Nghiên cứu phân loại và xác định loại hình thế thời tiết gây mưa lớn trên khu vực miền Trung và Tây Nguyên Việt Nam Vũ Anh Tuẩn, Nguyễn Văn Hưởng, Bùi Minh Tăng, Võ Văn Hòa	127
21.	Thử nghiệm dự báo vị trí và thời gian đỗ bộ của bão Xangsane bằng mô hình WRF hạn từ 4 đến 5 ngày Lã Thị Tuyết, Trần Tân Tiến	134
22.	Hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới ở Tây Bắc Thái Bình Dương và Biển Đông năm 2011 Nguyễn Thị Xuân, Phạm Thị Thanh Hương, Hoàng Đức Cường	140
KH 23.	Í TƯỢNG NÔNG NGHIỆP Tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến nhiệt độ thấp và hiện tượng sương muối vùng Tây Bắc Trịnh Hoàng Dương, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn	147
24.	Phân vùng sinh thái cây cà phê chè ở các tỉnh phía bắc Việt Nam Bùi Đông Hoa, Ngô Tiền Giang	153
25.	Nghiên cứu xây dựng mô hình giám sát, cảnh báo sương muối và nhiệt độ thấp khu vực Tây Bắc Dương Văn Khảm, Hoàng Đức Cường, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền	161

ii

26.	Phương pháp xây dựng bản đồ phân vùng an toàn sương muối nhiệt độ thấp khu vực Tây Bắc Việt Nam Dương Văn Khảm, Trần Thị Tâm, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Hồng Sơn	168
27.	Sử dụng dữ liệu ảnh MODIS phục vụ nghiên cứu giám sát trạng thái sinh trưởng và phát triển cây lúa ở đồng bằng sông Hồng Dương Văn Khảm, Đỗ Thanh Tùng, Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền	175
28.	Tài nguyên khí hậu nông nghiệp tỉnh Lai Châu Nguyễn Văn Liêm, Ngô Tiền Giang, Nguyễn Hồng Sơn	
29.	Các mô hình trồng trọt, chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản trên một số đảo Vịnh Bắc Bộ	183
	Phạm Thiên Nga, Nguyễn Văn Liêm, Ngô Tiền Giang, Lê Thị Thu Hà, Trịnh Hoàng Dương	190
30.	Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến năng suất lúa tỉnh	
	Hưng Yên Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Thanh Hiếu, Nguyễn Thị Thanh Huyền	197
31.	Nội suy dữ liệu không gian bằng thông tin viễn thám và GIS phục vụ xây dựng bản đồ sương muối và nhiệt độ thấp vùng Tây Bắc Nguyễn Hữu Quyền, Dương Văn Khảm, Trần Thị Tâm, Nguyễn Thị Trang	203
32.	Nghiên cứu khả năng xuất hiện sương muối ở khu vực Tây Bắc Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Thị Thanh Huyền	209
33.	Tài nguyên khí hậu nông nghiệp Tây Nguyên và hướng sử dụng trong nông nghiệp Nguyễn Văn Viết Ngô Tiền Giang, Nguyễn Anh Tuấn	216
34	Hiệu chính và kiểm nghiêm mô hình DSSAT cho cây ngô ở tram	210
54.	Hoài Đức Nguyễn Quý Vinh, Ngô Tiền Giang, Trịnh Hoàng Dương	224
	BIÉN ĐỔI KHÍ HÀU	
35.	Biến đổi khí hậu đối với dải ven bờ tỉnh Khánh Hòa, những tiếp cận	
	thích ứng và ứng phó Nguyễn Tác An, Nguyễn Kỳ Phùng	231
36.	Một số giải pháp chủ yếu cần lưu ý khi khai thác năng lượng gió Tạ Văn Đa	238
37.	Nghiên cứu khả năng lồng ghép các hoạt động ứng phó với biến đỗi khí hậu vào chiến lược phát triển kinh tế - xã hội ở địa phương Hoàng Nguyễn Giáp, Nguyễn Phương Thảo, Nguyễn Bá Hùng, Trần Lan Anh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái	242
38.	Bước đầu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến xu hướng diễn biến thiên tai lũ, lụt, lũ quét và hạn hán ở Việt Nam Lê Bắc Huỳnh, Bùi Đức Long	247

iii

39.	Tác động của đô thị hóa và biến đổi khí hậu đến nguy cơ ngập lụt ở Cần Thơ Huỳnh Thị Lan Hương, Assela Pathirana, Trần Thục	253
40.	Ứng dụng phần mềm SimClim trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam Mai Văn Khiêm, Hoàng Đức Cường	263
41.	Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước mặt tỉnh Khánh Hòa Lại Thị Lương	270
42.	Tác động của biến đổi khí hậu đến một số lĩnh vực của tỉnh Vĩnh Phúc Lê Thị Kim Ngân, Nguyễn Kim Tuyên, Nguyễn Hoàng Minh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái	277
43.	Tác động tiềm tàng của biến đỗi khí hậu đến nguy cơ và mùa cháy rừng tại một số tĩnh khu vực miền núi phía bắc Việt Nam Trần Hồng Thái, Phạm Thị Hiền Thương, Trần Thị Vân, Nguyễn Đăng Quế	284
44.	Tính toán diện tích đất bị tác động của hạn hán, ngập và nhiễm mặn do biến đổi khí hậu ở đồng bằng sông Cửu Long	391
	Bảo Thạnh, Bùi Chí Nam, Trần Tuấn Hoàng	
45.	Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến các lĩnh vực chính của tỉnh Lào Cai Nguyễn Mạnh Thắng, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Hữu Hoàng, Trịnh Hà	300
	Linh, Iran Ihi Van, Iran Hong Ihai	
46.	Những văn đề về nghiên cứu xây dựng và cập nhật kịch bản biên đối khí hậu Nguyễn Văn Thắng, Trần Thục	307
47.	Những tổn thất kinh tế - xã hội do thiên tai, biến đổi khí hậu và vấn đề di dân tái định cư ở Việt Nam Đinh Vũ Thanh, Nguyễn Văn Viết	317
48.	Một vài biện pháp khai thác nhiên liệu tái tạo – nguồn năng lượng cho tương lai Ngô Trong Thuận, Nguyễn Thị Thanh Huyền	325
49.	Những vấn đề đặt ra về thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu đối với Việt Nam Trần Thục	331
50.	Tích hợp các vấn đề biến đổi khí hậu vào các kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội Trần Thục, Huỳnh Thị Lan Hương, Đào Minh Trang	338
51.	Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy tỉnh Quảng Ngãi và định hướng kế hoạch hành động ứng phó Trần Thục, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Văn Đại, Huỳnh Thị Lan Hương, Phùng Thị Thụ Trang, Nguyễn Thị Hằng, Hoàng Tùng	345

iv

- 52. Phương pháp và quy trình đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương do biến đối khí hậu đối với nông nghiệp
   Trần Thục, Nguyễn Thị Hiền Thuận, Huỳnh Thị Lan Hương, Đặng Quang Thịnh, Đào Minh Trang
- 53. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hạn thủy văn các tỉnh Hòa Bình và Phú Thọ Nguyễn Kim Tuyên, Nguyễn Hoàng Minh, Lê Hữu Hoàng, Nguyễn Phương Thảo, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái

Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trưởng và Biến đổi Khí hậu

699

# NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG LÒNG GHÉP CÁC HOẠT ĐỘNG ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀO CHIẾN LƯỢC PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI Ở ĐỊA PHƯƠNG

Hoàng Nguyễn Giáp, Nguyễn Phương Thảo, Nguyễn Bá Hùng, Trần Lan Anh, Trần Thị Vân, Trần Hồng Thái

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Lồng ghép các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu (BĐKH) nhằm mục đích bảo đảm tính hiệu quả và bển vững của các chiến lược, quy hoạch và kế hoạch phát triển, phòng ngừa những rúi ro có thể xảy ra do tác động của BDKH.

Trên cơ sở tư vấn xây đựng kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH của một số tỉnh đại diện, bài báo đã nêu ra các bước của việc lồng ghép các yếu tố vào các chương trình dự án và phải theo 3 nguyên tắc: chủ động, toàn điện và hiệu quả. Quá trình lồng ghép gồm 7 bước

# 1. Mở đầu

Trên tỉnh thần chỉ đạo của Đảng và Nhà nước, trong thời gian qua các ngành, các địa phương đã và đang nỗ lực xây dựng các kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH với những đặc thủ của ngành và từng địa phương.

Nghiên cứu khả năng lồng ghép các hoạt động ứng phố với BĐKH vào các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển của các ngành, địa phương là một trong các nhiệm vụ mà Trung tâm Tư vấn Khí tượng Thủy văn và Môi trường đang triển khai thực hiện.

Trong quá trình tư vấn xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với biến đối khí hậu của các tỉnh Phú Thọ, Lào Cai, Hà Nam, Hà Tĩnh..., việc nghiên cứu khả năng lồng ghép các hoạt động ứng phó với BĐKH đã tập trung vào ba nội dung chính là:

- Dánh giả thực trạng;
- Nguyên tắc lồng ghép;
- Quy trình lồng ghép;

#### 2. Đánh giá thực trạng

Lồng ghép các hoạt động ứng phó với BĐKH vào các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển là triển khai sâu rộng chủ trương, đường lối của Đảng, nhà nước, là sự thể hiện trách nhiệm không những của các bộ, ngành, địa phương mà cả các doanh nghiệp và cả cộng đồng xã hội. Việc lồng ghép này nhằm mục đích bào đảm tính hiệu quả và bền vững của các chiến lược, quy hoạch và kế hoạch phát triển, phòng ngừa những rùi ro có thể xảy ra do tác động của những hiện tượng khí hậu cực đoan và xu thể BĐKH dài hạn, hoặc những hậu quả chưa lường hết được về môi trường và xã hội do việc thực hiện các kế hoạch đó gây ra. Trong cuộc chiến chống lại những thâm họa thiên nhiên mà một phần do chính con người gây ra việc lồng ghép này nhằm mục đích giảm thiểu tối da thiệt hại về người và của do các thảm họa từ thiên nhiên.

#### Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng 700 văn, Môi trường và Biến đối Khí hậu

Ở các tính, mặc dù các cấp chính quyển, địa phương đã có sự quan tâm và định hướng ban đầu trong kế hoạch lồng ghép hoạt động ứng phó với BĐKH vào các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển. Tuy nhiên, việc lồng ghép còn gặp nhiều khó khăn do các tính đang trong quá trình phát triển, sự chỉ đạo ở chính quyển các cấp từ Trung ương tới địa phương còn hạn chế, chưa có các hướng dẫn cụ thể về lồng ghép, mà mới chi ban hành Khung hướng dẫn xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH của các Bộ, ngành địa phương. Đồng thời, chưa chi ra được yêu cầu cụ thể về vài trò, trách nhiệm của các đơn vị lập kế hoạch trong việc thực hiện. Chưa có dù dữ liệu mang tính định lượng về khả năng diễn biến của biến đồi khí hậu trong tương lai (các kịch bản biến đồi khí hậu còn mang tính trung bình cho một khu vực rộng lớn, thiếu các trị số cực trị có khả năng xảy ra trong tương lai đối với những vùng nhỏ như quy mô quận, huyện ...); Nhận thức và sự quan tâm của cộng đồng đối với BĐKH còn rất hạn chế.

#### 3. Nguyên tắc lồng ghép

Một thực tế cho thấy, các công trình, dự án lớn ở Việt Nam đều chưa tính tới khả năng ứng phó với BĐKH. Tuy nhiên, nếu không có kế hoạch lồng ghép và những điều chính cụ thể đối với từng hoàn cảnh nó sẽ tạo sự kìm hãm sự phát triển bển vững ảnh hưởng tới thế hệ tương lai. Đặc biệt, thời gian gần đây, các hoạt động ứng phó với BĐKH của Việt Nam nhận được nhiều sự quan tâm và hỗ trợ tích cực của cộng đồng quốc tế với nhiều hình thức hợp tác song phương, đa phương và đa dạng về tài chính. Vì thế, việc cấp thiết xây dựng các nội dung đánh giá tác động của BĐKH, lồng ghép trong những chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển của mỗi Bộ, ngành, địa phương là không thể chậm trễ.

Lồng ghép các yếu tố vào các chương trình dự án phải theo 3 nguyên tắc: chủ động, toàn diện và hiệu quả.

Cụ thể, việc lổng ghép các hoạt động ứng phó với BĐKH vào các chiến lược, chính sách, quy hoạch, kế hoạch chương trình/dự án phát triển của ngành, đơn vị cấn phải trên nguyên tắc chủ động thực hiện từ cơ sở trong quá trình chuẩn bị các kế hoạch phát triển của ngành và các lĩnh vực, qua các khâu: Lập - Thẩm định và Phê duyệt - Tổ chức thực hiện. Trong đó, cơ sở phải được quyền chủ động trong quá trình lồng ghép, đồng thời, tuân thủ hướng dẫn chung của kế hoạch. Bên cạnh đó, các giải pháp thực hiện cần được sắp xếp theo thứ tự ưu tiên để đảm bảo tính hiệu quã trong quá trình thực hiện các giải pháp đó. Các giải pháp được xây dựng trên cơ sở:

(1) Mức độ ảnh hưởng của BĐKH thông qua việc xem xét diễn biến các yếu tố trong kịch bản BĐKH đã được công bố.

(2) Phải tính toán chi phí - lợi ích của các giải pháp đối với ngành, lĩnh vực.

(3) Cuối cùng, cần phải chú ý tới nguyên tắc tổng hợp. Đó là khi lựa chọn các biện pháp cần phải lưu ý tới cả hai loại biện pháp chủ yếu: Biện pháp công trình và biện pháp phi công trình. Với mỗi loại biện pháp cần phân tích rõ những ưu điểm, nhược điểm và khả năng phối hợp trong quá trình thực hiện.

# 4. Quy trình lồng ghép

Quá trình lồng ghép các hoạt động ứng phó với BĐKH vào chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển nhằm nâng cao nhận thức về BĐKH, khả năng ứng phó với

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biến đối Khí hậu

#### Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thuỷ văn, Môi trường và Biến đỗi Khí hậu

kê hoạch phát triển này cho sự phát triển KT-XH của tỉnh nói riêng và của đất nước nói chung trong bối cảnh tác động của BĐKH ngày càng gia tăng. Quá trình đánh giá tác động này cung cấp các thông tin ban đầu cho việc xây dựng các cơ chế chính sách, chiến lược và các hành động cụ thể của các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển trong quá trình lồng ghép.

 Bước thứ 6: Xây dựng cơ chế chính sách và chiến lược lồng ghép (bao gồm cá các vấn đề về tài chính, kinh tế và chính sách).

Quá trình xây dựng cơ chế chính sách và chiến lược lồng ghép cần dựa trên kết quả đánh giá quá trình thực hiện, năng lực và nhận thức về BĐKH của đội ngũ cán bộ của các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển và quá trình đánh giá tác động ban đầu của quá trình lồng ghép.

Quá trình xây dựng cơ chế chính sách và chiến lược này cấn nêu bật các khu vực và lĩnh vực ưu tiên; đưa ra các bước hành động cụ thể và có hướng dẫn đánh giá, giám sát thường xuyên của ban chi đạo.

 Bước thứ 7: Thực hiện quá trình lồng ghép trong từng chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển.

#### 5. Kết luận

Nghiên cứu lồng ghép các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu trên trên cơ sở đánh giá thực trạng dựa trên những nguyên tắc xuyên suốt là chủ động, toàn diện và hiệu quả là cơ sở quan trọng trong lồng ghép hiệu quả các hoạt động ứng phó với BĐKH tại các tỉnh.

Nghiên cứu này có ý nghĩa thực tiễn vô cùng quan trọng không những trong quá trình tư vấn xây dựng kế hoạch hành động cho các tinh mà sẽ là cơ sở quan trọng để các tinh có thể triển khai hiệu quả kế hoạch hành động ứng phó với BDKH.

#### TAI LIEU THAM KHAO

- Bộ Tài nguyên và Môi trường. 2008. Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đối khí hậu.
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. 2011. Chi thị về việc lồng ghép biến đối khí hậu vào xây dựng, thực hiện chiến lược, quy hoạch, kế hoạch, chương trình, dự án, để án phát triển ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn giai đoạn 2011 – 2015.
- Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường. 2010. Biến đối khí hậu và tác động ở Việt Nam.
- Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường. 2011. Tài liệu hướng dẫn Đánh giá tác động của biến đối khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng.
- Sở Kế hoạch và Đầu tư tỉnh Phú Thọ, 2005. Quy hoạch tổng thể phát triển KT-XH tỉnh Phú Thọ đến năm 2020.
- Sở Kế hoạch và Đầu tư tỉnh Phú Thọ. 2010. Kế hoạch phát triển kinh tế xã hội 5 năm 2011-2015 của tỉnh Phú Thọ.
- Trung tâm Tư vấn Khí tượng Thủy văn và Môi trường. 2011. Xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu của các tỉnh Phú Thọ, Hà Nam, Lào Cai.

Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biến đối Khí hậu





International Association of Lowland Technology

# BOOK OF PROGRAM & ABSTRACTS International Symposium on Lowland Technology 2018

# THINK GLOBALLY, ACT LOCALLY

September 26-28th, 2018, Hanoi, Vietnam

Geotechnical and Geoenvironmental Engineering Water and Environmental Engineering Coastal and Riverine Management City Planning and Management

Editors: Nguyen Canh Thai - Nguyen Cao Don



**CONSTRUCTION PUBLISHING HOUSE** 

# Editors: Nguyen Canh Thai; Nguyen Cao Don

Thuyloi University (TLU), 175 Tay Son street, Dong Da, Hanoi, Vietnam. Website: www.tlu.edu.vn.

Publisher: Construction Publishing House, 37 Le Dai Hanh street, Hai Ba Trung district, Hanoi, Vietnam. Tel: +84 24 39760216; Fax: +84 24 38215369.

703

Publishing License No: 2720-2018/CXBIPH/09-131/XD August 3, 2018. ISBN: 978-604-82-2483-7. Decision No: 141-2018/QĐ-XBXD August 23, 2018.

Publishing responsibility: Ngo Duc Vinh

Printed by: Printshop Publishers Building, No. 10 Hoa Lu, Hai Ba Trung, Hanoi.

Cover designer: Vu Binh Minh

# PREFACE

Lowlands are regions of low elevation, which are particularly vulnerable and susceptible to climatic, environmental changes and natural disasters. Actions are now required for the development of new technologies to protect and develop lowland regions. To achieve this aim, it is necessary to draw on and to merge several research disciplines, such as geoenvironment engineering, water resources management, coastal engineering and city planning for the advancement of lowlands.

The first International Symposium on Lowland Technology (ISLT) was held in 1998 and since then these international symposia have been held every two years. Earlier ten ISLT series were conducted in Japan [1998, 2000, 2002, 2006, 2010, 2014], Bangkok (Thailand) [2004], Busan (Korea) [2008], Bali (Indonesia) [2012], Mangalore (India) 2016. The 11<sup>th</sup> series ISLT 2018 with theme "working globally, acting locally" was held at Thuyloi University, Vietnam, during 26-28<sup>th</sup>, September, 2018.

The main objective of the Symposium is to bring together researchers and engineers working in lowland regions, from a broad range of disciplines, in order to present their research results, exchange information, facilitate networking, and to promote and advance technologies related to lowland development.

This printed abstracts book and eProceedings of ISLT 2018 provide a written record of the synergy that already exists between these research disciplines. Selected papers of the Symposium will be published in the journal of Lowland Technology International (ISSN: 1344-9656) indexed in Elsevier Geobase, Compendex<sup>®</sup> & Ei Backfile and Scopus.

# **Editor Team**

# How to Cite

Author, A., Author, B. & Author, C. (2018). Title of paper. In: Nguyen Canh Thai & Nguyen Cao Don (Eds), Proceedings of the International Symposium on Low land Technology 2018, Hanoi, Vietnam. Construction Publishing House.

# COMMITTEES

# **Local Organizing Committee**

- Prof. Trinh Minh Thu, Thuyloi University, Vietnam
- Assoc. Prof. Nguyen Canh Thai, Thuyloi University, Vietnam (LOC Chairman)
- Dr. Do Tien Dung, National Foundation for Sci. and Tech. Development, Vietnam
- Assoc. Prof. Nguyen Cao Don (Chair of Secretariat), Thuyloi University, Vietnam
- Dr. Nguyen Cong Thang, Thuyloi University, Vietnam
- Assoc. Prof. Nguyen Mai Dang, Thuyloi University, Vietnam
- Assoc. Prof. Dao Van Hung, Thuyloi University, Vietnam
- Dr. Doan Quang Tri, National Hydrometeorological Service, Vietnam
- Dr. Dinh Nhat Quang, Thuyloi University, Vietnam
- Mr. Hoang Quoc Thinh, Thuyloi University, Vietnam
- Mr. Le Thanh Tung, Thuyloi University, Vietnam
- Ms. Pham Hong Nga, Thuyloi University, Vietnam
- Mr. Nguyen Ngoc Anh, Thuyloi University, Vietnam
- Mr. Vo Ngoc Quang, Thuyloi University, Vietnam

# **International Advisory Committee**

- Prof. Madhira R. Madhav, J.N. Technical University, Hyderabad, India
- Prof. Hiroyuki Araki, Saga University, Japan
- Prof. Takenori Hino, Saga University, Japan
- Prof. Maki Tsujimura, the University of Tsukuba, Japan
- Prof. Hemanta Hazarika, Kyushu University, Japan
- Prof. Noriyuki Yasufuku, Kyushu University, Japan
- Dr. Tri Harianto, Hasanuddin University, Indonesia

- Dr. Winai Liengcharernsit, Kasetsart University, Thailand
- Prof. Nobuo Mishima, Saga University, Japan
- Dr. Yuichiro Mishima, Saga University, Japan
- Prof. Chul-Hwan Koh, Seoul National University, South Korea
- Prof. Lawalenna Samang, Hasanuddin University, Indonesia
- Dr. Olivier Hoes, Delft University of Technology, The Netherlands
- Dr. Azizul Moqsud, Yamaguchi University, Japan
- Dr. Narumol Vongthanasunthorn, Saga University, Japan
- Mr. Koji Ogata, Nishinihon Civil Engineering Consultants Co. Ltd., Japan
- Prof. Jinchun Chai, Saga University, Japan
- Prof. Dennes T. Bergado, Asian Institute of Technology, Thailand
- Prof. Shuilong Shen, Shanghai Jiao Tong University, China
- Prof. Suksun Horpibulsuk, Suranaree University of Technology, Thailand
- Prof. Kazuya Yasuhara, Ibaraki University, Japan
- Prof. Kiyoshi Omine, Nagasaki University, Japan
- Prof. Satoshi Murakami, Fukuoka University, Japan
- Dr. Suman Manandhar, Tribhuvan University, Nepal

# LAYOUT



# **K1 BUILDING**



# TABLE OF CONTENTS

PREFACE	3
FINAL PROGRAM	31
ABSTRACTS	
KEYNOTES	59
GEOTECHNICAL AND GEOENVIRONMENTAL ENGINEERING	69
WATER AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING	123
COASTAL AND RIVERINE MANAGEMENT	229
CITY PLANNING AND MANAGEMENT	261

# **KEYNOTES**

WATERSIDE CITY Sadao Watanabe	61
AN IMPORTANCE OF GROUNDWATER FLOW SYSTEM IN THE SUSTAIN- ABLE WATER RESOURCES MANAGEMENT AND USE Maki Tsujimura	62
SLOPE STABILITY STUDIES ON LATERITIC FORMATIONS Biji Chinnamma Thomas, R. Shivashankar, Meera Susan Varghese and Varbyantha N Prabby	62
APPLICATION OF SDS AND SD-SAMPLER TO SURVEY ON EMBANK- MENT IMPROVED BY FLOATING COLUMNS	05
N. Suemasa, T. Tanaka, S. Yamato and G.Sakai	64
THE FAILURE OF ROAD EMBANKMENT ALONG THE IRRIGATION CA- NAL IN THE SOFT CLAY SUBSOIL FROM PROLONG DROUGHT AND MITIGATION SCHEMES	
Suttisak Soralump and Monapat Sasingha	65

THE APPLICATION OF FLASH FLOOD GUIDANCE SYSTEM FOR EARLY RISK WARNING IN MOUNTAINOUS REGIONSOF NORTHERN VIETNAM Tran Hong Thai, Hoang Duc Cuong, Dang Thanh Mai, Trinh Thu Phuong	
and Tran Tuyet Mai WATER SURFACE SYSTEM IN RURAL AREA, CHANGE AND TRANSFOR- MATION, PROBLEMS, LOCAL MOVEMENT IN THE CONTEXT OF UR- BANIZATION AND CLIMATE CHANGE	67
Dr. Le Quynh Chi	68
GEOTECHNICAL AND GEOENVIRONMENTAL ENGINEERING	
SOIL RESISTIVITY STUDIES RELATED TO CORROSIVE NATURE OF LAT- ERITIC SOILS FOR BURIED PIPES	
R. Shivashankar, Nimi Ann Vincent, Divya Nath and K. N. Lokesh	71
EFFECT OF RBI GRADE 81 STABILIZER ON PAVEMENTS IN LOWLAND AREAS AND HEAVY RAINFALL AREAS	
A.U. Ravi Shankar , Amulya S. and Panditharadhya B. J	72
STRENGTH AND MICROSTRCUTURE ASSESSMENT OF RECYCLED AS- PHALT PAVEMENT - SLAG GEOPOLYMER AS A ROAD MATERIAL	
M. Hoy, S. Horpibulsuk and A. Arulrajah	74
BEARING CAPACITY OF RING FOOTING ON REINFORCED FOUNDA- TION BED OVER SOFT GROUND	
K. Rajyalakshmi, V.A. Sakleshpur and M.R. Madhav	75
THE INVESTIGATION ON COLLAPSED RIVERBANK PROTECTION STRUCTURE AND REMEDIAL APPROACH	
A. Udcomchai, M. Hoy, S. Horpibulsuk, A. Chinkulkijiniwat	76
MECHANISM OF INTERNAL INSTABILITY OR SUFFUSION OF COHE- SIONLESS SOILS: SELF FILTERING CRITERIA AND STRESS TRANSMIT- TING BETWEEN PRIMARY AND LOOSE PORTIONS	
V.T. Nguyen and T.T.G. Vo	77
SPATIAL DISTRIBUTION OF VOLCANIC ASH SOIL LAYERS IN MASHIKI TOWN, KUMAMOTO	
H. Nomiyama, S.Murakami, and R. Hirata	78

NUMERICAL ANALYSES OF SETTLEMENT AND STABILITY OF BRIDGE APPROACH BUILT ON EXPENDED POLYSTYRENE (EPS)	
Nguyen Chau Lan, Hoang Anh Van and Truong Quang Manh	80
RESPONSE OF TWO PILE GROUP UNDER MOMENT LOADING	
M. Padmavathi, V. Padmavathi and M. R. Madhav	81
SEISMIC RESPONSE OF GEOGRID REINFORCED PILED EMBANKMENT SLOPES	
B. R. Jayalekshmi, Radhika M Patel and R. Shivashankar	83
ANALYSIS OF HIGH VOLUME ROADS DURING HEAVY MONSOON IN COASTAL AND LOW LAND AREAS	
Ravi Shankar A. U, Priyanka B. A and Padma Tejaswi S	85
UTILIZING DEEP NEURAL NETWORKS TO PREDICT SHIELD TUNNEL- ING-INDUCED GROUND SETTLEMENTS	
Kun Zhang, Shui-Long Shen and Ye-Shuang Xu	86
DESIGN METHOD FOR STEEL ROTATION PILE FOUNDATION IN VIETNAM Dao Duy Lam, Nguyen Thi Tuyet Trinh	87
SOIL TYPE, RAINFALL INFILTRATION AND THE STABILITY OF UNSATU- RATED CUT-SLOPES	
T. The Viet, P. Huy Dung, H. Viet Hung and T. Minh Thu	88
APPLICATION OF SIMPLE DRAINAGE BY SIPHON WATER-LEADING HOSE TO COHESIVE SOIL	
K. Shiraishi, K. Omine, S. Sugimoto, Z. Zhang and K. Nakahara	89
THE NONLINEARITY OF PILLAR DAM AND IMPACT IN COASTAL LOW-LANDS OF VIETNAM	
N. Van Xuan, N. Canh Thai, N. Ngoc Thang, T. Van Toan	90
LIQUEFACTION EXPANSION CAUSED BY FORESHOCKS AND MAIN SHOCKS OF JAPAN'S 2016 KUMAMOTO EARTHQUAKE <i>R. Hirata, S. Murakami and H. Nomiyaam</i>	91
TECCO SLOPE STABILIZATION SYSTEM AND FINITE ELEMENT ANALY-	
SIS SUBJECTED TO PREVENT ROCK-FALL HAZARDS	
T. Van Dang, T. Dong	92

SLOPE STABILITY ANALYSIS FOR MULTIPLE SLIDING MASS Assoc. Prof. Sy Huu Pham, Dr. Vinh Phu Pham, MSc. Minh Le Vu	93
ADHESION RESISTANCE BETWEEN SOIL CEMENT COLUMN AND REIN- FORCED MATERIALS	
I. Meepon and P. Voottipruex	94
DETERMINING THE EFFECTIVE STRESS FIELD IN SOIL ACCORDING TO THE SHEAR POTENTIAL	
D. Thang	95
USING DENITRIFICATION TO MICROBIALLY REDUCE WATER SATURA- TION FOR SOIL IMPROVEMENT	
Vinh P. Pham, A. Nakano, L.A. van Paassen, W.R.L. van der Star	96
PHYTO-FENTON PROCESS FOR THE REMEDIATION OF ORGANOCHLO- RINE PESTICIDES-CONTAMINATED SOILS	
Trinh Tran	97
DEFORMATION AND PERMEABILITY CHARACTERISTIC OF CEMENT - TREATED SOILS	
Le Ba Vinh, Nguyen Tan Bao Long, Dinh Huu Dung	98
DETERMINATION OF THE CBR VALUE OF THE CLAY SOIL BASED ON EN- ERGY OF THE RIC ELECTRO-MECHANICAL SYSTEM MODEL	
Arifin Beddu, Lawalenna Samang, Tri Harianto and Achmad Bakri Muhiddin	99
NUMERICAL ANALYSIS OF JOINTED ROCK SLOPE: THE APPLICA- TION OF THE HOEK-BROWN CRITERION VERSUS MOHR-COULOMB CRITERION	
N. Quang Tuan	100
APPLICATION OF FUZZY LOGIC FOR DECISION SUPPORT IN SELEC- TION OF SOFT SOIL IMPROVEMENT SOLUTIONS	
T. Dinh Toan	101
THE EFFECT OF CHANGING WATER LEVEL ASSOCIATE THE REASONS EVERY OF YEAR WITH THE STABLE RIVERSIDE RETAINING WALL	
D. Huu Dao, L. Quoc Nam, P. Khac Hai	102

NUMERICAL ANALYSES OF RAINFALL-INDUCED SLOPE FAILURES: BACK ANALYSIS OF A ROADSIDE SLOPE FAILURE CASE ALONG THE CONNECTING ROAD OF SUNGGUMINASA SINJAI IN INDONESIA	
M. Suradi, A. Setyo Muntohar and A. Arsyad	103
EXPERIMENTAL STUDIES ON THE EFFECTS OF SIZE OF SAMPLE ON CONSOLIDATION CHARACTERISTIC OF SOILS Le Ba Vinh, Phu Nhat Truyen	104
NUMERICAL STUDY ON RAINFALL-INDUCED SHALLOW SLOPE FAIL- URE: EFFECT OF PERIODICAL RAINFALL	105
	105
DEVELOPING AN ANALYTICAL METHOD FOR DETERMINING THE RA- DIUS OF FAILURE ZONE OF SINGLE PILE IN GENERAL SOIL <i>T. Van Tuan, D. Tram Anh and L. Tuan Anh</i>	106
EVALUATION OF FACTORS AFFECTING BENDING FAILURE AND TENSILE STRENGTH, MODULUS OF SOIL-CEMENT COLUMNS IN ARIAKE CLAY	
S. Shrestha, T. Hino, J-C. Chai, N. Prongmanee	107
DISASTER IN THE ASHIKARI SOUTH INTERCHANGE ON ARIAKE SEA COASTAL ROAD (SAGA-FUKUDOMI ROAD)	
Takenori Hino, Norihiko Miura, Jinchun Chai, Sailesh Shrestha	108
ASSESSMENT OF EFFECTIVENESS OF GROUND IMPROVEMENT METH- ODS - HANOI - HAIPHONG EXPRESSWAY PROJECT T Dinh Toan N Dinh Thu	110
	110
TO ESTABLISH LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY IN LAIGIANG BASIN , BIN- HDINH PROVINCE, VIETNAM	
Phan Van Tho, Nuno de Sousa Neves	111
CHARACTERISTICS OF ARTIFICIAL GRAVEL USING CEMENT STABILIZA- TION OF SOFT SOIL AS SUB-BASE LAYER	
Kurniatullah, D.A, Samang, L, Harianto, T and Ali, N	112
INVESTIGATION ON FLOOD WALL PROTECTION: A CASE STUDY IN PA- TUMTHANI PROVINCE, THAILAND	
C. Yeanyong, S. Horpibulsuk, A. Udomchai and M. Hoy	113

	CALCULATE THE TREATMENT OF THE ROAD AFTER BRIDGE ABUT- MENT USING BAMBOO PILE REINFORCED GEOTEXTILE D. Huu Dao, N. Van Hai, P. Khac Hai	114
/  - /	APPLYING GEOMATICS RESEARCH COASTAL EVOLUTION OF KONE - HA THANH RIVER'S ESTUARY, BINH DINH PROVINCE Nguyen Trong Đoi, Phan Van Tho	115
l /	USING ELECTRICAL RESISTIVITY METHOD TO INVESTIGATE SEEPAGE AND INTERNAL EROSION IN EMBANKMENT DAMS Nguyen Cong Thang, Nguyen Canh Thai, Nguyen Cao Don	116
E	BEHAVIOUR OF TALL TIERED MSE WALLS REINFORCED WITH GEOGRID BY USING PLAXIS 2D SOFTWARE Yadhunandan M. E and R. Shivashankar	117
E	EFFECTIVENESS OF GEOSYNTHETIC ENCASED COLUMNS UNDER FLEXIBLE FOUNDATIONS Reniitha Mary Varabese Sithara Pamanaattu Muzammil	119
, E L	EFFECT OF CATIONS ON CONSOLIDATION AND PERMEABILITY OF PO- LYMERIZED BENTONITE	120
l I	INVESTIGATION OF RAINFALL AND WATER LEVEL EFFECT ON STABIL- ITY OF DYKE	120
/ WA	Nguyen Cong Thang, Pham Huy Dung, Nguyen Cao Don	121

SOLUTIONS FOR SPEEDING UP THE CONSTRUCTION PROGRESS OF	
HIGH PILE-WORK QUAYS	
Le Thi Huong Giang, Doan The Manh	125
MULTI-OBJECTIVE CALIBRATION OF CONCEPTUAL RAINFALL-RUNOFF MODEL IN THAC MO CATCHMENT, VIETNAM	
Vinh Truong Le, Luan Thanh Nguyen	126

STUDY THE TANNERY WASTEWATER TREATMENT BY USING ELECTRO- CHEMICAL OXIDATION METHOD	
Tran Le Luu, Tran Tan Tien, Nguyen Ba Duong, Nguyen Thi Thanh Phuong	127
STUDY AN EFFICIENT TOOL TO COMPUTE HYDRAULIC CHARACTER- ISTICS OF FLOOD FLOW DOWNSTREAM FROM SMALL RESERVOIRS WITH CONCRETE DAM COLLAPESE SCENARIOS IN VIETNAM L. Thi Thu Hien, V. Minh Cuong	128
CANAL BLOCKING IN AN ATTEMPT TO RESTORE PEATLAND ECOSYS- TEMS IN LIANG ANGGANG PROTECTED FOREST IN BANJARBARU	
A. Dhiaksa, N. Sadikin, P. Simanungkalit and W. Candraqarina	129
A STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF CHIKUGO RIVER'S OLD ME- ANDERING AND ITS TRIBUTARIES WITH THEIR INTERACTIONS AND EF- FECTS FOR THE FLOOD CONTROL AND WATER USE	
Wataru Kawahara, Koichiro Ohgushi, Toshihiro Morita and Maya Amalia Achyadi	130
ASSESSMENT OF THE FLOOD-CONTROL CAPACITY OF THE UPSTREAM RESERVOIRS OF THE TRA KHUC RIVER WITH THE HISTORICAL FLOOD EVENT IN NOVEMBER 2017	
Vu Minh Cuong and Nguyen Thu Hien	131
STUDY ON BIO-FLOCCULATION-ADSORPTION SEDIMENTATION PRO- CESS IN WASTEWATER TREATMENT	
Nguyen Ba Hoang Nam, Doan Quang Tri, Lian Pang Wei and Tran Viet Thanh	132
MODELING FOR ANALYZING EFFECTS OF GROUNDWATER PUMPING IN CAN THO CITY, VIETNAM	
N.D.G Nam, A. Goto, K. Osawa, V.P.D. Tri	133
IMPROVEMENT OF AGRICULTURAL SOIL CHARACTERISTIC IN TIEN LU DIS- TRICT, HUNG YEN PROVINCE, VIET NAM BY USING SOIL CONDITIONERS	
Dinh Thi Lan Phuong, Nguyen Thi Hang Nga	134
RISK ASSESSMENT OF SEA LEVEL RISING TO RIVER BANK EROSION USING HYDRAULIC APPROACH: A CASE STUDY OF MEKONG RIVER, VIETNAM	
P. Ngoc, N.T. Bay and T.N. Quynh Nga	135
APPLICATION OF GIS TECHNOLOGY TO SET UP AN EMERGENCY PLAN FOR CAM XUYEN DISTRICT IN CASE OF TYPHOONS L. Minh Nguyet, N. Thi Hoa and T. Kim Chau	136
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----
THE EVOLUTION OF SALINITY INTRUSION AT MEKONG RIVER MOUTHS UNDER THE IMPACTS OF UPSTREAM DAMS	
N. T. P. Mai, L. V. Trung, D. V. Binh and D.T. M. Lan	137
CHARACTERISTICS OF SEAWATER INTRUSION IN COASTAL REGION OF THE VIETNAMESE MEKONG DELTA	
Tran Dang An, Maki Tsujimura, Vo Le Phu, Trieu Anh Ngoc, Doan Thu Ha and Nguyen Van Hai	138
INVESTIGATION OF HOUSEHOLD POLLUTION LOADING: A CASE STUDY IN URBAN AREAS OF HANOI, VIETNAM	
Pham Nguyet Anh, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, and Huynh Trung Hai	140
REMOVAL OF ORGANIC POLLUTANTS FROM INDUSTRIAL WASTEWA- TER USING FENTON PROCESS	
K. Srilatha, D. Bhagawan, P. Kiran Kumar, S. Srinivasulu, V. Himabindu	141
FLOOD FORECASTING IN THE MA RIVER - CURRENT STATUS AND PERSPECTIVE	
Nguyen Tien Kien, Nguyen Thi Thu Trang	142
PREDICTION OF FIRE IN CHINA BASED ON ARIMA MULTIPLICATIVE SEASONAL MODEL	
Ze-Nian Wang, Shui-Long Shen	143
MONITORING LAND COVER IN COMPLEX LANDSCAPES USING SATEL- LITE IMAGERY: ENHANCED CLASSIFICATION ACCURACY BY COMBIN- ING HIGH RESOLUTION REMOTELY SENSED DATA	
D. C. Phan, K. N. Nasahara and N. H. Do	144
PHYTOREMEDIATION OF AQUACULTURE WASTEWATER USING CYPER- US ALTERNIFOLIUS AND NEPTUNIA OLERACEA AQUATIC PLANTS	
Duong D. K. Le, Hoa T. Phama	145

RIVER WATER QUALITY MODEL INPUT UNCERTAINTY QUANTIFICA- TION BY MEANS OF CORIWAQ-RS MODEL	
Thanh Thuy Nguyen and Patrick Willems	146
LOW-COST ADSORBENT MATERIAL MODIFIED FROM RED MUD FOR REMOVAL OF LEAD FROM AQUEOUS SOLUTION	
P. Thi Hong, P. Nguyet Anh and D. Thi Thu Huyen	147
EVALUATION ABILITY OF MYCOFILTRATION TO TREAT AQUACULTURE WASTE WATER	
Tan T. Thai, Hoa T. Phama	148
PARAMETER SENSITIVITY ANALYSIS FOR A COASTAL PHREATIC AQUIFER	
B.N. Priyanka and M.S. Mohan Kumar	149
APPLICATION OF A 3D MODEL TO STUDY ON SEDIMENT TRANSPORT IN THE DONG NAI RIVER IN BIEN HOA DISTRICT	
L. Minh Nguyet, Jaya Kandasamy, D. Quang Minh and P. Thi Huong Lan	150
A DEEP NEURAL NETWORK APPLICATION FOR FORECASTING THE IN- FLOW INTO THE HOABINH RESERVOIR IN VIETNAM	
Le Xuan Hien, Hung Viet Ho, Giha Lee, and Sungho Jung	151
IMPACT OF SEASONAL OPERATION BY WASTEWATER TREATMENT PLANT ON WATER QUALITY OF COSTAL WATER AREA	
H. Fukuyoshi, Y. M ishima H. Araki, M. Fudoji,Y. Matsuo, S. Nomoto, S. Egashira, E. Muta and S. Jinouchi	152
DISSIPATION HALF-LIFE OF PROPICONAZOLE IN WATER AND ITS REMOVAL EFFICIENCY BY HORIZONTAL SUBSURFACE FLOW CON- STRUCTED WETLAND	
P. Van Toan and L. Hoang Viet	154
ANALYSIS OF THE CURRENT STATUS OF WATER QUALITY AND CAPAC- ITY TO SUPPLY WATER TO THE INNER RIVERS OF HANOI CITY	
N. Huu Hue, N. Huu Thanh	155
OPTIMIZATION OF HETEROGENEOUS ELECTRO FENTON PROCESS FOR PESTICIDE WASTEWATER TREATMENT	
Nguyen Duc Dat Duc, Nguyen Thi Chi Nhan, Nguyen Huynh Thang, Nguyen Tan Phong	156

ESTABLISH LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY MAPPING IN SON LA PROV- INCE, VIETNAM BY USING GEOGRAPHY INFORMATION SYSTEM AND ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS	
Nguyen Cam Van, Lai Tuan Anh	157
LONG-TERM ANALYSIS OF WATER QUALITY IN TH TERAUCHI RESER- VOIR AND DISCHARGED LOADING FROM ITS CATCHMENT AREA N. Vongthanasunthorn, H. Sasaki, K. Koga and T. Abe	158
FLOOD RISK ASSESSMENT IN THE TRA BONG RIVER CATCHMENT, VIETNAM	
Trinh. X. M, Nguyen Mai Dang and Molkenthin. F	160
ASSESSING THE SPATIAL DISTRIBUTION OF RIVER WATER QUALITY IN THE CAN GIO MANGROVE FOREST	
V. Thi Hoai Thu, T. Tabata, K. Hiramatsu, T. Anh Ngoc and M. Harada	161
REGIONAL DROUGHT MONITORING AND ANALYZING USING LAND- SAT 8 DATA - A CASE STUDY IN NINH THUAN AND BINH THUAN PROV- INCES IN 2016	
Nguyen Ho Phuong Thao, Roberto Ranzi, Hoang Thanh Tung and Nguyen Hoang Son	163
RESEARCH ON CONTRIBUTION RATIO OF LARGE UPSTREAM RESER- VOIRS FOR MINIMUM FLOW IN VUGIA-THUBON RIVER SYSTEM	
To Viet Thang, Ngo Le Long, Nguyen Tung Phong and Nguyen Thi Thu Nga	164
ASSESSMENT OF WATER SHORTAGE IN SESAN RIVER BASIN BY INTE- GRATING THE SWAT AND WEAP MODELS	
Xuan Khanh Do, Hoa Nguyen Thi and Kim Chau Tran	165
CROWDSOURCING AND APPLICATION IN CRISIS MANAGEMENT IN VIETNAM	
L. Nguyen Tuan Thanh	166
DEVELOPMENT OF A HYDRO-ECONOMIC MODEL FOR OPTIMIZING WATER ALLOCATION IN BA RIVER BASIN	
Nguyen Thi Thu Nga	167

THE COMPUTATION OF HYDRAULIC CHARACTERISTICS OF FLOOD FLOW DOWNSTREAM FROM THE RESERVOIR WITH DAM SAFETY SCE- NARIOS IN NORTH VIETNAM	
Le Thi Thu Hien, Hung Viet Ho	168
NUMERICAL MODELLING OF FLOW IN THE TONLE SAP BY MEANS OF A DISCONTINUOUS GALERKIN FINITE-ELEMENT MODEL	
Hoang-Anh Le, Chien Pham Van, Huyen Xuan Vu Dang, Jonathan Lam- brechts, Sigrun Ortleb, Nicolas Gratiot, Sandra Soares-Frazao and Eric Deleersnijder	169
A STUDY ON THE WATERSHEDS' CHARACTERISTICS AND INFLUENCE FACTORS OF THE 2017 NORTHERN KYUSHU TORRENTIAL RAIN DISASTER	
K. Ohgushi, S. Satoh, H. Tsuji, T. Morita and M. A. Achyadi	171
UNDERGROUND WATER RECHARGE MODEL FOR CENTRAL AND CENTRAL HIGLAND OF VIET NAM	
Nguyen Quoc Dung, Phan Viet Dung, Phan Truong Giang	172
CONTRIBUTION OF INDIGENOUS KNOWLEDGE TO ADAPT TO FLOODS IN MEKONG DELTA, VIETNAM (Case study in An Phu, Chau Thanh, Tri Ton districts, An Giang province)	
P. Xuan Phu, N. Ngoc De and N. Thuy Bao Tran	173
DEVELOPMENT OF LINER SYSTEM IN LANDFILL SITE USING HYBRID ADSORBENT	
Ye Zin Naing, S. Juengjarenniration, H. Araki and Y. Mishima, M. Ohno	174
GROUNDWATER QUALITY AND HUMAN HEALTH RISK RELATED TO GROUNDWATER CONSUMPTION IN AN GIANG PROVINCE	
P. K. Anh and N. T. Giao	175
RESEARCH ON WATER ACCUMULATION OPERATING MODES IN FLOOD SEASON FOR HOA BINH AND SON LA CASCADE HYDRO- POWER RESERVOIRS	
Vu Thi Minh Hue	176
DESIGNING FLOOD HAZARD MAPPING FOR DISASTER RISK MANAGE- MENT - A CASE STUDY IN VU GIA - THU BON RIVER BASIN	
Truong Van Anh, Luca Dutto, Duong Anh Quan, Alfio Bernado, Pham Xuan Duc	177

FLOOD RISK ASSESSMENT UNDER THE IMPACT OF HYDROPOWER PLANT RESERVOIR OPERATION. A CASE STUDY AT DOWNSTREAM OF VUGIA THUBON RIVER SYSTEM, VIETNAM	
N.DVo, T.H Nguyen And P. Gourbesville	178
IMPACT OF AQUATIC RESOURCES ON LIVELIHOOD OF THE PEOPLE LOWER MEKONG BASIN (A case study in Phu Loc, Khanh An com- munes, Tan Chau, An Phu district, An Giang Province)	
P. Xuan Phu, N. Thuy Bao Tran	179
ADSORPTION OF CADMIUM(II) FROM AQUEOUS SOLUTION IN FIXED BED COLUMN USING COCKLE SHELL (ANADARA GRANOSA) POWDER	180
	100
RESEARCH ON POLLUTION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCAR- BONS (PAHs) FROM WATER AND SEDIMENT OF CAUBAY RIVER, HANOI <i>V. Duc Toan</i>	181
ESTIMATION OF FLOOD PROBABILITY IN HANOI USING STANDARD	
L. Van Thinh, D. Nhat Quang	182
STORM WATER DRAINAGE REQUIREMENT OF BAC-NAM-HA LOW-LAND AREA UNDER CLIMATE CHANGE SCENARIOS	
L. Duc Dung, N. Tuan Anh, L. Van Chin	183
WATER QUALITY OF HOA BINH RESERVOIR	
Nguyen Kien Dzung and Doan Quang Tri	184
STREAMFLOW EXTENTION USING MIKE NAM MODEL FOR BANG GI- ANG - KY CUNG RIVER BASIN OF VIETNAM	
Hung M. Le, Manh T. Phan, Minh V. Nguyen, Don C. Nguyen	185
SEDIMENT YIELD IN DA RIVER BASIN AND SEDIMENT FLOW IN HOA BINH RESERVOIR	
Nguyen Kien Dzung and Doan Quang Tri	187
ANALYSIS OF RAINFALL CHARACTERISTICS IN SAGA CITY USING RAIN- FALL INTENSITY FORMULA	
K. Eto, Y. Mishima and H. Araki	188

FLOOD SIMULATIONS FOR BAGO RIVER BASIN USING IFAS Su Wai Thin, Win Win Zin and K. Ohgushi	189
STUDY OF ON ENERGY DISSIPATION PERFORMANCE THROUGH SIDE WALL OF STILLING BASIN	
T. Vinh Cuong, G. Thu, P. Anh Tuan, N. Viet Hung, N. Thanh Khoi	190
METAL POLLUTION IN HANOI LAKES AND THE BIOACCUMULATION IN FISH SPECIES	
P. Thi Hong, D. Van Khuong, H. Thi Thu Huong	191
WATER QUALITY MODELLING FOR TOTAL MAXIMUM DAILY LOADS CALCULATION IN NHUE - DAY RIVER	
Nguyen Duy Binh and Hoang Cong Huy	193
MODELING WATER FLOWS IN THE BAC HUNG HAI IRRIGATION SYSTEM Chien Pham Van, Giang Nguyen-Van, Nguyen Thi Van, Le Van Chin, Do-	
anh Nguyen-Ngoc, Drogoul Alexi	195
ASSESSING THE IMPACTS OF LAND USE CHANGE ON WATER FLOW IN SESAN RIVER BASIN	
L. Minh Nguyet, H. Thanh Tung, N. Hoang Son and Vu Hoai Thu	197
THE LIVELIHOOD VULNERABILITY TO FLOODS IN FULL-DYKE SYSTEM IN CHO MOI DISTRICT, AN GIANG PROVINCE	
N. Ngoc Diep, T. Thi Le Hang, N. Xuan Thinh and V. Pham Dang Tri	198
DESIGN FLOOD ESTIMATION IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE - A CASE STUDY IN THE SOUTH CENTRAL AND HIGHLAND PROVINCE	
Ngo Le An, Le Thi Hai Yen, Ngo Le Long, Nguyen Thi Thu Ha	199
ASSESSMENT OF THE IMPACT OF FERTILIZER APPLICATION ON NI- TROGEN LOAD USING SWAT MODEL: A CASE STUDY IN BAC DUONG IRRIGATION SYSTEM, VIET NAM	
MH. Dang, MD. Nguyen	200
CLIMATE CHANGE IMPACT ASSESSMENT ON STREAM FLOW OF LAI- GIANG RIVER, VIETNAM	
N.D Vo	201

APPLICATION OF SWAT AND IQQM MODELS FOR WATER DEMAND AS- SESSMENT IN THE XEDONE BASIN OF LAO	
Khamla Phomsavath, Le Van Uoc, Nguyen Cao Don	202
LINKING VIETNAM FOREST TENURE POLICY ASSESSMENT TO SUSTAIN- ABLE FOREST MANAGEMENT, LIVELIHOODS, ANDCLIMATE CHANGE MITIGATION	
Tuyet Anh T. Le, Jianghua Wu, Kelly Vodden, Son L. Hoang, Quy V. Khuc, Hung T. Nguyen	203
APPLICATION OF ISIS MODEL FOR FLOOD CONTROL IN THE XEDONE BASIN OF LAO COUNTRY	
Khamla Phomsavath, Le Van Uoc, Nguyen Cao Don	205
NUMERICAL STUDY OF THE CHANGE OF FLOW IN VAM NAO RIVER DUE TO LEVEE SYSTEMS IN MEKONG DELTA	
Nguyen Thi Thach Thao, Tran Thi My Hong, Le Song Giang	206
EVALUATION OF TRMM MULTI-SATELLITE PRECIPITATION ANALYSIS (TMPA) PRODUCT (3B42) OVER INDONESIA (1998-2017)	
N. Helda, A. Kilic, F. Munoz-Arriola and R. G.Allen	207
AN ASSESSMENT OF AGRICULTURAL PRODUCTIVITY IN THE UP STREAM OF THE VIETNAMESE MEKONG DELTA UNDER WATER RE- SOURCES CHANGE	
N. Le Trang, N. Ngoc Diep and V. Pham Dang Tri	209
EVALUATION THE IMPACT OF CLIMATE CHANGES ON STREAM DIS- CHAGE AND PREDICTING DROUGHT, FLOOD IN CAU RIVER WATER- SHED, NORTHERN VIETNAM	
Phan Dinh Binh, Nguyen Thanh Hai, Nguyen Ngoc Anh, Nguyen Quang Thi	210
WATER SECURITY INDICES FOR DELTA AND COASTAL AREA OF MA RIVER BASIN	
N. Thi Mui, L.Dinh Thanh	211
REMOVAL OF METHYLENE BLUE FROM AQUEOUS SOLUTIONS BY FIXED-BED COLUMN ADSORPTION USING SUGARCANE BAGASSE AS ADSORBENT	
CS. Nguyen-Phung, TA. Nguyen, TAN. Nguyen	212

REMOVAL OF HEAVY METAL IONS IN SLUDGE BY MAGNETIC CHI- TOSAN MATERIAL	
Pham Thi Ngoc Lan, Le Thi My Hanh	213
CURRENT STATE OF DOMESTIC WATER CONSUMPTION AND FEASI- BILITY OF IMPLEMENTING RAINWATER HARVESTING SYSTEM IN THE VINH CHAU TOWN, SOC TRANG PROVINCE	
N. Ngoc Diep, T. Thi Le Hang, van der Heiden Dion, D. Diep Anh Tuan, V. Pham Dang Tri	214
IMPACT OF LOWER WATER LEVEL OF THE RED RIVER ON WATER IRRI- GATION CAPACITY OF BAC-HUNG-HAI IRRIGATION SYSTEM	
L. Van Chin, N. Tuan Anh, V. Trong Bang	216
REMOVAL OF COPPER FROM AQUEOUS WATER BY ELECTROCOAG- ULATION USING ALUMINIUM ELECTRODES: APPLICATION OF BOX - BEHNKEN DESIGN FOR THE OPTIMIZATION AND CHARACTERISTIC SLUDGE	
N. Thanh Hoa, N.Thi Hien, L. Thi Huong, N. Quang Hung and N. Thuy Ninh	217
EXISTING EMERGENCY SPILLWAYS AND APPLICATIONS OF PROBABIL- ITY THEORY TO RESERVOIRS	
Nguyen Lan Huong, Pham Ngoc Quy	218
ROOT WATER UPTAKE PATTERNS IN YOUNG AND MATURED ORANGE TREES - A CASE STUDY	
Sanaga Srinivasulu, Srinivasa Rao Peddinti, Phanindra KBVN	219
THE PLATE REVETMENT MADE FROM POLYMER OR COMPOSITE FOR PROTECTION SLOPE OF CANAL	
N. Mai Chi, T. Minh Thu and N. Chien	220
CUMULATIVE IMPACT OF THE INTER-RESERVOIR SYSTEM AND OTHER ACTIVITIES ON ENVIRONMENT OF BA RIVER DOWNSTREAM	
N. Van Sy	221
EVALUATING THE IMPACTS OF FLOOD TO AGRICULTURAL IN KON - HA THANH RIVER BASIN AREA, BINH DINH PROVINCE BASE ON RADAR AND GIS	
Phan Van Tho, Nguyen Thanh Luan, Nguyen Huu Xuan, Nguyen Thi Huyen	222

THE NUMERICAL MODEL OF THE INFLUENCE OF REAERATION TIDAL CURRENTS TO OXYGEN DISSOLVED BALANCE IN THE WATERS OF THE TIDAL MARSH (A CASE STUDY OF TIDAL FARM OF SOUTH KALIMAN- TAN, INDONESIA)	
Achmad Rusdiansyah	223
DYNAMIC EMULATION MODELING OF IRRIGATION WATER DEFICIT IN THE RED - THAI BINH RIVER, VIETNAM	
Quang Dinh, Truong Van Anh	224
STUDY ON FORECASTING THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON RICE YIELDS IN THE MEKONG DELTA	
Huynh Cong Luc, Bui Dang Hung, Nguyen Thi Hoa, Nguyen Thi Hong Nhung	225
DETERMINE REQUIRED SAFETY LEVELS FOR FLOOD CONTROL SYS- TEM BY RELIABILITY THEORY	
Le Xuan Bao	226
DEVELOPMENT OF RAINFALL INTENSITY DURATION FREQUENCY CURVES UNDER A CHANGING CLIMATE FOR BINH THUAN PROVINCE	
Quang Dinh, An Ngo, Vu Van Thang, Mai Van Khiem, Cong Mai	227

## **COASTAL AND RIVERINE MANAGEMENT**

COASTAL PROTECTION PLAN FOR THE MEKONG DELTA (CPP)	231
THE USE OF LANDSAT IMAGE IN MONITORING THE SHORELINE CHANGE IN THANH DA PENINSULA FROM 1991 TO 2017 Ho Quang Hai, Nguyen Thanh Ngan	232
ASSESSMENT AND PREDICTION OF THE RISK OF OIL SPILL FROM WA- TER TRAFFIC AT SON TRA MARINE PARK -THO QUANG WARD, SON TRA DISTRICT, DA NANG CITY	
Ngo Tra Mai, Vu Hoang Hoa	233
RELATION BETWEEN LONG-TERM VARIATION OF SUMMER-TIME WAVES AND CLIMATE CHARACTERISTICS ALONG THE SEA OF JA- PAN COAST	
Nguyen Trinh Chung and Masatoshi Yuhi	234

RESEARCH ON SOLUTION TO PREVENT SEDIMENTATION OF TAM QUAN ESTUARY, BINH DINH PROVINCE <i>Tr. Thanh Tung and Ng.Quang Chien</i>	235
MOVING BOUNDARY TECHNIQUE FOR TWO-DIMENSIONAL FINITE ELEMENT MODEL, WITH APPLICATION FOR SIMULATING INUNDA- TION PROCESSES IN THE LOWLAND AREAS OF THE MEKONG RIVER SYSTEM	
Chien Pham Van and Pham Thanh Hai	236
THREAT OF COASTAL HAZARDS TO SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE CENTRAL COASTS OF VIETNAM	227
P.L. Vo	237
SALT INTRUSION MODELLING AND PREDICTION USING MIKE - SWAT - GIS TOOLS: CASE OF THE VE RIVER ESTUARY, QUANG NGAI	
Diep Thi My Le, Anh Huynh Bui, Khanh Thi Phi Ho, Long Ta Bui, T-Y. Lin and B. Gia Nguyen	238
APPLYING GIS AND RS IN ASSESSING THE SHORELINE CHANGE IN HON DAT DISTRICT FROM 1989 TO 2017	
Nguyen Thanh Ngan	239
ESTIMATING COASTAL WATER QUALITY IN DANANG BAY, VIETNAM: MODEL DEVELOPMENT AND PARAMETER ASSESSMENT	
Nhi Kha Dang, Diep Thi My Le, Khanh Thi Phi Ho, Long Ta Bui	240
EFFECTS OF SPUR DIKES SPATIAL LAYOUT TO RIVER BED EVOLUTION IN TIDAL RIVER	
T. Vinh Cuong, N. Thanh Hung, V. Thanh Te, P. Anh Tuan	241
PERFORMANCE OF EROSION RESISTANCE OF COMPACTED CEMENT MIXED CLAYEY SOIL	
Tetsuro Inoue, Daisuke Suetsugu, Yoshikuni Akiyama, Kazuki Matsumura and Katsuyuki Sakamaki	242
CALIBRATION OF TWO-DIMENSIONAL FLOODPLAIN MODELING US- ING SATELLITE DATA, A CASE STUDY FOR THE THACH HAN RIVER, QUANG TRI, VIET NAM	
N. Hoang Son, H. Thanh Tung	243

LITERATURE REVIEW ON THE MODELING OF PROCESSES RELATED TO SEADIKE TOE EROSION DURING STORMS	
Nguyen Thi Phuong Thao	244
WAVE REDUCTION BY A BAMBOO FENCE Ngo Thuy Anh, Mai Cao Tri and Mai Van Cong	245
APPLICATION NUMERICAL WAVE CHANNEL STUDY OF WAVE AND DETACHED BREAKWATER INTERACTION IN BA LANG BEACH, NHA TRANG COAST	
N. Viet Thanh, N. Van Thin, P. Dang Hieu, N. Thi Hai Ly, N. Trung Viet, and V. Minh Tuan	246
INFLUENCES OF MANMADE STRUCTURES ON STORM SURGE FLOODING Nghiem Tien Lam	247
SPATIO-TEMPORAL TRENDS OF EXTREME RAINFALL AT A SUB-BASIN SCALE OF THIVAI RIVER IN SOUTHERN VIETNAM	
N. Tien Thanh	248
LONGSHORE SEDIMENT TRANSPORT VARIATIONS ON A MESOTIDAL SANDY BEACH	
Jaya Kumar Seelam, Yadhunath E.M, Jishad M	249
A NEW APPROACH FOR GENERATING CONTOUR LINES OF BIVARIATE EXCEEDANCE PROBABILITY: APPLICATION TO HYDROLOGY	
Ngoc Hieu Dao, Earl Bardsley and Varvara Vetrova	250
APPLICATION OF REMOTE SENSING AND GIS TO STUDY THE EVOLU- TION OF RED RIVER DELTA COASTLINES FROM DO SON TO NGHIA HUNG DURING PERIOD 2005 - 2015	
Vu Minh Cat, Vu Minh Anh	251
AN ANALYSIS OF HISTORICAL BEACH EROSION ALONG THE CENTRAL COAST OF VIETNAM	
Hai Trung Le, Cam Van Nguyen, Tuan Hai Le and Thanh - Tung Tran	252
STUDY EFFECTS OF DECK THICKNESS OF JETTY ON THE INTERNAL FORCE DISTRIBUTION OF PILES UNDER WAVE FORCE	
T. Long Giang	253

HOUSEHOLDS' AWARENESS ON UNTREATED WASTEWATER CON- SEQUENCES IN TRADITIONAL AGRO-FOOD PROCESSING VILLAGES NHUE-DAY RIVER BASIN, VIETNAM	
Tran Thi Thu Trang, Pham Thi Lam	254
SEDIMENT TRANSPORT ON NEGARA RIVER TRIBUTARIES AND ANDI TAJANG BRIDGE SCOURING ANALYSIS	
Muhammad Azhari Noor, Andrean R Juanizar And Nilna Amal	256
TWO-DIMENSIONAL NUMERICAL ANALYSIS ON FLOW CHARACTERIS- TICS OVER FIXED DUNES	
Jealyong Lee, Thi Hoang Thao Nguyen, Jungkyu Ahn, Sung Won Park	257
ENVIRONMENTAL SENSITIVITY MAPPING FOR CON DAO ISLANDS	
Huynh Cong Luc, Bui Dang Hung, Le Ba Long, Le Tien Dat	258
APPLICATION SENTINEL - 2 TO RESEARCH MARINE PLANTS BEDS IN AN CHAN COMMUNE, TUY AN DISTRICT, PHU YEN PROVINCE	
Nguyen Thi Thu Hang, Hoang Cong Tin, Nguyen Thai Hoa, Nguyen Ngoc Lam, Nguyen Van Tu	259
THE SCREW ANCHOR OF PLACED BLOCK REVETMENTS WITH DE- TAILED STRUCTURE AND APPLICATION TO SEADIKE SLOPE PRO- TECTION	
H. Viet Hung, T. Minh Thu	260

## **CITY PLANNING AND MANAGEMENT**

EXAMINING THE LAND USE-TRANSPORTATION ACCESSIBILITY BY	
COMPARING BETWEENNESS CENTRALITY PARAMETERS	
Somsiri Siewwuttanagul, Takuro Inohae and Nobuo Mishima	263
EXPLORING LAND USE IMPACT ON ITS SURROUNDING AREA OF UNI- VERSITY AND TOWNS: A CASE STUDY OF CHIANG MAI UNIVERSITY, THAILAND	
Umpiga Shummadtayar, Charnnarong Srisuwan	264

RANKING OF RISKS FOR METRO TUNNEL CONSTRUCTION USING FAHP IN JINAN, CHINA Hai-Min Lyu, Shui-Long Shen, and Ye-Shuang Xu	265
BUILDING MAMAGEMENT UNDER LIMATE CHANGE CONDITION FOR MEKONG DELTA IN VIETNAM	
Le Trung Phong, Nguyen Anh Dung, Nguyen Ngoc Thang and Nguyen Tien Chuong	266
A STUDY ON LAND USE TRANSITION AFTER MODERN TIMES AROUND RIVER OF A LARGE-SCALE ONSEN TOWN IN LOWER AREA OF MOUN- TAINOUS COUNTRY	
Kouhei Hanamoto, Nobuo Mishima and Takayuki Fuchikami	267
A STUDY ON EVALUATION CRITERIA OF LAND PANORAMA VIEW FROM TEA PLANTATION FOR GREEN TOURISM	
S. Kawahara, N. Mishima and T. Fuchikami	269
ENHANCING THE EXPERIENCE OF WORLD HERITAGE SITES VIA CY- CLING FOR CHIANG MAI, THAILAND	
R.Angkasith	270
A STUDY ON INTERMODAL TRANSFERS OF PHETCHABURI STATION BY LINKING BANGKOK'S CANALS NETWORKS TO MASS RAPID TRAN- SIT LINES	
P. lamtrakul and I. Raungratanaamporn	271
ASSESSING THE TRENDS OF URBAN SPRAWL AND ITS ENVIRONMEN- TAL IMPACT ON BASINS OF MOUNTAINOUS REGIONS, CASE OF KIGA- LI, RWANDA	
I.Rwampungu and Prof. N. Mishima	273
FINITE ELEMENT ANALYSIS OF THE GLUED LAMINATED TIMBER'S BE- HAVIOR AND INFLUENCE OF THE GEOMETRICAL PARAMETERS TO ITS RESISTANCE	
T. Van Dang, O. Marc	274
STUDY ON IMPROVEMENT OF OFFICE VENTILATION SYSTEM FOR GOOD AIR QUALITY IN THE LOWLAND AREA OF THAILAND	
Sasipa San-glar and Shoichi Kojima	275

EVALUATION OF INDOOR THERMAL COMFORT IN BURMESE TRADI- TIONAL HOUSE DEPENDING ON THE TYPES AND LOCAL MATERIALS <i>Thet Su Hlaing and Shoichi Kojima</i>	276
PROSPECTS AND DESIGN PERSPECTIVES OF AN AEROTROPOLIS IN BANGLADESH: A CASE STUDY ON ISHWARDI	
Dr. A. N. Kakon, M. R. A. Asif, F. Reza, and N. Mishima	277
THE URBAN COASTAL AREA FOR TOURISM DEVELOPMENT IN VIET- NAM - NEED OF INTEGRATED PLANNING AND SUSTAINABILITY <i>N. Trung Dung</i>	279
STUDY ON CLASSIFICATION OF LOCATION NORMALIZATION PLAN	
Kenshiro Nonaka, Takuro Inoha, Somsiri Siewwuttanagul	280
SENSOR NETWORK BASED CYBER PHYSICAL INFRASTRUCTURE FOR WATER SUPPLY NETWORK	
K R Sheetal Kumar, M S Mohan Kumar, Anjana G R, Ashish Joglekar, Am- rutur Bharadwaj, Ashwin Srinivas and Ninad D. Sathaye	281
EVALUATION OF GRID PATTERN CITY IN TROPICAL ZONE CONSIDER- ING URBAN MORPHOLOGY VIEWING FROM SHADING ASPECT	
Khaing Myint Mo, Nobuo Mishima	282
DYNAMIC SIMULATION OF ADAPTATION POLICY FOR FLOOD IM- PACTS ON URBAN ACTIVITIES: A CASE STUDY OF KHON KAEN, THAILAND	
H. Kikuchi, A. Fukuda, N. Tsumita and T. Takigawa	283
A BASIC ANALYSIS ON URBAN LANDSCAPE CONTINUITY IN A LOW- LAND URBAN HERITAGE USING DEEP LEARNING BASED METHOD	284
	204
FUNCTION QUALITY IMPROVEMENT OF MAHAKAM RIVERBANKS AS A PUBLIC OPEN SPACE	
V. Makarau, P. Languju, R. La Putju	286

AN ANALYSIS ON EVACUATION TO HIGHER PLACES CONSIDERING CA- PACITY OF SHELTERS IN A TRADITIONAL LOWLAND TOWN	
Mine Yudai, Mishima Nobuo, Fuchikami Takayuki and P. Egam	288
NEIGHBORHOOD PARK FACILITIES IN UTTARA MODEL TOWN, DHAKA: DESIGN STANDARDS AND USER PERCEPTION BASED EVALUATION	
F. Reza, A.N. Kakon and N.T. Hoque	290
SUBURBANIZATION AND TRANSIT-ORIENTED DEVELOPMENT AP- PLIED FOR MONORAIL SYSTEM FROM BIEN HOA CITY TO METRO 01	
N. Thanh Trung, L. Thuy Trang and Tr. Van Chinh	292

## THE APPLICATION OF FLASH FLOOD GUIDANCE SYSTEM FOR EARLY RISK WARNING IN MOUNTAINOUS REGIONS OF NORTHERN VIETNAM

Tran Hong Thai<sup>1</sup>, Hoang Duc Cuong<sup>2</sup>, Dang Thanh Mai<sup>2</sup>, Trinh Thu Phuong<sup>2</sup> and Tran Tuyet Mai<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration, No.8 Phao Dai Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam; email: tranthai.vkttv@gmail.com
<sup>2</sup> National Centre for Hydro-Meteorological Forecasting, No.8 Phao Dai Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam; email:

National Centre for Hydro-Meteorological Forecasting, No.8 Phao Dai Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam; email: cuonghoangduc@gmail.com

ABSTRACT: Flash flood is one of the world's deadliest natural disasters, usually as a result of intensive rainfall in mountainous river basins with steep slopes and poor soil structure. Flash flood and landslide warnings are still a big challenge even in developed countries. In recent years, the National Centre for Hydro-Meteorological Forecasting has applied the Flash Flood Guidance System (FFGs) for flash flood warning in Vietnam. This system has been developed by the Hydrologic Research Center (HRC) through the development project between the World Meteorological Organization (WMO) and the Mekong River Commission (MRC). The FFGs calculates the possibility of flash floods on small areas-based observation of rainfall, satellite rainfall estimates, soil moisture and other basin characteristics. The products of the FFGs have been used in flash flood warning in the Northern Mountainous Region and provided positive outcomes for disaster prevention and mitigation.

SUB-THEME: Disaster Risk Management.

KEYWORDS: Flash flood, heavy rain, natural disaster, FFGs, warning.

### INTRODUCTION

The WMO defines that flash flood is "A flood of short duration with a relatively high peak discharge" (generally less than 6 hours). According to WMO (2008), 105 out of 139 countries worldwide state that flash flood are one of the most important hazards. Flash flood is considered as one of the world's deadliest natural disasters, because, on average these events kill approximately 5,000 people throughout the world, with the highest mortality rate (Jonkman 2005). However, flash floods are unpredictable natural phenomena which only could be warned and influenced by many factors. Flash flood often occurs in mountainous river basins which having favorable characteristics for formation such as heavy rain in short period of time, divided terrain, slope of basins and slope of rivers are high, especially in basins having steep slopes and the stability of the topsoil is weak due to strong weathering and low vegetation (Du et al. 2000).

Flash floods often occur in the Northern Mountainous provinces, Vietnam. In recent decades,

flash floods have occurred in small rivers with higher frequency. Particularly, in the last 2 years 2016-2017, many severe flash floods occurred in Lao Cai, Yen Bai, Son La provinces in July and August. This article presents some advantages when using the MRCFFG system for early risk warning in Mountainous Region of Northern Vietnam.

# CAUSES AND GENERATION MECHANISM OF FLASH FLOODS

#### Causes of Flash Floods

Floods are formed by combined effects of many factors. Important natural causes of flash flood include intense rainfall, mountainous terrain, soil saturation and so on (Konstantine et al. 2013). In general, the formation of flash flood are closely related to climatic conditions, rainfall intensity, terrain characteristics, human activities as well as drainage conditions:

- Surface condition is favorable for erosion, and landslide (Du et al. 2000): In mountainous areas, river

networks are dense but having steep slopes greater than 20% with short rivers, narrow valleys, and thin vegetation. At the beginning of rainy season or after a long time having no rain, ground is strongly weathered, and then when heavy rainfall occurs, the ground surface is susceptible to erosion, wash away which creates conditions for flash floods happening.

- Heavy rain occurs in a short period of time: this is a direct reason, causing rapid impacts to floods, flash floods. Flash floods often occur in some places having strongly divided terrain, steep slopes and weak surface which is easy to erosion, collapse (Loganatham 1993). When heavy rain occurs or rain happens for several days in a small catchment, soil moisture will reach saturation level which is unlikely to absorb and combine with other adverse conditions such as steep slopes and weak vegetation due to the devastating effect, it facilitates the formation of surface runoff. The more water accumulates, the higher potential energy is. This creates high possibility for flash floods occurring.

- Due to human activities in river basins: forest exploitation and deforestation causes a reduction of vegetation, lead to declining surface water storage capacity, thus creating good conditions for formation of large surface flows in a short period of time. To be specific, people build urban areas, riverside constructions, which narrow down flood drainage capacity of river basins and obstruct flood flow. When heavy rain occurs, water level rises dramatically, the drainage capacity of the basins are poor, flows are blocked and flash floods occur.

Generation Mechanism of Flash Floods

Flash floods occur and mix solids. Flash floods happen and end very quickly. Due to big changes of surface associated with a large amount of rainfall occur in a short period of time, flood is formed when runoff excess permeability. Surface runoff is formed from rainfall after ground is saturated which is no longer to store any water. Runoff carries solids and flows downhill with rapid erosion and sedimentation. Gradually, floods is transformed into flash floods rapidly, create torrents with great kinetic energy. Due to negligible loss, total surface runoff and peak flood increases dramatically. Solid-liquid flow slide on the steep slope with a particularly high velocity which differ from normal flood in rivers and streams, causing strong noises when concentrating flood and having mass destruction. This leads to serious damage to downstream regions and destruction of basin surface. According to spatial extent, these areas arise, form and subject to flash floods can be classified as follows:

- Floodplain areas: is in upstream of rivers having steep slopes, usually occupying 2/3 of catchment area. In here,

processes of forming surface runoff, erosion, and soil erosion occur rapidly. Flooding occurs simultaneously but not yet strong.

- Flood flash prone areas: in here, there are processes of erosion, landslide, swept away trees, flow obstruction. These areas cover a part of foot of slopes, foot of upstream river mountain, central of basins where slope of conductors are very large, confluence of many rivers and streams before flood flowing into valley or downstream.

- Flash flood areas: is the strongest place of "sweeping" processes; erosion and landslides continue with high intensity at the head of valleys, deposition occurs strongly at the end of valleys before flash floods entering mainstreams.

## EARLY RISK WARNING IN MOUNTAINOUS REGIONS OF NORTHERN VIETNAM USING FLASH FLOOD GUIDANCE SYSTEM (FFGs)

### Introduction of Flash Flood Guidance System (FFGs)

Flash flood warning based on Flash Flood Guidance value (from Flash Flood Guidance System-FFGs) has been designed and developed by the Hydrologic Research Center (HRC), San Diego, California, the United States. The FFGs was used worldwide. The main purposes of the FFGs are to provide real time information, amount of rainfall is needed for flash floods occurring in regards to flash flood threat in one specific area for forecasters and disaster management agencies. The FFGs provides a wide range of products to support the development for flash flood system by using rainfall from distant measurement such as from radar and satellite (IMHEN 2017).

This system has been developed by the Hydrologic Research Center (HRC) through the development project between the World Meteorological Organization (WMO) and the Mekong River Commission (MRC). The MRCFFG system provides products needed to support flash flood warning through the usage of estimated rainfall from satellite imagery, radar and the Weather and Research Forecast model (WRF model). Products of the system that provides as a diagnostic tool for analyzing weather-related events could lead to flash floods (such as heavy rainfall and soil moisture), quick assessment of the potential for the occurrence of flash floods in somewhere in the period of 1, 3, 6 hours. Sub-

# Tran. et al. **734**

basins in the MRCFFS System are divided ranging from  $100-300 \text{ km}^2$  (Konstantine et al. 2013).



Fig. 1 Mekong River Commission Flash Flood Guidance System interface (MRCFFGS)

Some concepts used directly for flash flood warning in the MRCFFG including:

Flash Flood Guidance (FFG) is the amount of rainfall of a given duration over a small stream basin needed to create minor flooding (bankfull) conditions at the outlet of the stream basin. Flash flood guidance then is an index that indicates how much rainfall is needed to overcome soil and channel storage capacities and to cause minimal flooding in a basin.

Average Soil Moisture (ASM): The text and images provide soil water saturation fraction for the upper zone (about 20-30 cm depth) of the Sacramento Soil Moisture Accounting Model for each of sub-basins. The products are updated at 00, 06, 12 and 24 UTC (respectively 7am, 1pm, 7 pm and 1am Vietnam time)

Flash Flood Threat (FFT) is the amount of rainfall of a given duration in excess of the corresponding Flash Flood Guidance value. Flash Flood Guidance System technical components.

Bankfull discharge (Bankfull discharge -  $Q_{bf}$ ) is the flow discharge when the river is just about to spill onto its floodplain. The best way to measure bankfull discharge is from a stage-discharge relation. Bankfull discharge is often estimated in terms of a flood of a given recurrence frequency.

FFR (Flash Flood Risk): This is a measure of the forecast flash flood occurrence frequency. It is noted that the quality of this product depends on the reliability of rainfall forecast throughout the lead time interval.

Method to approach the MRCFFG to develop flash flood warnings is based on a comparison between observed rainfall or forecast rainfall over a given time period in a specific catchment with amount of rainfall lead to bankfull discharge- $Q_{bf}$  (FFG value).



Fig. 2 Modeling components and data of the flash flood guidance system (Konstantine et al. 2013)

The application of MRCFFG system in Flash Flood warning

## Flash flood events in Bat Xat and Sa Pa districts (Lao Cai province) on 05<sup>th</sup> August 2016

Analyzing accumulated rainfall map within 24 hours - MAP (Figs. 3, 4, and 6) at 1am 5<sup>th</sup> August 2016: Due to the impact of depression from Typhoon 2, heavy rainfall occurred in some mountainous provinces in the Northern Vietnam. Lao Cai province had heavy and extreme rainfall from 04<sup>th</sup> to 05<sup>th</sup> August with amount of rainfall from 150 mm to 250 mm. The highest precipitation intensity was in the night of 04<sup>th</sup> to the morning of 05<sup>th</sup> August and concentrated in Bat Xat district, Sa Pa district and Lao Cai city (Lao Cai province) (Fig. 3).



Fig. 3 Cumulative rainfall in Bat Xat and adjacent places in Lao Cai province.



Fig. 4 Accumulated rainfall within 24 hours in the Northern Region (MAP)



at 1 am 5<sup>th</sup> Accumulated August 2016 rainfall map (MAP) at 1 am

Accumulated map at 1 am 5<sup>th</sup> rainfall map August 2016 (MAP) at 1 am 5<sup>th</sup> August 2016

Source: MRCFFG

Analyzing Average Soil Moisture map (ASM) of the MRCFFG system (Figs. 6 and 8) on 5<sup>th</sup> August: soil moisture in catchments are expressed in different levels of soil water saturation fraction for the upper zone (approximately 20-30 cm depth). At 1 am 5<sup>th</sup> August 2016, several river basins in the Northern Mountainous Region having soil moisture is nearly saturated, the soil moiture varies from 0.85 to 0.95. In Bat Xat district (Lao Cai province), the soil moisture reaches to the highest level of 0.95-1 (considered as saturated level), basin surface is not able to absorb any water when rain occurs, surface runoff will be occurred immidiately. These areas where soil moisture is saturated or nearly saturated, the possibility of flash floods and landslides are very high if heavy rainfall continues occurring.

Analyzing Flash Flood Guidance map (FFG) (Figs. 7 and 9) at 1 am 5<sup>th</sup> August 2016: The map provided information relating total volume of rainfall over the given duration which is required to cause bankfull flow at the outlet of the draining stream. The volume of rainfall are ranked following color scale, areas in light colors such as purple or red having higher high potential for flash food occurring. If rainfall forecast for next 6 hours from National Centre for Hydro-Meteorological Forecasting (with support from KC.08.06/16-20 project)

is greater than or equal to the amount of rainfall required to cause bankfull flow at the draining stream outlet, these areas will have high possibility concerning flash flood. Bat Xat district (Lao Cai province) has a FFG value of 0-30mm. It means that only amount of rainfall less than or equal to 30mm/6 hours in Bat Xat district, can lead to bankfull flow and then flash floods is likely to occur.



Fig. 8 ASM map in the Northern Region at 1 am 5<sup>th</sup> August 2016.



Fig. 9 FFG map in the Northern Region at 1 am 5<sup>th</sup> August 2016.

Analyzing three maps including: ASM, MAP and FFG maps combined with observed rainfall analysis, from 1 to 7 am 5<sup>th</sup> August, heavy rainfall with amount rainfall from 50-150mm/6 hours occurred in Lao Cai city and Bat Xat district (Lao Cai province). Heavy rainfall were concentrated in a short period time, exceeding the FFG value and consequently flash flood and landslide are occurred in Tong Sanh, Phin Ngan and Quang Kim commune (Bat Xat District); Trung Chai commune (Sa Pa District) ) and Lao Cai city.

# Flash flood event in Xin Man districts (Ha Giang province) on 20<sup>th</sup> July 2017

Analyzing 24-hour cumulative rainfall map (MAP) (Figs. 10, 11, and 13) at 1 am 20<sup>th</sup> July: Due to the influence of troughs oriented in a southeast to northwest direction combined with the western edge of sub-tropical high pressure, Ha Giang province had moderate rain,

## Tran. et al.

## 736

heavy rain to very heavy rain from 19<sup>th</sup> to 20<sup>th</sup> July with a total rainfall of 70 to 100mm, rainfall concentrated in Xin Man and Bac Quang district (Ha Giang province).



Fig. 10 Cumulative rainfall in Xin Man and Ha Giang district (Ha Giang province)



Fig. 11 Accumulated rainfall within 24 hours in the Northern Region (MAP) at 1 am 20<sup>th</sup> July 2017





Analyzing the Average Soil Moisture map (ASM) (Figs. 12 and 15) at 1 am 20<sup>th</sup> July: The Northern Mountainous areas including Xin Man district (Ha Giang province), Ha Quang district (Cao Bang province) have soil moisture was saturated or at a high level, from 0.85-0.95. These areas where soil moisture is likely to reach

saturation level are more likely to be exposed to flash floods than other places when heavy rainfall continuing.



Fig. 15 ASM map in the Northern Region at 1 am 20<sup>th</sup> July 2017.

Analyzing Flash Flood Guidance map (FFG) (Figs. 14 and 16) at 1 am 20<sup>th</sup> July: Lai Chau, Dien Bien, Lao Cai, Ha Giang and Cao Bang are likely to have high potential to occur flash flood in the next 6 hours. With amount of rainfall from 30-60mm/ next 6 hours, these districts including Phong Tho, Muong Te and Than Uyen district (Lai Chau province); Bat Xat, Muong Khuong and Bac Ha district (Lao Cai province), Thong Nong district (Cao Bang) have enormous potential for flash flood happening. With amount of rainfall from 60-100mm/ next 6 hours over areas including Xin Man, Hoang Su Phi, Quan Ba, Yen Minh district (Ha Giang province); Trung Khanh, Nguyen Binh, Ha Quang district (Cao Bang province), bankfull flow could occur and then flash flood would happen.



Fig. 16 Flash Flood Guidance map (FFG) at 1 am 20<sup>th</sup> July

Analyzing three maps including ASM, MAP and FFG maps combined with observed rainfall analysis, from 1am-7am 20<sup>th</sup> July 2017, heavy rain occurred in Ha Giang, rainfall concentrated in Xin Man district and Ha Giang city with amount of rainfall from 60-120 mm/6h,

which is 2 times higher than FFG value in these areas. In fact, extreme flash flood occurred in Xin Man district, Ha Giang province on 20<sup>th</sup> July.

*Compare two flash flood events in Lao Cai (2016) and in Ha Giang (2017)* 

Table 1 Comparing two flash flood events in 2016 and 2017

FFGS index	Flash flood	Flash flood
	event in Bat Xat	event in Xin
	district (Lao Cai	Man district (Ha
	province) on	Giang province)
	05 <sup>th</sup> August	ngày 20 <sup>th</sup> July
	2016	2017
Average Soil	0.05.1.00	0.05.0.05
Moisture (ASM)	0.95-1.00	0.85-0.95
Accumulated		
rainfall in 24	150-250mm	70-100mm
hours (MAP)		
Electr Elect		
Flash Flood	0-30mm/6h	60-100mm/6h
Guidance (FFG)		
Observed rainfall		
in 6 hours during	50.150mm	60.120mm
occurred	J0-1J011111	00-12011111

ASM index in two catchments including Bat Xat and Xin Man are saturated or nearly saturated. The observed rainfall in the period of 6 hours during flash flood happened was higher than FFG value. Both flash flood events in Lao Cai (2016) and Ha Giang (2017) were detected and early warned based on the MRCFFG system.

#### CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Flash flood warnings are still a difficult issue and contain several challenges even in developed countries (like the United States, Japan). Flash flood operation requires analyses of multiple knowledge concerning geology, vegetation, meteorology, hydrology and interaction among these elements in order to issue warning likely to reality.

The MRCFFGS system has been approached to the mordernest methodology and technology in flash flood warning. Based on concepts of FFG, Qbf, combined with satellite-based rainfall, observed rainfall and rainfall forecast from Numerical Weather Prediction models (NWP), the MRCFFG system gives the system of FFG and FFT maps detailed for each sub-basins, supports effective flash flood warning. However, ability of this system relating to the potential occurency of flash flood based on the relationship among amount of rainfall and basin status. In order to have an effective flash flood warning, users need to have multiple knowlege about basin characteristics, rainfall prediction models; weather forecast, quantitative rainfall for small areas; hydrological models as well as the products of MRCFFG system for making decision to select regions for proper warning.

From 20<sup>th</sup> to 23<sup>rd</sup> November 2017 in Ha Noi, through the sponsorship of the World Meteorological Organization (WMO), the National Hydro-Meteorological Service organized Initial Planning Meeting of the System Southeast Asia Flash Flood Guidance. Participating countries in the meeting included Laos, Vietnam, Cambodia, Thailand, WMO representatives, the US Hydrologic Research Center (HRC) exchanged information relating to establishment of the Southeast Asia Flash Flood Warning System (SEAFFGS).

In the period 2018-2020, through support of the World Meteorological Organization (WMO), the Hydrologic Research Center (HRC), the Vietnam Meteorological and Hydrological Administration express the willingness to host the Regional Centre. Then, Vietnam will be the country that the Southeast Asia Flash Flood Guidance System (SEAFFGS) located. With the effective applications of the FFG system in recent years combined with modern technology and calculation techniques, SEAFFGS would be an effective tool in supporting flash flood warning for Vietnam.

#### ACKNOWLEDGEMENT

The authors thank WMO, HRC, Vietnam Meteorological and Hydrological Administration as well as KC.08.06/16-20 project have provided information and data to complete this paper.

## REFERENCES

- Du, C.D., and Huynh, L.B. (2000). Flash Floods, causes and precautions. Agricultural Publisher.
- Institute of Hydrology and Meteorology Science and Climate Change (IMHEN). (2010). Project on investigation, surveying, zoning and warning the possibility of flash floods in Mountainous areas, Vietnam. Final report.
- Institute of Hydrology and Meteorology Science and Climate Change (IMHEN). (2017). Project on investigation, survey, mapping the possibility of flash floods in Central and Central Highlands of Vietnam and the development of a pilot system for

## 738

supporting localities in flash flood warning, serving for the planning and management of natural disaster prevention, adapting to climate change. Final report.

- Jonkman, S.N. (2005). Global pespectives on loss human life caused by floods. Natural Hazards 34:151-175.
- Konstantine, P.G., Rochelle, G., Robert, J., Theresa, M.M., Eylon, S., Cristopher, S. and Jason, A.S. (2013).Hydro Research Center Technical Report No.9.
- Loganatham, N., Balasubramaniam, A.S., and Bergado, D.T. (1993). Deformation analysis of embankments. J. Geotech. Engrg. ASCE. 199(8):1185-1206.
- World Meteorological Organization (WMO). 2008. Capacity Assessment of National Meteorological and Hydrological Services in Support of Disaster Risk Reduction. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 338pp.

Lecture Notes in Civil Engineering

739

M. F. Randolph · Dinh Hong Doan Anh Minh Tang · Man Bui Van Nguyen Dinh *Editors* 

Proceedings of the 1st Vietnam Symposium on Advances in Offshore Engineering Energy and Geotechnics



# Lecture Notes in Civil <sup>740</sup> Engineering

Volume 18

## Series editors

Marco di Prisco, Politecnico di Milano, Milano, Italy Sheng-Hong Chen, School of Water Resources and Hydropower Engineering, Wuhan University, Wuhan, China Giovanni Solari, University of Genoa, Genova, Italy Ioannis Vayas, National Technical University of Athens, Athens, Greece Lecture Notes in Civil Engineering (ZACE) publishes the latest developments in Civil Engineering - quickly, informally and in top quality. Though original research reported in proceedings and post-proceedings represents the core of LNCE, edited volumes of exceptionally high quality and interest may also be considered for publication. Volumes published in LNCE embrace all aspects and subfields of, as well as new challenges in, Civil Engineering. Topics in the series include:

- Construction and Structural Mechanics
- Building Materials
- Concrete, Steel and Timber Structures
- Geotechnical Engineering
- Earthquake Engineering
- Coastal Engineering
- Hydraulics, Hydrology and Water Resources Engineering
- Environmental Engineering and Sustainability
- Structural Health and Monitoring
- Surveying and Geographical Information Systems
- Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC)
- Transportation and Traffic
- Risk Analysis
- Safety and Security

To submit a proposal or request further information, please contact the appropriate Springer Editor:

- Mr. Pierpaolo Riva at pierpaolo.riva@springer.com (Europe and Americas);
- Ms. Swati Meherishi at swati.meherishi@springer.com (India);
- Ms. Li Shen at li.shen@springer.com (China);
- Dr. Loyola D'Silva at loyola.dsilva@springer.com (Southeast Asia and Australia/NZ).

More information about this series at http://www.springer.com/series/15087

M. F. Randolph · Dinh Hong Doan Anh Minh Tang · Man Bui Van Nguyen Dinh Editors

# Proceedings of the 1st Vietnam Symposium on Advances in Offshore Engineering

Energy and Geotechnics



*Editors* M. F. Randolph Centre for Offshore Foundation Systems University of Western Australia Perth, WA Australia

Dinh Hong Doan Subsea7 Suresnes France

Anh Minh Tang Laboratoire Navier Ecole des Ponts ParisTech Marne-La-Vallee France

## 743

Man Bui Geotechnical Testing Consultants Dubai UAE

Van Nguyen Dinh Centre for Marine and Renewable Energy Ireland University College Cork Ringaskiddy, Cork Ireland

 ISSN 2366-2557
 ISSN 2366-2565
 (electronic)

 Lecture Notes in Civil Engineering
 ISBN 978-981-13-2305-8
 ISBN 978-981-13-2306-5
 (eBook)

 https://doi.org/10.1007/978-981-13-2306-5
 ISBN 978-981-13-2306-5
 (eBook)

Library of Congress Control Number: 2018952246

#### © Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019

This work is subject to copyright. All rights are reserved by the Publisher, whether the whole or part of the material is concerned, specifically the rights of translation, reprinting, reuse of illustrations, recitation, broadcasting, reproduction on microfilms or in any other physical way, and transmission or information storage and retrieval, electronic adaptation, computer software, or by similar or dissimilar methodology now known or hereafter developed.

The use of general descriptive names, registered names, trademarks, service marks, etc. in this publication does not imply, even in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protective laws and regulations and therefore free for general use.

The publisher, the authors and the editors are safe to assume that the advice and information in this book are believed to be true and accurate at the date of publication. Neither the publisher nor the authors or the editors give a warranty, express or implied, with respect to the material contained herein or for any errors or omissions that may have been made. The publisher remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

This Springer imprint is published by the registered company Springer Nature Singapore Pte Ltd. The registered company address is: 152 Beach Road, #21-01/04 Gateway East, Singapore 189721, Singapore

# Preface

The Association of Vietnamese Scientists and Experts (AVSE Global) have planned to organise the Vietnam Symposium on Advances in Offshore Engineering (VSOE) every two years in collaboration with universities, research institutions and industrial partners worldwide and in Vietnam.

The first symposium, VSOE2018, was held in Hanoi, Vietnam, from 1 to 3 November 2018 and was co-organised by the National University of Civil Engineering under the auspices of two specialist Technical Committees TC-308 and TC-209 of the International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE). The symposium focused on "Energy and Geotechnics" in recognition of the important role that geotechnical engineering holds within the offshore renewable energy and oil and gas industries. The symposium also covered broader topics that are relate specifically to the development of offshore renewable energy industry as well as the transition away from the offshore oil and gas industry.

VSOE2018 was held with the objective of creating a platform where policymakers, practitioners and entrepreneurs could promote policy changes that support the development of renewable energy in Vietnam as well as to generate business opportunities within the energy sector.

In response to our invitation, we received a tremendous amount of support from a large and diverse group of participants from around the world. More than 160 abstracts were submitted in the first step, and 120 full papers were submitted in the second step. Despite our rigorous review process in which each paper was reviewed by at least two relevant experts, over 86 papers were accepted and are compiled in this volume.

We would like to acknowledge the wonderful support of the scientific committee and the invited experts, who have all spent their valuable time and made a tremendous contribution in reviewing the papers.

We believe that the symposium proceedings will provide readers with valuable up to date knowledge from experts on a broad range of topics that include offshore engineering and technology innovations, cost-effective and safer foundation and **745**. structural solutions, environmental protection, hazards, vulnerability and risk management.

M. F. Randolph Anh Minh Tang Hong Doan Van Nguyen Dinh Man Bui

# Organisation

## **Organising Committee**

## Chairmen

Dinh Hong Doan	Subsea 7, France
Quang Minh Phan	National University of Civil Engineering,
	Vietnam

## Members

Man Bui	GTC Soil Analysis Services, UAE
Hong Hanh Dang	Institute of Physico-Chemical Biology, France
Tuan Anh Do	Sorbonne University, France
Van Nguyen Dinh	University College Cork, Ireland
Dat Vu Khoa Huynh	Norwegian Geotechnical Institute, Norway
Thi Xiu Le	Ecole des Ponts ParisTech, France
Van Nhat Le	GCMM & EGIS, France
Anh Minh Nguyen	Offshore Design Engineering (ODE), UK
Duy Binh Nguyen	AVSE Global, France
Tien Dung Nguyen	Vietnam Japan University, Vietnam
Tien Dung Nguyen	National University of Civil Engineering,
	Vietnam
Anh Minh Tang	Ecole des Ponts ParisTech, France
Xuan Nghiem Tran	Seoul National University, South Korea

### 747 International Scientific Committee

### Chairmen

Mark Randolph	University of Western Australia, Australia
Khac Hung Pham	National University of Civil Engineering,
	Vietnam

#### Members

Charalampos Baniotopoulos Birmingham University, UK Trinity College Dublin, Ireland Biswajit Basu Laurie Boswell City, University of London, UK Delft University of Technology & Plaxis, **Ronald Brinkgreve** Netherlands Van Dao Bui Asian Institute of Technology, Thailand Man Bui GTC Soil Analysis Services, UAE Mark Cassidy University of Western Australia, Australia David Cathie Cathie Associates, Belgium Yoo Sang Choo National University of Singapore, Singapore Chris Clayton University of Southampton, UK Jean-Louis Colliat Total. France Frédéric Collin Université de Liège, Belgium Van Tuan Dao Vietnam Maritime University, Vietnam Don J. Degroot University of Massachusetts Amherst, USA Pierre Delage Ecole des Ponts ParisTech, France Van Nguyen Dinh University College Cork, Ireland Quang Cuong Dinh National University of Civil Engineering, Vietnam Van Toan Du Vietnam Institute of Seas and Islands, Vietnam Chang Shin Gue NGI-G&P Sdn Bhd, Malaysia Dat Vu Khoa Huynh Norwegian Geotechnical Institute, Norway **Richard Jardine** Imperial College, UK Philippe Jeanjean BP America Inc., USA Seoul National University, South Korea Sung Ryul Kim Jens Peter Kofoed Aalborg University, Denmark Thiet Trung Le National University of Civil Engineering, Vietnam Tom Lunne Norwegian Geotechnical Institute, Norway Eamon Mckeogh University College Cork, Ireland Jimmy Murphy University College Cork, Ireland Bao Viet Nguyen National University of Civil Engineering, Vietnam University of Adelaide, Australia Giang Nguyen

#### Organisation

Hoang Nguyen Hong Minh Nguyen Anh Minh Nguyen Minh Tam Nguyen Quang Minh Nguyen Tien Dung Nguyen

Emilio Nicolini Elisabeth Palix Huy Giao Pham Huy Dong Phan

Y. Thuan Phan

Duc Long Phung Marcelo Sanchez Jiro Takemura Anh Minh Tang Luc Thorel Quoc Nghia Trinh

Regis Wallerand Lizhong Wang Linlin Wang Yoichi Watabe Phil Watson Simon Watson Limin Zhang

#### 748 Benthic, Australia

Vietnam Petroleum Institute, Vietnam Offshore Design Engineering (ODE), UK HCMC University of Technology, Vietnam Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam Vietnam Japan University, Vietnam Cathie Associates, France EDF Energies Nouvelles, France Asian Institute of Technology, Thailand National University of Civil Engineering, Vietnam National University of Civil Engineering, Vietnam VSSMGE, Vietnam Texas A&M University, USA Tokyo Institute of Technology, Japan Ecole des Ponts ParisTech, France **IFSTTAR**, France Norwegian University of Science and Technology, Norway Subsea 7, France Zhejiang University, China China University of Petroleum, China Hokkaido University, Japan University of Western Australia, Australia Delft University of Technology, Netherlands Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong

749

## **Sponsors**

### Gold



# Listen to the Earth, conquer the height

Having established for just more than a decade, FECON is now one of the leading companies specializing in foundation engineering and underground construction in Vietnam. The company provides state-of-the-practice services in foundation works such as piling, foundation and ground improvement, and underground construction (TBM tunneling and pipe jacking). After gaining firm credit for the services onshore, the company now starts providing construction services near shore and offshore as well. Besides the services in construction sector, the company's business has been recently expanded to investment sector in transport infrastructure, energy infrastructure, and urban infrastructure. The expansion is aimed to make FECON also one of the leading company in infrastructure engineering in the country in the next decade.

Besides providing excellent services in construction and implementing strategic investments, the company also promotes R&D and international collaboration activities. For example, FECON has been the host of a series of well-known international conferences named GEOTEC HANOI, of which the 4th conference will be held in November 2019. In addition, the company also actively participates in and sponsors many national and international conferences in civil engineering in Vietnam annually. The company is a strategic partner of many international organizations such as Asian Institute of Technology (AIT), the International Geosynthetics Society (IGS), and the International Tunnelling and Underground Space Association (ITA).

### Address and contact info of FECON:

15th Floor, CEO Tower, Lot HH2-1, Pham Hung Street, Me Tri Ha Ward, Nam Tu Liem District, Hanoi, Vietnam. Tel: +84 (024) 4 6269 0481 Email: info@fecon.com.vn Website: https://fecon.com.vn/en/ Silver



Cathie Associates is a leading international geoscience and geotechnical engineering consultancy providing bespoke and objective solutions to the offshore, nearshore and onshore oil, gas and renewable energy industries.

750

Cathie Associates brings an independent and focussed technical engineering expertise and practical construction support to the clients, ensuring seamless service and a range of practical, cost-effective and low risk solutions. Our services include foundation engineering analysis and design; specification, supervision and project management for offshore geotechnical surveys; construction support including cable burial and equipment selection; and pile driving assessment and monitoring.

Cathie Associates has been operating for over ten years and has developed an impressive track record in a vast range of offshore and near-shore geotechnical services and solutions. With a highly experienced team of technical experts and proprietary methodologies, we offer robust solutions for infrastructure design development and risk management.

Cathie Associates has worked in over two-thirds of all European offshore wind farms including London Array, Le Tréport and Borselle and have over 40GW of experience in offshore wind farm projects worldwide.

As a highly specialised consultancy, Cathie Associates has over 40 technical experts operating from offices across Europe (Belgium, France, UK, Germany and Italy) and the USA (Boston and Houston).



Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (KICT) (President: Dr. Seung Heon Han) marks its 35th anniversary in 2018, or 70 years if one counts its former body, the National Construction Laboratory Institute. The primary mission of the institute is to contribute its achievements to the development of the Korean construction industry and to improve life quality of the citizens of the country by performing cutting-edge researches and promoting original technologies in the fields of land, infrastructure and construction. Especially, the institute now focuses on new convergent technologies centered on the Fourth Industrial Revolution, such as smart cities, intelligent construction robots, and virtual architecture.

Besides performing cutting-edge researches and promoting original technologies, KICT has also actively involved in international collaborations with many prestigious research institutes and industrial firms around the world. Such collaborations are to exchange research and training activities as well as to contribute construction technologies and related know-hows of the institute to the development of other countries.

#### Bronze



Lam Pham Construction Company Limited (Lam Pham Construction, or LPC) was established on 22 August 2007, is an enterprise specializing in design consultation, project planning and management, civil and industrial construction implementation in France and Vietnam. LPC is one of the leading construction companies which transfer and apply technology solutions from Europe on building and implementing construction in Vietnam, typically as Deltabeam – a product of Peikko Group from Findland, lighweight flooring solution – Ubot (Uboot Beton) from Italia.

From 2012, LPC has signed an exclusive contract to transfer, market and sell technology products of Daliform Group (Italia) and Peikko Group (Findland). With these new-generation technological solutions, LPC has brought Vietnam's Real Estate and Construction market new solutions which significantly reduce the cost and time, as well as solve limitations of traditional way of building, opening up new options for investors in Vietnam construction.

#### Organisation



Sarathy Geotech and Engineering Services Pvt Ltd was established in the year 2007 to provide Geo-Technical Engineering Services for Offshore and Onland constructions for the following sectors: Oil & Gas industry; Renewable Energy (Solar, Wind); Ports and Harbours; Refineries; Mining.

We also provide Integrated Survey Services for Offshore projects. Instrumenting offshore piles to monitor for driving performance, pile/soil response and to measure the mobilized compressive capacity has been one of SGES's core competences. We have consistently exceeded customer expectations by our solutions. This has been possible by the excellent staff and consultants that have diverse expertise and experience working on several National and International projects.

VISION STATEMENT: To be a leading player and service provider of choice in the fields of Geo-physics and Geo-technique for both offshore and onshore markets.

MISSION STATEMENT: As an innovative Geo-technical and Geo-Physical company, driven by values, we provide top class solutions with value addition to customers that are backed by best practices.
## Organisers





## Supporter



## Acknowledegment

We would like to thank the following invited experts for reviewing the papers: Harvey Burd, Thomas Choisnet, David Colliard, Nick Ramsey, Rawaz-Dlawar Muhhammed, Desmond Cian, Ning Dezhi, Vu Xuan Hung, Nguyen Viet, David Kay, Nguyen The Cong, Tran Tuan Vu, Nguyen Duc Bac, Phan Anh Tuan, Nguyen Xuan Hoa, Lesny Krestin, Tran Long Giang, Doan Quang Van, Le Chi Hung, Nguyen Sy-Tuan, Doan Huy Hien, Bui Ngoc Hai, Nguyen Tat Thang, Pham Thanh Dam, Nguyen Khoa Van, Tran Nhu Cuong and Siavash Ghabezloo.

## Contents

## **Keynote lectures**

Offshore Wind Energy: Technology Opportunities and Challenges Van Nguyen Dinh and Eamon McKeogh	3
A Philosophy for Developing Offshore Geotechnical Engineering Models Nick Ramsey	23
Site Characterization and Ground Modelling	
A New Calibration Technique to Improve Data Reduction for Stokoe Resonant Column Test M. T. Bui, J. A. Priest, and C. R. I. Clayton	43
Distribution of Escherichia coli in Dredged Marine Soils Collected from Waters Around Peninsular Malaysia: A Relation with Geotechnical Properties Chee-Ming Chan, Nurasiah Mira Anuar, and Mohammad Zawawi Rosman	49
Image-Based Modelling of Shelly Carbonate Sand for FoundationDesign of Offshore Structures.Joana Fonseca, Sadegh Nadimi, and Deqiong Kong	55
<b>Offshore Geotechnical Properties, A VR/Neural-Interpretation: Part 1</b> Silvia García, Paulina Trejo, Alberto García, César Dumas, and Celestino Valle-Molina	61
<b>Offshore Geotechnical Properties, A VR/Neural-Interpretation: Part 2</b> Silvia García, Paulina Trejo, Alberto García, César Dumas, and Celestino Valle-Molina	67
<b>Geotechnical Behaviour and Construction Problems of Sabkha Soil</b> Suneel Matchala, Joong Sub Park, Byoung Youn Kim, Tai Gon Choi, and Yong Cheol Jun	74

~	,
	756
n	/ JU The Pole of Cae Environmental Factors in Landscone and Visual
	The Role of Geo-Environmental Factors in Lanuscape and visual

Assessment for Shallow-Water Offshore Structures	81
An Experimental Evaluation of Characteristics of Ball Penetration Test in Soft Clay	88
Tien Dung Nguyen, Nghiem Xuan Tran, and Le Chi Hung	
<b>Dual-Porosity Model for History Matching and Production Forecast</b> <b>for an Oil Reservoir at Cuu Long Basin, Offshore Vietnam</b> Nguyen Viet Khoi Nguyen, Xuan Huy Nguyen, and Quang Khanh Do	95
Liquefaction Resistance and Post-Cyclic Settlement of Nam O Sand Subjected to Uni-Directional and Multi-Directional Cyclic Shears Thanh Nhan Tran	102
The Use of Pressuremeters in the Marine Environment	108
Advanced Pressuremeter Testing for the Padma Multi-purpose Bridge Development Robert Whittle	114
Geotechnical Performance of Offshore Structures	
Fractured Reservoirs Modeling by Embedded Fracture Continuum Approach: Field-Scale Applications Hong-Lam Dang, Duc-Phi Do, and Dashnor Hoxha	123
Evolution of Riser-Soil Stiffness in a Soil Crust Layer	130
Improvement of N <sub>T-bar</sub> Evaluation in Clays Using Large           Deformation FE Method           Dat Vu Khoa Huynh, Hans Petter Jostad, and Harun Kursat Engin	137
Design and Construction of the Waterfront Retaining Wall for Cooling Water Intake Pump Station for Jimah East Power Plant, Malaysia Seung Tai Jeong, Hong Deok Im, Suneel Matchala, Kyung Mo Lee, Sun Young Seo, and Yong Cheol Jun	144
Examination of Caisson-Type Quay Wall for Resilient Structure by Using 1G Shaking Table Test Kazuhiro Kaneda, Hiroyuki Yamazaki, and Satoru Ohtsuka	151
Methane Hydrate-Bearing Sand - An Energy Resource? Thi Xiu Le, Anh Minh Tang, Patrick Aimedieu, Michel Bornert, Baptiste Chabot, and Stéphane Rodts	158

757 On the Use of Amour Block-RAKUNA IV in Breakwaters and Coastal Protection Works in Vietnam Thi Huong Giang Le	164
Vibratory Driven Installation of Monopiles – An Experimental Investigation of the Soil-Pile Interaction Fabian Remspecher, Viet Hung Le, Frank Rackwitz, Volker Herwig, and Benjamin Matlock	171
Application of a Geomechanical Model to Wellbore Stability Analysis:A Case Study X-Well, Bach Ho Field in VietnamVan Hung Nguyen, Hai Linh Luong, Minh Hoang Truong,Huu Truong Nguyen, Vu The Quang, Viet Khoi Nguyen Nguyen,and Tu An Bui	177
Numerical Study of Flint/Boulder Behavior During Pile Driving Emilio Nicolini and Paolo Gargarella	183
Modelling of Soil-Pile Interaction for Monopiles for Offshore Wind Turbines: Back-Calculation of Eigenfrequencies Martin Underlin Østergaard, Anders Hust Augustesen, Søren Peder Hyldal Sørensen, Claus Kramhøft, and Mikkel Traberg Larsen	190
Investigation on Seepage Erosion and Safety Mechanism of Suction Caisson Installation	196
Analysis of Induced Overconsolidation on Response of Granular Pile Reinforced Soft Ground-Effect of Relative Compressibility K. Suresh, M. R. Madhav, and E. C. Nirmala Peter	203
Impact of Holes in Offshore Pile Foundation on Internal         Force Distribution         L. G. Tran and T. D. C. Nguyen	210
Numerical Analysis on Behaviours of Winged Monopile Subjectedto Cyclic Loading in a Calcareous GroundAnh-Tuan Vu and Tatsunori Matsumoto	217
Scour Around a Subsea Structure with Mudmat: Comparison of Field Data with Laboratory Data	224
Offshore Renewable Energy Assessment and Forecast	
Design of an Offshore Wind Farm Layout	233

758 Potential Application of Slimhole Drilling Technology to Geothermal Wells in Vietnam	239
Quang Khanh Do, Truc Doan, Trong Quang Hoang, Thi Tam Thanh Nguyen, and Tam Tran	
Numerical Approach for Studying Offshore Wind Power Potential Along the Southern Coast of Vietnam Van Q. Doan, Hiroyuki Kusaka, Toan V. Du, Duc D. Nguyen, and Thanh Cong	245
The Zoning of Offshore Wind Energy Resources in the Vietnam Sea Du Van Toan, Quang Van Doan, Pham Le Duy Anh, and Van Nguyen Dinh	250
Pipepline Flow Assurance: A Case Study of Oil with High Paraffin	
Concentration in Vietnam	257
Geotechnical Analysis of the Stability and the Seepage for an Artificial Energy Atoll Close to the Belgian Coast	263
Research and Development of Wind Power in Vietnam	270
Offshore Wind Power in Vietnam: Lessons Learnt from Phu Quy	
and Bac Lieu Wind Farms	276
Wind, Wave, Tidal and Current Turbine Systems	
Analytical Study on a Concentric Cylindrical OWC Wave	
Energy Converter	285
The Mechanism of After-Runner Storm Surge Along the North	
Coast of Vietnam	291
Improved Interface Capturing for Ship Hydrodynamics	
and Multiphase Flow Simulation	298
<b>Design a Small Direct Drive Wind Power Generator</b>	305

Contents

759 Numerical Investigation of Wave-Current Interaction by Using Smoothed Particle Hydrodynamics	312
Hoa Xuan Nguyen, Biswajit Basu, and Van Nguyen Dinh	512
Numerical Simulation of a Wave Energy Converter Using Linear Generator Van Ngoc Phung, The Mich Nguyen, The Ba Dang, and Dinh Tuan Phan	319
Design of Offshore Foundations	
Suction Pile Design and Installation Challenges for the Ophir WHP E. A. Alderlieste and M. J. Dekker	329
Numerical Analysis of Suction Bucket Foundations Used	226
Pouyan Bagheri, Jong Chan Yoon, Duhee Park, and Jin Man Kim	330
Development of Semi Empirical Method for Predicting Axial         Pile Capacity       Amel Benali, Ammar Nechnech, and Ali Bouafia	342
PISA: Recent Developments in Offshore Wind Turbine Monopile Design	350
Installation of Suction Anchors in Soft Deepwater Gulf of Guinea and Gulf of Mexico Clays Jean-Louis Colliat	356
Life Cycle Changes in p-y Stiffness for a Conductor Pile Installed in Carbonate Silt	362
PREDIN, A Preliminary Design Tool for Offshore Wind         Turbine Foundations         Félix Gorintin, Hélène Robic, Antoine Neau, Hakim Mouslim,         and Bruno Borgarino	369
Reliability Based Installation Design of a Suction Caisson in Clay Michael Harte and Avi Shonberg	376
Investigation of Vertical Pullout Cyclic Response of Bucket Foundations in Saturated Loose Sand Le Chi Hung, Sihoon Lee, Sung-Ryul Kim, Xuan Nghiem Tran, Tien Dung Nguyen, and Ju-Hyung Lee	383

760 Numerical Investigation of Installation Effects on the Cyclic Behaviour of Monopile Foundation Under Horizontal Loading Viet Hung Le, Fabian Remspecher, and Frank Rackwitz	389
Undrained Penetration Using Rate-Dependent and Strain-Softening Tresca Model for Offshore Geotechnical Problems Erick Y. Kencana, C. F. Leung, and Y. K. Chow	395
Driven Pile Design for Offshore Wind Jacket Structures Sebastien Manceau, Anna Sia, Robert McLean, and Angelo Lambrughi	401
Ultimate Lateral Resistance of Pile Group in Clayey Soils Against Various Directions of Ground Movement	408
Influence of Layered Soil Profiles on the Application of p-y Curvesfor Large Diameter MonopilesPauline Truong Suzuki, David Maloney, and Liv Hamre	415
Grouted Connections on Monopiles: A Numerical Study Nikolaos I. Tziavos, Hassan Hemida, Nicole Metje, and Charalampos Baniotopoulos	421
Centrifuge Study on the Lateral Loaded Response of the Monopod and Tripod Bucket Foundations in Sand H. Wang, L. Z. Wang, and Y. Hong	428
Suction Pile Relocation, a Numerical Study	434
Design of Offshore Structures	
Experimental Investigation of Elasticity Effects on Slamming Tri Mai, Alison Raby, and Deborah Greaves	443
Hydroelastic Analysis of Modular Floating Barges for Hydrocarbon Storage Facility Jian Dai, Kok Keng Ang, and Chi Zhang	450
Strength Check for Legs Structure of Jack-Up Platforms         in Transit Condition         Quang Cuong Dinh and Thi Hang Pham	457
Global Analysis for Jack-Up Rig 400 ft in Transit Condition Quang Cuong Dinh, Dan Chinh Vu, and Tien Dung Hoang	464
Dynamic Effects of Wave Loads in Analysis to Check Strength and Fatigue for Fixed Steel Jacket Structure Quang Cuong Dinh, The Anh Bui, and Duc Nien Hoang	471

Contents

761 Offshore Gas Pipeline Linepack to Improve the Flexibility of System Facilities Quang Khanh Do, Cong Vinh Luan Dinh, Truc Doan, Thi Mai Huong Tran, and Huu Nhan Nguyen	478
Aerodynamic Analysis of a 5 MW Stall-Regulated Offshore Vertical Axis Wind Turbine Using Computational Fluid Dynamics Brian Hand, Andrew Cashman, and Ger Kelly	485
Fatigue of K-Joints – Review and Outlook         Outlook           Jennifer Hrabowski and Stefan Herion	492
Suitability of Helical Anchors for Mooring a Wave Energy Converting System	498
Coupled BEM/hp-FEM Modelling of Moored Floaters G. Moura Paredes, C. Eskilsson, J. Palm, J. P. Kofoed, and L. Bergdahl	504
The Influence of Flexible Towers on the Dynamics of OffshoreWind Turbine Gravity Base StructuresKieran O'Leary, Vikram Pakrashi, and Denis Kelliher	511
Design of Stationkeeping System for a 12 MW Semi-submersible Floating Offshore Wind Turbine Pham Thanh Dam, Byoungcheon Seo, Junbae Kim, Hyeonjeong Ahn, Dongju Kim, and Hyunkyoung Shin	518
Tubular, Lattice and Hybrid Steel Turbine Towers for OffshoreWind Energy: A Numerical InvestigationNafsika Stavridou, Efthymios Koltsakis,and Charalampos C. Baniotopoulos	524
VC4OWT: MATLAB Interface for Vibration Control of Offshore Wind Turbine Thanh-Tuan Tran, Anh-Tuan Cao, and Dookie Kim	530
Safety Assessment of Fixed Steel Offshore Structures WhenSuffering Over-Design Environmental Loading in VietnameseSea ConditionsVu Dan Chinh	537
Comparison Study on Bottom Plate Effect on Single Hydrocarbon Storage Tank Through Decay Test Chi Zhang, Jian Dai, Kok Keng Ang, and Allan Magee	544

 $See \ discussions, stats, and \ author \ profiles \ for \ this \ publication \ at: \ https://www.researchgate.net/publication/327549535$ 

## Application of Numerical Modeling for the Dyke Erosion in Trieu Do Commune on Thach Han River Basin in Vietnam

Chapter · January 2019

Do: 10.1007/978-981-13-2306-5\_83

CITATIONS

0

CITATIONS

0

State of the s

#### Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Project

The study and establishment of Monitoring - Reporting - Verification (MRV) system for climate change response activities in Vietnam, grant number: BDKH.32/16-20. View project

Research and application of ECMWF products to establish the flood forecasting scenarios in main river basins in the Mid-Central region. View project



## Application of Numerical Modeling for the Dyke Erosion in Trieu Do Commune on Thach Han River Basin in Vietnam

Hong Thai Tran<sup>2</sup> and Quang Tri Doan<sup> $1(\boxtimes)$ </sup> <sup>(D)</sup>

<sup>1</sup> Sustainable Management of Natural Resources and Environment Research Group, Faculty of Environment and Labour Safety, Ton Duc Thang University, Ho Chi Minh City, Vietnam doanquangtri@tdt.edu.vn
<sup>2</sup> Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration, Hanoi, Vietnam

**Abstract.** Application of numerical modeling to carry out research on the calculation of the flow rate of water and the amounts of sediments transported has become widespread and effective recently. In this paper, the hydraulic model MIKE 21 was applied to calculate and simulate by using the data of two great floods in 1999 and 2005. The calibrated and validated results of Thach Han station and Dong Ha station are relatively similar in terms of phases and amplitude fluctuations of water level with the high value of Nash coefficient, RMSE-observations standard deviation ratio (RSR) and Percent bias (PBIAS). The modeling of hydraulic and sediment transport of MIKE 21 gave an overall assessment of the erosion process on the Thach Han River Basin and its river bottom before and after the construction of the dikes and embankments. The construction, accordingly, has proven its significant effects on alleviating the development of increasing erosion on parts of the river flowing through Trieu Do commune, Quang Tri province, Vietnam.

Keywords: Erosion · Trieu Do - Thach Han · MIKE 21

## 1 Introduction

Erosion has been identified as a natural process, and it has occurred constantly on rivers around the world. Erosion is caused by the interactions of water and soil. The changes in a river can be observed in terms of dimension, shape, components of river bottom, river slope, shapes on the surface, etc. The critical issue, however, is to understand the mechanism of erosion, sediment transportation and deposition. Flows in open channels are described by a set of partial differential equations for computer simulation of hydrodynamic and sediment processes [2, 9]. Therefore, these equations are solved using numerical methods. Mathematically represented simulations are an efficient way to estimate the time and space-dependent sediment processes [12]. There are numerous mathematical models available to simulate sediment transport and depositions in onedimension (1D) [3], two-dimension (2D), and three-dimension (3D) [1, 8]. Nowadays, different mathematical models with the support of computers allow people to describe events in the past as well as to forecast the future phenomena in unpredictable

<sup>©</sup> Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019

M. F. Randolph et al. (Eds.): VSOE 2018, LNCE 18, pp. 586–591, 2019.

https://doi.org/10.1007/978-981-13-2306-5\_83

conditions. Many research programs have been devoted to the studies of the sediment transport in channels [7, 11, 13]. Yallin [13] developed a bed load equation incorporating reasoning that is similar to that of Einstein (1950) [5], but with a number of refinements and additions. Central Vietnam has been adversely affected by storms, tropical depression and floods which cause damage to numerous dykes, embankments and salinity intrusion in farming crops due to storm surge. Especially in the coastal areas of Quang Tri province, the typhoons numbers 8, 9, and 10 in 1999; number 4 in 2000; numbers 5, 6, 7, and 8 in 2005 destroyed many dykes and embankments. Every year, due to the detrimental effects of typhoons, floods, and sea wave, erosion has been occurred at many points along rivers and coastal areas, especially in Trieu Do Commune on Thach Han River. Therefore, the application of MIKE 21 (HD and ST) has a significant role in the simulation and calculation of dyke erosion on Thach Han River before and after the construction of dykes and embankments. In this study, the combination of hydraulic and sediment transport modules of MIKE 21 is used to carry out research on the calculation of erosion in the case study.

## 2 Material and Method

#### 2.1 Data Collection

In order to perform the calibration and validation of the hydraulic model for Thach Han River basin - Quang Tri province, input data are collected according to the following criteria: *(i) Topography data:* surface topography (topographic maps, DEM data), rivers' cross section and river schemes (irrigation works, transportation systems, bridges and so on): (1) Topographic map of Quang Tri Province and Hue City with the scale of 1/50000 which was converted into digital format; (2) 25 topographic maps of Quang Tri Province with the scale of 1/25000; (3) National Atlas in 2000 (paper form). In addition, data of river network was collected as follows: (1) parameters of dykes and embankments of Quang Tri province; (2) basic technical parameters of the system of Southern Thach Han; (3) Disaster risk management plan of Quang Tri Province until 2020 and Disaster risk management projects in Quang Tri. *(ii) Hydro-meteorological data:* rainfall, evaporation, water level, discharges at meteorological and hydrological stations belong to the Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration, Ministry of Natural Resources and Environment (Table 1).

Name of stations	Name of river	Years of collection	
Dong Ha	Cam Lo	1976–2009	
		1983, 1990, 1995, 1998, 1999, 2004–2009	
Thach Han	Thach Han	1977–2009	

Table 1. List of hydro-meteorological stations

**Description of Model** 

2.2

## 765

In this study, the combination of hydraulic and sediment transport modules of MIKE 21 was used to carry out research on the calculation of erosion in the case study. MIKE 21 is commercial software in simulating the 2D flow, wave, sediment transport, morphological and environmental processes. The Saint-Venant equations were used with one continuity equation and two momentum equations [4]. MIKE 21 (ST) can simulate the process of sediment transport based on data of water flow or based on the combined data of water flow and wave. It can simulate in a large region, including natural areas such as tidal zone, estuary and coastal line, and man-made constructions like bridges, harbors, so on. The total sediment transport volume  $q_t$  is equivalent the total volume of sediment transport in the river bed  $q_b$  and volume of suspended sediment transport  $q_s$  ( $q_t = q_b + q_s$ ) [6]. The formulas were developed based on the data obtained from experiments of grain size from the bottom [6]. Therefore, the sediment from the bottom is used as an input for the deposition model in the appropriate range of particle size.

#### 2.3 Mesh Establishment

In order to evaluate the effectiveness of dyke and embankment system on the erosion along Thach Han River (the section flowing through Trieu Do commune), the simulation is conducted as two scenarios: (1) *Scenario 1*: Simulation of sediment transport before the construction of dyke and the improvement of embankment system (Fig. 1a); (2) *Scenario 2*: Simulation of sediment transport after the construction of dyke and the improvement of embankment system (Fig. 1a); (2) *Scenario 2*: Simulation of sediment transport after the construction of dyke and the improvement of embankment system. After simulating current scenario 1, the scenario with the construction is calculated using the same input data and simulation of a 1.5 km of dyke system and updated data of a 2.7 km of embankment system (Fig. 1b). The hydraulic module and sediment module in MIKE 21 are incorporated to simulate the process of sediment transport in Trieu Do commune in two scenarios.

## **3** Results and Discussion

#### 3.1 Calibration and Validation

The calibration and validation of 2D model are calculated based on two great floods. The first flood occurred from 1.00am on 5<sup>th</sup> October, 2005 to 11.00 pm on 13<sup>th</sup> October, 2005 was used to calibrate the model, and the second flood event from 1.00am on 01<sup>st</sup> November, 1999 to 11.00 pm on 11<sup>th</sup> November, 1999 was used to validate the model. The input data included rainfall data collected at Thach Han station (1999, 2005), Dong Ha station (2005), and Cua Viet station (2005), and the tide level collected at Cua Viet station and other stations in the estuaries. The validation data are the observed water level at Thach Han station (1999, 2005) and Dong Ha (1999, 2005). The process of calibration was applied to the historic flood event on 06–12 October, 2005. The maximum amount of rainfall per hour reached 96 mm on the Ben Hai River and the total amount of rainfall within 12 hours was 408 mm of rainfall. The comparative results between simulated and observed water level at Thach Han and Dong



Fig. 1. The 2D visualization mesh in case study: (a) Scenario 1; (b) Scenario 2.

Ha stations are shown in Fig. 2a–d. The calculated and measured water level at two stations Thach Han and Dong Ha demonstrated that the model was relatively qualified to the measurement with optimal Nash results (0.94 to 0.97) (Fig. 2a–d). The RSR value varied from 0.02 to 0.13 < 0.5 (qualified) during both calibration and validation of the model. PBIAS value ranges from -6.22% to -5.33% after calibration and from -6.79% to -5.05% after validation (Fig. 2a–d). The simulation value of average water flow is considered good enough (PBIAS <  $\pm 10$ ) for both calibration and validation of the model [10]. Nash, RSR and PBIAS are all proven qualified. Based on the results of calibration a set of parameters will be used to validate the model. The data after calibration and validation of the model later are used to simulate the scenario with the construction.

#### 3.2 Scenario Development

Hydraulic and sediment transport models in 2D model are applied to evaluate the effectiveness of the construction. Non-parametric mesh terrain is used for both scenarios. The model is simulated with the most unfavorable condition and marginal condition set by water level in flooding season. Based on the statistical data in many years, October is observed to have the highest water level and discharge, and the data in October 2007 was applied to simulate and calculate the effectiveness of construction on sediment regime on Thach Han River. The year 2007 is chosen as it had the biggest flood event on Thach Han River. Besides, the flood flow acts a vital part when simulating the development of sediment regime. The results in two scenarios are: (1) Flow velocity in the river section through Trieu Do commune is small (Fig. 3a–b); (2) The changes in bed load illustrate serious erosion (Fig. 3c–d); (3) The total sediment transported are large (Fig. 3e–f). Figure 3 represents the scenarios before and after the construction. Due to the weakness of geological structure of the river and unregulated exploitation of sand river bank seriously eroded in flooding season and experienced



**Fig. 2.** The calibration and validation of simulated and measured water level at: (a, b) Dong Ha; (c, d) Thach Han stations in 1999 and 2005.



**Fig. 3.** (a, b) Flow velocity components in the x- and y-direction; The changes in bed load and total sediment transported: (c, e) current scenario; (d, f) construction scenario.

considerable changes in the river bed. The bed river was widened so that water velocity was small. River erosion could lead to increased sediment in the river, resulting in a large amount of sediment transported and sediment concentrated in the estuaries, affecting flood drainage.

#### 4 Conclusion

It is true that the construction of dykes and embankment plays a crucial role in study site. The results have shown that because of the construction, flow speed has increased and significant changes in river bed has been slow down which resulted in the reinforcement of geographical infrastructure along the river, reducing the possibility of landside in flood seasons. The results using sediment transport model of MIKE 21 present an overall on the development of erosion along the river bank and at the river bed before and after constructing the dykes and embankments. Based on the above results, the construction has a significant contribution to reduce the increasingly serious erosion on the part of the river flowing through Trieu Do commune. Consequently, the construction has been proven its usefulness and necessity.

#### References

- 1. Abbott, M.B.: Computational Hydraulics. Ashgate Publishing Company, Brookfield (1992)
- 2. Chaudhry, M.H.: Open Channel Flow. Prentice Hall, Englewood Cliffs (1993)
- Doan, Q.T., Chen, Y.C., Quach, T.T., Mishra, P.K.: Numerical modeling in shore line evolution prediction: case study of Tat Dike, Vietnam. Int. J. Earth Sci. Eng. 06, 05(01), 1251–1259 (2013)
- 4. DHI, MIKE Zero, Use Manual (2011)
- Einstein, H.A., Banks, R.B.: Fluid resistance of composite roughness. Trans. Am. Geophys. Union 31, 603–610 (1950)
- Engelund, F., Fredsoe, J.: A sediment transport model for straight alluvial channels. Nordic Hydrol. 7, 294–298 (1976)
- Hassanzadeh, Y.: Evaluation of sediment load in a natural river. J. Water Int. 32(1), 145–154 (2007)
- Nash, J.E., Sutcliffe, J.V.: River flow forecasting through conceptual models part I—a discussion of principles. J. Hydrol. 10(3), 282–290 (1970)
- 9. Martin, J.L., McCutcheon, S.C.: Hydrodynamics and Transport for Water Quality Modeling. Lewis Publications, Boca Raton (1999)
- Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D., Veith, T.L.: Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. Trans. ASABE 50(3), 885–900 (2007)
- 11. Vanoni, V.A.: Fifty years of sedimentation. J. Hydraul. Eng. 110(8), 1021-1057 (1984)
- 12. Van Rijn, L.C.: The state of the art in sediment transport modeling. In: Wang, S.S.Y. (ed.) Sediment Transport Modeling. American Society of Civil Engineers, New York (1989)
- 13. Yalin, M.S.: An expression for bed load transportation. ASCE 89, HY3 (1963)





## VIETNAM INTERNATIONAL WATER WEEK VACI 2019 Water Smarter -Leaving No One Behind 22-25 March 2019, Hanoi, Vietnam

# **PROCEEDINGS & DIRECTORY**

CONFERENCE I EXHIBITION I BUSINESS CONNECT I SOCIAL-NETWORKING HOSTED BY <u>VIETNAM WATER COOPERATION INITIATIVE - VACI/NAWAPI</u> MINISTRY OF NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT (MONRE) OF VIETNAM





## WELCOME MESSAGE

771



Dr. Tong Ngoc Thanh Chairman of Organizing Committee & Director General of NAWAPI



Mr. Howard Bamsey Chair of Global Water Partnership (GWP)



Dr. Lee Hak Soo Chairman of Asia Water Council (AWC) and Asia International Water Week (AIWW)

The magnitude and scale of global water crisis are unprecedented and require us to think and act proactively and, by doing so, turning these into opportunities to transform our sector.

It is with great pleasure to invite you to attend the Vietnam International Water Week -VACI 2019" on 22 - 25 March, 2019 in Hanoi.

<u>V</u>ietnam w<u>A</u>ter <u>C</u>ooperation <u>I</u>nitiative (VACI) is the global platform to share and cocreate innovative water solutions with particular emphasis on Vietnam and tropical water issues. Under auspice of Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE)-the Ministry responsible for water management in Vietnam, VACI has been growing since 2012 and brings together thought leaders who are pioneering new solutions; it uncovers new scientific findings and technological breakthroughs that could be transformative for the water industry; it connects the world's leading companies and water professionals working in water sector. Uniquely, it attracts decision makers across the entire water value chain that allows global water industry to collaborate on local business opportunities in Vietnam and the region.

The past editions of VACI was honored to have presence of H.E. Deputy Prime Minister of Vietnam Hoang Trung Hai and attracted a record of nearly 5000 participants and visitors of more than 500 organizations in 40 countries. VACI2019 will continue to be held as an integrated event: the Exhibition connects you to the people with the right solutions and business forum provide truly business opportunities, while it is fully integrated with the conference and various exciting networking events to ensure delegates and exhibitors have the maximum opportunity to engage with each other and explore local culture.

I look forward to seeing you in Hanoi in March 2019!

## **HIW 2-5: WATER FORECASTING AND EARLY WARNING SOLUTIONS**

## Background and Objectives

Water Forecasting and early warning solutions allow disaster control managers to predict and deal with, a high degree of accuracy, when it is likely to take place. Nummerical model is not a new tool but it is known now as one of the most popular and effective way to make forecasting and early warning for disaster relate to water.

This session aim to introduce you a general picture what worldwide scientist are dealing with water forecasting problem. Base on some of presentations on list, you could have a thorough understanding of the state-of-the-art of real-time water forecasting and early warning systems and how they help authorities disseminate timely and reliable warnings to the public.

## Moderators

Dr. Marcel Marchand, Email: Marcel.Marchand@deltares.nlDeltares, The NetherlandsDr. Nguyen Thi Ha, Email: haqtdbtnn@gmail.comDirector, CEWAFO, Vietnam

## Date & Venue

120 mins 3:30pm - 5:30pm, Mar 23 PinkDiamond Room, ALMAZ 1<sup>st</sup> Floor

## Agenda

	Order	Presentation / Discussion topic	Confirmed Speakers
	1	Keynote: Floody early warning in Vietnam - an intergrated approach	<b>Marcel Marchand,</b> Deltares – "Enabling Delta Life", VIETNAM
	2	Water resources Warning and Forecasting in Vietnam	<b>Đặng Trần Trung</b> CEWAFO, VIETNAM
	3	Software system for data integration and weather forecasting support, System design and implementation at VNMHA in Vietnam	<b>Christian Michl</b> Solution Area Manager Hydrology KISTERS Australia, AUSTRALIA
	4	Application of Numerical Modeling in Warning Flood and Inundation in Tra Khuc-Song Ve Rivers Basin	Hong Thai TRAN Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration VIETNAM
Session plan in details	5	Drought in changing climate – forecasting challenges and solutions	<b>Shahadat Chowdhury</b> New South Wales Department of Industry, AUSTRALIA
	6	Forecasting the saltwater intrusion of Holocene aquifer in Thai Binh province, Vietnam	<b>Thuy Thanh Thi TRAN</b> Hanoi University of Minning and Geology (HUMG), VIETNAM
	7	Using Delft-FEWS for the automization of data collection, preprocessing and analysis for pilot flood forecasting study in Red River Basin	<b>Tran Thanh Huyen</b> Vietnam National University, VIETNAM
	8	Development of an automatic salinity forecasting and water quality monitoring system in the Mekong Delta	Bas Stengs VIETNAM
	9	Assessment and Forecast Salinization Underground Water in Southern of Binh Thuan Province	<b>Long Thanh PHAM</b> Sub-Institute of HydroMeteorology and Climate Change (SIHYMECC)
	10	A Simple Method to Predict Accurate Water Levels at Vietnam Lower Mekong Basin	<b>Nguyen Hong Quang</b> Vietnam National Space Center VIETNAM
	11	Panel discussion	

## APPLICATION OF NUMERICAL MODELING IN WARNING FLOOD AND INUNDATION IN TRA KHUC-SONG VE RIVERS BASIN

Hong Thai Tran, Quang Tri Doan, Ngoc Hoa Nguyen

## Hong Thai Tran

Country: Vietnam

Organization: Vietnam Journal of Hydrometeorology, Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration Position: Editor-In-Chief Address: No. 08, Phao Dai Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam Email: tranthai.vkttv@gmail.com; Mobile: (+84) 904.215.079

PhD in Interdisciplinary Center for Scientific Computing (IWR), Heidelberg University, Federal Republic of Germany(2005).

He is a Editor-in-Chief of Vietnam Journal of Hydrometeorology, Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration. The major focus has been on scientific computing research in hydrological and environmental sciences. He has published extensively including articles, books, book chapter indexed in SCI, ISI, SCOPUS

Warning flood and Inundation were an important task in the Mid-central region, especially in Tra Khuc-Song Ve River basin. Numerical modeling was applied in this study by MIKE SHE, MIKE 11 and MIKE 11 GIS in simulation and calculation flood and inundation events in 2012, 2013. Calibration and validation model used an observed data in flood events in October 2012 and October 2013. Warning inundation used the rainfall forecasting from the IFS model in the historic flood event in November 2013 to simulate and evaluate results of models. The establishing of inundation maps showed inundation areas and the depth of its downstream at the study area. The results were referable information enabling managers to build preventable plans and mitigate disasters at inundation areas in the future.

Keywords: IFS rainfall forecasting, numerical modeling, inundation, Tra Khuc-Song Ve.



## **Co-authors:**



## Quang Tri Doan

Organization: Vietnam Journal of Hydrometeorology, Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration Address: No. 08, Phao Dai Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam

Email: doanquangtrikttv@gmail.com; Mobile: (+84) 988.928.417

PhD in Environmental Engineering, DaYeh University, Changhua, Taiwan (2015).

He is working at Editor Board of Vietnam Journal of Hydrometeorology, Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration. The major focus has been on environmental management, Oil spill, EIA, water quality, hydrodynamic, hydrometeorology, climate change. He has published extensively including articles, books, book chapter indexed in SCI, ISI, SCOPUS, EI.

## Ngoc Hoa Nguyen

Organization: National Center for Hydro -Meteorological forecasting Address: No. 08, Phao Dai Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam Email: ngochoa50v@gmail.com; Mobile: +84 918.351.812 BS at Thuyloi University (Water Resources University), Vietnam (2013).

She is working at National Center for Hydro-Meteorological Forecasting, Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration. The major focus has been on short and medium range hydrological forecasting (daily, monthly and seasonally); inundation, flash flood and landslide warning, besides conducting research and exploring application of new technology on hydrological promote water collaboration with worldwide partners.







Address: No.8, Phao Dai Lang, Hanoi Tel: 043.8253.469 Fax: +84-43.8257740 Email: tapchikttv@yahoo.com -

tapchikttv@gmail.com

http://kttvqg.gov.vn

Vietnam Meteorological and Hydrological Administration is an organization under the Ministry of Natural Resources and Environment, performing the function of advising and assisting the Minister of Natural Resources and Environment in managing the state and organizing the implementation of law on meteorology and hydrology throughout the country; manage and organize the implementation of public service activities within the scope of state management of the General Department in accordance with law.



Address: BIDV Tower, 7th floor, 194 Tran QuangKhai Street, HoanKiemDistrict, Hanoi Phone: +842438315650 / +842438315651 Fax: +84 0 24 3511 8391 Email: han@minbuza.nl https://www.netherlandsandyou.nl

The Netherland Embassy provides information for foreign nationals who want to:

- live, work or study in the Kingdom of the Netherlands
- visit the Kingdom of the Netherlands
- do business in the Kingdom of the Netherlands
- find out more about the Kingdom of the Netherlands



Address: 37 Le Dai Hanh - Ha Noi. Tel: (84-4) 3821 5137 Email:ttth@moc.gov.vn Website:http://www.moc.gov.vn



Sturt Rd, Bedford Park South Australia 5042 **Phone:** + 61 088201 3911 https://www.flinders.edu.au

On 29-4-1958, the Resolution of the period VIII National Assembly Session I by President Ho Chi Minh presided over the decision to establish the Architecture Ministry - now the Ministry of Construction. Since then, every year on 29-4 has become the traditional day of Construction in Vietnam.

The Ministry of Construction (MOC) is a government ministry in Vietnam responsible for state administration on construction, building materials, housing and office buildings, architecture, urban and rural construction planning, urban infrastructure, public services; and representing the owner of state capital in state-owned enterprises.

Under the leadership of the Party and State to the efforts of all staff employees during the journey 55 years of development, construction industry has achieved many accomplishments contribute to the great victory of the country in the construction and national defense.

Achievements in 55 years of construction industry with the events in the history of national liberation and construction the socialist of our country. For over 50 years, Flinders has been a center of inspiring achievement: from our pioneering research and excellence in teaching to the positive impact we have in the communities we serve.

Inspiration leads to innovation. But innovation is more than just a buzzword at Flinders.

It extends from our founding Vice-Chancellor Peter Karmel's entreaty to 'experiment and experiment bravely' through to the creative, trailblazing work of our staff, students and alumni.

As we enter an era of disruptive change and remarkable technological innovation, Flinders is well prepared for this unpredictable, exciting future. Our strong network of external links keeps our work dynamic, enabling us to connect across barriers to create enterprising solutions for the future, to make a difference by changing lives and, ultimately, the world.

## VIETNAM INTERNATIONAL WATER WEEK VACI 2019 Water Smarter -Leaving No One Behind 22-25 March 2019, Hanoi, Vietnam

777

**PROCEEDINGS & DIRECTORY** 

CONFERENCE I EXHIBITION I BUSINESS CONNECT I SOCIAL-NETWORKING HOSTED BY <u>VIETNAM WATER COOPERATION INITIATIVE - VACI/NAWAPI</u> MINISTRY OF NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT (MONRE) OF VIETNAM

Responsible for publishing:

## Director & Editor-in-Chief Vo Tuan Hai

Editor: Book designer: Cover Designer: Nguyen Minh Chau Le Van Vuong Dang Nguyen Vu

## SCIENCE AND TECHNICS PUBLISHING HOUSE

70 Tran Hung Dao Street - Hoan Kiem District - Hanoi Tel: 024 3942 2443 Fax: 024 3822 0658 Website: http://nxbkhkt.com.vn Email: nxbkhkt@hn.vnn.vn

## **BRANCH OFFICE**

28 Dong Khoi - District 1 - Ho Chi Minh City Tel: 028 3852 5062

Quantity: 230 copies, size 20.5 x 29 cm, at Thanh Binh Printing Company Limited. Address: No 432, K2 Road, Cau Dien Ward, Nam Tu Liem District, Ha Noi City. Publishing license No: 665-2019/CXBIPH/10-13/KHKT. Publishing decision No: 06/QDXB-NXBKHKT, date 14/03/2019. Printing completed and copies deposited in 2019. ISBN: 978-604-67-1216-9

## 778 CONSENT LETTER

To whom it may concern

## Journal title: Procedia IUTAM

Article title: Impact of the interaction of surge, wave and tide on a storm surge on the north coast of Vietnam

Authors: Tran Hong Thai, Nguyen Ba Thuy, Vu Hai Dang, Sooyoul Kim and Lars Robert Hole

We would like to inform you that we are totally aware and agree with the first author (Dr. Tran Hong Thai) for this paper (on behalf of signatures of all coauthors).

Title and name: Dr. Tran Hong Thai	Signature:	Date:24/06/2019
Title and name: Dr. Nguyen Ba Thuy	Signature: Met	Date: 25/6/2019
Title and name: Mr. Vu Hai Dang	Signature: Mark	Date: 2576/2019
Title and name: Dr. Sooyoul Kim	Signature: Wind	Date: 25, June 2019
Title and name: Dr. Lars Robert Hole	Signature: FD1	Date: 24, June 2019



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect



Procedia IUTAM 00 (2017) 000-000

www.elsevier.com/locate/procedia

## IUTAM Symposium on Storm Surge Modelling and Forecasting

## Impact of the interaction of surge, wave and tide on a storm surge on the north coast of Vietnam

Tran Hong Thai<sup>a</sup>, Nguyen Ba Thuy<sup>b</sup>\*, Vu Hai Dang<sup>c</sup>, Sooyoul Kim<sup>d</sup> and Lars Robert Hole<sup>e</sup>

<sup>a</sup>National Hydrometeorolorical Service of Vietnam, No8 Phao Dai Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam <sup>b</sup>Vietnam National Hydrometeorolocical Forecasting Center, No8 Phao Dai Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam <sup>c</sup>Institute of Marine Geophysics and Geology, No18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Vietnam <sup>d</sup>Graduate School of Engineering, Tottori University, Koyama-cho Minami, Tottori, 680- 850, Japan <sup>e</sup>Division of Oceanography and Maritime Meteorology, Norwegian Meteorological Institute, Bergen, Norway

#### Abstract

In the present paper, the interaction of surge, wave and tide on the north coast of Vietnamis assessed using a coupled model of surge, wave and tide. A series of storm surge simulations for Typhoons Frankie (1996) andWashi (2005) are carried out, considering the effects of the tide and the wave that combines a wave dependent drag and wave-induced radiation stress to find out a predominant factor in the storm surge generation. Typhoon Frankieis landfalled at the low tide while TyphoonWashi landfalled at the high tide. The results indicate that the effect of the wave is crucial to the storm surge simulation. In particular, the wave induced-surge improves the accuracy of the storm surge level up to 30 %. It also shows that the surge induced by wave radiation stress is dependent on the space resolution, and the finest resolution is improved and in close agreement with the observation. On the other hand, the influence of the tide is ignorable for the case of Typhoon Frankie and considerable in the case of Typhoon Washi.

© 2017 The Authors. Published by Elsevier B.V.

Peer-review under responsibility of organizing committee of the IUTAM Symposium on Storm Surge Modelling and Forecasting.

Keywords: Typhoon; storm surge; a coupled model of surge; wave and tide; interaction of surge

\* Corresponding author. Tel.: 84-4-38241600; fax: 87-438241600. *E-mail address: thuybanguyen@gmail.com* 

2210-9838 © 2017 The Authors. Published by Elsevier B.V. Peer-review under responsibility of organizing committee of the IUTAM Symposium on Storm Surge Modelling and Forecasting.

#### I. Introduction

To assess storm surges, there are two conventional types of physics-based numerical models: a decoupled model of storm surge, and a coupled model of surge, wave and tide. In the last three decades, coupled models have been paid attention to, especially focusing on the interaction of surge, wave and tide. Several studies have introduced wind stress as a function of waves (Janssen<sup>1,2</sup>). Since then, a number of studies that examined wave-induced stress that is directly obtained in coupled models of surge and wave showed the significant improvements of the model results while comparing with observation data (*e.g.*, Funakoshi, Hagen, and Bacopoulos<sup>3</sup>; Kim, Yasuda, and Mase<sup>4</sup>; Zhang and Li<sup>5</sup>). Wave setup driven by a force of the divergence of radiation stress in the nearshore has also been studied with coupled models of surge and wave (*e.g.*, Bertin *et al.*<sup>6</sup>; Kim, Yasuda, and Mase<sup>7</sup>; Mastenbroek, Burgers, and Janssen<sup>8</sup>). It was found that the wave setup induced by the force of the radiation stress is substantial in the peak surge level during Typhoon Anita 1970 (*e.g.*, Kim, Yasuda, and Mase<sup>7</sup>). It was investigated that the tide-surge interaction is not negligible when estimating local surge levels (*e.g.*, Chen, Wang, and Zhao<sup>9</sup>; Choi, Eum, and Woo<sup>10</sup>; Kim, Yasuda, and Mase<sup>4</sup>). Besides the interaction of tide, wave and surge, topographic characteristics (*e.g.*, Dietrich *et al.*<sup>11</sup>; Kennedy *et al.*<sup>12</sup>).

For several decades, climate change impact studies have focused on storm surge studies in Vietnam (*e.g.*, Ninh<sup>13</sup>; Sao<sup>14</sup>; Thuy<sup>15</sup>). Conventional ways of two (or three) dimensional nonlinear shallow water equations have been used. In other words, in those studies other factors such as tides and waves were not taken into account in the storm surge model. Recently, the effect of waves on storm surge has been investigated in Vietnam. Hien *et al.*<sup>16</sup> showed that the wave setup induced by the force of the divergence of radiation stress is significant in the storm surge on the coast of Haiphong using empirical formula. Thuy *et al.*<sup>17</sup> found that the Typhoon Kalmaegi (2014) surge was significantly influenced by the waves on the Haiphong coast in Vietnam, obtained from numerical simulations using a coupled model of surge, wave and tide.

In the present study, the primary factors affecting storm surge on the north coast of Vietnam are quantitatively investigated using a coupled model of surge, wave and tide. In the study area, the tidal cycles are *diurnal* and the maximum tidal range is up to 3.6 m. Therefore, the tide is also taken into account in the simulation. The study highlights that coupling processes between surge and wave are critical to the prediction of storm surge on the north coast of Vietnam and only using a coupled model of surge, wave and tide (*e.g.*, SuWAT developed by Kim et al. <sup>4</sup>) is able to accurately estimate storm surges. A series of storm surge simulations are conducted for Frankie (1996) and Washi (2005) that consider the interaction of surge, wave and tide.

#### II. Method

To analyze the storm surge in the study area, the coupled model of surge, wave and tide (called SuWAT), developed by Kim, Yasuda, and Mase<sup>4</sup> was used. SuWAT is capable of doing parallel computations for an arbitrary number of domains using the Message Passing Interface (MPI). In the present study, three modules of surge, wave and tide are integrated into SuWAT as shown in Figure 1 that reveals the information of the flow among the modules and the domains. The tidal module provides only boundary conditions to the surge modules in the outermost domain. Coupling parameters include open boundary values, internal exchange among modules and domains in a machine. The calculations are sequentially carried out from the higher level domain to the lower level; the rest of the lower level domains wait for the completion of the higher level domain at a time step. This modeling system has been implemented and verified in other studies (*e.g.*, Kim, Yasuda, and Mase<sup>7</sup>; Kim *et al.*<sup>18,19</sup>; Mase *et al.*<sup>20</sup>).

#### 2.1. Surge module

The surge module solves the depth averaged nonlinear shallow water equations using the staggered Arakawa C grid in space and the leap frog scheme in time. The explicit finite difference scheme is used with the upwind method:

Author name / Proceedia IUTAM 00 (2017) 000–000

 $\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y}$ 

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{d}\right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{d}\right) + g d \frac{\partial \eta}{\partial x} = f N - \frac{1}{\rho_w} d \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{\rho_w} (\tau_S^x - \tau_b^x - F_x) + A_h \left(\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2}\right)$$
(2)

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{N^2}{d} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{NM}{d} \right) + g d \frac{\partial \eta}{\partial y} = -f M - \frac{1}{\rho_W} d \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{1}{\rho_W} \left( \tau_S^y - \tau_b^y - F_y \right) + A_h \left( \frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right)$$
(3)

Where  $\eta$  is the sea surface level, M and N are the components of depth-integrated velocity in the horizontal and vertical directions, P is the atmospheric pressure, f is the Coriolis parameter, g is the gravitational acceleration, d is the total water depth  $(\eta + h)$ ,  $A_h$  is the horizontal eddy diffusions,  $\rho_w$  is the density of water, and  $F_x$  and  $F_y$  represent the components of wave force which correspond to the gradients of wave-induced radiation stress:

$$F_x = \frac{-\partial S_{xx}}{\partial x} - \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \tag{4}$$

$$F_{y} = \frac{-\partial S_{yx}}{\partial x} - \frac{\partial S_{yy}}{\partial y}$$
(5)

Where the wave radiation stresses are expressed by:

$$S_{xx} = \rho g \iint \left[ \frac{c_g}{c} \cos^2 \theta + \frac{c_g}{c} - \frac{1}{2} \right] E d\sigma d\theta \tag{6}$$

$$S_{xy} = S_{yx} = \rho g \iint [\cos\theta \sin\theta] E d\sigma d\theta \tag{7}$$

$$S_{yy} = \rho g \iint \left[ \frac{c_g}{c} \sin^2 \theta + \frac{c_g}{c} - \frac{1}{2} \right] E d\sigma d\theta \tag{8}$$

Where C and  $C_g$  are the wave velocity and the group velocity,  $\sigma$  and  $\theta$  are the angular frequency and the wave direction, and E is the energy, density, and spectrum respectively. A conventional quadratic law is applied to the sea surface and bottom boundary layers. The bottom stress is computed by:

$$\tau_b = \rho_w g n^2 \frac{\vec{\varrho} |\vec{\varrho}|}{d^{7/3}} \tag{9}$$

In which  $\vec{Q}$  is the depth-integrated velocity vector, and *n* is the Manning number (0.025) in all the domains, as determined by Chien<sup>21</sup>. The wind stress is usually estimated by the following equation:

$$\tau_{S} = \rho_{a} C_{D} \vec{U}_{10} |\vec{U}_{10}| \tag{10}$$

Where  $\rho_a$  is the density of air,  $C_D$  is the drag coefficient and  $\vec{U}_{10}$  is the wind speed at 10 m height. In a series of storm surge simulations, two  $C_D$ s are used. One is the conventional  $C_D$  (Honda and Mitsuyasu<sup>22</sup>):

$$C_D = \begin{cases} (1.290 - 0.024W) \times 10^{-3} (W \le 8 \, m/s) \\ (0.58 + 0.063W) \times 10^{-3} (W > 8 \, m/s) \end{cases}$$
(11)

The other is the wave dependent  $C_D$  (Janssen<sup>1,2</sup>). In SuWAT, Mastenbroek, Burgers, and Janssen's<sup>8</sup> iteration for Janssen's formulation of the exponential wave growth term in wave modules, (given in the section of Wave module), is used to estimate the wave dependent  $C_D$ . Following his assumption, waves influence the boundary layer:  $\tau = \tau_w + \tau_t$ , where  $\tau_w$  is the wave-induced stress,  $\tau_\tau$  the turbulent stress and  $\tau$  the total stress. The wind profile is given by:

3

(1)

 $U(z) = \frac{u_*}{\kappa} ln\left(\frac{z + z_e + z_0}{z_e}\right)$ (12)

Where U(z) is the wind speed at height,  $z_e$  is the effective roughness,  $z_0$  is the roughness length, z is the height and  $\kappa = 0.4$  is the von Kármán constant. The turbulent stress is parameterized with a mixing-length hypothesis:

$$\tau_t = \rho_a (\kappa z)^2 \left(\frac{\partial U}{\partial z}\right)^2 \tag{13}$$

Where  $\rho_a$  is the air density. If the wind profile (12) is differentiated, squared and compared with the form (13), an expression for  $z_e$  for  $z = z_0$  (Mastenbroek, Burgers, and Janssen<sup>8</sup>) can be found:

$$z_e = \frac{z_0}{\sqrt{1 - \tau_w - \tau}} \tag{14}$$

Where:  $\tau_w = \tau_w(z_0)$ . To parameterize the roughness length  $z_0$ , Janssen assumes that a Charnock-like relation  $z_0 = \tilde{\alpha} u_*^2/g$  is valid with the values for  $u_* = \sqrt{\tau/\rho_a}$  and  $\tilde{\alpha}$  (=0.0081), the Charnock parameter. With the effective roughness ( $z_e$ ), the wave dependent  $C_D$  is finally obtained by Equation (15):

$$C_D = u_*^2 / U(z)^2 = \left[ \kappa / \ln\left(\frac{z + z_e - z_0}{z_e}\right) \right]^2$$
(15)

In this study, Equation (15) is used to estimate the wind stress in Equation (10) instead of the conventional  $C_D$  in Equation (11). The effect of levelling off at wind speeds of 22-33 m/s on  $C_D$  is not taken into account (Donelan *et al*<sup>23</sup>; Kim *et al*<sup>19</sup>).

The solid boundary condition is adopted at land boundaries for no inundation conditions. The radiation condition along open boundaries is given by following Flather's method<sup>24</sup> in all the domains. The current and sea surface level in the coarse grid domain are transferred to the nested open boundaries in the fine grid domain at each time step of 4 s. The time step is 4 s for the surge model.

#### 2.2. Tidal module

The astronomical tide in SuWAT is imposed by a global ocean tide model (Matsumoto, Takanezawa, and Ooe<sup>25</sup>) that predicts tidal levels for sixteen constituents of M2, S2, K1, O1, N2, P1, K2, Q1, M1, J1, OO1, 2N2, Mu2, Nu2, L2 and T2. At every time step, the tidal level is imposed on open boundaries in only the outermost domain. Along the open boundary, the sea surface level is given by:

#### $\eta = \eta_{tide} + \eta_{surge}$

Where  $\eta_{tide}$  is the tidal level and  $\eta_{surge}$  is the surge level.

#### 2.3. Wave module

The wave model of Simulating WAvesNearshore (SWAN; Booij, Ris, and Holthuijsen<sup>26</sup>) integrated in the wave module solves the spectral action balance equation to estimate a wave spectrum (Booij, Ris, and Holthuijsen<sup>26</sup>). The wave in SuWAT is estimated by time varying currents and sea surface levels calculated from the surge module. The updated parameters of the wave dependent drag and the radiation stress in the wave module are returned to the surge module to calculate the current and sea surface level. The SWAN version 40.41 has been integrated into SuWAT as the wave module (Kim, Yasuda, and Mase<sup>4</sup>).

As done in Kim *et al.*<sup>19</sup>, in the present simulation, the default values of parameters for the physics are used: Cavaleri and Malanotte-Rizzoli<sup>27</sup> for linear wave growth, Janssen <sup>1,2</sup> for exponential wave growth, Janssen<sup>2</sup> for white-capping, Hasselmann *et al.*<sup>28</sup> for quadruplet interaction, Battjes and Janssen<sup>29</sup> for depth-induced breaking and

(16)

Madsen, Poon, and Graber<sup>30</sup> for bottom friction. The diffraction is adapted in the wave calculation. An Ursell number of 10 is used for the limit of the quadruplet interaction with a factor of 1.0 for the fraction of breaking waves. The following discretizations were used: the direction resolution is 10° and the frequency range is 0.05 to 1.00 Hz. In the outermost domain, the wave spectrum along open boundaries is estimated by the JONSWAP spectrum with the peak enhancement parameter of 3.3, the peak period and the directional width of 10°. The wave spectrum in the coarse grid domain is transferred to the open boundaries in the fine grid domain at each time step of 900 s. The time step is 900 s for the wave model.



Fig. 1. Framework of SuWAT for three level domains that shows the information flow between surge and wave modules in each domain.

#### 2.4. Parametric wind and pressure model

A parametric wind and pressure model implemented in the SuWAT model is used to estimate typhoon wind and pressure fields. Schloemer's formula<sup>31</sup> is used for the pressure:

$$p = p_c + \Delta pexp(-r_0/r) \tag{17}$$

Where p is the atmospheric pressure at a distance r from the center,  $p_c$  is the central atmospheric pressure,  $\Delta p$  is the difference between p and  $p_c$ , and  $r_0$  is the radius to the maximum wind. Fujii and Mitsuta's formula<sup>32</sup> for the surface wind is written as follows:

$$V_{gr} = r_t \left( \sqrt{\frac{f^2}{4} + \frac{r_0 \Delta p}{\rho_a r^2 r_t}} \exp\left(-r_0/r\right) - \frac{f}{2} \right)$$
(18)

Where  $V_{gr}$  is the geostrophic wind and  $r_t$  is the following relation,

$$r_t = r / \left( 1 + \frac{u_{10}}{v_{gr}} sin\beta \right) \tag{19}$$

In Equation (19)  $V_{gr}$  and  $U_{I0}$  are at the previous time step.  $\beta$  is the degree between the typhoon moving direction and the direction to r in the anti clockwise direction.  $U_{l0}$  is calculated by multiplying  $V_{gr}$  by G(x) as follows:

Author name / Procedia UTAM 00 (2017) 000–000

$$G(x) = G(\infty) + [G(x_p) - G(\infty)](x/x_p)^{k-1} exp\left((1 - 1/k) \left[1 - (x/x_p)^k\right]\right)$$
(20)

$$U_{10} = V_{gr}G(x)$$

Where:  $x = r/r_0$ , k = 2.5,  $x_p = 0.5$ ,  $G(x_p) = 1.2$  and  $G(\infty) = 0.667$  are given by Fujii and Mitsuta<sup>32</sup>. In the wind model, the geostrophic wind is reduced by a factor of  $G(\infty)$ . Finally, the wind at 10 m height is obtained from the vector sum of the wind at 10 m height calculated by Equation (21) and the typhoon moving speed. In the present model, deformation of the core structure in the typhoon is not considered.

#### 2.5. Bathymetry

For numerical simulations, the complexity of the geophysical features was taken into account using the three level grid system, where the outermost domain, D1, (Figure 2 (a)) covers the whole East Sea and the domain, D2, (Figure 2 (b)) is set to cover the northern coast of Vietnam. The innermost domain, D3 (Figure 2 (c)), is focused on stations of Hondau. General Bathymetry Chart of the Ocean (GEBCO) of British Ocean Data Center was used to extract bathymetry for the domains of D1 and D2. On the other hand, coastal topography maps with scales of 1/100,000 published from the Vietnam Administration of Seas and Islands were used for the domain D3. The space resolutions for D1, D2 and D3 in both *X* and *Y* direction is 7400m, 1850m, and 825m.



Fig. 2. Geophysical domains of the study area with three levels. (a) shows the outermost domain of the Vietnam coast. (b) shows the intermediate domain. (c) focuses on the innermost domain with Hondau station.



(21)

#### 3. Results

To examine a critical factor to the generation of storm surge in the north coast of Vietnam, the representative historical typhoons of Frankie (1996) and Washi (2005) were selected. These typhoon tracks are provided in Figure 3. In which, Typhoon Frankie landfalled at the low tide while Typhoon Washi landfalled at high tide as the time profile of total water leve observation, tide predict and storm surge at Hondau station in both typhoon cases showed in figure 4.



Fig. 3. (a) Track of Typhoon Frankie (1996), (b) Washi (2005)



Fig.4. Time serial of total water level (observation), predicted tide and storm surge at Hondau station during Typhoon Frankie (a) and Washi (b)

#### 3.1. Impact of the tide on the storm surge

In order to investigate how the tide influences the storm surge in the study area, a series of simulations were conducted using SuWAT that the surge and tide interaction was taken into account to calculate the Typhoon Frankie and Washi surge. In the storm surge simulation, the conventional  $C_D$  (Honda and Mitsuyasu<sup>22</sup>) was used to estimate the wind stress. First, the surge simulation was carried out with the tide. Then, only the tide simulation was conducted to extract the surge level taking into account the surge and tide interaction. Finally, only the surge simulation without the tide was executed on mean sea level. With two surge levels, the effect of the tide on the storm surge is examined as shown in Figure 5(a) and (b) that show a comparison of observations and calculations at Hondau. From the results of simulation, the effect of tide on storm surge in the case of Typhoon Frankie is very small, with a difference of about 3%. In the case of Typhoon Washi, the case considering the tide effect giving the pick surge is lower than the case without considering the tide effect with a difference of about 13%. This is due to Typhoon Washi landfalled at the high tide that the water deep is higher in the mean sea level. In addition, it indicates that the use of the conventional  $C_D$  in both cases is not enough to simulate the observations, regardless of

the consideration of the surge and tide interaction. As a result, it was found that the tidal effect is significant in the surge level on the coast of study area when typhoon lanfalled is at the high tide.



Fig.5. Comparisons of the observations and calculations with and without the tide in the surge simulations of Typhoon Frankie (a) and Whashi at Hondau station.

#### 3.2. Impact of the wave on the storm surge

The effect of wave on storm surge was discussed for the case of the storm surge simulation running coupled and uncoupled surge and wave. This case was calculated using both of the wave dependent drag and the radiation stress on mean sea level, and then compared with that obtained from the run using only the conventional drag on mean sea level, as shown in Figure 6 (a) and (b). From the results, it is seen that the peak surge level calculated with the wave effect is in close agreement with the observation at Hondau in both cases. The difference between them is about 0.3 m in both typhoon cases. Thus, it can be said that the surge and wave interaction apparently improves the surge level.

Figure 7(a) and (b) show the spatial distribution of the peak surge levels in the case of uncoupled surge with wave (a) and coupled surge with wave (b). It could be found that, in the case of the coupled surge with wave, the maximum surge level is higher and the area of storm surge is extended, in comparison with the case uncoupled with wave.

The effect of wave induced radiation stress (wave setup) is however depended on the space resolution. Although the space resolution used in the above figures is fine (925m) for conventional storm surge simulation, the result of peak surge is still underestimated in both typhoon cases. It may be due to the underestimation of wave setup estimated on the coarse resolutions. To concrete our finding, the additional simulations of the Typhoons Frankie surges were conducted for five cases of space resolution (450m (D4), 150m (D5)). It can be seen that, the peak surge is increased as the space resolution is increased, and is in close agreement with the observation data (Figure 8). Hence, further studies should be done on higher resolutions of less than 1 km grid size when planning and managing coastal facilities and structures.



Fig. 6. Comparisons of the observations and calculations with and without the wave effect in the surge simulations of Typhoon Frankie (a) and Whashi (2005) at Hondau station.

Author name / Proceedia ILITAM 00 (2017) 000-000



Fig.7. Spatial distributions of the peak surge levels due to Typhoon Washi for the case uncoupled (a) and coupled with wave (result in domain D2).



Fig. 8.Time serial of storm surge at Hondau station due to Typhoon Washi (2005) in six cases of space resolution.

#### **IV. Conclusions**

The interaction of surge and tide is investigated during Typhoon Frankie (1996) and Washi (2005) landfalled at the north coast of Vietnam, where the maximum tidal range is up to 1.8 m. It indicates that the effect of the tide on the surge is ignorable for the case of Typhoon Frankie landfalled at low tide, and it is significant in the case of Typhoon Washi landfalled at the high tide with a difference of 13 % between the surge levels with and without the tide. For the surge and wave interaction, two factors of the wave dependent drag and the wave-induced radiation stress are focused in the surge simulation. It is shown that, the wave and surge interaction combining the wave dependent drag and the radiation stress contributes 30% of the total surge level and is crucial to simulating the storm surge. It also shows that, the surge induced by wave radiation stress is dependent on the space resolution, and the finest resolution is improved and in close agreement with the observation. Hence, further studies should be done on higher resolutions of less than 1 km grid size when planning and managing coastal facilities and structures.

#### Acknowledgements

This research is funded by Vietnam National Foundation for Science and Technology Development (NAFOSTED) under grant number 105.06-2017.07, partially supported by JSPS KAKENHI Grant Number 15549699 and the Norwegian Ministry for Foreign Affairs (Hole).

#### References

- 1. Janssen PAEM. Wave-induced stress and the drag of Air Flow over Sea Waves. Journal of Physical Oceanography 1989; 19, 745-754.
- 2. Janssen PAEM. Quasi-linear Theory of Wind-Wave Generation Applied to Wave Forecasting. *Journal of Physical Oceanography* 1991; 21, 1631-1642.
- Funakoshi Y, Hagen SC and Bacopoulos P. Coupling of Hydrodynamic and Wave models: Case Study for Hurricane Floyd (1999) Hindcast. Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering 2008; 134(6), 321-335. doi: 10.1061/(ASCE)0733-950X.
- Kim SY, Yasuda T, and Mase H. Numerical analysis of effects of tidal variations on storm surges and waves. *Applied Ocean Research* 2008; 30, 311-322.
- Zhang MY and Li YS. The dynamic coupling of a 3<sup>rd</sup>-generation wave model and a 3d hydrodynamic model through boundarylayers. *Continental Shelf Research*, 17; 1997; 1141-1170.
- Bertin X, Li K, Roland A and Bidlot JR. The contribution of short waves in storm surges: two recent examples in the central part of the bay of Biscay. Continental Shelf Research 96, 2015; 1-15.
- Kim SY, Matsumi Y, Yasuda T and Mase H. Storm surges along the Tottori coasts following a typhoon, Ocean Engineering 2014; 91, 133-145.
- Mastenbroek C, Burgers G and Janssen PAEM. The Dynamical Coupling of a Wave Model and a Storm Surge Model through the Atmospheric Boundary Layer. *Journal of Physical Oceanography* 1983; 23, 1856-1866.
- Chen Q, Wang L and Zhao H. An integrated surge and wave modeling system for Northern Gulf of Mexico: simulations for urricanes Katrina and Ivan. Proceedings of the 31<sup>st</sup> International Conference on Coastal Engineering (Hamburg, Germany) 2008; pp. 1072–1084.
- 10. Choi BH, Eum HM and Woo SB. A synchronously coupled tide-wave-surge model of Yellow Sea. Coastal Engineering 2003; 47, 381-398.
- 11. Dietrich JC, Bunya S, Westerink JJ, Ebersole BA, Smith JM, Atkinson JH, Jensen R, Resio DT, Luettich RA, Dawson C, Cardone VJ, Cox AT, Powell MD, Westerink HJ and Roberts HJ. A high resolution coupled riverine flow, tide, wind, wind wave and storm surge model for southern Louisiana and Mississippi: part II synoptic description and analyses of Hurricanes Katrina and Rita. *Monthly Weather Review* 2010; 138, 378-404.
- Kennedy AB, Westerink JJ, Smith JM, Hope ME, Hartman M, Taflanidis AA, Tanaka S, Westerink H, Cheung KF, Smith T, Hamann M. Minamide M, Ota A and Dawson C. Tropical cyclone inundation potential on the Hawaiian Islands of Oahu and Kauai. *Ocean Modelling*, 52-53, 54-68. doi:10.1016/j.ocemod.2012.04.009.
- 13. Ninh PV. The storm surge models, UNDP project VIE/87/020, 1992.
- 14. Sao NT. Storm surge predictions for Vietnam coast by Delft3D model using results from RAMS model. Journal of Water Resources and Environmental Engineering 2008; No. 23, 39-47.
- 15. Thuy VTTh. Storm surge modeling for Vietnam's coast. Nederlands, Delft Hydraulic, Master's thesis 2003; 140p.
- 16. Hien NX, Uu DV, Thuc T and Tien PV. Study on wave setup with the storm surge in Hai Phong coastal and estuarine region, Vietnam National University Journal of Science, Earth Sciences 2010; 26, 82-89.
- 17. Thuy NB, Cuong HD, Tien DD, Chien DD and Kim SY. Assessment of changes in sea-level caused by Typhoon No. 3 in 2014 and forecast problems. *Scientific and TechnicalHydro-Meteorological Journal* 2014; No. 647, 16-20. (in Vietnamese)
- 18. Kim SY, Yasuda T and Mase H. Wave set-up in the storm surge along open coasts during Typhoon Anita, *Coastal Engineering* 2010; *ASCE*, 57, 631–642.
- Kim SY, Mori N, Mase H and Yasuda T. The role of sea surface drag in a coupled surge and wave model for Typhoon Haiyan 2013, Ocean Modelling 2015;.doi:10.1016/j.ocemod.2015.06.004.
- 20. Mase H, Muto R, Mori N, Kim SY, Yasuda T and Hayashi Y. Storm Surge Simulation due to Isewan Typhoon using Detail Meteorological Re-analysis Data, *Journal of Japan Society of Civil Engineers* 2011; *Ser. B2 (Coastal Engineering)*,67(2), 401-405. (In Japanese).
- 21. Chien DD. Researching the scientific basis to assess the strom surge in the sea areas from Quang Binh to Quang Nam. Hanoi, Vietnam: University of Science-Vietnam National University 2015; Ph.D. dissertation, 117p. (in Vietnamese).
- 22. Honda T and Mitsuyasu H. Experimental study of wind stress in the sea surface. *Annual Journal of Coastal Engineering* 1980, JSCE 27, 90–93. (in Japanese).
- Donelan M A, Haus BK, Reul N, Plant WJ, Stianssnie M, Graber HC, Brown OB and Saltzman ES. On the limiting aerodynamic roughness
  of the ocean in very strong winds. *Geophysical Research Letters* 2004, 31, L18306. doi:10.1029/2004GL019460.
- 24. Flather R A. A storm surge prediction model for the Northern Bay of Bengal with application to the cyclone disaster in April 1991, *Journal Physical Oceanography* 1994; (24), pp. 172 90.
- 25. Matsumoto K, Takanezawa T and Ooe M. Ocean Tide Models Developed by Assimilating TOPEX/POSEIDON Altimeter Data into Hydrodynamical Model: A Global Model and a Regional Model Around Japan, *Journal of Oceanography* 2000; 56, 567-581.
- Booij N, Ris RC and Holthuijsen L.H. A third-generation wave model for coastal regions, part I, model description and validation. Journal of Geophysical Research 1999; 104 (C4), 7649–7666.
- 27. Cavaleri L and Malanotte-Rizzoli P. Wind wave prediction in shallow water: Theory and applications. *Journal of Geophysical Research* 1981, 86, No. Cll, 10, 961-973.
- 28. Hasselmann S, Hasselmann K, Allender JH and Barnett TP. Computations and parameterizations of the nonlinear energy transfer in a gravity wave spectrum. Part II: Parameterizations of the nonlinear transfer for application in wave models, *Journal of Physical Oceanography* 1985; 15(11), 1378-1391.
- 29. Battjes JA and Janssen JPFM. Energy loss and set-up due to breaking of random 894waves. Proceeding of 16<sup>th</sup> International Conference Coastal Engineering, ASCE 1978; pp. 569-587.
## Author name / Procedia IUTAM 00 (2017) 000–000

- Madsen OS, Poon YK and Graber HC. Spectral wave attenuation by bottom friction: Theory. Proceeding of 21<sup>th</sup> International Conference Coastal Engineering, ASCE 1988; pp. 492-504.
- 31. Schloemer RW. Analysis and synthesis of hurricane wind patterns over Lake Okechobee. *Washington, U.S. Govt. Print Off.* 1954 No. 31, 49p.
- 32. Fujii T and Mitsuta Y. Synthesis of a stochastic typhoon model and simulation of typhoon winds. *Annuals Disaster Prevention Research Institute* 1986, Kyoto University, No.29, B-1, 229-239 (in Japanese).

IAHS Publication 363 ISSN 0144-7815

# Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions

790

## Editor-in-Chief *Trevor Daniell*

**Co-editors** 

Henny A.J. van Lanen, Siegfried Demuth, Gregor Laaha, Eric Servat, Gil Mahe, Jean-François Boyer, Jean-Emmanuel Paturel, Alain Dezetter & Denis Ruelland



International Association of Hydrological Sciences

Association Internationale des Sciences Hydrologiques



IAHS Publication 363 ISSN 0144-7815



## Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions

## Recent IAHS Publications

#### **Evolving Water Resources Systems:** Understanding, Predicting and Managing Water–Society Interactions

Editors: Attilio Castellarin, Serena Ceola, Elena Toth & Alberto Montanari

A selection of 89 peer-reviewed papers by research groups active in five continents addressing topics associated with water resources assessment and management in a changing environment, and particularly the two-way interaction between water and society, the focus of the Panta Rhei IAHS research initiative. Water resources systems, catchment hydrology, eco-hydrology, groundwater hydrology, water security and socio-hydrology are driving scientific areas, which are covered.

**Publ. 364** 2014 978-1-907161-42-1 548 + xii pp. £118

#### Considering Hydrological Change in Reservoir Planning and Management

Editor: Andreas Schumann

Co-editors: Vladimir Belyaev, Emna Gargouri, George Kuczera, Gil Mahé & Stephen Mallory

An excellent overview of contemporary problems in An excellent overview of contemporary problems in reservoir management, from planning aspects of large multi-objective reservoirs and of small farm dams in Africa, to governmental matters, to sedimentation issues, to climate change impacts. Given the stochastic nature of hydrological conditions, the limited information available to characterize it and the multi-faceted targets of reservoir management reservoir papping and operation are management, reservoir planning and operation are ambitious challenges for hydrologists and water managers.

**Publ. 362** 2013 978-1-907161-40-7 214 + x pp. £61

#### Understanding Freshwater Quality Problems in a Changing World

Edited by Berit Arheimer

Co-edited by Adrian Collins, Valentina Krysanova, Elango Lakshmanan, Michel Meybeck & Mike Stone Contributions from each continent provide a review of water quality problems worldwide, with articles describing present regional/local freshwater quality status and highlighting research needs. How the situation may develop into the future, given on-going changes in environment and society, is discussed. Questions addressed include: How to undesting the behaviour of abarting hydrategies. systems and impacts on freshwater quality? How to effectively bring together theoretical and experimental hydrology, and new measurement techniques to advance knowledge of water quality processes for the future?

Publ. 361 2013 978-1-907161-39-1 372 + xii pp. £87

#### Deltas: Landforms, Ecosystems and Human Activities

Editors Gordon Young & Gerardo M. E. Perillo

Associate Editors H. Aksoy, J. Bogen, Al. Gelfan, G. Mahé, P. Marsh & H. Saveniie

P. Marsh & H. Savenije Deltas pose great challenges, whether marine or lacustrine, as regions of purely natural conditions or of intense human activity set in the context of complex and often rapidly changing natural environments. Physically they are complex systems, the end-products of catchment processes involving water supply, sediment delivery and water quality – elements that are fast changing over time as a result both of human influences and change in climatic drivers. The contributions result from a joint symposium of IAHS) and contributions result from a joint symposium of IAHS) and IAPSO.

**Publ. 358** 2013 978-1-907161-36-0 246 + x pp. £65

#### Floods: From Risk to Opportunity

Edited by A. Chavoshian & K. Takeuchi

Co-edited by X. Cheng, E. Plate, S. Simonovic, S. Uhlenbrook & N. Wright

A paradigm shift from focusing on emergency response and recovery to flood risk management is required to build the capacity necessary to cope with floods. The process should be supported by vulnerability monitoring and development of tools such as standard measures of risk and preparedness in an integrated approach to improve capacity to deal with floods, taking advantage of their benefits while minimizing their social, economic and environmental risks. The papers, selected from ICFM5, cover flood risk management, disaster management, forecasting and early warning, and management in different regions.

Publ. 357 2013 978-1-907161-35-3 470 + x pp. £96

#### BENCHMARK PAPERS IN HYDROLOGY

The IAHS Series that collects together, by theme in stand-alone volumes, the papers that provided the scientific foundations for hydrology.

HYDRO-GEOMORPHOLOGY, EROSION AND **SEDIMENTATION** 

#### Michael J. Kirkby

Provides a systematic analysis of the relationships between hydrology and geomorphology, with commentaries on the papers that have been most influential in developments at the hydrology–geomorphology interface.

BM6 2011 978-1-907161-14-8 Hardback, 640 pp. £70

#### FOREST HYDROLOGY

David R. DeWalle

The papers selected include the early review of forest and water by Zon (1927) and the Wagon Wheel Gap paired watershed study (Bates & Henry, 1928) report, but covers all aspects from evapotranspiration to water yields and quality, to soil erosion.

978-1-907161-17-9 Hardback, 474 pp. BM7 2011 £65

ISOTOPE HYDROLOGY

P. K. Aggarwal, K. O. Fröhlich, J. R. Gat & R. Gonfiantini The potential of using stable isotopes of water was recognized in the 1930s, but not fully explored until the 1950s. Improvements in measurement techniques have facilitated use of isotopes in many contexts, and isotope hydrology has become mainstream.

BM8 2012 978-1-907161-29-2 Hardback, 486 pp. £70

PALAEOHYDROLOGY

#### Victor R. Baker

Reproduces the Benchmark Papers that have, and still influence palaeohydrological research, with commentaries on their significance. £75

BM9 2014 978-1-907161-30-8 Hardback,494 pp

Order online at http://www.iahs.info/Publications-News.do

(In USA/Canada, books are also available from Amazon.com)

Or send book orders and enquiries to:

jilly@iahs.demon.co.uk IAHS Press, Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, Oxfordshire OX10 8BB, UK fax: + 44 1491 692448/692424





### Editor in Chief:

TREVOR M. DANIELL School of Civil, Environmental and Mining Engineering, University of Adelaide, Australia

## Co-Editors:

HENNY A. J. VAN LANEN, SIEGFRIED DEMUTH, GREGOR LAAHA ERIC SERVAT, GIL MAHE, JEAN-FRANÇOIS BOYER, JEAN-EMMANUEL PATUREL, ALAIN DEZETTER & DENIS RUELLAND

Proceedings of FRIEND-Water 2014, Montpellier, France, October 2014

IAHS Publication 363 in the IAHS Series of Proceedings and Reports Published by the International Association of Hydrological Sciences 2014

IAHS Publication 363

ISBN 978-1-907161-41-4

British Library Cataloguing-in-Publication Data. A catalogue record for this book is available from the British Library.

#### © IAHS Press 2014

This publication may be reproduced as hard copy, in whole or in part, for educational or nonprofit use, without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. No part of this publication may be electronically reproduced, transmitted or stored in a retrieval system, and no use of this publication may be made for electronic publishing, resale or other commercial purposes without specific written permission from IAHS Press.

The papers included in this volume have been reviewed and some were extensively revised by the Editors, in collaboration with the authors, prior to publication.

IAHS is indebted to the employers of the Editors for the invaluable support and services provided that enabled them to carry out their task effectively and efficiently.

The information, data and formulae provided in this volume are reproduced by IAHS Press in good faith and as finally checked by the author(s); IAHS Press does not guarantee their accuracy, completeness, or fitness for a given purpose. The reader is responsible for taking appropriate professional advice on any hydrological project and IAHS Press does not accept responsibility for the reader's use of the content of this volume. To the fullest extent permitted by the applicable law, IAHS Press shall not be liable for any damages arising out of the use of, or inability to use, the content.

The designations employed and the presentation of material throughout the publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of IAHS concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

The use of trade, firm, or corporate names in the publication is for the information and convenience of the reader. Such use does not constitute an official endorsement or approval by IAHS of any product or service to the exclusion of others that may be suitable.

Publications in the series of Proceedings and Reports are available from: IAHS Press, Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, Oxfordshire OX10 8BB, UK tel.: +44 1491 692442; fax: +44 1491 692448; e-mail: jilly@iahs.demon.co.uk

Printed by Berforts Information Press

Cover image: Moroccan landscape (photograph by Eric Servat).

## Contents

Preface by Trevor M. Daniell	V
Over 25 years of FRIEND-Water: an overview Henny A. J. Van Lanen, Siegfried Demuth, Trevor Daniell, David M. Hannah, Gregor Laaha, Gil Mahé & Lena M. Tallaksen	1
1 Trends in hydrological regimes and extremes	
Regional assessment of low flow processes and prediction methods across European regimes <i>Gregor Laaha</i> , <i>Anne F. van Loon</i> , <i>Claire Lang Delus &amp; Daniel Koffler</i>	11
Progressive aridity impact on the hydrological regime in the Volta River basin in Benin (West Africa) <i>Henri S. V. Totin, Arnaud Zannou, Ernest Amoussou,</i> <i>Abel Afouda&amp; Michel Boko</i>	17
Multi-annual droughts in the water-stressed English Lowlands: long-term variability and climate drivers <i>Jamie Hannaford</i> , <i>Chris K. Folland</i> , <i>Mike C. Kendon</i> , & <i>John P. Bloomfield</i>	23
Synthesizing changes in low flows from observations and models across scales Kerstin Stahl, Jean-Philippe Vidal, Jamie Hannaford, Christel Prudhomme, Gregor Laaha & Lena M. Tallaksen	30
Understanding and adapting to flood risk in a variable and changing climate <i>Anthony S. Kiem</i>	36
Trends in floods in small Norwegian catchments – instantaneous vs daily peaks Donna Wilson, Hege Hisdal & Deborah Lawrence	42
Climate change impact on flood generation process <i>Biljana Radojevic</i> , <i>Pascal Breil &amp; Dejan Dimkic</i>	48
Flood duration frequency analysis in a changing climate: the methodology applied to Fengle River (Yangtze basin, China) <i>C. Salles, Y. Chu, J. L. Perrin, M. G. Tournoud, L. Boudet, F. N. Cres, C. Rodier, S. Zheng, L. Huang &amp; Y. Ma</i>	54
Future low flows and hydrological drought: how certain are these for Europe? Marcel A. A. Alderlieste, Henny A. J. Van Lanen & Niko Wanders	60
Do large-scale models capture reported drought events? Marjolein H. J. Van Huijgevoort, Henny A. J. Van Lanen, Adriaan J. Teuling & Remko Uijlenhoet	66
Analyse des périodes sèches dans le bassin d'Ichkeul (Tunisie) à partir de données journalières de pluviométrie / Analysis of dry spells in the Ichkeul basin (Tunisia) using daily rainfall data <i>Majid Mathlouthi &amp; Fethi Lebdi</i>	72

	٠	٠	•
<b>\</b>			
v		I	н
•	٠	•	•

Changes of drought characteristics in small Czech and Slovakian catchments projected by the CMIP5 GCM ensemble Martin Hanel, Adam Vizina, Marta Martínková, Stanislav Horáček, Diana Porubská, Marián Fendek & Miriam Fendeková	78
Impact of land-use change on the hydrology of North Lao PDR watersheds Emmanuel Mouche, François Moussu, Claude Mügler, Olivier Ribolzi, Christian Valentin, Oloth Sengtahevanghoung & Guillaume Lacombe	84
Assessment of wildfire impact on hydrological extremes in eastern Siberia Lyudmila Lebedeva & Olga Semenova & Nina Volkova	90
The correlation between variations of climatic factors and zonal runoff of mountain rivers <i>Mikhail Bolgov &amp; Marina Trubetskova</i>	96
Linking variations in large-scale climatic circulation and high groundwater levels in southern England <i>David A. Lavers, David M. Hannah &amp; Chris Bradley</i>	102
Rainfall regime evolution and drought forecasting in eastern Algeria Mohamed Meddi & Abdelwahab Rahmouni	107
Up-to-date climate forced seasonal flood changes (the case study for the European part of Russia) <i>Natalia Frolova, Maria Kireeva, Dmitry Nesterenko, Svetlana Agafonova &amp; Pavel Tersky</i>	113
Improvement of reservoir operation by hybrid optimization algorithm: case study of HuongDien Reservoir, Vietnam Van Hoa Ho & Joong Hoon Kim	119
Optimal reservoir operation strategy for balancing ecosystem and human needs <i>Fi-John Chang, Wen-Ping Tsai, Yu-Chung Wang, Pin-An Chen, Li-Chiu Chang, Alexandra Coynel &amp; Georges Vachaud</i>	126
Recent trends in monthly temperature and precipitation patterns in Europe Irene B. Nilsen, Anne K. Fleig, Lena M. Tallaksen & Hege Hisdal	132
Large-scale climate control on lake inflow in the Waitaki basin, New Zealand Daniel G. Kingston, Clare S. Webster & Pascal Sirguey	138
Sensitivity analysis of hydrological modelling to climate forcing in a semi-arid mountainous catchment <i>D. Ruelland, A. Dezetter &amp; P. Hublart</i>	145
Prediction of water resources in the Chao Phraya River Basin, Thailand Supattana Wichakul, Yasuto Tachikawa, Michiharu Shiiba & Kazuaki Yorozu	151
Modelling runoff and its components in Himalayan basins Hong Li, Stein Beldring, Chong-Yu Xu & Sharad K. Jain	158
Statistical analysis of river discharge projected using the MRI-AGCM3.2S dataset in Indochina Peninsula D. T. Duong, Y. Tachikawa, M. Shiiba & K. Yorozu	165

	ix
Extreme precipitation events and related impacts in western Iberia Margarida L. R. Liberato & Ricardo M. Trigo	171
Unidirectional trends in rainfall and temperature of Bangladesh Shamsuddin Shahid, Xiao-Jun Wang & Sobri B. Harun	177
2 Water resources and prospective scenarios	
Assessing past and future water demands under climate change and anthropogenic pressures on two Mediterranean basins <i>B. Grouillet, J. Fabre,</i> <i>D. Ruelland, L. Collet &amp; J-F. Boyer</i>	185
A multi-tracer approach to understand the hydrogeochemical functioning of a coastal aquifer located in NE Tunisia <i>Fethi Lachaal, Anis Chekirbane, Ammar Mlayah, Bilel Hjiri &amp; Jamila Tarhouni</i>	191
L'aménagement des barrages de retenue d'eau, une stratégie d'adaptation à la sécheresse dans le bassin du fleuve Niger? / Is the building of dams an adaptation strategy to fight against drought in the basin of the River Niger? <i>G. Liénou, G. Mahé, S. L. Piih, D. Sighomnou, J. E. Paturel &amp; F. Bamba</i>	197
Assessing the long-term evolution of water supply capacity: comparison of two Mediterranean catchments J. Fabre, L. Collet, M. Milano, D. Ruelland, A. Dezetter, S. Ardoin-Bardin & E. Servat	203
Assessing the capacity to meet irrigation water needs for viticulture under climate variability in the Chilean Andes <i>P. Hublart, D. Ruelland, A. Dezetter &amp; H. Jourde</i>	209
Present-day surface and subsurface water resources of European Russia: conditions, use and forecast <i>R. Dzhamalov, N. Frolova, M. Kireeva &amp; E. Rets</i>	215
La prospective territoriale, un outil de réflexion sur la gestion de l'eau du bassin de la Durance en 2050 / The territorial foresight, a reflection framework for water management planning in the Durance River basin in 2050 <i>R. Samie, C. Monteil,</i> <i>Y. Arama, H. Bouscasse &amp; E. Sauquet</i>	221
Modifications des températures et des précipitations sur le Bani, un sous-bassin du fleuve Niger / Changes in temperature and precipitation in the Bani watershed, a sub-basin of the Niger River <i>Jean-Emmanuel Paturel &amp; Malicki Zorom</i>	228
Climate change and debris flow: hazards maps in Matucana village under IPCC scenarios Juan W. Cabrera Cabrera & Leonardo F. Castillo Navarro	234
A reconnaissance study of water and carbon fluxes in a tropical watershed of Peninsular Malaysia: stable isotope constraints <i>Muhammad I. Syakir</i> , <i>Kern Y. Lee, Ian D. Clark &amp; Jan Veizer</i>	239
Characterizing infiltration of a tropical watershed from ALOSPALSAR data using the Green-Ampt infiltration model <i>Nor Liyana Mohammad Khan,</i> <i>Muhamad Askari &amp; Ab. Latif Ibrahim</i>	245

Projected climate change impacts on water resources in northern Morocco with an ensemble of regional climate models <i>Y. Tramblay, D. Ruelland, R. Bouaicha</i> & <i>E. Servat</i>	250
Modèle conceptuel de l'aquifère du Continental Terminal d'Abidjan / Conceptual model of Abidjan Continental Terminal aquifer <i>Auguste K. Kouassi,</i> <i>Francis W. Kouassi, Jules O. M. Mangoua &amp; Issiaka Savane</i>	256
Characterization and evaluation of the confined limestone aquifer in Kuwait <i>Fawzia M. Al-Ruwaih</i>	263
Etude géochimique et isotopique d'un aquifère phréatique côtier anthropisé: Nappe de Oussja-Ghar El Melah (Tunisie) / Geochemical and isotope study of coastal anthropogenic phreatic groundwater: Oussja-Ghar El Melah aquifer (Tunisia) Safouan Ben Ammar, Jean-Denis Taupin, Kamel Zouari, Mohamed Khouatmia & Mohamed Ben Assi	269
Choosing metrics that matter – quantifying performance to help address reservoir operation challenges in Kenya's Tana basin <i>Anthony P. Hurford &amp; Julien J. Harou</i>	276
Environmental and geomatics assessment of the Ha Thanh basin to hydrological hazards in central Vietnam <i>Stephane Grivel, Anh Tu Ngo, Jean-Marc Zaninetti &amp; Thi Van Luong</i>	282
Forecasting and mitigation of flooding in a Mediterranean karstic watershed V. Borrell-Estupina, B. Ladouche, PO. Malaterre, S. Ricci, Y. Caballero, M. Coustau, N. Dorfliger, P. Fleury, M. Jay-Allemand, JC. Marechal & O. Thual	288
3 Erosion and sediment transfer processes and trends	
Using <sup>137</sup> Cs and <sup>210</sup> Pb <sub>ex</sub> measurements to document erosion rates for different time windows in a small catchment in southern Italy <i>Paolo Porto &amp; Desmond E. Walling</i>	297
Lessons from long-term monitoring of soil erosion in three southeast Asian agricultural catchments undergoing rapid land-use changes <i>C. Valentin,</i> <i>A. Boonsaner, J. L. Janeau, P. Jouquet, T. Henry des Tureaux, S. Huon,</i> <i>K. Latsachack, Y. Le Troquer, J. L. Maeght, D. Orange, Pham Dinh Rinh,</i> <i>A. Pierret, P. Podwojewski, O. Ribolzi, A. de Rouw, O. Sengtaheuanghoung,</i> <i>N. Silvera, H. Robain, B. Soulileuth, W. Thothong, Tran Duc Toan &amp;</i> <i>Tran Sy Hai</i>	303
Study of the relationship between sediment transport and rainfall extremes in the watershed of the wadi Mina (northwest Algeria) <i>F. Hallouz, M. Meddi &amp; G. Mahe</i>	309

х

315

xi

"Blue-green" corridors as a tool for erosion and stream control in highly
urbanized areas - case study of Belgrade city Ratko Ristić, Boris Radić,
Goran Trivan & Ivan Malušević

## 4 Hydrological databases: how to cope with future questions

Ensuring hydrometric data are fit-for-purpose through a national Service Level Agreement <i>Katie Muchan &amp; Harry Dixon</i>	323
Future Flows: a dataset of climate, river flow and groundwater levels for climate change impact studies in Great Britain <i>C. Prudhomme, C. Jackson, T. Haxton, S. Crooks, S. Dadson, D. Morris, J. Williamson, A. Barkwith, J. Kelvin, J. Mackay, L. Wang, G. Goodsell, L. Boelee, H. Davies, G. Buys, T. Lafon, A. Young &amp; G. Watts</i>	330
Architecture of environmental information systems applied to scientific observatories: examples of Carnoulès and MEDYCYSS observatories <i>J. F. Boyer, E. Servat, C. Casiot &amp; H. Jourde</i>	336
Cooperative WebGIS interactive information systems for water resources data management <i>Charalampos Skoulikaris, Jacques Ganoulis, Nikolaos Karapetsas,</i> <i>Fotis Katsogiannos &amp; Georgios Zalidis</i>	342
Towards a pan-European assessment of low flow indices <i>Claire Lang Delus</i> , Gregor Laaha, Daniel Koffler, Kerstin Stahl, Hege Hisdal, Christel Prudhomme, Miriam Fendekova & Wojciech Jakubowski	348
Selecting an optimal climatic dataset for integrated modelling of the Ebro hydrosystem A. Dezetter, J. Fabre, D. Ruelland & E. Servat	355
Growing season length and rainfall extremes analysis in Malawi Cosmo Ngongondo, Lena M. Tallaksen & Chong-Yu Xu	361
Standardized precipitation-evapotranspiration index (SPEI): Sensitivity to potential evapotranspiration model and parameters <i>James H. Stagge, Lena M. Tallaksen, Chong-Yu Xu &amp; Henny A. J. Van Lanen</i>	367
Minimizing geopolitically ungauged catchment area of transboundary river basins to support disaster risk reduction <i>Kelly M. Kibler</i>	374
Probability distribution of rainfall in the Bia watershed: contribution of Markov chains Meledje N'diaye Hermann, Kouassi Kouakou Lazare, Ngo Yao Alexis & Savane Issiaka	379
Assessment of rainfall observed by weather radar and its effect on hydrological simulation performance <i>Nghi Vu Van</i> , <i>Nhung Tran Thi &amp; Quyet Le Dinh</i>	386
Predicting soil water retention characteristics for Vietnam Mekong Delta soils Nguyen M. Phuong, Le V. Khoa & Wim Cornelis	392