

NGHIÊN C U ÁP D NG MÔ HÌNH WASP MÔ PH NG CH T L NG N CH D UTI NG

Nguyễn Th Vân Hà⁽¹⁾, Trần Văn Quỳnh⁽¹⁾, Satoshi Takizawa⁽²⁾

(1)Tr ãng i H c Bách Khoa, HQG -HCM

(2)Tr ãng i h c Tokyo, Nh t B n

(Bài nh n ngày 13 tháng 11 n m 2008, hoàn ch nh s a ch a ngày 27 tháng 02 n m 2009)

TÓM T T: D a vào m t s i m o r i r c theo không gian và th i gian, nh ãng nh à qu n lý môi tr ãng c n n các mô hình tái t o các quá trình t nhiên x y ra trong môi tr ãng m t kho ng th i gian nào ó, chúng là ph ãng t i n nh n thông tin v tình tr ãng có th có c a môi tr ãng khi ch u tác ãng l n t phía con ãng i. Bài báo này trình bày tóm t t các nghiên c u b c u v kh ãng áp d ng mô hình WASP (Water Quality Analysis Simulation Program) c phát tri n b i USEPA mô ph ãng ch t l ãng n c h D u Ti ãng. K t qu cho th y mô hình WASP hoàn toàn có kh ãng s d ãng mô ph ãng đi n bi n ch t l ãng n c h . ãng cao hi u qu s d ãng mô hình và chính xác c a các mô ph ãng thì các d li u u vào c a mô hình, c bi t là mô ph ãng s phân t ãng và dòng ch y trong h là các y u t quan tr ãng c n nghiên c u thêm.

1. T V N

H D u Ti ãng, là h ch a th t có di n tích trên 10.000 ha c a Vi t Nam và là công trình th y l i l n nh t Vi t Nam b t u v n hành n m 1985. H có t ãng di n tích n c m t là 270 km² và di n tích l u v c 2.700 km². N m th ãng l u sông Sài Gòn, h ch a D u Ti ãng óng vai trò h t s c quan tr ãng trong vi c d tr cung c p n c ãng t, i u hoà môi tr ãng thu l c, i u t i l h l u, k i m soát m n h l u, nuôi tr ãng thu s n, du l ch và b o t n sinh thái, liên quan n i s ãng hàng tri u dân các t nh Tây Ninh, Bình D ãng, Bình Ph c và Thành ph H Chí Minh. Tuy nhiên cho n nay, công tác qu n lý ch t l ãng n c h D u Ti ãng v n ch a c quan tâm úng m c. H n n a, công tác qu n lý và d báo ch t l ãng n c h l i hoàn toàn b b ãng . Ch a có m t tài nào nghiên c u kh ãng ãng d ãng c a công c mô hình hoá vào mô ph ãng, ánh giá c ãng nh d báo ch t l ãng n c h DT.

Ch ãng trình mô ph ãng phân tích ch t l ãng n c WASP (Water Quality Analysis Simulation Program) c a USEPA ã ãng d ãng nhi u trên th ãng i. Các ãng d ãng i n hình c a mô hình WASP c bi t n nh : nghiên c u v phú d ãng v nh Tampa; phú d ãng c a sông Neuse, sông Potomac; phú d ãng các h ch a và sông Coosa; nghiên c u ô nhi m PCB trên h th ãng h Greak, ô nhi m ch t h u c d bay h i c a sông Delaware, ô nhi m kim lo i n ãng sông Deep, ô nhi m thu ãng trên sông Savannah...

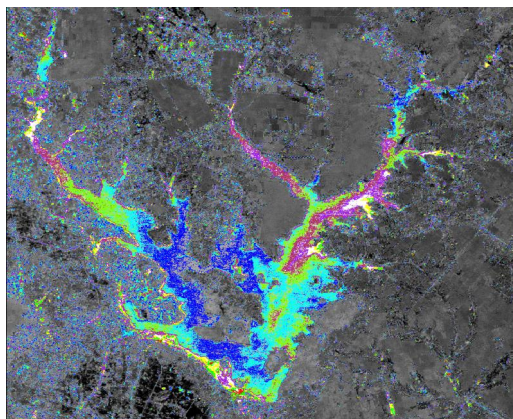
Vi t Nam, vi c ãng d ãng công c mô hình hoá vào qu n lý ch t l ãng n c c ãng ã th c hi n không ít, nh ãng ch y u là v i ch t l ãng n c sông và kênh r ch. i u này không ngo i tr v i mô hình WASP. V n t ra là trong i u ki n h D u Ti ãng, mô hình WASP li u có kh ãng áp d ãng mô ph ãng ch t l ãng n c h c hay không, nh t là trong tình tr ãng hi n nay ch t l ãng n c h D u Ti ãng ãng suy gi m và c bi t là ãng ch u tác ãng b i nhi u ho t ãng c a con ãng i nh nuôi cá bè, s d ãng t gây xói mòn th ãng ngu n l u v c, khai thác cát...

2. IT NG VÀ PH NG PHÁP NGHIÊN C U

2.1. it ng nghiên c u

H ch a n c D u Ti ng (h DT) c xây d ng th ng l u sông Sài Gòn, n m trên a ph n t nh Tây Ninh và Bình D ng, tr i dài t 11°12' t i 12°00' v B c và t 106°10' n 106°30' kinh ông, cách TP HCM kho ng 100km theo ng liên t nh. M c n c đâng bình th ng h DT cao trình +24,4m và m c n c ch t cao trình +17,0m. T ng l ng dòng ch y dao ng t 1.680 tri u m³ n 470 tri u m³ t ng ng v i m c n c cao trình +24,4m và +17m. Di n tích m t h kho ng 264 km² ng v i m c n c +24,4m và kho ng 120km² ng v i m c n c +17,0m. Th i gian l u n c là 350 ngày, dài 28 km, đ c áy 0.25, Ch s SDI là 0.48.

L u l ng bình quân 62.24m³/s qua 3 nhánh chính: T ng Lê Chân, Tha La và Su i Ngô. Nhánh T ng Lê Chân có di n tích l u v c l n nh t v i 1.534km², óng góp 78% t ng l u l ng vào h , t i p nh n ph n l n l ng phù sa vào h . Hi n t i h D u Ti ng ch a có m t tr m quan tr c nào dành cho vi c ánh giá ch t l ng n c h , c ng ch a có m t chính sách, công c nào qu n lý ch t l ng ngu n n c. Vi c o c ch t l ng n c có tri n khai (do Công ty Khai thác thu l i D u Ti ng th c hi n) nh ng ch chú tr ng vào giám sát b i l ng h [1] và th c hi n g n ây nh t theo tài nghiên c u ánh giá ch t l ng n c và phú d ng h [2]. K t qu ánh giá cho th y ch t l ng n c h có suy gi m vào n m 2005- 2006, m c t i n phú d ng, do các ho t ng ch y u nh li t kê B ng 1.



Hình 1. nh v tinh H D u Ti ng và phân b c theo k t qu gi i nh n m 2006 [2].

B ng 1. Các ngu n gây nh h ng n ch t l ng n c h D u Ti ng

STT	Ngu n tác nhân gây nh h ng ch t l ng n c h	
	Bên ngoài h	Bên trong h
1	N c th i công nghi p	Nuôi cá bè
2	Xói mòn trong l u v c	Xói mòn và r a trôi t trên vùng bán ng p
3	Sông su i vào h	Phân bón đ th a
4	N c th i nông nghi p	Phân gia súc do ch n th vùng bán ng p
5	N c th i sinh ho t	Sinh ho t c a con ng i trên vùng bán ng p

6	N c m a	S h i t i p t á y h (s a l n g n g c)
7	T v i c s d n g t (t r n g, t t r n g c â y h à n g n m, t t r n g c â y l â u n m, t t h c, t t r n g)	T v i c s d n g t (t t r n g h o a m à u, t c, t t r n g r n g, t t r n g)

2.2.Ph  ng pháp nghiên c  u -  p d  ng m   hình WASP m   ph  ng ch   t l  ng n   c h   D   u T  i ng

Trong các gi  i h  n cho phép chúng t  i   s   d  ng m   hình WASP và các s   li   quan tr  c ch   t l  ng n   c (pH, EC, DO, nhi  t  , s  u, nitrit, nitrate, ammonium, t  ng nit  , phosphate, t  ng ph  t pho, chlorophyll a, c)  o h ông th ông do chúng t  i th  c hi  n t   th  ng 3/2005  n 8/2006 t đi 9 v   tr  i trong h   (k  y hi  t DT1  n DT9 trong H  nh 3) và các s   li   kh  t ông th   y v  n, l  u l  ng n   c n   h ông th ông và l  u l  ng x   h ông ng  y do Công ty khai th  c th   y l  i D   u T  i ng cung c  p th  c hi  n m   ph  ng. H  nh 2 tr  nh bày ph  ng th  c th  c hi  n m   ph  ng ch   t l  ng n   c h   D   u T  i ng b  ng ph  n m   m WASP. Các d   li   t  i l  ng   nhi   m s   d  ng t   tài nghi  n c  u khoa h  c v   h   DT [2]. Do th  i i  m nghi  n c  u nh  m tác gi   ch đa có b  n l  u v  c h   D   u T  i ng vào mùa kh   (n  n kh ông có c   s   phân v  ng d  n tích m   th  ) n  n   l  a ch  n th  i gian cho t  nh t  an và m   ph  ng l   vào mùa m  a (t   5/2005  n 11/2005).

2.3.T  nh t  an d   li   u v  o

Tr  nh t  nh t  an bao g  m 6 b  c l  n l  t là: *chia phân  n; xác nh   chi   s  u phân  n; t  nh th   tích phân  n; t  nh l  u l  ng vào-ra t  i m đi phân  n; t  nh t  i l  ng dinh d  ng; t  nh t  an n  ng b  n u và n  ng bi  n.*

2.3.1.B  c 1: Chia phân  n

D  a tr  n c   s   lý thuy  t [3],[4]: D  ng h  nh h  c c  a phân  n m   ph  ng là h  nh l ông tr ông; d đa v  o k  t lu  n v   phân v  ng ch   t l  ng n   c h   D   u T  i ng trong nghi  n c  u   c   n  m 2005 [1], t đi n   h ảnh phân  n sao cho nh  ng phân  n bi  n có c  ng nhi   u s   li   t  nh t  an c  ng t  t (m   c  ch t ông ch  nh x  c). M đi phân  n ch  a ít nh  t m   t v   tr  i l  y m  u. H   D   u T  i ng c   phân  n th  n h  n 6 phân  n nh   H  nh 3.

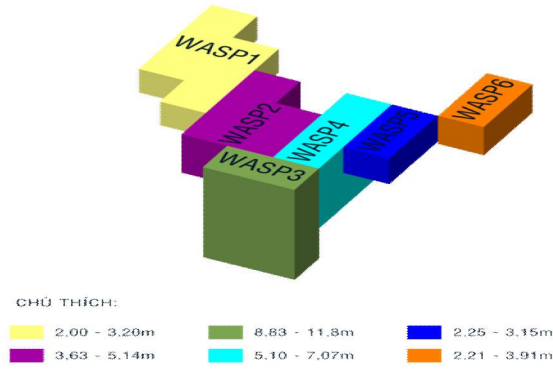
2.3.2.B  c 2: Xác nh   chi   s  u phân  n

Do h ông th ông ch   có th     chi   s  u th  c   t  i các v   tr  i l  y m  u, ch  a i   d  n cho chi   s  u th  c   trung b  nh c  a h  , n  n các d   li   u v   m   t c   t l ông h   [5] c   s   d  ng xác nh   m  i t  ng quan gi  a chi   s  u th  c  o và chi   s  u trung b  nh trong h   theo công th  c 1 và k  t qu   th   hi  n h  nh 4.

K  y hi   u Htb là chi   s  u trung b  nh m   t c  t (m), Htd là m   c n   c th  c  o (m), Htt là m   c n   c t  nh t  an (m). t  i là t   l   Htb/Htd t  i m   t c  t DTi v  o th  ng 3/2006.

Ta có: M   c n   c t  nh t  an v  o th ông i = ai * M   c n   c th  c  o th ông i.

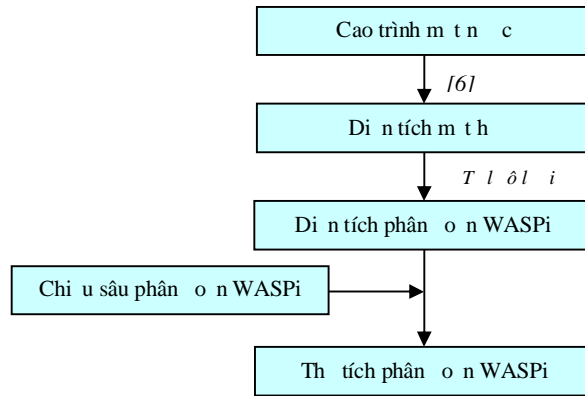
T  c là: $(Htt) i = ai * (Htd) i$ (1)



Hình 4. Mô phỏng chi u sâu phân o n.

2.3.3.B c 3: Xác nh th tích phân o n

Trình t tính th tích phân o n c th hi n hình 5.



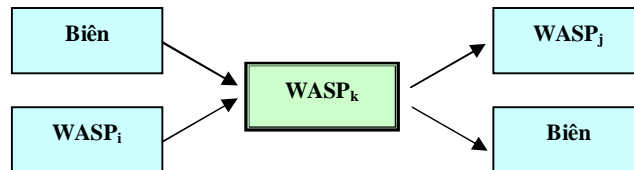
Hình 5. S cách tính th tích phân o n.

2.3.4.B c 4: Tính l u l ng vào-rat i m i phân o n

+ Tính cho tr ãng dòng ch y “Surface Water”

Quá trình lan truy n bao g m quá trình t i (advection) và quá trình phân tán (dispersion) các thành ph n ch t l ãng n c. Dòng t i mang các thành ph n ch t l ãng n c i theo chi u dòng ch y. Dòng phân tán gây ra do các ãng dòng ch y khác nhau hay do v n t c khác nhau s t o nên s xáo tr n và pha loãng v t ch t gi a nh ãng n i có n ãng cao và n i có n ãng th p.

Nguyên t c: M i phân o n u có dòng vào và dòng ra



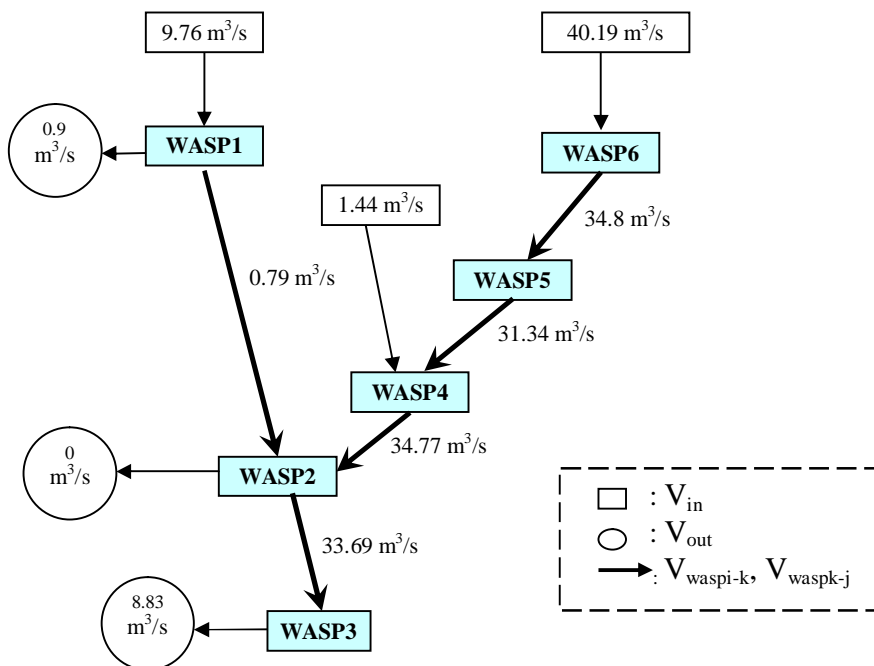
V i phân o n $WASP_k$, ta có ph ãng trình cân b ãng n c nh sau:

$$V_o + V_{In} + V_{WASP_i-k} = V_{T_n} + V_{Out} + V_{WASP_k-j} \quad (2)$$

V i:

Ký hi u	Gi i thích
$V_o (m^3)$	Th tích n c phân o n WASP _k c a tháng tr c th i i m tính
$V_{In} (m^3)$	Th tích n c vào t các nhánh T ng Lê Chân (vào WASP6), Su i Ngô (vào WASP4), Tha La (vào WASP1) [7],[8]
$V_{WASP_i-k} (m^3)$	Th tích n c chuy n vào phân o n WASP _k t WASP _i
$V_{T_n} (m^3)$	Th tích n c phân o n WASP _k c a tháng t i th i i m tính
$V_{Out} (m^3)$	Th tích n c i ra các c ng s 2 (t WASP2), c ng s 3 (t WASP1), c ng s 1 và p tràn (t WASP3) [7],[8] L ng n c th t thoát do bay h i và th m c tính là m t ph n u ra c a phân o n WASP3
$V_{WASP_k-j} (m^3)$	Th tích n c chuy n kh i WASP _k n WASP _j

Hình 6 th hi n ví d k t qu mô ph ng dòng ch y h D u Ti ng vào tháng 11/2005 theo các cách th c trên c bi u di n theo d ng s cành cây, s d ng s li u th y v n c a Công ty thu l i D u Ti ng [6,7,8].



Hình 6. Mô ph ng dòng ch y các phân o n h D u Ti ng tháng 11/2005.

+ Tính cho tr ng dòng ch y “Evaporation/Precipitation”

Tr ng dòng ch y “Evaporation/Precipitation” dùng mô t nh h ng c a quá trình m a n ho c b c h i t các phân o n n c b m t. Tài li u m a ngày th c o t i tr m Tây

$$C_{WASP3} = \frac{1}{2}(C_{DT4} + C_{DT7}) \quad (6)$$

Trong đó j : số thứ tự của tầng sâu lấy mẫu tính từ bề mặt nước xuống ($j = 1 \div 4$); n : tầng số tầng sâu lấy mẫu tính từ bề mặt nước xuống, ($n = 1 \div 4$); C_{DTi} (mg/l): Nồng độ “System” tại vị trí DT i ($i = 1 \div 9$); C_{DTij} (mg/l): Nồng độ “System” tại vị trí DT i tầng số tầng sâu lấy mẫu j ; C_{WASPk} (mg/l): Nồng độ “System” tại phân ô WASP k ($k=1 \div 6$). Các giá trị nồng độ ban đầu và nồng độ biên tính theo các công thức 3 và 6.

3.K T QU VÀ TH OLU N

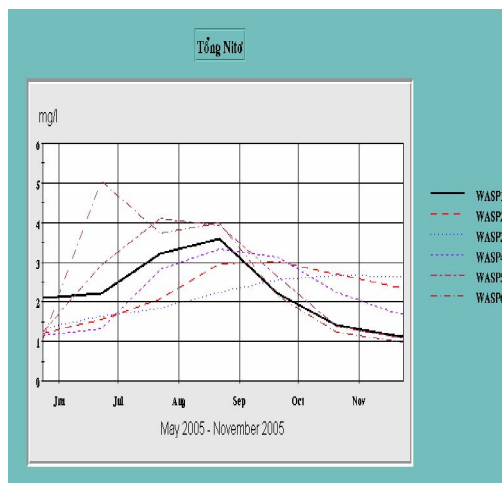
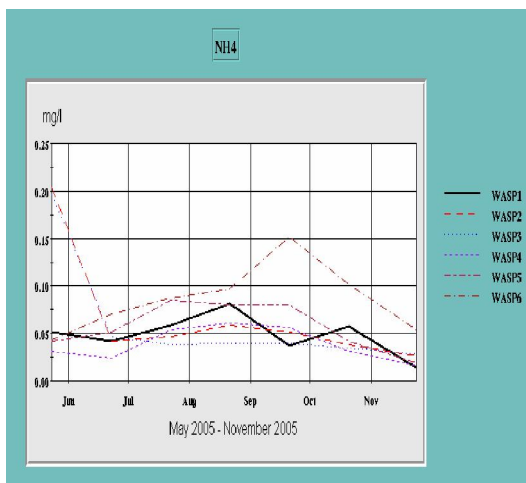
3.1. K t qu mô ph ng

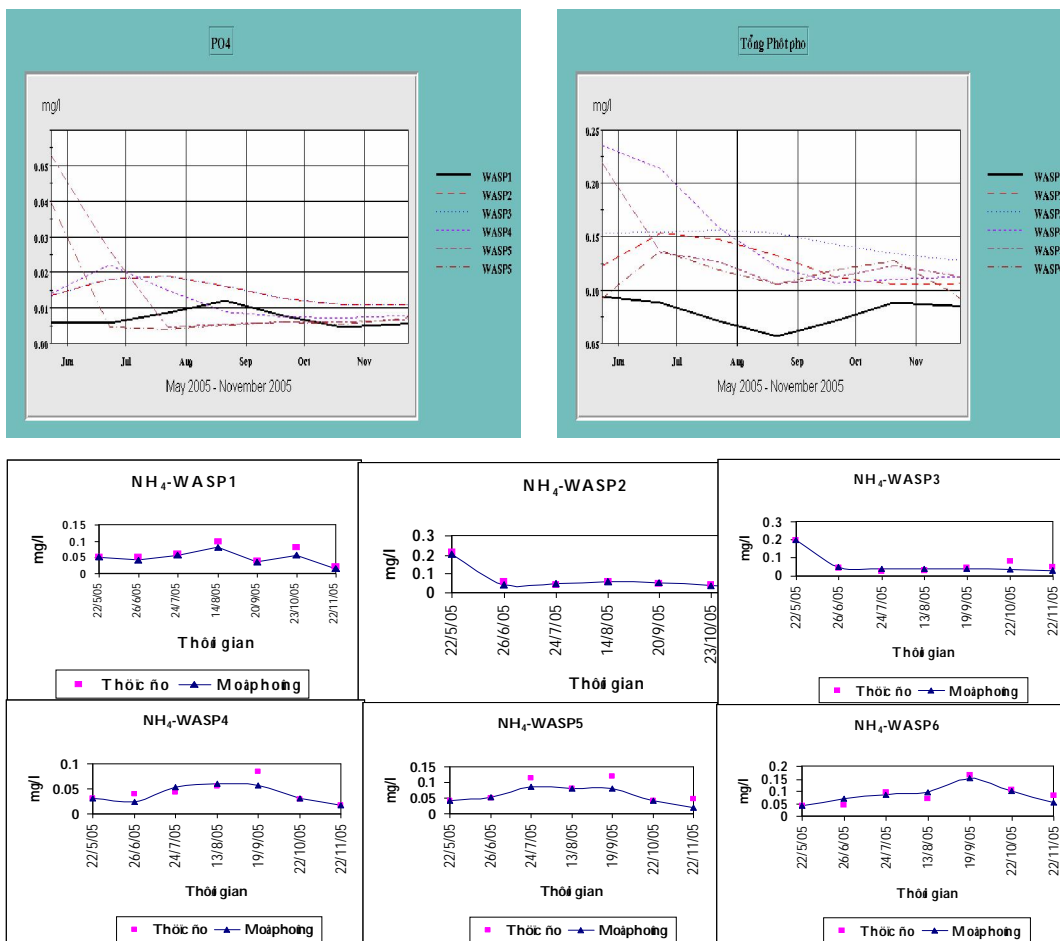
Hình 7 thể hiện kết quả mô phỏng 4 thành phần chính là nồng độ Ammonia (NH_4), Tổng Nitơ (TN), Phốtphat (PO_4), và tổng Phốtpho (TP) diễn biến từ đầu WASP xuất ra.

Vì các ảnh hưởng kết quả mô phỏng dựa trên phương pháp ảnh hưởng phần trăm sai số các kết quả mô phỏng và kết quả thực tế có ảnh hưởng. Giá trị mô phỏng sẽ tính % Sai số cụ thể tại ngày này và ngày kia trong một tháng.

$$\% \text{ Sai số} = \frac{|\text{Giá trị thực tế} - \text{Giá trị mô phỏng}|}{\text{Giá trị thực tế}} \times 100\%$$

Sai khác giữa giá trị thực tế và nồng độ mô phỏng tại 6 phân ô, lấy ví dụ về chỉ tiêu Ammonia, các biểu diễn trên biểu đồ Hình 8. Kết quả ảnh hưởng phần trăm sai số cho thấy mô hình cho kết quả mô phỏng tại chỉ tiêu Ammonia, tổng Phốtpho, Phốtphat, cùng với tổng Nitơ. Có 3 trong số 4 chỉ tiêu có % sai số xấp xỉ 20% (18.6%, 20% và 21.4% tổng Nitơ, tổng Phốtpho và Phốtphat), chỉ có Tổng Nitơ có % sai số vượt 30% (32.9%). Tuy có thể thấy được WASP mô phỏng diễn biến chính thành phần khá gần với giá trị thực.





Hình 8. So sánh nồng độ các chất dinh dưỡng và nồng độ mô phỏng NH₄ tại 6 phân ô.

3.2. Xây dựng kịch bản mô phỏng chất lượng nước chất Đu Ti ng khi c t gi m t i l ãng ô nhi m tr c t i p

Cu i n m 2005, UBND T nh Tây Ninh ã c m các ho t ãng nuôi cá l ãng, bè và ch n nuôi gia súc trong h . D a vào tính kh thi c a mô hình, k ch b n này c xây d ãng v i m c ích mô ph ãng ch t l ãng n c h Đ u Ti ng khi c t gi m toàn b t i l ãng dinh d ãng tr c t i p xu ãng h t các ho t ãng trên (c th không có t i l ãng tr c t i p các phân ô n WASP2 và WASP3). t i n hành, trong c a s “Loads” c a mô hình, các giá tr t i l ãng dinh d ãng ã s d ãng ch y mô hình lúc ban u i u c c t b .

Ph ãng pháp ánh giá k t qu mô ph ãng k ch b n là ánh giá % ch ênh l ch gi a k t qu mô ph ãng c a k ch b n v i k t qu mô ph ãng i u ki n th c (i u ki n có t i l ãng dinh d ãng).

$$\% \text{ Chênh lệch} = \frac{\text{Giá trị mô phỏng kịch bản 1} - \text{Giá trị mô phỏng điều kiện thực}}{\text{Giá trị mô phỏng điều kiện thực}} \times 100\%$$

Kết quả đánh giá % chênh lệch cho thấy tất cả giá trị nồng độ các chất ô nhiễm (hỗn hợp) của iu ki n th c. iu này ch ng t ch t l ng n c h s c c i thi n nêu không có các hoạt động trên. C th n ng NH₄s gi m 21.5% và PO₄ gi m 17.4%. Trên 73% tr ng h p có chênh lệch gi m t p trung trong kho ng 20%, và 20% tr ng h p gi m trong kho ng 20-30%. Nh v y n u không có các hoạt động nuôi cá bè và ch n nuôi gia súc thì ch t l ng n c h có th c i thi n c 20-30%. N u mu n ch t l ng n c h t h n n ã c n tác ng và cát gi m các ngu n dinh d ng ngoài h .

4.K TLU N VÀ KI NNGH

Vì c nghiên c u áp d ng mô hình WASP mô ph ng ch t l ng n c h D uTi ng ch d ng l i b c u th nghi m trong mùa m a và ch a có iu ki n ki m tra và hi u ch nh mô hình trong mùa khô và trong th i gian mô ph ng lâu dài h n. Nh ng k t qu ban u có th giúp kh ng nh mô hình WASP có kh n ng áp d ng cho mô ph ng, ánh giá và đ báo ch t l ng n c h D uTi ng nói riêng và các h khác nói chung Vi t Nam.

Mô hình WASP 6 có nhi u u i m nh có th tính toán cho dòng ch y 1, 2, 3 chi u; có th ng d ng cho h u nh m i ngu n n c (ao, su i, h , sông, c a sông, các vùng ven bi n); ch y đ ãng trên máy tính cá nhân c u hình bình th ng v i giao đi n n gi n, đ s đ ng h n so v i các phiên b n tr c c a nó; có th mô ph ng ch t l ng n c nh ng b c th i gian ng n (ngày, gi ch không b t bu c ph i mùa hay n m...); có th tích h p v i GIS; WASP s đ ng các h s t l (Scale Factor) trong các trình n “Loads”, “Exchanges”, “Flows”, “Boundarys” giúp ng i s đ ng thu n ti n và nhanh chóng h n khi hi u ch nh mô hình, tìm hi u các quá trình ho c xây d ng các k ch b n mô ph ng.

Tuy nhiên khi áp d ng WASP òi h i nhi u s li u; không x lý c nh ng bi n s và quá trình c a ch t l ng không ng nh t là n c (ch ng h n i v i s c tràn đ u); c a phân o n khô (nh m l y, ng b ng c a sông do n c l t o thành); c a ph n ng t o kim lo i. WASP tách riêng 2 modul EUTRO và TOXI, do ó khi mô ph ng quá trình phú d ng, EUTRO không xét n nh h ng c a kim lo i, hoá ch t đ ng v t hay bùn cát, h t m n...

Do còn nhi u gi i h n v đ li u u vào nên m c chính xác c a k t qu mô ph ng áp đ ng H D uTi ng ch a cao. xu t các h ng nghiên c u tí p theo nh sau:

- a) Xây d ng b n đ i n tích b m t n c h DT vào mùa khô (t tháng 12 n tháng 4) tí p t c tính toán và mô ph ng đ i n bi n ch t l ng n c h DT trong mùa khô.
- b) Ti n hành phân o n mô hình có xét n s phân t ng c a h ch a.
- c) C n t ng c ng s v trí l y m u c ng nh t n su t l y m u các ch tiêu ch t l ng n c, o c thu v n (o v m t c t, o l u l ng ho c v n t c dòng ch y) tí các phân o n biên.
- d) Tích h p mô hình WASP v i công c GIS.
- e) T ng c ng u t , tài tr cho các nghiên c u th y v n, ch t l ng môi tr ng l u v c h D uTi ng có th xây d ng chu i s li u trong nhi u n m, tí n n hình thành h th ng thông tin c s đ li u ch t l ng n c h D uTi ng.
- f) ánh giá ch t l ng mô hình đ a trên chu i s li u nhi u n m mô hình có th cho ra các k t qu chính xác và tin c y h n.
- g) Tí p t c nghiên c u a ra các công c kh thi và hi u qu nh m qu n lý và đ báo ch t l ng n c h .

i v i công tác qu n lý h , c n có s qu n lý ng b và th ng nh t gi a các c quan, ban ngành. C n có m t c quan th ng nh t qu n lý ho t ng c a h D uTi ng và các h khác trong l u v c nh h Tr An, h Ph c Hòa (trong t ng lái), trên c s ó xây d ng

công tác quản lý tổng hợp và tích hợp vận hành liên hồ, quy hoạch và phân bổ khai thác tài nguyên nước trong khu vực theo hướng bền vững. Nghiên cứu thí nghiệm chất lượng nước Đu Tiêng và giám sát nguồn phú dưỡng nguồn nước cần tiến hành các biện pháp tích cực để giảm thiểu các hoạt động nuôi cá bè trong hồ và chăn nuôi gia súc vùng bán ngập.

STUDY ON APPLICATION OF WASP MODEL FOR SIMULATING WATER QUALITY OF DAU TIENG RESERVOIR

Nguyen Thi Van Ha⁽¹⁾, Tran Vu Nhu Quynh⁽¹⁾, Satoshi Takizawa⁽²⁾

(1)University of Technology, VNU-HCM

(2)University of Tokyo, Japan

ABSTRACT: Based on some measurements conducted at different times and different locations, the environmental managers need the model to imitate the natural process occurred in the surrounding environment at different times. They are the tools to receive signs about possible existing status of environment which affected by human activities. This paper will present the summary of the preliminary application of the WASP model (Water Quality Analysis Simulation Program) developed by the USEPA to simulate water quality of Dau Tieng Reservoir. The results showed that the WASP model could be used for imitating and predicting water quality of reservoirs. However, in order to improve its application capacity and the precise of the model results, the input data, especially, water stratification and flow are important factors needed to be improved.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Bội Quốc Thắng và NTV.Hà, Nghiên cứu phân tích và vận hành vận hành khai thác sử dụng hồ Đu Tiêng, Luận văn tiến sĩ, khoa Môi trường, Trường Đại học Bách Khoa thành phố Hồ Chí Minh, (2006).
- [2]. Nguyễn Thị Vân Hà và ctv, Nghiên cứu đánh giá và xu hướng các chỉ số chất lượng nước và phú dưỡng hồ Đu Tiêng, Báo cáo tài liệu nghiên cứu khoa học trường Đại học Bách Khoa, (2008).
- [3]. USEPA, www.epa.gov, Introduction to WASP Interface, Introduction to Modeling Lakes and Reservoirs using WASP.
- [4]. USEPA, www.epa.gov, WASP 6&7 Course: Eutrophication Processes, Dissolved Oxygen Processes, Model Segmentation, Environment Time Functions and Segment Parameters, Dispersion and Exchanges, Advective Flows, Boundary Conditions and Pollutant Loads.
- [5]. Nguyễn Thị Vân Hà, Kết quả khảo sát mô hình hồ Đu Tiêng tháng 3/2006.
- [6]. Công ty Khai thác thủy lợi Đu Tiêng, Bảng tra quan hệ $W = f(Z)$, $F = f(Z)$, (2003).
- [7]. Công ty Khai thác thủy lợi Đu Tiêng, Bảng tính toán lưu lượng Đu Tiêng, (2005).
- [8]. Lê Văn Dũng, Báo cáo chuyên đề lưu lượng dòng chảy mùa lũ năm 2005 và vận hành vận hành kho nước Đu Tiêng, Công ty khai thác thủy lợi Đu Tiêng, (2005).

- [9]. ài khí t ñg thu v n Nam B , *Bi u th ñg kê nhi t không khí, l ñg m a, s gi n ñg, l ñg b c h i tr m tây Ninh*, Trung tâm khí t ñg thu v n qu c gia, (2005).
- [10]. Nguy n Th Vân Hà, Nguy n Võ Minh H ñg and Satoshi Takizawa, Impacts of Policy changes on fish cage culture and water quality in Dau Tieng Reservoir, Vietnam, *WSESA Transactions on Environment and Development*, Issue 6, Vol. 2, pp. 800 –807, (2006).
- [11]. Nguy n Th Vân Hà and Satoshi Takizawa, Natural and anthropogenic factors affecting seasonal variation of water quality in Dau Tieng Reservoir, Viet Nam, *Journal of Environmental Engineering* V.44, page 12-19, (2007).
- [12]. Tim A.Wool, Robert B.Ambrose, James L.Martin, Edward A.Comer, *Water Quality Analysis Simulation Program*, US Environmental Protection Agency, (1999).
- [13]. David P. Hamilton, S. Geoffrey Schladow, *Prediction of Water Quality in Lakes and Reservoirs. Part I–Model Description, Part II- Model Calibration, Sensitivity Analysis and Application*, (1996).