

GIỚI THIỆU CÔNG CỤ TRÌNH DIỄN KẾT QUẢ PHÂN BỐ NGUỒN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG, ÁP DỤNG CHO LƯU VỰC SÔNG BẰNG GIANG - KỲ CÙNG

Lê Mạnh Hùng¹, Trần Minh Đức¹, Đỗ Trường Sinh¹, Tống Ngọc Thanh¹

Tóm tắt: Phân bố nguồn nước là một trong những kết quả quan trọng của quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông, đặc biệt trong bối cảnh tình trạng cạnh tranh, khan hiếm, ô nhiễm nguồn nước đang ngày càng gia tăng ở nhiều nơi. Để xác định được lượng nước có thể phân bổ cần phải tính toán nhiều thành phần tài nguyên nước, tuy nhiên để hiểu được những tính toán phức tạp này là tương đối khó khăn, đặc biệt là các đối tượng sử dụng nước không có kiến thức chuyên ngành. Do đó phần mềm PB-BGKC được phát triển để cung cấp cho người sử dụng một cái nhìn trực quan, dễ hiểu về các đặc trưng tài nguyên nước trên một lưu vực sông cũng như lượng nước các đối tượng dùng nước có thể sử dụng được để có được một lưu vực sông phát triển bền vững. Phần mềm PB-BGKC được phát triển thử nghiệm trên lưu vực sông Bằng Giang - Kỳ Cùng, là một nguồn nước sông có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của ba tỉnh Bắc Kạn, Cao Bằng, và Lạng Sơn.

Từ khóa: Bằng Giang - Kỳ Cùng, PB-BGKC, phân bổ nguồn nước

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quản lý tốt tài nguyên nước là yếu tố quan trọng để duy trì sự bền vững của kinh tế và phát triển con người cũng như duy trì được sự ổn định của hệ sinh thái xã hội mà con người là một phần trong đó (García et al., 2016). Tuy nhiên đây là vấn đề phức tạp vì tài nguyên nước không được phân bố đều theo không gian và thời gian. Sau khi Luật tài nguyên nước năm 2012 (Quốc hội, 2012) và Thông tư 42 - quy định kỹ thuật lập quy hoạch tài nguyên nước (Bộ TNMT, 2015) đưa vào hiệu lực, nhiệm vụ quy hoạch tài nguyên nước ngày càng được quan tâm ở nước ta. Nhiều hệ thống sông lớn đã và đang xây dựng các dự án quy hoạch tài nguyên nước như sông Hồng - Thái Bình, sông Bằng Giang - Kỳ Cùng, sông Cửu Long. Một trong những yếu tố ảnh hưởng đến thành công của quy hoạch tài nguyên nước là công tác tuyên truyền kết quả quy hoạch tới các bên liên quan và người dân trong vùng quy hoạch một cách

nhanh và hiệu quả nhất. Trên thế giới, xu hướng sử dụng phần mềm và công nghệ thông tin trình diễn hoặc mô phỏng kết quả quy hoạch để nâng cao hiệu quả trong việc quản lý tài nguyên nước đang ngày càng phổ biến. WaterSim phát triển bởi Đại học Arizona State (WaterSim, 2014) với mục đích tính toán đưa ra chỉ số phát triển bền vững của tài nguyên nước dựa trên 5 chỉ số nước dưới đất, các yếu tố liên quan đến môi trường, sản xuất nông nghiệp, sử dụng nước, và tốc độ gia tăng dân số. Phần mềm Simbasin được phát triển để mô hình hóa các quan hệ phức hợp trên lưu vực sông Magdalena - Cauca, Colombia (Craven et al., 2017). SERVIR-MEKONG (2016) gần đây đang phát triển phần mềm WEB-WASP trên nền tảng online thể hiện các kịch bản kiểm kê nước cho sông Cả Việt Nam để xác định lượng nước sử dụng và cung cấp hỗ trợ cho hệ thống ra quyết định.

Ở nước ta cũng đã có một số nghiên cứu xây dựng công cụ hỗ trợ cho công tác quản lý tài nguyên nước trên sông Cả (Hoàng Minh Tuyên, 2006), Vu Gia – Thu Bồn (Nguyễn Tùng Phong, 2013). Có thể thấy rằng trình diễn các kết quả

¹ Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia

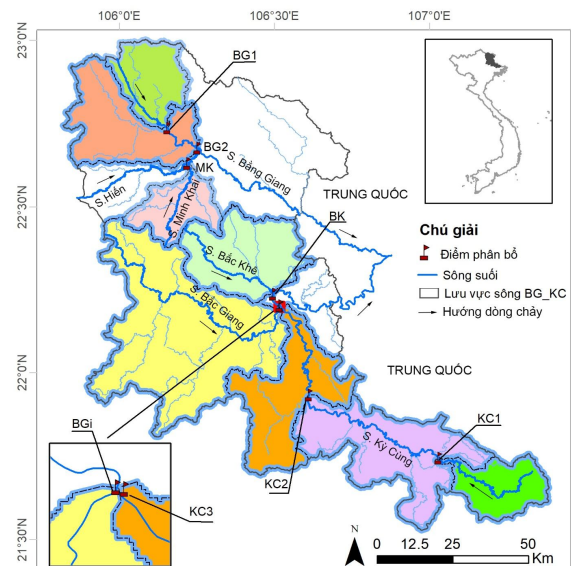
*Email: manhhung.le510@gmail.com

quy hoạch tài nguyên nước một cách sinh động, trực quan cho nhiều đối tượng sử dụng là một hướng nghiên cứu được chú ý gần đây. Do đó bài báo này giới thiệu phần mềm trình diễn kết quả phân bổ nguồn nước, một trong những kết quả quan trọng của quy hoạch tài nguyên nước, áp dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Bằng Giang – Kỳ Cùng.

2. KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Bằng Giang - Kỳ Cùng (10.847 km²) là một trong 10 hệ thống sông lớn có vị trí đặc biệt quan trọng của nước ta. Lưu vực sông trải dài từ 21°19'N - 23°08'N , 105°52'E - 107°21'E, qua 3 tỉnh: Cao Bằng, Lạng Sơn và Bắc Kạn của Việt Nam và là dòng sông quốc tế giữa Việt Nam và Trung Quốc (Hình 1).

Nguồn nước sông Bằng Giang – Kỳ Cùng có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của các tỉnh trong lưu vực, củng cố an ninh trật tự xã hội vùng biên giới, ổn định dân cư và xóa đói giảm nghèo cho nông dân các huyện vùng núi và vùng giáp biên giới (NAWAPI, 2014). Tổng lượng tài nguyên nước trên lưu vực sông Bằng Giang - Kỳ Cùng là 10,99 tỷ m³, trong đó lượng nước mặt là 8,2 tỷ m³ chiếm 74% tổng lượng nước toàn lưu vực, lượng nước dưới đất là 2,79 tỷ m³, chiếm 26% tổng lượng nước toàn lưu vực (NAWAPI, 2018a).



Hình 1. Bản đồ thể hiện ranh giới phạm vi các điểm phân bổ

Dựa trên định hướng phát triển kinh tế - xã hội trong lưu vực sông Bằng Giang - Kỳ Cùng, nhu cầu nước được dự báo tăng từ 628 triệu m³ năm 2015 lên 1140 triệu m³ năm 2035 (tăng 1,8 lần), trong đó nông nghiệp là ngành sử dụng nước chủ yếu của lưu vực sông Bằng Giang - Kỳ Cùng. Nhu cầu nước cho nông nghiệp trong năm 2015 là 495,49 triệu m³, được dự báo tăng lên 684,74 triệu m³ vào năm 2025 và 897,5 triệu m³ năm 2035 (NAWAPI, 2018b).

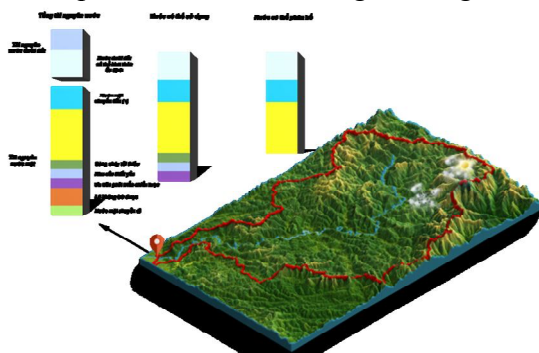
Bảng 1. Thông tin các điểm phân bổ trong lưu vực sông Bằng Giang – Kỳ Cùng

Lưu vực	Kí hiệu	Tiểu lưu vực sông	Diện tích (km ²)
Minh Khai	MK	LVS Minh Khai	447
Bằng Giang	BG1	Đoạn 1: từ biên giới VN - TQ đến trước nhập lưu sông Dẻ Rào	525
	BG2	Đoạn 2: Sau nhập lưu sông Dẻ Rào đến trước nhập lưu sông Hiến	917
Bắc Khê	BK	Lưu vực sông Bắc Khê	858
Bắc Giang	BGi	Lưu vực sông Bắc Giang	2.486
Kỳ Cùng	KC1	Đoạn 1: Thượng nguồn đến thủy văn Bản Lải	459
	KC2	Đoạn 2: Thủy văn Bản Lải đến trước nhập lưu sông Mố Pia	1.407
	KC3	Đoạn 3: Sau nhập lưu sông Mố Pia đến trước nhập lưu sông Bắc Giang	946

3. PHÂN BỐ TRONG QUY HOẠCH TÀI NGUYÊN NƯỚC

Một trong những nhiệm vụ quan trọng của quy hoạch tài nguyên nước là đảm bảo sử dụng nước hiệu quả, hài hòa giữa các đối tượng sử dụng nước trên lưu vực sông. Để thực hiện được điều này Bộ TNMT (2015) đã đưa ra khái niệm điểm phân bố. Theo định nghĩa, điểm phân bố là vị trí trên nguồn nước mà tại đó lượng nước được xác định và kiểm soát trong quá trình phân bổ cho các đối tượng sử dụng nước. Bảng 1 thể hiện các thông tin cơ bản của điểm phân bố trên lưu vực sông Bằng Giang - Kỳ Cùng, Hình 1 thể hiện phạm vi của lưu vực tương ứng với điểm phân bố của lưu vực sông Bằng Giang - Kỳ Cùng.

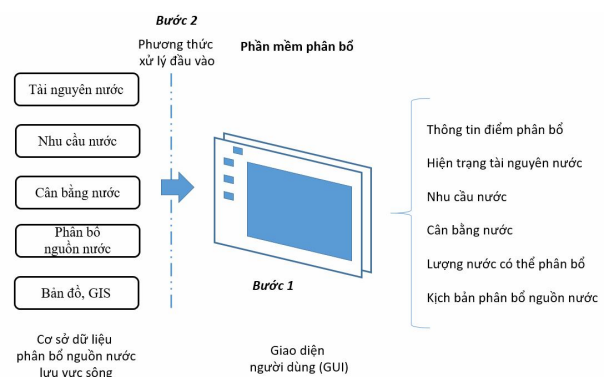
Tổng lượng tài nguyên nước của lưu vực bao gồm tài nguyên nước dưới đất và tài nguyên nước mặt. Tuy nhiên, chúng ta không thể sử dụng hết được lượng nước này. Từ tổng lượng tài nguyên nước, phải trừ đi các lượng nước chuyển đến lưu vực khác, lũ không trữ được để có được lượng nước có thể khai thác sử dụng. Cuối cùng lượng nước có thể phân bổ là lượng nước có thể khai thác sử dụng trừ đi lượng nước đảm bảo nhu cầu thiết yếu, ưu tiên phát triển chiến lược và dòng chảy tối thiểu (Hình 2). Có thể thấy từ tổng lượng tài nguyên nước đến lượng nước có thể phân bổ phải xem xét rất nhiều yếu tố phức tạp, yêu cầu cách trình bày trực quan dễ hiểu để cho nhiều đối tượng có thể nắm được. Điều này đặc biệt quan trọng với quy hoạch tài nguyên nước khi kết quả quy hoạch thường được công bố rộng rãi đến các bên liên quan và nhiều đối tượng sử dụng nước.



Hình 2. Minh họa lượng nước có thể phân bổ tính toán từ tổng tài nguyên nước. Lưu vực trong hình là lưu vực sông không chế bởi điểm phân bổ KCI trên sông Kỳ Cùng

4. XÂY DỰNG PHẦN MỀM PHÂN BỐ NGUỒN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG

Hình 3 thể hiện kế hoạch phát triển phần mềm phân bổ nguồn nước lưu vực sông. Nhóm tác giả hướng tới phát triển phần mềm (PB-Vietnam) có chức năng cập nhập cơ sở dữ liệu phân bổ nguồn nước (thông tin về tài nguyên nước, nhu cầu nước, cân bằng nước, phân bổ nguồn nước, các dạng bản đồ). Các dữ liệu này được người dùng cung cấp, và được xử lý qua một phương thức để đưa về dạng tiêu chuẩn công cụ phần mềm phân bổ có thể đọc được. Phần mềm phân bổ có chức năng giao diện thân thiện để sử dụng với nhiều đối tượng sử dụng. Phần mềm có mục đích cung cấp cho người dùng các thông tin đa dạng về phân bổ nguồn nước như thông tin điểm phân bố, hiện trạng tài nguyên nước, nhu cầu nước, cân bằng nước, lượng nước có thể phân bổ, kịch bản phân bổ nguồn nước.



Hình 3. Kế hoạch phát triển phần mềm phân bổ nguồn nước lưu vực sông

Hướng phát triển của PB-Vietnam có khác mục đích với các phần mềm liên quan đến quản lý tài nguyên nước khác trên thế giới (bảng 2). Các phần mềm quản lý lưu vực sông trên thế giới thường chỉ hướng đến một lưu vực cụ thể, sau đó kết nối với một phần mềm cân bằng nước. Phần mềm PB-Vietnam hướng tới tạo một cơ sở dữ liệu động về phân bổ tài nguyên nước, người dùng sẽ cung cấp các dữ liệu cơ bản, phần mềm sẽ xử lý và hiển thị kết quả phân bổ cho lưu vực mà người dùng đưa vào. Trước mặt, phần mềm đang được ứng dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Bằng Giang - Kỳ Cùng (PB-BGKC) và mới dừng lại ở bước thiết kế giao diện người dùng

(bước 1-Hình 3). Phương thức xử lý đầu vào (bước 2-Hình 3) đang được phát triển và sẽ được giới thiệu ở các nghiên cứu tiếp theo.

Phần mềm PB-BGKC được phát triển với hai tính năng chính. Tính năng đầu tiên là thể hiện

bản đồ 3D hóa lưu vực sông tương ứng với điểm phân bố để người sử dụng có một cái nhìn trực quan về lưu vực sông. Tính năng thứ hai là xây dựng một công cụ chạy độc lập thể hiện các kết quả phân bố nguồn nước một cách trực quan.

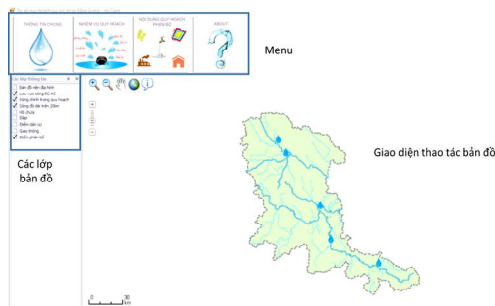
Bảng 2. So sánh tính năng của phần mềm PB-BGKC, SimBasin và Web-WASP

Đặc điểm	SimBasin	Web-WASP	PB-BGKC	PB-Vietnam
Lưu vực	Magdalena-Cauca, Colombia	Sông Cả, Việt Nam	Sông Bằng Giang Kỳ Cùng	Lưu vực sông bất kỳ
Môi trường chạy	Windows, Offline	Windows, Online	Windows, Offline	Windows, Online
Thể hiện lưu vực sông (2D/3D)	3D	3D	2D-3D	2D-3D
Kết nối với mô hình CBN	WEAP	WEAP	-	-
Ưu điểm	<ul style="list-style-type: none"> - Thể hiện phân bố, bảo vệ nguồn nước trực quan, sinh động - Hiện thị các kết quả kịch bản thay đổi lưu vực sông nhanh chóng 	<ul style="list-style-type: none"> - Phát triển trên công cụ độc lập - Thể hiện phân bố nguồn nước trực quan, sinh động - Hiện thị các kết quả kịch bản thay đổi lưu vực sông nhanh chóng - Online 	<ul style="list-style-type: none"> - Phát triển trên công cụ độc lập - Thể hiện phân bố nguồn nước trực quan cho 8 vùng phân bố nguồn nước lưu vực sông BG-KC 	<ul style="list-style-type: none"> - Phát triển trên công cụ độc lập - Thể hiện kết quả quy hoạch tài nguyên nước trực quan, sinh động cho nhiều lưu vực sông
Nhược điểm	<ul style="list-style-type: none"> - Chạy trên nền EXCEL chứ không phải công cụ độc lập - Offline 	<ul style="list-style-type: none"> - Hạn chế trong việc thể hiện đồ họa 3D - Không rõ tính chất bảo vệ nguồn nước 	<ul style="list-style-type: none"> - Không hiển thị các kết quả kịch bản thay đổi lưu vực sông nhanh chóng - Không rõ tính chất bảo vệ nguồn nước - Offline 	

4.1. 3D hóa lưu vực sông

Để thể hiện lưu vực một cách trực quan, nghiên cứu đã tạo các bản đồ 3D hóa lưu vực. Công cụ phần mềm Photoshop cùng phần mềm hỗ trợ 3D Map

Generator - Terrain đã được lựa chọn để tạo các bản đồ 3D hóa của lưu vực. 3D Map Generator - Terrain là phần mềm hỗ trợ của phần mềm Adobe Photoshop có tính năng thể hiện các hình dạng 3D phức tạp.



Hình 4. Giao diện chính của phần mềm PB-BGKC



Hình 5. Giao diện của khung thao tác bản đồ khi người dùng lựa chọn điểm phân bố. Ví dụ cho lưu vực tương ứng với điểm phân bố BG1

4.2 Phát triển phần mềm độc lập sử dụng ngôn ngữ Visual Basic.NET

Ngôn ngữ Visual Basic.NET (trên nền IDE Visual Studio) được lựa chọn để phát triển giao diện cho phần mềm PB-BGKC. Do sử dụng Visual Basic.NET nên phần mềm PB-BGKC chỉ chạy trên nền Windows. Microsoft Visual Studio là môi trường phát triển tích hợp (IDE) dùng để viết ngôn ngữ Visual Basic.NET. Trong quá trình phát triển phần mềm, phần mềm hỗ trợ MapWinGIS.ocx cũng được cài tích hợp cho Microsoft Visual Studio. Đây là phần mềm mã nguồn mở dựa trên C++ để cung cấp các chức năng về GIS và các chức năng bản đồ cơ bản cho ứng dụng.

5. KẾT QUẢ

5.1 Tổng quan về phần mềm PB-BGKC

Phần mềm PB-BGKC sau khi được xây dựng đáp ứng được các yêu cầu sau: (1) Có khả năng làm việc, trình diễn kết quả trên hệ thống máy PC đơn; (2) Hiện thị diễn biến kết quả phân bổ nguồn nước dưới dạng các mô phỏng trực quan như biểu đồ, các hình minh họa, (3) Đảm bảo giao diện thân thiện với người sử dụng để dễ đào tạo huấn luyện cho các nhóm đối tượng sử

dụng khác nhau ở các cấp độ khác nhau, không đòi hỏi chuyên môn cao về tin học; (4) Đảm bảo tính mở, dễ phát triển hệ thống trong tương lai theo yêu cầu. Khi có nhu cầu mở rộng phải đáp ứng khả năng tích hợp với các hệ thống mới;

5.2 Các tính năng chính của phần mềm PB-BGKC

Phần mềm PB-BGKC bao gồm thanh menu, các lớp bản đồ và giao diện thao tác bản đồ, thể hiện trong Hình 4. Phần quan trọng nhất của phần mềm là thông tin phân bổ nguồn nước. Khi người dùng lựa chọn một điểm phân bổ, phần mềm sẽ cung cấp thông tin: (1) Ranh giới lưu vực tương ứng với điểm phân bổ (Hình 5); (2) Khung thông tin về phân bổ nguồn nước

Trong khung thông tin về phân bổ nguồn nước, bản đồ 3D của lưu vực tương ứng với điểm phân bổ được cung cấp để người dùng có một cái nhìn trực quan về địa hình địa mạo, đặc điểm sông suối cũng như khu dân cư của lưu vực. Bản đồ 3D được xây dựng dựa trên nền địa hình DEM, ảnh nền địa hình từ vệ tinh của lưu vực, và các đặc điểm dân cư, hiện trạng khai thác sử dụng nước, sông suối.



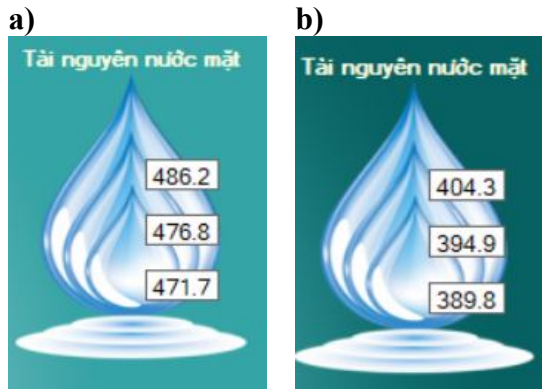
Hình 6. So sánh giữa a) bản đồ 2D và b) bản đồ 3D của ranh giới lưu vực sông tương ứng với điểm phân bổ KC2

Hình 6 so sánh giữa bản đồ 2D và 3D của lưu vực sông ứng với điểm phân bổ KC2 (đoạn sông từ trạm thủy văn Bản Lải đến trước nhập lưu sông Mỏ Pia). Có thể thấy ưu điểm của bản đồ 3D hóa thể hiện rõ địa hình (ví dụ: núi Mẫu Sơn phía Đông Nam thành phố Lạng Sơn). Tuy nhiên, các chi tiết về khu dân cư, đường giao

thông bản đồ 2D thể hiện được chi tiết hơn.

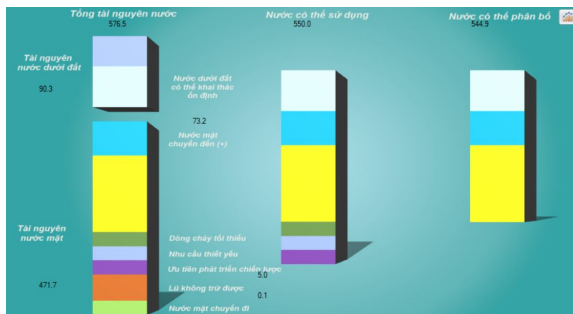
Hình 7 thể hiện phân bổ tài nguyên nước trong điều kiện bình thường và hạn hán cho cùng một điểm phân bổ BG1. Ba giọt nước có kích cỡ khác nhau to, trung bình, nhỏ tương ứng với tổng lượng tài nguyên nước, lượng nước có thể khai thác sử dụng, và lượng nước có thể

phân bổ. Một điểm chú ý nữa là màu nền PB-BGKC có thể thay đổi được màu sắc (chuyển thành màu sẫm hơn đối với trường hợp hạn hán)



Hình 7. Cách thức thể hiện a) Tài nguyên nước mặt trong điều kiện bình thường và b) Tài nguyên nước mặt trong điều kiện hạn hán cho lưu vực sông ứng với điểm phân bổ BGI

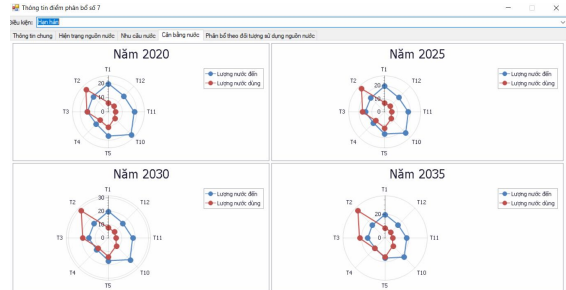
Hình 8 thể hiện hiện trạng nguồn nước cho lưu vực sông, các hình cột 3D tượng trưng cho các đặc trưng tài nguyên nước trong lưu vực. Từ hai khối riêng biệt tài nguyên nước dưới đất và tài nguyên nước mặt, nước có thể khai thác sử dụng là sự kết hợp của nước dưới đất có thể khai thác ổn định, tổng lượng nước mặt trừ đi lũ không kiểm soát và nước mặt chuyển đi. Lượng nước có thể phân bổ (khối hình cột thứ ba) là lượng nước đã trừ đi nhu cầu thiết yếu và ưu tiên phát triển chiến lược.



Hình 8. Cách thức thể hiện hiện trạng nguồn nước cho lưu vực sông ứng với điểm phân bổ BGI

Hình 9 thể hiện cách thức cung cấp thông tin về cân bằng nước (lượng nước đến và lượng nước dùng) trong điều kiện hạn hán cho các năm trong quy hoạch (2020, 2025, 2030, và 2035) cho

lưu vực ứng với điểm phân bổ KC2. Có thể thấy rằng tháng 2 và tháng 3 lượng nước đến không đủ cung cấp cho nhu cầu sử dụng, tuy tổng lượng nước cho cả năm có thể đáp ứng đủ. Do đó, khi phân bổ nguồn nước đối với lưu vực ứng với điểm phân bổ này, trong điều kiện hạn hán, lượng nước cho nông nghiệp đã bị cắt giảm.



Hình 9. Cân bằng nước cho lưu vực ứng với điểm phân bổ KC2

6. KẾT LUẬN

Phân bổ lượng nước có thể sử dụng là một trong những kết quả quan trọng của quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông, đặc biệt trong bối cảnh tình trạng cạnh tranh, khan hiếm nguồn nước đang ngày càng gia tăng ở nhiều nơi. Để xác định được lượng nước có thể phân bổ cần phải tính toán nhiều thành phần tài nguyên nước, để hiểu được tính toán này cho nhiều đối tượng sử dụng nước không có kiến thức chuyên ngành là điều tương đối khó khăn. Do đó phần mềm PB-BGKC được phát triển để cung cấp cho người sử dụng một cái nhìn trực quan, dễ hiểu về các yếu tố tài nguyên nước trong một lưu vực sông cũng như lượng nước người dùng có thể sử dụng được để có được một lưu vực sông phát triển bền vững. Phần mềm PB-BGKC được phát triển thử nghiệm trên lưu vực sông Bằng Giang – Kỳ Cùng, là một nguồn nước sông có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của các tỉnh Bắc Kạn, Cao Bằng, và Lạng Sơn. Phần mềm còn có một số hạn chế như vẫn thiếu các kịch bản phát triển khai thác sử dụng nước (thể hiện dưới dạng bản đồ) cho các vùng bị thiếu nước trong kỳ quy hoạch. Những hạn chế này nhóm phát triển sẽ tiếp tục bổ sung và hướng tới xây dựng một phần mềm vừa là cơ sở dữ liệu động về quy hoạch tài

nguyên nước lưu vực sông của cả nước, vừa thể hiện trực quan sinh động các kết quả quy hoạch nguồn nước

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin cảm ơn Bộ Tài nguyên và

Môi trường, Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia đã tài trợ kinh phí thực hiện. Nhóm tác giả cũng xin cảm ơn người bình duyệt có những đóng góp quý báu để bài báo được hoàn thiện một cách tốt nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ TNMT, 2015. *Quy định kỹ thuật quy hoạch tài nguyên nước*
- Hoàng Minh Tuyên, 2006. *Nghiên cứu xây dựng khung hỗ trợ ra quyết định trong quản lý tài nguyên nước lưu vực sông Cả*
- NAWAPI, 2014. *Đề cương Quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông Bằng Giang - Kỳ Cùng.*
- NAWAPI, 2018a. *Báo cáo đánh giá tài nguyên nước - Dự án Quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông Bằng Giang - Kỳ Cùng.*
- NAWAPI, 2018b. *Báo cáo thuyết minh quy hoạch - Dự án Quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông Bằng Giang - Kỳ Cùng.*
- Nguyễn Tùng Phong, 2013. *Nghiên cứu và xây dựng hệ thống hỗ trợ ra quyết định (DSS) phục vụ công tác quản lý và khai thác tài nguyên nước ở Việt Nam. Ứng dụng cho lưu vực sông Vu Gia- Thu Bồn.*
- Quốc hội, 2012. *Luật Tài nguyên nước.* In: hội, Q. (Ed.).
- SERVIR-MEKONG, 2016. *Web-based Water accounting Scenario Platform (Web-WASP), a pilot study in Ca River Basin, Vietnam.*
- Craven, J., Angarita, H., Perez, G.C., Vasquez, D., 2017. *Development and testing of a river basin management simulation game for integrated management of the Magdalena-Cauca river basin.* Environmental Modelling & Software, 90: 78-88.
- García, L., Rodríguez, D., Wijnen, M., Pakulski, I., 2016. *Earth observation for water resources management: current Use and future opportunities for the water sector.* World Bank Publications.
- WaterSim, A., 2014. *Water Supply and Demand Model.* URL: <https://sustainability.asu.edu/dcdc/watersim/>.

Abstract:

INTRODUCTION WATER ALLOCATION SOFTWARE TESTING FOR BANG GIANG – KY CUNG RIVER BASIN

Water allocation is one of the most important outcomes of a water resources planning, especially in the context of water conflict, scarcity, pollution in many regions around the world. In order to determine the amount of water that can be allocated, it is necessary to calculate a number of water resources components, possibly causing difficulties to understand by various water users who do not have water resources background. The PB-BGKC software is therefore developed to provide friendly user interface to view water resources planning in a river basin as well as display the amount of water users can use, toward a sustainable development river basin. PB-BGKC software was developed based on the Bang Giang - Ky Cung river basin, whose source plays an important role in the socio-economic development of Bac Kan, Cao Bang and Lang Son provinces.

Keywords: Bang Giang – Ky Cung, PB-BGKC, water allocation

Ngày nhận bài: 04/5/2018

Ngày chấp nhận đăng: 13/5/2018