

ỨNG DỤNG CÁC CÔNG TRÌNH THOÁT NƯỚC ĐÔ THỊ BỀN VỮNG ĐỂ BỔ CẬP NƯỚC NGẦM CHO THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Trần Đức Hạ^{a,*}

^aKhoa Kỹ thuật môi trường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 06/10/2022, Sửa xong 25/11/2022, Chấp nhận đăng 25/11/2022

Tóm tắt

Hệ thống thoát nước đô thị bền vững (SUDs) sẽ làm chậm lại các quá trình thoát nước mưa trên bề mặt để giảm úng ngập và đưa nước mưa phục vụ cộng đồng với những giải pháp kỹ thuật mà trong đó sử dụng triệt để các khả năng lưu giữ và làm sạch của hệ sinh thái tự nhiên vào việc cải thiện chất lượng nước, bổ cập nguồn nước ngầm ... Bài báo này tiếp cận nguyên tắc SUDs đối với việc bổ cập nước dưới đất, đặc biệt đề cập đến mối quan hệ thủy lực mực nước hồ đô thị (công trình hạ tầng thoát nước đô thị) và tầng nước ngầm Holocen trên địa bàn thành phố Hà Nội để từ đây đề xuất các giải pháp và công trình phù hợp vừa kiểm soát úng ngập vừa bổ sung nước dưới đất, đồng thời duy trì được hệ thống mặt nước đảm bảo được các điều kiện cảnh quan và sinh thái đô thị.

Từ khóa: hệ thống thoát nước đô thị bền vững; thoát nước mưa; bổ cập nước ngầm; hồ đô thị; giải pháp kỹ thuật; tầng chứa nước.

APPLICATION OF SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE WORKS TO GROUNDWATER RECHARGE FOR HANOI CITY

Abstract

Sustainable urban drainage systems (SUDs) will slow down surface stormwater drainage processes to reduce flooding and at the same time bring rainwater to the community with technical solutions that make full use of the storage and cleaning capacity of natural ecosystems in improving water quality, replenishing groundwater... This article approaches the SUDs principle for groundwater recharge, especially mentioning the hydraulic relationship between the water level of the urban lakes, one of the urban drainage infrastructures, and the Holocene aquifer in Hanoi city. It aimed to propose appropriate solutions and works to control urban flooding and groundwater replenishment while maintaining a water surface system that ensures urban landscape and ecological conditions.

Keywords: sustainable urban drainage systems; groundwater recharge; stormwater drainage; urban lake; technical solutions; aquifers.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce\(nuce\)2022-16\(5V\)-03](https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2022-16(5V)-03) © 2022 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Giới thiệu

Quá trình đô thị hóa trên địa bàn thành phố Hà Nội phát triển mạnh, đã và đang làm biến đổi nhanh chóng các điều kiện môi trường nói chung và tài nguyên nước dưới đất nói riêng. Những năm gần đây do hoạt động khai thác nước dưới đất phục vụ cho các nhu cầu sinh hoạt, dịch vụ, sản xuất, kinh doanh, ... số công trình và tổng lượng khai thác trên địa bàn Hà Nội liên tục tăng theo thời gian. Tình

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: hatd@huce.edu.vn (Hà, T. Đ.)

trạng suy giảm nguồn nước dưới đất (ô nhiễm, cạn kiệt) đã diễn ra tại một số nơi gây ảnh hưởng tới cuộc sống của người dân và các hoạt động kinh tế trên địa bàn thành phố. Ở vùng trung tâm thành phố do ảnh hưởng bởi việc khai thác nước ngầm hàng chục năm nay cộng với việc bố trí các giếng khoan khai thác nước chưa hợp lý, xa nguồn bổ cập đã dẫn đến hình thành phễu hạ thấp mực nước với diện tích lớn, đẩy nhanh các tác động tiêu cực đến môi trường như: cạn kiệt tài nguyên nước, gia tăng quá trình ô nhiễm nguồn nước dưới đất, sụt lún mặt đất, ... Đặc biệt các phễu hạ thấp mực nước tầng Holocen (qh) trên địa bàn Hà Nội có xu hướng mở rộng về cả phạm vi và chiều sâu trong những năm gần đây [1]. Việc gia tăng khai thác nước dưới đất nếu không được kiểm soát kịp thời sẽ dẫn đến các nguy cơ suy thoái tài nguyên nước và những hệ lụy kèm theo khác (sụt, lún mặt đất, giảm khả năng thoát nước của đô thị, ...), trong đó cạn kiệt tầng chứa nước là có thể xảy ra.

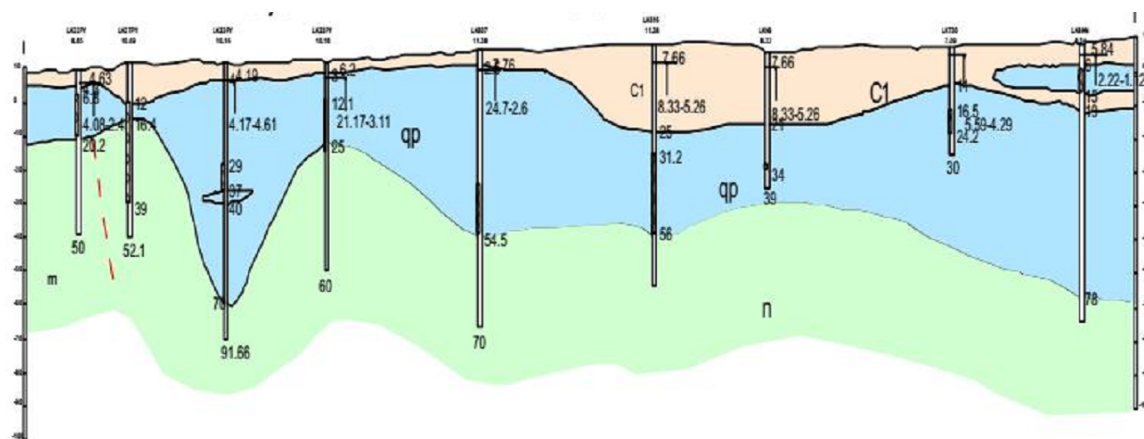
Hệ thống thoát nước đô thị bền vững (Sustainable Urban Drainage System-SUDS) làm chậm lại các quá trình thoát nước mưa trên bề mặt và đưa nước mưa phục vụ cộng đồng với những giải pháp kỹ thuật mà trong đó sử dụng triệt để các khả năng lưu giữ và làm sạch của hệ sinh thái tự nhiên vào việc cải thiện chất lượng nước, bổ cập nguồn nước ngầm cộng với việc làm hài hòa cảnh quan thiên nhiên bảo vệ các nhóm loài sinh vật qua việc giữ gìn và tạo nơi cư trú cho chúng; trong đó, xử lý ô nhiễm do nguồn thải phân tán và chống ngập là những vấn đề chủ yếu trong công tác bảo vệ môi trường và quản lý bền vững tài nguyên nước [1, 2]. Đối với Hà Nội, là một đô thị đặc biệt với tốc độ phát triển nhanh, vấn đề này càng trở nên cấp bách.

Bài báo này phân tích nguyên tắc tiếp cận SUDS đối với việc bổ cập nước dưới đất, đặc biệt đề cập đến mối quan hệ thủy lực mực nước hồ đô thị (công trình hạ tầng thoát nước đô thị) và tầng nước ngầm Holocen trên địa bàn thành phố Hà Nội để từ đây đề xuất các giải pháp và công trình phù hợp. Trong đó giải pháp căn cơ nhất là xây dựng các công trình hồ đô thị vừa để kiểm soát ứng ngập, vừa bổ sung nước dưới đất, đồng thời duy trì được hệ thống mặt nước đảm bảo các điều kiện cảnh quan và sinh thái cho thành phố.

2. Điều kiện địa chất thủy văn và hiện trạng khai thác nước ngầm mạch nông ở Hà Nội

Hiện nay nguồn nước cấp cho sinh hoạt và sản xuất ở thành phố Hà Nội phần lớn lấy từ nguồn nước dưới đất. Do nằm trên dải đứt gãy của sông Hồng chạy dài theo hướng Tây Bắc - Đông Nam, thuộc vùng trũng trong Châu thổ Sông Hồng, khu vực Hà Nội có 4 thành tạo đất đá chứa nước gồm: thành tạo đất đá bờ rời thuộc các trầm tích lục nguyên; thành tạo phun trào; và thành tạo cacbonat và thành tạo biến chất. Kết quả điều tra ở Hà Nội của Trung tâm quy hoạch và điều tra tài nguyên nước Quốc gia (2018) cho thấy: toàn thành phố có 16 tầng chứa nước, trong đó có 4 tầng chứa nước chính cần bảo vệ là Holocen (qh); Pleistocen trên (qp2); Pleistocen dưới (qp1) và Pliocen (n2). Tổng trữ lượng tiềm năng nước nhạt có thể khai thác là 4.076.365 m³/ngày. Trong đó, các thành tạo bờ rời chứa nước lỗ hổng thuộc kỷ Đệ Tứ (tầng qh và qp) có ý nghĩa quan trọng trong việc cung cấp nguồn nước thô [2]. Mặt cắt địa chất thủy văn tuyến I-I vùng Thanh Trì khu vực Hà Nội thể hiện trên Hình 1.

Tầng chứa nước trầm tích Holocen (qh) lộ ra trên bề mặt và phân bố rộng rãi trong vùng. Thành phần thạch học chủ yếu của tầng này là cát, sét pha cát lẫn sạn sỏi nhỏ. Phía trên phân bố không liên tục gồm sét pha thuộc hệ tầng Hải Hưng (Q¹⁻²hh) nằm trên hệ tầng Thái Bình (Q²³tb), có chiều dày từ rất nhỏ đến 10 m, đất đá có tính thấm nước yếu, hệ số thấm từ 0,0036 đến 0,065 m/ngày, trung bình là 0,023 m/ngày. Phía dưới là cát lẫn sạn sỏi, chiều dày trung bình 13,3 m, chứa nước tốt. Hệ số dẫn nước (K_m) của đất đá chứa nước từ 65 đến 471 m²/ngày, cá biệt có nơi lớn hơn. Hệ số nhả nước trọng lực thay đổi từ 0,01 đến 0,17. Độ giàu nước của tầng thuộc loại nghèo đến trung bình. Chiều sâu thế nằm mực nước của tầng thường từ 3 - 4 m. Nước thường không áp lực hoặc áp lực rất nhỏ. Nguồn bổ cập cho nước trong tầng chủ yếu là nước mưa, nước mặt do quan hệ thủy lực chặt chẽ với nguồn nước



Hình 1. Mặt cắt địa chất thủy văn vùng Thanh Trì khu vực Hà Nội [3]

mặt từ các sông Hồng, sông Đuống sông Đáy và các hồ đầm trong khu vực. Nước trong tầng còn có quan hệ với tầng chứa nước qđ phía dưới thông qua các cửa sổ địa chất thủy văn, nơi có sự gián đoạn của tầng cách nước, đặc biệt là dọc sông Hồng đoạn từ cầu Vĩnh Tuy lên thượng lưu.

Tầng chứa nước trong trầm tích Pleistocen (qp) có thành phần đất đá chủ yếu là cát cuội sỏi, phần trên có thành phần hạt nhỏ, cát chiếm tỷ lệ cao. Phần dưới kích thước hạt tăng dần, sạn sỏi, cuội chiếm tỷ lệ lớn hơn. Chiều sâu mái tầng chứa nước qp dao động từ 22,5 đến 54 m, trung bình là 38,5 m. Bề dày tầng chứa nước thay đổi từ 8 đến 75 m, trung bình là 28 m. Tầng chứa nước qp gồm hai lớp. Lớp trên (qp²) có thành phần đất đá là cát hạt trung đến thô lẫn sạn, sỏi, có chiều dày trung bình từ 10 - 15 m. Lớp dưới (qp¹) là cuội sỏi lẫn cát sạn, đôi nơi lẫn cát sét ở đáy. Chiều dày lớp từ 12 - 22 m ở phía Bắc sông Hồng và ở sông Đuống chiều dày lớp tới 30 - 35 m. Nguồn bổ cập cho tầng chứa nước qp chủ yếu là nước các sông về mùa lũ và nước mưa thấm qua tầng chứa nước qh bên trên. Sông Hồng là nguồn bổ cập chính thông qua tầng cuội sỏi nằm dưới đáy sông, cho khoảng 90% trữ lượng nước ngầm của Hà Nội. Ngoài ra việc khai thác mạnh mẽ nước dưới đất cũng tạo sự thoát đáng kể của nguồn nước. Ngoài quan hệ thủy lực chặt chẽ với các nguồn nước mặt trong vùng như sông Hồng, sông Đáy, sông Đuống, hồ Tây, ... tầng chứa nước qp còn có quan hệ với các tầng chứa nước qh ở trên và tầng chứa nước Neogen (N) bên dưới ở dọc vùng ven sông và các vùng có cửa sổ địa chất thủy văn.

Các tầng cách nước và cách nước yếu trong vùng Hà Nội phân bố rộng rãi ở phần Nam sông Hồng, thành phần gồm sét, sét pha, bùn sét [3, 4]. Tầng cách nước Pleistocen – Holocen phân bố ở khắp địa phận Hà Nội (trừ dải ven sông Hồng), chiều dày từ 5,58 - 11,9 m, thành phần chủ yếu là sét, sét pha, hệ số thấm trung bình là 0,023 m/ngày, hệ số thấm trung bình 0,049 m/ngày, thuộc dạng tầng cách nước yếu. Tầng cách nước Pleistocen-thượng phân bố rộng rãi ở các đới ven sông, thường bị vát mỏng hoặc bị bào xói, chiều dày từ 0,4 - 23,7 m. Tầng cách nước Pleistocen - hạ nằm lót đáy tầng chứa nước qp, thành phần là sét kết lẫn cuội sỏi, hoặc cuội kết lẫn sét và chiều dày từ 3,24 - 29,2 m. Tầng cách nước, thành phần gồm: cát kết xen bột kết, sét kết, các phun trào ryolit porphyry, cuội kết, ... là tầng cách nước hoàn toàn.

Nguồn cung cấp chủ yếu cho các tầng từ nước mưa ngấm xuống ở các vùng lộ, là nước mặt sông, hồ thấm qua cửa sổ địa chất thủy văn, nước từ ranh giới tiếp xúc phần rìa đá gốc chảy vào và lượng nước thấm xuyên từ tầng chứa nước bên trên, và nước thấm theo các đứt gãy kiến tạo. Nước tầng chứa nước không áp qh trên cùng có quan hệ thủy lực chặt chẽ với nước mặt là sông, ao hồ đầm, sức cản thủy lực phụ thuộc vào các thông số của tầng chứa nước chính (hệ số dẫn nước và chiều dày và hệ

số thấm của lớp trầm tích đáy lòng sông ao hồ đầm, ...) và thể hiện qua hệ số thấm xuyên. Trong các tầng chứa nước qh, qp1 và qp2 một số khu vực có hàm lượng Fe, Mn, As và NH_4^+ vượt so với giới hạn cho phép. Thành phần hóa học của nước trong tầng qh biến đổi khá phức tạp. Nhìn chung nước có tổng khoáng hóa nhỏ hơn 1 g/l, thuộc loại nước nhạt.

Hiện nay tổng công suất cấp nước cho trên 7 triệu dân Thành phố Hà nội gần 1,5 triệu $\text{m}^3/\text{ngày}$ trong đó nước ngầm trên 700.000 $\text{m}^3/\text{ngày}$, khai thác chủ yếu từ tầng chứa nước qp (khoảng 65%), cung cấp cho khoảng 3,2 triệu người dân cho khu vực nội thành cũ [2, 4]. Tuy nhiên khai thác nước nông thôn với đa phần là các lỗ khoan đường kính nhỏ ở tầng qh, bằng bơm tay, lưu lượng mỗi giếng dao động trong khoảng 0,5 – 3 $\text{m}^3/\text{ngày}$. Ngoài ra một số trạm cấp nước nhỏ lẻ khai thác nước ngầm mạch nông bằng các giếng khoan kích thước nhỏ, công suất bơm đến 200 $\text{m}^3/\text{ngày}$ để sử dụng cho sản xuất nông nghiệp và sinh hoạt.

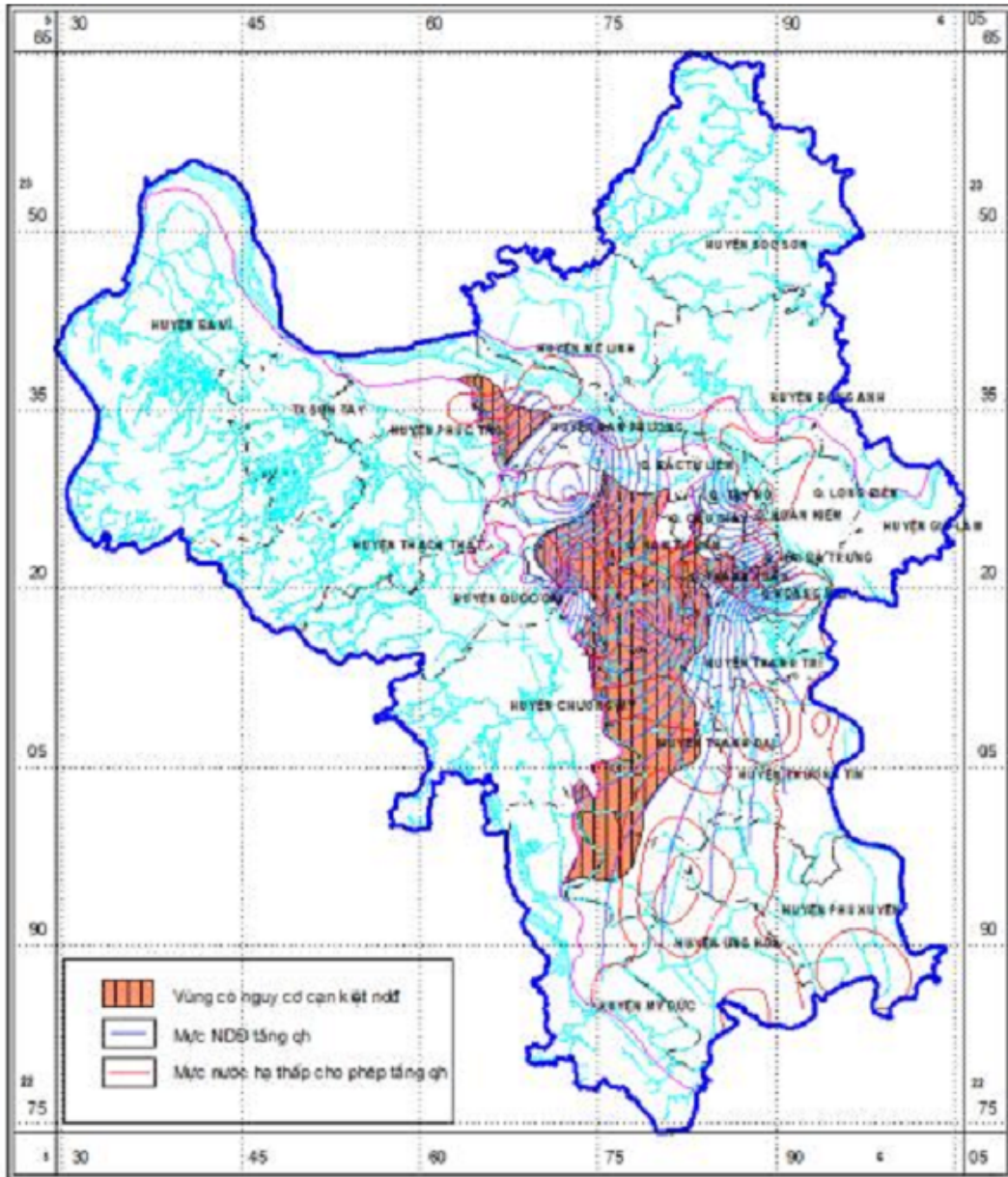
Do công suất khai thác lớn nên tại các khu vực tập trung đông dân cư, mực nước ngầm đang suy giảm nghiêm trọng, tạo nên các nón trũng nước ngầm cục bộ. Tình trạng mực nước ngầm hạ thấp liên tục, cụ thể là giảm áp suất chất lỏng trong tầng chứa nước, có thể dẫn đến sụt lún [3–5]. Do áp suất nước lỗ rỗng của tầng chứa nước giảm, các lớp sét và bột mịn chịu nén bị thoát nước và cuối cùng bị nén chặt. Sau đó các lớp dưới mặt bị nén, gây ra sụt lún đất ở bề mặt [6]. Tốc độ sụt lún cao nhất được ghi nhận tại các khu vực đông dân cư, nơi có mực nước ngầm bị suy giảm mạnh do khai thác quá mức từ các lớp trầm tích chưa cố kết, nơi những lớp sét mềm chịu nén bao phủ bên trên tầng chứa nước cát và sạn. Theo Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), kết quả quan trắc mực nước dưới đất từ năm 1992 - 2015 cho thấy, tại Hà Nội hình thành phễu hạ thấp mực nước lớn có tâm trùng với khu vực trung tâm thành phố. Tốc độ hạ thấp mực nước trung bình năm trong tầng chứa nước khai thác chính khoảng từ 0,08 - 0,91 m/năm, trung bình 0,3 m/năm. Đây là nguyên nhân suy thoái nguồn nước dẫn đến giảm hiệu suất và lượng khai thác, tăng khả năng ô nhiễm và lún nền đất [7]. Việc hạ thấp mực nước dẫn đến hình thành phễu hạ thấp bao trùm lên các công trình khai thác. Cùng với sự giảm dần mực nước theo thời gian, phễu hạ thấp mực nước cũng được mở rộng dần. Nếu lấy giới hạn vùng có độ cao mực nước thấp hơn 0 mét so với mực nước biển là vùng bị ảnh hưởng do khai thác thì diện tích vùng này vào đầu những năm 90 của thế kỷ trước chưa đến 200 km^2 , đến những năm đầu của thế kỷ 21 tăng lên đến trên 250 km^2 [8].

Kết quả điều tra và đánh giá nguy cơ cạn kiệt nước dưới đất của Trung tâm quy hoạch và điều tra tài nguyên nước Quốc gia (2019) cho thấy, vùng cạn kiệt nước dưới đất trong tầng chứa nước Holocen có diện tích khoảng 306,1 km^2 phân bố chủ yếu ở các khu vực: Cầu Giấy, Ba Đình, Thanh Xuân, Bắc Từ Liêm, Đan Phượng, Phúc Thọ, ... Phễu hạ thấp tại các khu vực này tiếp tục mở rộng về phía Bắc, Đông và Nam [2]. Vùng nguy cơ cạn kiệt nước dưới đất tầng qh nêu trên bản đồ Hình 2.

Một ví dụ điển hình là hồ Hoàn Kiếm thường bị cạn do bốc hơi trong mùa khô và không được bổ cập đầy đủ lượng nước từ tầng nước ngầm mạch nông trong khu vực, nên mực nước hồ bị giảm rõ rệt. Năm 2015 thành phố Hà Nội đã nhiều lần phải bổ sung nước cho hồ bằng nguồn nước máy của Công ty Nước sạch Hà Nội với lượng nước bổ sung mỗi ngày khoảng 500 m^3 - 800 m^3 . Sau khi cải tạo nạo vét hồ, năm 2017 Công ty TNHH Thoát nước Hà Nội đã xây dựng công trình khoan nước ngầm tầng Pleitocen trong khu vực công suất 70 m^3/h để bổ sung duy trì mực nước hồ khi bị cạn [9].

Chu trình tái tạo nguồn nước ngầm bị khai thác là nguồn nước mưa, nước mặt thấm xuống, nhưng quá trình đô thị hóa dẫn tới bê tông hóa bề mặt, thu hẹp diện tích bổ sung nước từ phía trên. Từ những năm 90 trở lại đây tác động các hoạt động xây dựng như: khoan khảo sát, xử lý nền móng công trình, xây dựng các công trình ngầm, ... diễn ra mạnh mẽ, không chú ý đúng mức đến môi trường nói chung, môi trường nước ngầm nói riêng, đã góp phần làm suy thoái cả chất và lượng nước ngầm Hà Nội.

Trên địa bàn Hà Nội, các nguồn ô nhiễm như nghĩa trang, bãi chôn lấp rác không hợp vệ sinh,



Hình 2. Sơ đồ phân vùng nguy cơ cạn kiệt nước ngầm tầng qh [2]

nước thải chưa qua xử lý, ... tạo nên 5 vùng có nguy cơ ô nhiễm cao đến nước dưới đất với diện tích 426 km²; 3 vùng có nguy cơ ô nhiễm trung bình với diện tích 1.097 km²; 3 vùng có nguy cơ ô nhiễm thấp với diện tích 3.268 km² [1]. Sự suy thoái về chất biểu hiện ở sự nhiễm bẩn amoni ở khu vực phía Nam thành phố có diện tích khoảng trên 100 km². Ở vùng này, khoảng trước 1995, hàm lượng NH₄⁺ - N ở cả 2 tầng chứa nước còn ở dưới mức cho phép, nay đã tăng lên trên 10 mg/l, trong đó tầng chứa nước qh cao hơn tầng chứa nước qp và đều có xu hướng tăng lên theo thời gian. Ngoài ra, nước dưới đất còn bị nhiễm bẩn bởi chất hữu cơ, vi khuẩn và một số kim loại nặng [8].

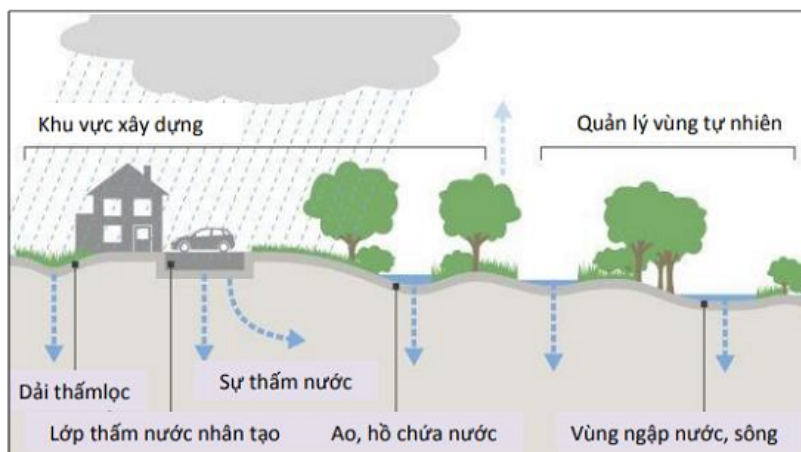
3. Bổ cập nước ngầm mạch nông bằng các công trình của hệ thống thoát nước đô thị bền vững

Bổ sung nhân tạo nước dưới đất đã và đang được áp dụng ở nhiều nơi trên thế giới để lưu trữ và cải thiện chất lượng nước, phòng ngừa các thiệt hại đối với các công trình xây dựng do sụt lún mặt đất, ...[10]. Nghiên cứu địa chất thủy văn bằng phương pháp đồng vị cho thấy ở vùng Đan Phượng (Hà Nội), vào mùa mưa, nước ngầm tầng Holocene được bổ cập từ nước sông là 86%-88% và từ nước mưa là 12%-14%; vào mùa khô, nước ngầm tầng Holocen bổ cập cho nước sông là 67%-70% [2, 4]. Như vậy hoàn toàn có thể tận dụng khả năng hấp thụ nước của các tầng chứa nước chính để đưa nước mưa xuống bổ sung, đồng thời giảm lượng nước mưa chảy tràn trên bề mặt, góp phần hạn chế hiện tượng úng ngập và bảo vệ được nguồn nước dưới đất.

Thoát nước mưa bền vững là thoát chậm để tránh lượng mưa tập trung lớn ở đô thị trong thời gian ngắn. Khác với hệ thống thoát nước truyền thống, các công trình của SUDS sử dụng triệt để các khả năng lưu giữ và làm sạch của hệ sinh thái tự nhiên vào việc cải thiện chất lượng nước, bổ cập nguồn nước ngầm cộng với việc làm hài hòa cảnh quan thiên nhiên. Tại Việt Nam, thoát nước mưa đô thị theo hướng bền vững là một trong những giải pháp mới được khuyến khích áp dụng nhằm góp phần giảm thiểu úng ngập đô thị dưới tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH).

Nước mưa không những là nguồn bổ sung dự trữ nước mặt và nước ngầm đã thiếu hụt sau sử dụng theo chu kỳ mùa, mà còn giữ áp suất địa tĩnh chống lún sụt vùng đô thị. Nước mưa pha loãng nguồn nước bị ô nhiễm nặng để phục hồi các quá trình hoá học và sinh học vốn có nhưng bị kiềm chế không diễn ra được. Lớp phủ thực vật, trong đô thị cũng như ở mọi nơi là phần không thể thiếu của cuộc sống, phụ thuộc hoàn toàn vào nước mưa được lưu giữ trong nước ngầm tầng mặt [11].

Có hai giải pháp kỹ thuật của SUDS: kỹ thuật cứng và kỹ thuật mềm. Giải pháp kỹ thuật cứng tạo ra bề mặt phủ có khả năng thấm, lưu giữ và chứa nước tốt như: vỉa hè thấm nước, bể chứa nước mưa, công trình để giảm tải lưu lượng mưa ra hệ thống thoát nước của thành phố. Giải pháp kỹ thuật mềm là giải pháp kỹ thuật sinh thái tạo cảnh quan kiến trúc đô thị như mái nhà xanh, vườn thấm (vật liệu xây dựng có lỗ rỗng), hồ điều tiết. Hai giải pháp trên ngoài vấn đề giải quyết úng ngập đô thị còn có những ưu điểm sau: (1) có khả năng bổ cập cho nguồn nước ngầm thông qua quá trình thấm; (2) các chất gây ô nhiễm từ dòng chảy mặt được loại bỏ nhờ quá trình thấm, lọc; (3) cải thiện cảnh quan đô thị; (4) thích nghi với BĐKH; (5) dễ quản lý, bảo trì. Sơ đồ giải pháp chống úng ngập và bổ cập nước ngầm thành phố nêu trên Hình 3.



Hình 3. Giải pháp thấm chống úng ngập thành phố [12]

Có rất nhiều loại công trình SUDS, mỗi công trình có những ưu điểm và nhược điểm cụ thể cần được xem xét thận trọng trong quá trình lập quy hoạch và thiết kế. Một số công trình SUDS điển hình nêu trên Hình 4.



Hình 4. Các công trình điển hình của hệ thống SUDs [12]

Dải lọc là các dải đất nơi nước chảy tràn từ một địa điểm có thể vượt qua, trong đó một số hoặc toàn bộ lượng nước có thể ngấm hết. Phần còn lại thường được dẫn đến một kênh thoát nước nông hoặc tới một phần của hệ thống SUDS khác. Dải đất này cũng có thể được sử dụng để lọc cặn lắng và các cặn khác từ dòng chảy.

Kênh thấm là những rãnh thoát nước nông, lót cỏ, tự nhiên hoặc nhân tạo với những sườn dốc thoải thoải trên mặt đất nơi mà nước chảy ra từ một địa điểm có thể được thu gom và được vận chuyển đi. Một phần dòng chảy thấm vào mặt đất.

Bề mặt có khả năng thấm nước được lát bằng vật liệu thấm nước hoặc vật liệu rỗng có thể được sử dụng như một biện pháp kiểm soát tại nguồn cho đường nhỏ, vỉa hè, bãi đậu xe và sân. Mưa chảy trên bề mặt, qua các khoảng trống giữa các khối riêng lẻ hoặc vật liệu thấm như sỏi hoặc nhựa đường xốp, giữ lại các chất ô nhiễm bên dưới. Khi đó, nhiều chất ô nhiễm bị phân hủy bởi các quá trình tự nhiên.

Lưu vực giữ nước được thiết kế để trữ lượng nước chảy tràn bề mặt từ các khu vực rộng lớn, chẳng hạn như các khu vực của khu nhà ở, đường chính hoặc khu vực kinh doanh. Nước thường chảy vào những lưu vực này từ các hệ thống thoát nước truyền thống hoặc từ các SUDS phía thượng nguồn. Các lưu vực chứa nước cho phép dòng chảy tràn bề mặt lan rộng trên một diện tích rộng và chỉ lấp đầy sau khi mưa lớn, khi đó chúng sẽ chứa một lượng nước lớn trong thời gian nhất định.

Vùng ngập nước và ao hồ được sử dụng để lưu trữ nước trong thời gian dài hơn. Các vùng đất ngập nước chứa một lượng thực vật lớn hơn và phù hợp hơn để xử lý dòng chảy bị ô nhiễm hơn so với ao hồ.

Hồ điều hòa là một phần của hệ thống thoát nước đô thị, và thường gọi là hồ đô thị. Đây là hồ chứa tạm thời và điều tiết nước mưa, làm giảm đường kính cống thoát nước mưa, giảm khả năng ngập lụt các khu vực trung phía sau hồ. Khác với các lưu vực chứa nước, các hồ đô thị thường chứa đầy nước ở một mức độ nhất định để tạo cảnh quan và điều hòa vi khí hậu.

Theo nguyên tắc kỹ thuật sinh thái, hồ sẽ được thiết kế bao gồm cấu trúc tiền xử lý, lắng trầm tích và hệ đệm thực vật ngập nước, cây cảnh quan bao quanh, ... tạo nên khả năng xử lý các chất dinh

duỡng như nitrate và phosphate để giảm thiểu tối đa ô nhiễm nước. Hồ còn góp phần kiểm soát hiệu quả úng ngập, góp phần tạo cảnh quan sinh thái, nơi vui chơi giải trí cho cộng đồng đô thị.

Hồ đô thị là một nguồn bổ cấp nước ngầm tầng mạch nông và ngược lại về mùa khô với việc bốc hơi làm mực nước hồ giảm thì nước từ tầng Holocen cung cấp trở lại, duy trì mực nước hồ. Giải pháp bổ sung nhân tạo nước dưới đất từ hồ điều hòa nước mưa dựa trên khả năng thấm nước qua lớp trầm tích đáy hồ và tầng bão hòa trên tầng Holocen do chênh lệch mực nước hồ và nước ngầm trong thời gian mực nước hồ cao hơn hoặc bằng mực nước bình thường duy trì cảnh quan.

Thành phố Hà Nội có 2.625 hồ hình thành từ tự nhiên và hồ đào nhân tạo, trong đó có 122 hồ trong 12 quận nội thành và 2.503 hồ phân bố trên 18 huyện và Thị xã Sơn Tây [13]. Trong Điều chỉnh Định hướng phát triển thoát nước đô thị và khu công nghiệp Việt Nam đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050 nêu rõ: “Xây dựng các quy định quản lý hồ điều hòa, tối ưu hóa và đồng bộ giữa chức năng điều hòa thoát nước với các chức năng về sinh thái, cảnh quan và chức năng khác; xác định vị trí, quy mô hồ hợp lý đảm bảo tối đa hiệu quả điều tiết nước mưa của hồ theo điều kiện cụ thể về kinh tế, kỹ thuật và môi trường phù hợp với quy hoạch xây dựng đô thị” [14]. Các cơ quan có liên quan đến quản lý quy hoạch, xây dựng đô thị ở Hà Nội cần xây dựng và ban hành các quy chế, qui định, ... để đảm bảo quản lý nước mưa chặt chẽ cả về chất lượng và số lượng, hạn chế tối đa tác động tiêu cực do nước mưa mang lại. Các quy định này là một phần được tích hợp trong quy chế xây dựng cho phép người kỹ sư công trường thiết kế và tính toán phân cấu trúc kiểm soát nước mưa vào các dự toán công trình.

Vì vậy, phải tổ chức thoát nước mưa, kết hợp các biện pháp khác nhau một cách đồng bộ, sao cho dòng chảy được tập trung chậm để một phần bổ cấp trực tiếp cho nguồn nước ngầm mạch nông. Sử dụng các hồ điều hòa trên diện tích thu gom và truyền dẫn nước mưa để lưu giữ nước là một cách làm phổ biến. Bên cạnh đó, sử dụng bản thân diện tích bề mặt của thành phố, tăng cường việc cho nước mưa thấm tự nhiên xuống đất qua các thảm cỏ xanh, đồng thời cải tạo cảnh quan và điều hòa tiểu khí hậu.

4. Kết luận

Tốc độ đô thị hóa cao với việc khai thác nước ngầm để cấp nước và xây dựng các công trình lớn gây nên hạ mực nước ngầm và sụt lún nền đất ở khu vực nội thành Hà Nội. Cách bổ sung nước ngầm phù hợp hiện nay là sử dụng kênh, mương, hồ và bề mặt thấm để nước dần thấm vào các tầng nước ngầm. Vì vậy, phải tổ chức thoát nước mưa, kết hợp các biện pháp khác nhau một cách đồng bộ, sao cho dòng chảy được tập trung chậm để một phần bổ cấp trực tiếp cho nguồn nước ngầm mạch nông.

Tiếp cận thoát nước đô thị bền vững là cơ sở để xây dựng các giải pháp hiệu quả vừa để giảm úng ngập đô thị vừa bổ cấp nguồn nước ngầm, và ngăn ngừa sụt lún mặt đất. Giải pháp quy hoạch và xây dựng các hồ điều hòa nước mưa ở đô thị là giải pháp căn cơ nhất phải được ưu tiên. Thành phố Hà Nội phải nhanh chóng hoàn thiện quy hoạch hồ điều tiết để vừa chống ngập, vừa tăng lượng nước thấm thấu vào nước ngầm, nhất là cho tầng Holocen, đồng thời hạn chế việc hạ mực nước cảnh quan sinh thái của các hồ đô thị này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Trung tâm quy hoạch và điều tra tài nguyên nước Quốc gia (2019). *Nguy cơ cạn kiệt nước dưới đất ở đô thị Hà Nội*.
- [2] Trung tâm quy hoạch và điều tra tài nguyên nước Quốc gia (2018). *Báo cáo kết quả Đề án "Bảo vệ nước dưới đất ở các đô thị lớn" theo Quyết định số 323/QĐ-TTg ngày 18/2/2013 của Thủ tướng Chính phủ*.
- [3] Túc, N. V., Việt, T. V., Chính, N. G. (2019). *Đất nền, nước ngầm & địa kỹ thuật công trình lãnh thổ Việt Nam*. Nhà xuất bản Xây dựng.

- [4] Nhân, P. Q. (2014). *Đề tài NCKH: Mã số: 01C-04/09-2008-2. Nghiên cứu đánh giá tiềm năng tài nguyên nước dưới đất khu vực Hà Nội, khả năng suy thoái trữ lượng và chất lượng nước, xây dựng chiến lược khai thác hợp lý, bảo vệ môi trường phục vụ cho phát triển bền vững thủ đô. Sở KH&CN thành phố Hà Nội.*
- [5] Abidin, H. Z., Andreas, H., Gumilar, I., Fukuda, Y., Pohan, Y. E., Deguchi, T. (2011). [Land subsidence of Jakarta \(Indonesia\) and its relation with urban development](#). *Natural Hazards*, 59(3):1753–1771.
- [6] Galloway, D. L., Burbey, T. J. (2011). [Review: Regional land subsidence accompanying groundwater extraction](#). *Hydrogeology Journal*, 19(8):1459–1486.
- [7] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016). *Báo cáo hiện trạng môi trường Quốc gia năm 2016.*
- [8] Nguyễn Văn Dân, Trần Thị Huệ, T. D. H. (2013). Tăng cường quản lý khai thác nước dưới đất ở thành phố Hà Nội. *Tài nguyên và Môi trường*, 5:23–25.
- [9] Công ty TNHH MTV Thoát nước Hà Nội (2017). *Báo cáo đánh giá tác động môi trường Dự án: Cải tạo môi trường nước hồ Hoàn Kiếm, Hạng mục: Nạo vét bùn lòng hồ.*
- [10] Huisman, L., Olsthoorn, T. N. (1998). *Artificial groundwater recharge*. Pitman Advanced Publishing Program, London.
- [11] Cảnh, Đ. (2010). *Đề tài nghiên cứu khoa học: Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật sinh thái, xây dựng hệ thống tiêu thoát nước đô thị bền vững (SUDS), góp phần chống ngập úng, lún sụt và ô nhiễm ở TP Hồ Chí Minh.* Viện Sinh học nhiệt đới.
- [12] ASCE (1992). *Design and Construction of Urban Stormwater Management Systems*. American Society of Civil Engineers.
- [13] Công ty TNHH MTV Thoát nước Hà Nội (2017). *Báo cáo số 1604/BC-TNHN: Hiện trạng quản lý hồ sơ theo phân cấp và hiện trạng môi trường các hồ trên địa bàn Thành phố Hà Nội.*
- [14] Thủ tướng Chính phủ (2016). *Quyết định số 589/QĐ-TTg ngày 06 tháng 4 năm 2016 Phê duyệt Điều chỉnh Định hướng phát triển thoát nước đô thị và khu công nghiệp Việt Nam đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050.*