

Bổ sung nhân tạo nước dưới đất

Đoàn Văn Cảnh.

Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Giới thiệu

Tài nguyên nước trên thế giới và ở Việt Nam nhiều nhưng phân bố không đồng đều trong không gian và theo thời gian. Tài nguyên nước dưới đất không những chiếm tỷ lệ cao nhất trong nguồn tài nguyên nước nhạt, mà còn là nguồn tài nguyên có thể được tái sinh và được phục hồi trữ lượng. Tuy nhiên, nước dưới đất không phải là nguồn tài nguyên vô tận. Nếu không quản lý tốt, không biết khai thác sử dụng hợp lý, sẽ dẫn đến cạn kiệt tài nguyên và những tai biến không lường. Chính vì tầm quan trọng đó mà năm 1998 Hiệp hội Địa chất

thủy văn Quốc tế (IHA) đã thành lập Ủy ban Bổ sung nhân tạo nước dưới đất (BSNT). Cuộc họp đầu tiên của Ủy ban (tháng 11 năm 2000) tại thành phố Cape Town - Nam Phi đã quyết định đổi tên Ủy ban BSNT thành Ủy ban Quản lý bổ sung tầng chứa nước (Management of Aquifer Recharge – viết tắt là IHA-MAR). Sự đổi tên này cho thấy đây không chỉ là những giải pháp nhân tạo, mà phản ánh một thực tế khách quan là quá trình thấm lọc ven bờ có thể được quản lý và làm tăng lượng bổ cập cho tầng chứa nước một cách tự nhiên, là công cụ sống còn trong

việc quản lý bền vững tài nguyên nước dưới đất phạm vi toàn cầu. Mục đích của Ủy ban IHA-MAR là làm gia tăng trữ lượng và cải thiện chất lượng nước dưới đất bằng cách thích hợp, thỏa mãn sự bền vững môi trường, đáp ứng nhu cầu ngày càng cao về kinh tế - xã hội và kỹ thuật của con người.

Báo cáo hàng năm của IAH-MAR đã công bố nhiều thành tựu nghiên cứu của Ủy ban này. Những nghiên cứu thử nghiệm nhằm tăng cường tài nguyên nước dưới đất bằng các giải pháp tự nhiên và nhân tạo đã được triển khai ở khắp các nước thành viên trong Hiệp hội các nhà Địa chất thủy văn Quốc tế.

Nội dung bổ sung nhân tạo nước dưới đất

Mục đích bổ sung nhân tạo nước dưới đất

Mục đích của các kỹ thuật bổ sung nhân tạo nước dưới đất (BSNT) là: 1). Tăng cường năng suất ổn định ở những khu vực mà tầng chứa nước bị khai thác quá mức dẫn đến cạn kiệt; 2). Bảo tồn và dự trữ lượng nước dư thừa trên bề mặt đất cho những nhu cầu sau này vì những nhu cầu này thường thay đổi theo mùa, theo giai đoạn; 3). Cải thiện chất lượng của nước dưới đất qua lọc; 4). Loại bỏ vi khuẩn và chất độc, chất bẩn có trong nước công và nước thải để có thể tái sử dụng một cách phù hợp những loại nước này.

Cải tạo và ổn định chất lượng nước

Khi cho nước từ sông hoặc hồ chảy qua một tầng chứa nước sẽ xuất hiện sự thấm, quá trình này giúp loại bỏ một phần các chất huyền phù lơ lửng, giảm số vi khuẩn và các sinh vật khác, mang lại những thay đổi quan trọng về thành phần hóa học của nước. Các tầng chứa nước hoạt động như những bộ lọc cát chậm và già sử khoáng cách và thời gian di chuyển dưới đất không quá ngắn (hơn 50m và 2 tháng tương ứng) nước sẽ trong và sạch (vi khuẩn gây bệnh được loại bỏ), cho phép sử dụng trực tiếp như nước uống. Trong trường hợp thời gian di chuyển trong tầng chứa nước lâu hơn sẽ xuất hiện sự ổn định về các thông số, chất lượng nước, về mặt hóa học và lý học.

Tích trữ nước

Trường hợp một tầng chứa nước không áp có mực nước nằm sâu, BSNT có thể nâng cao mực nước, tăng lượng nước mà không gây nguy hiểm tới các vùng thấp thường bị ngập nước. Bể chứa nước ngầm không gây hại gì với môi trường, dễ thực hiện và rẻ hơn việc xây dựng bể chứa trên mặt đất, đặc biệt ở nơi có địa hình bằng phẳng và dân cư đông đúc. Tích trữ nước dưới đất có thêm ưu điểm là nước không tổn thất do bốc hơi và chất lượng không bị phá hoại do sự phát triển của tảo. Tích trữ nước trong lòng đất trong thời gian mùa mưa để sử dụng vào mùa khô rất hiệu quả ở những vùng có lượng mưa phân bố không đều trong năm.

Chuyên chở nước

Trong nhiều khu công nghiệp, trong nhiều thành phố, việc khai thác quá mức đã làm cạn kiệt tài nguyên nước dưới đất, làm treo giếng khoan. Có thể giải quyết được vấn đề thiếu nước này bằng cách xây dựng hệ thống BSNT không phải tại chỗ mà ở một vùng xa nơi yêu cầu nước, cụ thể như ở miền cung cấp của tầng chứa nước. Tầng chứa nước lúc này hoạt động như một ống dẫn nước mang nước sông từ nơi BSNT tới các điểm khai thác khác nhau.

Duy trì mực nước

Việc hạ thấp mực nước dưới đất có thể dẫn đến làm tổn thương vẻ đẹp của làng quê, tổn hại đến việc sử dụng đất nông nghiệp, làm nứt đất, nứt nhà và các công trình xây dựng do sụt lún đất hoặc do làm mực các nền móng cọc gỗ, hoặc gây ra việc lôi cuốn nước từ các vùng xung quanh tới. Ở nơi nước có chất lượng kém (ví dụ nước bị ô nhiễm, nhiễm mặn), do sự pha trộn với nước tự nhiên, nguồn cấp nước uống trở thành không phù hợp. Trong trường hợp này BSNT có thể thực hiện để ngăn cản ảnh hưởng không có lợi xuất hiện như vừa nêu.

Thải nước (thoát nước mặt xuống lòng đất)

BSNT cũng được dùng để loại bỏ nước dư thừa ở trên mặt, thoát nước trên mặt xuống lòng đất để chống úng ngập vào mùa mưa bão. Trong trường hợp này thoát nước mưa, nước có chất lượng tốt sẽ không thành vấn đề. Nhưng để thoát nước thải, phải có một quy trình xử lý nước một cách nghiêm ngặt. Trường hợp chất thải công nghiệp chỉ chứa các khoáng chất không có hại, có thể nghĩ đến cách xả chúng vào các địa tầng chứa nước mặt với độ khoáng hóa tự nhiên lớn hơn 5000mg/l. Khi có mặt các chất nguy hiểm như các kim loại nặng, thuốc trừ sâu, chất phóng xạ, v.v... chỉ được phép xả nước thải vào tầng chứa nước sau khi đã được xử lý đạt tiêu chuẩn theo quy chuẩn hiện hành.

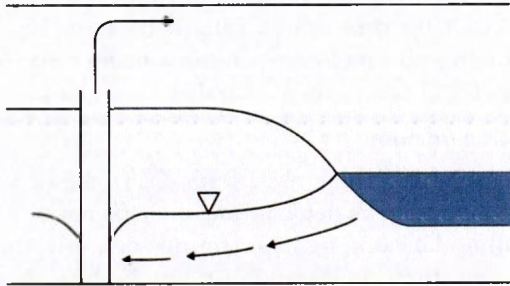
Các phương pháp bổ sung nhân tạo

Phương pháp lôi kéo dòng mặt

Phương pháp lôi kéo dòng mặt sử dụng các công trình thấm lọc thẳng đứng, nằm ngang bố trí ở bờ sông hoặc dưới đáy lòng sông [H.1]. Trong quá trình khai thác nước, do mối quan hệ thủy lực giữa nước dưới đất và nước mặt, do sự chênh lệch mực nước ngầm trong công trình khai thác với mực nước sông mà nước mặt đóng vai trò như một nguồn hình thành trữ lượng khai thác, nhiều khi là nguồn khai thác chính. Phương pháp này có tên là *lôi kéo dòng mặt* đã được sử dụng khá phổ biến nhiều nơi trên thế giới và ở một số thành phố ở Việt Nam.

Phương pháp lôi kéo dòng mặt có thể coi là bổ sung "*nhân tạo bắt buộc*" nước dưới đất thông qua các trầm tích đáy sông hoặc hồ. Sự lôi kéo dòng mặt

thường do chênh gradient thủy lực giữa mực nước sông, hồ với mực nước dưới đất trong quá trình khai thác nước. Trong trường hợp này nguồn bổ sung cho tầng chứa nước bị chi phối bởi hai yếu tố: 1). Lưu lượng khai thác từ hành lang khai thác Q, và 2). Khoảng cách từ hành lang khai thác tới sông.



Hình 1. Mô hình công trình khai thác ven sông lôi kéo dòng chảy trên mặt.

Trong trường hợp này công suất khai thác có thể bị thay đổi trong năm do dao động của mực nước sông, hồ (các khối nước mặt). Khi nước trong các khối nước mặt bị nhiễm bẩn, nước dưới đất cũng rất dễ bị nhiễm bẩn theo.

Phương pháp làm ngập

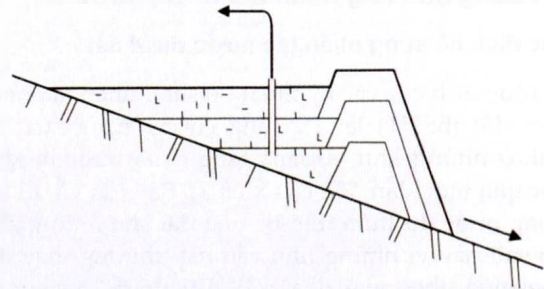
Phương pháp làm ngập có thể áp dụng trên diện phân bố tầng chứa nước không áp hoặc tầng chứa nước có áp nằm nông, mái của tầng chứa nước được cấu thành từ các thành phần thấm nước tốt. Bề mặt địa hình có độ dốc thoải nhẹ từ 1 đến 3%. Nước mưa rơi trên mặt đất hoặc dòng chảy trên mặt được chặn lại bằng những đê đập đơn giản để chúng tràn trên một diện tích rộng, tạo điều kiện cho nước ngấm xuống đất được lâu hơn, nhiều hơn. Trong cùng nhóm với phương pháp này là tưới vượt mức, nghĩa là tiến hành tưới vượt mức trong suốt giai đoạn không canh tác cũng giúp bổ sung nguồn nước ngầm.

Phương pháp đập cát (hồ cát)

Ở miền núi và vùng ven biển Việt Nam, nhiều sông suối không có dòng chảy thường xuyên, vào mùa mưa ít nước, vào mùa khô hầu như không có nước. Không những thế, nước lại thường xuyên bị thất thoát do bốc hơi. Để lưu trữ lượng nước ít ỏi trên dòng mặt có một giải pháp đã được nhiều nước trên thế giới sử dụng rất hiệu quả là xây dựng các đập cát.

Đập cát được xây dựng bằng cách chặn dòng chảy lại bằng con đập, phía thượng lưu được lấp đầy cát [H.2]. Bằng cách làm như thế sẽ đạt được hai mục đích. Một mặt, tránh được thất thoát nước do bốc hơi, tránh được sự ô nhiễm trực tiếp từ trên mặt do nước được lưu giữ trong cát. Mặt khác, bằng cách gián tiếp tăng chiều dày tầng chứa nước. Điều đó cũng có nghĩa là biến dòng chảy mặt thành dòng ngầm.

Rất nhiều các hồ nước tự nhiên được tạo thành do nước ngầm trong các cồn cát thoát ra trên vùng cát ven biển tỉnh Ninh Thuận, Bình Thuận hiện nay đang hàng ngày bị bay hơi và cũng rất dễ bị ô nhiễm do lộ ra trên mặt đất. Nếu ở đây áp dụng phương pháp đập cát, tức là lấp toàn bộ các hồ nước này bằng cát cao hơn mực nước hiện tại chừng 3m, ở độ sâu ấy nước ngầm không có khả năng bay hơi. Khi đó các hồ nổi này sẽ biến thành hồ ngầm, hay hồ nước chôn vùi, nước sẽ được bảo vệ không bị bay hơi và không bị ô nhiễm. Các công trình giếng khoan, hố đào khai thác nước dưới đất từ các hồ cát này có thể bố trí xung quanh hoặc trong lòng hồ cát.



Hình 2. Mô hình đập cát.

Bổ sung nhân tạo bằng bồn thấm

Trong bổ sung nhân tạo bằng bồn thấm, nước mưa hoặc nước mặt từ sông hồ được chuyển tới một công trình trung gian là một bồn chứa nước có kích thước thích hợp từ đó chúng thấm xuống và hình thành hoặc bổ sung nước dưới đất. Nước đi vào tầng chứa nước có thể phân ra làm 3 giai đoạn: 1) nước ngấm vào đất, 2) nước thấm xuống qua các lớp đất, và 3) chuyển động theo phương nằm ngang tới các công trình khai thác [H.3].

Tốc độ ngấm là tốc độ nước đi vào các lớp đất, bị ảnh hưởng bởi các ổ khí trong đất, mức độ tắc nghẽn của vật liệu lọc và sự tăng của tảo và vi khuẩn. Tốc độ thấm là tốc độ nước di chuyển xuống phía dưới qua các lớp đất, phụ thuộc vào kiểu đường dòng và hệ số thấm theo phương thẳng đứng và nằm ngang của đất đá. Khả năng di chuyển ngang của nước phụ thuộc vào kiểu đường dòng và hệ số thấm của tầng chứa nước.

Duy trì một đới không bão hòa bên dưới vùng thấm có tầm quan trọng đặc biệt cho phương pháp bổ sung nhân tạo này. Trong trường hợp tầng chứa nước không áp nằm dưới vùng thấm, có mực nước ngầm nằm sâu, khi nước mặt ngầm xuống sẽ nâng cao mực nước, tăng trữ lượng nước ngầm, không làm các vùng xung quanh bị ngập lụt. Khả năng thấm ban đầu cao, sau đó sẽ giảm dần trong quá trình bổ sung vì xuất hiện các lớp bùn lắng đọng ở đáy bồn thấm.

Bổ sung nhân tạo bằng lỗ khoan ép nước

Trong trường hợp tầng chứa nước có áp phân bố ở sâu, có thể đưa nước mưa, nước mặt vào tầng chứa nước bằng các lỗ khoan ép nước [H.4].

Hình 4 minh họa một hệ thống gồm một lỗ khoan hút nước và một lỗ khoan ép nước để bổ sung nhân tạo trực tiếp tầng chứa nước. Thiết kế một lỗ khoan ép nước tương tự với thiết kế một lỗ khoan khai thác nước. Sự khác nhau cơ bản là nước chảy ra khỏi lỗ khoan ép nước vào tầng chứa dưới sẽ chịu tác động bởi cả trọng lượng cột nước và áp lực máy bơm ép.

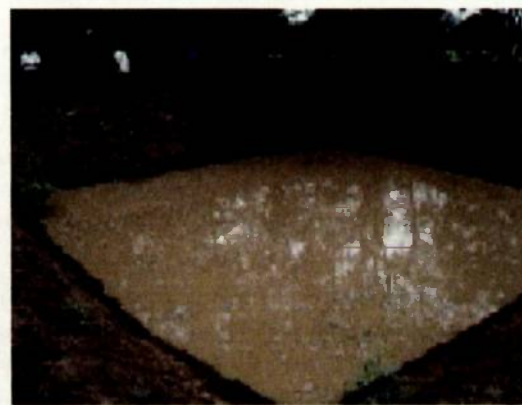
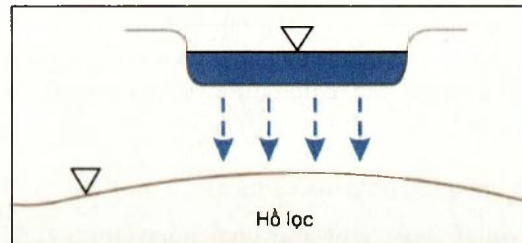
Các lỗ khoan ép nước thường hay bị sự cố hơn các lỗ khoan khai thác thông thường. Do đó thực hiện bổ sung nhân tạo bằng lỗ khoan ép nước phải có những đánh giá chi tiết. Do cơ chế bít tắc lỗ khoan đã nêu ở trên, đòi hỏi việc xây dựng và vận hành hệ thống lỗ khoan ép nước phải thật nghiêm ngặt. Nước để ép xuống lỗ khoan có hàm lượng cát chỉ khoảng 1mg/l đã có thể gây bít tắc lỗ khoan trong thời gian ngắn. Vì vậy nước để ép vào các lỗ khoan thông thường phải có độ đục theo quy định như đối với nước uống, không có cát. Tốc độ bơm ép nước vào lỗ khoan ở mức dưới 1,5m/giờ. Diện tích bề mặt ống lọc của lỗ khoan ép nước nên lớn hơn hai lần so với diện tích bề mặt ống lọc của lỗ khoan khai thác cùng lưu lượng.

Tác động môi trường của bổ sung nhân tạo

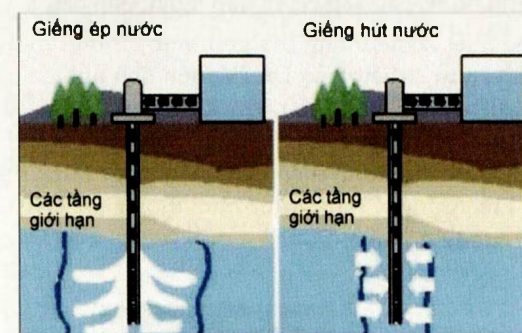
Bổ sung nhân tạo nước dưới đất, nói đơn giản hơn là đưa nước mặt, nước mưa xuống các tầng chứa nước tầng trữ có nhiều ưu điểm, lợi ích hơn là có hại. Tầng trữ nước trong các địa tầng lỗ hổng và nứt nẻ dưới mặt đất rẻ tiền hơn và ít chi phí xã hội hơn nhiều so với các hồ chứa nước trên mặt đất.

Những cấu trúc địa chất dưới lòng đất có thể xem như là “cái nhà kho” để dự trữ lượng nước lớn từ trên bề mặt đất đưa xuống. Bên cạnh điều kiện phù hợp về thạch học, những giả thiết khác về việc hình thành các nguồn dự trữ dưới lòng đất thiên về các cấu trúc địa chất và những tính chất địa lý tự nhiên, hình dạng và kích cỡ của những cấu trúc địa chất này sẽ cho phép duy trì thể tích ổn định của lượng nước trong những tầng đất đá hang hốc và thấm nước.

Những bể nước dưới đất phân bố trong những điều kiện địa chất thủy văn phù hợp là môi trường có lợi và có tính khả thi do lợi ích kinh tế, tiết kiệm. Các nguồn dự trữ dưới lòng đất có nhiều lợi thế vì không chịu ảnh hưởng của những bất lợi như là sự lấn chiếm diện tích đất lớn, choán mặt đất trống trọt của dân cư địa phương, tránh những thất thoát của việc bốc hơi nước thường xuyên và những ảnh hưởng từ động đất. Việc dự trữ nước không cần một cấu trúc quá lớn.



Hình 3. Mô hình bổ sung nhân tạo bằng bồn thấm.



Hình 4. Mô hình bổ sung nhân tạo nước dưới đất bằng lỗ khoan ép.

Thu gom nước mưa đưa vào lòng đất

Nước mưa, nước mặt và nước dưới đất là tài nguyên quý giá, không thể thiếu được đối với tất cả các quốc gia. Nếu biết khai thác sử dụng chúng một cách hợp lý – chúng sẽ mang lại những lợi ích to lớn. Ngược lại, nếu không biết quản lý và khai thác, chúng sẽ gây ra những hậu quả tai hại như đã phân tích ở trên.

Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, vào mùa mưa, nước mưa nhiều gây ngập lụt;

nhưng hết mưa lại thiếu nước, hạn hán, sự khan hiếm nước lại diễn ra. Từ trung ương đến các địa phương, mùa mưa – lo chống lụt, mùa khô – lo chống hạn. Nghịch lý này đã diễn ra hàng trăm năm nay và hiện giờ vẫn còn là vấn đề nóng bỏng. Vì vậy, việc điều phối tài nguyên nước, sử dụng và lưu trữ được nước mưa, nước mặt vào lòng đất để khai thác sử dụng vào mùa khô, đặc biệt ở các thành phố lớn của Việt Nam là một việc làm rất cấp thiết. Cần có một cuộc cách mạng về nhận thức của quảng đại quần chúng về khai thác và sử dụng nguồn tài nguyên nước mưa - nguồn tài nguyên sẵn có và rẻ tiền, quản lý và phát triển tài nguyên nước, khai thác sử dụng hợp lý các nguồn nước để có nước sử dụng quanh năm.

Công nghệ thu gom nước mưa

Có hai công nghệ thu gom nước mưa: 1) Tích nước mưa trong các công trình trên mặt đất; 2) Đưa nước mưa lưu trữ trong các thể đất đá hồng hộc dưới mặt đất để sử dụng trong tương lai.

Tích chứa nước mưa trong các công trình trên mặt đất là công nghệ truyền thống từ lâu đời trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Các công trình tích chứa nước mưa thường được sử dụng là bể chứa, ao hồ, chum, vại, v.v... để sử dụng trực tiếp hàng ngày.

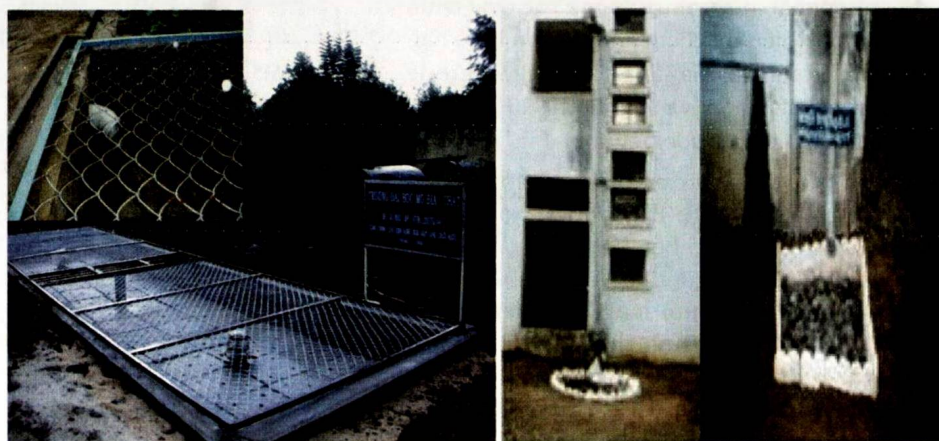
Đưa nước mưa lưu trữ trong lòng đất bổ sung cho nước dưới đất là khái niệm mới đối với thu gom nước mưa. Các công trình đưa nước mưa vào lòng đất thường được sử dụng là hào rãnh, giếng đào, lỗ khoan hấp thu nước, hào ngang kết hợp với lỗ khoan hấp thu nước, các đập chắn, đập ngăn, đập cát.

Để thiết kế hệ thống thu gom nước mưa cần dựa vào 3 yếu tố – điều kiện ĐCTV diện tích nghiên cứu gồm diện phân bố, đặc điểm tầng chứa nước, đặc điểm lớp phủ, địa hình, bề sâu mực nước và chất lượng nước dưới đất; diện tích nhận nước mưa; điều kiện khí tượng - thủy văn, như thời gian kéo dài mưa, cường độ mưa.

Trong các vùng đô thị, nước mưa từ các mái nhà, trên đường phố, vỉa hè... chảy tràn lan, rất lãng phí. Nguồn tài nguyên nước này có thể thu gom tích chứa trong các bể để sử dụng trực tiếp như cha ông ta đã làm từ ngàn năm nay, hoặc bằng cách tích cực hơn là thu gom đưa chúng xuống lòng đất để bổ sung tầng chứa nước để có thể sử dụng khi cần thiết. Không những thế, thu gom nước mưa thoát xuống lòng đất còn có thể góp phần chống úng ngập cục bộ thành phố một cách nhanh chóng và rất hiệu quả. Hệ thống thu gom nước mưa vào lòng đất lại không chiếm dụng nhiều không gian xây dựng.

Thu gom nước mưa từ mái nhà

Thu gom nước mưa từ mái nhà [H.5] dành cho những khu chung cư mà ở đó mặt đất bị bê tông hóa không thấm nước và một lượng lớn nước từ mái nhà hay dòng chảy trên bề mặt chỉ tồn tại trong một khoảng thời gian ngắn sau những trận mưa lớn. Nước mưa thu từ mái nhà có thể đưa trực tiếp vào giếng khoan đường kính 100 - 300mm, có chiều sâu ít nhất là 3 - 5m dưới mực nước ngầm (trong tầng chứa nước không áp), hoặc dưới mái tầng chứa nước có áp. Tùy thuộc vào thành phần thạch học mà bộ phận ống lọc của lỗ khoan được đặt trong tầng chứa nước ở nông hay ở sâu. Ở Hà Nội, các giếng khoan đưa nước mưa vào tầng chứa nước đang khai thác phải có chiều sâu tương tự như các giếng khoan khai thác nước, hoặc nông hơn, tức là bộ phận đưa nước vào tầng chứa nước phải đặt ở độ sâu từ 32m trở xuống. Độ dài ống lọc để nước mưa từ giếng khoan vào tầng chứa nước tùy thuộc vào bề dày tầng chứa nước, tùy thuộc vào lượng nước thu gom được cần thoát xuống để tính toán lựa chọn. Nước mưa từ mái nhà được thu gom, đưa vào tầng chứa nước qua giếng khoan vào tầng chứa nước bằng hình thức tự chảy, không cần bơm ép. Tại Hà Nội, lưu lượng hấp thu đơn vị của tầng chứa nước Pleistocen tối thiểu bằng 90 lít/phút trên một mét chiều dài ống lọc. Nước mưa thu gom có thể được tập trung vào một hào rãnh trước khi đi vào giếng khoan. Rãnh đào có

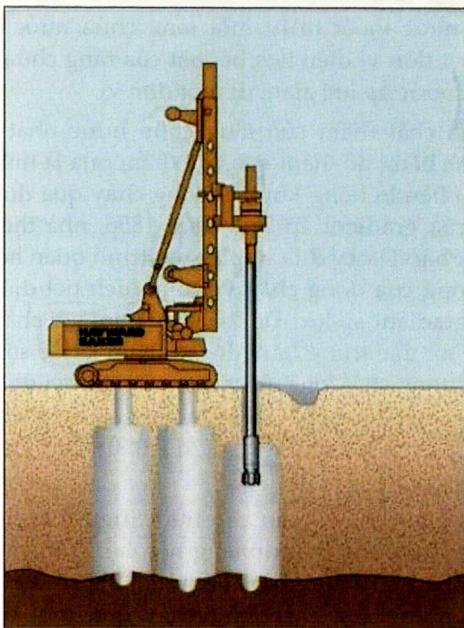


Hình 5. Mô hình thu gom nước mưa từ mái nhà khu chung cư (hình phía tay trái là sản phẩm mô hình đã được chính tác giả xây dựng tại Tp. Bảo Lộc, tỉnh Lâm Đồng).

chiều rộng 1,5 - 3m, dài 10 - 30m, phụ thuộc vào khả năng hấp thu nước của giếng khoan đặt ở trung tâm rãnh đào. Cơ sở để định số lượng giếng bổ sung là lượng nước có sẵn và hệ số thấm thẳng đứng của lớp đất đá ở địa điểm đó.

Rãnh đào được lấp lại bằng đá cuội, sỏi và cát thô, chúng đóng vai trò như một bộ lọc trung gian cho những giếng bổ sung. Nếu tầng chứa nước phân bố ở độ sâu lớn hơn 20m, có thể xây dựng thêm một hầm nông có đường kính từ 2-5m và sâu từ 3-5m tùy thuộc vào lưu lượng nước. Bên trong hầm cũng khoan 1 giếng khoan có đường kính 100 - 300mm nhằm bổ sung nguồn nước sẵn có cho các tầng chứa nước sâu hơn.

Trong thiết kế tòa nhà, nên có số lượng máng nước mưa ít và nên theo cùng một hướng của tòa nhà để giảm chi phí làm kênh dẫn giữa các điểm bổ sung. Nước mưa trên đường phố trước khi đưa vào giếng khoan nhất thiết phải tập trung vào hố đào, giếng đào, hào giao thông để lắng lọc sơ bộ và có thể được khử trùng. Dọc theo các vỉa hè đường phố, dọc theo các dải công viên cây xanh, v.v... nên xây dựng các hào rãnh thu gom nước mưa. Trong hào rãnh khoan các giếng khoan hấp thu nước. Số lượng giếng khoan tùy thuộc vào lượng nước mưa cần thoát xuống đất, cách nhau chừng 100 - 200m. Các rãnh đào được đổ cuội sỏi cát lọc, trên có nắp đậy tấm đan, không ảnh hưởng đến giao thông đường phố. Rãnh đào thu nước mưa nên được thiết kế sao cho không có nước thải hoặc nước bị nhiễm bẩn trộn lẫn với nước mưa.



Hình 6. Xây dựng đê ngầm bằng công nghệ Jet grouting.

Chống thất thoát nước bằng đê (đập) ngầm

Trong các cơn cát ven biển nước ta có những thấu kính ngầm nước nhạt với trữ lượng đáng kể và là nguồn duy nhất cấp nước cho dân sinh. Có thể áp dụng giải pháp đê ngầm để thu lại nguồn nước này, vì hiện nay chúng đang bị thất thoát ra biển.

Đê ngầm được xây dựng dưới mặt đất như là tấm chắn cắt ngang hướng chảy của dòng ngầm. Đê, đập ngầm có thể được thi công bằng đào hào rồi đổ các vật liệu chống thấm như sét, xi măng, bitum, v.v... hoặc bằng cách khoan phụt tạo tường chắn ngăn cách nước [H.6]. Thực chất đây là hệ thống chống thất thoát nước ngầm, làm dâng cao bề mặt nước ngầm, tăng độ dày tầng chứa nước phía thượng lưu dòng ngầm. Xây dựng các đê ngầm bao quanh đảo hoàn toàn có thể lưu giữ được nước mưa trong lòng đảo, chống thất thoát nước nhạt và tăng cường trữ lượng nước nhạt ở các đảo Phú Quý, Trường Sa, Côn Đảo, Phú Quốc. Đê ngầm có thể làm tường chắn, hoặc có thể tạo ra các bể chứa nước ngầm dưới mặt đất hoàn toàn phù hợp với các đảo vốn có diện tích rất nhỏ. Xây dựng đê ngầm không tốn kém vì thường các tầng chứa nước ngầm ven biển và trên đảo thường được cấu thành từ các trầm tích bờ rời hoặc sạn san hô có chiều dày không lớn (khoảng 8+10m).

Tài liệu tham khảo

Central Ground Water Board, Govt. of India, 2000. Guide on Artificial Recharge to Ground Water. Central Ground Water Board, Govt. of India. New Delhi, 2000.

Critchley W., Siegert K., Chapman C. and Finkel M. 1991. Water Harvesting, A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production. Critchley, W, Siegert, K, Chapman, C and Finkel, M. *FAO publication AGL/MS/17/91.*

Dillon P., Molloy R., 2006. Technical Guidance for ASR. Peter Dillon, Robert Molloy. *CSIRO Land and Water.* February, 2006.

Đoàn Văn Cảnh, Nguyễn Thị Thanh Thủy, 2008. Thu gom nước mưa đưa vào lòng đất bổ sung nhân tạo nước dưới đất và chống úng ngập thành phố. *NXB Khoa học & Kỹ thuật, Hà Nội.* 108 tr. Hà Nội.

IAH Commission on Management of Aquifer Recharge. *Annual Report, 2005.*

IAH Commission on Management of Aquifer Recharge. *Annual Report, 2006.*

IAH Commission on Management of Aquifer Recharge. *Annual Report, 2003.*

IAH Commission on Management of Aquifer Recharge. *Annual Report, 2004.*

Managed Aquifer Recharge and Storage, 2006: . Making better use of ours largest reservoir. *Netherlands National Committee of the Dutch Chapter of the IAH. IAH-UNESCO, 2006.*

Nguyễn Kim Cương, 1995. Để giảm thiểu tình trạng ô nhiễm nước ngầm và sụt lún mặt đất của thủ đô Hà Nội. *Tạp chí Địa chất.* Loạt A, số 226/5-6/1995: 228-241.

Standard Guidelines for Artificial Recharge of Groundwater, 2001. *Environmental and Water Resources Institute, American Society of Civil Engineers, 2001.* EWRI/ ASCE 34-01.

UNESCO-IHP and Central Ground Water Board, Govt. of India, New Delhi, 2000. Rainwater harvesting and Artificial Recharge to Groundwater: a A guide to follow. UNESCO-IHP and Central Ground Water Board, Govt. of India, New Delhi, 2000.