

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ GIẢM NGẬP ÚNG CỦA VIỆC ÁP DỤNG CÁC GIẢI PHÁP THU TRỮ NƯỚC MƯA CHO TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI

Phạm Tất Thắng¹

Tóm tắt: Hàng năm, Hà Nội xảy ra hàng chục trận mưa lớn gây ra ngập úng với mức độ ảnh hưởng khác nhau. Sơ bộ có thể ước tính thiệt hại gây ra trên địa bàn Thành phố lên đến hàng nghìn tỷ đồng/năm. Nguyên nhân gây ra ngập úng là do mưa – kiểm soát nước mưa chính là giải pháp bền vững giải quyết vấn đề tiêu nước. Có hai phương pháp kiểm soát nước mưa: (1) Thu trữ và sử dụng nước mưa cho các nhu cầu sử dụng nước của con người; (2) Đưa nước mưa vào lòng đất (tầng không áp và có áp). Trong bài báo này tác giả sẽ tiến hành đánh giá định lượng thiệt hại gây ra do ngập lụt ở đô thị và hiệu quả giảm ngập úng của việc áp dụng các giải pháp thu trữ nước mưa cho Trường Đại học Thủy lợi.

Từ khóa: nước mưa, ngập úng, sử dụng nước mưa, khu đô thị, Trường Đại học thủy lợi

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hà Nội thường xuyên phải chịu cảnh úng ngập khi xuất hiện những trận mưa có cường độ lớn do cơ sở hạ tầng tiêu thoát nước còn nhiều bất cập. Việc thu trữ và sử dụng nước mưa sẽ góp phần làm giảm hệ số tiêu lưu vực, lúc này mỗi công trình thu nước mưa được coi như là một công trình điều tiết nước mưa để tránh tình trạng lượng mưa tập trung vào hệ thống tiêu thoát trong cùng một thời điểm, vượt quá khả năng làm việc của hệ thống và gây ra hiện tượng úng ngập cho thành phố.

Các khu vực công sở, đường giao thông nội bộ, bãi đỗ xe, công viên, sân chơi, quảng trường, sân vận động hoàn toàn có thể thay thế vật liệu bê tông truyền thống bằng bê tông thấm nước, bê tông trồng cỏ để tăng hệ số thấm, đồng thời bổ cập nước ngầm cho Hà Nội đang ngày một cạn kiệt vì khai thác quá mức như hiện nay. Ngoài ra, với khu vực đô thị có mật độ dân cư tập trung đông đúc như ở khu vực nghiên cứu, thì thu gom và sử dụng nước mưa cũng có tác dụng điều hoà không khí, cải thiện môi trường sống của người dân.

Trong bài báo này tác giả sẽ tiến hành đánh giá định lượng thiệt hại gây ra do ngập lụt ở đô thị và hiệu quả giảm ngập úng của việc áp dụng

các giải pháp thu trữ nước mưa cho Trường Đại học Thủy lợi.

II. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

- Đánh giá thiệt hại do ngập lụt ở Hà Nội
- Đề xuất các giải pháp sử dụng nước mưa tối ưu cho Trường Đại học Thủy lợi
- Tính toán hiệu quả giảm ngập úng của việc áp dụng các giải pháp thu trữ nước mưa cho Trường Đại học Thủy lợi

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp điều tra thu thập và phân tích tổng hợp: Điều tra thu thập tài liệu, khảo sát và nghiên cứu thực tế, phân tích đánh giá và tổng hợp tài liệu để từ đó rút ra các cơ sở khoa học và khả năng ứng dụng trong thực tiễn.
- Phương pháp thủy văn – thủy lực: Tính toán dung tích bể tối ưu, tính toán khả năng cung cấp nước của bể trữ,...

- Phương pháp chuyên gia (tham khảo ý kiến của các chuyên gia trong việc phân tích tính toán).

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Sơ bộ ước tính thiệt hại do ngập lụt ở Hà Nội

3.1.1. Đánh giá chung

Thiệt hại do ngập lụt gây ra là rất lớn, nó ảnh hưởng hầu hết đến tất cả yếu tố của đời sống xã hội.

¹Phòng Khoa học Công nghệ

a. Thiệt hại về người

Ngập lụt có thể là nguyên nhân trực tiếp hoặc gián tiếp gây ra thiệt hại về người. Người chết do bị nước cuốn trôi, cây đổ, vv... là nguyên nhân trực tiếp. Người ốm hay người bị thương không được cấp cứu kịp thời do đường ngập nước là một trong những nguyên nhân gián tiếp của lũ lụt.

b. Thiệt hại kinh tế

- Thiệt hại nhà cửa, vật dụng và phương tiện đi lại: Sau mấy ngày nước ngập, ngoài việc phải sửa chữa nhà cửa bị ngập, các hộ gia đình còn phải chịu khoản chi phí do thiệt hại của cải. Những vật dụng hư hỏng có thể nhìn thấy bằng mắt thường đó là hệ thống cửa gỗ bắt đầu mục nát xệ xuống, vật dụng đồ gỗ công nghiệp của gia đình. Thêm nữa là chi phí sửa chữa cho phương tiện giao thông do ngập nước.

- Nông nghiệp, thủy sản: Mưa lớn đã gây úng ngập kéo dài, làm hư hại nhiều ha cây vụ đông, chết gia súc và các diện tích lúa mùa muộn bị mất trắng.

- Thiệt hại cơ sở hạ tầng, thông tin liên lạc: Cùng với nước ngập và mất điện xảy ra ở nhiều nơi, thông tin liên lạc bị gián đoạn.

c. Ảnh hưởng xã hội

- Ách tắc giao thông: Trong những ngày mưa lụt, trên hầu hết tuyến phố, các phương tiện tham gia giao thông bị rối loạn.

- Giá cả biến động: Mưa lớn và ngập úng kéo dài khiến mọi hoạt động của người dân bị xáo trộn. Người dân điêu đứng vì đường ngập, nhà ngập, mất điện, mất nước, thiếu lương thực... Ngập lụt kéo dài sẽ khiến thị trường lương thực thực phẩm diễn biến phức tạp. Nhiều chợ đã đóng cửa, nhiều tiểu thương đã lập chợ cóc bên đường để phục vụ nhu cầu của người dân, thậm chí, ở nhiều nơi, người ta còn dùng xe đẩy để bán hàng đến tận nhà. Những ngày mưa, những người bán lẻ có cơ hội đẩy giá lên cao gấp 5, gấp 7 lần ngày thường.

- Khan hiếm nước sạch và dịch vụ công ích: Mưa lớn không chỉ gây ngập trên hầu khắp các tuyến đường, làm ách tắc giao thông kéo dài, mà còn ảnh hưởng đến việc cấp điện tại một số khu

vực. Mất điện kéo theo mất nước bởi các trạm bơm nước cũng phải ngừng hoạt động, dẫn đến sinh hoạt của người dân tại những khu vực bị mất điện bị đảo lộn. Nghịch lý xảy ra ở các khu đô thị trong những ngày lũ lụt là người dân sống trong biển nước mà không có nước để sử dụng.

Khác với nông thôn, nơi người dân vẫn thường tự giải quyết các vấn đề về nước sạch, thoát nước, rác thải, chữa cháy v.v. người dân thành phố hoàn toàn phải dựa vào các công ty dịch vụ công. Khi các công ty này tê liệt do giao thông ách tắc thì cuộc sống của người dân cũng bị đảo lộn. Nhu cầu về nước sạch của người dân thành phố đặc biệt khẩn cấp trong ngày lũ. Họ không thể dùng tạm nước sinh hoạt bằng nước lũ, vốn bị ô nhiễm nặng nề hơn nhiều so với nông thôn.

- Dịch bệnh: Thời gian trong và sau khi ngập nước là cơ hội cho nhiều loại bệnh truyền nhiễm, ký sinh trùng, côn trùng hay các loại động vật có nọc độc cắn; bị thương do tai nạn hay do va chạm với các vật nhọn sắc... Cũng như các thảm họa khác, lụt cũng là nguyên nhân của các loại bệnh thần kinh do bị sốc, hoảng loạn... Thống kê của một số bệnh viện trên địa bàn Hà Nội cho thấy, trong mùa mưa các bệnh viện phải đối mặt với tình trạng số bệnh nhân rối loạn tiêu hóa, tiêu chảy cấp, sốt xuất huyết vào điều trị gia tăng đột biến, nguy cơ bùng phát các dịch bệnh sau lũ lụt là rất lớn.

Nước thải từ ao, cống rãnh tràn vào nhà dân, thậm chí nhiều bể nước sinh hoạt của dân đã bị ngấm nước thải nhưng ý thức giữ gìn vệ sinh và phòng bệnh của nhiều người vẫn còn rất kém.

d. Môi trường

Sau ngập lụt thì ô nhiễm môi trường là một vấn đề cần được giải quyết đầu tiên ở các khu đô thị. Môi trường bị ô nhiễm do:

- Các công trình vệ sinh chuồng trại chăn nuôi bị ngập tràn đã phát tán các chất thải theo dòng nước đi khắp nơi.

- Rác thải bị cuốn trôi theo dòng nước gây ra rất nhiều vấn đề môi trường nghiêm trọng

- Xác động thực vật bị chết hoặc ngấm trong nước lâu làm ô nhiễm nguồn nước và không khí

- Rác thải sinh hoạt người dân và nước thải lau dọn nhà cửa

- Chất thải do ngập các nhà máy chế biến thuốc bảo vệ thực vật, phân hóa học... là các chất thải rất nguy hiểm có thể ảnh hưởng tới sức khỏe con người và vật nuôi. Tại nhiều điểm dân cư, công nhân vệ sinh môi trường rất khó tiếp cận được để thu gom rác thải, trong khi lượng rác trong dân vẫn không ngừng ùn ùn đổ ra. Biết là ảnh hưởng đến môi trường, nhưng người dân không còn sự lựa chọn khác. Chính vì vậy, khi nước rút tại nhiều điểm, rác thải tràn lan, phân người, xác động vật chết... nổi lênh phênh. Nhiều rác thải “mắc cạn” vào trong nhà, bể giếng nước ăn, sân... gây ô nhiễm nghiêm trọng. Nguy hại hơn là nhớt thải của ô tô, xe máy do nước vào không tái sử dụng được, bị đổ thẳng xuống cống, rãnh thoát nước, bị chảy về đây khiến lớp bùn dày, đen như than, bốc mùi hôi thối... Hàng trăm vật dụng của người dân như: đệm mút, ghế salon, giường, tủ... bị hỏng do ngấm nước đều được tổng thẳng ra đường. Nguy cơ nước, rác thải y tế của các bệnh viện bị

tràn ra hòa lẫn với nước sinh hoạt do ngập sâu tại một số bệnh viện của thành phố cũng là một vấn đề khá nghiêm trọng.

3.1.2. Sơ bộ ước tính thiệt hại do ngập lụt

Thiệt hại do ngập lụt gây ra ở các khu đô thị là rất lớn và rất khó để lượng hóa một cách chính xác mức độ thiệt hại của nó đến nền kinh tế. Trong luận văn tốt nghiệp (2009) của tác giả trường Đại học Kinh tế Quốc dân đã đưa ra một số phương pháp đánh giá thiệt hại do ngập lụt, trong đó đã tiến hành tính toán thiệt hại do ngập lụt năm tháng 10/2008 với kết quả như sau:

a) Thiệt trong khi ngập lụt

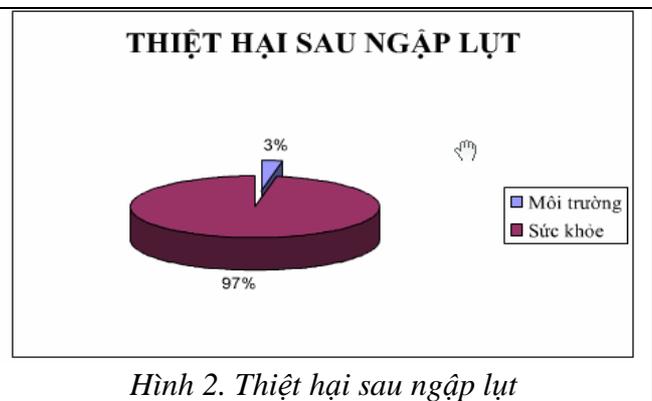
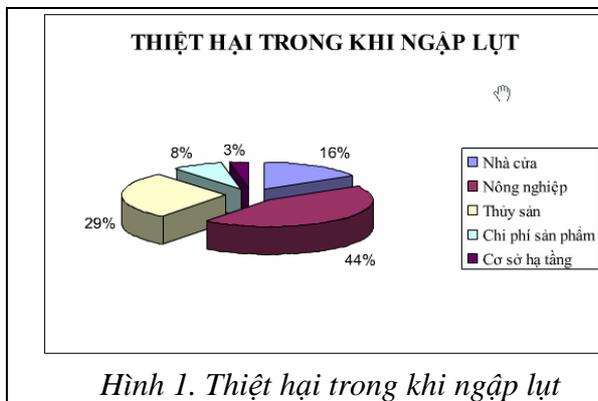
- Thiệt hại về nhà của vật dụng: A = 736.350 triệu đồng

- Thiệt hại về nông nghiệp: B = 2.005.905 triệu đồng

- Thiệt hại về ngành thủy sản: C = 1.316.414 triệu đồng

- Thiệt hại về giảm giờ làm do ngập lụt: D = 358.400 triệu đồng

- Thiệt hại về cơ sở hạ tầng, y tế giáo dục, thủy lợi: E = 139.100 triệu đồng



b) Thiệt sau ngập lụt

- Chi phí xử lý môi trường: F = 4.300 triệu đồng

- Thiệt hại về sức khỏe: G = 151.591 triệu đồng

Tổng thiệt hại (TH) do đợt ngập lụt tháng 10/2008 là:

$$TH = A + B + C + D + E + F + G = 736.350 + 2.005.905 + 1.316.414 + 358.400 + 139.100 + 4.300 + 151.591 = 4.712.060 \text{ triệu đồng}$$

Như vậy, tổng thiệt hại do đợt ngập lụt tháng 10/2008 ở Hà Nội lên đến hơn 4,7 nghìn tỷ đồng. Mặc dù vậy, kết quả tính toán chưa đề cập đến các thiệt hại do ảnh hưởng của ngập lụt làm suy giảm tuổi thọ công trình xây dựng, phương tiện đi lại, sức khỏe về mặt tinh thần, chi phí vận hành hệ thống tiêu thoát nước,... Nên thiệt hại thực tế có thể còn lớn hơn nhiều so với con số tính toán ở trên

Hàng năm, Hà Nội xảy ra hằng chục trận mưa lớn gây ra ngập úng với mức độ ảnh hưởng khác nhau. Như vậy, sơ bộ có thể ước tính thiệt hại do ngập úng gây ra trên địa bàn Thành phố lên đến hàng nghìn tỷ đồng/năm.

3.2. Đề xuất các giải pháp sử dụng nước mưa tối ưu cho Trường Đại học Thủy lợi

Trường Đại học Thủy lợi nằm trong khuôn viên 9,78 ha, trong đó: 6700 m² phòng học; 27 cơ sở thí nghiệm thực hành với 5713 m²; 8900 m² ký túc xá; 1089 m² thư viện; 8222 m² giáo dục thể chất. Các đơn vị có diện tích lớn như Trường ĐHTL là địa điểm lý tưởng để áp dụng các mô hình thu trữ và sử dụng nước mưa cũng như thay thế các loại vật liệu truyền thống bằng các loại vật liệu thân thiện với môi trường.

Để tận dụng tối đa nguồn nước mưa, tác giả kiến nghị sử dụng kết hợp hai giải pháp sau:

3.2.1. Đưa nước mưa vào lòng đất

Bằng cách thay thế các bề mặt không thấm nước hiện nay như: Đường đi nội bộ, bãi đỗ xe, sân chơi, vỉa hè,... bằng bề mặt bê tông thấm nước với hệ số thấm là 200lít/m²/phút (lấy kết quả thí nghiệm bê tông thấm nước – áp dụng thử nghiệm - Đề tài NCKH cấp cơ sở 2011 - Trường Đại học Thủy lợi).

Bê tông thấm nước thân thiện với môi trường do bản thân có nhiều lỗ rỗng, việc hấp thụ nhiệt mặt trời cũng ít hơn bê tông thông thường, do vậy làm giảm hiệu ứng tỏa nhiệt ở các khu đô thị. Ngoài ra, do loại bê tông này không có cốt liệu mịn như cát, cho nên bề mặt có nhiều ma sát rất thuận lợi cho xe trong các bãi đậu, đường trong các khu dân cư. Nước mưa được thấm xuống đất nên không gây đọng nước, tránh các hiện tượng bị phản chiếu ánh sáng hay bị nước bắn vào người đi đường.

3.2.2. Sử dụng nước mưa bổ sung cho hệ thống nước máy hiện tại

a) Tính toán nhu cầu sử dụng nước

Áp dụng các tiêu chuẩn dùng nước, tác giả tính toán được nhu cầu sử dụng nước cho các khu vực: Nhà hành chính (A1) 2,11 m³/ngđ; Khu vực nhà A2 (phòng học) 5,60 m³/ngđ; Khu vực nhà A3 (phòng học) 6,88 m³/ngđ; Khu vực nhà A4 (phòng học) 7,44 m³/ngđ; Khu vực nhà

B1 là 4,40 m³/ngđ; Khu vực nhà B2 là 0,64 m³/ngđ; Khu vực nhà B5 là 5,76 m³/ngđ; Khu vực nhà A5 là 1,30 m³/ngđ; Khu vực nhà KTX 2,3,4 là 10,56 m³/ngđ; Khu vực nhà C1 là 0,48 m³/ngđ; Khu vực thư viện 4,00 m³/ngđ.

b) Xác định dung tích bể tối ưu

Dựa trên mặt bằng bố trí các khu nhà, vị trí các khu vệ sinh chúng tôi phân ra nhiều khu vực sử dụng nước mưa cụ thể như sau: Khu vực nhà A4 và một phần nhà A1 (KV1); Khu vực nhà A2 và một phần nhà A1 (KV2); Khu vực nhà A3 (KV3); Khu vực B1, B2, B5 thuộc khu thí nghiệm thủy lực (KV4); Khu vực nhà A5 (nhà KTX số 1 cũ) (KV5); Khu vực nhà C1 (KV6); Khu vực thư viện (KV7); Khu vực nhà KTX số 2, 3, 4 (KV8, 9, 10); Khu vực KTX K1 (KV11); Khu vực nhà B5 (KV12).

Đối với các khu vực 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12 có lưu lượng sử dụng nước gần giống nhau, riêng KV3 có lượng nước ít hơn so với khu vực khác. Tuy nhiên, ta có thể tính toán xác định dung tích bể chứa có dung tích giống nhau cho các khu vực này để thuận tiện cho quá trình xây dựng và tăng khả năng sử dụng nước mưa cho các đối tượng. Đối với các khu vực 8, 9, 10 có đặc điểm và số lượng phòng giống nhau nên ta cũng tính toán đại diện cho một khu. Đối với khu vực 11, lượng nước mưa ở đây chủ yếu sử dụng cho mục đích cấp nước chữa cháy cho tòa nhà 11 tầng, lượng nước này luôn được dự trữ với dung tích 100 m³ vì vậy bể chứa nước mưa cho khu vực này lựa chọn là 100 m³.

Theo cách phân chia như trên, tác giả tiến hành tính toán dung tích bể chứa nước mưa cho 2 khu vực đại diện: Đối với khu vực 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12 tính toán cho khu vực 4 làm khu vực đại diện. Đối với khu vực 8, 9, 10 tính toán cho khu vực 8 (khu vực nhà KTX2 làm đại diện).

Kết quả tính toán cho thấy dung tích bể tối ưu về mặt đảm bảo cung cấp nước với KV4 là 372.85 m³ và với KV8 là 559.27 m³- đây là dung tích điều hòa nhu cầu sử dụng nước cho cả năm, với dung tích như vậy sẽ cần một chi phí xây dựng bể rất lớn và không tận dụng được hệ thống cấp nước hiện có của nhà Trường. Đồng thời, với dung tích bể như trên việc lựa chọn vị

trí và hình thức xây dựng bể cũng rất khó khăn. Với đặc điểm khí hậu miền Bắc – Việt Nam, chế độ mưa phân bố thành hai mùa rõ rệt: 5 tháng mùa mưa (từ tháng 5 đến tháng 9) với tổng lượng mưa chiếm khoảng 80 – 85% lượng mưa cả năm; 7 tháng mùa khô, tổng lượng mưa chỉ chiếm khoảng 15 – 20% tổng lượng mưa cả năm. Nên để điều hòa lượng nước mưa dùng cho cả năm thì dung tích bể trữ nước phải rất lớn. Sử dụng nước mưa để thay thế toàn bộ hệ thống cấp nước máy hiện tại là không thực tế.

Căn cứ vào hiện trạng cấp nước và cơ sở hạ tầng của Trường Đại học Thủy lợi tác giả đề xuất dung tích bể trữ nước mưa cho các khu vực tính toán như sau: Khu vực 4 là 20 m³ khu vực 8 là 40m³. Với dung tích bể đề xuất cho khu vực KV4 hiệu suất sử dụng nước mưa đạt 51,57% tổng nhu cầu sử dụng nước trong 1 năm. Dung tích bể đề xuất cho khu vực KV8, hiệu suất sử dụng nước mưa đạt 37,29% tổng nhu cầu sử dụng nước trong 1 năm. Các kết quả tính toán hoàn toàn phù hợp với thực tế vì khu vực ký túc xá có mật độ người ở và thời gian sử dụng nước nhiều hơn so với khu vực giảng đường và khu vực hành chính. Ngoài ra với hiệu suất sử dụng nước mưa khá cao cho các khu vực, phương án sử dụng kết hợp hai nguồn nước là rất khả thi với dung tích bể trữ nước mưa không cần phải quá lớn.

3.3. Tính toán hiệu quả giảm ngập úng của việc áp dụng các giải pháp thu trữ nước mưa cho Trường Đại học Thủy lợi

3.3.1. Các giả thiết tính toán

- Hệ số thấm của bê tông thấm nước là 200lít/m²/phút.

- Sử dụng các hệ thống thu gom nước mưa kết hợp với hệ thống nước máy hiện tại (chỉ sử dụng cho mùa mưa).

3.3.2. Phương pháp tính toán

Với các giả thiết trên, lượng nước mưa được sử dụng hoặc đưa vào lòng đất (V_{hq}) được tính toán theo công thức sau:

$$V_{hq} = V_t - V_{sd} - V_{tbt} \text{ (m}^3\text{)}$$

Trong đó:

V_t: Là tổng lượng nước có thể thu được (m³):

$$V_t = S.X$$

Trong đó:

S là tổng diện tích trường ĐHTL

X là lượng mưa ngày

V_{sd}: Lượng nước mưa thu gom được (m³)

V_{tbt}: Lượng nước thấm vào lòng đất khi sử dụng bê tông thấm nước (m³)

$$V_{tbt} = V_{bt} \times S_{bt} \times d \times r \times t$$

Trong đó: V_{bt} là tốc độ thấm của bê tông thấm nước (200l/m²/phút)

S_{bt} là diện tích sử dụng bê tông thấm nước (m²)

d là chiều dày lớp bê tông (m): 0,1m

r là hệ số rỗng của bê tông.

Việc tính toán lượng nước mưa thấm vào lòng đất (thấm qua bê tông thấm nước) trong một trận mưa gồm 2 giai đoạn: (1) ngấm bão hòa - nước lấp đầy các lỗ rỗng trong đất; (2) sau khi kết thúc quá trình (1), quá trình ngấm chuyển sang trạng thái ngấm ổn định. Quá trình ngấm có tác dụng cắt lũ lụt chủ yếu ở giai đoạn ngấm bão hòa, lượng nước thấm được trong quá trình này phụ thuộc vào các yếu tố: chiều sâu của tầng đất thấm, hệ số rỗng của đất, thời gian mưa. Trong tính toán này tác giả sơ bộ giả thiết các thông số tính toán (thiên về an toàn) như sau:

- Hệ số rỗng của đất là 30%

- Chiều dày tầng đất ngấm 0,5m

- Thời gian ngấm bão hòa là 15 phút (bỏ qua giai đoạn ngấm ổn định)

Với phương pháp trên, tác giả đã tính toán lượng mưa hiệu quả cho Trường ĐHTL từ đó đưa ra số liệu tính toán cho toàn Thành Phố Hà Nội cụ thể như sau:

TT	Các chỉ tiêu	Lượng nước tính toán (m ³ /năm)
1	Tổng lượng nước thu được (tiềm năng)	37883,82
2	Nhu cầu dùng nước	6664
3	Lượng nước thấm qua bê tông thấm nước	2748
4	Tổng lượng nước hiệu quả (tiêu giảm được)	28471,82

Như vậy hiệu quả lượng nước giảm được là:

$$H(\%) = [(V_t - V_{hq}) / V_t] \times 100\% = 28,1\%$$

Hiệu quả giảm lũ (cắt đỉnh lũ) của các giải pháp sử dụng nước mưa và đưa nước mưa vào lòng đất là rất lớn lên đến gần 30%.

IV. Kết luận

Các kết quả phân tích cho thấy:

- Sơ bộ ước tính thiệt hại do ngập úng gây ra trên địa bàn Thành phố Hà Nội lên đến hàng nghìn tỷ đồng/năm.

- Kiểm soát nước mưa là giải pháp bền vững giải quyết vấn đề tiêu nước.

- Có hai phương pháp kiểm soát nước mưa:
(1) Thu trữ và sử dụng nước mưa cho các nhu cầu sử dụng nước của con người; (2) Đưa nước mưa vào lòng đất (tầng không áp và có áp).

- Hiệu quả giảm lũ (cắt đỉnh lũ) của các giải pháp sử dụng nước mưa và đưa nước mưa vào lòng đất tính toán điển hình cho Trường Đại học Thủy lợi là 28,1%.

Các kết quả tính toán ở trên dựa trên các giả thiết thiên về an toàn, nên thực tế áp dụng các giải pháp này hứa hẹn cho kết quả cao hơn nhiều so với tính toán ở trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Giang Thị Thu Thảo; Nghiên cứu các giải pháp sử dụng hiệu quả nước mưa cho các vùng đô thị; Đề tài khoa học cấp bộ - Trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội – 2013;
2. Đoàn Văn Cảnh, Nguyễn Thị Thanh Thủy: Thu gom nước mưa đưa vào lòng đất bổ sung nhân tạo nước dưới đất và chống ngập cho thành phố. Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật – Hà Nội 2008;
3. Raindrops (Nhật Bản); Nước mưa và chúng ta – 1000 cách sử dụng nước mưa; Tokyo – 1995;
4. Trần Hữu Uyển; Nghiên cứu sử dụng nước mưa cấp nước cho khu vực nông thôn; Đề tài khoa học cấp cơ sở. Trường đại học Xây dựng Hà Nội – 1984.

Abstract

EFFECTIVENESS EVALUATION OF FLOODING REDUCTION IN SOLUTIONS APPLIED TO STORE RAIN-WATER FOR WATER RESOURCES UNIVERSITY

Every year, Hanoi experiences a number of heavy rain which cause flooding with different levels of influence. The estimated damage to Hanoi can be trillions dong per year. The cause of flooding is rain – rainwater control is the sustainable solutions to solve drainage problems. There are two methods of rain-water control: (1) To collect and store rain-water for the needs of human, (2) To lead rain water into the ground. In this paper, the author will conduct a quantitative assessment of damage caused by urban flooding and the effectiveness of flooding reduction of solutions applied to store rain-water for Water Resources University.

Key words: rain water, flood, rain water use, urban, Water Resources University.

Người phản biện: PGS.TS. Hoàng Thái Đại

BBT nhận bài: 21/1/2014

Phản biện xong: 24/3/2014