

# Nghiên cứu cấu tạo giếng thu nước mưa có khả năng bẫy rác, tăng cường khả năng thoát nước, góp phần giảm thiểu ngập úng đô thị

Nguyễn Thành Mậu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Khoa KTHT&MT Đô Thị, Đại học Kiến trúc Hà Nội

## TỪ KHOẢ

Tồn thất năng lượng  
Hệ số tồn thất  
Hố ga  
Mạng lưới thoát nước mưa

## TÓM TẮT

Vấn đề tắc nghẽn rác tại các cửa thu nước mưa làm giảm mạnh hiệu suất thu nước của ga, ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động của hệ thống thoát nước là một trong những nguyên nhân gây ngập úng đô thị ở Việt Nam hiện nay. Sự tắc nghẽn ngoài những nguyên nhân chủ quan là do tình trạng người dân bít chèn cửa thu để ngăn mùi hôi thối từ cống rãnh thoát ra hay do nạn vứt rác bừa bãi còn có nguyên nhân khách quan là khi có mưa ngập úng đường thường đi kèm với lượng rác lớn trôi nổi tập trung và bị lưới chắn giữ lại tại các cửa thu. Vì vậy song song với giải pháp về tuyên truyền, chế tài phù hợp hay giải pháp vệ sinh môi trường đô thị, hạn chế rác thải bề mặt còn cần phải có những giải pháp kỹ thuật phù hợp thích ứng. Quá trình xây dựng, phát triển hệ thống thoát nước đô thị ở Việt Nam đã có nhiều loại ga thu nước mưa được nghiên cứu áp dụng nhưng thực tế cho thấy sự tắc nghẽn rác tại cửa thu dẫn đến hiệu suất thu nước thấp hiện vẫn là vấn đề lớn còn tồn tại. Bài viết này tập trung nghiên cứu đề xuất cấu tạo một loại ga thu nước mưa có khả năng bẫy rác, hạn chế tắc nghẽn từ đó nâng cao hiệu suất thu nước, chống mùi hôi, mỹ quan, cấu trúc đơn giản, dễ áp dụng và kinh tế.

## KEYWORDS

Energy loss  
Loss factor  
Manhole  
Rainwater drainage network

## ABSTRACT

The problem of garbage clogging at rainwater inlets, drastically reducing the efficiency of the station's water collection, affecting the performance of the drainage system, is one of the causes of urban flooding in Vietnam today. In addition to the subjective reasons, people block the collection doors to prevent the stench from escaping the sewers or because of the indiscriminate dumping of garbage, there is also an objective cause that is when it rains, the roads are often flooded and accompanied by a large amount of floating garbage gathered and trapped by nets at the intakes. Therefore, along with solutions for propaganda, appropriate sanctions or solutions for urban environmental sanitation, to limit surface waste, it is also necessary to have appropriate and appropriate technical solutions. In the process of construction and development of urban drainage systems in Vietnam, many types of rainwater collection stations have been studied and applied, but the fact shows that garbage blockage at the inlet leads to low water collection efficiency. This big problem still exists. This article focuses on researching and proposing the structure of a rainwater collector gas capable of trapping garbage, limiting clogging, improving water collection efficiency, anti-odor, aesthetic, simple structure, easy to apply and economy.

## 1. Mở đầu

Tình trạng ngập úng tại các đô thị ở Việt Nam đang ngày càng trở nên phổ biến và trầm trọng, nguyên nhân gây ra thì có nhiều và đa dạng nhưng thực tế vận hành cho thấy sự tắc nghẽn rác tại các cửa thu nước mưa làm giảm hiệu suất thu của ga là một trong những nguyên nhân điển hình. Sự tắc nghẽn ngoài những nguyên nhân chủ quan là do tình trạng người dân bít chèn cửa thu để ngăn mùi hôi thối từ cống rãnh thoát ra hay do nạn vứt đổ rác bừa bãi còn có nguyên nhân khách quan là khi có mưa to gây ngập úng thì thường đi kèm với lượng rác lớn trôi nổi tập trung về các cửa thu và bị lưới chắn giữ lại. Vì vậy song song với giải pháp về tuyên truyền, chế tài phù hợp hay giải pháp vệ sinh môi trường đô thị, hạn chế rác thải bề mặt còn cần phải có những giải

pháp kỹ thuật phù hợp thích ứng. Đề xuất cấu tạo ga thu nước mưa phù hợp có khả năng bẫy rác, hạn chế tắc nghẽn nâng cao hiệu suất thu nước là một trong các giải pháp kỹ thuật cần thiết để có thể nghiên cứu áp dụng, đặc biệt là đối với các dự án cải tạo nâng cấp hệ thống thoát nước hiện trạng ở những khu vực thường xuyên bị ngập úng.

## 2. Cơ sở nghiên cứu đề xuất cấu tạo ga thu nước mưa

Lý thuyết và thực tiễn các loại ga thu nước mưa đang sử dụng phổ biến ở các đô thị Việt Nam hiện nay gồm:

Loại ga với cửa thu nước ngang bó via (*Hình 1*) có ưu điểm là không cần đặt lưới an toàn giao thông như cửa thu nước mặt đường nên sẽ hạn chế được tình trạng tắc nghẽn, phù hợp với những tuyến

\*Liên hệ tác giả: tmnguyen2008@gmail.com

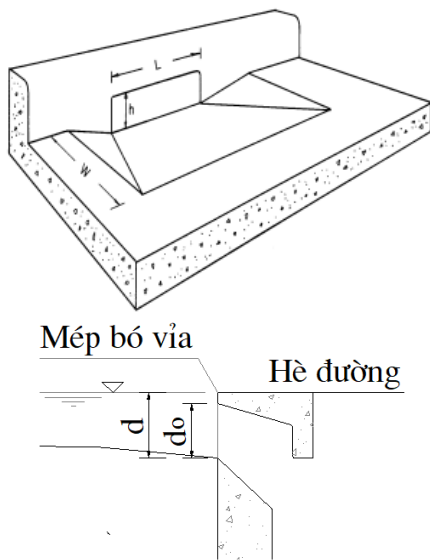
Nhận ngày 01/03/2023, sửa xong ngày 28/05/2023, chấp nhận đăng 11/06/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2023.508>

đường có độ dốc nhỏ, những vị trí thấp trũng ngập úng, không được khuyến nghị sử dụng trên các tuyến đường có độ dốc lớn [5]. Tuy nhiên trong điều kiện hệ thống thoát nước chung hay nửa riêng, để ngăn mùi hôi, ga thường kết hợp bộ phận siphon ngăn mùi với cửa thu theo kiểu hàm ếch nên rất dễ bị đọng nước, tắc rác ngay tại cửa thu gây ô nhiễm, mất mỹ quan. Ngoài ra cấu tạo bộ phận siphon cũng hướng dòng nước phải đi zig zắc dẫn đến tăng tổn thất thủy lực, giảm lưu lượng. Đây là những lý do chính dẫn tới việc ga thu nước kiểu hàm ếch cổ điển hiện không còn được sử dụng ở Việt Nam.

Công suất thu nước của cửa thu nước mở bó vỉa phụ thuộc vào chiều sâu mực nước trước cửa thu ( $d$ ), kích thước và cấu tạo cửa thu.

Với  $d \leq d_0$  thì cửa thu làm việc như một đập tràn thành mỏng,  $d \geq 1,4d_0$  thì cửa thu làm việc như một lỗ,  $d_0 < d < 1,4d_0$  cửa thu làm việc ở giai đoạn chuyển tiếp giữa đập và lỗ [5].



Hình 1. Cấu tạo cửa thu nước mở bó vỉa.

Với  $d \leq d_0$  và tại cửa thu không thiết kế lõm xuống thì có thể xác định công suất thu nước theo công thức [5]:

$$Q_i = C_w \cdot L \cdot d^{1.5} \quad (1)$$

Với  $d \geq 1,4d_0$  và tại cửa thu thì có thể xác định công suất thu nước theo công thức [5]:

$$Q_i = C_0 \cdot d_0 \cdot L \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (d - 0,5d_0)} \quad (2)$$

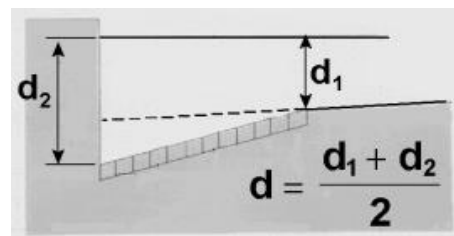
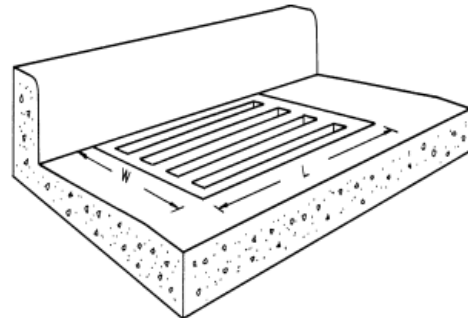
Trong đó:

- + L: là chiều dài cửa thu, (m)
- +  $C_w$ : là hệ số thực nghiệm,  $C_w = 1,6$
- + d: là độ sâu mực nước tại mép ngoài lòng đường tiếp giáp với bó vỉa, (m)
- +  $d_0$ : là chiều cao cửa thu
- +  $C_0$ : là hệ số lưu lượng dòng chảy qua lỗ,  $C_0 = 0,67$

Loại ga với cửa thu nước mưa mặt đường (Hình 2) có ưu điểm là hiệu suất thu trong điều kiện không bị tắc nghẽn cao, dễ vệ sinh, mỹ quan. Tuy nhiên ở các đô thị Việt Nam khi gặp những trận mưa lớn, kéo dài hay khi đường bị ngập úng thường mang theo nhiều lượng rác trôi nổi, loại cửa thu nước mặt đường rất nhạy cảm với tắc nghẽn [5]

nên hiệu suất thu trong điều kiện thực tế này là rất thấp. Việc sử dụng một mình cửa thu nước mặt đường ở những vị trí thấp trũng, thường xuyên bị ngập úng là không được khuyến nghị mà thay vào đó là dùng cửa thu nước ngang bó vỉa hoặc kết hợp [5].

Công suất thu nước của cửa thu nước mặt đường phụ thuộc vào chiều sâu lớp nước trên bề mặt, kích thước và cấu tạo của lưới thu. Ở độ sâu nhỏ lưu lượng dòng chảy qua lưới được tính như đối với đập tràn thành mỏng và tính như với dòng chảy qua lỗ khi ở độ sâu lớn hơn.



Hình 2. Cấu tạo cửa thu nước mặt đường.

Công suất thu nước khi chiều sâu lớp nước trên mặt lưới nhỏ có thể tính theo công thức [5]:

$$Q_i = C_w \cdot P \cdot d^{1.5} \quad (3)$$

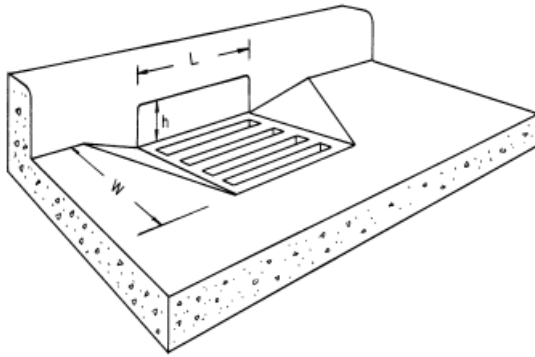
Công suất thu nước khi chiều sâu lớp nước trên mặt lưới lớn có thể tính theo công thức [5]:

$$Q_i = C_0 \cdot A_g \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot d} \quad (4)$$

Trong đó:

- +  $C_w$ : là hệ số thực nghiệm,  $C_w = 1,66$
- + P: là chu vi lưới chắn rác, không tính phần cạnh kê vào kết cấu cửa thu
- +  $C_0$ : là hệ số lưu lượng dòng chảy qua lỗ,  $C_0 = 0,67$
- +  $A_g$ : tổng diện tích thông thủy theo hình chiếu bằng các khe hở lưới chắn rác
- + d: là độ sâu mực nước trung bình trên lưới thu, (m),  $d = 0,5 \cdot (d_1 + d_2)$

Loại ga kết hợp giữa cửa thu nước mặt đường với cửa thu nước mở bó vỉa có hiệu suất thu nước cao do tăng được tổng diện tích thu nước, phù hợp trong điều kiện bị ngập úng. Tuy nhiên với cấu tạo thông thường như hiện nay thì phải sử dụng lưới chắn rác cho cả cửa thu mở bề mặt để ngăn rác có kích thước vượt qua giới hạn cho phép chảy vào cống và nhược điểm dễ bị tắc rác còn tồn tại nên hiệu suất thu nước trong điều kiện thực tế vẫn còn thấp. Cấu tạo ga mới bài viết đề xuất sẽ tập trung nghiên cứu khắc phục tồn tại này.



Hình 3. Cấu tạo cửa thu nước kết hợp.

Công suất thu nước của loại ga có cửa thu kết hợp có thể được xác định bằng cách cộng công suất thu nước của cửa thu mặt đường với công suất cửa thu nước mở bó vỉa với các công thức xác định tùy theo kích thước cửa thu, lưới chắn rác và độ sâu mực nước tại cửa thu như trình bày trên đây.

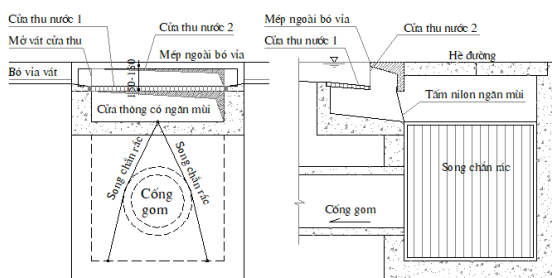
### 3. Đề xuất cấu tạo ga thu nước mưa

Loại ga thu nước mưa phù hợp áp dụng cho những khu vực trung thấp, thường xuyên bị ngập úng cần phải đạt được các yêu cầu cơ bản gồm:

- + Hiệu suất thu nước cao
- + Giữ lại được cặn, rác trôi nổi có trọng lượng, kích thước vượt quá giới hạn cho phép chảy vào cống
- + Đảm bảo các yếu tố an toàn giao thông, mỹ quan và môi trường
- + Thuận tiện cho công tác vớt cặn, rác định kỳ
- + Cấu tạo đơn giản, dễ thực hiện và kinh tế

Với kích thước ga lựa chọn theo định hình thông dụng, để nâng cao hiệu suất thu nước cần nghiên cứu cấu tạo cửa thu sao cho tổng diện tích thông thủy lỗ thu lớn, có khả năng tự chống lại sự tắc nghẽn do rác trôi nổi, tổn thất thủy lực dòng chảy vào và qua cửa thu nhỏ.

Từ các yêu cầu đưa đối với một ga thu nước mưa phù hợp với phần lớn điều kiện thực tế ở các đô thị Việt Nam, bài viết đề xuất loại ga thu nước mưa như Hình 4 sau:



Hình 4. Đề xuất cấu tạo ga thu nước mưa hạn chế tắc nghẽn nâng cao hiệu suất thu.

Cửa thu số 1 sử dụng loại lưới chắn rác thông dụng hiện nay, có

tác dụng chặn dòng chảy rãnh biên đường hiệu quả ở những thời gian đầu trận mưa, tuy nhiên cửa thu này rất dễ bị tắc nghẽn bởi rác. Với cấu tạo ga đề xuất, dòng chảy qua cửa thu số 2 thông thoáng do không cần đặt lưới an toàn sẽ có tác dụng quét những thành phần rác đang có xu hướng tắc ở cửa thu 1 vào trong ga, hạn chế các yếu tố gây tắc nghẽn tại đây.

Cửa thu số 2 đặt trùng với mép ngoài bó vỉa đường, cửa thu theo phương đứng nên không cần lưới an toàn giao thông, kích thước thông dụng của cửa thu có chiều cao từ 0,18-0,20m, dài 1,0m. Với kích thước thông thủy như vậy thì gần như toàn bộ rác trôi nổi sẽ bị đẩy vào trong ga và bị giữ lại trước song chắn của ga những phần rác có kích thước vượt qua giới hạn cho phép trôi vào cống.

Song chắn rác được đặt trong ga cho phép thiết kế tăng diện tích làm việc lên đến gấp 6-8 lần so với ga thu thông thường hiện nay. Trường hợp này song chắn rác chỉ làm nhiệm vụ chắn rác, khoảng cách giữa các song phụ thuộc vào kích thước rác cho phép lọt qua song chảy vào cống, không cần phải đảm bảo các điều kiện an toàn giao thông như lưới chắn rác đặt trên mặt đường nên dễ dàng thiết kế cấu trúc phù hợp vừa đáp ứng yêu cầu chắn rác vừa giảm tổn thất thủy lực nước qua song. Đặt song chắn rác theo giải pháp này còn có tác dụng như một bẫy rác vì dòng chảy và trọng lực rác luôn có xu hướng kéo rác xuống phía đáy trước khi lan dần lên phía trên theo thời gian nên chu kỳ cào vớt sẽ được kéo dài. Song chắn có thể sử dụng nhựa hoặc thép với kết cấu đơn giản do lực tác động là không đáng kể nên chi phí chế tạo thấp.

Để ngăn mùi từ ga thoát ra ngoài, tại cửa thông giữa hai cửa thu và lòng ga sử dụng loại tấm bạt nylon với phía trên liên kết vào mép dưới cửa thu số 2, các phía còn lại để tự do. Yêu cầu đối với tấm bạt nylon ngăn mùi là bền, có độ dày vừa phải để vừa đảm bảo độ mềm dẻo cho nước đi qua với trở lực nhỏ và tự trả lại bịt kín hoàn toàn cửa thông khi rút hết nước, tức là tự đóng kín.

Đáy cửa thu 1 cần có độ dốc lớn, tối thiểu 25% về phía lòng ga và trơn nhẵn để đảm bảo cặn không lắng đọng và nước dễ dàng qua tấm bạt nylon ngăn mùi ngay cả khi có lượng nước nhỏ.

Công suất của ga thu nước mưa đề xuất được xác định bằng tổng lưu lượng qua cửa cửa thu 1 và 2 và có thể sử dụng các công thức (1), (2), (3), (4) với các điều kiện áp dụng như đã trình bày để làm cơ sở xác định.

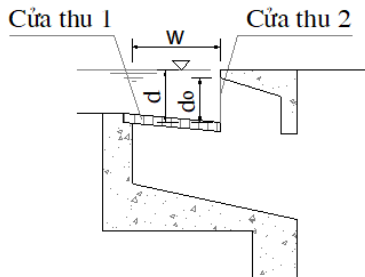
Một trong những đối tượng áp dụng của ga đề xuất là cải tạo hệ thống ga thu trên các tuyến thoát nước hiện trạng để nâng cao hiệu suất thu nước giảm ngập úng đô thị. Khi đó trong tính toán thiết kế cần giới hạn mực nước tối đa đảm bảo phương tiện giao thông đi lại ở mức chấp nhận được và độ sâu mực nước ở mép lòng đường (d) khoảng 20-25cm được xem là thông số đầu vào tính toán thích hợp. Trường hợp này có thể xem cửa thu 1 và 2 làm việc theo chế độ dòng chảy qua lỗ, công suất thu nước của ga được xác định bằng công thức:

$$Q_i = C_0 A_g \sqrt{2g(d - 0,5iw)} + C_0 d_0 L \sqrt{2g(d - 0,5d_0)} \quad (m^3/s) \quad (5)$$

Trong đó:

- +  $C_0$ : là hệ số lưu lượng dòng chảy qua lỗ,  $C_0 = 0,67$ ;
- +  $A_g$ : là tổng diện tích thông thủy theo hình chiếu bằng các khe hở lưới chắn rác cửa thu 1, ( $m^2$ );

- +  $d$ : là độ sâu mực nước tại mép ngoài lòng đường tiếp giáp với bó vỉa, (m);
- +  $i$ : là độ dốc ngang của lưới chắn rác cửa thu 1 (Thường thiết kế bằng độ dốc ngang rãnh biên đường,  $i = 10\%$ );
- +  $w$ : chiều rộng cửa thu 1, (m);
- +  $L$ : là chiều dài cửa thu 2, (m);
- +  $d_0$ : là chiều cao cửa thu 2, (m).



Hình 5. Cấu tạo cửa thu.

#### 4. Kết quả và thảo luận

Kiểu thu nước mặt đường thường hiện được ưu tiên lựa chọn trong thiết kế, tuy nhiên muốn tăng công suất thu nước thì phải sử dụng cửa thu và lưới chắn rác có kích thước lớn, điều này sẽ ảnh hưởng đến giao thông và kém mỹ quan. Ngoài ra loại này rất nhạy cảm với tắc nghẽn rác nên hiệu suất thu nước trong điều kiện thực tế giảm mạnh, cần phải có hệ số dự phòng khi thiết kế cũng như phải đảm bảo công tác vệ sinh song chắn rác được thực hiện thường xuyên.

Kiểu thu nước hỗn hợp cũng đang được các kỹ sư lựa chọn cho rất nhiều dự án với mục đích nâng cao hiệu suất thu nước nhưng với giải pháp dùng lưới chắn rác cho toàn bộ các cửa thu như hiện nay vẫn bị hạn chế do tình trạng tắc nghẽn.

Đề xuất cấu tạo ga thu nước mưa kết hợp cửa thu nước mặt đường và kiểu thu nước ngang bó vỉa (Hình 4) có khả năng bẫy rác dựa trên các yếu tố thủy lực dòng chảy và cấu trúc cửa thu, song chắn rác phù hợp sẽ hạn chế được sự tắc nghẽn, nâng cao hiệu suất thu nước. Vấn đề ngăn mùi của ga đề xuất nghiên cứu sử dụng loại tấm bạt nylon có độ dày, độ mềm dẻo phù hợp để có trở lực nhỏ, ít ảnh hưởng đến lưu lượng dòng chảy từ cửa thu vào ga nhưng đủ để tự đóng lại khi đã

rút cạn nước.

Cửa thu nước kết hợp của loại ga đề xuất cần phải được nghiên cứu chế tạo định hình bằng các loại vật liệu như thép, gang, nhựa hay bê tông để tối ưu hóa các yếu tố kỹ thuật, mỹ quan và kinh tế.

Cấu tạo ga đề xuất cần được nghiên cứu thực nghiệm, thiết kế ứng dụng thí điểm nhằm xác định những thông số tính toán có độ tin cậy và kiểm tra, đánh giá mức độ hiệu quả thực tế của nó.

Nghiên cứu áp dụng cấu tạo ga đề xuất với công thức (5) xác định công suất thu nước để cải tạo hệ thống ga thu nước mưa hiện trạng ở những khu vực thường bị ngập úng.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Hoàng Văn Huệ. Thoát nước, Tập 1 Mạng lưới thoát nước. NXB Khoa học và kỹ thuật. Hà Nội, 2002.
- [2]. Dương Thanh Lượng. Giáo trình Mô phỏng mạng lưới thoát nước bằng SWMM.
- [3]. Phạm Ngọc Sáu. Thiết kế mạng lưới thoát nước đô thị. NXB Xây dựng.
- [4]. Nguyễn Tài. Thủy Lực Đại Cương, NXB Xây Dựng, Hà Nội, 1999.
- [5]. TCVN 7957:2008. Thoát nước - Mạng lưới và công trình bên ngoài - Tiêu chuẩn thiết kế.
- [6]. S.A. Brown, S.M. Stein, J.C. Warner. Urban Drainage Design Manual Hydraulic Engineering Circular 22, Second Edition.
- [7]. S.A. Brown, J.D. Schall, J.L. Morris, C.L. Doherty, S.M. Stein, J.C. Warner. Urban Drainage Design Manual Hydraulic Engineering Circular 22, Third Edition.
- [8]. "Theory, Application, and Sizing of Air Valves", 1997. Val-Matic Valve & Mfg. Corp. Zumdahl, Steven S. Chemistry, third edition.
- [9]. H.Reissig: Laboratorium sunterchungen zur unterirdischen Enteisung von Grundwassern Acta hydrochim et hydrobiol. 10 (1982). 5, 487-496.
- [10]. H.Reissig, A. Enteisungsalagen Teil 2: Kinetik der initialen Sauerstoffzehrung im Bodennaterial eines reduzierten Grundwasserleister Acta hydrochim et hydrobiol 13 (1985) 4,461- 468.
- [11]. P. Boochs, G. Barovic: Numerical model describing groundwater treatment by recharge of oxygenated water, water resources research 1981, vol 17. N1.
- [12]. American Water Work Ass.n (1976), Water Distribution operator training Handbook Copyright, pp.25-58.
- [13]. James B. (Burt) Rishel, P.E (2002), Water pumps and pumping Systems, pp.1- 8.
- [14]. Japan water works Association (1969), Design criterion of water works facilities.