

Tính toán cân bằng nước nhằm đánh giá nhu cầu sử dụng nước và lượng nước thải phát sinh theo nhóm ngành nghề trong khu công nghiệp

Phạm Thanh Tuấn, Mai Thanh Dung, Nguyễn Mạnh Khải, Nguyễn Thùy Linh, Nguyễn Như Dũng, Phạm Thị Thúy

Tóm tắt—Sự phát triển của các Khu công nghiệp (KCN) tại Việt Nam sẽ tạo ra những áp lực đối với tài nguyên nước ở cả quy mô địa phương và quốc gia do lượng lớn nước sử dụng và thải ra môi trường. Nghiên cứu này thông qua tính toán cân bằng nước đưa ra những phân tích và đánh giá nhu cầu sử dụng nước và lượng nước thải phát sinh theo nhóm ngành nghề công nghiệp. KCN Long Thành (LT) và KCN Nhơn Trạch III giai đoạn 2 (NT3GD2), tỉnh Đồng Nai, được lựa chọn làm địa điểm nghiên cứu điển hình. Theo kết quả tính toán và phân tích cân bằng nước cho thấy nhu cầu sử dụng nước của các khối ngành công nghiệp phụ thuộc vào đặc điểm ngành nghề sản xuất. Trong đó, nhóm ngành dệt nhuộm và may mặc là những nhóm ngành có nhu cầu sử dụng nước cao nhất đồng thời là khối ngành nghề có tỷ lệ nước thất thoát và lượng nước thải lớn nhất, trong khi đó các ngành điện tử và vật liệu xây dựng sử dụng nước thấp nhất. Ngành Cơ khí có lượng nước thất thoát lớn nhất. Tỷ lệ nước thải/nước cấp của KCN LT cao hơn KCN NT3GD2 gấp từ 1,1 (nhóm ngành dệt nhuộm) đến 1,5 lần (nhóm ngành cơ khí). Tỷ lệ nước thải/nước cấp trong KCN NT3GD2 nhỏ hơn 80% đối với tất cả các nhóm ngành nghiên cứu. Hệ số nước cấp và hệ số nước thải của KCN LT cao hơn KCN NT3GD2 ở tất cả các nhóm ngành, đặc biệt là nhóm ngành may mặc (tương ứng 368,55 m³/ha. ngày đêm; 334,66 m³/ha. ngày đêm ở KCN LT và 28,39 m³/ha. ngày đêm; 17,38 m³/ha. ngày đêm ở KCN NT3GD2).

Từ khóa—Nước thải công nghiệp, cân bằng nước, KCN Long Thành, KCN Nhơn Trạch III giai đoạn 2

Bài nhận ngày 14 tháng 03 năm 2017, chấp nhận đăng ngày 25 tháng 08 năm 2017).

Phạm Thanh Tuấn, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội (email: phamthanhantuan@gmail.com)

Mai Thanh Dung, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội (email: mtdung@monre.gov.vn)

Nguyễn Mạnh Khải, Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, (email: nguyenvanmanhkhai@hus.edu.vn)

Nguyễn Thùy Linh, Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Nguyễn Như Dũng, Viện Nhiệt đới Môi trường, TPHCM
Phạm Thị Thúy, Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Nền kinh tế của Việt Nam đã tăng trưởng liên tục trong suốt thời gian vừa qua từ khi tiến hành công cuộc đổi mới. Động lực cho đà tăng trưởng này chủ yếu là sự gia tăng của hoạt động công nghiệp [1]. Mặc dù vậy, các khu công nghiệp (KCN) đang ngày càng mở rộng nhưng dường như mới chỉ chú trọng đến năng suất, chỉ tiêu kinh tế mà chưa quan tâm đúng đắn đến quản lý, sử dụng tiết kiệm tài nguyên, đặc biệt là nguồn tài nguyên nước. Nhu cầu sử dụng nước ngày càng tăng và chất lượng nước suy giảm đang là các vấn đề quan trọng đối với sự phát triển bền vững các KCN. Tái sử dụng nước thải ở quy mô công nghiệp, xử lý nước thải và phi tập trung hóa nguồn cung cấp là biện pháp đáng tin cậy và thực tế để đối phó với những vấn đề trên. Xu hướng này tạo ra yêu cầu cao hơn trong việc nhận thức được các dòng nước bên trong và vượt qua đường biên của KCN [2]. Cân bằng nước được sử dụng như công cụ để tìm hiểu cơ chế dịch chuyển của dòng nước trong các dòng vật chất có ý nghĩa vô cùng quan trọng trong việc đánh giá hiệu quả sử dụng cũng như tạo tiền đề xây dựng các công cụ quản lý nước. Phương pháp tính toán cân bằng nước được sử dụng chủ yếu trong các nghiên cứu về: quản lý lưu vực sông thông qua các mô hình WEAP, Mike Basin tại cửa sông Orbetello, Ý [3], hồ Qinghai, Trung quốc [4], sông Hương [5], sông Đồng Nai [6], sông Cái, Phan Rang [7], sông Lam [8]; hay quản lý nước tại các đô thị [9,10]; hay của các ngành công nghiệp thông qua các dự án sản xuất sạch hơn.

2 ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu lựa chọn KCN Long Thành (LT) và Nhơn Trạch III giai đoạn 2 (NT3GD2) với lý do cả 2 KCN đều có đầy đủ số liệu cần thiết để thực hiện nghiên cứu (diện tích, số lượng lao động, lượng

nước cấp, nước thải...). KCN LT đã đi vào hoạt động ổn định với tỷ lệ lấp đầy gần 100% (93 doanh nghiệp đang hoạt động) nên cơ cấu ngành nghề sẽ hầu như không thay đổi. KCN NT3GD2 có tỷ lệ lấp đầy là 82,49% (43 doanh nghiệp đang hoạt động), là KCN đang phát triển đầu tư, cơ cấu ngành nghề sẽ ngày càng tăng và mở rộng.

Phương pháp nghiên cứu

2.1 Phương pháp thu thập và nghiên cứu tài liệu

Thu thập các thông tin, tài liệu gồm các tài liệu có liên quan đến kinh tế - xã hội, thủy văn, lượng mưa hàng năm, tài nguyên môi trường của khu vực nghiên cứu được sử dụng như tài liệu thứ cấp để phục vụ cho việc phân tích dòng vật chất. Báo cáo giám sát môi trường KCN LT và NT3GD2 năm 2016 được thu thập trong quá trình nghiên cứu.

2.2 Phương pháp điều tra, khảo sát, kết hợp phỏng vấn

Việc thu thập thông tin về hiện trạng sử dụng và phát thải nước tại 2 KCN được thông qua bảng câu hỏi được chuyển đến 136 doanh nghiệp trong 2 KCN bao gồm các nhóm câu hỏi về:

- Thông tin về địa bàn nghiên cứu: Diện tích toàn khu; Diện tích sản xuất; Diện tích cây xanh.
- Thông tin sản xuất: Số lượng nhân công; Số ngày làm việc; Sản phẩm; Công nghệ và quy trình sản xuất; Lượng nguyên liệu đầu vào; Sản lượng sản phẩm đầu ra.
- Hiện trạng tiêu thụ nước: Đặc điểm nguồn nước và dòng chảy; Lượng nước tiêu thụ.
- Hiện trạng nước thải: Lưu lượng; Thành phần; Hiện trạng xử lý.

Các bảng hỏi được đưa trực tiếp và được thu lại từ mỗi doanh nghiệp trong KCN LT và KCN NT3GD2. Trong một số trường hợp, doanh nghiệp chưa trả lời hết thông tin trong bảng hỏi, thông tin được bổ sung thông qua phỏng vấn trực tiếp.

2.3 Phương pháp tính toán cân bằng nước

Phương pháp tính toán cân bằng nước dựa vào định luật bảo toàn vật chất để phân tích sự luân chuyển của dòng nước vào và dòng nước ra khỏi KCN. Do đó, xác định đường biên hệ thống là một yếu tố quan trọng để tính toán cân bằng nước trong phạm vi nghiên cứu [2]. Đường biên tính toán cân bằng nước trong nghiên cứu này là phần diện tích của KCN LT và KCN NT3GD2.

Hình 1 mô hình hóa cân bằng dòng nước vào và ra của 2 KCN nghiên cứu, được cụ thể bằng công thức toán học sau:

$$Q_i = Q_o$$

$$\leftrightarrow Q + Q_{nl} + R = E + P + W + V + I + D + R'$$

Trong đó: Q_i -là tổng lượng nước đầu vào ($m^3/ngày$); Q_o - là tổng lượng nước đầu ra ($m^3/ngày$); Q -là lượng nước cấp cho KCN ($m^3/ngày$); Q_{nl} -là lượng nước trong nguyên liệu cho KCN ($m^3/đơn vị nguyên liệu/đơn vị sản phẩm/ngày$); R -là lượng nước mưa KCN tiếp nhận ($m^3/ngày$); E -là lượng nước thải dẫn vào hệ thống xử lý nước thải KCN ($m^3/ngày$); P -là lượng nước trong sản phẩm ($m^3/đơn vị sản phẩm/ngày$); W -là lượng nước trong chất thải rắn sinh hoạt và sản xuất ($m^3/đơn vị chất thải rắn/ngày$); V - là lượng nước bay hơi ($m^3/ngày$); I - là lượng nước ngấm xuống đất ($m^3/ngày$); D -là lượng nước cho mục đích rửa đường, phòng cháy chữa cháy... ($m^3/ngày$); R' - là lượng nước mưa chảy tràn ($m^3/ngày$).

Hiệu số của các đại lượng dòng vào và dòng ra:

$$dS = Q_i - Q_o [m^3/ngày]$$

Ở điều kiện lý tưởng, tổng lượng nước đầu vào sẽ bằng tổng lượng nước đầu ra, khi đó $dS=0$. Do tính toán các giá trị P , W , V , I , D và R' là rất khó khăn và khó có thể thực hiện được nên dS đại diện cho tổng toàn bộ lượng nước đi vào sản phẩm, lượng nước bốc hơi, lượng nước thất thoát, rò rỉ, thấm thấu vào đất và được tính bằng tổng lượng nước cấp cho KCN trừ đi tổng lượng nước thải, nhằm đánh giá khả năng kiểm soát dòng nước dịch chuyển trong KCN. Giá trị dS càng lớn chứng tỏ lượng nước không tính toán được càng cao, thể hiện khả năng kiểm soát nguồn nước kém hiệu quả.

Trong mỗi nhóm ngành, tác giả tiến hành tính toán hệ số nước thải và hệ số nước cấp dựa trên số liệu về lượng nước cấp sử dụng, lượng nước thải phát sinh cho từng nhóm ngành trong KCN và số liệu về diện tích đất sản xuất công nghiệp của từng nhóm ngành.

2.4 Phương pháp xử lý số liệu

Dựa trên mô tả ngành nghề của các doanh nghiệp, các doanh nghiệp trong 2 KCN được chia thành 13 nhóm ngành nghề gồm: hóa chất, dược phẩm, nhựa & cao su, may mặc, dệt nhuộm, cơ khí, điện tử, vật liệu xây dựng, da giày, gỗ, thực phẩm, bao bì và khác.

Tính toán cân bằng nước của từng doanh nghiệp trong 2 KCN được thực hiện bằng phần mềm Microsoft Excel; các thông tin để tính toán cân bằng nước như: lượng nước cấp sử dụng và lượng nước thải phát sinh trung bình trong 1 ngày hoạt động sản xuất năm 2016, diện tích, dây chuyền sản xuất... Kết quả tính toán cân bằng nước của các

nhóm ngành nghề được tính bằng lượng nước trung bình của các doanh nghiệp trong nhóm ngành nghề đó trên tỷ lệ diện tích của doanh nghiệp. Nghiên cứu tập trung phân tích dựa trên phân loại những nhóm ngành nghề đều xuất hiện ở cả 2 KCN như sau: hóa chất; dược phẩm; nhựa, cao su; may mặc; dệt nhuộm; cơ khí; điện tử và vật liệu xây dựng.

Từ các kết quả tính toán trên, dòng cân bằng nước được thể hiện bằng phần mềm STAN (subSTance flow ANalysis) do nhóm chuyên gia Áo phát triển, được sử dụng để hiện thị dòng cân bằng nước tại KCN với các mũi tên Sankey [13]. Với cách hiển thị này thì dễ dàng nhận ra dòng cân bằng nước có khối lượng lớn nhất trong mô hình (dựa vào độ dày của mũi tên).

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Dựa theo số lượng và mô tả ngành nghề của các doanh nghiệp trong KCN, cơ cấu theo nhóm ngành nghề của 2 KCN được thể hiện trên Bảng 1. KCN LT có 12 nhóm ngành nghề trong đó, xét về diện tích nhóm ngành cơ khí (20%) và nhựa & cao su (16%) chiếm tỷ lệ lớn nhất trong toàn bộ khối ngành công nghiệp của KCN Long Thành, tiếp đến là nhóm ngành hóa chất (11%), may mặc (8%), dệt nhuộm (9%), theo sau là nhóm ngành da giày (4%), vật liệu xây dựng (3%) và thấp nhất là nhóm ngành dược phẩm (1%) và gỗ (2%). Với 10 nhóm ngành nghề được phân chia ở KCN NT3GD2 thì nhóm ngành cơ khí (45%) chiếm tỷ lệ cao nhất, nhóm ngành nhựa, cao su (14%), khác (12%), vật liệu xây dựng (9%) xếp tiếp theo, thấp nhất là nhóm ngành hóa chất (2%) và dệt nhuộm (2%). Nhóm ngành khác chủ yếu là gồm các doanh nghiệp cho thuê nhà xưởng, lưu trữ hàng hóa, văn phòng đại diện, những doanh nghiệp không thuộc phân loại trên chủ yếu là nước thải sinh hoạt (lượng ít) nên nghiên cứu này sẽ không đánh giá hay phân tích số liệu liên quan về lượng nước cấp và nước thải của nhóm ngành này.

Dựa trên Hình 2 và Hình 3 biểu diễn các dòng nước liên quan đến các hoạt động của các nhóm ngành nghề của 2 KCN, nghiên cứu đưa ra phân tích và đánh giá về lượng nước cấp và nước thải như sau.

3.1 Cân bằng nước cho nhóm ngành hóa chất

Nhóm ngành hóa chất KCN LT hiện có 09 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 238.273 m². Lượng nước cấp đầu vào (266,21 m³/ngày) sử dụng chủ yếu cho nhu cầu sản xuất, lượng nước thải (209,86 m³/ngày) chiếm 78,77% nước cấp. Lượng

nước thất thoát là 56,53 m³/ngày, lượng nước này một phần lớn ở trong sản phẩm, bay hơi, thất thoát, rò rỉ, tưới cây, rửa đường trong mỗi doanh nghiệp. Nhóm ngành hóa chất KCN NT3GD2 hiện có 01 doanh nghiệp chuẩn bị đi vào hoạt động với diện tích 1.269 m². Lượng nước cấp (6,49 m³/ngày) sử dụng chủ yếu cho nhu cầu sinh hoạt, lượng nước thải (5,19 m³/ngày) chiếm 80% lượng nước cấp. Với quy mô sản xuất 1,06 tấn sản phẩm/ngày thì lượng nước thải phát sinh theo sản phẩm là gần 4 m³/tấn sản phẩm/ngày, lượng nước thất thoát là 1,3 m³/tấn sản phẩm/ngày. Đặc trưng của ngành hóa chất là có nhu cầu sử dụng nước cấp lớn và một phần nhỏ nước cấp nằm trong sản phẩm (như ngành sản xuất sơn). Nước thải sinh ra từ thiết bị lọc ướn, xả thải bất ngờ, rò rỉ lượng chất lỏng nhỏ từ các bể chứa và sự chuẩn bị nước cung cấp nhiệt độ cao.

3.2 Cân bằng nước cho nhóm ngành dược phẩm

Nhóm ngành dược phẩm KCN LT hiện có 01 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 30.000 m². Lượng nước cấp đầu vào (419,73 m³/ngày) sử dụng chủ yếu cho nhu cầu sản xuất, lượng nước thải (335,78 m³/ngày); lượng nước thất thoát là (83,95 m³/ngày). Nhóm ngành dược phẩm KCN NT3GD2 hiện có 02 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 132.377 m². Lượng nước cấp đầu vào (59,83 m³/ngày) sử dụng cho nhu cầu sản xuất và nhu cầu sinh hoạt. Lượng nước thải (38,86 m³/ngày) chiếm gần 65% lượng nước cấp. Lượng nước thất thoát là 20,97 m³/ngày.

Với quy mô sản xuất (thể hiện qua tổng diện tích nhóm ngành nghề dược phẩm) ở KCN LT nhỏ hơn KCN NT3GD2 nhưng lượng nước đầu vào và đầu ra của KCN LT lớn hơn nhiều so với KCN NT3GD2; và lượng nước thất thoát ở KCN LT lớn hơn KCN NT3GD2. Lượng nước tính trên đơn vị diện tích KCN NT3GD2 gấp 34,77 lần so với KCN LT. Do doanh nghiệp dược phẩm trong KCN LT sản xuất vỏ nang thuốc, quá trình sản xuất sử dụng quy trình lỏng, sản xuất nang thuốc từ dung dịch vỏ nang mềm như gelatin, glycerin và nước, nên trong quá trình sản xuất và điều chế dung dịch vỏ nang sẽ phát sinh lượng nước thải lớn. Còn các doanh nghiệp dược phẩm trong KCN NT3GD2 sản xuất thuốc thú y và dược thảo, lượng nước thải phát sinh nhỏ trong giai đoạn pha chế thuốc. Lượng nước thất thoát trong ngành dược phẩm nằm một phần lớn ở trong sản phẩm (đặc biệt là thuốc dạng ống, chất lỏng), bay hơi, thất thoát, rò rỉ, tưới cây, rửa đường.

3.3 Cân bằng nước cho nhóm ngành nhựa, cao su

Nhóm ngành nhựa, cao su KCN LT hiện có 15 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 350.918 m². Lượng nước cấp đầu vào (1.149,68 m³/ngày) sử dụng cho nhu cầu sản xuất, nhu cầu sinh hoạt và khác (tưới cây, rửa đường, vệ sinh nhà xưởng), lượng nước thải (919,75 m³/ngày) chiếm gần 80% lượng nước cấp, lượng nước thất thoát là (229,93 m³/ngày) chiếm gần 20% lượng nước cấp. Nhóm ngành nhựa, cao su KCN NT3GD2 hiện có 07 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 198.474 m². Lượng nước cấp đầu vào (314,64 m³/ngày) sử dụng cho nhu cầu sản xuất và nhu cầu sinh hoạt. Lượng nước thải (158,78 m³/ngày) chiếm gần 50,5% lượng nước cấp. Lượng nước thất thoát là 155,86 m³/ngày chiếm 49,5% so với nước cấp.

Lượng nước thất thoát một phần lớn trong quá trình sản xuất như công đoạn gia nhiệt, làm nóng chảy vật chất,... nên một lượng lớn nước bị bay hơi. Với quy mô sản xuất ở KCN LT lớn hơn KCN NT3GD2 nhưng lượng nước thất thoát so với lượng nước cấp của KCN LT lại nhỏ hơn so với KCN NT3GD. Ở nhóm ngành nhựa, cao su nước hầu như không đi vào sản phẩm mà chỉ tham gia trong các công đoạn sản xuất. Nếu tính lượng nước sử dụng trên quy mô nhóm ngành (theo diện tích) thì lượng nước cấp cho KCN LT gấp hơn 2 lần so với KCN NT3GD2.

3.4 Cân bằng nước cho nhóm ngành may mặc

Nhóm ngành may mặc KCN LT hiện có 07 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 224.413 m². Lượng nước cấp đầu vào (8.270,75 m³/ngày) sử dụng chủ yếu cho nhu cầu sản xuất, lượng nước thải (7.510,14 m³/ngày) chiếm gần 90,8% lượng nước cấp. Lượng nước thất thoát là (760,61 m³/ngày) chiếm gần 9,2% lượng nước cấp. Nhóm ngành may mặc của KCN NT3GD2 hiện có 03 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 223.684 m². Lượng nước cấp đầu vào (635,05 m³/ngày) sử dụng chủ yếu cho nhu cầu sản xuất, lượng nước thải (388,82 m³/ngày) chiếm gần 61,23% lượng nước cấp. Lượng nước thất thoát là (246,23 m³/ngày) chiếm gần 38,77% lượng nước cấp.

Với quy mô sản xuất ở KCN LT không lớn hơn nhiều so với KCN NT3GD2 nhưng lượng nước cấp của KCN LT lại lớn gấp 13 lần so với KCN NT3GD2. Do trong KCN LT có một nhà máy sản xuất vải thành phẩm và sản xuất may mặc vải jeans có công đoạn giặt, mài nên lượng nước cấp và nước thải nhiều hơn các doanh nghiệp trong KCN NT3GD2 chỉ đơn thuần là các công ty gia

công các sản phẩm may mặc. Ở nhóm ngành may mặc nước hầu như không đi vào sản phẩm mà chỉ tham gia trong các công đoạn sản xuất. Các doanh nghiệp ở đây chủ yếu sản xuất các mặt hàng liên quan đến gia công các phụ kiện trong ngành, chỉ quần jeans, mũ, quần áo,...

3.5 Cân bằng nước cho nhóm ngành dệt nhuộm

Nhóm ngành dệt nhuộm KCN LT hiện có 08 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 249.392 m². Lượng nước cấp đầu vào (7.317,68 m³/ngày) sử dụng chủ yếu cho nhu cầu sản xuất, lượng nước thải (6.349,68 m³/ngày) chiếm gần 86,77% lượng nước cấp. Lượng nước thất thoát là (968 m³/ngày) chiếm gần 13,23% lượng nước cấp. Nhóm ngành dệt nhuộm KCN NT3GD2 hiện có 01 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 100.000 m². Lượng nước cấp đầu vào (133,72 m³/ngày) sử dụng chủ yếu cho nhu cầu sản xuất, lượng nước thải (103,72 m³/ngày) chiếm gần 77,57% lượng nước cấp. Lượng nước thất thoát là (30 m³/ngày) chiếm 22,43% lượng nước cấp.

Lượng nước thất thoát ở KCN LT cao hơn gấp 32,3 lần so với KCN NT3GD2, do KCN LT có số lượng doanh nghiệp nhiều hơn (gấp 8 lần). Mặt khác do KCN LT có nhà máy nhuộm nên máy móc tỏa nhiệt nhiều, dẫn đến lượng nước bay hơi lớn, nước thải phát sinh ở hầu hết các công đoạn sản xuất, thêm vào đó là quá trình thất thoát qua quá trình nhuộm, pha màu. Còn KCN NT3GD2 là nhà máy dệt nên chỉ thất thoát nước trong quá trình dệt.

Về quy mô sản xuất, lượng nước cấp của KCN LT gấp 21,64 lần so với KCN NT3GD2. KCN LT có 08 doanh nghiệp với tổng diện tích 24,9 ha, chiếm 8,1% diện tích cho thuê của KCN nhưng lượng nước thải ra chiếm 34,35% tổng lượng nước thải của cả KCN. Nhóm ngành dệt nhuộm là nhóm ngành phát sinh ra lượng nước thải lớn. Nhóm ngành này sử dụng rất nhiều nước cho các công nghệ hồ sợi, dệt, sang sợi, tẩy trắng... Nước thải chứa nhiều nước và hóa chất tham gia vào sản xuất, hầu như các khâu đều tạo ra nước thải. Đây là nhóm ngành có lượng nước đầu vào và đầu ra đều lớn, và lớn nhất so với các nhóm ngành khác trong KCN.

3.6 Cân bằng nước cho nhóm ngành cơ khí

Nhóm ngành cơ khí KCN LT hiện có 18 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 449.403 m². Lượng nước cấp đầu vào (1.549,78 m³/ngày) sử dụng chủ yếu cho nhu cầu sản xuất, lượng nước thải (849,86 m³/ngày) chiếm gần 54,84% lượng nước cấp. Lượng nước thất thoát là (699,92

$m^3/ngày$) chiếm 45,16% lượng nước cấp. Nhóm ngành cơ khí KCN NT3GD2 hiện có 25 doanh nghiệp với diện tích 478.931 m^2 trong đó có 04 đang hoạt động và 21 doanh nghiệp sắp hoạt động. Lượng nước cấp đầu vào (618,45 $m^3/ngày$) sử dụng chủ yếu cho nhu cầu sinh hoạt và hoạt động khác (tưới cây, rửa đường mỗi doanh nghiệp). Lượng nước thải (221,74 $m^3/ngày$) chiếm 35,85% lượng nước cấp. Đây là nhóm ngành có chiếm tỷ lệ cao nhất KCN với quy mô hơn 95,94 tấn sản phẩm/ngày. Lượng nước cấp sử dụng là 16,15 $m^3/tấn$ sản phẩm/ngày thấp hơn lượng nước cấp tiêu chuẩn cho nhóm ngành cơ khí (20 $m^3/tấn$ sản phẩm/ngày) được nêu trong tài liệu của Ngô Kim Chi, 2008 [14]. Lượng nước thải phát sinh theo sản phẩm khoảng 0,6 $m^3/tấn$ sản phẩm/ngày. Lượng nước thất thoát là (396,71 $m^3/ngày$) chủ yếu là nước thải sinh hoạt chiếm 64,15% lượng nước cấp.

Nước cấp không đi vào sản phẩm của nhóm ngành này. Nước thải của ngành cơ khí thường từ các khu vực làm mát máy, nước mạ, đánh bóng và hơi nước từ một vài công đoạn khác. Một lượng lớn nước bị thất thoát dưới dạng bị bay hơi. Nước làm mát thường được quay vòng trong quy trình.

3.7 Cân bằng nước cho nhóm ngành điện tử

Nhóm ngành điện tử KCN LT hiện có 09 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 522.122 m^2 . Lượng nước cấp đầu vào (1.352,94 $m^3/ngày$) sử dụng chủ yếu cho nhu cầu sản xuất, lượng nước thải (1.028,35 $m^3/ngày$) chiếm gần 76% lượng nước cấp. Lượng nước thất thoát là (270,59 $m^3/ngày$) chiếm 24% lượng nước cấp. Nhóm ngành điện tử KCN NT3GD2 hiện có 02 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 20.288 m^2 . Lượng nước cấp đầu vào (43,99 $m^3/ngày$) sử dụng chủ yếu cho nhu cầu sản xuất, lượng nước thải (26,65 $m^3/ngày$) chiếm gần 60,58% lượng nước cấp. Lượng nước thất thoát là (17,34 $m^3/ngày$) chủ yếu là nước thải sản xuất chiếm 39,42% lượng nước cấp.

Đặc trưng của ngành này không tiêu tốn nhiều nước và nước cấp không đi vào sản phẩm. Nước cấp đầu vào sử dụng cho làm sạch thiết bị, vệ sinh máy móc, tưới cây, rửa đường và sinh hoạt cho công nhân viên, người lao động.

3.8 Cân bằng nước cho nhóm ngành vật liệu xây dựng

Nhóm ngành vật liệu xây dựng KCN LT hiện có 03 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 37.692 m^2 . Lượng nước cấp đầu vào (51,41 $m^3/ngày$) sử dụng chủ yếu cho nhu cầu sản

xuất, lượng nước thải (41,13 $m^3/ngày$) chiếm 80% lượng nước cấp. Với quy mô sản xuất của nhóm ngành là 531,04 tấn/ngày thì lượng nước thải phát sinh theo sản phẩm là 0,08 $m^3/tấn$ sản phẩm/ngày. Lượng nước thất thoát là (10,29 $m^3/ngày$) chiếm 20% lượng nước cấp. Nhóm ngành vật liệu xây dựng KCN NT3GD2 hiện có 05 doanh nghiệp đang hoạt động với diện tích 110.613 m^2 . Lượng nước cấp đầu vào (107,68 $m^3/ngày$), lượng nước thải (25,22 $m^3/ngày$) chiếm gần 23,42% lượng nước cấp. Lượng nước thất thoát là (82,46 $m^3/ngày$) chủ yếu là nước thải sinh hoạt chiếm 76,58% lượng nước cấp.

Nước cấp không đi vào sản phẩm của nhóm ngành này. Các doanh nghiệp thuộc nhóm ngành này chủ yếu làm về sản xuất vật liệu chống cháy, sản xuất gạch, sản xuất cấu kiện bê tông đúc sẵn.

Như vậy, Hình 2 biểu diễn các dòng nước liên quan đến các hoạt động thuộc 12 nhóm ngành nghề trong KCN LT với tổng lượng nước đầu vào khoảng 24.755,94 $m^3/ngày$, tổng lượng nước thải khoảng 18.492,51 $m^3/ngày$ chiếm 74,7% so với lượng nước cấp. Lượng nước thất thoát khoảng 6.263,42 $m^3/ngày$ chiếm 25,3% so với lượng nước cấp. Hình 2 thể diễn các dòng nước liên quan đến các hoạt động thuộc 10 nhóm ngành nghề trong KCN NT3GD2 với tổng lượng nước đầu vào khoảng 3.216,53 $m^3/ngày$, tổng lượng nước thải khoảng 1.643,27 $m^3/ngày$ chiếm 51,09% so với lượng nước cấp.

Đối với KCN LT lượng nước cấp cho nhóm ngành may mặc (8.270,75 $m^3/ngày$) và dệt nhuộm (7.317,68 $m^3/ngày$) là nhiều nhất, chiếm tỷ lệ so với tổng lượng nước cấp của KCN lần lượt là 33,41% và 29,56%. Nhóm ngành gỗ (22,26 $m^3/ngày$) và vật liệu xây dựng (51,41 $m^3/ngày$) sử dụng lượng nước cấp ít nhất, chiếm lần lượt 0,09% và 0,21% so với tổng lượng nước. Tương tự như vậy, lượng nước thải nhiều nhất thuộc về nhóm ngành may mặc (7.510,14 $m^3/ngày$) và dệt nhuộm (6.349,66 $m^3/ngày$) chiếm tỷ lệ so với tổng lượng nước thải toàn KCN lần lượt là 40,61% và 34,34%. Nhóm ngành gỗ (10,16 $m^3/ngày$) và vật liệu xây dựng (41,13 $m^3/ngày$) sử dụng lượng nước cấp ít nhất chiếm tỷ lệ so với tổng lượng nước thải toàn KCN lần lượt là 0,055% và 0,22%.

Theo Hình 3 lượng nước cấp sử dụng cho nhóm ngành may mặc (635,05 $m^3/ngày$) là lớn nhất (không tính nhóm ngành khác) tại KCN NT3GD2, tiếp đến là nhóm ngành cơ khí (618,45 $m^3/ngày$) chiếm tỷ lệ so với tổng lượng nước cấp của KCN lần lượt là 19,74% và 19,23%. Nhóm ngành điện tử (43,99 $m^3/ngày$); hóa chất (6,49 $m^3/ngày$) do chi

có một doanh nghiệp chuẩn bị hoạt động, sử dụng lượng nước cấp ít nhất, chiếm tỷ lệ so với tổng lượng nước cấp của KCN lần lượt là 1,37% và 0,2%. Lượng nước thải phát sinh nhiều nhất thuộc về nhóm ngành may mặc (388,82 m³/ngày) và cơ khí (221,74 m³/ngày) chiếm tỷ lệ lần lượt là 23,66% và 13,5% so với tổng lượng nước thải toàn KCN. Nhóm ngành hóa chất (5,19 m³/ngày) và vật liệu xây dựng (25,22 m³/ngày) sử dụng lượng nước cấp ít nhất chiếm tỷ lệ so với tổng lượng nước thải toàn KCN lần lượt là 0,32% và 1,53%.

Lượng nước thất thoát ít nhất thuộc về nhóm ngành hóa chất (1,3m³/ngày), điện tử (17,34 m³/ngày), dược phẩm (20,97m³/ngày). Lượng nước thất thoát nhiều nhất thuộc về nhóm ngành cơ khí (396,71 m³/ngày) do quá trình bốc hơi nước nhiều trong quá trình sản xuất.

KCN LT và KCN NT3GD2 chưa có hệ thống thu giữ nước mưa cho các hoạt động sản xuất và sinh hoạt, chủ yếu nước mưa theo các hệ thống thu gom nước mưa chảy tràn và được xả thải vào hệ thống nước thải chung của khu vực.

Từ Hình 4, biểu diễn tỷ lệ nước thải/ nước cấp của 6 nhóm ngành trong KCN LT và NT3GD2 có thể thấy tỷ lệ nước thải/nước cấp của KCN LT luôn cao hơn KCN NT3GD2 từ 1,1 (nhóm ngành dệt nhuộm) đến 1,5 lần (nhóm ngành cơ khí). Ngành may mặc và dệt nhuộm trong KCN LT có tỷ lệ nước thải/nước cấp lần lượt là 90,8% và 86,77%, ngành dược phẩm và nhựa cao su có tỷ lệ nước thải/nước cấp là 80%.

Trong KCN NT3GD2 thì tỷ lệ phát sinh nước thải/ nước cấp không lớn hơn 80%, mà thường nhỏ hơn 80%, do số liệu tính toán cân bằng nước của KCN NT3GD2 được đo đạc dựa trên lưu lượng phát sinh nước thải thực tế. Kết quả cho thấy chỉ có ngành dệt nhuộm trong KCN NT3GD2 có tỷ lệ nước thải/nước cấp gần 80%, các ngành còn lại đều

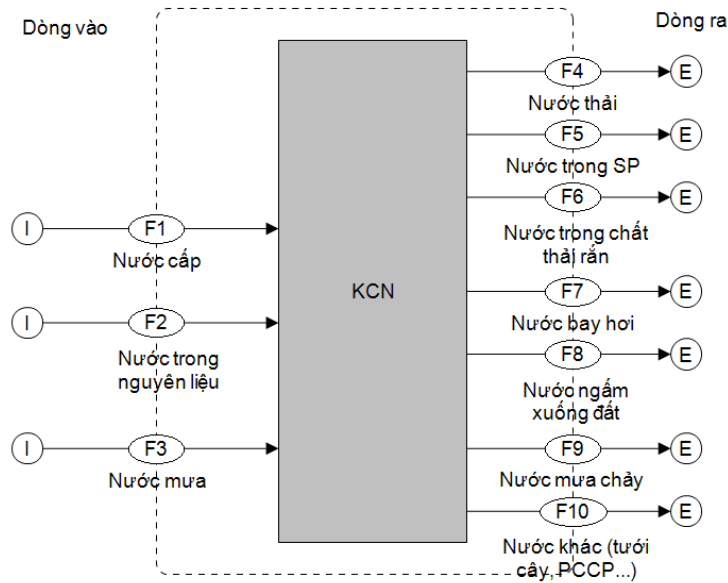
nhỏ hơn 80% (dược phẩm 62%, nhựa cao su 49%, may mặc 59,8%, cơ khí 32% và điện tử 59%)

Bảng 2 thể hiện hệ số nước thải và nước cấp của từng nhóm ngành trong KCN được tính trên tổng lượng nước cấp/thải chia cho diện tích sản xuất công nghiệp của nhóm ngành đó. KCN LT có hệ số nước cấp và nước thải cao hơn KCN NT3GD2 ở tất cả các nhóm ngành. Nhóm ngành may mặc ở 2 KCN đều có hệ số nước cấp, nước thải cao so với các nhóm ngành còn lại.

Hệ số nước cấp của 3 nhóm ngành may mặc; dệt nhuộm; dược phẩm ở KCN LT cao nhất theo thứ tự 368,55 m³/ha.ngđ; 293,42 m³/ha.ngđ; 139,91 m³/ha.ngđ và đây cũng là 3 nhóm ngành có hệ số nước thải cao nhất theo thứ tự tương ứng 334,66m³/ha.ngđ; 254,61 m³/ha.ngđ; 111,93 m³/ha.ngđ. Nhóm ngành hóa chất ở KCN LT có hệ số nước cấp và nước thải thấp nhất là 11,17 m³/ha.ngđ và 8,8 m³/ha.ngđ tương ứng. Các nhóm ngành còn lại của KCN LT có hệ số nước cấp dao động trong khoảng 14-42 m³/ha.ngđ và hệ số nước thải dao động trong khoảng 11-31 m³/ha.ngđ.

Ở KCN NT3GD2 hệ số nước cấp (51,15 m³/ha.ngđ) và nước thải (40,92 m³/ha.ngđ) cao nhất thuộc nhóm ngành hóa chất. Tiếp đến là nhóm ngành may mặc với hệ số tương ứng là 28,39 m³/ha.ngđ và 17,38 m³/ha.ngđ. Các nhóm ngành khác có hệ số nước cấp dao động trong khoảng 05-22 m³/ha.ngđ và từ 03-14 m³/ha.ngđ cho hệ số nước thải.

Theo cơ cấu ngành nghề thì nhóm ngành may mặc ở KCN LT gấp 2,33 lần về số lượng nhà máy và gấp 1,27 lần về diện tích sản xuất công nghiệp nhưng có hệ số nước cấp gấp 13 lần và hệ số nước thải gấp 19,26 lần so với KCN NT3GD2.



Hình 1. Sơ đồ hóa mô hình cân bằng nước trong KCN

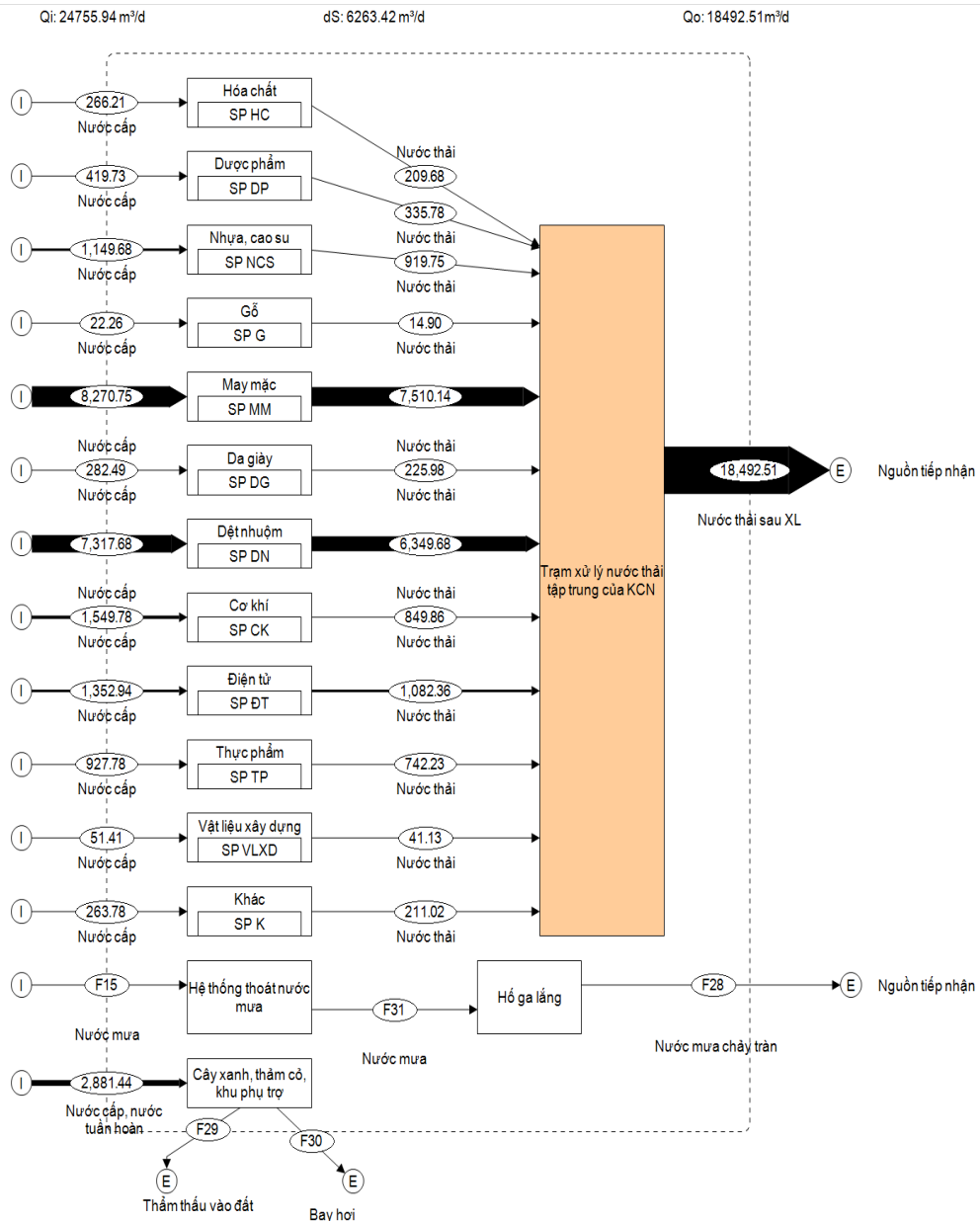
Bảng 1. Cơ cấu ngành nghề của KCN LT VÀ KCN NT3GD2

(số lượng doanh nghiệp/ diện tích (ha))

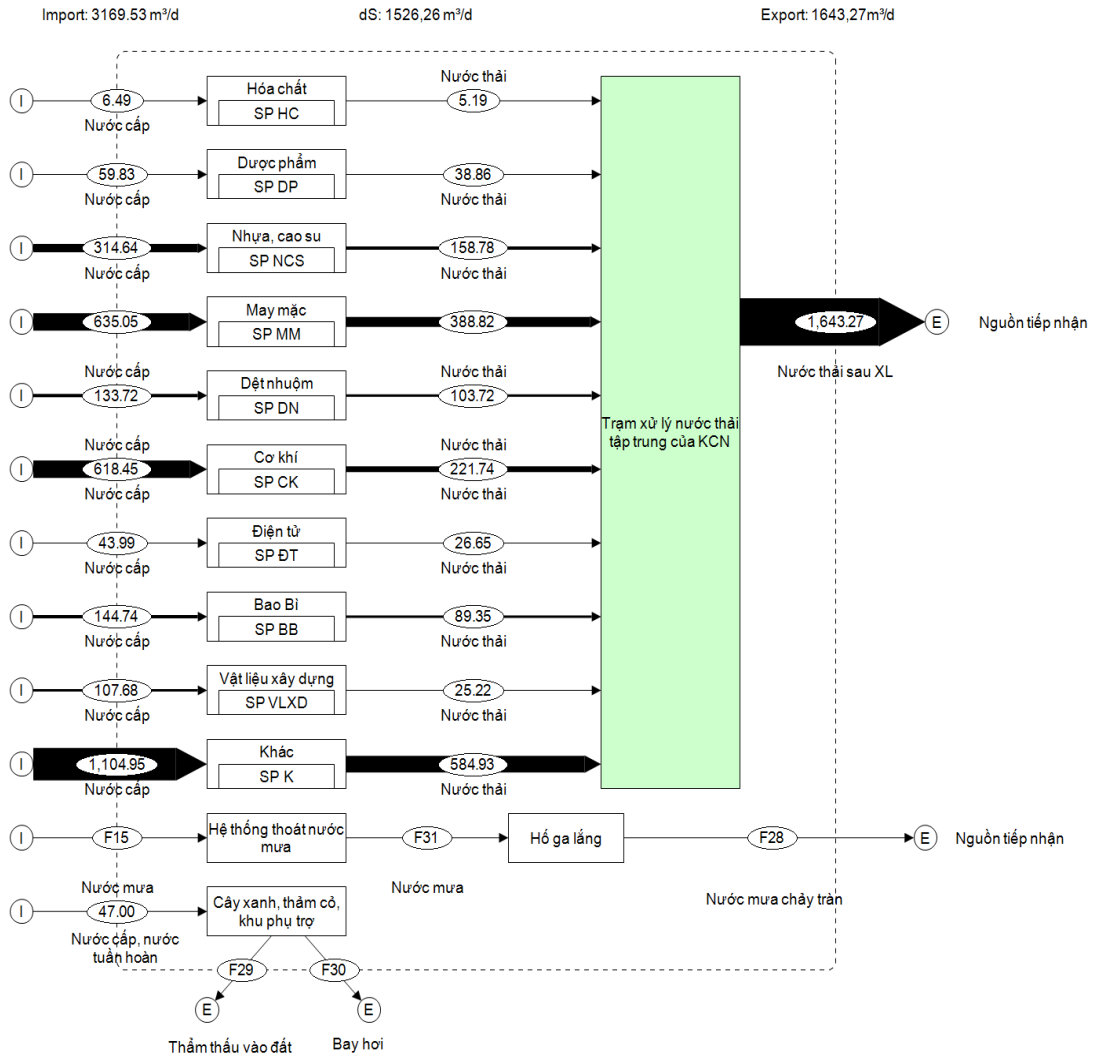
Nhóm Ngành KCN	Hóa chất	Dược phẩm	Gỗ	Nhựa, cao su	May mặc	Da giày	Dệt nhuộm	Cơ khí	Điện tử	Thực phẩm	Vật liệu xây dựng	Bao bì	Khác
KCN LT	11/ 27,06	1/ 3,00	2/ 0,81	14/ 34,86	7/ 22,44	4/ 6,79	8/ 24,94	18/ 44,94	9/ 52,21	9/ 24,11	3/ 3,76	-	3/ 2,98
KCN NT3GD2	3/ 6,14	2/ 13,24	-	5/ 17,70	3/ 17,63	-	1/ 10,00	24/ 46,34	2/ 5,03	-	3/ 5,56	2/ 7,40	5/ 19,99

Bảng 2. Hệ số nước cấp và nước thải của KCN LT VÀ KCN NT3GD2

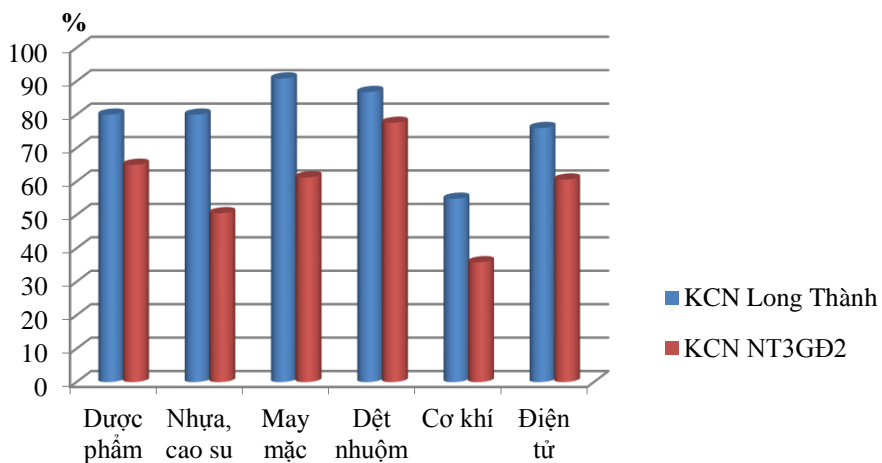
Nhóm ngành	KCN LT		KCN NT3GD2	
	Hệ số nước cấp (m ³ /ha.ngđ)	Hệ số nước thải (m ³ /ha.ngđ)	Hệ số nước cấp (m ³ /ha.ngđ)	Hệ số nước thải (m ³ /ha.ngđ)
Hóa chất	11,17	8,80	51,15	40,92
Dược phẩm	139,91	111,93	4,52	2,94
Nhựa, cao su	32,76	26,21	15,85	8,00
Gỗ	27,34	12,48		
May mặc	368,55	334,66	28,39	17,38
Da, giày	41,61	33,29		
Dệt nhuộm	293,42	254,61	13,37	10,37
Cơ khí	34,49	18,91	12,91	4,63
Điện tử	25,91	20,73	21,68	13,14
Thực phẩm	38,49	30,79		
Bao bì			19,56	12,07
VLXD	13,66	10,93	9,74	2,28
Khác	44,06	35,24	50,36	26,66



Hình 2. Cân bằng nước trong KCN LT



Hình 3. Cân bằng nước trong KCN NT3GD2



Hình 4. Tỷ lệ nước thải/nước cấp của 6 nhóm ngành trong KCN LT và NT3GD2

4 KẾT LUẬN

Kết quả tính toán và phân tích cân bằng nước cho KCN LT và KCN NT3GĐ2 năm 2016 cho thấy nhu cầu sử dụng nước của các khối ngành công nghiệp phụ thuộc vào đặc điểm ngành nghề sản xuất. Theo kết quả của nghiên cứu, dệt nhuộm và may mặc là những nhóm ngành có nhu cầu sử dụng nước cao nhất đồng thời là khối ngành nghề có tỷ lệ nước thất thoát và lượng nước thải lớn nhất, trong khi đó các ngành điện tử và vật liệu xây dựng sử dụng nước thấp nhất. Ngành cơ khí có lượng nước thất thoát lớn nhất.

Tỷ lệ nước thải/nước cấp của KCN LT (là KCN có đã lấp đầy) cao hơn KCN NT3GĐ2 (là KCN chưa lấp đầy) gấp từ 1,1 đến 1,5 lần. Tỷ lệ nước thải/nước cấp trong KCN LT là 74,6% tuân theo hệ số (70-80%) thường được áp dụng trong dự báo lượng nước thải của KCN, trong khi đó KCN NT3GĐ2 chỉ là 51,8%, do có hệ thống đồng hồ đo lượng nước thải phát sinh tại nhiều nhà máy trong KCN.

Hệ số nước cấp và hệ số nước thải của KCN LT cao hơn KCN NT3GĐ2 ở tất cả các nhóm ngành, đặc biệt là nhóm ngành may mặc (tương ứng 368,55 m³/ha.ngđ; 334,66 m³/ha.ngđ ở KCN LT và 28,39 m³/ha.ngđ; 17,38 m³/ha.ngđ ở KCN NT3GĐ2)

LỜI CẢM ƠN

Các tác giả xin trân trọng cảm ơn Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Đồng Nai, Ban quản lý các Khu công nghiệp tỉnh Đồng Nai, Công ty cổ phần Sonadezi Long Thành, Công ty cổ phần dịch vụ Sonadezi, Ban quản lý các KCN Tín Nghĩa - Tổng công ty Tín Nghĩa đã giúp đỡ thu thập số liệu và Bộ Tài nguyên và Môi trường đã hỗ trợ nghiên cứu trong khuôn khổ đề tài khoa học mã số TNMT.2016.04.04.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Yuan, Z., Jiang, W., Bi, J., "Cost-effectiveness of two operational models at industrial wastewater treatment plants in China: a case study in Shengze town, Suzhou City. *J. Environ. Manag.* 91, 2038-2044, 2010.
- [2] Bekithemba G., Siphon M., Jeff B., Darren L., "Industrial water demand management and cleaner production potential: a case of three industries in Bulawayo, Zimbabwe", *Physics and Chemistry of the Earth* 28, 797-804., 2003.
- [3] Vittorio E. B., Riccardo C., Simone L., Giampiero R., "Assessment of environmental management effects in a shallow water basin using mass-balance models", *Ecological Modelling* 172, 213-232, 2004.
- [4] Xiao-Yan L., He-Ye.X., Yong-Liang S., Deng-Shan Z., Zhi-Peng Y., "Lake-level change – water balance analysis at lake Qinghai, West China during recent decades", *Water Resources Management* 21, 1505-1516, 2007.
- [5] Nguyễn Thám, Nguyễn Hoàng Sơn, Nguyễn Đăng Độ, "Vai trò của các hồ chứa nước ở thượng nguồn trong việc tính toán khả năng cấp nước ở lưu vực sông Hương", *Tạp chí Khoa học ĐHSPhCM*, 23, 73-83, 2010.
- [6] Nguyễn Thanh Hùng, "Đánh giá nước và phân phối tối ưu tài nguyên nước khan hiếm ở cấp độ lưu vực sông – thử nghiệm ở vùng hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai", *Tạp chí phát triển KH&CN* 15(M2), 87-101, 2012.
- [7] Hoàng Thanh Sơn, Vũ Thị Thu Lan, Bùi Hồng Hà, "Ứng dụng mô hình Mike Basin xác định cân bằng nước trên lưu vực sông Cái, Phan Rang", *Tạp chí Khoa học và Trái đất* 35(1), 75-80, 2013.
- [8] Đặng Đình Khá, Trần Ngọc Anh, Mai Thị Nga, "Cân bằng nước lưu vực sông Lam bằng mô hình WEAP", *Tạp chí Khoa học: Khoa học tự nhiên và Công nghệ*, 31(3S), 186-194.
- [9] David M., Sakthivadivel R., "Water accounting to assess use and productivity of water", *Water Resources Development* 15, 55-71, 1999.
- [10] Steven K., Alan G., Joseph M. M., "Urban water mass balance analysis", *Journal of Industrial Ecology* 15(5), 693-706, 2011.
- [11] Trung tâm sản xuất sạch Việt Nam, 2008, Hướng dẫn sản xuất sạch hơn ngành giấy và bột giấy, dệt nhuộm, sản xuất tinh bột sắn, sản xuất bia, thuốc da, hoàn tất kim loại và tấm lợp amiăng và xi măng. Hà Nội.
- [12] Ngọc Cẩm, "Nhiều lợi ích từ sản xuất sạch hơn", *Tạp chí Cao su Việt Nam*, tháng 2/2015.
- [13] Phạm Thị Thủy, Vũ Thị Minh Thanh, "Phân tích dòng vật chất (MFA) – Công cụ hữu hiệu để phân tích đánh giá hệ thống quản lý chất thải", *Tạp chí Môi trường Đô thị Việt Nam* ISSN: 1859-3674, 3(87), 28-32, 2014.
- [14] Ngô Kim Chi, "Report on water related industrial development and industrial wastewater", *Water sector review in Vietnam*, ADB, 2008.

[1] Yuan, Z., Jiang, W., Bi, J., "Cost-effectiveness of two operational models at industrial wastewater treatment

Water mass balance to assess the demand for water and wastewater generated by trading groups in industrial zones

Phạm Thanh Tuan, Mai Thanh Dung, Nguyen Manh Khai, Nguyen Thuy Linh, Nguyen Nhu Dung, Pham Thi Thuy

Abstract—The development of Industrial Zones in Vietnam will put pressure on water resources at local as well as national scale, due to the large amounts of water consumed and discharged to environment. This study, via water mass balance, provides analyses and assessments on water demand and wastewater generated in each trading groups (industrial sectors) of the Long Thanh Industrial Zone and the Nhon Trach III Industrial Zone phase 2, Dong Nai – the province with the most industrial zones in Vietnam. According to the water mass balance calculation results, the water demand of industrial sectors depends on their manufacturing characteristics. Of which, Textile and Garment are the sectors with the highest demand, as well as highest water loss rate and

highest amount of wastewater discharged. Meanwhile, Electronic and Construction Materials consume the least amount of water. Machinery sector has the lowest amount of water loss. The wastewater/supply water ratio of the Long Thanh Industrial Zone is always 1,1 (for Textile) to 1,5 (for Machinery) times higher than the Nhon Trach III Industrial Zone phase 2, while the wastewater/supply water ratio of the Nhon Trach III Industrial Zone phase 2 is always less than 80%.

Keywords—Industrial wastewater, water balance, the Long Thanh Industrial Zone, of the Nhon Trach III Industrial Zone phase 2.