

Nghiên cứu thiết kế nhám trong mô hình thí nghiệm thủy lực

ThS. Lê Nguyên Trung, Phó Giám đốc Trung tâm Thủy điện,
Viện Năng lượng – Bộ Công Thương

1. Đặt vấn đề

- Nhiệm vụ của thí nghiệm mô hình thủy lực công trình thủy lợi, thủy điện:

Kiểm nghiệm phương án thiết kế và xác định phương án tối ưu theo điều kiện thủy lực;

Nghiên cứu động học và động lực học dòng chảy trong các công trình dẫn nước và chế độ nối tiếp, an toàn thượng hạ lưu;

Nghiên cứu quy trình khai thác, quy trình vận hành tối ưu về chế độ thủy lực, an toàn công trình;

Nghiên cứu, bổ sung hoàn thiện những quy luật về động học và động lực học dòng chảy.

- Khi tiến hành mô hình hóa mô hình thủy lực, có bốn thông số không thứ nguyên cần phải đảm bảo. Đó là bốn thông số Froude, số Reynolds, độ dốc dòng chảy và độ nhám (hoặc số Chezy). Ta cần biết nhám của khu vực nghiên cứu một đoạn kênh hoặc sông ngoài thực tế hay được gọi là nhám nguyên hình và nhám của mô hình tỷ lệ tương tự và được gọi là nhám mô hình. Nói chung việc mô hình hóa là nhằm dự báo các khả năng xảy ra của nguyên hình nên mọi việc làm sao để nhằm đến dự báo các tính chất vật lý của nguyên hình một cách chính xác. Tuy nhiên, nguyên hình đã tồn tại trong thực tế là một đoạn kênh, một đoạn sông cụ thể nên nhám của nguyên hình coi như đã biết. Còn mô hình chưa xây dựng chúng ta chưa biết nhám của mô hình. Chúng ta cũng chỉ ước lượng nhám mô hình theo kinh nghiệm hoặc các công thức dự báo về nhám. Từ đó chúng ta thiết kế mô hình theo nhám dự báo. Sau đó tiến hành đánh giá: mực nước và vận tốc của thí nghiệm với thực tế. Nếu không phù hợp với thực tế => hiệu chỉnh nhám. Công việc này mất rất nhiều thời gian và công sức, đôi khi làm ảnh hưởng đến tiến độ và mức độ chính xác của dự án.

Trên cơ sở vai trò của thí nghiệm mô hình thủy lực trong thiết kế công trình và tính đặc thù của công việc thiết kế nhám trong mô hình hóa mô hình thủy lực, cho thấy cần thiết phải xây dựng đề tài: Nghiên cứu thiết kế nhám trong mô hình thí nghiệm thủy lực.

2. Phạm vi nghiên cứu

a) Phạm vi nghiên cứu

Do bài toán rất rộng nên nghiên cứu giới hạn phạm vi nghiên cứu: Mô hình chính thái; lòng sông cứng; phía thượng lưu mô phỏng 1 hồ chứa nhỏ để thả lưu lượng nghiên cứu. Tiếp theo mô phỏng 1 đoạn kênh có chiều dài khoảng 15m đã bao gồm cửa cuối.

b) Các trường hợp thí nghiệm

Thành phần hạt gia công nhám lựa chọn các trường hợp $d=5\div 10$ mm; $10\div 15$ mm; $15\div 20$ mm; $20\div 30$ mm. Khoảng cách giữa các hạt dự kiến 5 trường hợp. Như vậy, số tổ hợp thí nghiệm cho thành phần hạt và kích thước hạt là 20 thí nghiệm và 1 thí nghiệm phương án gốc, vậy tổng các tổ hợp là 21. Mỗi trường hợp thí nghiệm được thí nghiệm với 3 độ dốc mặt nước J (được tạo bằng cách khống chế 3 mực nước hạ lưu). Như vậy tổng trường hợp thí nghiệm là $21*3=63$ thí nghiệm.

3. Tình hình nghiên cứu nhám trên thế giới và trong nước

- Trên thế giới vấn đề về nhám nói chung vẫn nêu lên một cách lý thuyết cơ bản về cách tính toán nhám trong sông, kênh thế nào, hoặc cho các bề mặt khác nhau với các loại vật liệu. Trong khi xây dựng mô hình thủy lực ta cần biết (hoặc ước tính trước) được nhám mô hình trước khi chế tạo mô hình, để tính toán các điều kiện tương tự mô hình. Nhưng chỉ sau khi xây

dựng xong mô hình chúng ta mới xác định được nhám thực của mô hình. Do đó khi biết mô hình không đảm bảo được điều kiện tương tự mô hình thì đã muộn. Hiện nay, tại các phòng thí nghiệm mô hình thủy lực ở các nước Châu Âu, Mỹ, Ấn độ... trước khi xây dựng mô hình người ta phải thí nghiệm mô hình trên máng kính có độ dốc thay đổi để xác định hay ước tính trước nhám hay hệ số Chezy của mô hình sẽ nghiên cứu, sau đó mới có số liệu nhám để thiết kế mô hình thủy lực. Vấn đề phức tạp, quan trọng nhất trong mô hình thủy lực là chọn nhám mô hình đảm bảo điều kiện tương tự mô hình.

- Tình hình nghiên cứu thiết kế nhám trong mô hình thí nghiệm thủy lực trên thế giới: Trên thế giới việc nghiên cứu độ nhám cho lòng dẫn hở với lòng sông biến động vẫn còn là một việc rất khó khăn. Đối với lòng dẫn hở nhưng lòng sông không biến đổi (mô hình lòng cứng) đã có nhiều nghiên cứu chỉ ra cách xác định hệ số nhám (n), như tài liệu “Thủy lực dòng chảy hở” của Van Te Chow (mỹ). Hay sổ tay tính toán thủy lực Kixêlep. Tuy nhiên, trong các tài liệu này chỉ trích dẫn hệ số nhám theo đặc trưng lòng dẫn chứ không mô tả cụ thể về cách bố trí, mật độ, kích thước vật liệu.

- Tình hình nghiên cứu thiết kế nhám trong mô hình thí nghiệm thủy lực trong nước: Trong nước các đề tài nghiên cứu thiết kế nhám trong thí nghiệm mô hình thủy lực chưa được thực hiện do nhiều yếu tố khách quan: như điều kiện sân bãi và thiết bị thí nghiệm... Các đơn vị có chức năng về thí nghiệm mô hình thủy lực khi thiết kế nhám trong mô hình chỉ có thể tương tự nhám giữa nguyên hình và mô hình trên cơ sở dò tìm (cấp phối đá và hình thức bố trí mô phỏng nhám) để đảm bảo tương tự giữa mực nước thực tế và mô hình. Việc dò tìm này mất rất nhiều thời gian và công sức.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Xây dựng và thí nghiệm mô hình

4.1.1. Thí nghiệm gốc TN0

Xây dựng và thí nghiệm mô hình phương án gốc TN0 (nhám được mô phỏng là trát vữa xi măng cát) xem hình sau.

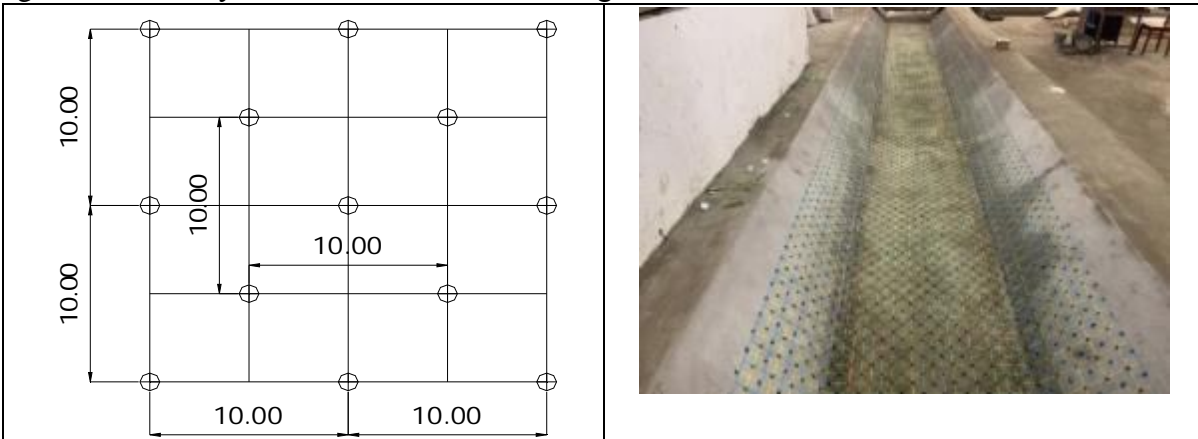




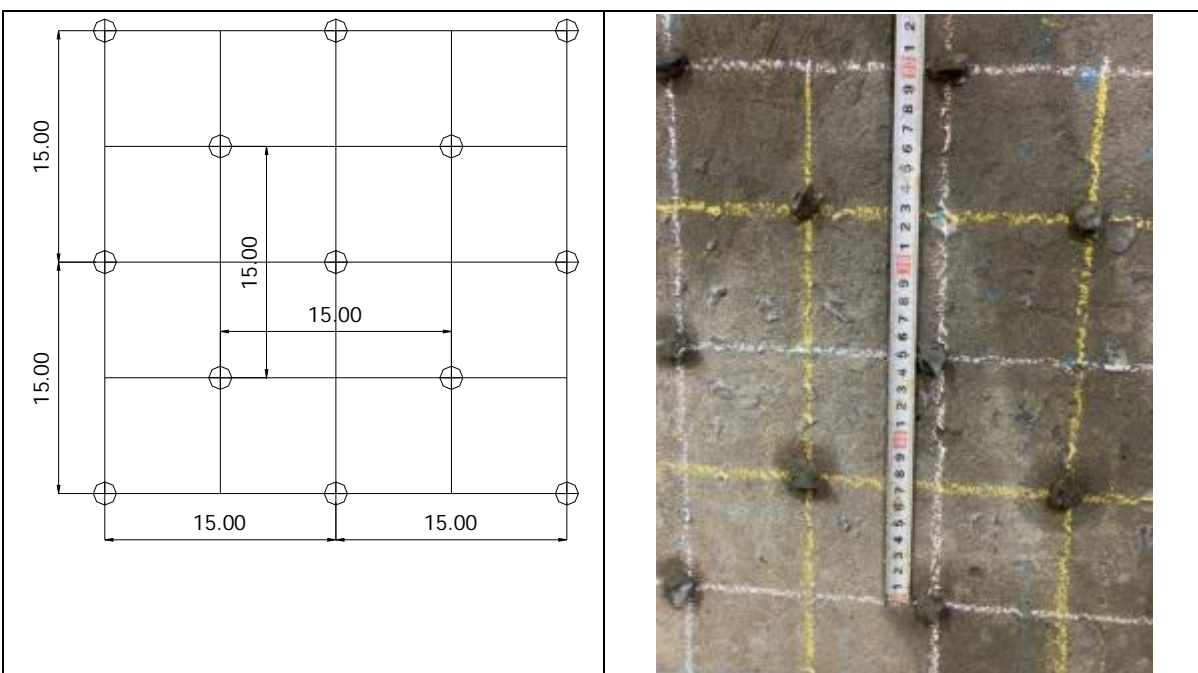
Hình 4.1. Một số hình ảnh về quá trình xây dựng và thí nghiệm TN0

4.1.2. Xây dựng và thí nghiệm mô hình các phương án nghiên cứu

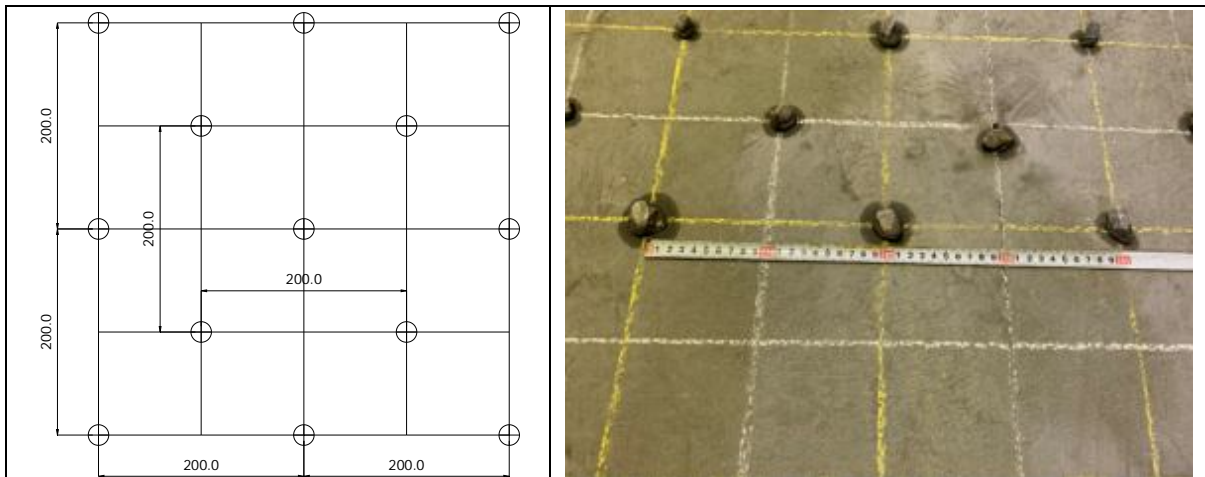
Trên cơ sở phạm vi nghiên cứu tiến hành xây dựng mô phỏng nhám các trường hợp thí nghiệm. Dưới đây là hình ảnh của một số thí nghiệm.



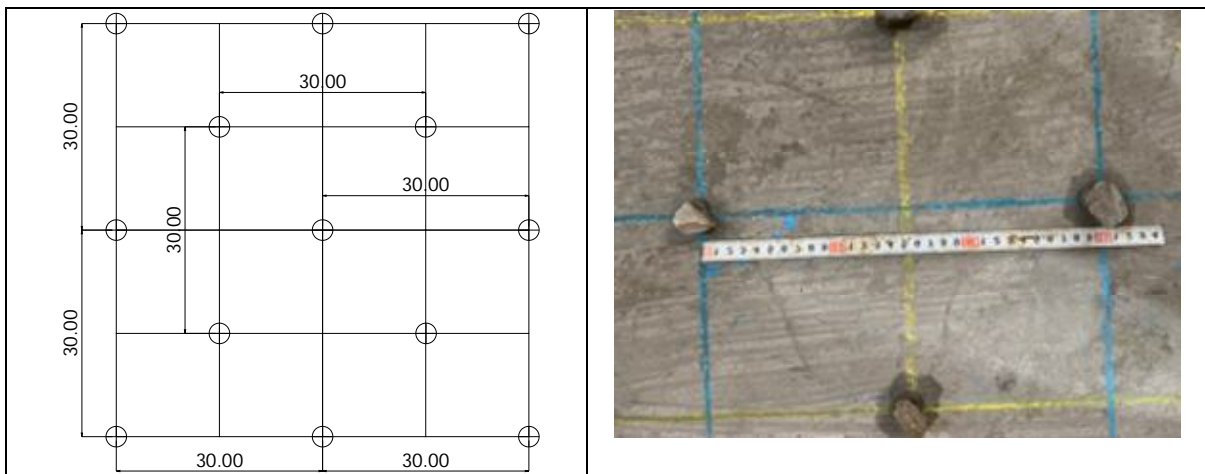
Hình 4.2. Bố trí hạt $d=5-10$ mm, khoảng cách $10d$.



Hình 4.3. Bố trí hạt $d=10-15$ mm, khoảng cách $10d$.



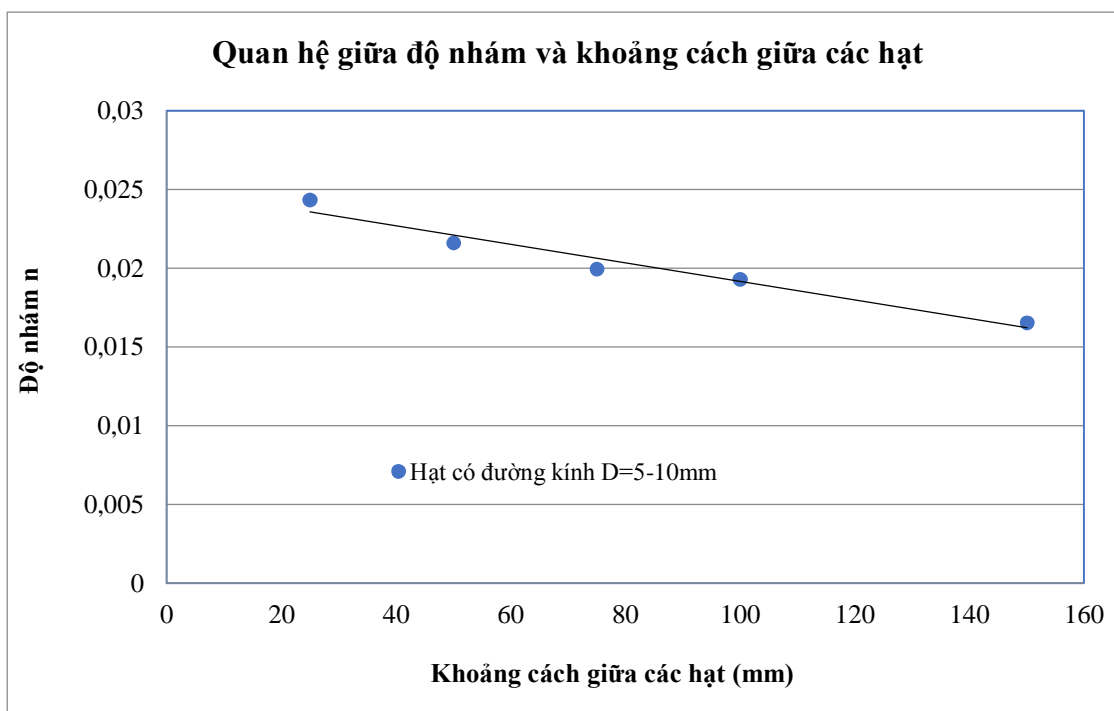
Hình 4.4. Bố trí hạt $d=15-20$ mm, khoảng cách $10d$.



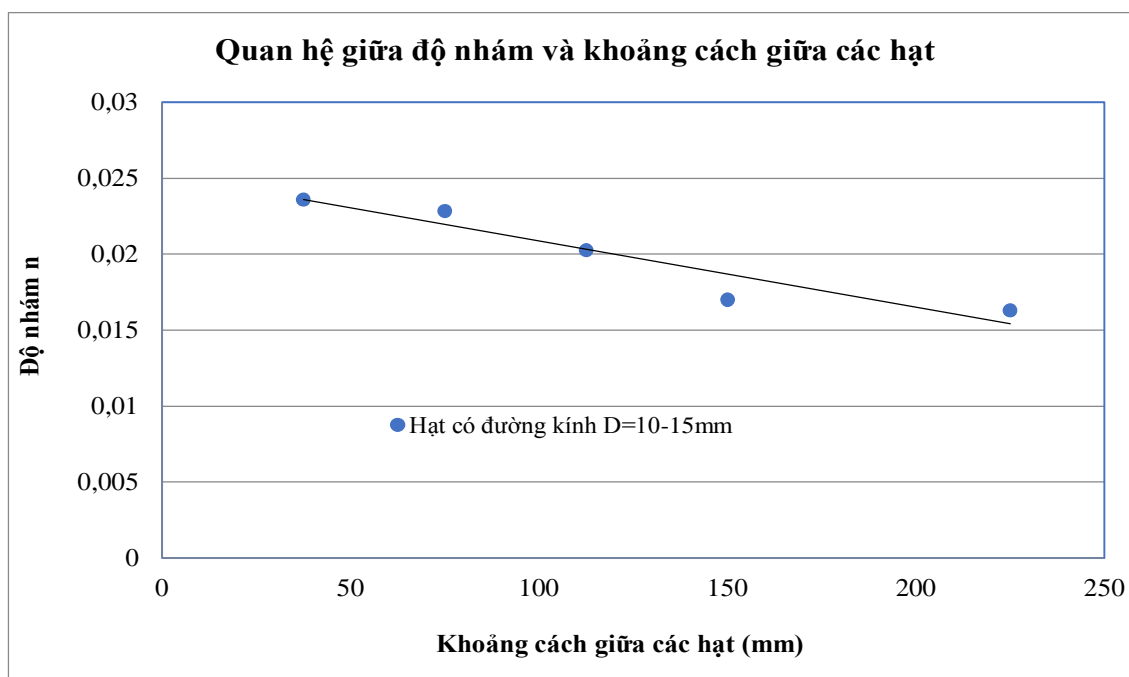
Hình 4.5. Bố trí hạt $d=20-30$ mm, khoảng cách $10d$.

4.2. Đánh giá độ nhám kênh

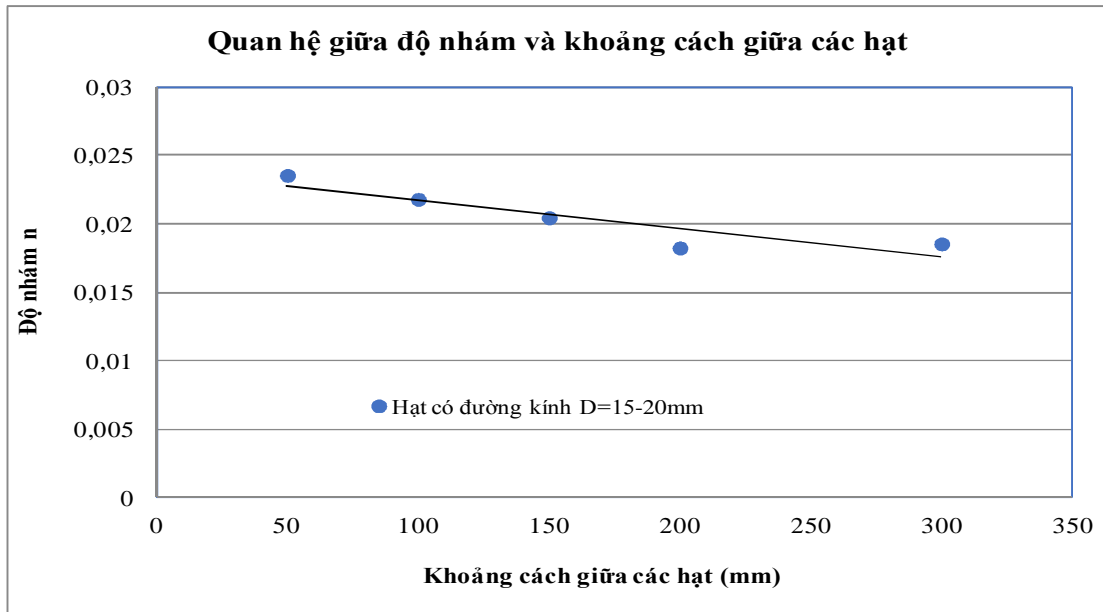
Đánh giá mối quan hệ của độ nhám và khoảng cách mô phỏng giữa các hạt (TN1): Với thí nghiệm TN1 được mô phỏng bởi đá có đường kính hạt từ 5-10mm cho thấy khi mô phỏng bố trí khoảng cách giữa các hạt nhỏ đi thì độ nhám n tăng lên và ngược lại. Quan hệ giữa độ nhám và khoảng cách giữa các hạt xem hình sau:



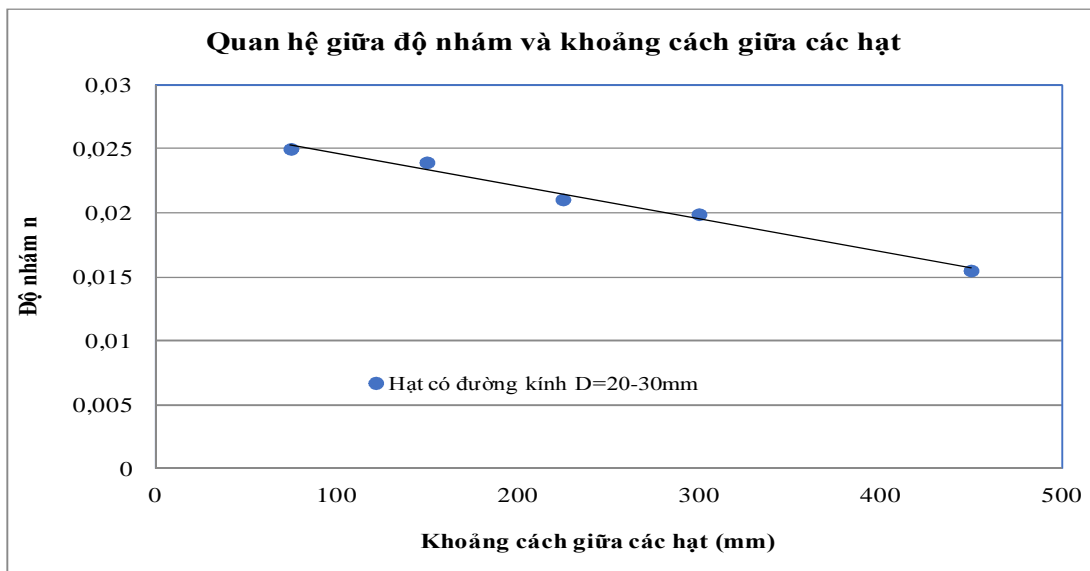
Hình 4.6. Quan hệ của độ nhám và khoảng cách mô phỏng giữa các hạt (TN1)



Hình 4.7. Quan hệ của độ nhám và khoảng cách mô phỏng giữa các hạt (TN2)



Hình 4.8. Quan hệ của độ nhám và khoảng cách mô phỏng giữa các hạt (TN3)



Hình 4.9. Quan hệ của độ nhám và khoảng cách mô phỏng giữa các hạt (TN4)

4.3. Đánh giá độ sâu hiệu quả

- Độ sâu hiệu quả trung bình mặt cắt thứ i được tính theo công thức sau

$$H_{hqi} = Z_{tni} - Z_{oi} \quad (4-1)$$

Trong đó:

H_{hqi} : độ sâu hiệu quả của mặt cắt i

Z_{tni} : Cao độ mực nước trung bình tại mặt cắt thứ i của thí nghiệm mô phỏng nhám.

Z_{oi} : Cao độ mực nước trung bình mặt cắt thứ i của thí nghiệm gốc trát vữa xi măng (TN0)

- Độ sâu hiệu quả của 1 thí nghiệm được xác định theo giá trị trung bình từ độ sâu hiệu quả của mặt cắt thứ 3 đến mặt cắt thứ 7 (những mặt cắt không bị ảnh hưởng bởi điều kiện cửa vào và nước dâng không chế hạ lưu).

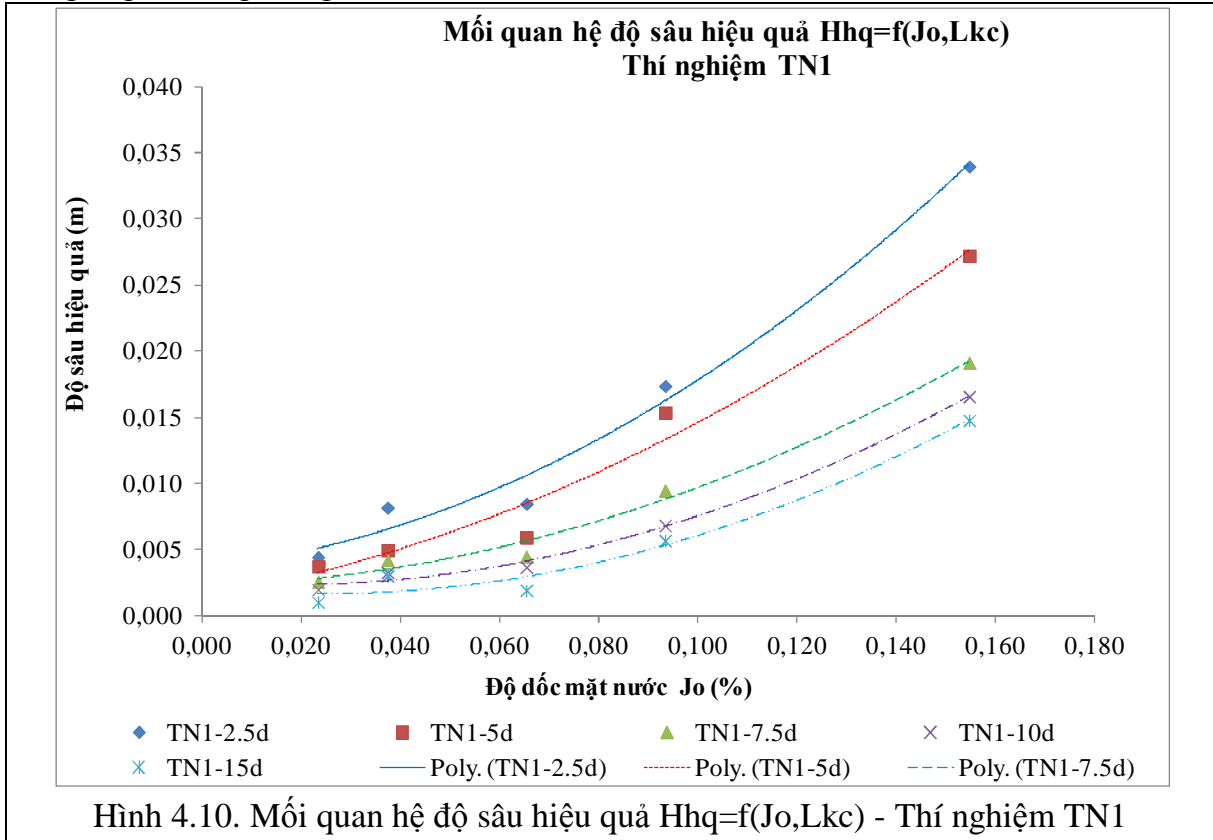
$$H_{hq} = \frac{H_{hqi}}{n} \quad (4-2)$$

Trong đó:

H_{hqi} : độ sâu hiệu quả của mặt cắt i

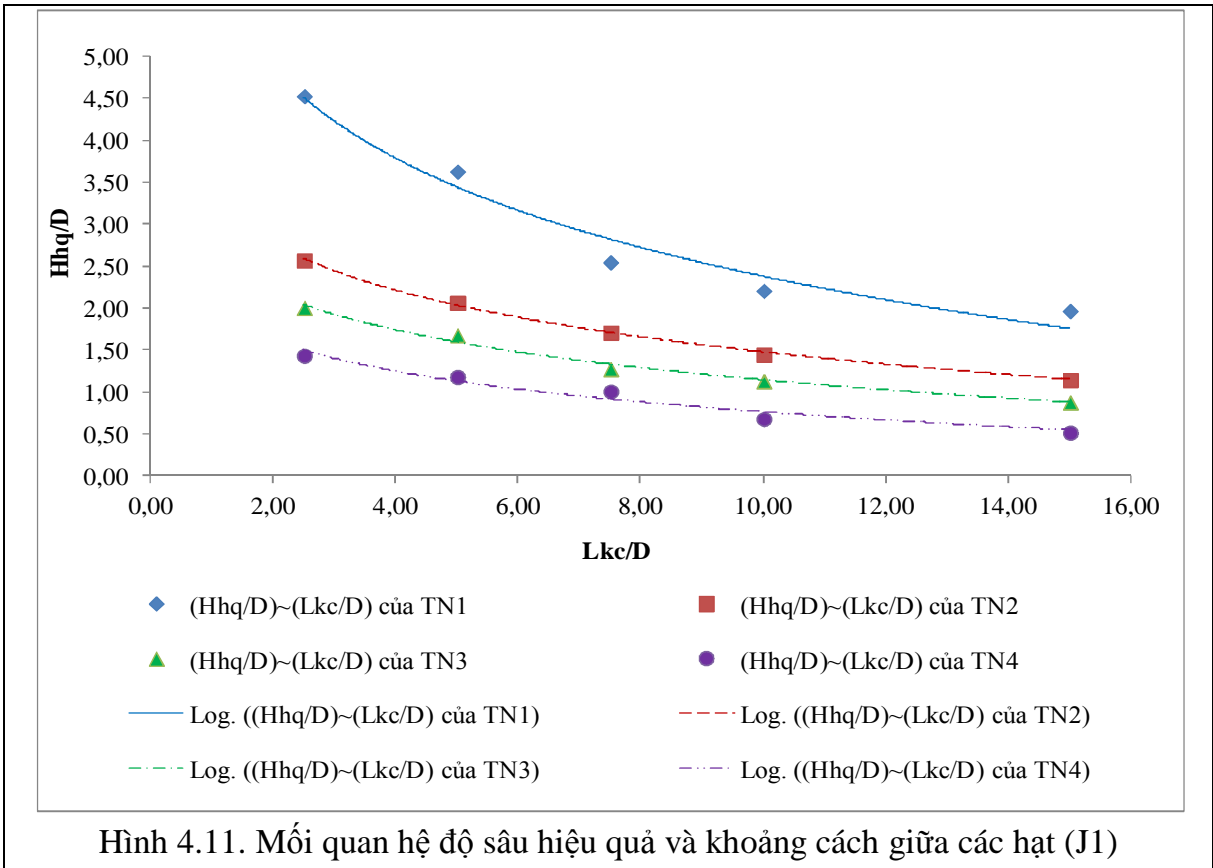
n : số mặt cắt tính toán.

Tổng hợp số liệu tính toán và xây dựng mối quan hệ độ sâu hiệu quả với độ dốc mặt nước tương ứng với từng thí nghiệm như hình sau:

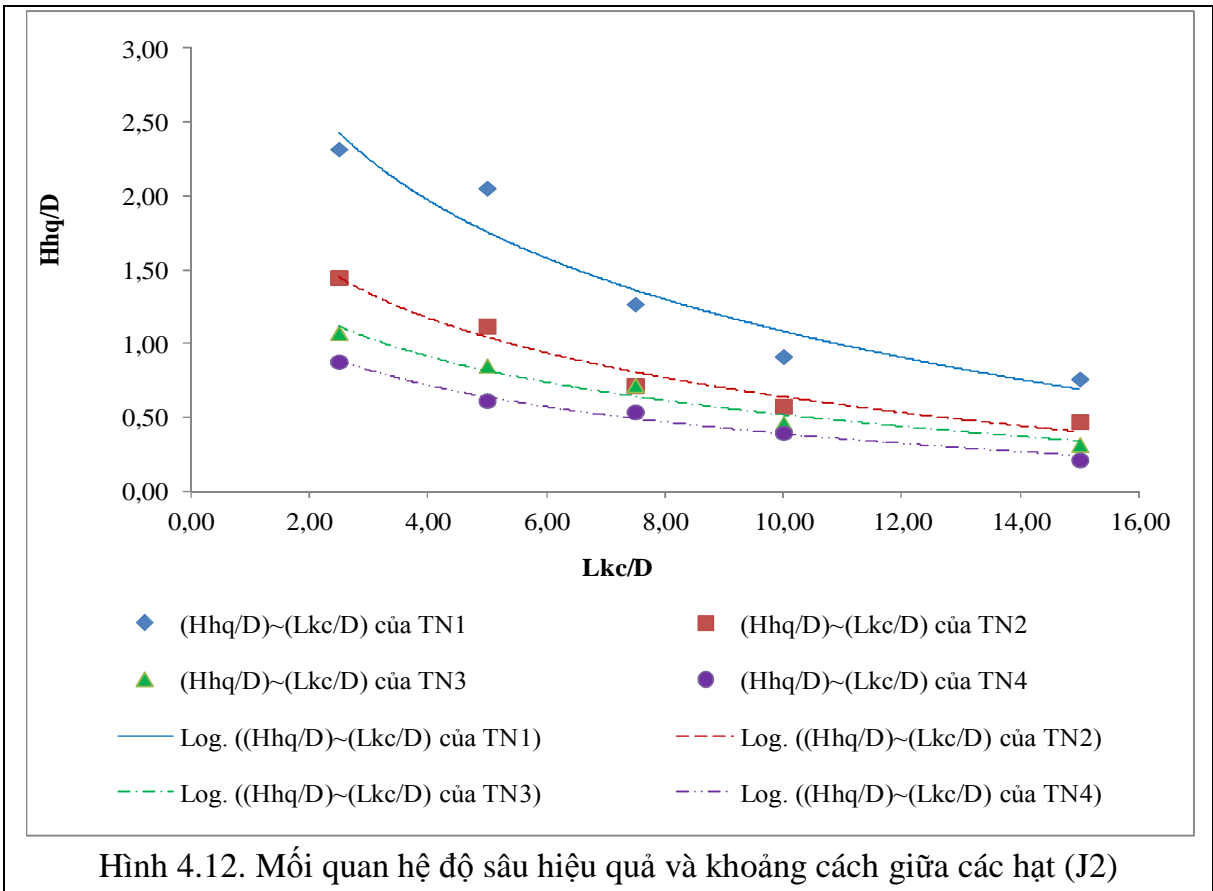


4.4. Xây dựng biểu đồ

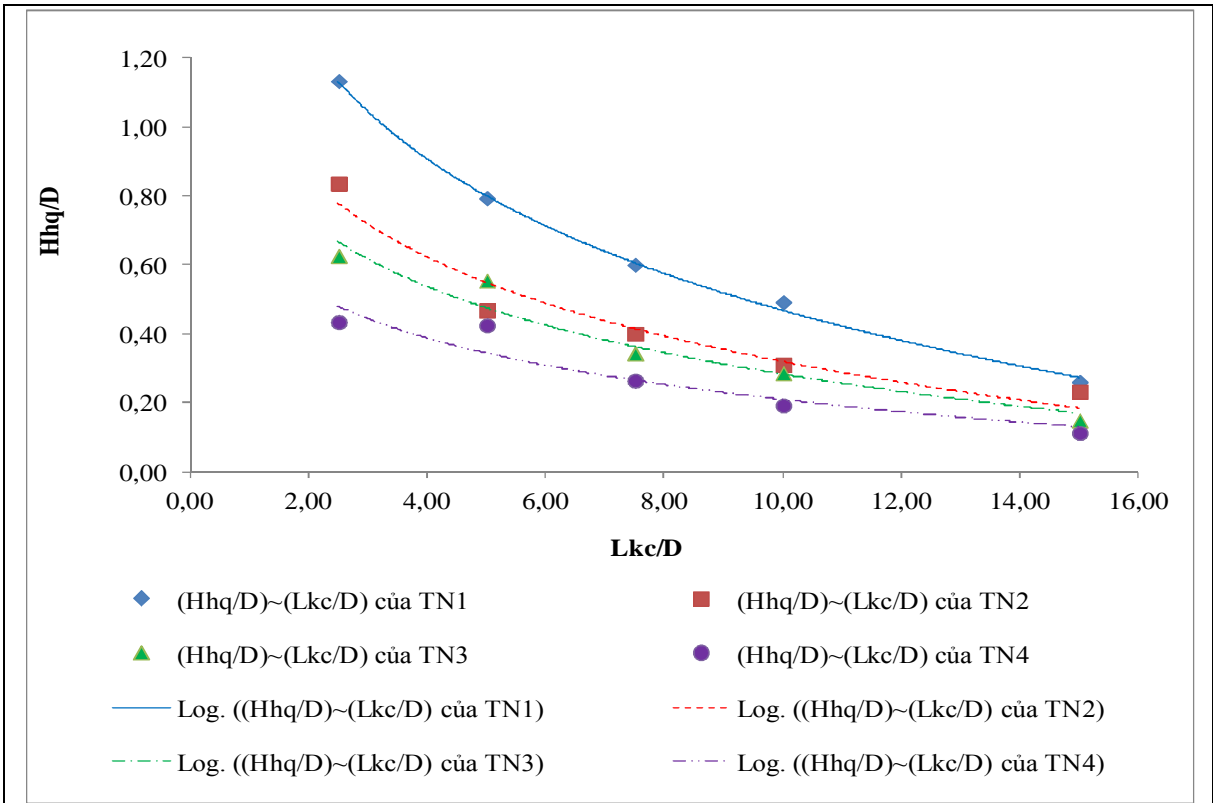
Trên cơ sở độ sâu hiệu quả, khoảng cách giữa các hạt và độ dốc mặt nước được tính toán ở trên tiến hành xây dựng được các biểu đồ có mối quan hệ $\frac{H_{hq}}{D} = f\left(\frac{L_{kc}}{D}\right)$ như các Hình 4.11 đến Hình 4.15.



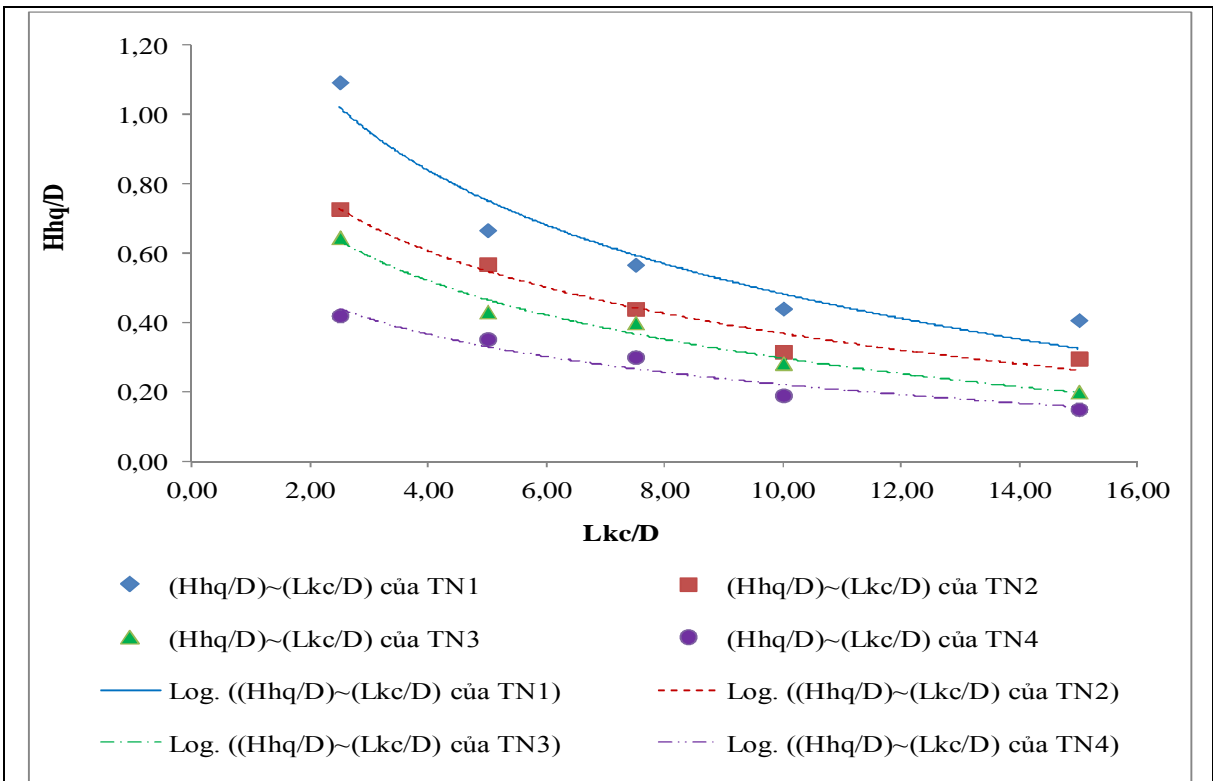
Hình 4.11. Mối quan hệ độ sâu hiệu quả và khoảng cách giữa các hạt (J1)



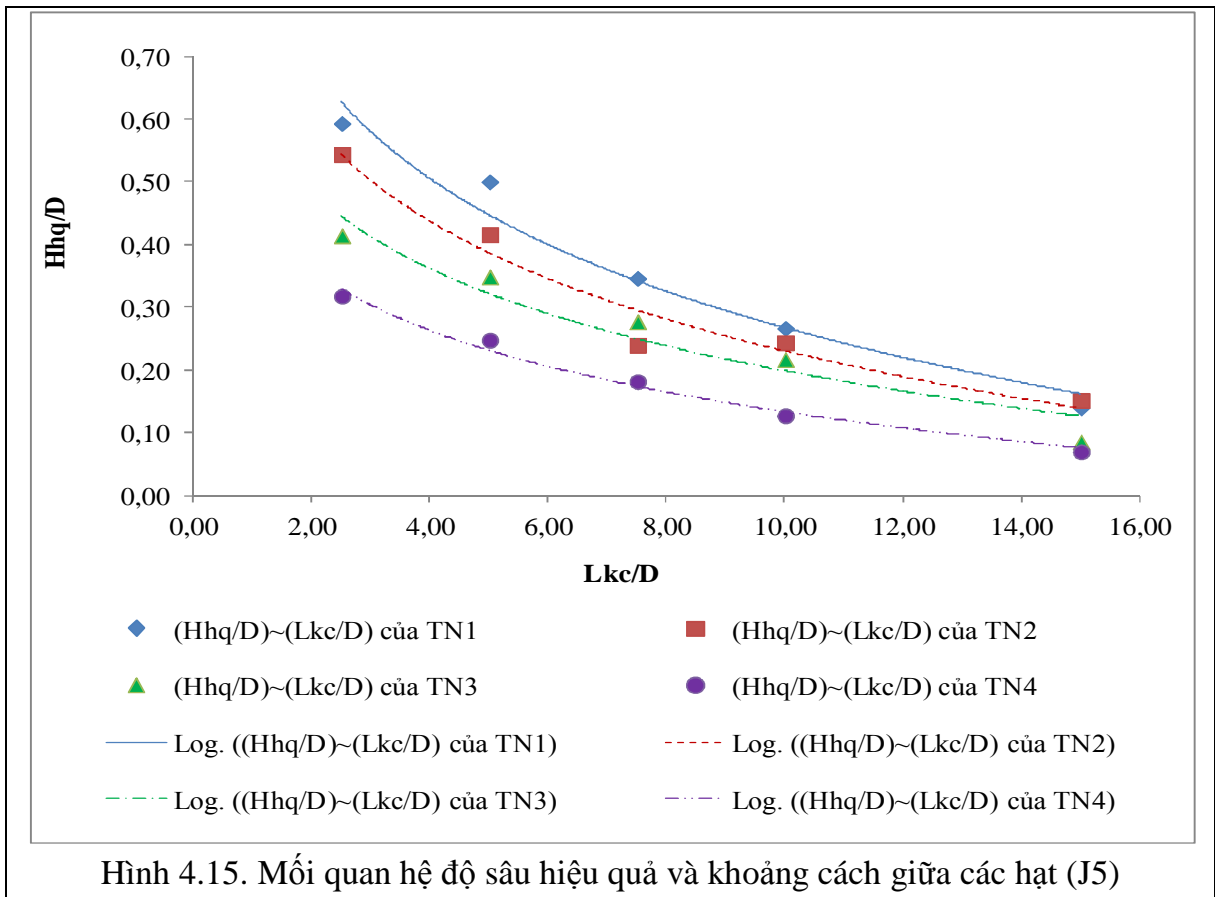
Hình 4.12. Mối quan hệ độ sâu hiệu quả và khoảng cách giữa các hạt (J2)



Hình 4.13. Mối quan hệ độ sâu hiệu quả và khoảng cách giữa các hạt (J3)



Hình 4.14. Mối quan hệ độ sâu hiệu quả và khoảng cách giữa các hạt (J4)



Hình 4.15. Mối quan hệ độ sâu hiệu quả và khoảng cách giữa các hạt (J5)

5. Kết luận

Qua các dữ liệu thí nghiệm có thể đưa ra một số kết luận sau:

+ Độ nhám n của lòng dẫn tỷ lệ nghịch với khoảng cách bố trí hạt. Khi mô phỏng bố trí khoảng cách giữa các hạt nhỏ đi thì độ nhám n tăng lên và ngược lại.

+ Về độ sâu hiệu quả: Độ sâu hiệu quả tỷ lệ thuận với mật độ thành phần hạt, mật độ hạt càng dày thì độ sâu hiệu quả càng lớn.

+ Về độ dốc đường mặt nước: Độ dốc đường mặt nước giảm thì độ sâu hiệu quả do việc làm nhám cũng giảm.

- Khi dòng chảy có độ dốc khá nhỏ thì việc tăng hay giảm nhám không ảnh hưởng đáng kể đến độ sâu hiệu quả trong mô hình.

- Cấp phối hạt mô phỏng hiệu quả nhất là cấp phối có đường kính từ 5-10mm. Vừa dễ thi công lại đạt được độ sâu hiệu quả lớn.

- Đề tài đã xây dựng biểu đồ, bảng tra và hướng dẫn sử dụng mô phỏng nhám và có ứng dụng vào mô hình thực tế để đánh giá sai số.

- Những vấn đề còn tồn tại:

+ Độ dốc mặt nước mới chỉ nghiên cứu được 5 trường hợp và có độ dốc lớn nhất là 0,155%.

+ Đề tài mới chỉ nghiên cứu mô phỏng nhám trên kênh hở dòng êm chưa nghiên cứu trên dòng xiết.

1. Đặt vấn đề.....	1
2. Phạm vi nghiên cứu.....	1
3. Tình hình nghiên cứu nhám trên thế giới và trong nước.....	1
4. Kết quả nghiên cứu	2
4.1. Xây dựng và thí nghiệm mô hình.....	2
4.1.1. Thí nghiệm gốc TNO	2
4.1.2. Xây dựng và thí nghiệm mô hình các phương án nghiên cứu.....	3
4.2. Đánh giá độ nhám kênh.....	4
4.3. Đánh giá độ sâu hiệu quả.....	6
4.4. Xây dựng biểu đồ.....	7
5. Kết luận.....	10