

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TRÀ VINH (TVU)

HỘI ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH
VÀ MÔI TRƯỜNG VIỆT NAM (VAEGE)



HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT
VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
(VIETGEO 2025)



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

Không phần nào trong xuất bản phẩm này được phép sao chép hay phát hành dưới bất kỳ hình thức hoặc phương tiện nào nếu không được phép của Nhà xuất bản Giao thông vận tải

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

Số 8 phố Tăng Bạt Hổ - Phường Cửa Nam - TP. Hà Nội

Điện thoại: 024 39423346 - 39424620 * Fax: 024 38224784

Website: www.nxbgtvt.vn

Chịu trách nhiệm xuất bản, nội dung:

Giám đốc - Tổng Biên tập:

NGUYỄN MINH NHẬT

Biên tập nội dung:

VŨ VĂN BÁI

Biên tập sách điện tử:

VŨ VĂN BÁI

Kỹ thuật sách điện tử:

NGÔ NHỊ LƯƠNG

Trình bày:

HIỀN LƯƠNG

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 3850-2025/CXBIPH/1-78/GTVT.

Số quyết định xuất bản: 13 NB/QĐSĐT-XBGT ngày 22/10/2025.

Nộp lưu chiều tháng 10 năm 2025.

ISBN: 978-604-76-3233-6

MỤC LỤC

Chủ đề I: ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH VÀ ĐỊA KỸ THUẬT

1. PHÁT HIỆN SẠT LỎ ĐẤT DỰA TRÊN KỸ THUẬT HỌC SÂU <i>Nguyễn Kim Cường, Kei Kawamura, Nguyễn Trung Kiên</i>	8
2. NGHIÊN CỨU CHẤT LƯỢNG CẤP PHỐI VỮA CHÈN LẤP VỎ HÀM TBM DỰ ÁN TUYẾN ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ THÍ ĐIỂM THÀNH PHỐ HÀ NỘI, ĐOẠN NHỒN - GA HÀ NỘI <i>Nguyễn Thị Nụ, Bùi Trường Sơn, Ngô Thị Thoan, Ngô Văn Luyện</i>	15
3. GEOLOGICAL EVOLUTION AND GEOMORPHOLOGICAL HERITAGES OF THE NAM O ROCKY SHORE PLATFORM IN THE COASTAL AREA OF DANANG, VIETNAM <i>La Duong Hai, Pham Phuoc Toan, Do Quang Thien</i>	22
4. XÁC ĐỊNH CÁC CHỈ TIÊU CHO DỰ TÍNH ĐỘ LÚN ỔN ĐỊNH CỦA NỀN ĐẤT YẾU BẰNG THÍ NGHIỆM DILATOMETER, ÁP DỤNG CHO KHU VỰC CÁI MẾP <i>Nguyễn Văn Phóng, Phan Tự Hương, Phan Thành Tiền, Trương Thanh Cần</i>	32
5. NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HỆ THỐNG PHÂN CẤP VÀ TIÊU CHÍ PHÂN ĐỊNH ĐỊA TẦNG ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH <i>Nguyễn Văn Phóng, Bùi Trường Sơn, Bùi Văn Bình, Nguyễn Song Thanh, Nguyễn Tiến Dũng</i>	43
6. NGHIÊN CỨU MÔ PHÒNG LỮ Bùn ĐÁ TẠI TRÀ LÈNG, THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG BẰNG PHẦN MỀM IRIC - MORPHO 2DH <i>Vũ Văn Kiên, Nguyễn Châu Lân, Đỗ Tuấn Nghĩa</i>	53
7. KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH CHO CÁC DỰ ÁN ĐIỆN GIÓ NGOÀI KHƠI: THỬ THÁCH VÀ KINH NGHIỆM THỰC TẾ <i>Trương Thanh Cần, Nguyễn Quỳnh Luân, Nguyễn Văn Phóng</i>	64
8. ỨNG DỤNG PHẦN MỀM STATISTICAL PROCESS TRONG XỬ LÝ THỐNG KÊ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM ĐẤT ĐÁ <i>Phan Tự Hương, Đỗ Minh Tinh</i>	73
9. NGHIÊN CỨU, ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP XỬ LÝ THÂM QUÁ NỀN ĐẬP HỒ CHỨA NƯỚC SÔNG THAN, TỈNH KHÁNH HÒA <i>Phạm Thị Ngọc Hà, Nguyễn Tấn Sơn, Bùi Trường Sơn, Nguyễn Thành Dương</i>	82
10. NGHIÊN CỨU ĐỊA KỸ THUẬT PHỤC VỤ QUY HOẠCH XÂY DỰNG ĐÔ THỊ ÁP DỤNG CHO PHƯỜNG HẢI DƯƠNG, THÀNH PHỐ HẢI PHÒNG <i>Đỗ Hồng Thắng</i>	91
11. PHÂN TÍCH THÂM VÀ ỔN ĐỊNH ĐẬP ĐẤT TRONG TRƯỜNG HỢP MỰC NƯỚC THƯỢNG LƯU HẠ THẤP NHANH <i>Nguyễn Văn Hương, Nguyễn Trung Quân, Nguyễn Thị Lộc, Nguyễn Văn Tươi, Nguyễn Quang Huy</i>	99
12. ĐÁNH GIÁ ỔN ĐỊNH ĐẬP ĐẤT KHI XẢY RA ĐỘNG ĐẤT: ÁP DỤNG CHO ĐẬP ĐẤT THƯỢNG KON TUM <i>Nguyễn Trung Quân, Nguyễn Quang Huy, Nguyễn Thị Lộc, Lê Ngọc Viên, Nguyễn Văn Hương</i>	109
13. ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ BẢN ĐỒ ĐỊA CHẤT ĐẾN VIỆC CHỌN TUYẾN ĐƯỜNG CAO TỐC TUYẾN QUANG - HÀ GIANG, ĐOẠN QUA TỈNH TUYẾN QUANG CŨ <i>Nguyễn Đức Đảm, Phạm Thái Bình, Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Công Định</i>	120
14. NGHIÊN CỨU SỨC CHỐNG CẮT ĐẤT SÉT LẤN SÀN TRÊN MẪU CHẾ BỊ CÓ KÍCH THUỐC KHÁC NHAU BẰNG THIẾT BỊ CẮT PHẪNG <i>Cao Trọng Công, Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Châu Lân, Phạm Thu Trang</i>	127

15. XÂY DỰNG MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM TRONG PHÒNG KHẢO SÁT SỰ LÀM VIỆC CỦA NHÓM TRỤ VẬT LIỆU HẠT RỜI KẾT HỢP VỚI LƯỚI ĐỊA KỸ THUẬT TRONG XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU	
<i>Nguyễn Hải Hà, Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Thái Linh, Lê Thị Hồng Vân</i>	<i>135</i>
16. ẢNH HƯỞNG TRƯỢT NÔNG TỚI ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG GIAO THÔNG Ở VÙNG NÚI - NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH TUYẾN TL128 ĐOẠN TỪ CHẶN NỬA ĐI SÌN HỒ, TỈNH LAI CHÂU	
<i>Nguyễn Việt Tiệp, Nguyễn Đức Mạnh, Mai Sỹ Hùng</i>	<i>145</i>
17. ĐƯỜNG SẮT CAO TỐC - KINH NGHIỆM THẾ GIỚI VỀ QUY HOẠCH, XÂY DỰNG, VẬN HÀNH VÀ KHẢO SÁT ĐỊA KỸ THUẬT	
<i>Nguyễn Thành Dương, Nguyễn Quang Phích</i>	<i>155</i>
18. THÀNH LẬP BẢN ĐỒ SỬ DỤNG ĐẤT CHO KHU VỰC XÃ SÓP CỘP, TỈNH SƠN LA PHỤC VỤ ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ TRƯỢT LỞ DỰA TRÊN DỮ LIỆU VIỄN THÁM VÀ GIS	
<i>Dương Văn Bình, Phạm Thị Việt Nga, Phạm Thị Ngọc Hà</i>	<i>163</i>
19. ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP XÁC SUẤT TRONG DỰ BÁO ĐỘ LÚN CỎ KẾT CỦA NỀN ĐƯỜNG ĐẤT YẾU	
<i>Bùi Văn Bình</i>	<i>171</i>
20. NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG VẬT LIỆU ĐÁ TỰ NHIÊN TRONG XÂY DỰNG ĐƯỜNG GIAO THÔNG Ở NINH THUẬN	
<i>Phạm Minh Tân, Bùi Trường Sơn</i>	<i>179</i>
21. NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG XỈ ĐÁY LÒ NHIỆT ĐIỆN THAY THẾ CÁT TỰ NHIÊN TRONG VỮA XÂY	
<i>Nguyễn Văn Hùng</i>	<i>186</i>
22. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA LƯỢNG MƯA TỚI ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG ĐẮP CAO TRÊN TUYẾN CAO TỐC ĐỒNG ĐẰNG - TRÀ LĨNH BẰNG MÔ PHÒNG SỐ	
<i>Nguyễn Bá Đồng, Nguyễn Đức Hạnh</i>	<i>194</i>
23. CƠ SỞ VÀ CÔNG NGHỆ CHUYỂN ĐỔI SỐ ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT	
<i>Nhữ Việt Hà</i>	<i>202</i>
24. MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ CÔNG TÁC QUẢN LÝ CÔNG TRÌNH ĐỂ PHÒNG TRÁNH SỰ CỐ TRONG XÂY DỰNG	
<i>Nguyễn Thị Nụ</i>	<i>211</i>
25. RIVER DYNAMICS AND POST-FLOOD SAND REGENERATION: A GEODYNAMIC AND SEDIMENTOLOGICAL APPROACH	
<i>Pham Phuoc Toan, Do Quang Thien</i>	<i>218</i>

Chủ đề II: KỸ THUẬT XÂY DỰNG VÀ VẬT LIỆU ĐỊA KỸ THUẬT

26. ĐỀ XUẤT TỶ LỆ PHỐI TRỘN XỈ LÒ CAO VỚI CÁT LÀM VẬT LIỆU THAY THẾ CÁT TRONG XÂY DỰNG	
<i>Nguyễn Thị Thanh Nhân, Trần Thanh Nhân, Trần Thị Ngọc Quỳnh, Đỗ Quang Thiên</i>	<i>228</i>
27. THEORETICAL DEVELOPMENT OF AN ADAPTIVE RISK ASSESSMENT MODEL FOR LARGE-SCALE INFRASTRUCTURE PROJECTS: A CASE STUDY OF THE MEKONG DELTA, VIETNAM	
<i>Minh-Huy Vo, Jyh-Bin Yang</i>	<i>238</i>
28. MỘT NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM BÊ TÔNG NHIỀU TRO BAY SỬ DỤNG VẬT LIỆU ĐỊA PHƯƠNG TỈNH VĨNH LONG TRONG XÂY DỰNG BỀN VỮNG	
<i>Huỳnh Thị Mỹ Dung, Huỳnh Văn Hiệp, Nguyễn Thanh Sang</i>	<i>253</i>
29. MÔ HÌNH LƯỚI MÔ PHÒNG TRUYỀN NHIỆT TRONG BÊ TÔNG	
<i>Nguyễn Lê Đạt, Phạm Đức Thọ, Đặng Trung Thành</i>	<i>263</i>

30. NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ IoT TRONG KIỂM SOÁT VÀ GIÁM SÁT BIẾN DẠNG KẾT CẤU BÊ TÔNG	
<i>Nguyễn Duyên Phong, Uông Quang Tuyến, Trần Tuấn Minh, Đặng Trung Thành</i>	268
31. VAI TRÒ CỦA KÍCH THUỐC HẠT CÁT TRONG VIỆC KIỂM SOÁT ĐỘ BẨM DÍNH CỦA SỢI THÉP TRONG BÊ TÔNG	
<i>Đặng Văn Phi</i>	274
32. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THI CÔNG GIẾNG ĐÚNG VSM TRONG XÂY DỰNG BÃI ĐỖ XE NGẦM TẠI KHU VỰC ĐÔ THỊ HÀ NỘI	
<i>Vũ Minh Ngạn, Vũ Thái Linh</i>	281
33. ỨNG DỤNG VẬT LIỆU GEOPOLYMER TRONG ĐỊA KỸ THUẬT: MỘT TỔNG QUAN VỀ TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU	
<i>Trần Nguyễn Thiện Tâm, Hoàng Trọng Quang</i>	289
Chủ đề III: ĐỊA CHẤT THỦY VĂN, TÀI NGUYÊN NƯỚC VÀ MÔI TRƯỜNG	
34. NGHIÊN CỨU XÂM NHẬP MẶN CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC VEN BIỂN Ở VIỆT NAM: THỰC TRẠNG VÀ THÁCH THỨC	
<i>Phạm Quý Nhân</i>	301
35. ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP TRƯỜNG CHUYỂN XÁC ĐỊNH RANH GIỚI MẶN NHẠT CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC TRẦM TÍCH TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG	
<i>Trần Vũ Long, Phạm Quý Nhân, Vũ Thu Hiền, Đào Đức Bằng</i>	318
36. ĐÁNH GIÁ CÁC NGUỒN THẢI VÀ KHẢ NĂNG TIẾP NHẬN NƯỚC THẢI CỦA HỒ CẨM SƠN	
<i>Nguyễn Mai Hoa</i>	324
37. THỰC TRẠNG QUẢN LÝ CHẤT THẢI ĐIỆN TỬ, THÁCH THỨC VÀ CƠ HỘI Ở VIỆT NAM	
<i>Phạm Khánh Huy</i>	331
38. MỘT SỐ TÍNH CHẤT VẬT LÝ, HÓA HỌC VÀ CƠ HỌC CỦA TRO ĐÁY LÒ ĐỐT RÁC THẢI SINH HOẠT KHU VỰC PHÍA BẮC VIỆT NAM	
<i>Phùng Đại Bình, Vũ Anh Tuấn, Phạm Đức Tiếp, Phạm Đức Phong, Bùi Đức Thụ</i>	338
39. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SỐ PHẦN TỬ HỮU HẠN MÔ PHÒNG, DỰ BÁO DÒNG CHẢY VÀ DỊCH CHUYỂN KIM LOẠI NẶNG HOÀ TAN TRONG NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẠI KHU VỰC CÔN CÁT VEN BIỂN BÌNH THUẬN	
<i>Trần Vũ Long, Nguyễn Văn Lâm, Đào Đức Bằng, Nguyễn Bách Thảo, Dương Thị Thanh Thủy, Trần Quang Tuấn, Vũ Thu Hiền</i>	348
40. ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG KHAI THÁC TÀI NGUYÊN NƯỚC DƯỚI ĐẤT KHU VỰC ĐẮK NÔNG	
<i>Trần Thị Thanh Thủy, Trần Thị Kim Hà</i>	356
41. ĐIỀU KIỆN THỦY VĂN LƯU VỰC SÔNG CÁI ĐOẠN PHAN RANG - NINH THUẬN VÀ CÁC GIẢI PHÁP KHAI THÁC SỬ DỤNG NGUỒN NƯỚC HIỆU QUẢ CHO CÁC CÔNG TRÌNH TRONG KHU VỰC	
<i>Vũ Thu Hiền</i>	364
42. XÂY DỰNG CÁC LỚP DỮ LIỆU ĐỊA HÌNH TỪ DEM SỬ DỤNG ARCGIS PRO PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU NGUY CƠ LŨ LỤT	
<i>Phạm Thị Thanh Hòa, Trần Hồng Hạnh, Lưu Thị Diệu Chinh</i>	369
43. ỨNG DỤNG FEFLOW MÔ PHÒNG LAN TRUYỀN ÂM VÀ DỊCH CHUYỂN KIM LOẠI NẶNG TRONG ĐỐI KHÔNG BẢO HOÀ	
<i>Trần Vũ Long, Vũ Thu Hiền</i>	378
44. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC NHIỄM CÁC LOẠI NHIÊN LIỆU KHÁC NHAU BẰNG VẬT LIỆU CELLULOSE-AEROGEL TỔNG HỢP TỪ QUẢ GÒN	
<i>Trương Thị Cẩm Trang, Tăng Thế Vinh, Nguyễn Đăng Khoa</i>	385

45. CƠ SỞ DỮ LIỆU NỀN ĐỊA LÝ TỶ LỆ LỚN - NỀN TẢNG PHỤC VỤ QUẢN LÝ KHÔNG GIAN BỀN VỮNG KHU VỰC PHỨC THỌ, HÀ NỘI	
<i>Trần Hồng Hạnh</i>	392

Chủ đề IV: CÔNG NGHỆ KHOAN - KHAI THÁC

46. DEPTH-DEPENDENT STABILITY ANALYSIS OF BENTONITE SLURRY TRENCH: A COMPARATIVE STUDY USING 2D AND 3D	
<i>Le Thi Cat Tuong, Nguyen Van Hai, Nguyen Thanh Danh, Phạm Ngọc Tan, Nguyen Thanh Son, Vo Thanh Toan, Trinh Van Thao</i>	402
47. THE ROLE OF HORIZONTAL DRILLING AND HYDRAULIC FRACTURING	
<i>Binh T. Bui</i>	411
48. THIẾT KẾ TỐI ƯU CHOÒNG KHOAN ĐA TINH THỂ (PDC) ĐỂ KHOAN QUA ĐỊA TẦNG MIOCENE HẠ TẠI MỎ X, BỂ NAM CÔN SƠN	
<i>Đỗ Quang Khánh, Tạ Văn Cường, Trần Quan Long</i>	422
49. DỰ BÁO TỶ TRỌNG TUẦN HOÀN TƯƠNG ĐƯƠNG SỬ DỤNG DỮ LIỆU KHOAN	
<i>Nguyễn Hữu Trường, Nguyễn Đức Thịnh</i>	431
50. NGHIÊN CỨU, ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG ĐỊA NHIỆT VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG	
<i>Đỗ Đình Khuyển, Nguyễn Văn Thịnh</i>	440
51. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HÓA THỦY LỰC TRONG ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CÔNG ĐOẠN KHOAN 12-1/4” GIẾNG X, MỎ BẠCH HỒ	
<i>Trương Văn Từ, Nguyễn Khắc Long</i>	450
52. PENETRATION RATE PREDICTION USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY	
<i>Nguyen Huu Truong</i>	458
53. NGHIÊN CỨU QUY TRÌNH XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐỊA CHẤT 3D CHO TẦNG TRẦM TÍCH NÔNG DƯỚI ĐÁY BIÊN ĐỂ PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN CÁC TRANG TRẠI ĐIỆN GIÓ NGOÀI KHƠI	
<i>Đỗ Duy Khoản, Nguyễn Văn Thịnh, Tạ Quốc Dũng, Nhữ Việt Hà</i>	466
54. DỰ BÁO NGUY CƠ SINH CÁT TRONG TẦNG CHỨA CỔ KẾT YẾU TẠI LÔ 01&02, BỒN TRỪNG CỬU LONG	
<i>Phạm Quý Ngọc, Nguyễn Văn Thuận, Phạm Xuân Toàn, Nguyễn Minh Quý</i>	476
55. ĐẶC ĐIỂM THI CÔNG GIẾNG KHOAN TRONG ĐIỀU KIỆN DỊ THƯỜNG ÁP SUẤT	
<i>Trương Văn Từ, Nguyễn Khắc Long</i>	487

Chủ đề V: TAI BIẾN ĐỊA CHẤT VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

56. A PERSONAL REVIEW OF LAND SUBSIDENCE STUDIES	
<i>Pham Huy Giao</i>	498
57. NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ SẠT LỎ VÀ BIỆN PHÁP BẢO VỆ TALUY ĐƯỜNG ĐOẠN QUA XÃ XUÂN LONG, HUYỆN ĐỒNG XUÂN, TỈNH PHÚ YÊN	
<i>Võ Thanh Toàn, Nguyễn Thanh Danh, Nguyễn Văn Hải, Nguyễn Thành Sơn</i>	510
58. TỔ CHỨC KHÔNG GIAN CÔNG CỘNG ĐÔ THỊ GẮN VỚI KẾT NỐI CỘNG ĐỒNG VÀ TẠO LẬP BẢN SẮC TINH THẦN NƠI CHÓN HƯỚNG ĐẾN PHÁT TRIỂN NHÂN VĂN, BỀN VỮNG	
<i>Nguyễn Hữu Ninh</i>	521
59. NGHIÊN CỨU VỀ TIỀM NĂNG SỬ DỤNG CÁT NGUỒN GỐC BIỂN TRONG GIẢI PHÁP CỘT VẬT LIỆU RỜI BỌC VẢI ĐỊA KỸ THUẬT GIA CƯỜNG CHỊU TẢI KHỐI ĐÁP TRÊN NỀN ĐẤT YẾU	
<i>Phạm Minh Tuấn, Lê Trần Thiên Phước, Võ Thanh Long, Tô Viết Nam</i>	529
60. XÂY DỰNG BẢN ĐỒ QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN MỎ CÁT TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH ĐỒNG THÁP ỨNG DỤNG NỀN TẢNG GOOGLE MAPS	
<i>Trần Phương Duy, Nguyễn Thị Ngọc Hiền, Trần Quốc Kiệt, Nguyễn Ngọc Quy</i>	537

61. ĐÁNH GIÁ ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH TỈNH CÀ MAU CỬ PHỤC VỤ THIẾT KẾ LẮP ĐẶT THÍ ĐIỂM HỆ THỐNG QUAN TRẮC SỤT LÚN ĐẤT	
<i>Dương Mạnh Hùng</i>	548
62. KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG HỖN HỢP CÁT NHIỄM MẶN VÀ TRO BAY LÀM BÊ TÔNG MẶT ĐƯỜNG	
<i>Huỳnh Văn Hiệp, Trần Vũ Tịnh</i>	560
63. TƯƠNG QUAN MÔ ĐUN E50 VỚI CƯỜNG ĐỘ KHÁNG NÉN MỘT TRỤC NỎ HÔNG (QU) CỦA ĐẤT BÊ MẶT Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG ĐƯỢC CẢI TẠO BẰNG CHẤT KẾT DÍNH VÔ CƠ KẾT HỢP PHỤ GIA DHD	
<i>Lê Văn Hiệp, Nguyễn Đức Mạnh, Phạm Thái Bình, Nguyễn Công Định, Võ Minh Khoa</i> ...	571
64. ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG, ĐIỀU KIỆN VÀ NGUYÊN NHÂN LÚN MẶT ĐẤT TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, TP. CẦN THƠ, CÀ MAU (ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG)	
<i>Đào Hồng Hải, Nguyễn Việt Kỳ, Lâm Hoàng Quốc Việt, Phạm Xuân Đức</i>	582
65. NGHIÊN CỨU SỰ ỔN ĐỊNH CỦA TƯỜNG CHẮN CÁC BỜ SÔNG KHI CHỊU TÁC ĐỘNG CỦA ÁP LỰC NƯỚC VÀ TẢI TRỌNG BỀ MẶT	
<i>Trần Tuấn Minh, Đặng Trung Thành, Nguyễn Duyên Phong</i>	591
66. THE EFFECTS OF WATER ENVIRONMENT ON STABILITY OF RIVER BANKS - CASE STUDY IN THE MEKONG DELTA	
<i>Le Hoang, Le Thi Anh Hong, Le Gia Lam, Do Hung Thoi, Tran Le Gia Tan and Pham Van Cu</i>	599
67. MỘT THỬ NGHIỆM KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG BẰNG BÊ TÔNG HẠT NHỎ SỬ DỤNG CÁT NHIỄM MẶN Ở KHU CÔNG NGHIỆP DUNG QUẤT	
<i>Lê Thu Trang, Thái Minh Quân, Nguyễn Thanh Sang</i>	609
68. LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA CHẤT PHƯỜNG TRÀ VINH, HÒA THUẬN, LONG ĐỨC, NGUYỆT HÓA THUỘC TỈNH VĨNH LONG (CŨ) PHỤC VỤ XÂY DỰNG HẠ TẦNG GIAO THÔNG	
<i>Châu Trường Linh, Huỳnh Hồng</i>	616
69. XÂY DỰNG BẢN ĐỒ MÔ PHỎNG TÍNH ĐỂ BỊ TỒN THƯƠNG NGẬP LỤT Ở VIỆT NAM BẰNG THUẬT TOÁN HỌC MÁY TRONG GOOGLE EARTH ENGINE	
<i>Nguyễn Thị Nụ, Trần Thị Huyền Diệu</i>	626
70. ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA VIỆC TRỒNG MẦM TRẮNG TRONG PHÒNG CHỐNG SẠT LỎ BỜ SÔNG TẠI XÃ LƯU NGHIỆP ANH, TỈNH VĨNH LONG	
<i>Huỳnh Hữu Trí, Ngô Gia Truyền, Nguyễn Thành Công, Huỳnh Văn Hiệp</i>	634
71. NGHIÊN CỨU MỘT SỐ NỘI DUNG THIẾT KẾ VÀ CÔNG NGHỆ THI CÔNG CỌC ĐÁ DẪM GIA CỐ NỀN - KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TRONG GIA CỐ NỀN ĐƯỜNG Ô TÔ KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG	
<i>Phạm Văn Hùng, Trần Phú Thanh</i>	642
72. ĐỀ XUẤT CHIỀU DÀI CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP TIẾT DIỆN NHỎ PHÙ HỢP VỚI CẤP TẢI TRỌNG CỦA NHÀ THÁP TẦNG TRONG ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT XÃ TRUNG THÀNH, TỈNH VĨNH LONG	
<i>Lâm Ngọc Quý, Lê Trọng Nhân</i>	651
73. NGHIÊN CỨU SỰ BIẾN ĐỔI MỘT SỐ ĐẶC TRƯNG CƠ LÝ CỦA ĐẤT YẾU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG	
<i>Vũ Anh Tuấn, Phạm Thái Bình, Nguyễn Đức Mạnh, Vũ Bách Tuấn</i>	660
74. BIẾN DẠNG NỀN ĐƯỜNG GIA CỐ BẰNG CỌC XI MĂNG – ĐẤT CHỊU HOẠT TẢI THEO TIÊU CHUẨN TRONG ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG	
<i>Phạm Hữu Hà Giang, Đặng Tấn Đảm, Nguyễn Trường Phát, Phạm Minh Triết</i>	669
75. NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH CẤU TRÚC HỆ THỐNG TÀNG CHỨA NƯỚC VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ROCKWORK17	
<i>Phạm Thị Việt Nga, Dương Văn Bình</i>	679

RIVER DYNAMICS AND POST-FLOOD SAND REGENERATION: A GEODYNAMIC AND SEDIMENTOLOGICAL APPROACH

Pham Phuoc Toan¹, Do Quang Thien^{2*}

¹ The Government Inspectorate of Viet Nam

² University of Sciences, Hue University,

*Corresponding author: Email: thiendq@hueuni.edu.vn

Abstract

This study introduces an integrated framework for analyzing river dynamics and post-flood sand regeneration based on modern geodynamics and fluvial sedimentology. Rivers are viewed as open geodynamic systems in which flow energy and sediment continuously interact to maintain dynamic equilibrium. By synthesizing classical theories of sediment balance, stream power, and morphological recovery, the research establishes a three-tier analytical structure linking hydraulics, sediment transport, and morphodynamics. The approach is demonstrated through applications of MIKE 11/21, HEC-RAS, and CAESAR-Lisflood models in Central Vietnam's river basins, where sand mining and morphological variability are pronounced. Results indicate that natural sand regeneration after floods restores about 60–80% of eroded materials, reflecting the intrinsic self-recovery capacity of fluvial systems. The study contributes to developing a scientific basis for sustainable river sand management and provides a novel perspective on post-flood morphodynamic recovery in tropical river environments.

Keywords: Sediment regeneration; Hydrodynamic-sediment modeling; Morphodynamic recovery.

1. Introduction

1.1. Research Context

River systems are highly dynamic components of the Earth's surface, reflecting the interactions among climate, topography, geology, and human activity. Fluvial geodynamic processes govern the formation, transport, and redistribution of sediments, particularly riverbed sand and gravel-resources vital for both economic and ecological functions.

In Vietnam, these materials are indispensable for construction yet increasingly threatened by climate change and human interventions such as damming, channel modification, and overexploitation. Frequent extreme floods not only reshape river morphology but also trigger natural regeneration of sand resources, forming new sandbars and replenishing deposits after each event.

However, this regeneration has rarely been examined within the frameworks of modern geodynamics and fluvial sedimentology. Most studies emphasize resource estimation or morphological change, neglecting the mechanisms that drive natural recovery. As a result, current river sand management remains short-term and lacks a scientific basis for assessing the inherent resilience of fluvial systems.

1.2. Scientific Problems and Research Gaps

Flood processes involve not only destructive erosion but also a depositional–recovery phase in which rivers regain energy balance and morphological stability. From a geodynamic standpoint, post-flood regeneration of riverbed sand and gravel arises from interactions among flow energy, sediment transport, and channel morphology within specific spatial–temporal settings.

Despite its importance, major knowledge gaps persist. No unified theoretical framework yet explains the dynamics and mechanisms of post-flood sediment regeneration, nor do existing models fully integrate erosion, transport, deposition, and recovery cycles. The relative influence of natural factors (hydraulic forces, topography, grain size) and human impacts (mining, dams,

channel modification) remains uncertain. Moreover, quantitative indicators for assessing the resilience of riverbed sediments after floods are lacking.

These gaps underscore the need for a new conceptual and analytical framework that views rivers as open geodynamic systems capable of self-adjustment and energy rebalancing through continuous sediment exchange.

1.3. Objectives and Orientation

Based on the above context and research gaps, this paper aims to: (1) Clarify the research perspective on river dynamics in relation to the mechanism of post-flood river sand regeneration, grounded in modern geodynamics and fluvial sedimentology; (2) Systematize the theoretical foundations of sediment transport, deposition processes, and morphodynamic recovery mechanisms of river channels following floods; (3) Propose an integrated conceptual–analytical framework for studying and modeling the dynamics of river sand regeneration, serving as a foundation for future quantitative and modeling research.

Rather than focusing on resource assessment or detailed numerical simulations, this study primarily seeks to establish a theoretical and methodological foundation for a new field of research - “River Dynamics and the Mechanism of Post-Flood River Sand Regeneration” - which holds growing practical importance for sustainable management of river sand resources in Vietnam and the broader Southeast Asian region.

2. Research Perspectives

2.1. Fluvial Geodynamic Approach

2.1.1. The Geodynamic Nature of River Systems

From a geodynamic perspective, a river represents an open dynamic system in which the flow acts as the carrier of energy, while sediments serve as the medium for transferring both mass and energy across space and time. A river does not merely respond passively to external drivers such as rainfall, discharge, topography, and human activities; rather, it exhibits self-adjusting behavior, continuously striving to maintain the balance of energy and material through the cyclic processes of erosion - transport - deposition - recovery (Thien et al., 2016).

Fluvial dynamics encompass the full suite of physical processes occurring within the flow system, including: (1) Flow dynamics, governing the movement and energy distribution of water; (2) Sediment transport dynamics, controlling particle entrainment, suspension, and deposition; and (c) Morphodynamic feedbacks, which represent the mutual adjustment between flow and channel form. These three components are tightly interconnected, forming an integrated geodynamic mechanism that governs channel evolution, restructuring, and sediment regeneration following each flood cycle.

2.1.2. Deposition Dynamics and Regeneration Dynamics

In river systems, *deposition* occurs as an immediate response to reduced flow energy, forming temporary sediment accumulations in low-velocity zones. In contrast, *regeneration* represents the cumulative effect of repeated depositional events combined with sustained sediment input from upstream or lateral sources, leading to the reformation and stabilization of sand–gravel bodies after floods.

Regeneration dynamics therefore extend beyond simple deposition, reflecting the river’s capacity to restore morphological stability and sediment balance. This process is governed by several interrelated factors: flow energy and direction, sediment supply and composition, pre-flood morphology, flood frequency and magnitude, and human interventions such as mining or dam construction.

Within a fluvial geodynamic framework, these interactions can be interpreted as the river’s continuous self-regulation toward dynamic equilibrium between flow energy and sediment load. When disturbed by overexploitation, equilibrium may collapse, causing incision or erosion; yet

under natural replenishment, the system can recover through geodynamic regeneration (Thien et al., 2016).

2.2. Fluvial Sedimentological Approach

2.2.1. Characteristics of River Sediments and the Fluvial Sedimentary Cycle

River sediments result from weathering, transport, deposition, and reworking within a dynamic energy regime. From a sedimentological perspective, riverbed sand and gravel form an open sedimentary cycle in which materials are mobilized from slopes or banks, transported, and repeatedly redeposited until dynamic equilibrium is reached. Key parameters-sorting (S_o), skewness (S_k), median grain size (M_d), curvature (C_c), and uniformity (C_u)-quantify sediment origin, transport energy, and regeneration processes, which fluctuate markedly during floods, reflecting shifts between transport and depositional phases.

2.2.2. The Role of Floods in Sediment Regeneration

Floods represent the dominant energy pulse in the fluvial sedimentary cycle. During rising stages, increased hydraulic energy erodes and mobilizes sediments; as flow declines, coarser sand and gravel settle, forming new layers or sandbars that underpin riverbed regeneration. From a sedimentological perspective, regeneration reflects recurrent depositional events governed by discharge, sediment supply, and channel morphology. Post-flood features-such as vertical grain-size variation, alternating erosional-depositional contacts, and cross-bedding-serve as key indicators of regeneration cycles, providing a basis for assessing the natural recovery capacity of sand-gravel resources after disturbance.

2.3. Integrated Geodynamic-Sedimentological Perspective

2.3.1. The River as an Integrated Geodynamic-Sedimentary System

Modern approaches view the river not merely as a hydraulic corridor, but as an integrated fluvial geosystem in which energy, materials, and morphology continuously interact and reorganize. Within this framework: Topographic and hydraulic dynamics control flow distribution and energy pathways; Sedimentological processes govern the direction and intensity of deposition, accretion, and regeneration; and anthropogenic influences act as modulating factors, altering the natural equilibrium of the system (Thien et al., 2012). This relationship can be conceptually summarized as: Sediment Supply → Flow Energy → Transport → Deposition → Regeneration → Dynamic Equilibrium. This cycle provides the theoretical foundation for studying the dynamics and mechanisms of river sand regeneration after floods, and for forecasting the recovery of sand-gravel resources under future scenarios of climate change and human exploitation.

2.3.2. System Thinking and Evolutionary Approach

Within this integrated perspective, the study of river sand dynamics and regeneration must be grounded in the principles of landscape evolution and the sediment-energy cycle. Systems thinking allows rivers to be viewed as evolving entities, where each flood or human intervention represents only a phase in the broader morphological adjustment process (Thien, 2014). Therefore, the study of riverbed sand-gravel regeneration should not be confined to short-term depositional phenomena, but should aim to assess the morphological resilience of the river system, its capacity to: Redistribute materials following floods; Maintain or restore sediment balance; and self-adjust channel morphology over time. This perspective establishes a new research paradigm: interpreting river sand regeneration as a geodynamic indicator of fluvial system health. It has practical applications in morphodynamic forecasting, sustainable resource planning, and integrated management of water and sediment resources.

3.1. Principles of Sediment Balance and Channel Morphological Adjustment

3.1.1. Mass-Energy Balance in River Systems

Within the framework of fluvial geodynamics, a river system is conceptualized as a dynamic equilibrium system between stream power and sediment load. According to *Schumm (1977)* and *Leopold et al. (1964)*, any alteration in discharge, slope, bed material, or grain size induces compensatory adjustments throughout the system to achieve a new state of equilibrium.

The general form of the sediment continuity equation can be expressed as:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} = -\frac{1}{(1 - \lambda)} \frac{\partial Q_s}{\partial x} \quad (1)$$

where: η = bed elevation (m);

Q_s = sediment transport rate along the channel (m^3/s); λ = sediment porosity

This equation indicates that temporal variations in bed elevation (erosion or deposition) are governed by spatial gradients in sediment transport rate. When Q_s decreases $\rightarrow$ deposition occurs; when Q_s increases $\rightarrow$ erosion dominates.

During flood stages, Q_s rises sharply but unevenly distributed along the channel, leading to erosion in high-energy reaches and deposition in low-energy zones. After the flood subsides, the system gradually adjusts toward a new equilibrium state, representing the intrinsic mechanism of riverbed regeneration.

3.1.2. The Theory of Dynamic Morphological Equilibrium

The dynamic morphological equilibrium theory posits that a river channel continuously tends to maintain a morphological configuration compatible with its prevailing hydraulic, sedimentary, and energy conditions. Flood-induced disturbances temporarily disrupt this balance, after which the channel undergoes self-organization to re-establish a more stable form.

Key controlling factors of morphological equilibrium include: (1) Bankfull discharge, representing characteristic channel-forming flow; (2) Channel slope and water-level variability, influencing energy distribution; (3) Median grain size (D_{50}) and sediment load, determining mobility thresholds; (4) Channel pattern, such as meandering, braided, or bar-island development. This theoretical framework provides a basis for explaining the regeneration of riverbed sand and gravel as a morphological recovery process directed toward dynamic equilibrium.

3.2. Stream Power and Sediment Transport Theory

3.2.1. Stream Energy Intensity and Flow Power

According to *Bagnold (1966)*, stream power (Ω) is the fundamental measure of a flow's capacity to transport sediment and erode the bed, defined by: $\Omega = \rho \cdot g \cdot Q \cdot S$ (2)

or per unit channel width: $\omega = \Omega \cdot W = \rho \cdot g \cdot Q \cdot S / W$ (3)

where: ρ = density of water (kg/m^3); g = gravitational acceleration (m/s^2); Q = discharge (m^3/s); S = energy slope; W = channel width (m)

During flood events, stream power increases sharply, initiating the transport phase characterized by strong entrainment and sediment mobility. As discharge declines, flow energy dissipates, and the system transitions into the depositional phase. The alternating sequence of these two phases - erosion and deposition - constitutes the cyclic process of scouring, sedimentation, and regeneration that governs riverbed dynamics.

3.2.2. Sediment Transport Mechanisms

Sediment transport in rivers occurs as suspended load-fine silt and sand kept in motion by turbulence, and bed load, comprising coarse sand and gravel moving along the bed by rolling,

sliding, or saltation. Empirical formulas by Meyer-Peter and Müller (1948), Engelund and Hansen (1967), and Van Rijn (1984) underpin transport simulations in models such as MIKE 11, MIKE 21C, and HEC-RAS 2D. From a mechanical perspective, river sand regeneration begins when shear stress exceeds the critical threshold during floods; as flow energy declines, particles settle in low-velocity zones, forming sandbars and depositional layers that, through repeated flood cycles, evolve into stable sand bodies, the morphodynamic foundation of riverbed recovery.

3.3. Post-Flood Morphodynamic Recovery Theory

3.3.1. Concept and Characteristics

Morphodynamic recovery denotes the self-adjustment of channel morphology after floods or anthropogenic disturbances that disrupt equilibrium. It generally proceeds through three stages: (1) Disturbance - intense erosion and channel shifting; (2) Readjustment - sediment deposition and partial flow reorganization; and (3) Re-equilibration - establishment of a new quasi-stable form. Following Howard (1994) and Phillips (2011), recovery degree depends on the balance between sediment supply and flow energy, the extent of morphological alteration, the recurrence of flood events, and the intensity of human activities such as sand mining or channel modification.

3.3.2. Modeling Approaches to Morphodynamic Recovery

Modern numerical models commonly used to simulate and quantify river channel recovery are presented in Table 1.

Table 1. Selected numerical models commonly applied to assess river recovery capacity

Model	Dimensional Scale	Main Features	Application in Regeneration Studies
MIKE 11 / MIKE 21C	1D – 2D	Simulates unsteady hydraulics, sediment transport, and bed evolution over time	Predicts erosion-deposition patterns and post-flood riverbed sand-gravel regeneration
HEC-RAS 2D	2D	Models unsteady flow and morphodynamic adjustments	Evaluates recovery following extreme flood events
CAESAR-Lisflood	2D (morphodynamic evolution)	Simulates long-term flow–sediment interactions	Analyzes floodplain and bar evolution over multi-decadal timescales
Delft3D	2D – 3D	Integrates flow, waves, and sediment processes	Investigates estuarine and coastal sand–gravel regeneration

These models are founded on the Exner sediment continuity equation coupled with the Saint–Venant shallow-water equations, providing a robust framework that links flow energy, sediment load, and bed morphology dynamics. Collectively, they form the analytical foundation for understanding the mechanisms of post-flood river sand regeneration.

3.4. Sediment–Energy Balance Theory

According to *Ashmore & Church (1998)*, river systems evolve toward a state of sediment–energy equilibrium, expressed as: $P_{\text{input}} = P_{\text{output}} + \Delta P_{\text{storage}}$ (4)

where: P_{input} represents the incoming energy and material flux (from rainfall, slope erosion, or upstream sources); P_{output} denotes the outgoing flux (sediment deposition in downstream reaches or estuaries); $\Delta P_{\text{storage}}$ is the change in sediment storage within the basin.

During flood events, the system experiences a sudden energy input, temporarily breaking the equilibrium. The river then self-restores through depositional and regenerative phases, reestablishing a new balance. This concept provides the theoretical foundation for assessing the natural recovery capacity of river sand resources—an essential aspect of sustainable sediment resource management.

3.5. Integrating Theoretical Foundations: Conceptual Model Framework

Synthesizing the theories above, a comprehensive conceptual framework for studying the

dynamics and mechanisms of river sand regeneration can be outlined as follows:

- Energy-Sediment Inputs: rainfall, floods, slope erosion, and sediment sources.
- Geodynamic Processes: transport, erosion–deposition, and channel deformation.
- Regeneration Phase: cumulative deposition cycles forming stable sand bodies.
- Morphodynamic Recovery: channel readjustment toward a new equilibrium state.
- System Feedback: natural recovery potential as an indicator for resource management.

This framework supports morphodynamic–sediment modeling, enabling evaluation of regeneration potential and development of a Morphodynamic Recovery Index (MRI) for river basins affected by sand mining.

4. Methodological Approach and Analytical Framework

4.1 Methodological Orientation

Research on post-flood river sand regeneration requires close integration of hydraulic–sediment modeling, geomorphic analysis, and quantitative field data. The core methodological principle states that each regeneration process reflects the spatial–temporal redistribution of hydrodynamic energy and sediment mass within the fluvial system. Accordingly, the study employs a three-layer analytical framework: (1) Hydrodynamic layer - simulating flow velocity, water level, shear stress, and energy; (2) Sediment transport layer - quantifying transport rates, erosion–deposition balance, and sediment flux; (3) Morphodynamic layer - analyzing channel-bed evolution, bar formation, and mechanisms of sand–gravel recovery.

4.2 Integration of Numerical Modeling and Field Observation

To quantify post-flood processes, the study integrates MIKE 11/21, HEC-RAS, and CAESAR-Lisflood models. Each serves a specific purpose but is linked through a common geodynamic–sediment framework.

MIKE 11/21: Hydraulic and Sediment Dynamics: MIKE 11 (1D) simulates longitudinal variations in water level, discharge, and energy along the river axis, providing boundary and hydrograph inputs. MIKE 21 (2D) resolves flow velocity, shear stress, and eddy–divergence zones to define erosion–deposition patterns. Model outputs identify post-flood flow deceleration zones favorable for sand–gravel regeneration.

HEC-RAS: Channel Morphology Analysis: Using the Sediment Transport/Morphology module, HEC-RAS quantifies pre-, syn-, and post-flood morphological change, computes erosion–deposition volumes, and evaluates morphodynamic recovery. Calibration and validation rely on ADCP and echosounder–DGPS cross-sectional data.

CAESAR-Lisflood: Long-Term Morphodynamics: CAESAR-Lisflood simulates basin-scale energy distribution and sediment transport, models sandbar formation and stabilization, and analyzes long-term trends toward morphological equilibrium under recurring floods.

4.3 Field Monitoring and Sedimentological Analysis

Hydromorphological Survey: Field measurements are conducted before, during, and after flood seasons to record water level, velocity, depth, and channel geometry. UAV imagery, remote sensing, and high-precision sonar–DGPS surveys provide detailed mapping of bar and estuarine morphological changes.

Sediment Sampling and Grain-Size Analysis: Samples from riverbed and floodplain deposits are analyzed for grain-size parameters (M_d , S_o , S_k , C_u) and mineral composition (quartz, feldspar, lithic fragments) to determine sediment sources. These results distinguish post-flood regenerative layers from long-term accumulative deposits, thereby identifying phases of river sand regeneration.

4.4 Integrated Analytical Framework

By integrating numerical modeling with field data, a composite analytical framework for river sand dynamics and regeneration is established, comprising four components:

- (1) Hydraulic–Morphological Inputs: discharge, flow energy, and bed topography;
- (2) Sediment Response: transport, erosion–deposition, and settling;
- (3) Morphological Feedback: channel adjustment and bar formation;
- (4) Regeneration Assessment: quantifying recovered sand volume, spatial patterns, and sustainable use potential.

This framework maintains longitudinal–lateral connectivity and explicitly links dynamics, materials, morphology, and temporal evolution within the river system.

4.5 Advantages of the Integrated Approach

The proposed approach enables: (1) Distinction between temporary depositional processes and true regenerative dynamics of river sand resources; (2) Quantification of natural sediment recovery capacity under varying hydrological conditions; and (3) development of evidence-based tools for sustainable sand resource management grounded in geodynamic principles.

In summary, the integrated modeling–field–sedimentological approach establishes a comprehensive analytical foundation for studying river dynamics and sand regeneration mechanisms. It represents an advanced research direction well-suited to evaluating the natural recovery potential of river sand resources under conditions of climate change and intensive exploitation.

5. Experimental Applications and Future Research Directions

5.1 Pilot Applications in Central Vietnam River Basins

To validate the proposed methodological framework, three representative basins in North Central Vietnam—the Thach Han, Gianh, and Nhat Le rivers—were selected. These systems exhibit strong geodynamic activity, large flood amplitudes, and intensive sand mining, making them ideal for assessing erosion–deposition and post-flood regeneration dynamics.

Study Areas: (1) Thach Han River: Braided morphology, 6–9 m flood amplitude, and numerous transient sandbars; (2) Nhat Le River: Coastal outlet influenced by both floods and tides, marking a fluvial–marine transition; (3) Gianh River: Meandering channel dominated by sand–gravel sediments and high morphological variability.

Testing Methods: Model integration (MIKE 11/21, HEC-RAS, CAESAR-Lisflood) employed time-series data (2016–2023) on rainfall, discharge, and bathymetry, supported by UAV imagery and sediment analyses. Initial results show accurate simulation of post-flood bar regeneration and quantification of natural sand replenishment, defining the rivers' intrinsic recovery thresholds.

5.2 Preliminary Results on CLS Regeneration Dynamics

Spatial Distribution: Simulations and field data show that regeneration zones typically develop at channel expansions, meander bends, confluences, and estuaries where flow energy decreases, as well as downstream of obstacles (bars, bed steps, bridge piers) that generate local reverse flows.

Hydrodynamic and Morphological Controls: When flood energy declines, medium-to-coarse sand settles selectively, while branching and stepped morphologies enhance stable bar formation instead of temporary deposits.

Sediment Balance: Model results indicate that after medium floods ($T = 50$ years), natural regeneration restores about 60–80% of eroded sediment. Under large floods ($T = 100$ years), alternating erosion–deposition cycles intensify but maintain overall sediment equilibrium, provided human extraction remains within natural recovery limits.

5.3 Scientific and Practical Significance

Scientific Significance: Confirms the natural regenerative capacity of river sand resources under suitable hydrodynamic conditions; Provides a quantitative foundation for the concept of *regenerative dynamics*-a novel approach in modern fluvial geodynamics; Contributes to the development of the dynamic sediment balance theory, incorporating the concept of post-flood morphological recovery.

Practical Significance: Establishes a basis for sustainable sand mining regulation aligned with natural regeneration cycles; Supplies data for river resource planning, erosion control, and morphological conservation; Supports post-mining rehabilitation strategies, integrating geodynamic monitoring with climate adaptation policies.

5.4 Future Research Directions

Future work will focus on:

Fluvial-Coastal Connectivity Modeling: Linking riverine and coastal processes to assess sediment transport from upstream to estuaries under climate change scenarios.

Advanced Sensing and Big Data: Using ADCP, LiDAR, UAV mapping, and machine learning to identify erosion-deposition zones and quantify sediment budgets automatically.

Sediment Recovery Index (SRI): Developing an index to measure each river reach's post-flood self-replenishment capacity for sustainable sand management.

Policy Integration: Applying the *Extract-Monitor-Regenerate (EMR)* framework to connect geodynamic science with natural resource governance.

6. Conclusion

This study introduces an integrated framework for analyzing river dynamics and post-flood sand regeneration based on modern geodynamics and fluvial sedimentology. Key findings are as follows:

(1) **Research Perspective:** Rivers are conceptualized as open geodynamic systems with continuous energy-material exchange, while sedimentology explains the spatial-temporal redistribution of materials through transport and deposition. Their integration establishes a unified framework linking hydrodynamics, morphology, and sediment processes.

(2) **Theoretical and Methodological Basis:** Classical concepts of sediment budget, stream power, and morphodynamic equilibrium provide the foundation for assessing sediment transport and recovery. The combined use of MIKE, HEC-RAS, and CAESAR models with field and UAV-LiDAR data enables multi-scale simulation of post-flood regeneration.

(3) **Applications and Outlook:** Pilot studies in Central Vietnam validate the framework's applicability. Future research should extend to diverse basins, integrating remote sensing, IoT-based sensors, and real-time modeling to enhance predictive capacity and support sustainable river sand management.

References

- Ashmore, P., and Church, M. 1998. Sediment transport and river morphology: a paradigm for river restoration. *Progress in Physical Geography*, 22(2), pp. 195-216.
- Bagnold, R.A. 1966. An approach to the sediment transport problem from general physics. *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 422-I, pp. 1-37.
- Brunner, G.W. 2021. *HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, Version 6.0*. U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (HEC), Davis, California.
- Church, M. 2006. Bed material transport and the morphology of alluvial river channels. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 34, pp. 325-354.

- Coulthard, T.J., Neal, J.C., Ramirez, J., de Almeida, G.A.M., and Hancock, G.R. 2013. Integrating the CAESAR-Lisflood model with the LISFLOOD-FP hydrodynamic model: implications for modelling landscape evolution. *Earth Surface Processes and Landforms*, 38(15), pp. 1897-1906.
- Dade, W.B., and Friend, P.F. 1998. Grain-size, sediment-transport regime, and channel slope in alluvial rivers. *The Journal of Geology*, 106(6), pp. 661-676.
- Deltares. 2014. *Delft3D-FLOW User Manual*. Deltares, Delft, The Netherlands, 684 pp.
- DHI (Danish Hydraulic Institute). 2017. *MIKE 11 & MIKE 21 Flow Model - Hydrodynamic and Sediment Transport User Guide*. Hørsholm, Denmark.
- Engelund, F., and Hansen, E. 1967. *A Monograph on Sediment Transport in Alluvial Streams*. Teknisk Forlag, Copenhagen, 62 pp.
- Ferguson, R.I. 2005. Estimating critical stream power for bedload transport calculations in gravel-bed rivers. *Geomorphology*, 70(1-2), pp. 33-41.
- Hooke, J.M. 2003. River meander behaviour and instability: a framework for analysis. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 28(2), pp. 238-253.
- Howard, A.D. 1994. A detachment-limited model of drainage basin evolution. *Water Resources Research*, 30(7), pp. 2261-2285.
- Knighton, D. 1998. *Fluvial Forms and Processes: A New Perspective*. Arnold, London, 383 pp.
- Leopold, L.B., Wolman, M.G., and Miller, J.P. 1964. *Fluvial Processes in Geomorphology*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 522 pp.
- Meyer-Peter, E., and Müller, R. 1948. Formulas for bed-load transport. *Proceedings of the 2nd Meeting of the International Association for Hydraulic Structures Research*, Stockholm, pp. 39-64.
- Phillips, C.B., and Jerolmack, D.J. 2016. Self-organization of river channels as a critical filter on climate signals. *Science*, 352(6286), pp. 694-697.
- Phillips, J.D. 2011. Emergence and pseudo-equilibrium in geomorphic systems. *Geomorphology*, 132(3-4), pp. 319-326.
- Schumm, S.A. 1977. *The Fluvial System*. Wiley-Interscience, New York, 338 pp.
- Thien, D.Q., Thanh, N., and Do, H.N.T. 2012. Effects of torrential rainfall on the Gianh Riverbank erosion in the context of climate change. *Proceedings of the International Workshop on Geo-Engineering for Responding to Climate Change and Sustainable Development of Infrastructure*, pp. 54-60.
- Thien, D.Q., Nhan, T.T., and Thanh, N. 2012. The implicit danger of the Vu Gia-Thu Bon cascading hydropower system for sediment accumulation in the lower section. *Proceedings of the International Conference on Green Technology and Sustainable Development*, Vietnam, pp. 25-34.
- Thien, D.Q. 2014. *Research on the erosion-accumulation processes of rivers in the mid-central part of Vietnam and proposed preventive solutions*. Ministry-Level Research Project, Code: B2011-DHH02, Hue University of Sciences, Vietnam.
- Thien, D.Q., and Do, H.N.T. 2016. Assessment and prediction of riverbank erosion processes in Quang Binh Province: A case study of the Gianh and Nhat Le rivers. *Proceedings of the Third International Conference VietGeo 2016 - Geological and Geotechnical Engineering in Response to Climate Change and Sustainable Development of Infrastructure*, pp. 294-303.
- Thien, D.Q., Nhan, T.T., Nhan, N.T.T., Dennis, G., and Do, H.N.T. 2016. Evaluation of erosion processes along main river channels in the mid-central part of Vietnam. *Proceedings of the 2nd National Conference on Transport Infrastructure for Sustainable Development*, Construction Publishing House, Vietnam, pp. 317-326.
- Van Rijn, L.C. 1984. Sediment transport, part I: Bed load transport. *Journal of Hydraulic Engineering*, 110(10), pp. 1431-1456.
- Wohl, E. 2014. *Rivers in the Landscape: Science and Management*. Wiley-Blackwell, Oxford, 320 pp.