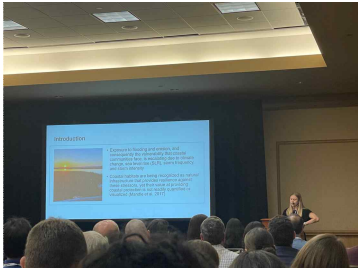
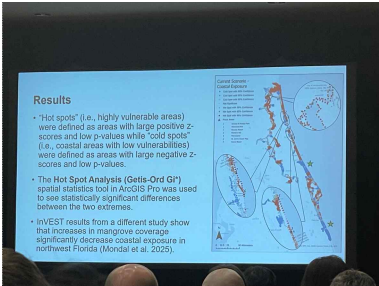


국외출장 결과보고서

구 분	내 역					
출장자	소속	해양연구본부	성명	강창우	직급	전문연구원
출장목적 (중복선택 가능)	☐ 현지조사(현장, 전문가 회의) ☐ 국제행사 주최 ☒ 국제행사 참가 ☐ 국제회의(정부대표단) 참석 ☐ 세미나, 교육, 훈련 ☐ 기타 ()					
관련사업 (예산항목)	- 「순환적응형 연안침식 관리기술 개발」(수탁) (사업기간 : 2026.01.01. ~ 2026.12.31.)					
출장기간	2026.05.17(일) ~ 2026.05.23(토) (4박 7일)			출장지	미국 텍사스주	
출장일정	일자	방문지	주요업무*			항공편
	05.17(일) 오전	부산(07:00) → 인천(09:30) → 휴스턴(11:25)	이동			KE1402, KE0031, AA4113
	05.18(월) 오전, 오후	Galveston Island Convention Center at The San Luis Resort	ICCE 2026 참여			-
	05.19(화) 오전, 오후	Galveston Island Convention Center at The San Luis Resort	ICCE 2026 참여			-
	05.20(수) 오전, 오후	Galveston Island Convention Center at The San Luis Resort	ICCE 2026 참여			-
	05.21(목) 오전	Galveston Island Convention Center at The San Luis Resort	ICCE 2026 참여			-
	05.21(목) 오후	휴스턴(20:12) → 인천(5.23(토), 05:00)	이동			AA5005, KE0012
	5.22(금) 오전, 오후					
	05.23(토) 오전	인천(06:35) → 부산(07:45)	이동			KE1401
출장성과	○ 출장목적 달성 정도 - 복합 재해 시뮬레이션과 자연 기반 솔루션의 실증 성과, 지역사회 참여 및 다학제적 접근 방식 등을 활용하여 연안완충구역 도입 및 적용 방안에 활용가능한 정보 수집 ○ 주요 성과 - 장기 모니터링·공간 취약성 분석·지역사회 참여형 관리 사례를 통해 연안완충구역의 도입·유지관리 기준 및 지속 가능한 운영체계 마련에 필요한 기술적·사회적 근거 확인					
향후계획	○ 출장 성과 공유 계획 - 수행 중인 과제 관련하여 국제적 연구 동향 소개 및 국내 적용 방안 논의 자료로 활용할 계획 ○ 정책화 등 활용 계획 - 복합 홍수 모델링, 자연 기반 구조물 성능 데이터, 지역사회 참여 모델 등 실증된 방법론을 연안완충구역의 조성 기준, 유지관리 지침, 주민 소통 체계 등에 적용 가능					
참고 등 특이사항 (건의사항)						

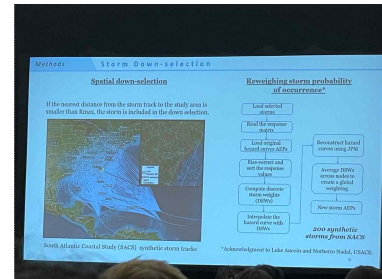
* 주요업무 수행 결과 별지 작성 후 첨부

주요 업무내용 (계획(), 결과(✓))

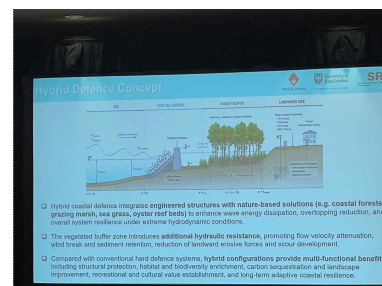
업무유형	☐ 현지조사(현장, 전문가 회의) ☐ 국제행사 주최 ☒ 국제행사 참가 ☐ 국제회의(정부대표단) 참석 ☐ 세미나, 교육, 훈련 ☐ 기타 ()										
업무①	05.18.(월) ICCE 2026 참여										
수행계획	☐ ICCE 2026 참여 및 발표 - 참석자 : 강창우 전문연구원 - 주요 참여 세션 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">시간</th><th style="width: 80%;">세션명</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10:40 - 12:10</td><td> · Coastal Hazards and Risk-Assessment of Coastal Risks · Coastal Hydrodynamics and Morphology-Scour </td></tr> <tr> <td>13:30 - 15:00</td><td> · Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions · Coastal Hazards and Risk-Assessment of Coastal Risks </td></tr> <tr> <td>15:30 - 17:00</td><td>· Coastal Hazards and Risk-Assessment of Coastal Risks</td></tr> <tr> <td>17:00 - 18:30</td><td> · Coastal Hazards and Risk (발표) STRATEGIES AND MEASURES FOR SECURING COASTAL BUFFER ZONES </td></tr> </tbody> </table>	시간	세션명	10:40 - 12:10	· Coastal Hazards and Risk-Assessment of Coastal Risks · Coastal Hydrodynamics and Morphology-Scour	13:30 - 15:00	· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions · Coastal Hazards and Risk-Assessment of Coastal Risks	15:30 - 17:00	· Coastal Hazards and Risk-Assessment of Coastal Risks	17:00 - 18:30	· Coastal Hazards and Risk (발표) STRATEGIES AND MEASURES FOR SECURING COASTAL BUFFER ZONES
시간	세션명										
10:40 - 12:10	· Coastal Hazards and Risk-Assessment of Coastal Risks · Coastal Hydrodynamics and Morphology-Scour										
13:30 - 15:00	· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions · Coastal Hazards and Risk-Assessment of Coastal Risks										
15:30 - 17:00	· Coastal Hazards and Risk-Assessment of Coastal Risks										
17:00 - 18:30	· Coastal Hazards and Risk (발표) STRATEGIES AND MEASURES FOR SECURING COASTAL BUFFER ZONES										
수행결과	☐ ICCE 2026 참여 및 발표 - 참석자 : 강창우 전문연구원 - 세션명 : Coastal Hazards and Risk-Assessment of Coastal Risks - EVALUATING COASTAL VULNERABILITY IN NORTHEASTERN FLORIDA - 기후변화로 인해 연안 지역사회가 홍수와 침식에 점점 더 노출되고 있으며, 이를 정량적으로 평가하기 위해 오픈소스 기반의 InVEST 해안 취약성 모델을 활용함. - 연구 대상은 플로리다 세인트존스강(St. Johns River) 유역 해안으로, 고도·파고·해수면 상승·지형·서식지 등 다양한 지구물리학적 데이터를 입력값으로 활용하여 노출도와 취약성을 산출함. - 해안을 보호하는 자연 서식지(습지, 식생 등)의 보호 효과를 기하평균 방식으로 산정하였으며, 여러 서식지가 인접할수록 보호 효과가 높아지는 것으로 분석됨. - 20년·50년·100년 빈도의 해수면 상승 시나리오를 적용한 결과, 시나리오가 심각해질수록 홍수 및 침식 노출 취약 지역과 인구 비율이 증가하는 것을 확인함. - 공간 통계 분석(핫스팟·콜드스팟)을 통해 취약성이 집중된 지역을 시각적으로 식별하였으며, 잭슨빌(Jacksonville) 인근이 주요 고취약 지역으로 나타남. - 본 연구는 해안 침식·운반 등 지역 고유의 과정을 완전히 반영하지 못한 한계가 있으나, 향후 복원·보전 사업 및 사회·경제적 인프라 계획 수립에 활용될 수 있음.  										

주요 업무내용 (계획(), 결과(✓))

- **COMPOUND FLOOD RISK ASSESSMENT FOR MILITARY INSTALLATIONS AND SURROUNDING COMMUNITIES**
- 태풍·강우·하천 범람 등 여러 홍수 원인이 동시에 발생하는 복합 홍수(compound flood)를 반영한 지도가 현재 부재한 상황으로, 해안에 위치한 군사 시설 보호를 위해 새로운 홍수 위험 지도 개발이 필요함.
- 연구 대상은 조지아주 해안의 군사 시설 및 주변 9개 카운티(약 24,000km²)이며, 강우·조위·하천 유량 등 모든 홍수 요인을 동시에 시뮬레이션할 수 있는 수리동역학 모델 Sphinx를 활용함.
- 1,060개의 합성 태풍 경로 중 연구 지역에 영향을 미치는 200개를 선별하고, 미 육군 공병대와 협력하여 폭풍 발생 확률을 보장함으로써 20년~500년 빈도 이벤트에 대한 신뢰성 있는 확률적 분석을 수행함.
- 200개 폭풍 시뮬레이션 결과를 픽셀 단위로 분석하여 빈도별 복합 홍수 지도를 완성하였으며, 군사 시설의 침수 취약 구역 및 대피 경로 파악에 직접 활용 가능함.

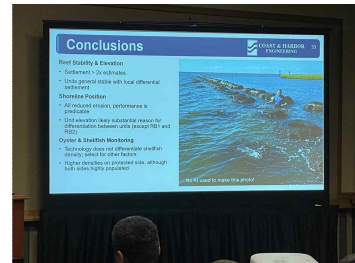


- 세션명 : **Coastal Hydrodynamics and Morphology-Scour**
- **SCOUR MECHANISMS IN HYBRID COASTAL DEFENCE SYSTEMS WITH NATURE-BASED SOLUTIONS**
- 쓰나미·파랑이 해안 방어 구조물과 자연 식생에 미치는 상호작용을 규명하는 것이 핵심 목표임.
- TLS(지상 라이다 스캐닝) 및 GIS 현장 조사를 두 곳의 연구 대상지에서 수행하여 고정밀 지형 데이터를 확보하였으며, 식생의 종류·수령·공간 분포 등을 함께 조사함.
- 실내 수리 실험에서 파랑의 흐름 유형(임계 흐름, 수력 도약 등) 3가지를 재현하고 압력 센서를 설치하여 제방(dike)의 형상(파라펫 높이, 법면 경사 등) 변화에 따른 파랑 수리학적 특성을 측정함.
- 식생이 없는 경우와 식생이 있는 경우를 비교한 결과, 식생 도입 시 흐름의 속도 기울기(velocity gradient) 및 유속 분포가 뚜렷하게 변화하는 것을 확인함.

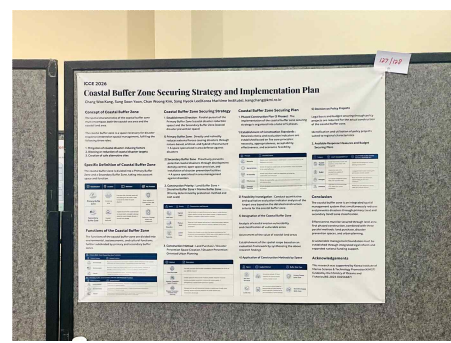


주요 업무내용 (계획(), 결과(✓))

- 세션명 : Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions
- DESIGN AND PERFORMANCE MONITORING OF A LIVING SHORELINE PROJECT IN COASTAL LOUISIANA
 - 루이지애나 연안은 30분마다 축구장 1개 면적이 침식될 만큼 심각한 상황으로, 연안 침식 저감과 굴 서식지 복원을 동시에 달성하기 위해 인공 암초 구조물을 활용한 생태 해안선 프로젝트를 설계·시공함.
 - 파랑 모델(SWAN)과 CFD 수치 모델을 활용하여 인공 암초의 파랑 저감 효과를 사전 계산하고, 50% 침식 저감을 목표로 3종의 프리캐스트 콘크리트 암초 유닛을 설계·배치함.
 - 5년간 모니터링 결과, 연간 약 2.7m씩 침식되던 해안선이 주요 유닛에서 목표치인 50% 침식 저감을 달성하였으며, 일부 구간에서는 오히려 퇴적 현상도 관찰됨.
 - 모든 유닛에서 굴·따개비 등 패류의 성공적인 정착이 확인되었으나, 2021년 허리케인 아이다(Ida) 내습 시 일부 유닛이 이동하는 피해가 발생함.
 - 향후 시공 시 연약 지반 대비 기초 보강, 세굴 방지 처리, 구조물 설치 높이 상향 조정 등을 권고하며, 해수면 상승에 대응하기 위한 굴 성장 속도 확보가 향후 과제로 남음.



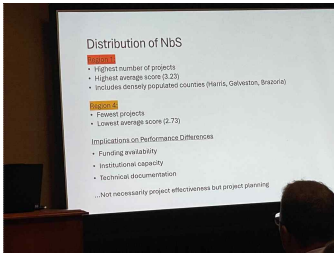
- 세션명 : Coastal Hazards and Risk
- STRATEGIES AND MEASURES FOR SECURING COASTAL BUFFER ZONES(강창우 전문연구원 발표)
 - 기후변화로 인한 연안재해 빈도·강도가 증가하는 상황에서 체계적인 완충구역 확보의 필요성이 증대되고 있음.
 - 1차 완충구역은 연안해역에서 외력을 직접 저감하는 면적방어 공간으로, 2차 완충구역은 연안육역에서 피해를 사전에 예방하는 면적관리 공간으로 구성함.
 - 확보 전략은 조성 방향, 조성 우선순위, 조성 방식으로 구분됨. 조성 방향은 1차·2차 완충구역의 병행 추진이며, 조성 우선순위는 경제적 효율성을 고려하여 육역, 바닷가, 해역 순으로 설정하고, 조성 방식은 토지 매수, 방재공간 조성, 재해예방형 도시계획 수단 적용이 가능함.
 - 조성 방안은 기준 설정, 타당성 조사, 구역 설정, 공법 적용, 정책사업 결정 순으로 추진



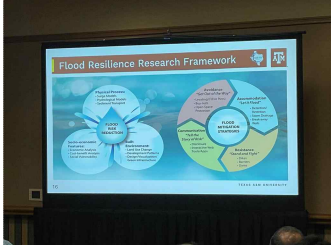
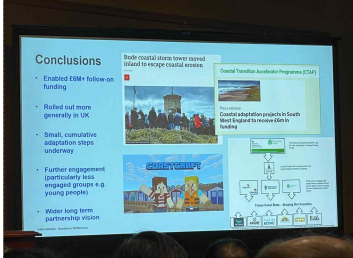
주요 업무내용 (계획(), 결과(✓))

업무②	05.19.(화) ICCE 2026 참여										
수행계획	□ ICCE 2026 참여 - 참석자 : 강창우 전문연구원 - 주요 참여 세션 <table border="1"> <thead> <tr> <th>시간</th><th>세션명</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>08:40 - 10:10</td><td>· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions</td></tr> <tr> <td>10:40 - 12:10</td><td>· Coastal Structures, Ports, Harbors and Waterways-Coastal Defense Systems</td></tr> <tr> <td>13:30 - 15:00</td><td>· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions</td></tr> <tr> <td>15:30 - 17:00</td><td>· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions</td></tr> </tbody> </table>	시간	세션명	08:40 - 10:10	· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions	10:40 - 12:10	· Coastal Structures, Ports, Harbors and Waterways-Coastal Defense Systems	13:30 - 15:00	· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions	15:30 - 17:00	· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions
시간	세션명										
08:40 - 10:10	· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions										
10:40 - 12:10	· Coastal Structures, Ports, Harbors and Waterways-Coastal Defense Systems										
13:30 - 15:00	· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions										
15:30 - 17:00	· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions										
수행결과	□ ICCE 2026 참여 - 참석자 : 강창우 전문연구원 - 세션명 : Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions · DEVELOPING HYBRID GREEN-GREY SOLUTIONS FOR COASTAL DEFENSE AND CORAL RESTORATION - 산호초 감소로 인한 홍수 피해 증가에 대응하기 위해, Seahive 유닛과 자이로이드 격자를 결합한 3D 프린팅 하이브리드 인공 암초를 설계하고 유전자 변형 산호를 이식하여 파랑 감소와 생태계 복원을 동시에 달성하는 것을 목표로 함. - 수조 실험 결과 입사 파랑 에너지의 80~90%를 감소시키는 성능을 확인하였으며, CFD 수치 모델을 통해 격자 유닛이 구조물 내부 흐름을 증가시켜 산호의 열 스트레스 완화와 유생 분산에 유리한 환경을 조성함을 규명함. - 복잡한 표면 형상일수록 산호 이식에 적합하며, 2열 구조에서 바다 쪽은 파랑 방어, 육지 쪽은 산호 이식 공간으로 역할을 분담할 수 있음.   · NATURE BASED SOLUTIONS ALONG THE TEXAS COAST: A REVIEW OF CURRENT AND PLANNED PROJECTS - 연안 인구 증가, 기후변화로 인한 극한 기상 현상 급증(연간 4건→13.2건) 등 연안 위협에 대응하기 위해 텍사스 연안 전역의 자연 기반 솔루션(NbS) 프로젝트를 IUCN 글로벌 표준(8개 기준, 20개 지표)으로 평가함. - 텍사스 일반 토지국(GLO) 데이터베이스 및 텍사스 해안 복원력 마스터플랜을 활용하여 총 86개 프로젝트를 발굴하였으며, 이 중 54개를 정량 평가하고 32개는 정보 부족으로 평가 불가 판정함. - 평가 결과 대부분의 프로젝트가 '적절(adequate)' 이상의 점수를 받았으며, 불충분(insufficient) 판정은 없어 텍사스의 NbS 프로젝트 기획 수준이 전반적으로 양호한										

주요 업무내용 (계획(), 결과(✓))

	것으로 나타남. - 지역별로는 휴스턴-갤버스턴 지역을 포함한 1구역이 프로젝트 수와 예산 모두 가장 많았고, 4구역은 농경지·목장 소유지 비중과 예산 부족으로 프로젝트가 가장 적어 지역 간 불균형이 뚜렷함. - 경제성 분석 및 장기 재정 계획 관련 기준의 점수가 가장 낮았으며, 대부분의 프로젝트가 효과를 입증하는 데 5~10년 이상 소요되어 장기적 관점의 비용-편익 분석 체계 마련이 시급한 것으로 나타남. - 향후 권고사항으로 장기 계획 강화, 생태계 서비스의 화폐 가치 산정을 포함한 표준 경제성 평가 체계 수립, 이해관계자 참여 확대를 제시함.  						
업무③	05.20.(수) ICCE 2026 참여						
수행계획	□ □ ICCE 2026 참여 - 참석자 : 강창우 전문연구원 - 주요 참여 세션 <table border="1"> <thead> <tr> <th>시간</th><th>세션명</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>08:40 – 10:10</td><td>· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions · Coastal Hazards and Risk-Flood Risk Management and Strategies</td></tr> <tr> <td>10:40 – 12:10</td><td>· Coastal Management and Environment-Sustainability of Coastal Environment</td></tr> </tbody> </table> *오후는 Technical Tour 진행으로 학회 프레젠테이션 세션 일정 없음	시간	세션명	08:40 – 10:10	· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions · Coastal Hazards and Risk-Flood Risk Management and Strategies	10:40 – 12:10	· Coastal Management and Environment-Sustainability of Coastal Environment
시간	세션명						
08:40 – 10:10	· Coastal Management and Environment-Nature-Based Solutions · Coastal Hazards and Risk-Flood Risk Management and Strategies						
10:40 – 12:10	· Coastal Management and Environment-Sustainability of Coastal Environment						
수행결과	□ ICCE 2026 참여 - 참석자 : 강창우 전문연구원 - 세션명 : Coastal Hazards and Risk-Flood Risk Management and Strategies - PLACE-BASED COASTAL FLOOD RESILIENCE RESEARCH AND EDUCATION: A U.S. – DUTCH EXPERIENCE - 홍수는 연간 400~700억 달러의 경제적 손실을 유발하는 최대 자연재해로, 이에 대응할 차세대 전문가 양성을 위해 텍사스 A&M과 네덜란드 대학들이 12년간 국제 연구·교육 프로그램을 공동 운영함. - 휴스턴-갤버스턴과 네덜란드 남홀란드를 비교 사례로 활용하여, 공학·생물학·경제학 등 다학제 팀이 2~6주간 현지 몰입형 연구를 수행하고 개별 홍수 복원력 케이스 스터디를 진행함. - 참여자의 50% 이상이 진로에 큰 영향을 받았다고 응답하는 등 교육적 성과가 입증되었으며, 향후 플로리다 남부 및 한국 부산으로 프로그램을 확대할 예정임.						

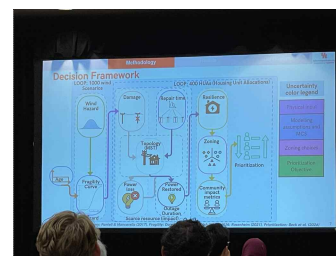
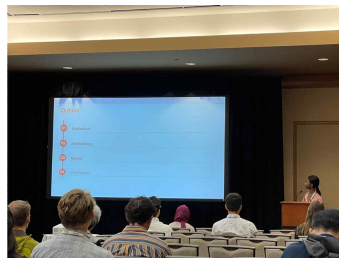
주요 업무내용 (계획(), 결과(✓))

	  - 세션명 : Coastal Management and Environment-Sustainability of Coastal Environment - A NATIONAL PILOT PROJECT TO IMPROVE COASTAL ADAPTATION AND STAKEHOLDER ENGAGEMENT - 영국 해안선의 약 1,000만 개 건물이 홍수·침식 위험에 노출되어 있으며, 소규모 분산 지역사회는 정부 지원을 받기 어려운 구조적 문제가 있어 새로운 해안 적응 정책이 필요함. - 콘월주 버드(Bude)를 시범지로 파랑·조위·기후변화를 결합한 복합 모델링을 수행한 결과, 현재 100년 빈도 홍수가 2050년대에는 매년 발생하는 수준으로 악화될 것으로 예측됨. - 기술 전문가 중심의 기존 방식에서 벗어나 이해관계자 유형별 맞춤형 소통 전략을 수립하고, 지역사회가 요구한 포토리얼리스틱(photorealistic) 시각화 기반의 온라인 플랫폼을 개발하여 주민 스스로 미래 해안 변화를 직관적으로 이해할 수 있도록 함. - 미래 기후변화의 직접적 영향을 받을 어린이·청소년층을 포함한 소외 계층의 참여를 강화하기 위해 마인크래프트(Minecraft) 등 혁신적 참여 방식도 도입함.  						
업무④	05.21.(목) ICCE 2026 참여						
수행계획	□ ICCE 2026 참여 - 참석자 : 강창우 전문연구원 - 주요 참여 세션 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">시간</th><th style="width: 80%;">세션명</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>08:40 – 10:10</td><td>· Coastal Hazards and Risk-Resilience and Mitigation</td></tr> <tr> <td>10:40 – 12:10</td><td>· Coastal Structures, Ports, Harbors and Waterways-Design</td></tr> </tbody> </table> *출국 일정으로 오전 세션 일정만 참여	시간	세션명	08:40 – 10:10	· Coastal Hazards and Risk-Resilience and Mitigation	10:40 – 12:10	· Coastal Structures, Ports, Harbors and Waterways-Design
시간	세션명						
08:40 – 10:10	· Coastal Hazards and Risk-Resilience and Mitigation						
10:40 – 12:10	· Coastal Structures, Ports, Harbors and Waterways-Design						
수행결과	□ ICCE 2026 참여 - 참석자 : 강창우 전문연구원 - 세션명 : Coastal Hazards and Risk-Resilience and Mitigation - IMPACT-BASED INFRASTRUCTURE PRIORITIZATION FOR COASTAL RESILIENCE: SENSITIVITY STUDY - 허리케인 피해 복구 시 사회적 취약 계층을 우선 고려하는 영향 기반 우선순위화 프레임워크의 신뢰성을 높이기 위해, 갤버스턴 전력 배전망을 대상으로 불확실성 요인						

주요 업무내용 (계획(), 결과(✓))

을 물리적 입력·모델링 가정·지역 구획·우선순위 지표의 4개 층위로 구분하여 민감도를 분석함.

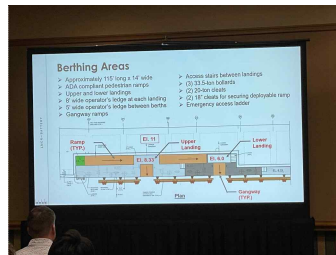
- 분석 결과 전봇대 노후화(age) 파라미터가 우선순위화 결과에 가장 큰 영향을 미치는 핵심 불확실성 요인으로 확인되었으며, 가장 시급한 구역과 가장 낮은 우선순위 구역은 모든 분석 조건에서 일관되게 나타남.
- 지역 구획이 세분화될수록 중간 위험 구역이 더 명확히 식별되며, 공동체 영향 기반 지표와 효율성 기반 지표 간 우선순위 결과가 최대 70% 불일치하여 지표 선택이 결과에 결정적 영향을 미침.
- 향후 갤버스턴 전봇대 실제 연령 데이터 확보 및 복구 자원 제약 조건을 반영한 프레임워크 고도화가 필요함.



- 세션명 : Coastal Structures, Ports, Harbors and Waterways-Design

· THE LOWER MANHATTAN COASTAL RESILIENCY PROJECT - BATTERY

- 매년 400만 명이 이용하는 뉴욕 배터리 부두의 노후 목재 구조물을 전면 재건하였으며, 2100년까지의 해수면 상승을 반영하여 기존보다 약 1.5m 높게 설계하고 75년 설계 수명을 적용함.
- 조위 변화와 다양한 선박 흘수에 대응하는 이중 레벨 접안 구조를 도입하였으며, 향후 해수면 추가 상승 시 하부 레벨을 콘크리트로 채울 수 있는 적응형 설계를 적용함.
- 브루클린-배터리 터널 통과 구간은 교통국의 엄격한 기준을 충족하기 위해 대형 프리스트레스트 거더와 이중 케이싱 케이슨 공법을 적용하였으며, 기존 화강암 재활용·저탄소 재료·음극 방식 보호 등 종합적인 내구성·지속가능성 조치를 시행함.
- 1단계는 2025년 12월 완공되었으며, 2단계는 2026년 말 완공을 목표로 진행 중임.



* 주요 업무 내용을 10개 내외로 작성

* 업무별 수행 결과는 각 700자 이내로 작성(관련 사진, 도표 필요시 추가)

* 보고서 총 분량은 10페이지 내외로 작성(필요시 조정)