

2024.08.10 ~ 2024.08.17

# 2024 IWA WWCE Toronto, Canada

3조 비비빅

백유민, 박주형

# 1. 인터뷰 내용(기업 5곳)

## 1) NIVUS-센서 등 측정기기가 주요 항목, 빗물 처리 시스템(GPRS 모니터링)

NIVUS		
주제	질문 (한글)	질문 (영어)
빗물 처리 시설	홈페이지를 통해 파악한 바로는 NIVUS에서는 빗물의 처리 목적이 도시침수 대응인데, 빗물을 재활용하는 기술에 대한 연구는 따로 진행하고 있지 않은가?	According to the website, NIVUS's purpose of treating rainwater is to respond to urban flooding. Isn't there any research conducted to recycle rainwater?
	하천/지역의 크기에 따라 필요한 우수 저류시설의 갯수와 크기가 다를 것 같은데, 구체적으로 정해진 기준을 알려줄 수 있나?	It seems that the number and size of stormwater storage facilities will vary depending on the size of the river/region. Can you let me know the specific standards?
관로 유량계 설비	관로 유량계에 사용된 초음파 크로스 콜로레이션 방식은 신호 품질이 좋지 않으면 정확한 결과를 얻지 못한다는 단점(오작동)이 있다고 알고 있는데, 측정의 정확도를 높이기 위해 어떤 기술 및 시스템을 추가 도입하였는가?	I think that the 'Ultrasonic cross-coloration method' used in pipeline flow meters has the disadvantage(malfunction) of inaccurate results if the signal quality is poor. What additional technologies and systems have been introduced to improve the accuracy?

## 2) STANTEC-건축, 도시, 환경(물), 에너지

STANTEC		
주제	질문 (한글)	질문 (영어)
빗물 처리 시설	<p>웹사이트를 참고하였을 때 파악한 정보로는, Albany Park Stormwater Diversion Tunnel 프로젝트에 참여하였을 때 설계 계획에 포함된 'GBR'이라는 기술에 대해 좀 더 자세히 설명해 줄 수 있나?</p>	<p>According to the website, would you explain more about the technology called 'GBR' included in the design plan when you participated in the Albany Park Stormwater Diversion Tunnel project?</p>
	<p>The Chicago Tunnel and Reservoir Plan (TARP)를 통해 저장된 물은 TARP로부터 수자원 재활용 시설로 이동 후 수로로 배출되는데, 구체적인 수자원 재활용 시설에 대한 정보 및 재활용 후 어떤 용도로 가장 많이 사용되는가?</p>	<p>The water stored through The Chicago Tunnel and Reservoir Plan (TARP) is discharged from the TARP to the water resource recycling facility and then discharged into the water channel, which is the most commonly used water resource recycling facility and for what purpose after recycling?</p>
GIS 기술	<p>Albany Park Stormwater Diversion Tunnel 프로젝트의 핵심 기술 중 기존 GIS 기반 H&amp;H 모델 검토 및 수정 적용이라는 항목에 대해서, 기존 GIS와 가장 차별화된다고 생각하는 부분이 어떤 것인가?</p>	<p>The Albany Park Stormwater Diversion Tunnel project's technology, especially review, modification, and application of existing detailed GIS-based H&amp;H models, do you think is most different from the existing GIS?</p>

### 3) ADS-하수도 및 폐수처리 시스템 제조업체, 플라스틱 파이프 설비 제작

ADS		
주제	질문 (한글)	질문 (영어)
빗물 처리 시설	Bayfilter Stormwater Treatment System의 기능 중 'Engineered to prevent unwanted standing water during dry periods'에 대해 구체적으로 설명해 줄 수 있나?	Would you elaborate on 'Engineered to prevent unwanted standing water during dry periods' among the functions of Bayfilter Stormwater Treatment System?
빗물 처리 기술	EcoStream BioFilter 시스템의 경우 우수 포집 시 유속을 줄여 침전 및 여과의 효율을 높이기 위해 dissipation stone을 사용하는데, 과도한 양의 우수 유입시에 대한 대안이 있는지? 또한 여과에 사용되는 생물여과층은 어떤 성분으로 이루어져있고, 재생하여 사용이 가능한지?	In the case of the EcoStream BioFilter system, the dispensing stone is used to increase the efficiency of precipitation and filtration by reducing the flow rate during excellent collection, but is there an alternative to excessive inflow of good water? Also, what components are the biofilter layer used for filtration, and can it be regenerated and used?
LID 기술	EcoPure BioFilter는 LID의 측면에서 효율적이고 환경적인 필터라고 생각된다. 하지만 식물이 자라는 토양을 우수 필터로 사용하면서 축적되는 중금속 등의 오염물질로 인한 2차오염에 대한 문제는 어떻게 해결하고 있는지?	EcoPure BioFilter is considered to be an efficient and environmental filter in terms of LID. However, how do you solve the problem of secondary pollution caused by pollutants such as heavy metals accumulated while using the soil where plants grow as an excellent filter?

## 4) Toronto water-캐나다 토론토 시의 물 공공 서비스 담당 부서

Toronto water		
주제	질문 (한글)	질문 (영어)
빗물 처리 기술	얼 베일스 우수 관리 연못이 우수 유출수를 저장해두는 곳이라고 이해했는데, 그렇다면 수질이 좋을 것 같지 않은데 오히려 주변 자연을 오염시킬 수 있지 않나? 그리고 사람들이 여기에서 레크리에이션을 진행할 수 있는 건가?	I understood that Earl Bales pond is a place to store stormwater runoff. If so, I expect the water quality will be poor, but wouldn't it pollute the surrounding nature? And can people swim and do recreation here?
	그럼 저장한 우수는 따로 특별한 정화 과정 없이, 저장해두었다가 하천으로 배출시키는 건가?	Then, is the overcharged rainwater stored and discharged into the river without any special purification process in the tank?
	DR&CW 프로젝트에서 폭우 시에 터널에 물을 저장할 때, 오염을 방지하기 위해 특별한 화학 물질을 첨가하거나 여과를 통한 부유물질 제거 과정은 따로 없고 그냥 저장해두기만 하나?	In the DR&CW project, when storing water in a tunnel during heavy rain, is it simply stored without adding special chemicals or removing suspended solids through filtration to prevent contamination?
기존 하수 처리 과정 개선	합류식 월류수를 없애는게 가장 큰 목적이라고 했는데, 앞으로 정책적으로 합류식에서 분류식으로 관을 교체하는 건가? 아니면, 합류식은 유지하되, 저장탱크를 두어서 CSO 방지만 하는 건가?	I understood that the biggest goal is to eliminate combined sewage overflow water, but is it to replace all the pipes from combined type to separate type? Or maintain the pipes, and only prevent CSO by installing a storage tank in the middle of it?

## 5) OCWA-캐나다 온타리오 주 주정부 기관/물, 폐수 처리 제공

OCWA		
주제	질문 (한글)	질문 (영어)
기존 정수 처리 공정 기술	OCWA는 온타리오호에서 물을 취수하고 정화해서 공급하는 일을 하는 것으로 파악했는데, 빗물을 재활용하여 용수로 공급하는 프로젝트는 따로 진행하고 있지 않은가?	I understood that OCWA collects water from Lake Ontario, purifies it, and supplies it. Is there no other project to recycle rainwater and supply it as water resources?
	폭우가 왔을 때 빗물이 온타리오호로 흘러 들어가는 중에 가축분뇨 등 오염원과 접촉하여 수질에 악영향을 끼칠 수 있는데, 이를 사전에 방지하는 기술은 따로 진행하고 있지 않은가?	When there is a heavy rain, rainwater may contact with pollutants such as livestock waste while flowing into Lake Ontario, which may have a negative impact on water quality. Are there any other technologies to prevent this problem in advance?
	온타리오호의 수질을 안정적으로 유지하기 위해, 추가적으로 하고 있는 일은 없는가?	Is there anything else doing to keep Lake Ontario's water quality stable?



# 8/13 Tue 10:30~12:00

## 1.16 UTILITY RESPONSES AND ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE IMPACTS

### 1.16 UTILITY RESPONSES AND ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE IMPACTS

Chair: **Peter Dane**, *Netherlands* Co-chair: **Yang Villa**, *Philippines*

A Natural Solution To A Complex Delta Issue: The Climate Buffer For Ecological And Climate-resilient Drinking Water Provision, **Koen Zuurbier**, *Netherlands*

The Effects Of Climate Change: Are The Water Systems Ready?, **Shakhawat Chowdhury**, *Saudi Arabia*

Papakura Water Treatment Plant: A Phoenix Rises, **Chris Aspinall**, *Australia*

Water Use Amidst The Climate Crisis: Challenges In Delivering Basic Sanitation Services - A Case Study Of Rio De Janeiro, Brazil, **Natália Rodrigues Costa Flecher**, *Brazil*

#### POSTERS

*Strategic Planning To Adress Climate Change Impacts On Wastewater Infrastructures From Águas Do Tejo Atlântico*, **Rita Lourinho**, *Portugal*

Room 705  
Technical

1. Koen Zuurbier : ASR(Auifer storage and recovery)-지하 대수층 저장 및 회수 기술의 개선 방안 및 회수 효율 극대화 방안 모델 연구

2. Shakhawat Chowdhury : 홍수나 침수로 인한 피해 예방을 위한 디지털 고도 모델 분석 주로 다양한 수자원의 음용수 처리 과정에서 DBP, THM 등 소독 부산물과 관련된 연구 활발

3. Chris Aspinall : 자료 없음

4. Natália Rodrigues Costa Flecher : 자료 없음

5. Rita Lourinho : 폐수 처리 과정에서 발견되는 의약품질이나 화학물질의 독성을 제어할 수 있는 모니터링 등의 방법에 관련된 연구 활발

# 8/13 Tue 15:30~17:00

## 4.4 ADVANCES IN RAINFALL AND STORMWATER MANAGEMENT

### 4.4 ADVANCES IN RAINFALL AND STORMWATER MANAGEMENT

Chair: [Bu Lam, Canada](#) Co-chair: [Chiara Lucia Tregnago, Italy](#)

Splitting Rainfall For Sewer Modelling, An Innovative Method Solving Problems Out Of Box, [Li Julian, Canada](#)

Runoff Coefficient And Rainfall Estimates From Opportunistic Flow Measurements And Weather Radar, [Janni Mosekær Nielsen, Denmark](#)

Revolutionizing Control Systems: Unleashing The Power Of Real-time Adaptive Control (RTAC) In Stormwater Management, [Xuli Meng, Australia](#)

Rodney Cook Sr. Park In Historic Vine City – From Flooded Brownfield To Innovative Stormwater Solution, [Julie Stein, United States](#)

#### POSTERS

*Forecasting Future Groundwater Levels Under Select Climate scenarios In Saskatchewan,* [Ahmed Okasa, Canada](#)

*Source Water Protection In Quebec City: Using An Integrated 3D Hydrological Model To Investigate Groundwater Pathways And Travel Times,* [Benjamin Frot, Canada](#)

Room 717 A  
Technical

1. Li Julian : 수처리, 수자원 관련 내용은 없음. 특정 식품이나 물질의 섭취에 대한 인체, 환경 메커니즘에 대한 연구 및 임상 병리학 분야 연구 활발

2. Janni Mosekær Nielsen : CSO로 인한 대장균 오염 호소의 수질 관련 모델 기반 예측 연구

3. Xuli Meng : 우수 수질 관리를 위한 모니터링 제어 및 우수관 배수 시스템 설계 관련 연구 진행. 특히 real-time adaptive control 과 관련된 연구 활발

4. Julie Stein : 수처리, 수자원 관련 내용은 없음. 임상병리학 연구 활발

# 8/14 Wed 10:30~12:00

## 1.3 DIGITAL LEAK DETECTION

### 1.3 DIGITAL LEAK DETECTION

Chair: [Adesola Adedugbe, Nigeria](#)

AGS's Journey Through The Implementation Of A Performance Based Agreement In Romania To Reduce Non-revenue Water, [Rui Malheiro, Portugal](#)

Artificial Intelligence Models For Prioritizing Active Leak Detection Activities - The Case Of A Water Utility In Southwest Asia, [André Arsénio, Portugal](#)

Repair Leaks ASAP - Digital Tool Focused On The Strategy To Reduce Non-Revenue Water In Porto, [Ricardo Ferreira, Portugal](#)

Cloud-enhanced Pressure Management: A Digital Solution Towards Resilient Water Networks, [Krisztian Mark Balla, Denmark](#)

Room 803 B  
Technical

1. Rui Malheiro : 수처리, 수자원 관련 내용은 없음. 화학물질 등이 미생물이나 인체 세포나 소기관에 작용하는 기전과 관련된 연구 활발
2. André Arsénio : 자료 없음
3. Ricardo Ferreira : 수처리, 수자원 관련 내용은 없음. 토양환경 모니터링, 화학물질 관련 체내/외 임상병리학 연구 활발
4. Krisztian Mark Balla : 폭우나 과도한 우수 유입 시 발생하는 CSO나 SSO 등의 문제 해결을 위한 하수 처리 및 폐수 처리의 데이터 기반 예측 접근 방식 등 연구 활발

# 8/14 Wed 10:30~12:00

## 6.8 WATER RESOURCES MANAGEMENT TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDG): WATER SAVING, REUSE AND ALTERNATIVE SOURCES

### 6.8 WATER RESOURCES MANAGEMENT TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDG): WATER SAVING, REUSE AND ALTERNATIVE SOURCES

Room 701 A  
Technical

Chair: [Jenny Åström, Sweden](#)

Improving Sustainable And Resilient Coastal Cities By Integrating Seawater Into Urban Systems, [Zi Zhang, Hong Kong](#)

Making Water Reuse A Reality: Strategies For Forging Utility Partnerships, San Francisco Bay Area (California) Utilities Collaborate To Reuse Water, [Eric Rosenblum, USA](#)

Sponge Cities; A New Strategy In Water Resources Management, [Hossein Radmand, Iran](#)

Spatial-temporal Analysis Of Human Access To Green And Blue Infrastructure In Two Metropolises South Of The Equator, [Deyvid Rosa, Brazil](#)

#### POSTERS

*The Management Of Urban Storm Water At Block-level (MUST-B): A New Approach For Potential Analysis Of Decentralized Storm Water Management Systems, [Ganbaata Khurelbaatar, Germany](#)*

*Advanced Recovery And Reuse Of Beverage Facility Wastewater, [Craig Duvall, Canada Germany](#)*

1. Zi Zhang : 적외선 감응형 란타넘이 도핑된, 상향변환 나노프로브를 개발하여 인체 혈청과 수돗물에서 철 이온을 고감도로 검출할 수 있음을 보여주는 연구 진행

2. Eric Rosenblum : 1998년 캘리포니아에서 시작하여, 하루 최대 60,000 m<sup>3</sup>의 비음용수를 관개 및 산업 용도로 공급하는 South Bay Water Recycling 프로젝트에 대해 연구

3. Hossein Radmand : 자료 없음

4. Deyvid Rosa : 자료 없음

# 8/14 Wed 15:30~17:00

## 1.4 DIGITAL MAINTENANCE APPROACHES

### 1.4 DIGITAL MAINTENANCE APPROACHES

Chair: **Francisco Javier Fernandez, Spain**

Automated Estimation Of Pump Characteristics And Their Use Within Engineering, Operations, And Maintenance, **Marcelo Cusacovich, United States**

Research On The Utilization Of Sensing Technologies For The Maintenance And Management Of Water Supply Facilities, **Motohiro Kobayashi, Japan**

Machine Learning To Support The Monitoring And Optimisation Of Pumping Stations Processes, **Rita Lourinho, Portugal**

Intelligent Pumps Support Decarbonization In Wastewater Pumping, **Stephanie Smith, United Kingdom**

#### POSTERS

Wastewater Network Age Prediction For Critical Assets Identification Using Machine Learning Algorithm Gradient Boosting, **Ricardo Ferreira, Portugal**

LEAKman: A Danish Demonstration Platform For Integrated Leakage Management Solutions, **Gitte Marlene Jansen, Denmark**

Room 705  
Technical

1. Marcelo Cusacovich : 자료 없음
2. Motohiro Kobayashi : 수처리, 수자원 관련 내용은 없음. 화학물질의 인체 독성 및 환경 유해성에 관련된 연구 활발
3. Rita Lourinho : 폐수 처리 과정에서 발견되는 의약물질이나 화학물질의 독성을 제어할 수 있는 모니터링 등의 방법에 관련된 연구 활발
4. Stephanie Smith : 수처리, 수자원 관련 내용은 없음. 특정 식품이나 물질의 섭취에 대한 인체, 환경 메커니즘에 대한 연구 활발

# 8/15 Thu 10:30~12:00

## 6.6 INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT AND CLIMATE CHANGE

### 6.6 INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT AND CLIMATE CHANGE

Room 715 B  
Technical

Chair: **Kay Moeller**, *Germany* Co-chair: **Marjolein Vanoppen**, *Belgium*

Adaptive Pathways Approach To Achieving City Water Resilience, **Ryan Brotchie**, *Canada*

Designing Wastewater Treatment Plant Sites To Deliver Significant Biodiversity Value, **Natalie Hackett**, *Australia*

Reaching Carbon Neutral Water Services In Finland, **Suvi Lehtoranta**, *Finland*

Circularity And Sustainability Of Minimal Liquid Discharge Desalination System And Products: Assessment Approaches And Allocation Methods, **João Ribeiro**, *UK*

#### POSTERS

*Thirsty Crops, Hungry Populations: Balancing Water Use In Bangladesh's Diet*, **Kamrul Islam**, *Japan*

*Impact Of Wastewater Characteristics And Climate Factors On The N2 And N1 Gene Target Ratios During Wastewater Surveillance Of SARS-CoV-2*, **Lena Carolin Bitter**, *Canada*

1. Ryan Brotchie : 멜버른의 통합 도시 물 관리(IUWM) 계획에 대한 사례 연구 9건을 분석하여, 환경 및 생활성 목표, 옵션 식별 방법, 에너지 소비 등의 측면에서 일관성이 부족하고 미래 불확실성에 대한 고려가 부족한 점을 지적

2. Natalie Hackett : 자료 없음

3. Suvi Lehtoranta : 지리정보시스템(GIS)을 활용하여 주거 건물 부문의 에너지 사용과 온실가스 배출을 모델링하고 시각화하는 접근법을 제시하고 있으며, 이를 통해 건물 재고의 에너지 성능과 배출량에 대한 상세하고 의미 있는 정보를 제공하여 정책 입안자들이 비용 효율적으로 주거 부문의 조치를 우선순위화할 수 있도록 돕는 연구 진행

4. João Ribeiro : 자료 없음

# 8/15 Thu 13:30~15:00

## 6.7 INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT AND CLIMATE RESILIENCE

### 6.7 INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT AND CLIMATE RESILIENCE

Chair: [Ligia Pinto, Portugal](#) Co-chair: [Nidhi Singh, Canada](#)

Assessing The Impact Of Climate Change On Conventional Drinking Water Treatment Using 2 Decades Of Historical Data, [Ryan Swinamer, Canada](#)

Assessing Climate Change Impacts On Water Quality In Montreal's Natural Water Bodies: A Big Data And Machine Learning Perspective, [Bowen Xu, Canada](#)

Impact of Climate Change On a Large Regional Watershed, [Allyson Bingeman, Canada](#)

Climate Change And Groundwater, The Case Of The State Of Chihuahua, Mexico, [Miguel Angel Gonzalez-Nuñez, Mexico](#)

#### POSTERS

Exploring The Impacts Of Adaption Strategies For Climate Change On Groundwater Resource Management, [Chihhao Fan, Chinese Taipei](#)

Flood Risk Mapping And Participatory GIS For Flood Resilience On The Dundee Waterfront, [Sarah Crowe, United Kingdom](#)

Room 718 A  
Technical

1. Ryan Swinamer : 생물여과가 음용수 처리에서 생분해성 유기물과 고반응성 천연 유기물(NOM)을 제거하여 소독 부산물 생성을 억제하는 능력으로 주목받고 있으며, 생물여과에서의 NOM 제거는 주로 생분해와 흡착에 의해 이루어지며, GAC를 사용하면 흡착을 통해 더욱 효과적으로 NOM을 제거할 수 있음을 설명

2. Bowen Xu : 방사선 유도 수정 기술 (Radiation-induced modification)을 통해 키토산을 물 및 폐수 처리에 적용하는 최근 연구를 요약하며, 이를 통해 기존 화학 수정 기술의 단점을 극복하고 흡착, 응집 및 막 분리에서 효율성을 향상시키는 방법을 다루는 연구 진행

3. Allyson Bingeman : 자료 없음

4. Miguel Angel Gonzalez-Nuñez : 자료 없음

# 2. 논문 정리

## (2) 관심 분야와 관련된 최근 연구 논문

빗물과 관련된 최신 기술과 연구 동향을 살피기 위해, 다음 keyword가 포함되어 있으며 방향성이 같은 논문 6개를 읽고 요약하였다.

### <Keyword>

- 저영향 개발(LID)
- 빗물
- 우수
- 홍수

논문 제목	Degrees of hydrolog under different runoff
저자	Kaoshen Guo, X. Qian
발행년도	2019
발행처	Sustainable Cities and Society
Keyword	Low impact develop Storm Water Manage

이해당 연구는 빗물 관리와 수학적 계층에서 여러 다양한 개발(LID)의 결과 계획의 유출량 포장은 어떻게 나타나는지를 12-30분 단위로 평가하고 나타내었다. 이 연구는 시뮬레이션, 현장 관측, SWMM 모델을 사용하여 기존 계획, LID 개발이 여러 다양한 LID 시나리오를 -공통적으로 LID 시스템을 설계할 때 -하는 것이 중요하다는 것을 알 수 있었다.

**<이론>**

- 도시화로 인해 불투수 표면이 증가적으로 저영향개발(LID)의 널리 적용, 녹색 지붕, 레인 가든, 투수성 포장, 물은 연구가 있으나 대부분의 -이 연구에서 사례로 중국의 'S' 모델링을 결합하여 특히 대규모 도시를 목표로 한다.

**<Flow>**

- 중국 청다오시 '산하의 시대' 시범 도시 개발 및 시나리오
- 수문학적 성능 평가
- 수문학적 회복 정도에 대한 논의

**<방법론>**

- (1) 원상 모니터링 1년 동안 프로토타입 현장의 강도를 설치한다. 측정 가능한 배수 8월 5일을 포함하여 58개의
- (2) SWMM 모델링 여러 시나리오에 대해 SWMM-델의 과정을 포함하여 58개의
- (3) 데이터 평가 현장 데이터 및 모델 시뮬레이션 결과, 시나리오, 관측값, 고 유출 감소 및 지면 시간
- (4) 자연 수문학적 회복 지면(개발 전) 수문학적 조건: 관측값과 최대 유출 감소; 모형화가 위한 대해 LID3 시뮬레이션 특별한 물리 조건 적용

논문 제목	Investigating the i residential, neighbor
저자	Sadia Ishaq, Rehaz Hasegawa
발행년도	2020
발행처	Low impact develop Risk assessment, M
Keyword	Low impact develop Risk assessment, M

이 연구의 목적은 주거지, 동네 및 (O) 지하 및 위치별의 유출, 침투 및 침투에 대한 QMRA 모델링의 타당성 평가.

공공적 피로인 WHO 및 US EPA 2 표준에서 레크리에이션 노출, 수확 가장 치명적인 병원체는 아레노바이러스 병원체는 병원성 및 병생물을 더 이 연구는 도시 지역의 LID를 설계한 적외 광선을 고려해야 할 필요성

**<이론>**

- LID는 현대 도시 배수 관리에 이 이고 대규모 주거 관행부터 대규모 유출수에 바이오피스, 빅데이터, 사용되고 여기 활동을 할 때 이가 발생할 수 있음
- QMRA는 오염된 물 섭취로 인한 이고 이는 특정 감염이 발생할 있음
- 본 연구의 목적은 LID 노출로 인해, 지자체 수준에서 조사하는 것

**<Flow>**

- 체계적 검토 및 메타분석 빗물, 지표수, 홍수 이 세 가지 물 이 데이터 추출 및 수집
- 식별된 문헌에서 추출된 주요 데이터 병합, 노출 평가 및 위험-반응 모델링
- 데이터 표준화
- 강령위험 데이터는 DALY로 재구성
- 통계분석
- 데이터는 WHO, USEPA 보건지침, 병원체 식별, 연방별 연간 질병부담

논문 제목	A fast and i quality manage
저자	Sadia Ishaq, Guoanqun Chen
발행년도	2019
발행처	Low impact di Multi-objective
Keyword	Low impact di Multi-objective

이 논문은 도시 우수 관리 Markov-MOSFLA-LIDMM-LID 새로운 프레임워크는 기존 연구에서 SWMM 모델을 개선한, L 다목적 Shuffled Frog Leaping 새로운 프레임워크는 우수 관리 보다 개선 효율이 50% 향상된 연구에 50% 이상 향상되며, 온 성능을 나타내

새로운 M-M-LID 방식은 최대 이 줄일 수 있는 최적인 LID 중 이 논문에서는 새로운 프레임워크 최적화하는 데 유용한 도구이다

**<이론>**

- 도시화가 불투수 표면 증가
- LID 기술은 흐름 체계를 4 이었으나 침수 규모에서 LID
- SWMM과 같은 물리적 기 있지만 특히 대규모 도시
- 개선 효율성을 높이기 위해 으로 사용되는 최적화 알고리즘을 개선 효율성 향상, 문제를 해결하는 것(MOSFLA)

**<Flow>**

- SWMM을 이용한 도시 수
- SWMM을 효율적으로 대체
- Markov Chain 방법과 MC
- Markov Chain 및 전달 및 비동 및 COD 제거 효율성 위해 MOSFLA 최적화 적용
- SWMM 모델 및 NSC
- 선택된 LID 시나리오에 S

논문 제목	Rooftop rainw
저자	
발행년도	2024
발행처	Water Resour Res
Keyword	Rainwater harves

연구 중기, 인간 활동 및 기후 변화의 재사용 등의 물 관리를 통해 물 부족 이고 침수 피해 등의 문제를 해결할 생화학적 처리 과정이 필수적이다.

**<이론>**

- 물 부족 문제를 해결하기 위한 해 -> 지하수 보충, 빗물 수확 구조, 이

**<Flow>**

- 물 부족에 영향을 미치는 다양한
- 빗물 수확 분야의 최신 기술 발전
- 정책 변화를 통한 빗물 수확 도입

**<방법론>**

- PRISMA 검색어 Rooftop groundwater purification, PUBMED, Web of Science, 데이터베이스 내 인용 및 이

**<결과>**

- 이 시계 연구를 통해 빗물 수확(은 물, 특히 사우디아라비아나 부족과 도시 홍수를 모두 줄여 불-오염된 전역의 필요성을 강조함, 빗오염원에서 떨어진 적절한 위치에: 강우 수확된 물에서 입자와 불순 잔여물, 미생물 및 악취를 제거, 다공질의 중요성이 커져 클로브 물 생성, 물 효율성 확대, 지하수의 재:

논문 제목	Robust optimis
저자	
발행년도	2023
발행처	Sustainable Cities and Society
Keyword	Rainwater ha Sustainable e

홍수 완화를 위한 RWRN(Rainwater 재이용수 재이용)을 활용하여 고차 독립적인 시스템 설계 프레임워크 시스템에 비해 32% 수확된 물의

**<이론>**

- 대규모 빗물 수확과 홍수 완화 -> 지역적으로 지역화된 수확 및 있는 강경 프레임워크를 구축

**<Flow>**

- player one은 확률적인 설계
- player two는 강우 모델과 결정적 최적화 모델

**<방법론>**

- Player One의 목표는 Plr 최소화하고 강우 수량을 구구형에서 최대 보충으로 총 배수 강도 인수를 사용하여 반복하여 설계한 각 강우 수형 flow 1. Player Two가 Player 1 성장할 수 있는 규정된 범 2. Player One이 이전 번 강우 성능을 더 이상 개선

**<결과>**

- 이론 구성은 더 광범위한: 77%에 비해 시뮬레이션된 시나 구성은 일일 관계 수요를 완전히 없었으며, 시뮬레이션된 시나리오의 경우는 16%로 시나리오의 결:

논문 제목	Quantifying the efficacy of Low Impact Developments (LIDs) for flood reduction in micro-urban watersheds incorporating climate change
저자	Amrutha Suresh, et al.
발행년도	2023
발행처	Sustainable Cities and Society
Keyword	Low Impact Developments (LIDs), Urban runoff, Green roof, Infiltration trench, Rain barrel, Permeable pavements

기후 변화의 맥락에서 인도 북동부의 4개 유역에 대한 유출 길이와 최대 유출을 완화하는 LID 계획 효과를 평가하기 위한 연구. 유출을 줄이는 데 도움이 되는지 확인하기 위한 조사를 진행함. 그러나 4개 LID에 대해 기후, 투수성 포장, 침투 도랑 및 우수화 등 여러 가지 유출 특성에서 가장 높은 백분율 감소를 보였음. 기후 변화 분석은 4개 유역 모두에서 유출 특성이 상당히 증가함을 나타냄.

**<이론>**

- 인도의 여러 도시 홍수가 인산 침수 피해를 겪음. 도시 홍수의 위험을 정량화하기 위한 연구 필요.
- LID의 효과를 강조하여 인도 유역의 홍수를 줄이는 연구는 SWMM(우수 관리 모델) 시뮬레이션을 사용하여 기후 변화의 맥락에서 유출 감소의 비교를 통해 LID의 효과를 나타냄.

**<Flow>**

- 유출 모델 모델(SWMM)을 활용하여 LID의 유출 길이와 최대 유출 완화 분석
- 기후 배수 시뮬레이션, 다양한 LID 계획 모델, LID와 기후 변화 대책 방안, 다양한 LID가 다른 특성을 지닌 유역에서 어떤 방식으로 작동하는지 분석.

**<방법론>**

- 연구 지역 선정 - 매년 홍수를 겪는 4개의 도시 유역을 선정하여 도시 유출을 완화할 수 있는 LID의 효과를 평가함. 데이터 수집 - 유인 항공기(UAV)를 통한 고해상도 데이터 수집, 준비 단계-수집 단계-유치 단계-분석 단계의 과정 수행. 시뮬레이션 모델링 SWMM을 통하여 수행하고, 기존 배수 시스템의 재설계를 진행함. 4가지 LID 기법을 적용하여 분석을 수행함.

**<결과>**

- 인도 북동부의 4개 도시 유역에서 LID가 홍수 완화를 미치는 영향을 연구함. 녹색 지붕, 우수화, 침투 트렌치, 투수성 포장 도로의 4가지 다른 LID 시나리오가 유출 길이, 최대 유출, 유출 계수를 줄이는 데 미치는 효율성을 4개의 다른 도시 유역에서 연구됨. 결과는 LID가 도시 지역의 홍수를 완화하는 데 사용할 수 있는 효과적인 방법임을 의미함. 녹색 지붕은 4개 유역의 다른 LID를 분석한 결과 유출 감소 효과가 가장 큰 것으로 나타남. 게다가 4개 유역 모두 LID에 따라 다르게 작동하는 것으로 나타남. 따라서 LID의 성능은 현장과 유역에 따라 다르므로 홍수 감소 목표 달성하기 위해 다양한 LID를 탐색할 필요가 있으며, 기존 배수 시스템의 재설계로 이어져 홍수 위험을 줄이고 빗물 수집에 있어 효과적이고 친환경적인 방법임을 의미함.

# 1) 저영향 개발의 유출량 포집 목표량에 따른 수문학적 복원 정도 연구

논문 제목	Degrees of hydrologic restoration by low impact development practices under different runoff volume capture goals		
저자	Xiaochen Guoa,*, Qizhong Guob, Zikai Zhouc, Pengfei Duac, Dongquan Zhaoc		
발행년도	2019	발행처	Journal of Hydrology
Key word	Low impact development practices, Hydrologic restoration, Field monitoring, Storm Water Management Model, Large storm events		
<b>요 약</b>			
<p>-해당 연구는 현장 모니터링과 수학적 모델링을 모두 사용하여 중국 칭다오의 "스펀지 도시" 프로젝트에서 여러 저영향 개발(LID)의 결합 효과를 평가했다. 1년 간의 현장 모니터링을 통해 기존LID 계획의 유출량 포집율은 97%로 나타났고, 유출량은 50.8~74.6%, 최대유량은 72.3~87.5%, 지연시간은 12~30분 연장된 것으로 나타났다. 본 연구에서는 수문학을 원래 상태에 가깝게 복원하기 위해 이번 시범사업에서 연간 강수량 포집 비율을 82%로 설정해야 한다는 사실을 발견했다.</p> <p>-SWMM 모델을 사용하여 기존 계획, 80% 목표를 충족하기 위한 가상 계획, 자연 수문학을 더 잘 복원하기 위해 다양한 LID 시나리오를 시뮬레이션했다.</p> <p>-결론적으로 LID 시스템을 설계할 때 대규모 폭풍 발생 시 유출량 감소 및 최대 유량 감소를 고려하는 것이 중요하다는 것을 알 수 있었다.</p>			

## <Flow>

- ① 중국 칭다오시'스펀지 시티' 시범 프로젝트 설명
- ② 모델 개발 및 시나리오
- ③ 수문학적 성능 평가
- ④ 수문학적 복원 정도에 대한 논의

## <고찰>

○ 이 논문은 대규모 폭풍우의 관리를 위한 LID 기술의 수문학적 복원 잠재력에 대한 통찰력을 제공하는 포괄적인 연구이고, 이는 자연 수문학을 모방하는 것을 목표로 하는 향후 LID 프로젝트 설계에 도움이 될 것을 기대한다.

## 2) 저영향 개발로 인한 소규모 지역 공중 보건 위험 조사 연구

논문 제목	Investigating the public health risks of low impact developments at residential, neighborhood, and municipal levels		
저자	Sadia Ishaq, Rehan Sadiq, Shaukat Farooq, Gyan Chhipi-Shrestha, Kasun Hewage		
발행년도	2020	발행처	Science of the Total Environment
Key word	Low impact developments (LIDs) Public health, Gastrointestinal (GI) illness, Risk assessment, Meta-analysis		
<b>요 약</b>			
<p>-이 연구의 목적은 주거지, 동네 및 지방자치단체 수준에서 저영향개발(LID) 노출로 인한 위장관(GI) 질환 및 레지오넬라증의 질병 부담을 조사하는 것이고, 빗물, 지표수, 홍수수라는 세 가지 물 특성에 대한 QMRA(정량적 미생물 위험 평가) 모델링에 대한 32개 연구에 대한 메타 분석을 수행함</p> <p>-결과에 따르면 WHO 및 US EPA 건강 지침을 초과하는 위장병 비율은 홍수에서 가장 높았고, 지표수에서의 레크리에이션 노출, 수확한 빗물의 비음용수 사용 순이었음</p> <p>-가장 치명적인 병원체는 아데노바이러스, 크립토스포리디움, 캄필로박터, 지아르디아였고 바이러스성 병원체는 박테리아 및 원생동물 병원체에 비해 질병 부담이 가장 컸음</p> <p>-이 연구는 도시 지역의 LID를 설계할 때 공중 보건 위험을 완화하기 위해 노출 활동 유형과 적절한 처리 과정을 고려해야 할 필요성을 강조함</p>			

<Flow>

① 체계적 검토 및 메타분석

빗물, 지표수, 홍수 이 세 가지 물 특성에 대한 QMRA 모델링에 관한 문헌을 식별함

② 데이터 추출 및 수집

식별된 문헌에서 추출된 주요 데이터는 1)QMRA 모델링을 통해 추정된 감염 위험도 2)병원체 유형, 노출 평가 및 용량-반응 모델에 대한 세부정보

③ 데이터 표준화

감염위험 데이터는 DALY(장애보정수명연수)를 기준으로 질병부담으로 표준화하여 표현

④ 통계분석

데이터는 WHO, US EPA 보건지침 대비 누적 초과확률 비교, 질병 부담에 기여하는 가장 중요한 병원체 식별, 연령별 연간 질병부담을 평가 등을 거쳐 분석

<고찰>

이 논문은 LID로 인한 공중 보건 위험을 이해하는 데 도움을 주며 연구 과정에서 체계적인 접근 방식, 포괄적인 분석 및 실제적 관련성은 지속 가능한 도시 물 관리 분야에서 일하는 연구원, 실무자 및 정책 입안자에게 중요한 참고 자료가 될 것으로 기대한다.

### 3) 우수 품질 관리를 위한 시뮬레이션 최적화 방법 연구

논문 제목	A fast and robust simulation-optimization methodology for stormwater quality management	
저자	Guowangchen Liu, Lei Chen , Zhenyao Shen , Yuechen Xiao, Guoyuan Wei	
발행년도	2019	발행처 Journal of Hydrology
Key word	Low impact development (LID), Storm water management model (SWMM), Multi-objective shuffled frog leaping algorithm (MOSFLA), Markov chain	
<b>요 약</b>		
<p>-이 논문은 도시 우수 관리에서 저영향 개발(LID) 기술의 시뮬레이션 및 최적화를 위한 Markov-MOSFLA-LID(MM-LID) 방법이라는 새로운 프레임워크를 제안함</p> <p>-새로운 프레임워크는 기존 유량 및 수질 데이터를 제공하는 우수 관리 모델(SWMM), 최적화 과정에서 SWMM 모델을 계산적, 효율적으로 대체하는 Markov chain 방법, LID 설계 최적화를 위한 다목적 Shuffled Frog Leaping 알고리즘(MOSFLA)을 통합하였음</p> <p>-새로운 프레임워크는 중국의 전형적인 도시 집수지에서 테스트되었고, SWMM 모델만 사용했을 때 보다 계산 효율이 500배 향상되고 NSGA-II 등 일반적으로 사용되는 알고리즘에 비해 최적 결과의 견고성이 50% 이상 향상되며, SWMM과 Markov Chain 방법의 상대오차가 5% 미만으로 만족스러운 성능을 나타냄</p> <p>-새로운 M-M-LID 방식은 최대 204만 위안의 비용으로 화학적 산소요구량(COD)을 최대 33.8kg까지 줄일 수 있는 최적의 LID 설계 시나리오를 생성함</p> <p>-이 논문에서는 새로운 프레임워크가 특히 복잡한 도시 집수지의 경우 LID 기술 및 녹색 인프라를 최적화하는 데 유용한 도구를 제공한다고 결론 내림</p>		

<Flow>

- ① SWMM을 이용한 도시 수문학 및 수질 시뮬레이션(기본 시나리오)
- ② SWMM을 효율적으로 대체할 수 있는 Markov Chain 방법 개발
- ③ Markov Chain 방법과 MOSFLA 최적화 알고리즘을 통합하여 M-M-LID 프레임워크를 형성
- ④ Markov Chain 및 전달 매트릭스를 사용하여 COD 감소 측면에서 LID 기술의 효율성 계산
- ⑤ 비용 및 COD 제거 효율성을 기반으로 LID 기술(유형, 위치, 구성)의 최적 설계를 결정하기 위해 MOSFLA 최적화 적용
- ⑥ 기존 SWMM 모델 및 NSGA-II 최적화 알고리즘에 대한 MM-LID 프레임워크의 결과 비교
- ⑦ 선택된 LID 시나리오로 SWMM 모델을 실행하여 최적의 LID 설계 검증

<고찰>

○ 이 논문은 도시 빗물 관리 문제, LID 기술의 역할, 도시 모델 및 최적화 알고리즘의 사용, 기존 접근 방식의 한계에 대해 필요한 맥락과 배경을 제공하며 이는 제안된 새로운 시뮬레이션 최적화 프레임워크의 개발을 위한 다음 단계를 제시한다.

## 4) 옥상(Rooftop) 빗물 수집에 관한 리뷰 논문

논문 제목	Rooftop rainwater harvesting a solution to water scarcity: A review		
저자	Rodrick Lepcha, et al.		
발행년도	2024	발행처	Groundwater for Sustainable Development
Key word	Rainwater harvesting, Water scarcity, Water quality, Groundwater recharge, Water purification, Covid-19 pandemic		
<b>요 약</b>			
<p>-인구 증가, 인간 활동 및 기후 변화의 영향으로 사용할 수 있는 물은 감소하는 추세이다. 빗물이나 폐수의 재사용 등의 물 관리를 통해 물 부족 문제를 해결할 수 있다. 특히 빗물을 이용하는 방법은 물 부족 해결 뿐 아니라 침수 피해 등의 문제를 해결할 수 있다는 장점이 있다. 빗물을 식수로 사용하기 위해서는 빗물의 생화학적 처리 과정이 필수적이다.</p>			

### <Flow>

- ① 물 부족에 영향을 미치는 다양한 요소/지속 가능한 해결책으로서 빗물 수확의 효과
- ② 빗물 수확 분야의 최신 기술 발전 및 COVID-19의 영향
- ③ 정책 변화를 통한 빗물 수확 도입의 최적화

### <고찰>

○ 빗물 수확과 관련한 사례 연구를 통해 추상적으로 이해하고 있었던 빗물 이용의 장점 및 영향, 이를 통해 얻을 수 있는 다각화된 분야의 장점을 핵심적으로 이해할 수 있었음. 또한 우리나라 이외의 국가의 사례 연구에서 다뤘던 법적 규제나 정책을 통해 우리나라의 기후나 환경적 특성을 파악하여 정책 및 규제 제안의 가능성 또한 생각해보게 되는 계기가 됨.

## 5) 빗물 수집 및 홍수 완화 시스템의 강력한 최적화 연구

논문 제목	Robust optimisation of combined rainwater harvesting and flood mitigation systems		
저자	Qiao Yan Soh, et al.		
발행년도	2023	발행처	Water Research
Key word	Rainwater harvesting, Flood mitigation, Robust stochastic optimisation, Sustainable environmental engineering, Decision tool, Urban residential estates		
<b>요 약</b>			
<p>- 홍수 완화를 위한 RWH(Rainwater Harvesting) 시스템 설계를 위한 최적화 방안 수립, 일반화된 강수량 매개변수 데이터를 활용하여 고해상도 데이터의 필요성을 줄이고, 시스템 설계, 유역 유형이나 기후에 맞는 독립적인 시스템 설계 프레임워크 구축. 시뮬레이션을 통해 기존 설계 방법보다 우수하게 측정. 기존 시스템에 비해 32% 수확된 물의 양의 증가를 보임.</p>			

### <Flow>

- ① **player one**은 확률적인 설계 최적화 모델로, 주어진 강우 패턴에 대한 최적 탱크 설계를 진행.
- ② **player two**는 강우 설계 모델로, 주어진 탱크 설계에 대한 고강도, 고용량 강우 신호를 도출하는 결정적 최적화 모델.

### <고찰>

- 이 논문의 경우 모델링을 통한 효율적인 빗물 수집에 대한 방안과 관련된 알고리즘을 제안함. 사실 모델링이나 알고리즘 분야에 대해 잘 알지 못해 완벽하게 이해하지는 못했지만, 추가적인 공부의 필요성과 알고리즘 모델을 빗물 이용 시설에 적용하는 방법론에 대한 추가적인 탐구 및 적용 가능성을 통해 최적 빗물 이용 시설 설계라는 목표에 대한 다각화된 방법론을 학습하게 됨.

## 6) 홍수 감소를 위한 저영향 개발(LID)의 효율 정량화 연구

논문 제목	Quantifying the efficacy of Low Impact Developments (LIDs) for flood reduction in micro-urban watersheds incorporating climate change		
저자	Amrutha Suresh, et al.		
발행년도	2023	발행처	Sustainable Cities and Society
Key word	Low Impact Developments (LIDs), Urban runoff, Green roof, Infiltration trench, Rain barrel, Permeable pavements		
요 약			
<p>- 기후 변화의 맥락에서 인도 북동부의 4개 유역에 대한 유출 깊이와 최대 유출을 완화하는 LID 제어 효과를 조사함. 또한 기존 배수 시스템을 재설계하면 연구 지역의 유출을 줄이는 데 도움이 되는지 확인하기 위한 조사를 진행함. 고려된 4개 LID(녹색 지붕, 투수성 포장, 침투 트렌치 및 우수통) 중 녹색 지붕이 유출 특성에서 가장 높은 백분율 감소를 보였음. 기후 변화 분석은 4개 유역 모두에서 유출 특성이 상당히 증가했음을 나타냄.</p>			

### <Flow>

- ① 우수 관리 모델(SWMM)을 활용하여 LID의 유출 깊이와 최대 유출 완화 분석
- ② 기존 배수 시설 개조, 다양한 LID 기법 적용, LID의 기후 변화 대책 방안, 다양한 LID가 다른 특성을 지닌 유역에서 어떤 방식으로 작동하는지 분석.

### <고찰>

- LID의 종류별, 유역별 특성을 적용한 사례 연구를 통해 종류 및 방법론만 간단히 이해하고 있었던 LID의 세부적인 연구 내용을 알게 됨. 이를 바탕으로 최적의 빗물 이용 시설 설계를 LID의 방법론을 통해 진행할 수 있는 가능성 및 연구 결과를 활용하여 유역 특성별 어떤 LID 방법을 적용해야 하는지 고민해보게 되는 계기가 됨.

감사합니다