

---

# Global Report

---

## 스마트시티 준비가이드 : 상하수도

1. 서론
2. 도시의 물공급 위험성
3. 왜 상수도시스템을 스마트하게 만들어야 하나?
4. 물의 현실
5. 상수도과 하수도의 의존성
6. 스마트워터에 대한 사례
7. 스마트워터의 목표

# Smart Cities Readiness Guide : Water and Wastewater

## (스마트시티 준비 가이드 : 상하수도)

### 1. 서론

물의 중요성을 다시 상기시켜줘야 할 사람은 거의 없을 것이다. 물은 에너지와 함께 모두의 삶에 필수적인 요소이며 물은 생존을 지속가능 하게하고 산업을 지원하고 논밭에 물을 대게 해준다. 그러나 시 정부는 수질, 홍수, 가뭄 그리고 인프라의 노후와 같은 문제와 싸우면서도, 인구증가로 인한 수요증가에도 대응하기 위해 고전분투하고 있다.

이번 챕터에서는 경제적이고 지속적으로 꾸준히 물을 공급할수 있는 스마트 기술을 적용할 수 있는 도시에 대해서 설명하겠다. 이는 도시의 물의 현실을 파악하는 것부터 시작하여 도시의 수도시스템을 지능형으로 개선하여 도시가 얻을 수 있는 이점을 설명할 것이다. 그리고 마지막으로 도시가 이러한 혜택을 얻기 위해 추구해야 할 기술적인 목표에 대해서 설명하겠다.

물론 인간의 소비생활과 음식을 생산하기 위해 우리는 물을 필요로 하지만 모든 사람들이 에너지를 만들기 위해 엄청난 양의 물을 필요로 한다는 것은 깨닫지 못하고 있다. 화력발전의 경우 물을 끓여서 스팀을 만들고 이 스팀이 전력생산 터빈을 가동시킨다. 2005년 미국의 화력발전은 미국의 모든 주거지역에서 사용되는 물의 4배를 사용했고 이는 전체 물 사용량의 41%에 달한다.

이러한 에너지와 물의 관계는 쌍방향으로 불리우는데, 이는 전기를 만들기 위해 많은 물이 필요하고 많은 펌프와 물을 관리하기 위해 다시 많은 전력이 소비되는 것을 말한다. 우리는 전세계적으로 평균 7%의 전력을 펌프와 물을 관리하고 오폐수를 처리하는데 사용한다.

유엔에 의하면 전세계 인구의 약 2/3 (46억명) 가 다음 10년 동안 물 때문에 스트레스를 받을 것이다.

### 2. 도시의 물공급 위협성

당신은 정말 당신이 살고 있는 곳에서 물에 대해서 걱정할 필요가 없다고 생각하는가? 다시 생각해보길 바란다. 다음 리스트들은 도시가 당면한 물공급에 대한 부분적인 문제들이다.

○ **해수면 상승** : 해안도시의 경우 해수면 상승으로 수질이 더 악화되고 이는 지하수와 강의 염분 농도를 증가시킬 수 있다.

○ **홍수의 증가** : 홍수가 증가하면 강변가에 살고 있는 수억명의 사람들에게 영향을 미칠 것이다. 내륙의 도시들조차도 홍수의 위협성에 직면해 있다.

○ **폭풍의 증가** : 허리케인 토네이도 그리고 기타 극심한 기상이변은 더욱 자주 발생하고 있고 폭우는 많은 지역에서 더 격렬해지고 있다.

○ **가뭄의 증가** : 홍수와 폭풍이 증가하는 반면에 어떤 지역에서는 평소보다 연간강수량이 적어 과거 그 어느 때보다 더 가뭄이 심해지고 있다.

○ **신선한 물의 감소** : 높은 온도는 산의 만년설이 저장하고 있는 물을 감소시킨다. 또한 높은 온도

는 토지를 메마르게 하고, 그 결과 토지는 더 많은 물을 흡수하여 지하 대수층의 물을 보충하는 것이 감소하게 되고 이는 음용수나 산업용수의 감소로 귀결될 것이다.

○ **수질의 감소** : 일부 도시에서의 수질은 걱정스러운 수준으로 떨어질 것이다. 강수량 패턴의 변화는 강의 경계를 변화시켜 수질에 영향을 줄 수 있다.

○ **인프라의 노후화** : 전세계 상수도 인프라는 노후화 되고 있어 효율성과 수질을 위해 교체 필요하다.

○ **농업과의 경쟁** : 세계 경제 포럼에 의하면 2050년까지 70%정도 더 많은 식량이 필요하게 되는데 반해, 수요증가와 기후변화라는 치명적인 합작에 의해 우리는 2030년에 약 40% 정도 물부족에 직면하게 될 것이다.

○ **리조트와의 경쟁** : 세계 일부 지역에서는 도시가 유명한 호수와 강으로부터 더 많은 물을 끌어 쓰려고 할 때 보트, 스키, 낚시, 야영과 같이 야외 생활을 즐기는 아웃도어 애호가들로부터 강력한 항의를 받고 있다.

### 3. 왜 상수도 시스템을 스마트하게 만들어야 하나?

스마트 시티는 ICT(information and communications technology)을 사용하여 지속가능하고 효율적이고 깨끗한 물을 공급할 수 있는데 대부분의 사람들은 ICT 가 가능한 수도시스템을 스마트 상수도 시스템 또는 스마트 워터 네트워크라고 부른다. 스마트 워터는 다음의 4가지 긴박한 현실에 직면했을 때 추진이 가능하다.

1) **물 부족성** : 전세계 도시들은 물부족으로 고통을 받고 있는데 부연 설명하자면 인구증가와 극단적인 기후변화에 의해 차후 수십년 동안 물은 더 귀중한 자원이 될 것이다.

2) **물의 위험성** : 가뭄, 홍수, 염류화, 기타 요인들은 물 공급을 아수라장으로 만들 수 있다.

3) **물의 저평가** : 오늘날 물은 종종 반영해야할 가격보다 훨씬 낮은 가격으로 책정되는데 이러한 가격과 가치의 불균형성은 물부족이 더 분명해짐에 따라 바로잡혀서, 결과적으로 물의 가격은 미래에 매우 올라갈 것이다.

4) **물관련 인프라의 고비용** : 상수도 네트워크의 상태에 대한 실시간 정보는 많은 비용이 들어가는 시스템의 고장과 보조운영시스템을 초래할 것이다.

우리는 이미 물이 주기적으로 부족한 지역이 있음을 알고 있고 물이 매우 비싼 지역이 있음을 알고 있다. 이러한 이유와 다른 많은 이유로, 모든 도시들은 스마트 기술을 이용하여 물의 공급을 강화하고 유지하기 위한 모든 스마트 기술(또한 가능한 물의 비용을 낮게 유지 가능한)을 사용해야 한다. ICT는 최소한 7개의 방법으로 기여가능하는데 이는 아래와 같다.

1) **물리적인 인프라를 모니터링하고 지도 만들기** : 대부분의 물관련 유틸리티회사들은 파이프와 밸브의 정확한 위치를 알지 못하고 특히 그들은 인프라의 현 상태에 대해서 모르고 있다. ICT 는 정확한 위치와 그 인프라가 얼마나 건강한지에 대해 제공이 가능하다. 스마트시티 위원회의 자문기관의 활동에 의하면 Survey-quality GPS, 전자기 레이다, 지하관통 레이다 등을 사용하여 파이프를 3차원 지도화하

여 정확하게 어디에 파이프가 있는지 알 수 있게 되고 음파기술은 지속적으로 파이프라인에서 누수가 있는 위치와 상태를 점검할 수 있게 된다.

2) **소비되는 수량을 정확하게 측정하기** : 스마트 수량 미터기는 고객의 물 사용량에 대한 높은 수준의 기록을 제공하고 유틸리티 회사들에게 장치고장, 누수 또는 도난당하는 non-revenue water 에 대한 정보를 제공한다.

3) **식수 수질 모니터링** : 스마트 워터 시스템은 센서를 통해 오염물질을 탐지하는데 이 센서는 산성과 알칼리성, 생물학적인 부분이나 염소나 기타 다른 화학물질이나 중금속을 모니터링 가능하고 문제 발생 시 운영자에게 경고를 주어 위험성을 빨리 경감시킬 수 있게 한다.

4) **현재상태를 완벽하고 예측가능하게 만들기** : 위의 처음 두가지 예로 데이터를 사용함으로써 스마트 워터는현 상황에 대한 정보를 운영자에게 정확하게 전달가능하고 현재 조건을 최적화(누수 최소화 홍수 및 고장 등) 하여 시스템을 완벽하게 운영 가능하다.

5) **분산되어 있는 비전통적인 수자원을 취수하여 더 잘 활용하기** : 물은 파이프나 수처리공장보다 더 광범위하게 분포해 있다 예를 들어 비는 우리의 지붕에, 토양에, 잔디위에, 도로위 같은 모든 지역위로 떨어진다. 이 물은 Capture를 통해 활용이 가능하다.

6) **폭풍에 더 잘 대비하기** : 어떤 지역에서는 예를 들면 북미지역에서는 수질악화 및 폭우의 규정에 대해 시험대에 올라가 있다. 세계의 많은 지역에서는 극단적인 홍수의 위험에 직면해 있다. 스마트 워터는 홍수를 모니터링 할뿐만 아니라 재난관리와 홍수관리를 준비하여 제 시간에 발생할 사건을 예측 가능하게 해준다.

7) **상하수도의 에너지 및 영양소 관리** : ICT 는 우리가 물의 잠재력을 최대로 활용할 수 있게 도와준다. 상하수도 기술은 절약을 가능하게 만들고 재취수를 통해 물의 공급을 위한 과도한 에너지를 줄일 수 있게 만들고 영양소가 파괴되는 것을 피해서 균형잡힌 생태계를 유지하게 만들어 준다

## 4. 물의 현실

구체적인 목표에 대해서 언급하기 전에 우선 언제, 어디서, 어떻게, 도시가 수도 시스템을 변경시킬 것인지에 대해서 아래 4가지를 간단하게 설명해보도록 하겠다.

### 1) 스마트 시티의 “폐회로”

도시 주변의 유역들은 흘러서 강,호수,또는 바다로 흘러가게 된다. 폐회로라는 것은 이 루프 내에서 사용가능한 물은 최대한 활용하면서 다른 수자원에서의 물의 수입을 줄이는 것을 의미한다. 그럼으로 그 지역에서 사용가능한 물을 활용함으로써 도시가 수자원 프로그램의 지속가능성을 더 자신있게 추진 할 수 있게 된다.

ICT 는 폭우나 유출수, 잡배수, 오폐수를 재활용하여 저수지나 지하대수층 같은 전통적인 수자원을 보완하여 ICT 가 폐회로로서 작동하는 것을 돕는다. ICT 의 폐회로는 각기 다양한 요구에 따라 각각 다른 등급의 물을 사용할 수 있는데 예를 들어 처리된 오폐수는 마시기에는 적합하지 않더라도 농작물에 게 주기에는 완벽하게 적합할 수도 있다.

(번역주 : 폐회로(Close Loop system)란 외부에서 유입되는 자원 없이 특정 생태계안에서 독자적인 혹

은 독립적으로 작동이 되는 시스템을 의미함)

## 2) 스마트 워터는 협력이 필요함

아마도 도시의 그 어떤 책임보다도 물은 지역적인 이슈로 도시 거주자들이 갈등을 위해 사용하는 수원이나 공장이 가동하기 위해 사용하는 수원이나 또는 농부가 100마일 밖에 있는 작물을 키우기 위한 수원이나 모두 같아야 한다. 물은 광대한 유역에 묶여 있는 바나 다름 없는데 이 때문에 스마트 물의 비전은 도시들과 이해 관계자들의 협력을 필요로 한다. 이 리스트들은 무척 긴데 유역의 다른 도시, 다른 지역, 국가, 규제당국, 사기업, 농업관련 조직, 시민, 지역단체 등등이 있다. 또한 어떠한 경우에는 국제적인 협력이 필수일 수도 있다.

## 3) 스마트 워터는 스마트 정책을 필요로 함

이를 위해서는 많은 방법이 있는데 지방, 지역, 국가정부가 스마트워터에 대한 전망을 강화시키기 위해서 정책을 개선해야하는데 사례를 들자면 금융 관련하여 공공기관과 민간업체간의 파트너십을 체결하는 것과 효율성, 보존성, 누수의 감소 또는 수질관련한 정책이 개선되어야 한다.

## 4) 스마트 워터는 창의적인 금융과 직원이 필요함

많은 도시 예산이 엄청난 압박을 받고 있는데 도시가 빠른 투자금 회수를 위한 굉장한 사업기회를 만들어도 이를 위한 프로젝트 자금 조달을 못할 수도 있다. 다행히도 이를 대체할 여러 가지 메카니즘들이 발달하기 시작했다. 예를 들어 일부 공급 업체는 매월 요금 기준으로 Software-as-a-service (SaaS)를 판매함으로써 도시가 큰 자본을 사용하여 모든 하드웨어와 소프트웨어는 자체적으로 설치, 유지, 보수, 업데이트 할 필요가 없어졌다. 대신 공급업체가 모든 것을 처리하고 도시는 월별 요금을 지불하게 된다. 이것은 차를 사지 않고 렌트하는 것과 많이 비슷하다.

또 다른 옵션은 위험 공유 계약인데 이는 시는 공급자에게 비용절감 후 다음에 절감된 비용이나 추가 수익의 일부를 공급업체에 다시 배당해주는 계약이다. 일부 개발도상국가가 인프라에 자금을 지원하고 있다는 것은 주목할 만 한데 이는 개발은행들의 보조금이나 프로그램 덕분이다. 이 중 이러한 국가들에 위치한 유틸리티 업체들은 바로 스마트 워터 시스템을 직도입할수 있는 기회를 가지게 될 것이다. 도시 내에서 자체적으로 ICT 기술과 인력이 없는 도시의 경우 스마트 워터 시스템인 SaaS 는 공급업체로서 솔루션 제공이 가능하다.

## 5. 상수도과 하수도의 의존성

수자원 및 오폐수 인프라를 개선하는 계획은 다른 도시의 시스템과 서비스 의존성을 고려해야 한다. 이 의존성 중 몇 가지를 보자면, 스마트워터 서비스가 지자체의 정책과 스마트 시티의 통신과 에너지 시스템과 얼마나 큰 영향을 끼치고 있는지 쉽게 알 수 있다. 오염 경고 시스템은 통신과 에너지 시스템에 의지하고 도시의 인프라를 통해 공급되는 물의 이동에도 에너지가 필요하다. 홍수조절시스템도 탄력 있는 에너지 시스템의 가동이 필요하다. 이 섹션에서는 스마트 워터 시스템이 제공 가능한 장점과 그 영향(거주성, 작업성, 지속가능성)에 대해 설명하도록 하겠다.

### 1) 거주성

- 수질 및 신뢰성 증진
- 회복력의 향상
- 고객의 선택과 제어성의 향상
- 홍수에 의한 피해 감소
- 에너지 절감 및 건물의 냉방비용

### 2) 작업성

- 경제개발의 향상
- 운영비용의 감소

### 3) 지속가능성

- 불필요한 누수의 제거
- 기존 인프라를 활용한 최대 효과
- 물이 가진 운동에너지의 활용 : 효율적인 에너지 사용이 가능

## 6. 스마트 워터에 대한 사례

Non-revenue water (이하 NRW : 생산은 되었지만 고객에게 도달하기 전에 사라지는 물)은 전세계의 물 관련 유틸리티업체들에게 가장 큰 위협이다. NRW은 여러 가지 이유로 발생하는데

- 소비량이 측정되지 않는 경우 (미터기가 없어서 정확한 측정 불가)
- 허가는 되었지만 소비에 대해 요금청구는 되지 않는 경우 (소방용수)
- 분명한 손실 (도둑질이나 계량기의 낮은 정확도)
- 실제 손실 (누수와 파열)

2011년 위원회의 고문인 Smart Water Networks Forum (SWAN) 의 전세계 도시 중앙부의 NRW에 대한 연구는 놀라운데 Guayaquil 에콰도르는 73%로 1위이고 Adana 터키는 69%로 2위였다. 하지만 30~50% 의 NRW 는 흔하지는 않았다. 반대로 싱가포르는 스마트워터의 리더이자 혁신자고 평가받는데 약 4%의 NRW 이 보고되었다. Navigant Research의 분석가 인 Neil Strother는 NRW는 각각 140 억 달러의 매출과 기회비용 손실을 의미한다고 했다. 네비건트는 스마트워터의 전세계 설치는 2011년 1030만개에서 2017년 까지 2990만에 달할 것으로 예상했고 매년 330만개의 스마트 워터 미터기가 선적 될 것으로 예상하고 매년 476백만달러의 연간 시장 가치가 있을 것으로 예상했다. 하지만 이는 더 큰 시장의 일부일 뿐인데 2011년 Lux Research는 검사 및 검사 기술 시장이 200억달러에 달하고 매년 10%씩 성장했었지만 많은 지자체가 효율적인 새로운 것을 찾고 있고 Lux는 가장 성공적인 솔루션은 전체 수자원 인프라를 모니터링 하고 가장 긴급한 수리가 필요한 부분을 알아낼수 있는 솔루션이라고 주장했다.

## 7. 스마트 워터의 목표

스마트워터를 적용의 보편적인 목표는 아래와 같다.

- 유역 전체에 걸쳐 최적의 계측과 제어가 가능하도록 도입할 것
- 도시 전역의 멀티서비스 커뮤니케이션을 이용하여 디바이스들을 연결할 것
- 개방형 표준을 준수 할 것
- 물 사용량 데이터를 포함하여 도시의 데이터 관리, 투명성, 공유 정책을 수립하고 준수할 것
- 클라우드 연산 프레임 워크를 고려할 것
- 중앙 GIS를 통한 액세스할 수 있도록 할 것
- 기상정보를 통해 유역 전반에 모든 상황을 인식할 수 있도록 할 것
- 지속 가능성, 효율성, 청결 그리고 안전성을 위해 운영 최적화를 달성 할 것
- 운영 최적화는 보편적인 목표임
- 예측 분석을 추구 할 것
- 에너지 사용을 최적화 할 것