

스마트시티 국제표준화 기반 조성 (R&D)

STRATEGIC PLANNING
GOVERNANCE
스마트시티 표준화 전략 및 체계 구축

TECHNOLOGY STANDARDS
스마트시티 도메인별 기술표준 및 서비스 시험표준 개발

CAPABILITY DEVELOPMENT
스마트시티 표준화 역량개발 및 국제협력

국토교통부

KAIA Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement

Laying the foundation for international Standardization of Smart cities

비매품/무료
95530
9 791192 052045
ISBN 979-11-92052-04-5 (PDF)
ISBN 979-11-963090-6-0 (세트)

스마트시티 국제표준화 기반조성(R&D)

D1.1 스마트시티 거버넌스 체계 및 프레임워크 개발 - 한국건설기술연구원, 가천대학교
D1.2 통합플랫폼 등 공공서비스 표준화 및 표준 인덱스 개발 연구 - 스마트도시협회, 성균관대학교
D1.3 스마트시티 포트폴리오-프로그램-프로젝트 프로세스 표준화 - 한양대학교
D1.4 스마트시티 데이터 상호운용성 확보 및 가이드라인 정립 - 한국정보통신기술협회
D2.1 스마트교통-에너지 연계분야 표준지침개발 - 한국지능형교통체계협회, 한국교통대학교, 홍익대학교, 한국전기연구원
D2.2 스마트에너지-빌딩 연계분야 표준지침개발 - 스마트에너지협회, 한국기계전기전자시험연구원
D2.3 스마트시티 공간정보 분야 표준지침개발 - 한국정보통신기술협회, 안양대학교
D2.4 스마트 ICT분야 표준지침개발 - 한국전자기술연구원, 연세대학교
D3.1 스마트시티 표준화 역량강화 프로그램 - 한국정보통신기술협회
D3.2 스마트시티 품질 평가체계 구축 및 인증 - 한국정보통신기술협회
D3.3 스마트시티 국제표준화를 위한 협력프로그램 - 한국정보통신기술협회

스마트시티 국제표준화 기반 조성 (R&D)

SMART CITY STANDARDS

ISSUE 14



Twin Models as a Smart City Development Platform
Twin Models in Smart City Processes

Helsinki 3D+ Project Part 2

The Kalasatama Digital Twins Project – Helsingin kaupunki

Smart City

Laying the foundation for international Standardization of Smart cities

스마트시티 국제표준화 기반조성(R&D)

Digital Twins

- Sharing the Twin Models
- Smart Development Platform

Standards-based Smart City Data Hub to Manage and Control Multiple City Applications

PoC (Proof of Concept)

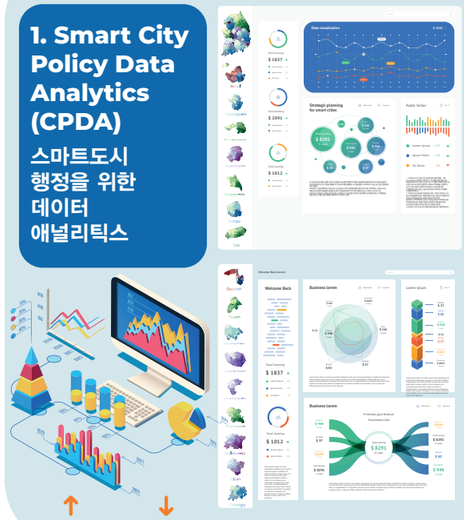
COVID-19 Smart Management System
스마트시티 데이터허브 운영 및 시험 검증



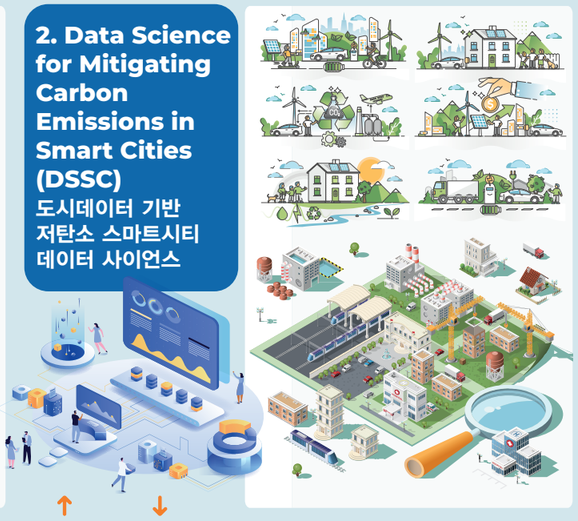
Data Marketplace | Smart City Services | Data Hub Admin Portal

Build for tomorrow: Data Hub Synergy

1. Smart City Policy Data Analytics (CPDA)
스마트도시 행정을 위한 데이터 애널리틱스



2. Data Science for Mitigating Carbon Emissions in Smart Cities (DSSC)
도시데이터 기반 저탄소 스마트시티 데이터 사이언스



3. Carbon-Neutral Architectural Design (CNAD)
건물데이터 기반 저탄소 공간조성 설계



Data Hub City Synergy

Data Hub Architecture

API Gateway | **City Data Hub APIs** | **API Management**

Data-Driven Understanding of Smart Service Support

- **Data Service**: Data Portal | Data Access API/SKI | Data/SW Markt Place | Accounting | Data Reputation
- **Semantics**: Common Knowledge | Semantic Data Mgmt. | Semantic & Machine Learning
- **Analytics**: Visualization/ Dashboard | Analytics/ ML | Libraries | Sandbox

NGSI-LD Context Information Management API

Data Management

Data Manager (Model, Flow, Metadaat, Quality, Lifecycle) → Context Broker (with Linked Data Extensions) ↔ Data Lake ETL (Extract, Transform, Load)

Semantic | Analysis | Operation | Primitive | Data Qulity & Life Cycle Mgmt.

NGSI-LD Context Information Management API

Data Ingest (Data Hub Connectivity)

LOD (Linked Open Data) Harvasting | CKAN (Comprehensive Knowledge Archive Network) Harvasting | oneM2M System Adaptor | FIWARE NGSI-LD Adapter | Integated Platform Adapter | Legacy Adapter | Device Manage-ment

- Adapter: Data Processing | Data Transmission
- Adaptor Management: External System Mgmt | Data Processsing Mgmt

API Management

- **Security**: OAuth2-based Authentication | OAuth2-based Authorization | User Management | Blockchain/ Distributed Ledger Technology (DLT)
- **Cloud Management**: Auto Scaling | Hybrid Cloud | Orchestration | Monitoring Metering

NGSI-LD, JSON-LD, Data Twins and Smart Data Models

Legacy Systems

Third-Party Systems | Context Broker | Integrated Platform | IoT Sensor Data | Real-Time Streams ••• Open Data Portal | oneM2M Platform | Urban Platform | Information System

Data Hub Architecture



스마트시티 국제표준화 기반조성(R&D) ’20.5-’23.12

주요 국제·국내표준 예상성과 47건

9 국제공식표준 **4** 국제사실표준 **3** KS표준 **31** 국내단체표준

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport

KAIA 국토교통과학기술진흥원 Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement

‘20.5 국내단체표준 2건

‘21.12 국내단체표준 4건

‘22.12 KS표준 1건, 국내단체표준 8건

‘23.12 국제공식표준 9건, 국제사실표준 4건, KS표준 2건, 국내단체표준 31건

Smart City Data Hub
(2-4세부) 스마트 ICT분야 표준개발

스마트시티 포트폴리오-프로그램-프로젝트 프로세스 표준화

통합플랫폼 등 공공서비스 표준화 및 표준인덱스 개발 연구

스마트시티 서비스 연동을 위한 도시데이터 상호운용성 확보 및 가이드라인 정립

스마트시티 거버넌스 체계 및 프레임워크 개발

(1세부)스마트시티 표준화전략 및 체계 구축

스마트시티 도메인별 기술표준 및 서비스 시험표준 개발

스마트시티 품질 평가체계 구축 및 인증

스마트시티 국제표준화를 위한 협력프로그램

스마트시티 표준화 역량강화 프로그램

(3세부) 스마트시티 표준화 역량개발 및 국제협력

(2-1세부) 스마트 교통-에너지 연계분야 표준개발

(2-2세부) 스마트 에너지-빌딩 연계분야 표준개발

(2-3세부) 스마트 공간정보분야 표준개발



스마트시티 거버넌스 | 스마트교통-에너지 | 스마트에너지-빌딩 | 스마트시티 공간정보 | 스마트시티 ICT

상호운용성 상호운용성

Smart City Data Hub

상호운용성 상호운용성

(1세부)스마트시티 표준화전략 및 체계 구축

- Proposed a new work item on “Requirements for Real-Time Event Monitoring and Integrated Management Platforms in Smart Cities
- Interoperability evaluation system of NGSI-LD based Smart City Data
- 스마트시티 통합플랫폼 - 제1부 소프트웨어 일반요구사항 및 기능
- 스마트시티 정보의 통합 관리 및 운영을 위한 플랫폼 소프트웨어 기능 및 상호연동 시험규격 2.0
- 스마트시티 정보의 통합 관리 및 운영을 위한 플랫폼 소프트웨어 요구사항 개정
- 스마트시티 정보의 통합 관리 및 운영을 위한 플랫폼 소프트웨어와 서비스 연계를 위한 데이터 교환/(R1)
- 실시간 영상 및 저장된 영상을 연동하기 위한 서비스 Part 1. 스마트시티 서비스 연계구조/Part 2. 스마트시티 서비스 운영기능 요구사항/Part 3. 제3부 : 플레이어 요구사항(안)
- 스마트시티 국제표준(3P) 매뉴얼(안) 단체표준 제안
- 스마트시티 메타데이터 표준
- 국가 데이터맵 프레임워크

(2-1세부)스마트교통-에너지 연계분야 표준개발

- Services for providing power supply & demand information of EV charging stations in the Smart cities
- Smart transportation-energy services concept and usecase definitions
- 스마트교통-에너지 연계서비스 구현을 위한 일반적인 요구사항과 유즈케이스 정의
- 전기자동차 충전소 인프라 및 충전정보시스템 간 정보연계표준
- MaaS 플랫폼과 에너지 데이터 정보연계 표준
- 에너지 긴급상황 및 정전 시 충/방전 정보연계 표준

(2-2세부)스마트에너지-빌딩 연계분야 표준개발

- Framework of city-level energy data sharing and analytics among buildings
- Requirements for building-level energy data interoperability in smart city
- Evaluation criteria for energy management system(EMS) to reduce energy consumption in smart buildings
- 스마트에너지-빌딩 연계시스템 - 제1부 데이터 모델/제2부 데이터 처리/제3부 데이터 관리
- 스마트빌딩&에너지-빌딩 성능평가 모델 표준

(2-3세부)스마트시티 공간정보분야 표준개발

- Securing interoperability among heterogeneous smart city domain information models
- Guidelines for bidirectional GIS/BIM information exchange
- Geographic Information – Gap analysis of geospatial standards for indoor-outdoor seamless navigation
- 스마트시티 통합 운영 및 관리 Part 2. 통합플랫폼과 GIS연계 방안
- 공간정보 기반 도시 에너지 데이터 표준 모델 및 식별체계(안)
- 실외 IoT 센서 위치 데이터 명세
- 공간정보 기반 이동형 IoT 플랫폼(안)
- 스마트시티 데이터허브와 공간정보
- 플랫폼 간 실시간 연계 구조 및 인터페이스 규격(안)
- 공간 및 교통 분야의 표준 상호운용성을 위한 용어 정의
- 공간 및 건축(BIM)분야의 표준 상호운용성을 위한 용어 정의
- 디지털 트윈 데이터(CityGML)의모바일 서비스를 위한 표준(안)
- BIM(IFC) 데이터의 디지털 트윈 데이터(CityGML) 변환을 위한 표준(안)
- 공간정보 기반의 건축(BIM) 및 교통 분야 상호운용성을 위한 온톨로지 구현 가이드(안)

(2-4세부)스마트 ICT분야 표준개발

- Case Study of NGSI-LD Adoptions
- NGSI-LD/oneM2M interworking proxy proposal
- Study of NGSI-LD Architecture Deployment Scenarios
- 스마트시티 ICT 통합 프레임워크 구조 표준(안)
- 스마트시티 ICT 통합 프레임워크 플랫폼 간 연동 표준(안)
- 스마트시티 ICT 통합 프레임워크 활용 표준(안)
- 데이터허브 기반 데이터 마켓플레이스거래 거버넌스 모델
- 데이터 허브 기반 데이터 유통거래 가이드라인

(3세부)스마트시티 표준화 역량개발 및 국제협력

- 스마트시티 ICT&데이터 기술 표준(안)
- 스마트시티 ICT&데이터 시험 규격 표준(안)
- 스마트시티 데이터 플랫폼 인터페이스 적합성 시험도구
- 스마트시티 데이터모델 적합성 시험도구
- 스마트시티 서비스 어플리케이션 품질 측정 매트릭
- 스마트시티 보안 품질검증 장비
- 스마트시티 품질평가 인증 기준(안) 개발
- 국제 표준 기반 인증제도 운영
- 스마트시티 표준화 협력 프로그램 운영
- 스마트시티 국제표준화 협의체 운영
- 스마트시티 표준화 협력 프로그램 시범 운영
- 스마트시티 국제표준화 대응기구 설립 전략
- 스마트시티 국제표준 우수연계 사례 국제표준화 기구 등재
- 표준 라이브러리 툴킷 및 표준 맵 보고서
- 스마트시티 아카데미 교육자료 개발 및 시범 교육과정 운영
- 표준 라이브러리 툴킷 및 표준 맵



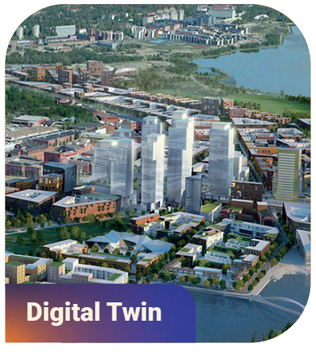
KICT 한국건설기술연구원 KOREA INSTITUTE OF CIVIL ENGINEERING and BUILDING TECHNOLOGY
Intelligent Transport Society of Korea 한국지능형교통체계협회
KSEA (사)한국스마트에너지협회 Korea Smart Energy Association
KETI Korea Electronics Technology Institute
TTA 한국정보통신기술협회 Telecommunications Technology Association
가천대학교 Gachon University
스마트도시협회 Smart City Association
성균관대학교 SUNG KYUN KWAN UNIVERSITY(SKKU)

한양대학교 HANYANG UNIVERSITY
국립한국교통대학교 KOREA NATIONAL UNIVERSITY OF TRANSPORTATION
KERI 한국전기연구원 KOREA ELECTROTECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE
홍익대학교 HONGIK UNIVERSITY
안양대학교 ANYANG UNIVERSITY
연세대학교 YONSEI UNIVERSITY
KTC 한국기계전기전자시험연구원 Korea Testing Certification institute

Table of Content

2-2 Sharing the Twin Models as Open Data	3
Information System Infrastructure and Architecture of CityGML Model	5
2-3 The Twin Models as a Smart Development Platform	8
Smart Kalasatama	18
Smart Kalasatama Projects and Innovations	22
2-4 Twin Models as a Simulation Platform	24
Wind Simulation / Sun Study	26
2-5 Twin Models in City Processes	36
The Use of Digital Twins in City Processes and Service Production	36
Conversion Experiment from an IFC Model to a CityGML Model	42
3 RESULTS: OBSERVED BENEFITS, EFFECTIVENESS AND DEVELOPMENT NEEDS	44





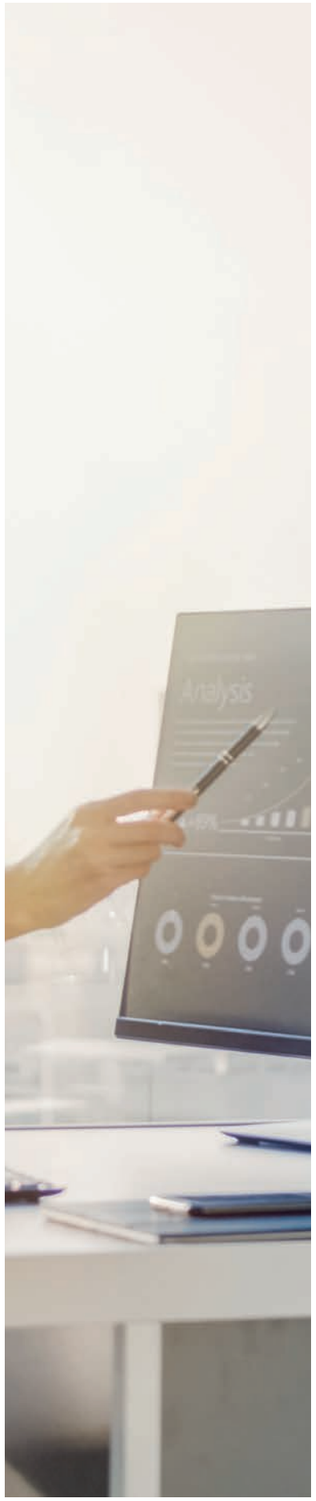
Sharing the Twin Models as Open Data



Twin Models as a Smart Development Platform



Twin Models as a Simulation Platform





SHARING THE TWIN MODELS AS OPEN DATA

오픈 데이터로서 트윈 모델

현실 메시 모델과 CityGML 도시 정보 모델은 오픈 데이터로 공유된다. 모델을 무료로 이용할 수 있게 되면 도시 정보 모델을 활용하여 새로운 가치가 창출된다. 헬싱키 칼라사타마 프로젝트를 통해 오픈 데이터가 광범위한 개발과 부동산 행위자 및 이해관계자들에 의해 활발하게 활용될 것으로 기대된다.

도시 모델 데이터 세트(City Model Data Set)는 Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0)의 허가를 받으면 이용할 수 있다. 오픈 소스 툴에서는 모델 데이터의 사용 적합성에 특히 관심을 기울여 왔다. 오픈 소스 툴을 이용하면 교육 기관과 개발자 커뮤니티는 특별한 조달 없이 자신의 시험 환경을 구축할 수 있다.

Twin Models as Open Data
The reality mesh model and the CityGML city information model are shared as open data

CC Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0)



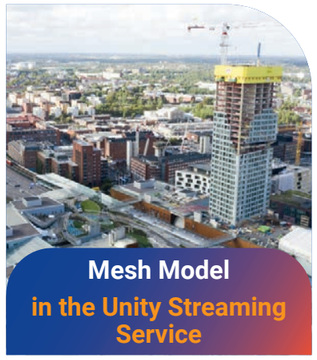
The modelled area of Kalasatama mesh model as a whole

The Kalasatama Mesh Model

The mesh model can be downloaded in DAE, FBX, OBJ, 3D Tiles and 3MX/3SM formats from Helsinki Region Infoshare (HRI): https://hri.fi/data/en_GB/dataset/helsingin-3d-kaupunkimalli.
The Kalasatama mesh model is also viewable and navigable on the CESIUM platform with WebGL-enabled browsers at: https://kartta.hel.fi/3d/mesh/Kalasatama.



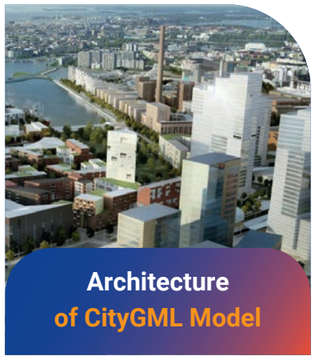
Twin Models
as Open Data



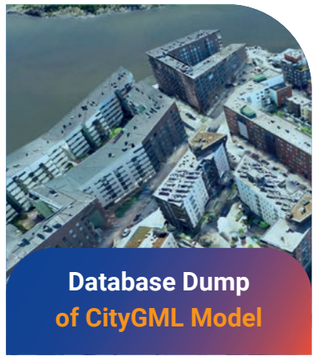
Mesh Model
in the Unity Streaming Service



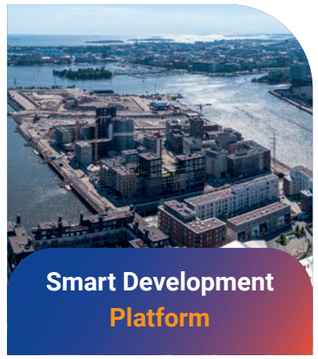
Information System
Infrastructure



Architecture
of CityGML Model



Database Dump
of CityGML Model



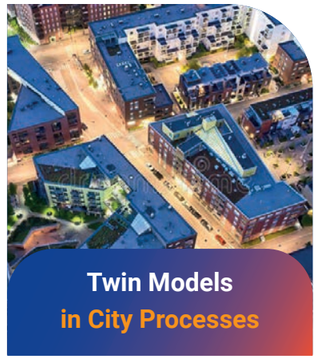
Smart Development
Platform



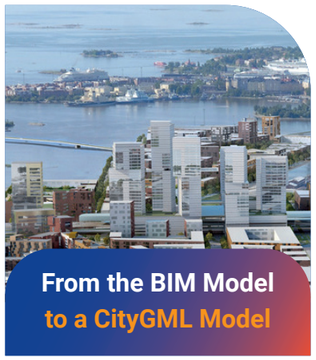
Smart Kalasatama
Projects and Innovations



Twin Models
as a Simulation Platform



Twin Models
in City Processes



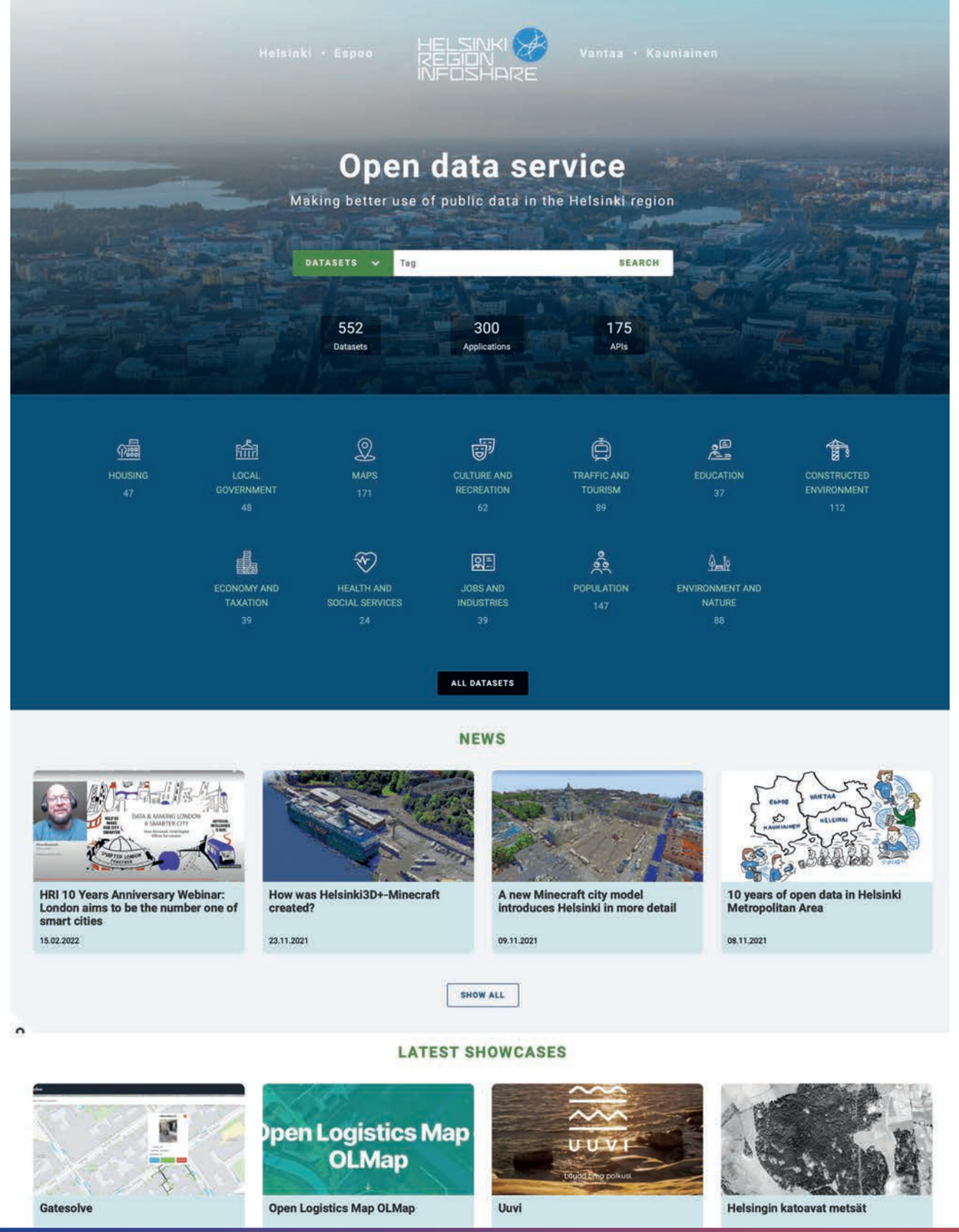
From the BIM Model
to a CityGML Model

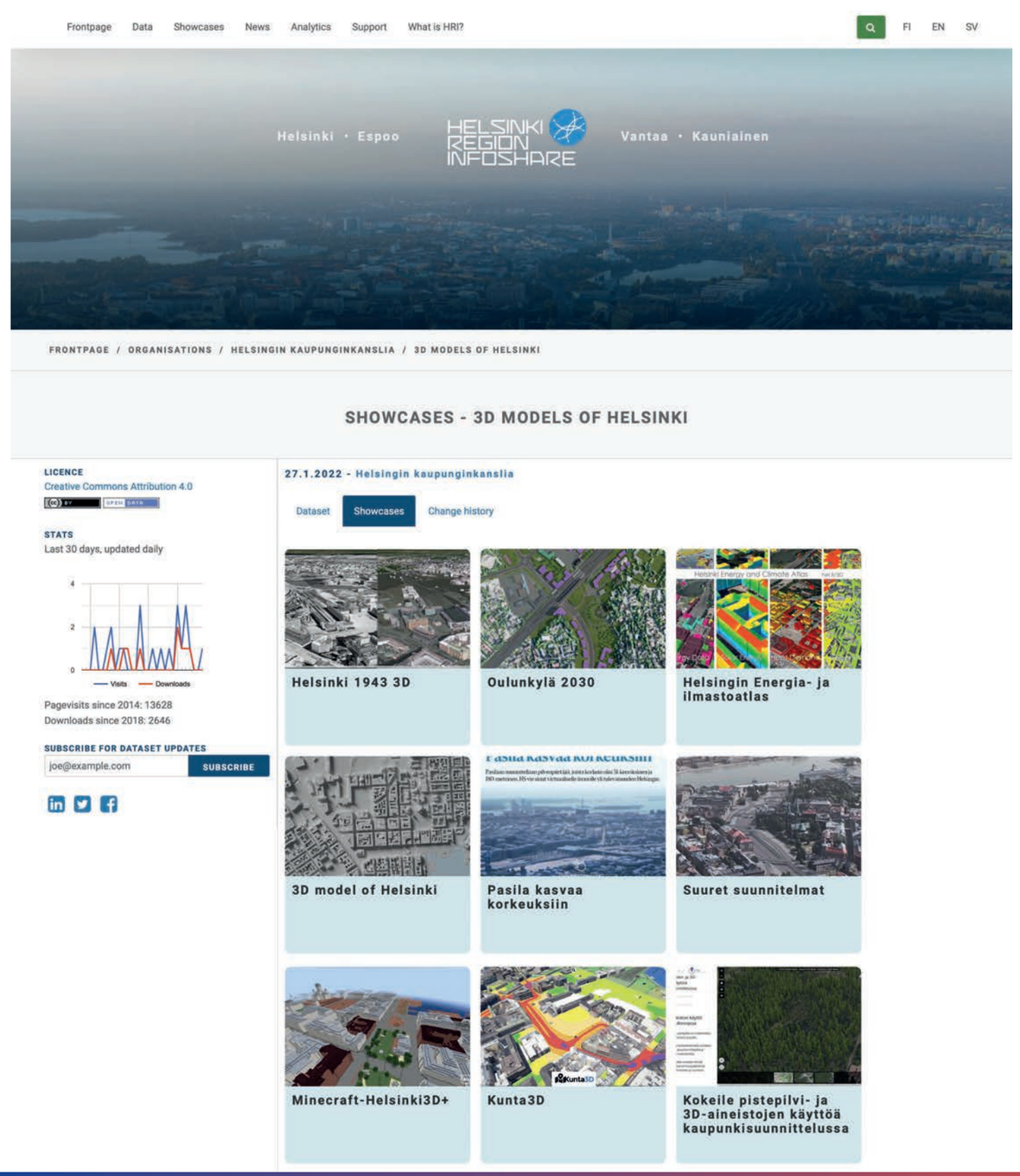


City Processes and
Service Production



Research and
Development





Helsinki Region Infoshare - Open data service

https://hri.fi/en_gb/

3D models of Helsinki - Helsinki Region Infoshare

https://hri.fi/data/en_GB/dataset/helsingin-3d-kaupunkimalli

The Mesh Model in the Unity Streaming Service

Mixed reality (MR)
Umbra 3D

Unity Streaming Service에서의 메시 모델

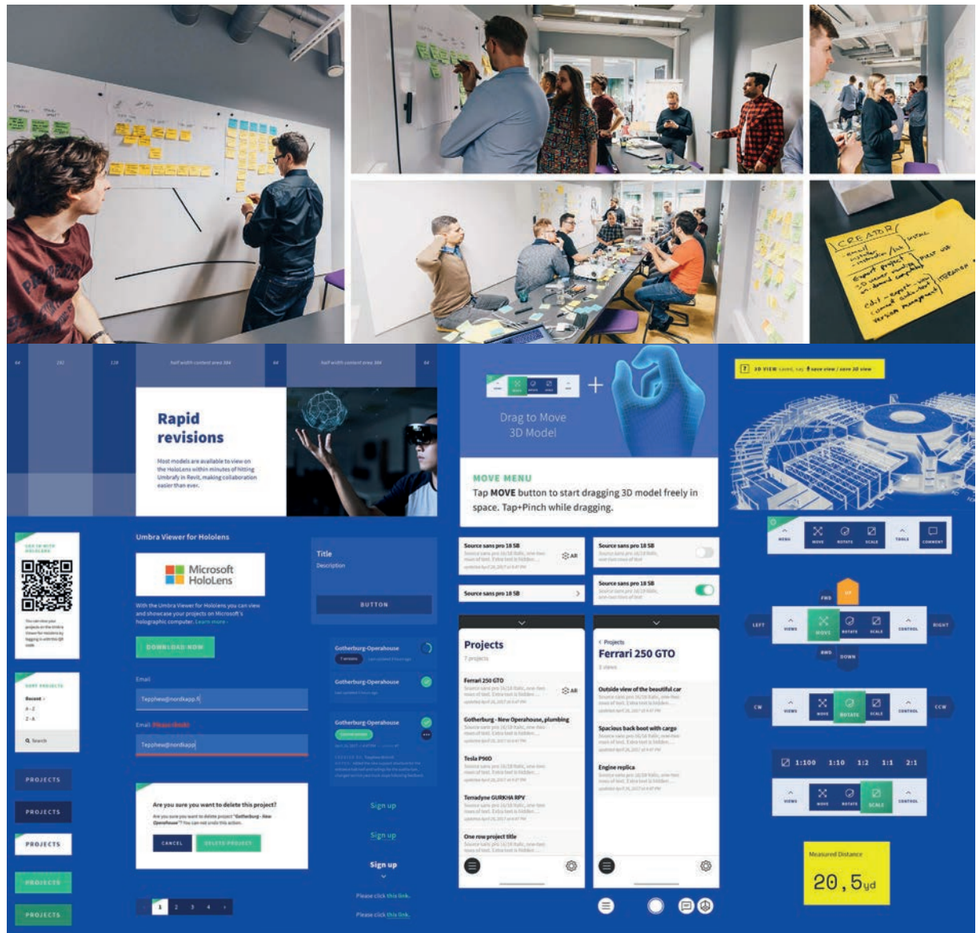
칼라사타마 메시 모델은 2018년 6월 1일부터 12월 31일까지 파트너인 UMBRA가 제공하는 Unity 온라인 스트리밍 서비스를 통해 오픈 데이터로 무료로 이용할 수 있었다.

Umbra Composit은 Unity 게이밍 엔진에 사용되는 선도적인 3D 콘텐츠 최적화 플랫폼이다. 장치 성능에 관계없이 어떤 장치의 콘텐츠를 처리, 스트리밍, 표시하는 자동화 솔루션을 제공한다. 이 플랫폼

3D in mixed reality
WebGL

은 클라우드 기반의 백엔드 서비스(처리, 저장, 스트리밍 등)를 3D콘텐츠에 제공한다. 이 서비스는 매우 큰 파일을 처리할 수 있고 템플릿의 크기에 제한이 없다.이 서비스는 Umbra의 가시성 최적화 기술, LoD 기술 및 데이터 압축 알고리즘을 바탕으로 한다. 이 모델은 AR 및 VR 호환 모바일 플랫폼에서도 볼 수 있다.

Umbra Composit, http://case-umbra.s3-website-eu-west-1.amazonaws.com





Umbra Composit – massively complex 3D in mixed reality

Umbra Composit

3D mesh model on the Umbra Composit application

Umbra Composit, Pryzm and Umbra.io

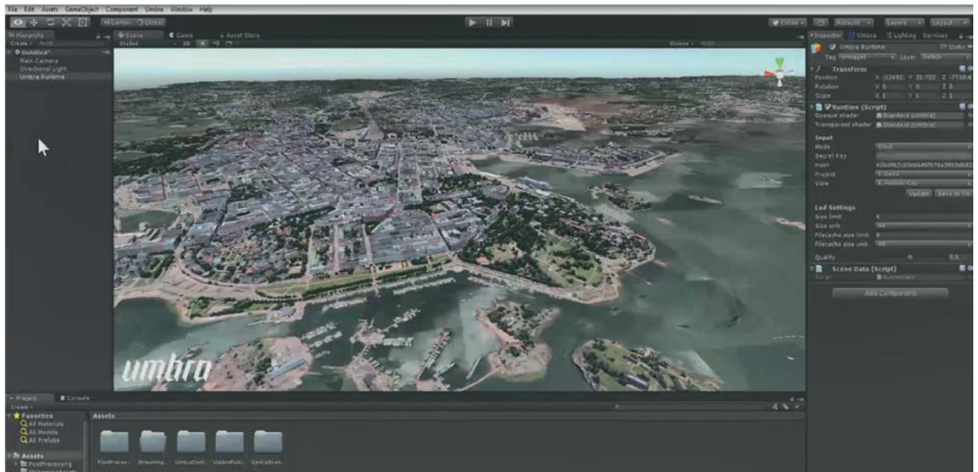
AEC

3D city information model

Unity 게이밍 플랫폼에서 3D 도시 정보 모델을 사용할 수 있다는 것은 대용량 도시 모델 파일을 사용할 수 있는 완전히 새로운 영역이 펼쳐지는 것이다. 게임 엔진의 기능성은 "도시 서비스를 게임으로 변환"하는 것을 가능하게 하거나 완전히 새로운 통합을 만들어 낸다. 예를 들어 도시 이벤트 계획수립, 기관에서의 응용프로그램 처리, 크라우드펀딩 조성, 마케팅 및 비품 마련은 3D 모델을 사용해 브라우저 기반의 게임 엔진 응용프로그램으로 처리할 수 있다.

헬싱키시 오픈 데이터 정책(CC BY 4.0 라이선스)은 UMBRA 등과 같은 상업 서비스의 개발을 가능케 한다. 헬싱키에 있는 게임회사는 100개가 채 안되며, 사실상 모든 게임회사가 Unity 전문기술을 갖고 있다. 이러한 회사들의 혁신과 창의적 잠재력을 도시 기반 서비스 및 유틸리티 게임으로 돌리는 것은 헬싱키와 기업 모두에게 이익이 될 수 있다.









Helsinki 3D data

VR or AR compatible device

Highly detailed mesh models can be uploaded to the Umbra Composit™ service and its UNITY application as base data



Forum Virium Helsinki, https://forumvirium.fi/en/

City Information model

Streaming Service Operating Experience Cities' Data Collection

For a developer

- UNITY 응용프로그램에서 대용량 3D 데이터를 크기 제한과 최적화 없이 사용할 수 있다.
  - 예를 들어 헬싱키 전체가 700GB의 데이터와 20억 개의 다각형으로 구성된다.
- 응용프로그램의 크기와 로드 시간을 최소화한다.
- 다각형 개수와 메모리 충분성이 더 이상 문제가 되지 않는다.
- 모든 상황에서 60~120 프레임의 새로고침 속도를 달성할 수 있다.

For the end user

최종 사용자에게 스트리밍 서비스는 모든 스마트 기기(스마트폰, 태블릿 등)에서 매끄러운 조작 경험을 의미한다. 또한 폭넓은 서비스 이용가능성이 헬싱키시의 목표와 일치한다. 헬싱키시는 되도록 많은 사람들이 서비스를 이용할 수 있게 하는 것을 목표로 하고 있기 때문이다.

Umbra's developers

Umbra 개발자에 따르면 모델링은, 도시의 데이터 수집 및 처리 용량이 늘어남에 따라 더 구체화될 것이다. 자동화 방법을 이용하면 밀리미터 단위의 메시 모델을 생성하는 것은 이미 가능하다. 모델의 생성과 유지관리를 제한하는 것은 기본 데이터의 정확도와 계산 용량뿐이다. 앞으로는 데이터 네트워크에 연결된 레이저 스캐너를 차량에 설치할 수 있게 될 것이다. 이러한 레이저 스캐너로부터 얻은 실시간 정보로 도시 모델을 꾸준히 업데이트 될 것이고, 사용 필요성에 따라 정확도를 선택할 수 있게 될 것이다.

따라서 실시간 도시 정보 모델을 스트리밍하여 유용하게 사용하는 것이 가능해 질 것이다.

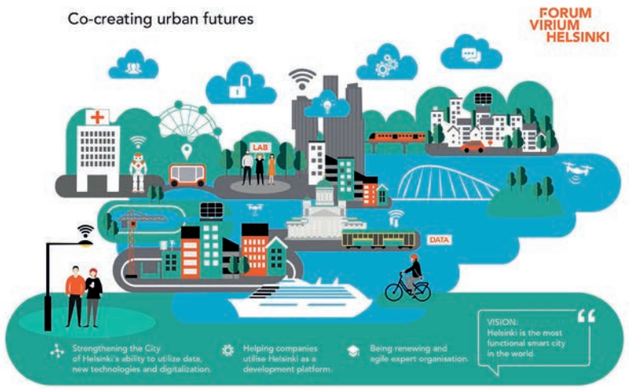
Umbra는 Composit™는 VR 또는 AR 호환 장치에서 대규모 3D 환경을 시각화하는 가장 빠르고 쉬운 방법이다.

Umbra 3D Studio Visualización Arquitectonica | https://umbra3d.studio

Helsinki3D+ - YouTube https://www.youtube.com/channel/UCC5zVtGUd-LXRI354lghLLqg

Forum Virium Helsinki

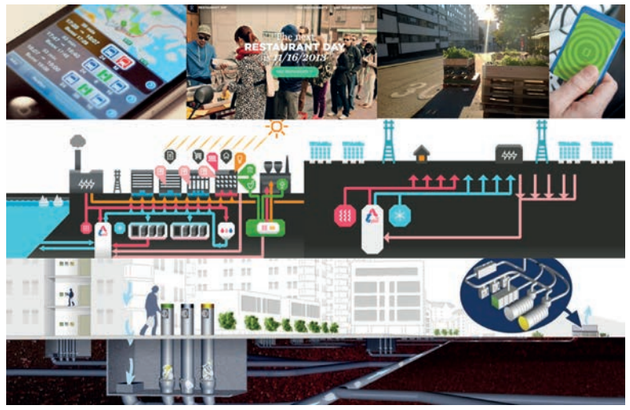
https://forumvirium.fi/en/

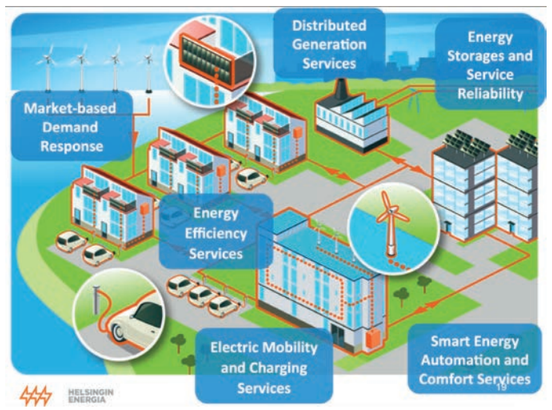


Co-Creating

Urban Futures

Forum Virium Helsinki is the City of Helsinki innovation company. It co-creates urban futures with companies, universities, other public sector organizations and Helsinki residents. Forum Virium Helsinki's mission is to make Helsinki the most functional smart city in the world.

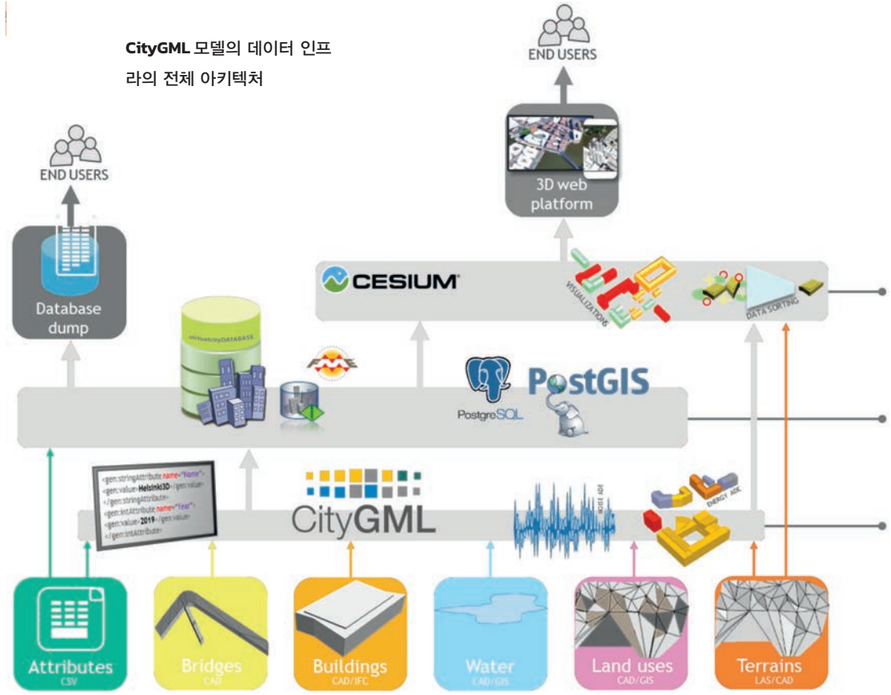








CityGML 모델의 데이터 인프라의 전체 아키텍처



이 그림은 CityGML 모델의 데이터 인프라의 전체 시스템 아키텍처를 예시한 것이다. 이것은 CityGML 정보 모델, 데이터베이스와 플랫폼 모듈, 서비스 모듈, 이렇게 세 개의 모듈로 나눌 수 있다.

Platforms and Services 플랫폼과 서비스: 온라인 서비스 플랫폼과 3D 맵 사이트의 콘텐츠를 정의하고, 도시 정보 모델에 대한 실제 사용자 인터페이스를 생성한다.

Database 데이터베이스: 도시 정보 모델이 3DCityDB 데이터베이스에 저장되며, 이 데이터베이스 로부터 도시 정보 모델을 유지, 업데이트 및 관리할 수 있다.

The CityGML Information Model
CityGML 정보 모델: CityGML 표준을 준수하는 시맨틱 데이터베이스 기반 도시 모델을 생성한다.

CityGML Model

Platforms and Services

The content of online service platforms and 3D map sites is defined, and actual user interfaces for city information models are produced.

→ 3DMAP

User Interfaces

The city information model is stored in the 3DCityDB database, from which it can be maintained, updated and managed.

Produces a semantic database-based city model that complies with the CityGML standard.

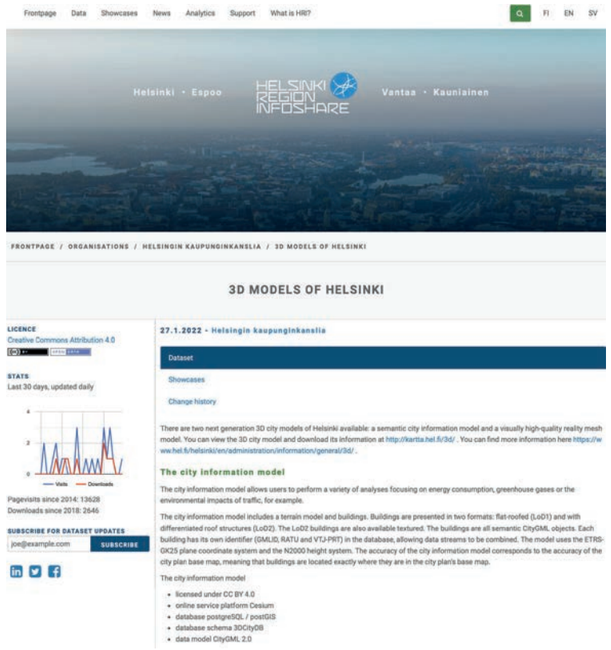
Smart City Digital Twin

Information System Infrastructure and Architecture of the CityGML Model

Platforms and Services

3DCityDB

The figure illustrates the overall system architecture of the CityGML model's data infrastructure, which can be divided into three modules: the CityGML information model, database and platforms, and services.



kartta.hel.fi/3d/

hel.fi/helsinki/en/administration/information/general/3d/

The Database Dump of Kalasatama's CityGML Model

칼라사타마 **CityGML** 모델의 데이터베이스 덤프

헬싱키 CityGML 도시 정보 모델과 칼라사타마 CityGML 모델은 다음 웹사이트에서 이용할 수 있다.

https://kartta.hel.fi/3d

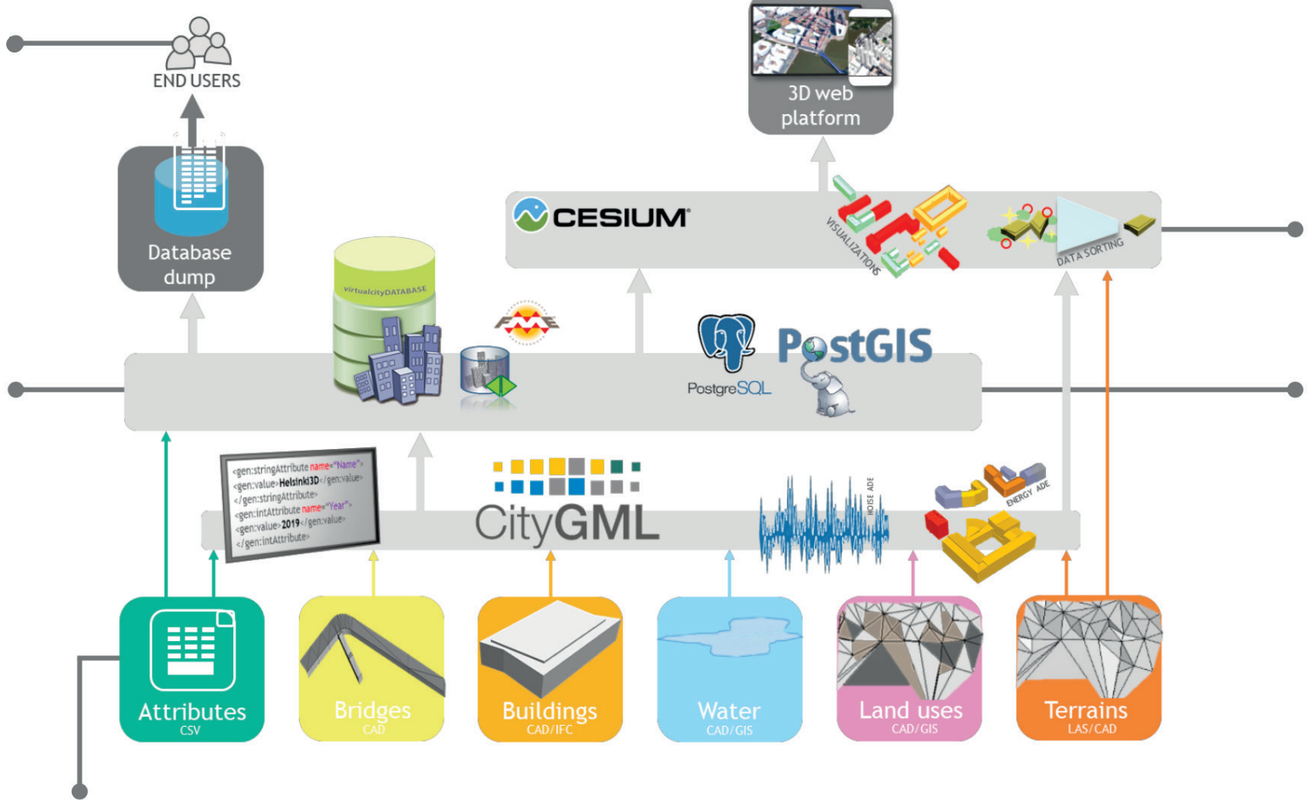


도시 정보 모델의 웹서비스는 WebGL 지원 브라우저에서 작동한다. CityGML 모델의 온라인 서비스는 virtualcitySYSTEMS사의 제품으로 만들어졌다. 사용자 인터페이스는 JavaScript 코드로 접근할 수 있는 개방형 CESIUM 플랫폼을 사용한다.

헬싱키 CityGML 모델은 3DCityDB라고 하는 3D City Database에 저장된다. 이 데이터베이스는 virtualcitySYSTEMS에서 제공한 virtualcitySUITE 제품으로 확장되어 왔다. 3DCityDB는 도시 정보 모델을 저장, 사용, 유지하는데 사용된다. 3DCityDB는 3D 지리공간 데이터 세트의 무료 오픈 소스 데이터베이스이다. 3DCityDB는 PostgreSQL 데이터베이스와 그 PostGIS 공간 확장판을 사용한다. PostGIS는 PostgreSQL의 무료 공간 확장판이다. 3DCityDB의 pgAdmin 관리 시스템 역시 오픈 소스에 기반한다. 관계형 데이터베이스의 콘텐츠는 CityGML 정보 모델의 것과 거의 일치한다. 이 프로젝트에서 CityGML로 모델링된 객체는 3DCityDB로 읽었다.

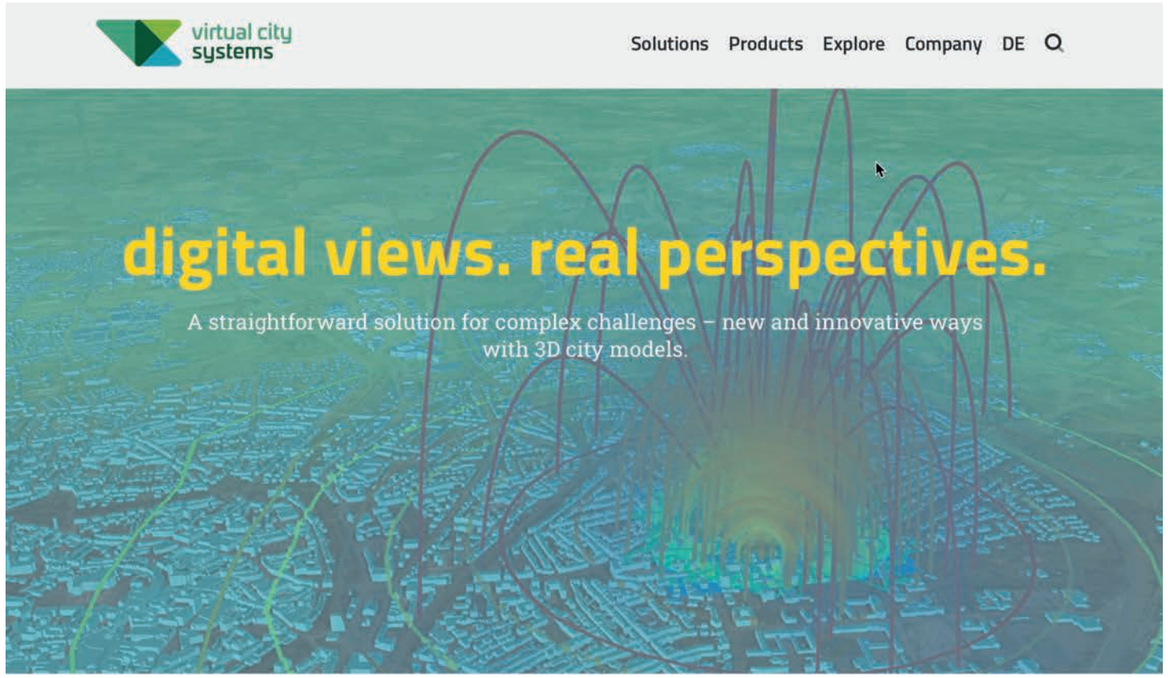
데이터베이스 덤프는 다음 웹사이트에서 이용할 수 있다

https://hri.fi/data/en_GB/dataset/helsingin-3d-kaupunkimalli.



데이터를 데이터베이스로 내 보낼 때는 Importer/Exporter 툴을 사용한다. 이 툴은 데이 터베이스에서 정보를 읽을 수 도 있다. 다운로드 가능한 데이터베이스 덤프를 사용해 자신의 CityGML 개발 환경을 설정할 수 있다.

다양한 소스 데이터(3D 또는 CAD 모델, 이미지 형식으로 된 건축물 파사드 또는 지붕 텍스처, 테이블 형식으로 된 속성 데이터 또는 레이저 스캐닝 데이터 등)을 사용하면 새로운 객체를 도시 정보 모델에 모델링할 수 있다. 이 프로젝트에서 칼라사타마 지역의 계획 건축물은 기존 교량과 두 개의 계획 교량으로 모델링되었다.



Virtual City Systems offers innovative solutions for managing, distributing and using digital 3D city models.

3D City Models



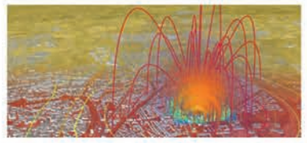
A growing number of decision makers are realizing that 3D city models will soon be an indispensable central information system that virtually anyone can access. The high-quality information and solid spatial visibility they offer – and the diverse range of uses they support as a result – make such models a valuable tool for addressing a wide variety of issues.

Digital Urban Planning



The field of urban planning is subject to a good deal of give-and-take with regard to the general public interest. During planning processes, interested citizens and the people involved in such projects need to be able to understand the underlying plans and follow along as they take shape. Here, it's important to present and pass on information regarding the backgrounds, challenges, and visions pertaining

Urban Simulation

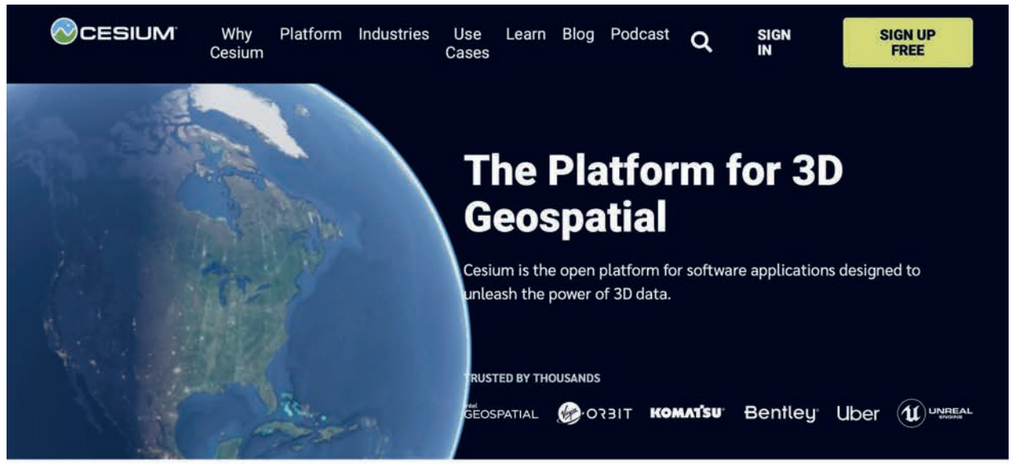


Simulation of the spread of blast waves and shrapnel caused by unexploded aerial bombs from World War II while factoring in surrounding structures with unprecedented accuracy and speed. Along with adjustments in existing structures, the solution supports the modeling of specific situations in which such ordnance is discovered and can incorporate further objects (e.g. temporary container walls) into its

digital views. real perspectives.

Virtual City Systems - A straightforward solution for complex challenges – new and innovative ways with 3D city models.

https://vc.systems/en/



Developer Platform

Everything your software application needs to utilize 3D geospatial data: visualization, data pipelines, curated data, and analytics.

LEARN MORE

Mission Support

We proudly collaborate with government agencies and the United States Department of Defense.

LEARN MORE

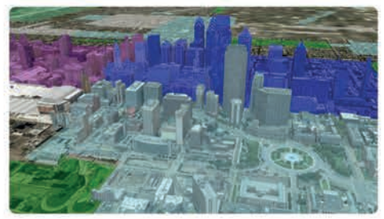
Digital Transformation

We work with select partners to bring about industry-wide innovations.

LEARN MORE

Build Innovative 3D Geospatial Applications

Cesium empowers developers across industries to maximize the potential of their 3D data.

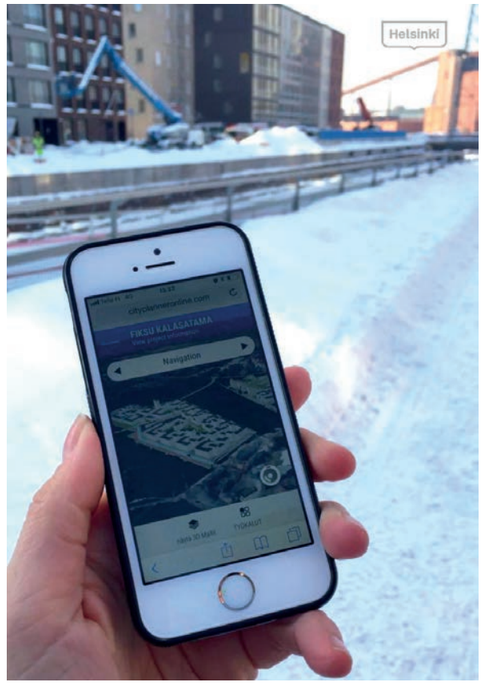


Performant

Best in class implementation of 3D Tiles for streaming massive amounts of data.

Cesium: The Platform for 3D Geospatial

https://cesium.com



Smart Kalasatama

Smart Kalasatama는 칼라사타마 디지털트윈 시험 프로젝 트의 주요 파트너로, 헬싱키 스마트 도시 개발을 대표한다. 이 지역 도처에서 Smart Kalasatama 프로젝트는 주민, 기업 및 기타 행위자들과 함께 사용 용이성, 사용자 지향성 및 포괄적 도시 계획을 토대로 새로운 인텔리전트 솔루션을 모색할 것이다. 인텔리전트 실험은 세 가지 테마로 나뉜다. 즉 에너지, 지속가능한 이동성, 스마트 일상 서비스이다. 에너지 테마에서는 태양 에너지 사용 효율과 탄소 중립성에 대한 솔루션이 시험 및 제시되고 있다. 스마트 일상 서비스는 25/7 테마로 명명되었다. 인텔리전트 하우징 서비스는 매일 여가 시간을 제공하고 단지에 대한 인텔리전트 솔루션에 특히 서비스 패키지의 다목적 사용 및 집중화가 포함되게 하는 것을 목적으로 하기 때문이다.

이동성 테마는 공유 전기차로 탄소 중립 이동성을 개선하고 미래 철도 교통을 지원하는 것을 목적으로 한다.

칼라사타마 개발은 Living Lab 단지에서 추진한다. 이 단지는 지역 자체와 그 지역에서 운영하는 협력네트워크, 그리고 "The Kalasatama Urban Lab"이라고 하는 공동 개발 공간으로 이루어져 있다.

SMART City Platform

OpenCities

Creating the Platform

SMART 도시 플랫폼

디지털트윈은 Smart Kalasatama 프로젝트를 위해 수행되는 실험에 쓰일 가상 개발 플랫폼으로 사용할 수 있도록 만들어지기 때문에 칼라사타마 지역에서 스마트시티 프로젝트의 계획수립, 구현, 교류, 정보교환을 촉진한다. 모델 플랫폼은 프로젝트를 실제 구현하기 전에 프로젝트의 첨단 디지털 설계, 시험 및 정보교환을 가능케 한다. Smart Kalasatama에 쓰일 가상 플랫폼은 브라우저 기반 OpenCities Planner 응용프로그램을 기반으로 한다. OpenCities Planner는 펀딩으로 마련하였다

CityPlanner
Bentley® OpenCities™ Planner – More than just 3D visualization
bentley

Helsinki
Co-creating urban futures
forumvirium.fi

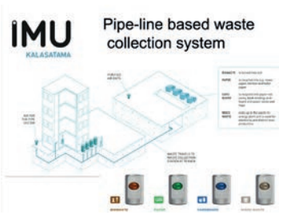
Creating the Platform

플랫폼 생성

OpenCities Planner는 프로젝트를 실제 규모로 시각화하기에 적합한 브라우저 기반 응용프로그램이다. 이 응용 프로그램의 강점은 모바일 기기에서도 사용할 수 있다는 것이다. 다른 응용프로그램에서 발생한 벡터 데이터를 KMZ 또는 Collada/DAE 형식으로 가져오는 것이 가능하다. 사전 정의된 좌표계에 입력이 완료되면 그 입력은 OpenCities Planner에서 동일한 좌표계에 놓이게 된다. GIS 데이터를 쉐이프파일 형식으로 추가할 수도 있다. 현실 메시 모델은 이 경우에서처럼 응용프로그램의 기본 모델로 적합하다.









Data and IoT

forumvirium.fi
Co-creating urban futures

Cleaner air in residential areas

Residents of Helsinki measured air quality with sensors more than a million times







Importing Planned Models to OpenCities Planner Platform

계획 모델을 OpenCities Planner 플랫폼으로 가져오기

The reality mesh model of Kalasatama and the design model for new planned buildings on the browser-based OpenCities Planner platform

이 프로젝트에서 제작된 칼라사타마 메시 모델은 OpenCities Planner 응용프로그램의 토대를 이룬다. 메시 모델을 OpenCities Planner에 맞게 조정하려면 관리자가 응용프로그램의 클라우드 서비스를 실행하면 된다. 계획 건축물의 3D 모델 뿐만 아니라 지형 모델도 이 응용프로그램에 추가되었다.

Importing Planned Models to OpenCities Planner Platform

계획 모델을 OpenCities Planner 플랫폼으로 가져오기

MicroStation 응용프로그램으로 생성된 DAE 계획 모델은 OpenCities Planner로 전송되지 않았기 때문에, SketchUp 응용프로그램으로 이 모델을 먼저 들여왔다. SketchUp 응용프로그램에서는 모델을 또 다른 파일 형식으로, KMZ으로 저장하는 것이 가능했다. SketchUp은 도시의 좌표계를 완벽하게 지원하지 않는다. 좌표가 너무 커서 응용프로그램의 정확도가 충분하지 않기 때문이다. 따라서 모델의 원점이 모델의 중심과 가깝도록 파일을 응용프로그램 사이에 먼저 전송했다. 그 프로세스는 다음과 같다.

1. 메시 모델을 잘 사용할 수 있게 지원하는 Connection Edition (CE) 릴리즈 11을 사용해 도시의 좌표계에서 MicroStation 응용프로그램으로 모델을 생성한다. 지형 모델은 MicroStation에서 실행되는 TerraModeler 응용프로그램으로 생성한다.

2. 설계 모델의 지원을 받게 될 비어 있는 새 파일을 생성하고 0으로 설정한다. 즉 또 다른 국소 좌표계로 설정한다. 이렇게 하면 원본 파일의 좌표계를 변경할 필요가 없다.

3. 눈에 보이는 항목을 SketchUp 형식으로 저장한다.

4. 파일과 SketchUp을 대조하고 필요하다면 약간 편집한다. KMZ 형식으로 저장한다.

5. 파일을 OpenCities Planner로 가져오고 메시 모델을 사용해 설계 모델을 수동으로 위치시킨다.

6. 메시 모델과 설계 모델의 지형을 일치시키고, 설계 모델이 지형(해안선, 교량, 지면 형상 등)을 달라지게 할 정도까지 숨겨진 메시 모델의 지형과 일치시킨다. 메시 모델은 OpenCities Planner의 Terraform 툴을 사용해 수평을 맞출 수 있다. 예를 들어, Hanasaari에 있는 눈에 보이는 석탄 더미는 메시 모델에서 평탄하게 되었다. 신축 건물에서 수년 내에 사라질 것이기 때문이다.

7. 마지막으로 OpenCites Planner 사용자 인터페이스는 Smart Kalasatama 프로젝트의 요구에 부응하도록 변경된다.

OpenCities Planner

2018년 말 Bentley Systems은 OpenCities Planner 응용프로그램을 처음 만들었던 Agency9을 인수했다. MicroStation은 Bentley Systems이 소유하고 있는 제품이므로, 앞으로는 MicroStation과 OpenCities Planner 간의 상호운용성이 발전할 것으로 기대된다. OpenCities Planner는 처음에는 CityPlanner라고 불렸다.

Process is as follows:



1

Create a model with the MicroStation application in city's coordinate system using Connection Edition (CE) release 11, as it better supports the use of mesh models. The terrain model is created with the TerraModeler application that runs on MicroStation.

2

Create a new blank file that will be backed up by a design model and set to zero, that is, to another local coordinate system. Doing this means there is no need to change the coordinate system of the original file.

3

Save visible items in the SketchUp format.

4

Check the file with SketchUp and edit lightly if needed. Save to KMZ format.

5

Import the file to the OpenCities Planner and position the design model manually using the mesh model.

6

Align the mesh model with the terrain of the design model and with terrain of the mesh model hidden, to the extent that the design model changes the terrain, e.g. coastlines, bridges and ground shapes. The mesh model can be levelled by using the Terraform tool of the OpenCities Planner. For example, the visible coal pile in Hanasaari was flattened in the mesh model as it will disappear in the next few years from the new buildings.

7

Finally, the OpenCities Planner user interface is modified to meet the needs of the Smart Kalasatama project.

플랫폼은 아래 웹사이트에서 이용할 수 있다.

https://cityplanneronline.com/helsinki/kalasatama.

Bentley Systems

Bentley Systems acquired Agency9, which originally created the OpenCities Planner application.

MicroStation

MicroStation is a product owned by Bentley Systems, so in future interoperability between MicroStation and OpenCities Planner is expected to develop. OpenCities Planner was originally called CityPlanner.

Smart Kalasatama Projects and Innovations

Smart Kalasatama 프로젝트와 혁신

KIRA-digi 프로젝트 초기 단계에는 20여개의 Smart Kalasatama 프로젝트가 선정되었다. 이러한 프로젝트들이 Open Cities Planner 플랫폼이 제공하는 이점을 누릴 수 있는 기회로 보였기 때문이었다. 그러나 공사가 진행됨에 따라 일부 프로젝트들은 나중에 도시 정보 모델의 플랫폼에서 더 잘 구현될 수 있는 것으로 밝혀졌다.

첫 번째 구현은 위에서 설명한 칼라사타마 지역 건축 프로젝트를 모델링하는 것이었다. 이어서 Smart Kalasatama 프로젝트의 현재 프로젝트들은 별도의 레이어로 플랫폼으로 들어왔다. 레이어 구조로 되어 있어 프로젝트의 정보교환이 잘 이루어졌기 때문에 현지에서 프로젝트를 찾기가 더 쉬워졌다. 현재는, MySmartLife 프로젝트와 공동으로 별도의 연구 프로젝트가 진행 되고 있고, Technical Research Center of Finland (VTT)는 실시간 에너지 데이터를 모델에 표현하는 방법을 연구하고 있다.

Smart Kalasatama's projects

20

진행중인 프로젝트를 기술하기 위해 관심 지점을 OpenCities Planner에 만들었다. 항목에 이름을 붙였고, 프로젝트를 묘사하는 아이콘을 선정하였다. 프로젝트 관련 웹페이지(click > embed code)를 객체 뒤에 링크하였다. 일부 웹사이트에 문제가 있어서 창에서 열리지 않았다. 그래서 이런 경우에는 링크가 자기 탭에서 열린다.

플랫폼은 아래 웹사이트에서 이용할 수 있다.
https://cityplanneronline.com/helsinki/fiksukalasatama.



앞으로 이러한 베이스는 예를 들어 다양한 쿼리를 생성할 때 배경으로 사용할 수 있다. 그 목표는 지역 건축 프로젝트의 진행 상황을 각 항목에 대한 완공 일정과 일부 연락 정보를 모델에 표시하여 나타내는 방법을 구체화하는 것이다. 언급한 바와 같이 몇몇 주민들은 완결된 3D 모델을 보고 계획을 변경할 수 없다고 생각했을 수도 있다. 그러나 경험을 토대로 사용자는 패턴을 읽는 것을 배우고, 예를 들어 건물을 옅은 그림으로 나타내는 것은 건물의 "미완성 "을 강조하는데 도움이 되고 계획수립 단계를 더 정확하게 묘사한다.



Observations

논평: 실질적인 교훈으로, 프로젝트는 OpenCities Planner로 모델을 취급하고 레이어를 생성할 수 있는 기술 구현자가 가장 쉽게 구현한다고 볼 수 있다. 이와 더불어 필요한 정보 콘텐츠를 파악하고 생성할 수 있는 콘텐츠 전문가가 필요하다. 모델을 유지관리하고 조정하려면 자원을 충분히 조달하고 명확하게 정의해야 한다. 또한 모델의 최종 사용자가 누구인지에 대해, 즉, 개발자와 회사가 모델을 이용할 수 있는 방법을 더 잘 알 필요가 있다.



OpenCities
Smart Kalasatama project
3D city model

Planner
Urban Lab in Kalasatama
Interactive questionnaire

Platform
Public Participation GIS
Public Participation GIS

Smart Interaction

스마트 인터랙션

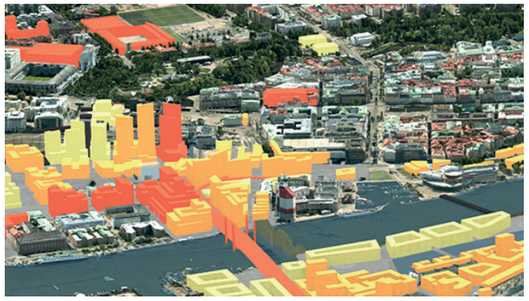
이 프로젝트에서는 OpenCities Planner를 인터랙션을 위한 플랫폼으로 사용할 수 있는지를 시험하였고, Smart Kalasatama 프로젝트에서 쿼리를 사용할 수 있는지도 시험하였다.

OpenCities Planner 플랫폼은 칼라사타마에 있는 Urban Lab에서 칼라사타마의 3D 도시 모델을 도입하는데 사용되었다. 이 플랫폼은 오프라인 모드에서 사용되었다. 인터넷을 연결할 필요가 없기 때문이다. 모델이 잘 작동했고 폰의 터치스크린에서 사용하기도 쉬웠다. 동시에, 지역 주민들은 방문객에게 무엇을 추천할 것인지, 현재 어떤 종류의 스마트 솔루션을 사용하고 있는지를 알아내기 위해 대화형 질의를 실시했다.

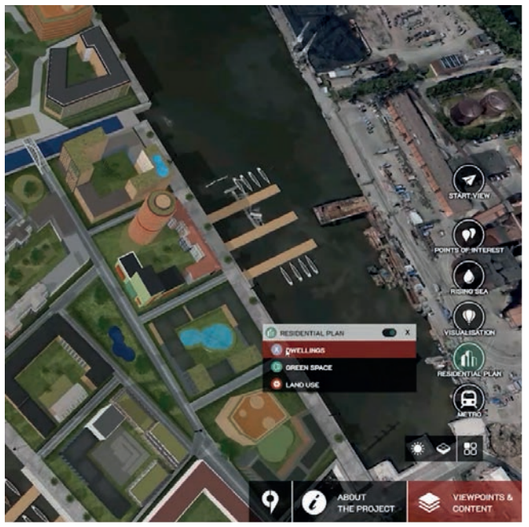
준비된 질의 모듈을 사용해 인터랙티브 PPGIS 조사(공공 참여 GIS)를 OpenCities Planner에서 쉽게 실시할 수 있었다. 그러나 응답이 사이드바에 제출되었기 때문에, 응답자가 질의서에서 각각의 대답에 여러 위치를 점시한 경우에는 특정 현장에 대한 대답의 위치를 찾아내기가 어려웠다.

2D 맵에 비해 3D 모델로 건축 환경 쿼리를 구현하는 것의 장점은 평면도에 더 구체적으로 예시할 수 있다는 것이다. 지금까지 2D 맵에 기반한 Maptionnaire 툴이 Smart Kalasatama 프로젝트에 사용되어 왔기 때문에 툴을 비교하는 것이 가능했다.









Observations

논평: 오프라인 사용에 대한 기술적 요구사항을 충족시키는 것이 과제였다. 초기 모델에서는 이 요구사항을 바로 충족시키지 못했기 때문에 업데이트를 해야 했다. 질의서를 생성하는데 몇 가지 문제가 있다는 것을 알게 되었다. 질의서는 응답자의 정보를 드러내는데, 익명성의 관점에서 볼 때 이는 의심의 여지가 있다. 그리고 응답자의 정보만 질의자에게 돌아가고 답안의 콘텐츠는 여전히 볼 수 있는 솔루션을 구현하는 것은 어렵다. 사용자의 관점에서 주요 쟁점은 사용자 기기의 용량이었다. 기기 용량은 3D 모델이 얼마나 빠르게 작동하는지와 그 품질에 영향을 미친다.



OpenCities Planner platform

The project also tested how the OpenCities Planner can be used as a platform for interaction and piloted the use of queries in the Smart Kalasatama project.
Building an interactive PPGIS survey (Public Participation GIS) was easy on the OpenCities Planner using some ready-made question modules.

Smart Kalasatama project

Wind Simulation

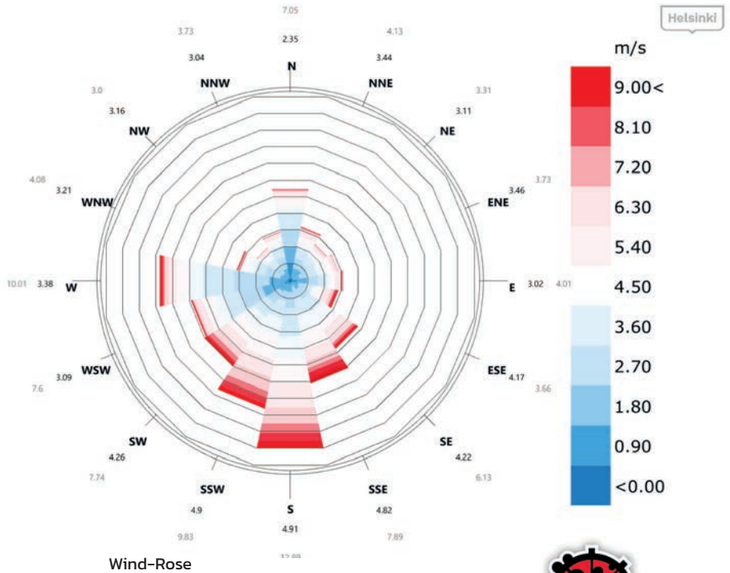
바람 시뮬레이션

바람 시뮬레이션은 효율적인 건축을 위해 바다 옆에 지역을 계획할 때 특히 필요하다. 대형 유닛과 고층 건물은 도시에서 바람의 부정적 효과를 증가시킬 수 있다. 바람은 도로와 보행자 영역의 미기후, 쾌적성 및 안전성에 상당한 영향을 미친다. 3D 가상 모델을 이용하면 현재 상태 및 미래 계획에 대하여 바람의 영향을 연구하는 것이 가능하다. 도시의 바람은 수치 유체 역학 기법으로 탐구할 수 있다. 바람 시뮬레이션을 계획수립의 가장 이른 단계에 실시하는 것은 쾌적하고 안전한 도시 환경을 계획하는 좋은 토대가 된다.

Exploring the Speed and Direction of the Wind

풍속과 풍향의 탐구

The Grasshopper application's Ladybug Tools creates a wind rose that shows the percentage of wind speeds and directions for the whole year. Significantly the wind blows most strongly in Helsinki from the south and south-west, i.e. from the sea



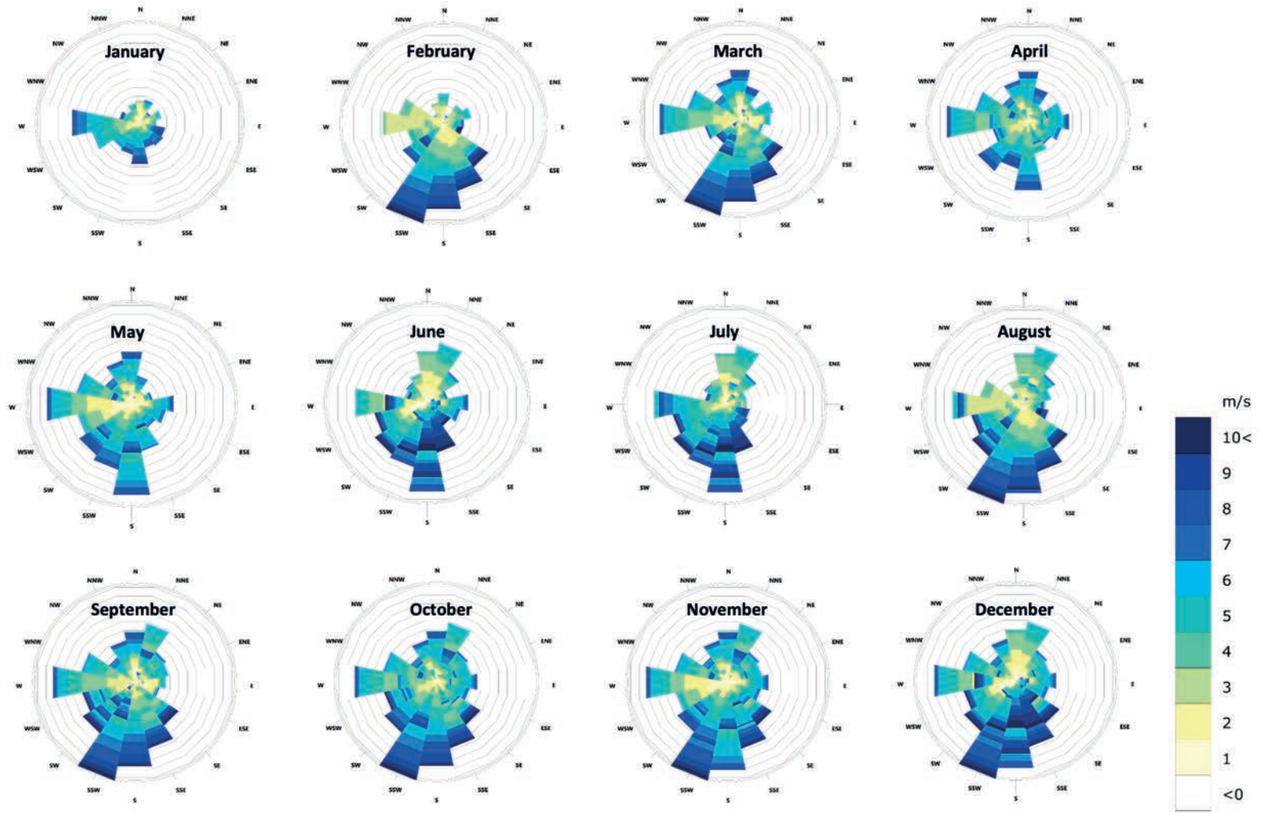
Wind-Rose
Helsinki_fin
1 Jan 1:00 - 31 Dec 24:00
Hourly Data: Wind Speed (m/s)
Calm for 1.20% of the time = 105 hours
Each closed polyline shows frequency of 1.3% = 112 hours

바람 시뮬레이션에서는 풍속과 풍향 파라미터를 결정할 필요가 있다. 풍배도를 분석하 기 위해 풍향과 풍속은 Ladybug Tools 소프트웨어(Grasshopper로 제작)로 조사하였다. Ladybug Tools은 환경 계획수립과 개발을 지원하는 다양한 무료 컴퓨터 응용 프로그램이다. Ladybug는 3D 모델링과 환경 시뮬레이션을 결합한 가장 광범위한 소프트웨어 프로그램 중 하나다. Ladybug 툴은 EnergyPlus Weather 통계 데이터와 1990년대 헬싱키 데이터를 직접 사용한다. 데이터를 업데이트 할 수도 있었지만 업데이트가 필요하다고 생각하지 않았다. 핀란드 기상연구소(2018)에 따르면 핀란드만의 바람은 2000년부터 2100년까지 2~4 %p 증가할 수 있을 것이라고 한다. 게다가 1971년부터 2000년까지의 관찰 기간 동안에는 바람의 유의미한 변화가 없었다. 이것을 근거로, 1990년대 바람 데이터를 이용한 바람 시뮬레이션은 충분히 정확한 것으로 인식되었다. 이 페이지와 다음 페이지에서 다룬 풍배도는 이 데이터를 이용해 만든 것이다.

풍배도를 보면 헬싱키 바람의 평균 방향과 속도를 쉽게 알 수 있다. 아래 그림은 헬싱키 90년대 조사결과로부터 계산된 월별 풍배도를 나타낸 것이다. 이 풍배도에 따르면, 겨울철에 가장 강한 바람은 남쪽과 남서쪽에서 분다. 봄과 여름철에 가장 강한 바람은 남쪽에서 불어온다.

바람 시뮬레이션은 한 번에 한 개의 풍향과 풍속에서 실시했다. 따라서 월 또는 계절의 평균값을 토대로 풍속과 풍향의 값을 계산하는 것이 바람직하다.

Monthly wind roses from Helsinki on the basis of 90's observations



Implementation of the Wind Simulation

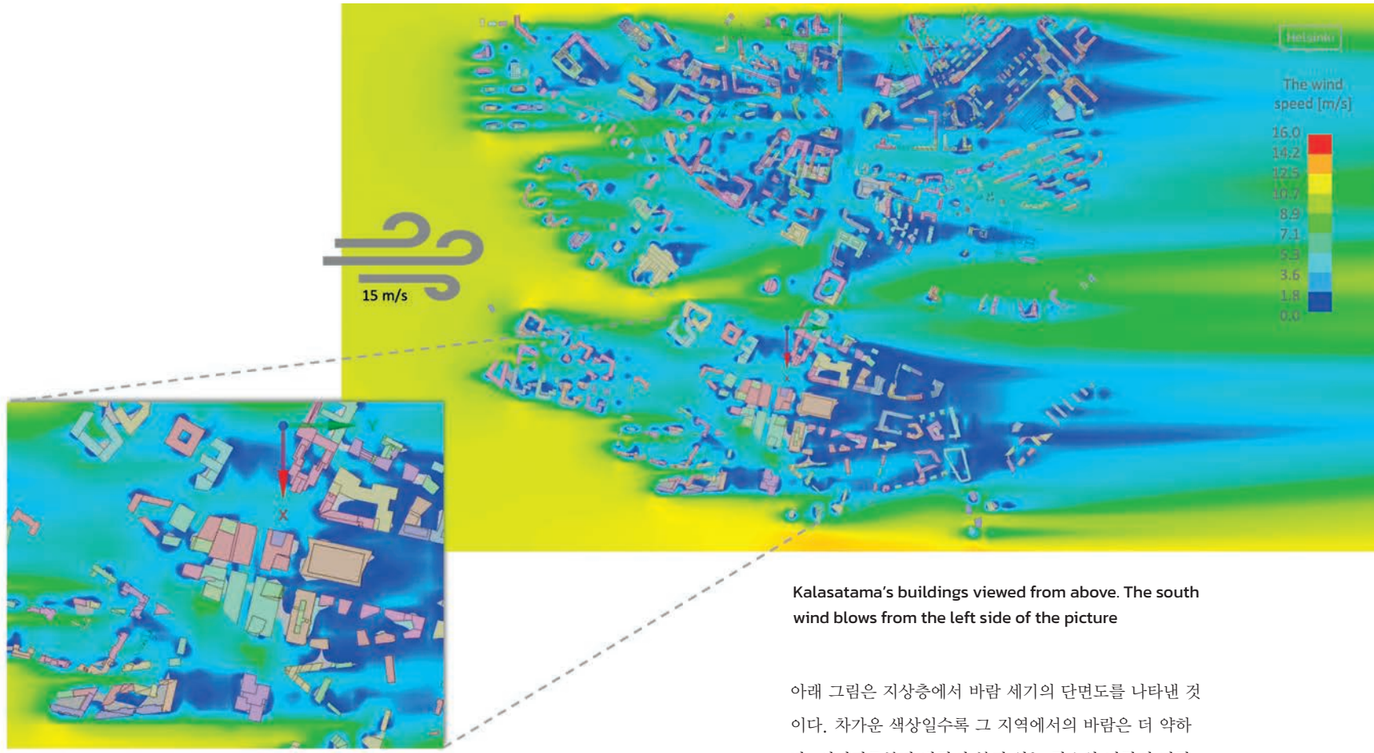
바람 시뮬레이션의 이행

칼라사타마 바람 시뮬레이션은 CityGML 도시 정보 모델(프로젝트의 첫 번째 중간 목표로 제작된 것)을 사용해 실시했고, 다양한 객체로 기류 거동을 정확하게 계산할 수 있는 ANSYS Discovery Live으로 가져오기 했다. 풍속은 15 m/s로 선정되었고, 풍향은 남풍으로 선정되었다. 남풍이 장애물이 거의 없이 바다에서부터 칼라사타마로 불어오기 때문이다. 다음의 이미지들은 칼라사타마 지역 기류의 거동을 잘 보여준다.

Observations

논평: 시뮬레이션에 사용된 데이터는 공백이나 불량 객체가 없을 정도로 정확하고 손상되지 않은 것이어야 한다. 데이터의 공백은 시뮬레이션이 완료되기 전에 채워야 한다. 데이터를 간소화하면 시뮬레이션을 최적화할 수 있고 LoD2 정도면 충분히 높은 정확도를 갖는다. 바람 시뮬레이션은 실제 지형 모형이 없어도 할 수 있기 때문에 지형 데이터를 응용프로그램으로 이동시켜 계산을 할 필요가 없다. 그러나 기류가 빌딩 밑을 통과할 수 없도록 빌딩이 지형 위에서 객체를 만나야 한다는 점에도 주의해야 한다. 바람을 시뮬레이션할 때 도시 모델의 원하는 부분은 바람이 불어오는 충분히 둘러싸인 공간으로 선택해야 한다.

응용프로그램은 시뮬레이션 시험의 결과를 즉시 컴퓨터 화면에 표시하여 칼라사타마 지역의 기류 거동을 명확하게 보여주었다. 예를 들어 시뮬레이터는 건축물과 그 옥상 및 중정 주위에서 바람이 어떻게 이동하는지를 조사할 수 있었고 지상층에 있는 빌딩 사이에서 어떤 종류의 바람이 발생했는지를 살펴볼 수도 있었다.



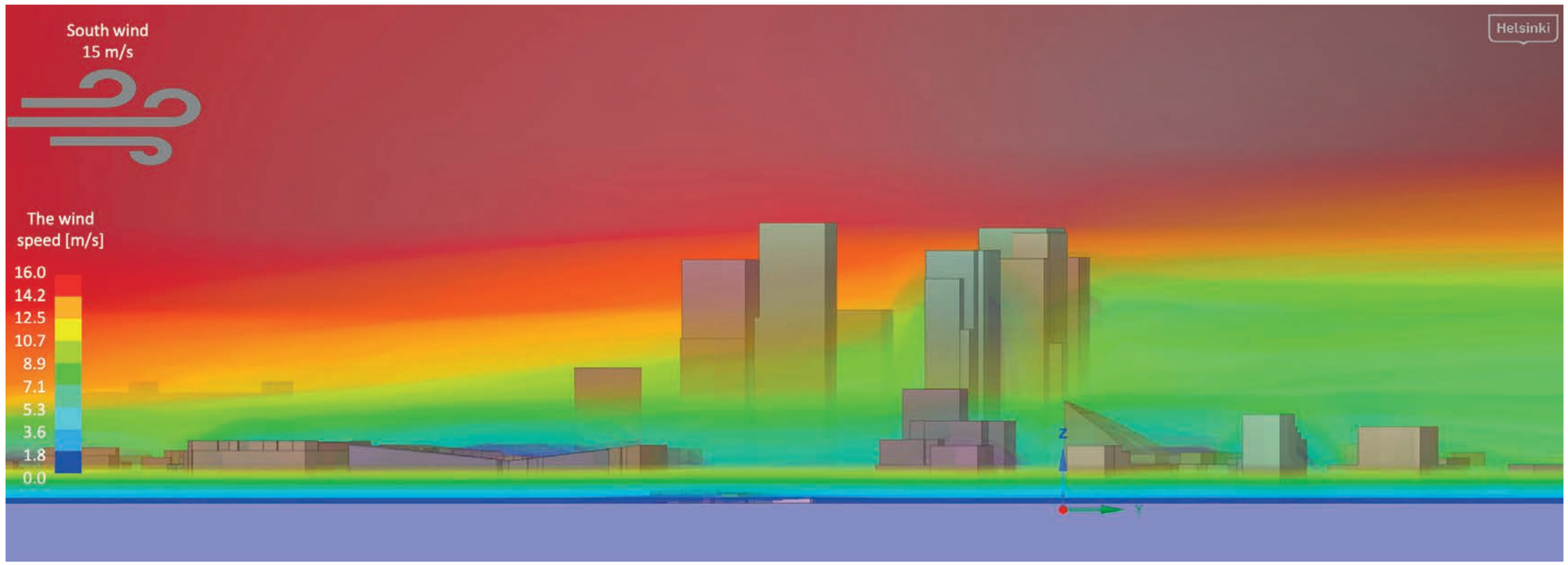
Kalasatama's buildings viewed from above. The south wind blows from the left side of the picture

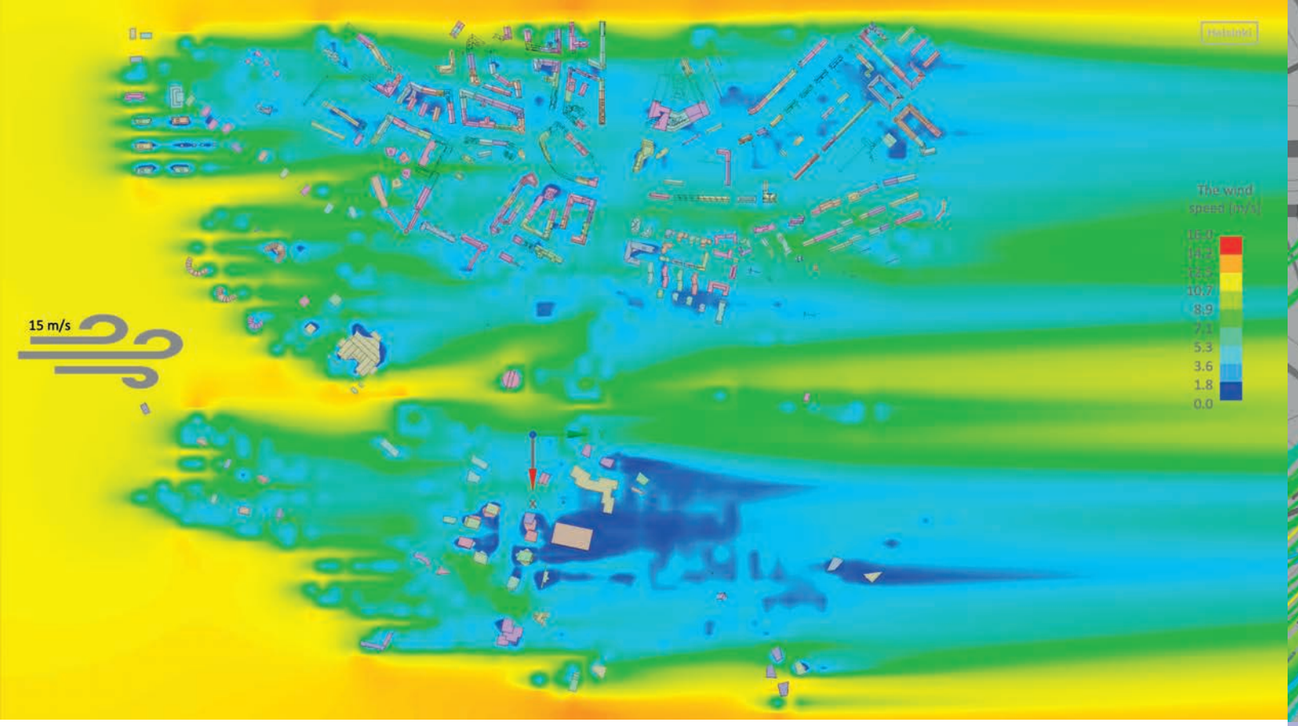
Close-up of the Kalasatama centre

아래 그림은 지상층에서 바람 세기의 단면도를 나타낸 것이다. 차가운 색상일수록 그 지역에서의 바람은 더 약하다. 이미지로부터 바람이 불지 않는 장소와 바람이 가장 많이 부는 지역을 쉽게 찾을 수 있다. 칼라사타마 남부의 지상층이 북부 지역보다 바람이 더 많이 부는 것은 명확하다.

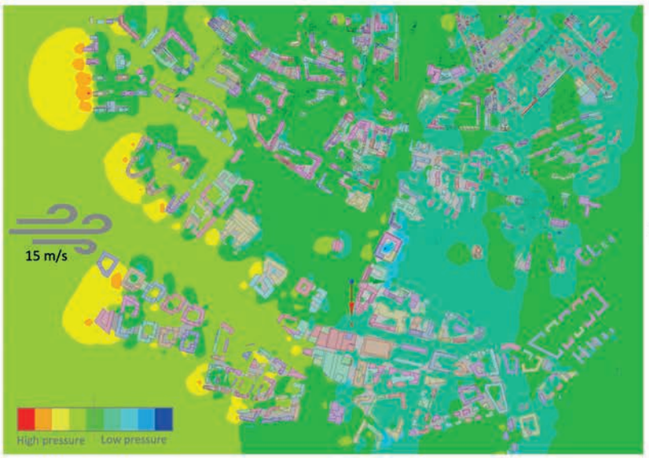
시뮬레이션에는 15m/s의 풍속이 유용한 것으로 밝혀졌다. 거친 바람(14-20 m/s)에 대한 핀란드기상연구소의 정의와 일치하지만 폭풍(21-32 m/s)과는 가깝지 않기 때문이다. 헬싱키 월별 풍배로로부터 바람이 많이 부는 기간 동안 바다에서 불어오는 바람의 세기는 보통 초당 10미터라는 것을 알 수 있다. 따라서 해풍이 더 강하게 부는 낮 동안에는 강풍을 고려하지 않고도 15m/s의 바람이 연속적으로 부는 일은 흔하다.

View of Kalasatama from the east. A south wind blows 15 meters per second

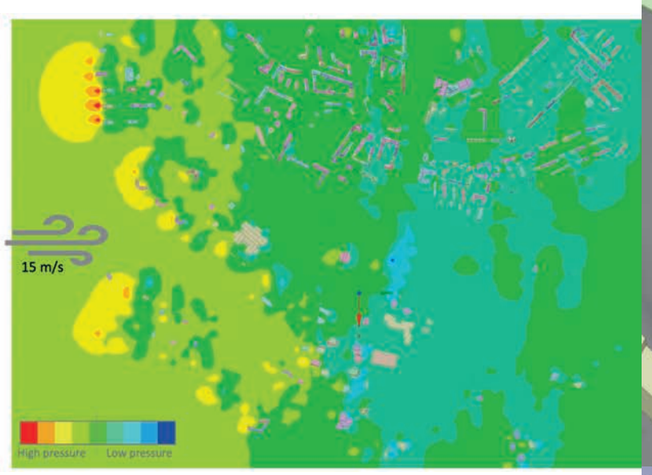




A section cut image of wind speeds about 31 meters above sea level. The warmer the hue, the stronger the wind in the upper air. The image shows only buildings more than 31 metres high. The wind is blowing at 15 metres per second from the south



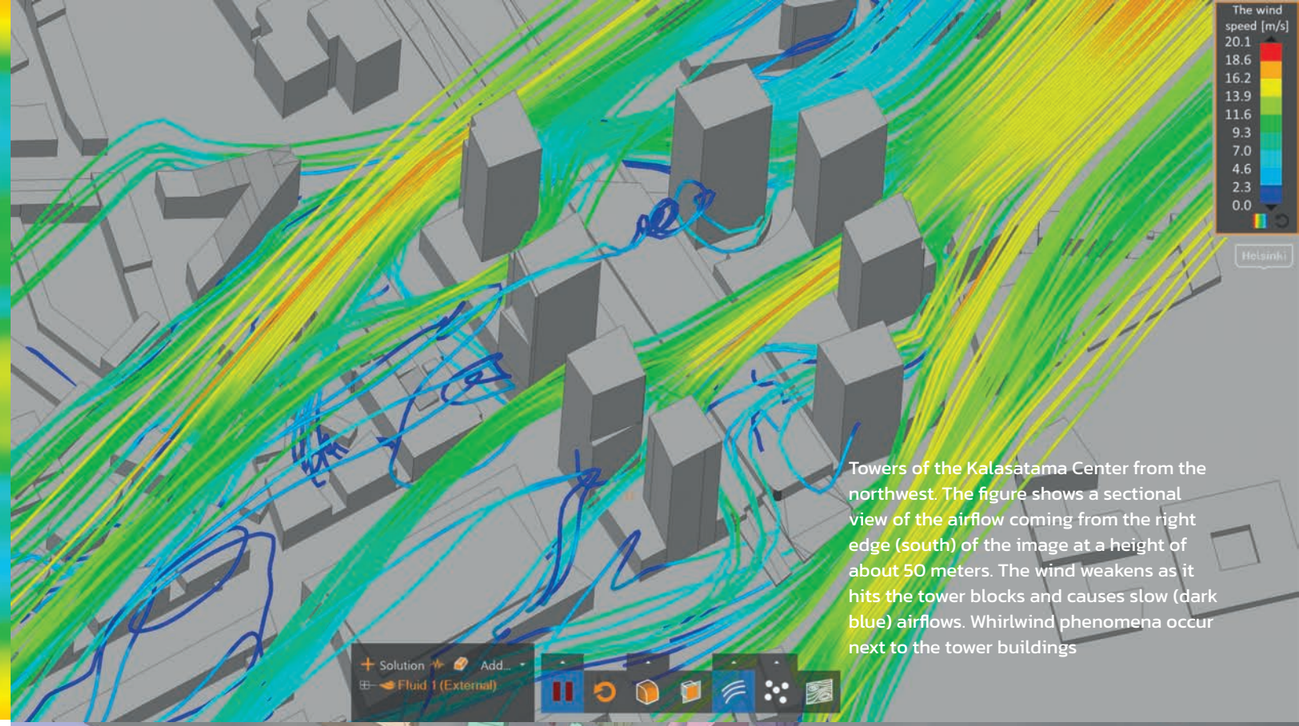
Kalasatama's buildings from above. This section cut image represents the air pressure distribution at street level caused by the wind from the south (from left side of the picture). The warmer the hue, the higher the pressure in the area



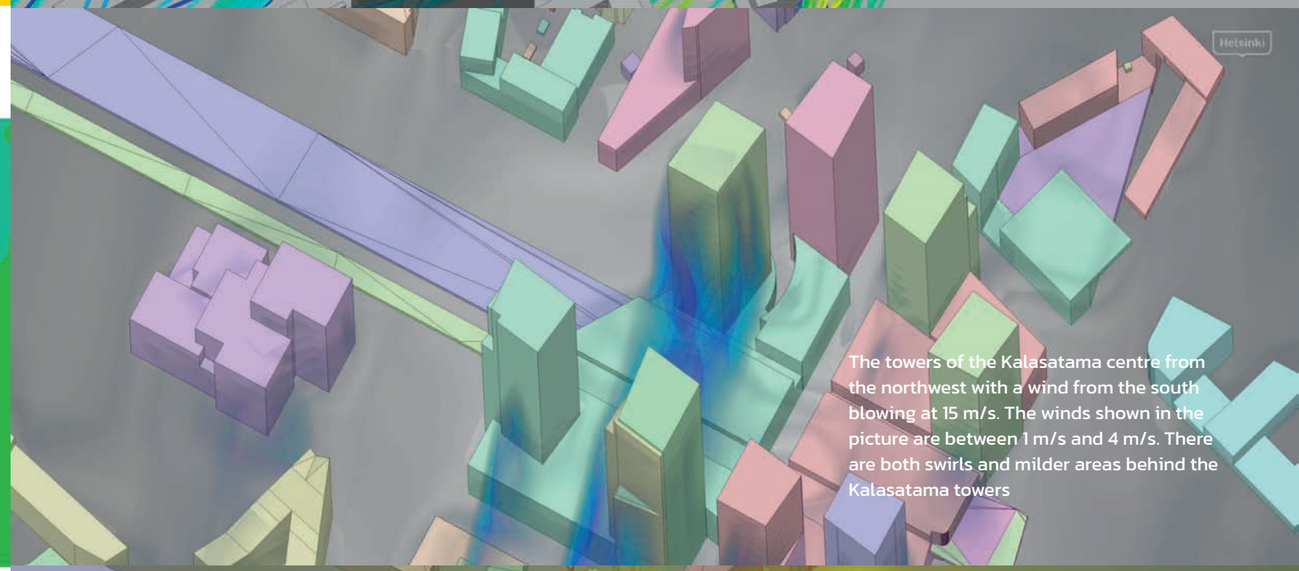
Kalasatama's buildings from above. This section cut image represents the air pressure distribution at 31 meters above the sea level caused by the wind from the south (from left side of the picture). A cold hue shows that a low pressure is directed towards the buildings

바람 시뮬레이션은 풍속 외에도 기류에 의해 발생된 기압을 연구하는 데도 사용할 수 있다. 기압차가 큰 것은 바람직하지 않다. 고압과 저압 모두 건축물의 상태에 부정적인 영향을 미치지 때문이다. 기압을 조사하면 눈쌓임을 야기하는 문제를 피할 수도 있다. 그림은 칼라사타마 시뮬레이션 지역에서 바다와 가까운 블록의 남쪽으로 과압이 자연스럽게 형성되고 있음을 보여준다.

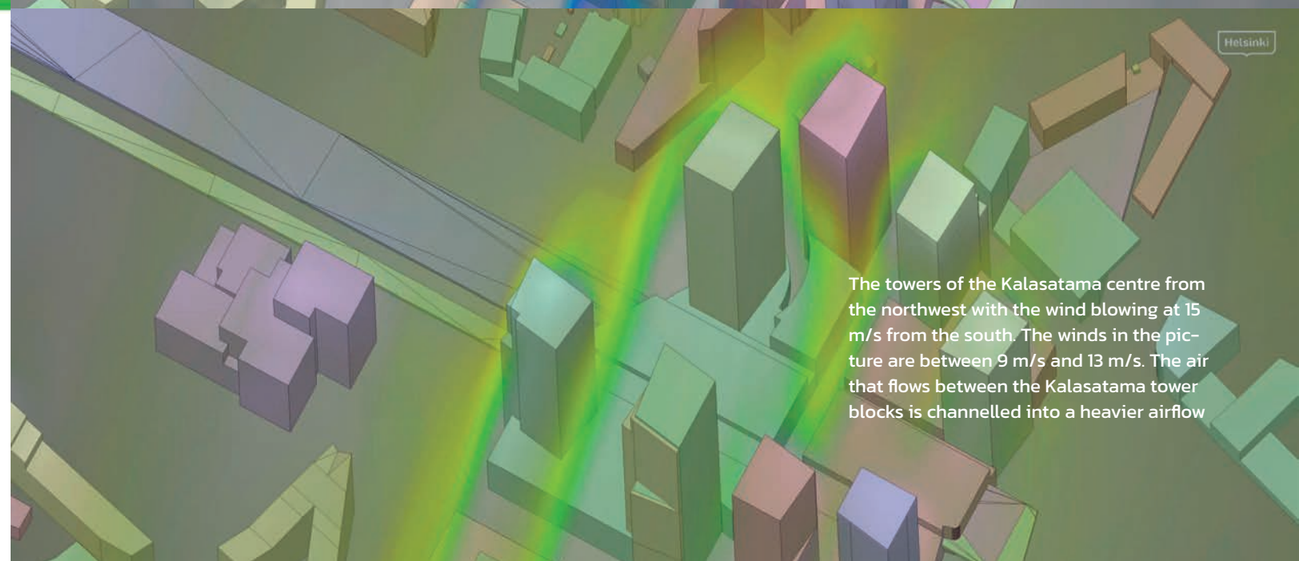
건축물의 중정과 북쪽에 저압이 형성되어 있다. 그러나 조망 높이가 달라지더라도 압력 발생의 차이는 크지 않다. 이러한 분석 없이 기압을 조사하기는 매우 어렵다. 디지털트윈은 계획수립 단계에서 해당 지역의 다양한 기후 조건을 살펴볼 기회를 제공한다.



Towers of the Kalasatama Center from the northwest. The figure shows a sectional view of the airflow coming from the right edge (south) of the image at a height of about 50 meters. The wind weakens as it hits the tower blocks and causes slow (dark blue) airflows. Whirlwind phenomena occur next to the tower buildings



The towers of the Kalasatama centre from the northwest with a wind from the south blowing at 15 m/s. The winds shown in the picture are between 1 m/s and 4 m/s. There are both swirls and milder areas behind the Kalasatama towers



The towers of the Kalasatama centre from the northwest with the wind blowing at 15 m/s from the south. The winds in the picture are between 9 m/s and 13 m/s. The air that flows between the Kalasatama tower blocks is channelled into a heavier airflow

The simulations were calculated using the ANSYS Discovery Live application, which has been used in product development, such as the German automotive industry, for designing cars and exploring air flows.

이 시뮬레이션은 ANSYS Discovery Live 응용프로그램으로 계산한 것이다. 이 응용프로그램은 자동차를 설계하고 기류를 연구하기 위해 독일 자동차 산업등에서 제품 개발에 사용되어 왔다. 이 시범 프로젝트에서는 도시 정보 모델을 사용해 기류 거동을 모델링하고 분석하기 위해 최초로 응용프로그램을 시험하였다. 응용프로그램은 대규모 지역과 소규모 지역에서 모두 매우 정확한 결과를 도출해냈다. 또한 단일 도로에서 바람과 기압 상태를 모델링하는 것도 가능할 것이다.

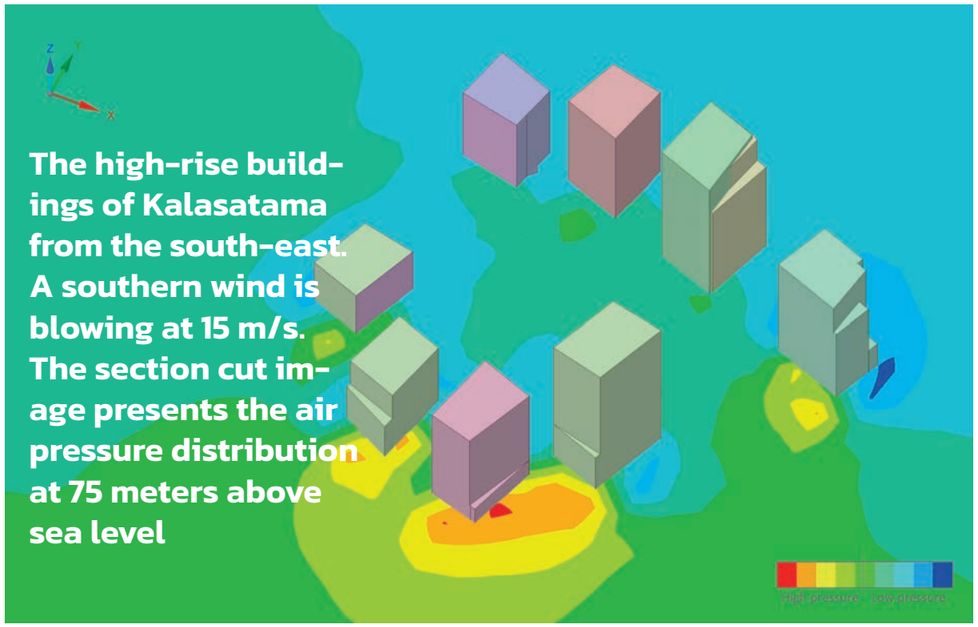
영상이라면 바람 시뮬레이션과 기류의 거동을 더 완벽하게 나타낼 수 있을 것이다. 아래 링크는 ANSYS Discover Live 바람 시뮬레이션을 보여준다.

도시 기류 영상: https://youtu.be/Zynv4a_TIIU

Observations

논평: 바람 시뮬레이션 실험 결과, 도시 계획수립 작업에 도시 정보 모델을 어떻게 사용해야 하는지를 알 수 있었다. 디지털트윈 모델은 사물을 먼저 디지털 방식으로 설계하고 시험, 시공하는 개념을 가장 잘 실현시켜 준다.

시뮬레이션 응용프로그램은 그래프의 수치값, 풍속과 압력을 보여주는 단면 표면, 3D 흐름 애니메이션 등 다양한 결과를 도출할 수 있었다. 바람 모델링에 사용된 시뮬레이터는 이 이슈리포트의 이 페이지와 이전 페이지에서 설명한 바와 같이 기류의 거동을 실시간으로 확실하게 관찰할 수 있었다.



The high-rise buildings of Kalasatama from the south-east. A southern wind is blowing at 15 m/s. The section cut image presents the air pressure distribution at 75 meters above sea level

Sun Study: Solar Hour Analysis

태양 연구: 태양시 분석

태양 시뮬레이션을 실시하는 목적은 건축 환경에서 태양광의 거동을 관측하는 새로운 방법을 시도해 보는 것이었다. 이 프로젝트에서는 태양시 분석과 그림자 분석, 두 가지 시뮬레이션을 수행하였다. 태양시 분석에서는 칼라사타마 지역에 태양이 비추는 시간을 조사했다. 한편 그림자 분석에서는 건축물이 어떤 종류의 그림자를 만드는지를 조사했다. 이 분석에는 사물을 먼저 디지털 방식으로 설계하고 시험, 시공한다는 기본 아이디어를 적용한다.

핀란드 등 북유럽 국가에서 일조량은 인간의 삶의 질에 그리고 태양 복사를 에너지 생산에 사용할 수 있는 가능성에 영향을 미치는 요인으로 매우 중요하다. 칼라사타마는 북위 60°에 위치해 있어서 태양 복사의 입사각이 계절마다 크게 달라진다.

태양시는 칼라사타마의 CityGML 도시 정보 모델을 이용해 연구했다. 태양시는 건축물의 지면이나 중정이 태양광을 받는 시간을 말한다. 태양시 이와 관련된 이미지의 분석은 Rhino 응용프로그램 및 Grasshopper 툴을 사용해 수행하였다. 태양은 아래 그림에 나타낸 바와 같이 위도에 따른 경로에 위치해 있었다.

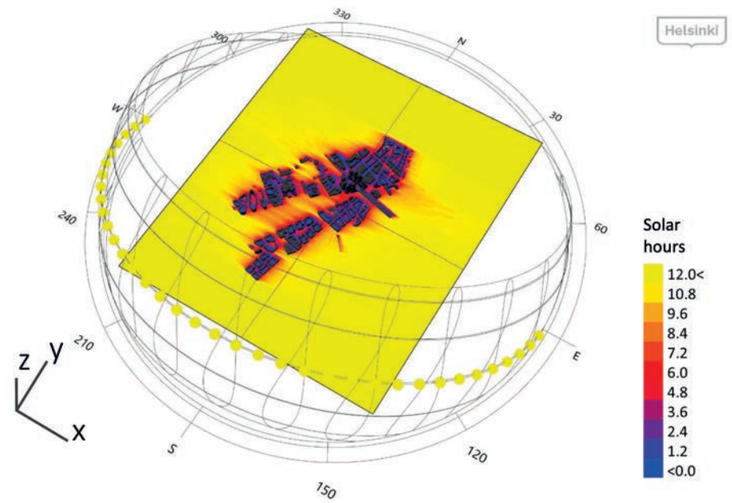
이 분석에서는 지면 위 또는 중정 내 태양 복사만을 고려하였다. 그러나 REDI 쇼핑 센터의 옥상(5층) 위에 지어진 공원은 칼라사타마의 중요한 휴양 구역이다. 이런 이유로 그 위치에서 태양시를 관측할 수 있도록 REDI의 건축물을 모델에서 제거하였다.

다음 페이지에 있는 분석 이미지와 분석 영상은 다음 링크에서 찾아볼 수 있다. https://youtu.be/3AhcdA900dQ.

Observations

논평: 한 계절 동안 태양의 입사각과 태양 복사는 크게 변한다. 여름철에는 태양광이 더 많이 비추고 겨울철에는 더 적게 비춘다. 태양시 분석시에는 이러한 사항을 계획 수립 단계에서 미리 고려할 수 있다. 분석 결과로 알 수 있듯, 태양이 매우 낮은 각도로 비추는 겨울철에는 건물의 그림자가 더 길게 드리운다. 계획 건축물의 그림자 중에는 그 건축물의 그림자만 관찰하여서는 안 되는 것이 몇몇 있다. 건축이 이루어진 주변 지역이 분석에 되도록 많이 포함되어야 하기 때문이다.

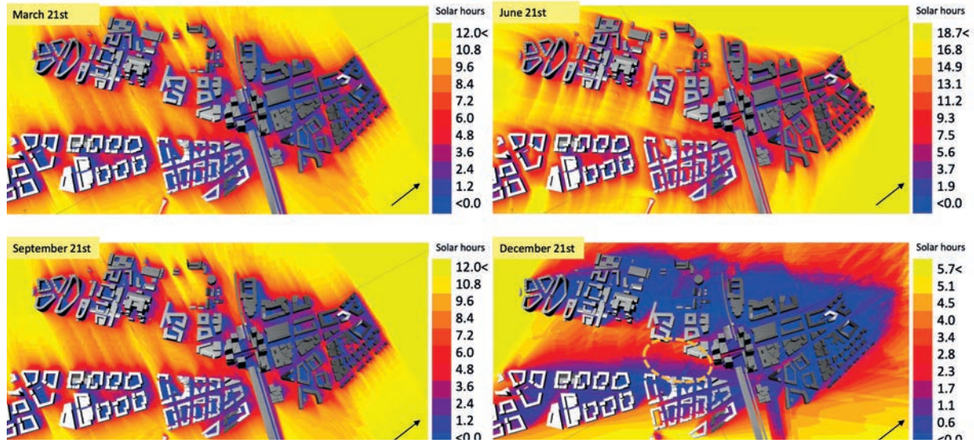
우수한 도시 정보 모델을 이용해 분석을 실시하면 모델을 재구축할 필요가 전혀 없다. 대신에 도시 정보 모델 중에서 필요한 부분만 추가할 수 있다. 설계 중인 건축물 을 추가하거나 철거된 건축물을 제거하는 식이다.



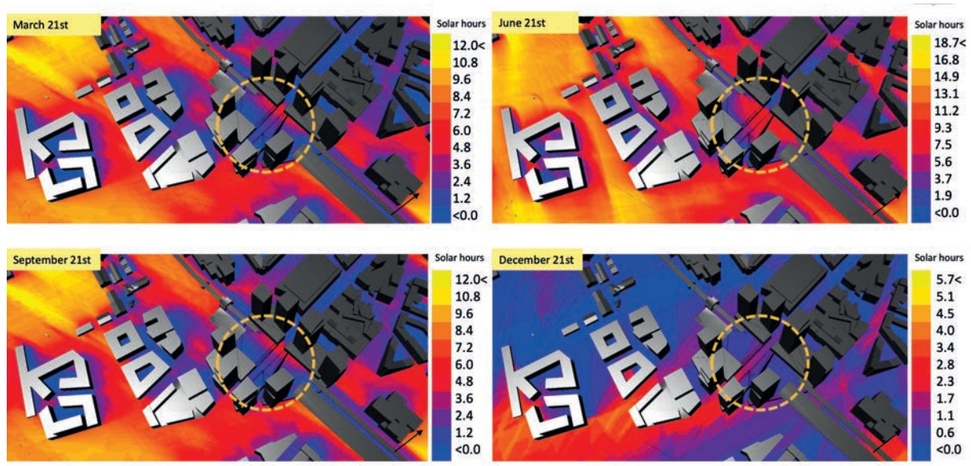
The results of a solar hour analysis for the 21st of March.

A video of the solar hour analysis can be viewed by clicking the picture

Sunshine analyses of the Kalasatama downtown area in March, June, September and December. A slight amount of direct sunlight can be noticed in the courtyards. The circled area in December's analysis is the park in Kalasatama. It can be seen from the analysis that the park is not completely shady even at the darkest time of the year



Solar hour analyses from central Kalasatama at a closer distance. The solar hours received by the REDI area in focus. As mentioned before, the REDI building has been removed from the model to enable the calculation of solar hours in the area



Sun Study: Shadow Analysis

태양 연구: 그림자 분석

이 분석의 목적은 칼라사타마 중심에서 다양한 계절에 계획 빌딩이 만들어 내는 그림자를 관측하는 것이다.

선정된 날과 시간에 계획 빌딩이 만들어 내는 그림자를 관측하는 도구로 OpenCities Planner를 선택했다. 다음 그림에서는 연중 가장 긴 날(6월 21일)부터 시작해 3개월마다 같은 지역에 대하여 그림자 분석을 수행하였다. 이 분석은 세 가지 시간(오전 10시, 오후 1시, 오후 4시)에 실시했다.

그림자 분석은 소스 데이터가 완전하다면 OpenCities Planner로 수행할 수 있다. 이 응용 프로그램은 시각적 데이터만 생성하지만, 검토하기가 쉽다는 것이 강점이다. 응용프로그램에서 몇 번만 클릭하면 선택된 계획 건축물을 제거할 수 있고, 새로운 빌딩 설계를 간단하게 생성하거나 분석에 추가할 수 있다. 이 방법은 모든 설계 단계에서 그림자 분석을 수행하는 매우 쉬운 방법이다.



Figure 65. A shadow analysis of Kalasatama centre on the 21st of June



Shadow Analyses

The aim of this analysis was to observe the shadows created by the proposed planned buildings in the center of Kalasatama's in different seasons.
The OpenCities Planner was chosen as the tool to observe the shadows created by the planned buildings on selected days and times.

A shadow analysis of Kalasatama centre on the 21st of September

A shadow analysis of Kalasatama centre on the 21st of March

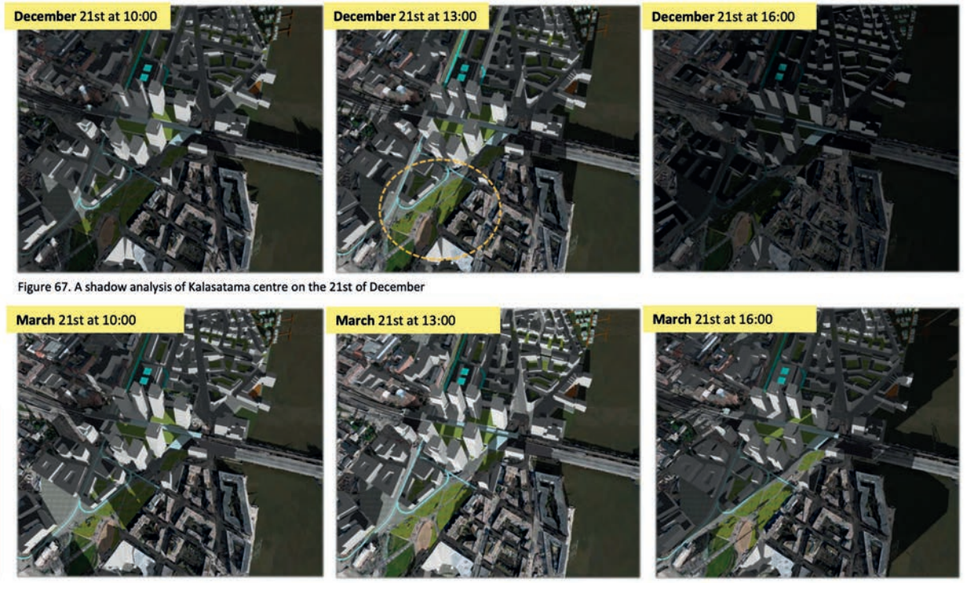


Figure 67. A shadow analysis of Kalasatama centre on the 21st of December

Observations

논평: 우수한 도시 모델과 적절한 응용프로 그램이 있으면 그림자의 실제 거동을 쉽게 결정할 수 있다. 도시 모델로 그림자를 연구하는 것은 유용하고 비용 효율이 높다. 특히 계획 건축물이 기존 건물에 미치는 영향을 연구할 때, 예를 들면 도심지의 밀도를 높이려는 계획이 진행중일 때는 더욱 그렇다.

The Use of Digital Twins in City Processes and Service Production – Helsinki's Digitalisation Programme

도시 프로세스와 서비스 생산에 디지털 트윈의 사용 – 헬싱키 디지털화 프로그램

이 프로젝트는 헬싱키시 내부 토론 포럼에서 '디지털트윈(Digital Twins)'이라 는 용어와 그 방법에 관한 논의가 활발하게 이루어지는 계기가 되었다.

2019년 2월 14일에 배포된 헬싱키 디지털화 프로그램의 초안에서는 디지털트윈을 이 프로그램의 핵심 프로젝트로 소개했다. 이 프로그램은 다음의 목표를 제안한다.

헬싱키시는 정보 모델 기반 디지털트윈의 활용에 근거한 운영 방식을 채택했다. 이를 통해 모든 운영자의 공동 참여가 가능해졌고 도시 주민은 풍족한 삶을 영위할 수 있게 되었다.

디지털트윈 접근법은 데이터 자원, 서비스 플랫폼, 툴킷(Toolkit), 그리고 개발 역량으로 이루어져 있다. 아울러 프로세스와 서비스, 프로젝트를 디지털 방식으로 먼저 설계하고 시험, 구현할 수 있게 하는, 실세계와 가상 세계로 이루어진 엔티티이다. 디지털트윈은 정교한 분석과 시뮬레이션을 통해 최적의 결정을 내릴 수 있게 하는 새로운 역량이다.

모든 관점을 고려하고 상호 이해를 구축하여 의사결정, 상호작용 및 의사소통이 근거가 충분한 사실 및 믿을 수 있는 프로세스에 기반할 것이다. 정보 모델은 도시의 생물학적, 사회적, 기술적 컴포넌트 전반의 최적화를 가능케 한다.

디지털트윈을 사용하게 되면 많은 다양한 데이터 소스를 개발할 수 있게 된다. 이는 특이한 정보 모델이 아니다.

상기의 모든 목표를 달성하려면:

도시환경위원회에서 처리하는 모든 문제를 3D 도시 모델 플랫폼에서 처리한다. 처리 중인 문제를 보면 일어나고 있는 변화를 어렴풋이 알 수 있을 것이다. 이것은 의사소통, 상호작용 및 향후 프로젝트 단계에 사용될 수 있다. 프로젝트는 단계적으로 수행하고, 최종 목표는 전체적으로 정보 모델에 근거하여 운영하는 것이다. 이렇게 하려면 새로운 종류의 전문기술과 충분한 자원, 그리고 변화를 이끌 로드맵이 필요하다.

Observations

논평: 운영 방법의 현대화에 영향을 미치는 전략상 중요한 정책은 헬싱키 디지털화 프로그램에 디지털트윈 운영 방법을 포함시키는 것이다. 데이터 리소스, 서비스 플랫폼, 역량으로 이루어진 엔티티로 방법을 정의하게 되면 사람들이 목표의 복잡성을 이해하는데 도움이 된다. 점진적 장기 발전의 현실적인 시작점은 도시 모델 플랫폼을 의사결정을 지원하는데 사용하는 것이다.



There are many different uses for 3D city models. City of Helsinki had tested already some uses (violet) by the beginning of 2017 but there are still much more left to try

From the BIM Model to a CityGML Model – Overview of Research and Development

BIM 모델에서 CityGML 모델로 – 연구 개발의 개요

여기에서는 빌딩정보모델(BIM)에서 CityGML 도시정보모델로 변환할 수 있는 방법으로는 어떤 것이 있는지를 탐구하는데 중점을 둔다. 그런 다음 검토의 일환으로 변환 작업에 관한 프로젝트, 연구 및 도구를 제시한다.

Rudi Stouffs, Helga Tauscher and Filip Biljecki

Achieving Complete and Near-Lossless Conversion from IFC to CityGML (2018)

Department of Architecture, School of Design and Environment, National University of Singapore ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2018, 7, 355 https://www.mdpi.com/2220-9964/7/9/355/pdf

프로젝트 요약: 원시 BIM 모델, CityGML 모델, 그리고 마지막으로 Virtual Singapore의 컴포넌트

프로젝트 단계: 사용 사례부터 원시 BIM 요구사항까지, 그리고 원시 BIM 모델에서부터 CityGML 모델 및 그 사용까지

변환 사례: 대규모 사무용 빌딩(왼쪽)에 대한 첨단 실험, 그리고 2층 주거용 빌딩(오른쪽)에 대한 더 간단한 사례. 변환에는 방, 벽, 타일, 지붕이 포함된다. 시각적 명확성을 위해 이미지에서 지붕을 제거하였다.

Summary of the National University of Singapore's Research and Development Work

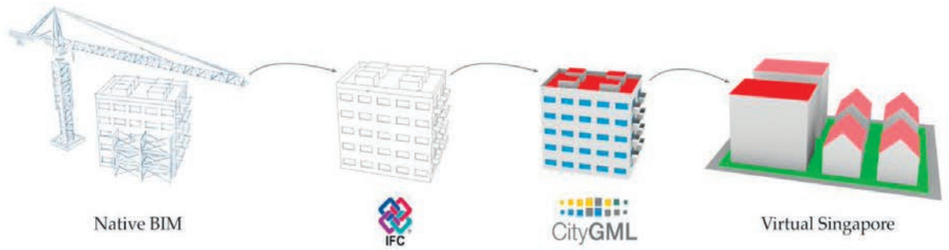
싱가포르 국립대학의 연구 개발 작업 요약

2018년 싱가포르 정부는 싱가포르국립대학과 함께 IFC에서 CityGML로의 거의 손실없는 완전한 변환(Achieving Complete and Near-Lossless Conversion from IFC to CityGML)이라는 제목의 프로젝트를 완료하였다. 이 프로젝트의 목표는 싱가포르의 3D 도시정보모델의 생성을 촉진하는 것이었다. 이 목표는 IFC 빌딩 정보모델(BIM)을 CityGML 정보모델로 자동 변환시키는 방법과 일고리즘을 연구 개발하는 한편 BIM 데이터에 포함된 지오메트릭 및 시맨틱 정보를 모두 유지시키는 방식으로 촉진되었다.

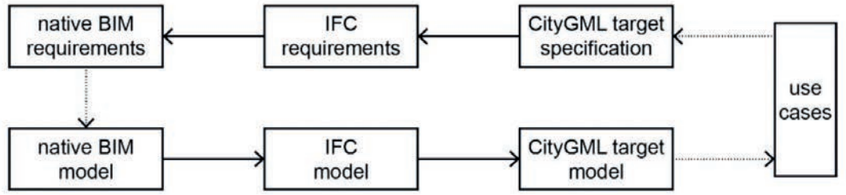
프로젝트 작업 계획에는 응용프로그램 도메인 확장(Architecture Design Environment, ADE)을 이용한 CityGML 모델 개발이 포함되었다. 이렇게 하면 현재 CityGML 표준 형식은 지원하지 않는 공간 상황과 관련된 IFC 데이터를 저장할 수 있게 된다. 또한, 시맨틱과 지오메트리 모두에 대하여 IFC와 CityGML 모델 간 변환에 TGG(Triple Graph Grammar) 방법이 적합한지를 시험하였다.

Observations

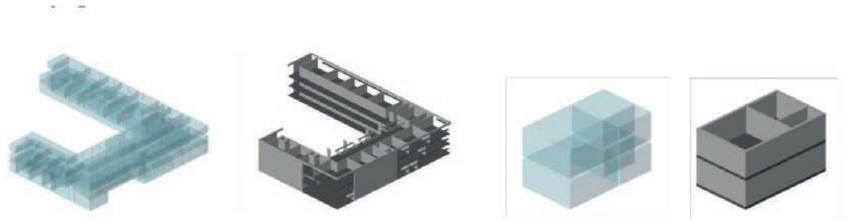
논평: 이 프로젝트를 통해 형식 간 완전 무손실 변환은 이루어질 수 없다는 결론에 도달하였다. 그러나 ADE 확장과 TGG는 IFC에서 CityGML로의 데이터 변환을 뒷받침하는 좋은 대안으로 밝혀졌다. 그럼에도 불구하고 TGG와 ADE 확장에 대해서는 더 많은 연구와 개발이 필요하다. BIM 모델과 관행뿐만 아니라 다양한 최종 용도에 대하여 선택된 변환 방법을 구체화하는 추가 연구도 필요하다. 뿐만 아니라, 연구가 진행됨에 따라 실제 응용에 적합한지를 입증하는 것이 특히 중요하다.



The project in a nutshell: the native BIM model, the CityGML model, and finally a component of Virtual Singapore



Project stages: from use cases to native BIM requirements, and from the native BIM model to the CityGML model and its uses



Conversion cases: an advanced experiment for a large office building (on the left) and a simpler case for a two-storey residential building (on the right). Conversions include rooms, walls, tiles and roofs. The roofs have been removed from the image for visual clarity

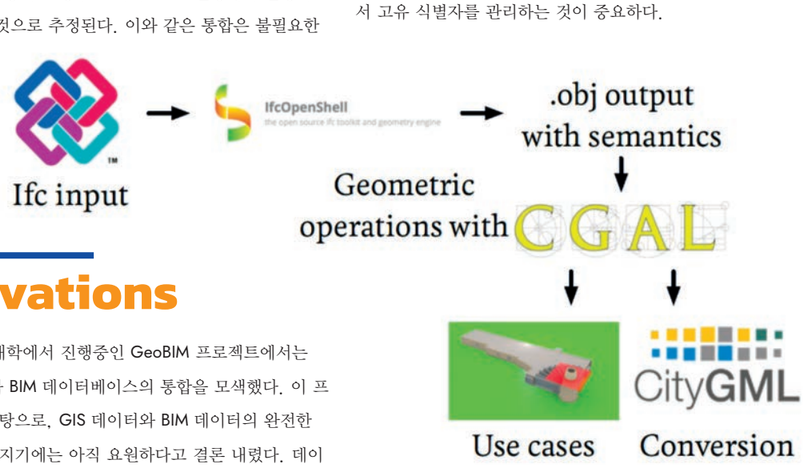
The project's work plan included the development of the CityGML model with an application domain extension (ADE), which allows the storage of IFC data relevant to its spatial context, which is not currently supported by the CityGML standard format. In addition, the suitability of the TGG (Triple Graph Grammar) method for the conversion between IFC and CityGML models, for both the semantics and geometry, was tested.

Summary of Delft University's Research and Development Work

델프트 대학의 연구 개발 작업 요약

GIS 모델과 BIM 모델은 도시 정보 모델링(City Information Modelling)과 겹치지만 각각은 나름의 주안점을 갖고 있다. BIM 데이터는 빌딩 및 시공 설계 측면과 건설 정보를 중점적으로 다루기 때문에, 건축물의 내부 및 외부 물리적 요소에 관한 시맨틱 및 상세 정보 모델이 매우 풍부하게 포함되어 있다. 한편 GIS 데이터는 여러 시간대의 환경 정보를 광범위하게 기술하므 로 데이터가 덜 상세하지만 정기적으로 업데이트할 필요가 있다.

GIS 데이터와 BIM 데이터는 시맨틱, 지오메트리, 세부정보의 측면에서 서로 다르다. 게다가 모델링 방법이 다르기 때문에 모델 간 최적의 변환을 이루어내기가 어렵다. 이 두 데이터 모델을 결합하는 것은 매우 유용하고 향후 도시의 3D 모델링에서 결정적 조치가 될 수 있을 것으로 추정된다. 이와 같은 통합은 불필요한 노력과 중간 단계를 없앰으로써 새로운 데이터가 새로운 응용에 쓰이게 할 수 있다. 기본적으로 BIM 데이터는 기존의 GIS 데이터를 풍부하게 할 수 있고 BIM 데이터는 현재 BIM 데이터에 없는 GIS 데이터로부터 공간 및 환경 정보를 얻을 수 있다. 일반적으로, BIM 데이터는 GIS 데이터보다 훨씬 더 상세하다. 따라서 BIM 데이터베이스의 모든 세부정보를 GIS 데이터베이스에 포함시킬 필요는 거의 없다. 대신에, 일반화된 버전의 BIM 모델(GIS 세계의 특징을 갖고 있는 것)을 GIS 모델로 변환한다면 소정의 이득을 얻을 수 있을 것이다. 3D 도시 정보 모델은 두 데이터베이스 간의 인터페이스 역할을 할 수 있을 것이다. 그러나 분리된 BIM 모델이 일반화된 유사 모델과 계속 일치할 수 있도록 인터페이스에서 고유 식별자를 관리하는 것이 중요하다.



The final methodological approach of the GeoBIM project [GeoBIM Project Final Report]

Ken Arroyo Ohori, Thomas Krijnen, Abdoulaye Diakité, Hugo Ledoux and Jantien Stoter GeoBIM Project Final Report (2018) TU Delft The final report is available at: https://3d.bk.tudelft.nl/ken/files/18_geobim.pdf.

Observations

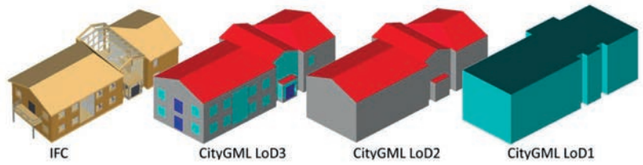
논평: 델프트 기술대학에서 진행중인 GeoBIM 프로젝트에서는 GIS 데이터베이스와 BIM 데이터베이스의 통합을 모색했다. 이 프로젝트의 결과를 바탕으로, GIS 데이터와 BIM 데이터의 완전한 통합이 실제 이루어지기에는 아직 요원하다고 결론 내렸다. 데이터 관점에서 보았을 때 주된 이유는 현재 BIM 모델에는 변환이 이루어지기 전에 제대로 처리해야 하고 시정해야 할 제오메트리 및 토폴로지 오류가 많이 포함되어 있다는 것이다. 게다가 IFC 지오메트리에 있는 모든 데이터 카테고리마다 별도의 변환 프로세스를 개발하는 것은 비현실적일 것이다. 모든 카테고리의 데이터를 다루는데 수 년이 걸릴 것이다. 많은 클래스가 거의 사용되지 않을 때는 더욱 그렇다.

The Simplebim® and CityGML Conversion Add-on (Beta)

Simplebim® 과 CityGML 변환 애드온 (베타)

Simplebim® 응용프로그램은 IFC 데이터를 관리하고 처리하는 툴이다. Simplebim® 응용프로그램은 여러 용도에 더 잘 적합하도록 IFC 파일을 검증할 수 있다. 예를 들어 응 용프로그램은 IFC 모델을 분해하거나 단순화할 수 있고, 또는 그 특성을 변경할 수도 있다.

Simplebim® CityGML 애드온(베타 버전)을 사용하면 CityGML 모델에서 사용할 수 있도록, 특히 쉘 모델이 되도록 상세 IFC 모델을 간단하게 변환할 수 있다. 제품 개발자에 따르면 이 애드온은 아직 개발 중에 있으며, 일부 단점이 있긴 하지만 깨끗하고 가벼운 CityGML 아우터 쉘 모델을 모델링하는 툴을 개발하는 것을 목표로 하고 있다고 한다.

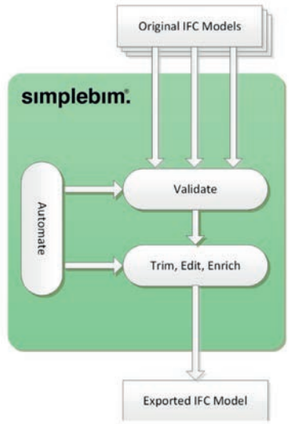


IFC model and CityGML models with different LoDs [http://datacubist.com]

소프트웨어 개발자에 따르면 이 소프트웨어는 CityGML 확장판 (애드온 문서 참조)과 함께 깔끔하게 모델링된 IFC 모델로부터 최적화가 잘 된 CityGML 모델을 만들 수 있어 야 한다. 그러나 현실적으로 이 요구사항은 충족되지 않는 경우가 많고 모델이 항상 매 우 깨끗한 것은 아니다. BuildingSmart는 요구사항을 공표해 왔지만, 안타깝게도 어느 누구도 개발을 주도해 나기지 못하고 있다.

Simplebim® 응용프로그램을 이용하면 CityGML 표준에서 요구한 대로 객체를 분류하거나 새로운 레이어 디비전을 만드는 등 콘텐츠

BuildingSmart modelling instructions (in Finnish): https://buildingsmart.fi/wp- content/uploads/2016/11/19.5.2016.IFC2CityGMLmallinnusohjeet.pdf.



The principle of Simplebim® [http://datacubist.com]

Observations

논평: 소프트웨어의 본보기 데이터는 그림에 나타낸 IFC 모델이다. 이로부터 CityGML 시험 변이형을 문제없이 생성할 수 있다.

칼라사타마 지역에서는 K-캠퍼스 건물의 IFC 모델을 빠른 실험에 이용할 수 있었다. 이 건물은 지상층이 들어와 있고 파사드에 높낮이가 있어 용도가 매우 다양하다. 프로그램으로 모델을 줄이 는 것은 수월했지만, IFC 모델에 빠져있는 바닥 슬래브를 어떤 건물에 추가 하려면 보유하고 있지 않은 특별한 프트웨어가 필요했을 것이다. 따라서 IFC 변환은 실행할 수 없을 것이고, 본문에 제시된 부합 출력 모델에 대한 요 구사항은 매우 적절한 것으로 밝혀졌다.

Conversion Experiment from an IFC Model to a CityGML Model

IFC 모델에서 CityGML 모델로의 변환 실험

디지털트윈은 건설과 도시 모델링 부문에서 모두 중요한 역할을 한다. 건설업의 디지털화에는 설계부터 시공에 이르기까지 건축물 생애주기의 모든 단계뿐만 아니라 사용 단계와 최종 해체 단계 전반이 포함된다. 빌딩 정보 모델링은 도시 정보 모델에서도 여러 모델을 사용할 수 있게 한다. BIM 모델에 포함된 정확한 지오메트리 정보와 속성 정보는 도시 정보 모델을 풍부하게 하는데 사용할 수 있다.

BIM inside ANSYS 응용프로그램은 CADFEM ANSYS 응용프로그램에 통합된 확장판으로 시뮬레이션을 위한 빌딩 모델을 준비하는데 주로 사용된다. 이 응용프로그램은 시뮬레이션에 적합한 모델을 반자동으로 생성할 수 있게 한다. BIM inside ANSYS에는 IFC 건축물 모델을 보고 그것을 원하는 형식으로 변환시킬 수 있는 그래픽 사용자 인터페이스가 포함되어 있다. 이 응용프로그램은 최종 건축물 모델링을 위해 또는 모델링의 정확도를 위해 건축물 부재를 시각적으로(그리고 모델 사양을 통해) 정확하게 찾아낼 수 있다. BIM inside ANSYS로 부터 개발된 virtualcityBIM 응용프로그램은 IFC 모델을 CityGML 형식으로 변환할 수 있게 한다. 이 프로젝트의 프레임워크 내에서 BIM inside ANSYS에 있는 건축물 모델을 단순화하려고 시도했다. 프로젝트에 사용할 수 있는 virtualcityBIM 응용프로그램이 없었기 때문이었다.

그러나 빌딩 모델은 매우 복잡하다. IFC 모델을 또 다른 정보 모델 형식으로 간단하게 변환하는 것이 즉시 또는 자동으로 이루어질 수 있도록 관리하거나 처리할 수 있을 만큼 단순하지 않다. BIM/IFC 모델은 도시 정보 모델을 유지하고 업데이트 하는데 매우 중요한 부분이다. 그래서 이 프로젝트의 프레임워크 내에서 한 개의 IFC 모델을 작동시킨 결과 CityGML 모델로 성공적으로 변환되었다.

Observations

논평: 응용프로그램은 빌딩 정보 모델과 그 개별 부분을 보기에 적절하지만 BIM 모델을 CityGML 모델로 변환하려면 수동 처리가 필요하다. 모델을 더 정확하게 제작하려면 소스 데이터를 더 많이 알아야 하고, 그러면 모델을 변환하는데 걸리는 시간도 더 길어진다.

도시 정보 모델을 위해 IFC 모델로부터 생성된 CityGML 모델은 모델의 위치를 정하는 것과 관련하여 문제점을 들어냈다. 아래 그림에서 적색 빌딩은 IFC 모델로부터 변환된 것이며, x와 y 방향에서의 위치결정은 뛰어났지만 건축물의 높이를 조절하기가 매우 어려웠다. 이 적색 건축물은 CityGML 모델이 CAD 모델로부터 생성한 건축물보다 몇 미터 더 높은 듯하게 보인다.



LoD1 CityGML building converted from IFC model



LoD2 CityGML building converted from CAD model



CityGML buildings converted from IFC model (red) and CAD model (blue)

UAV Drone Experiment

UAV 드론 실험

도시 전체를 매년 항공 촬영하는 것은 비용 효율적이지 않다. 대부분의 도시는 크게 바뀌지 않기 때문이다. 그러나 신흥 지역은 가능한 한 빨리 도시 정보 모델로 만들 필요가 있기 때문에 변화하는 지역을 업그레이드하는 새로운 방법을 시험해 볼 필요가 있다.

이러한 문제점에 대한 솔루션으로, 칼라사타마의 시범 지역에서 무인항공기(UAV) 비행을 실시하였다. UAV 스캐닝은 제곱미터당 10~200 포인트를 만들어낸다(전통적인 스캐닝은 0.5~40 포인트를 만들어낸다). 그리고 UAV의 지형 분해능은 약 3cm이다(전통적인 스캐닝 분해능은 5~30cm이다). 따라서 이 기법은 더 정확한 소스 데이터를 생성할 수 있다. 이 프로젝트에서는 이 데이터가 도시 정보 모델링에 적합한지, 더 작은 지역에서 그 기능이 유지될 수 있는지, 메시 모델을 제작하기에 적합한지를 시험했다.

비행은 2018년 여름철에 이틀간(7월 4일과 11일) Geotrim Oy가 실시하였다. 사용된 드론은 YellowScan Surveyor 레이저 스캐너와 Sony RX1 카메라(ETRS-GK25FIN/FIN2005N00 좌표계 사용)가 장착된 GeoDrone X4L 쿼드콥터였다. 비행 고도는 항공 이미지 캡처시에는 100미터였고, 레이저 스캐닝시에는 50~60m였다. 여러 수직 표면에서 레이저 펄스의 에코를 가능한 한 많이 얻을 수 있도록 비행은 교차 비행선을 이용해 실시하였다.

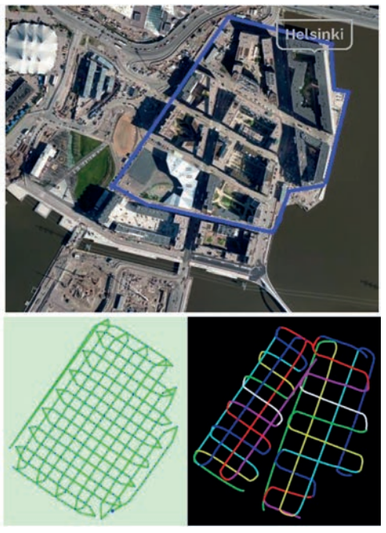
그 결과, 레이저 스캐닝에 의해 포인트 클라우드(8,600만 포인트)가 만들어졌고 사진 측량에 의해 사진 측량 포인트 클라우드가 만들어졌다(1.63 m GSD에서 441개 이미지와 1억 3,400만 포인트). 레이저 포인트 클라우드는 자동화된 방법으로 분류되었고, 사진 측량 포인트 클라우드는 지붕, 돌출 중정, 자동차에 대하여 수동 분류로 성공적으로 시험되었다.

이 두 포인트 클라우드를 2017년 여름에 생성된 도시 차원의 레이저 포인트 클라우드와 비교하였다. 그 결과 레이저 포인트 클라우드에는 고도에서의 오차가 포함되었지만 사진 측량 포인트 클라우드는 고도 값을 갖더라도 매우 정확한 것으로 밝혀졌다. 그러나 레이저로 스캐닝된 데이터는 사진 측량 포인트 클라우드를 기준으로 재등록하여 포인트 클라우드를 수정하면 유용하게 되었다.

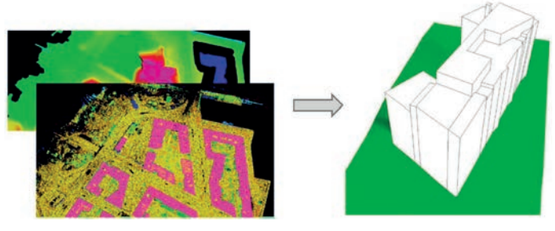
건축물은 레이저 스캐닝된 데이터로 모델링하기로 결정했지만, 색상은 항공사진으로 생성된 사진 측량 포인트 클라우드에서 모델로 가져오기로 결정했다. 표면 모델(DSM)과 지형 모델(DTM) 그리드를 생성하는 데는 이 데이터와 MicroStation 응용프로그램이 사용되었다. 데이터의 처리는 전통적인 항공 촬영 및 레이저 스캐닝에서와 동일한 방식으로 이루어진다.

Observations

논평: UAV 비행은 작은 지역을 모델링하는데 비용 효율적이고, 레이저 스캐닝된 포인트 클라우드는 단면선이기 때문 에 항공기에서 하는 전통적인 스캐닝보다 훨씬 더 정확하다. UAV로부터 데이터를 수집하고 추가 처리를 할 수 있도 록 데이터를 준비하는 것이 비교적 빠르다. 수집된 데이터는 건축물을 훌륭하게 모델링하기에 적합한 수준이었다. 따 라서, 특히 UAC 기술이 계속 발전하고 있기 때문에 UAV 레이저 스캐닝과 사진 촬영은 도시 정보 모델을 유지하고 기존의 모델링 방법을 지원하는데 매우 적합한 것으로 밝혀졌다. 그러나 메시 모델을 제작하기 위해 수집된 데이터 는 충분하지 않았다. 비행선을 더 촘촘하게 하고 촬영 대상을 잘 설정한다면 더 좋을 결과를 얻을 수 있을 것이다.



The pilot area (above), the crossing flight lines for UAV photographing (bottom left) and laser scanning (bottom right)



Buildings can be modelled with BRec application from the classified point clouds for the maintenance of city information model

RESULTS: OBSERVED BENEFITS, EFFECTIVENESS AND DEVELOPMENT NEEDS

결과: 확인된 편익, 실효성 및 개발 필요성

Observed benefits

확인된 편익

실험적인 다른 많은 프로젝트들이 동시에 이루어지고 있기 때문에 칼라사타마에서 프로젝트를 수행하면 시너지 효과를 얻는다.

오픈 데이터가 제공하는 이점은 오랜 기간 동안 축적될 것이다. 현재로서는 오픈 데이터를 활용하여 진행중인 프로젝트에 관한 데이터를 모두 갖고 있지는 않다.

초기 단계에 도시 모델을 Smart Kalasatama 도시 개발 및 관련 프로젝트와 연결하는 것은 이미 유용한 것으로 밝혀졌다.

게임 엔진 스트리밍은 모델 데이터 부문에서 새로운 개발자 그룹을 양산하고 그것을 사용할 수 있는 새로운 기회를 창출한다.

바람 분석으로부터 얻은 사용자 경험과 결과는 매우 긍정적이고, 지역 계획수립 단계에서 많은 관련 당사자들은 이미 도구가 필요하다는 것을 인식하고 있었다.

바람 시뮬레이션은 화재로 인한 유해 가스의 방출 및 연기의 확산을 예측하는 데도 이용할 수 있다.

소규모 지역에서 UAV 비행으로 수집된 포인트 클라우드 데이터는 도시 정보 모델을 유지관리 하는데 사용될 수 있다. 이는 비용 효율적인 방법으로 도시에서 일어나는 변화에 신속하게 반응할 수 있게 한다.

Effectiveness

실효성

핀란드와 국제 운영자들이 진행하고 있는 작업은 이미 많은 관심을 받아 왔다. 도시 모델을 스마트 도시 개발과 연결하는 것은 새로운 일이기 때문이다. 도시 개발 과제는 전 세계적인 것이므로 협력을 하는 것이 당연하다.

수행해 온 작업은 헬싱키 디지털화 프로그램의 초안 내용에 직접 영향을 미쳤고, 디지털트윈은 프로그램의 핵심 프로젝트 중 하나다. 이 프로젝트의 실효성은 장기적으로 평가되어야 한다. 도시 모델 차원에서 수행된 디지털트윈 실험에 관한 실무 보고서는 아직 작성되지 않았다. 오픈 데이터와 오픈 CityGML 데이터베이스 덤프의 효과는 장기적이다. 특히 이 데이터를 교육에 활용하면 편익을 반복적으로 얻을 수 있게 된다.

실제 사례를 통해 디지털트윈 운영 모델을 도시 차원으로 확대하면 완전히 새로운 사업 문화를 창출할 수 있다.

최고의 시나리오에서 도시 계획 수립의 가치 사슬에 관련된 모든 당사자들은 자신의 사업에 디지털트윈을 적용하여 혁신을 이루려 생각할 것이다.

Development needs

개발 필요성

CityGML 모델과 현실 메시 모델에 사용되는 모델링 기술은 응용과 운영 사슬이 더 간단해야 유용하다. 또한, 모델 유지관리 기술, 표준화, 그리고 BIM 환경과 GIS 환경의 매끄러운 통합을 위해서는 국제 개발이 추가로 수년간 이루어질 필요가 있다.

국가 차원에서 CityGML 도시 정보 모델에 관한 훈련은 대학교에서 학위 프로그램의 일환으로 제공하여야 한다. 국제적으로 성공하는 제품이나 서비스 개념을 탄탄한 기본 지식없이 개발하는 것은 불가능하다.

우리 팀은 이 리포트가 도시 계획 수립 및 유지 관리에 관한 디지털 개발을 전반적으로 촉진시킬 것이라 생각한다. 이러한 편익은 지금 이 순간부터 누적될 것이다.

Tools

3DCityDB https://www.3dcitydb.org

ANSYS Discovery Live https://www.ansys.com/products/3d-design/ansys-discovery-live

BIM inside ANSYS https://www.CADfem.de/produkte/CADfem-ansys-extensions/bim-inside-ansys.html BuildingReconstruction https://www.virtualcitysystems.de/en/products/buildingreconstruction ContextCapture https://www.bentley.com/en/products/brands/contextcapture

FME https://www.safe.com/

Grasshopper https://www.grasshopper3d.com/

Ladybug Tools https://www.ladybug.tools

MicroStation https://www.bentley.com/en/products/brands/microstation

OpenCities Planner https://cityplanneronline.com/site/

pgAdmin https://www.pgadmin.org/

PostGIS https://postgis.net/

PostgreSQL https://www.postgresql.org/

Rhinoceros https://www.rhino3d.com/

Simplebim http://www.datacubist.com/

SketchUp https://www.trimble.com/Buildings/SketchUp

TerraModeler http://www.terrasolid.com/products/terramodelerpage.php

TerraScan http://www.terrasolid.com/products/terrascanpage.php

virtualcitySUITE https://www.virtualcitysystems.de/en/products

Open Data

Dowloadable City Model Data:
https://hri.fi/data/en_GB/dataset/helsingin-3d-kaupunkimalli

City Information Model of Helsinki
https://kartta.hel.fi/3d

Viewable Reality Mesh Model of Kalasatama
https://kartta.hel.fi/3d/mesh/kalasatama

Umbrafied Helsinki 3D Data
https://info.umbra3d.com/request-access-to-umbrafied-helsinki

Platform for Smart City Development of Kalasatama
https://www.cityplanneronline.com/helsinki/kalasatama

Platform for Smart Kalasatama's Projects and Innovations
https://www.cityplanneronline.com/helsinki/fiksukalasatama

Videos

Kalasatama's Reality Mesh Model:
https://youtu.be/c4SoR2SME_4

Umbra Composit
https://youtu.be/eQpXqcTiGQk

Wind Flow Simulation
https://youtu.be/Zynv4a_TIIU

Solar Hour Analysis
https://youtu.be/3AhcdA900dQ

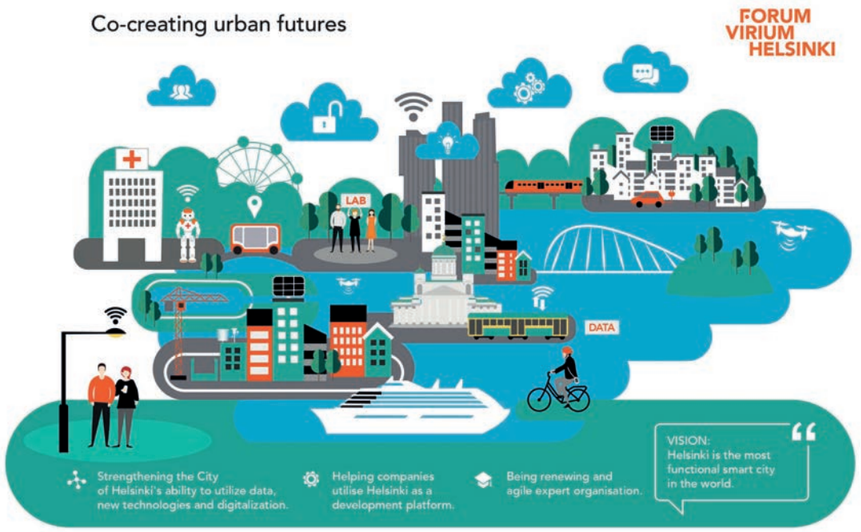
Forum Virium Helsinki

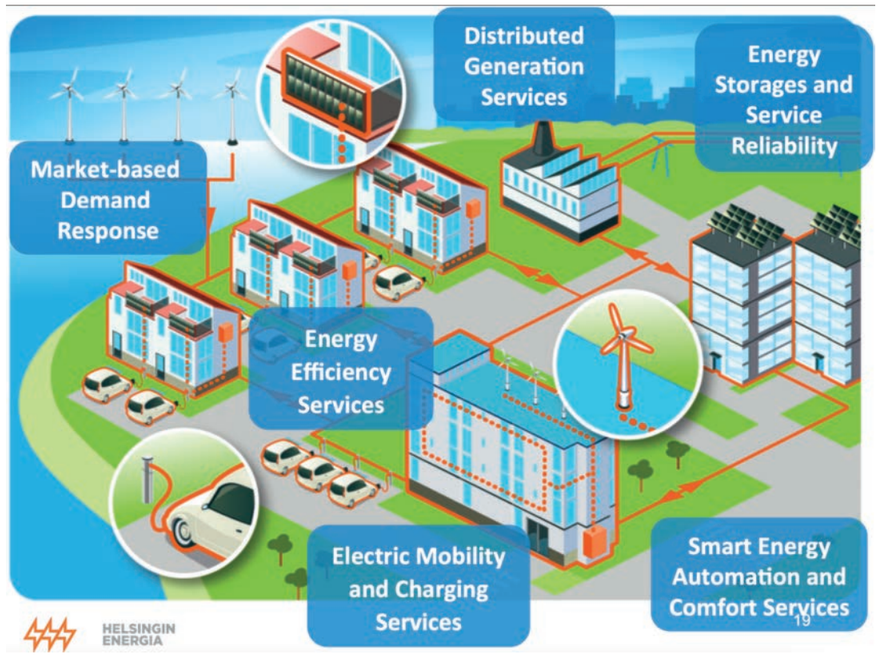
Co-Creating Urban Futures

forumvirium.fi/en/

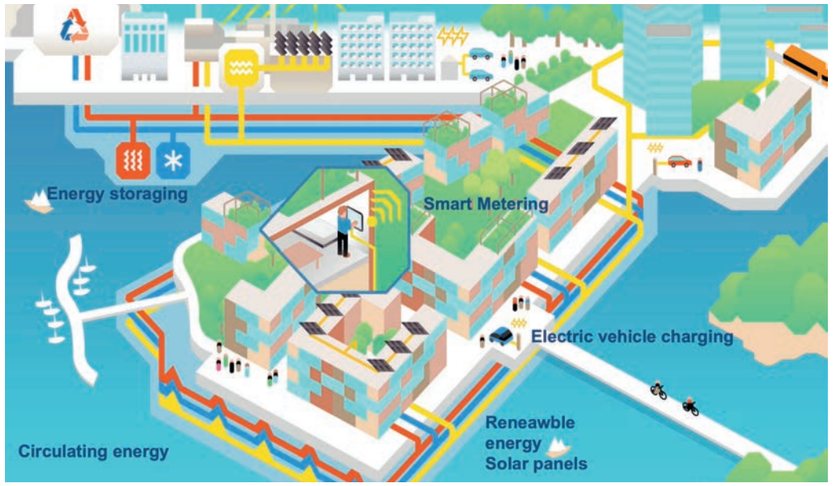
Forum Virium Helsinki is the City of Helsinki innovation company. We co-create urban futures with companies, universities, public sector and Helsinki residents.

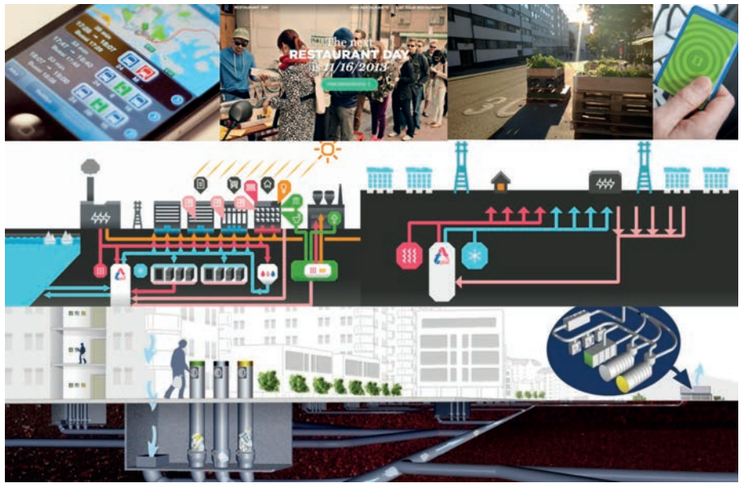
- **Piloting in Helsinki**
- **Suggest a Project**
- **Benefits for Helsinki**









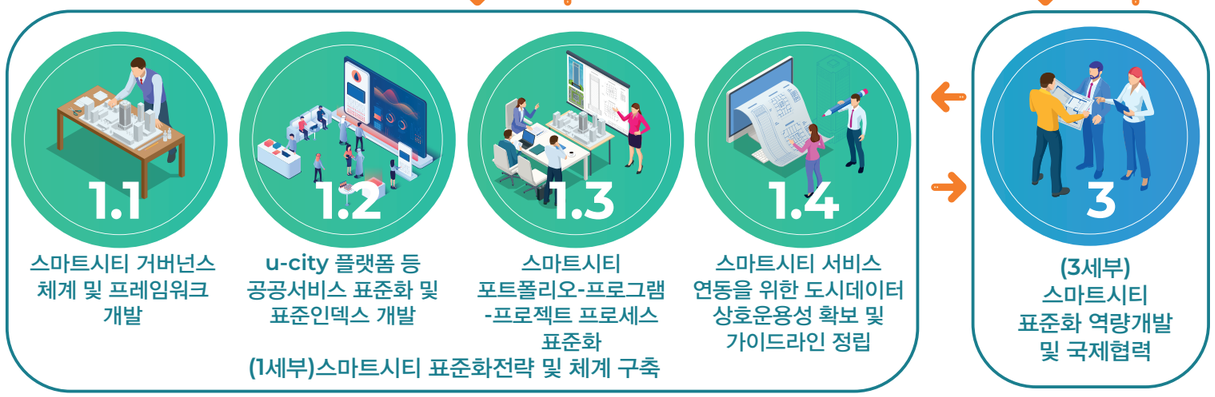












SMART CITY STANDARDS



Helsinki3D Kalasatama Digital Twins

국토교통부

KAIA Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement

Laying the foundation for international Standardization of Smart cities

비매품/무료
95530
9 791192 052045
ISBN 979-11-92052-04-5 (PDF)
ISBN 979-11-963090-6-0 (세트)

스마트시티 국제표준화 기반조성(R&D)

D1.1 스마트시티 거버넌스 체계 및 프레임워크 개발 - 한국건설기술연구원, 가천대학교
D1.2 통합플랫폼 등 공공서비스 표준화 및 표준 인덱스 개발 연구 - 스마트도시협회, 성균관대학교
D1.3 스마트시티 포트폴리오-프로그램-프로젝트 프로세스 표준화 - 한양대학교
D1.4 스마트시티 데이터 상호운용성 확보 및 가이드라인 정립 - 한국정보통신기술협회
D2.1 스마트교통-에너지 연계분야 표준지침개발 - 한국지능형교통체계협회, 한국교통대학교, 홍익대학교, 한국전기연구원
D2.2 스마트에너지-빌딩 연계분야 표준지침개발 - 스마트에너지협회, 한국기계전기전자시험연구원
D2.3 스마트시티 공간정보 분야 표준지침개발 - 한국정보통신기술협회, 안양대학교
D2.4 스마트 ICT분야 표준지침개발 - 한국전자기술연구원, 연세대학교
D3.1 스마트시티 표준화 역량강화 프로그램 - 한국정보통신기술협회
D3.2 스마트시티 품질 평가체계 구축 및 인증 - 한국정보통신기술협회
D3.3 스마트시티 국제표준화를 위한 협력프로그램 - 한국정보통신기술협회