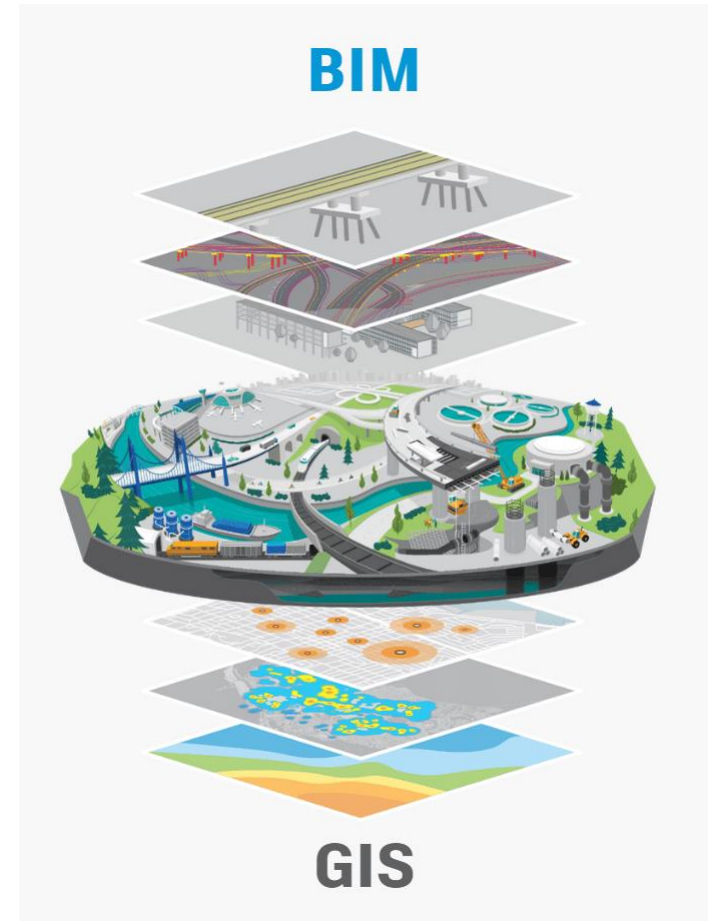


Översikt av kursen

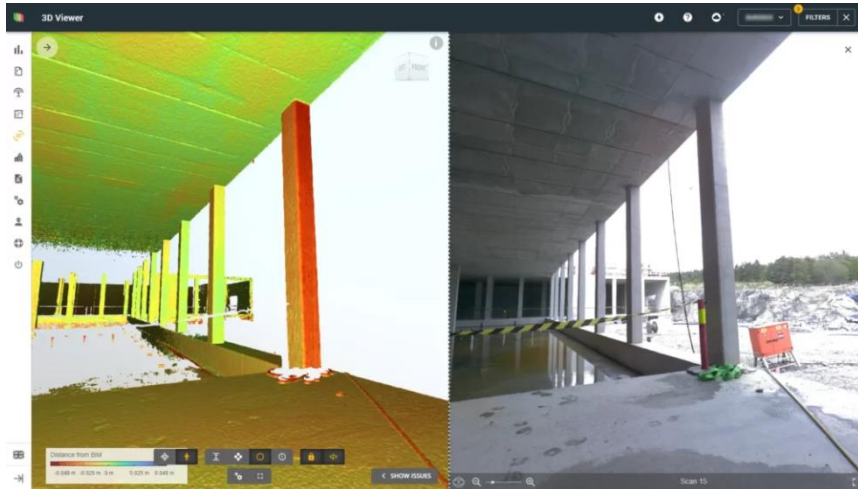
Både BIM och GIS tillhandahåller 3D-data

- Hur enkelt eller komplicerat är det att använda BIM och GIS data tillsammans?
- Vilka är fördelarna och utmaningarna?
- Hur går processen till?



Varför använda BIM?

- Byggnadsinformationsmodellering
- Detaljerade digitala 3D-modeller av nydesignade byggnader
- Process för hela livscykeln



<https://bimcorner.com/augmented-reality-in-aec-industry/>

WHAT IS BIM?

BIMCORNER.COM



3D Model

Carrier of information and the dependencies of objects among each other



Technology

Used in Architecture Engineering & Construction



Information

Closely connected to the 3D model, allowing them to be easily found and accurate



Process

Starting from the investor's requirements, through design, construction stage, to the facility management during its lifetime



Documents

Appropriately named and placed in the CDE



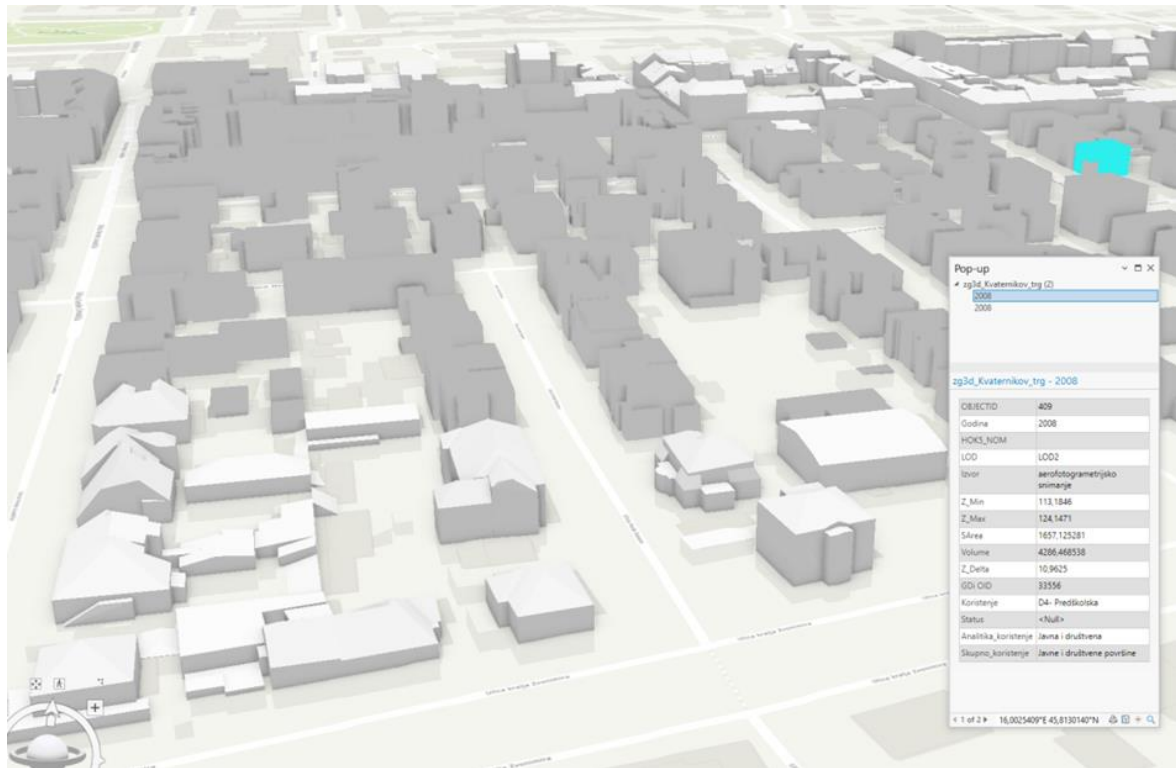
Common Data Environment

As a disk space for information sharing available for all stakeholders

[Everything You Should Know About Basics of BIM Technology – Bim Corner](#)

Varför använda 3D GIS?

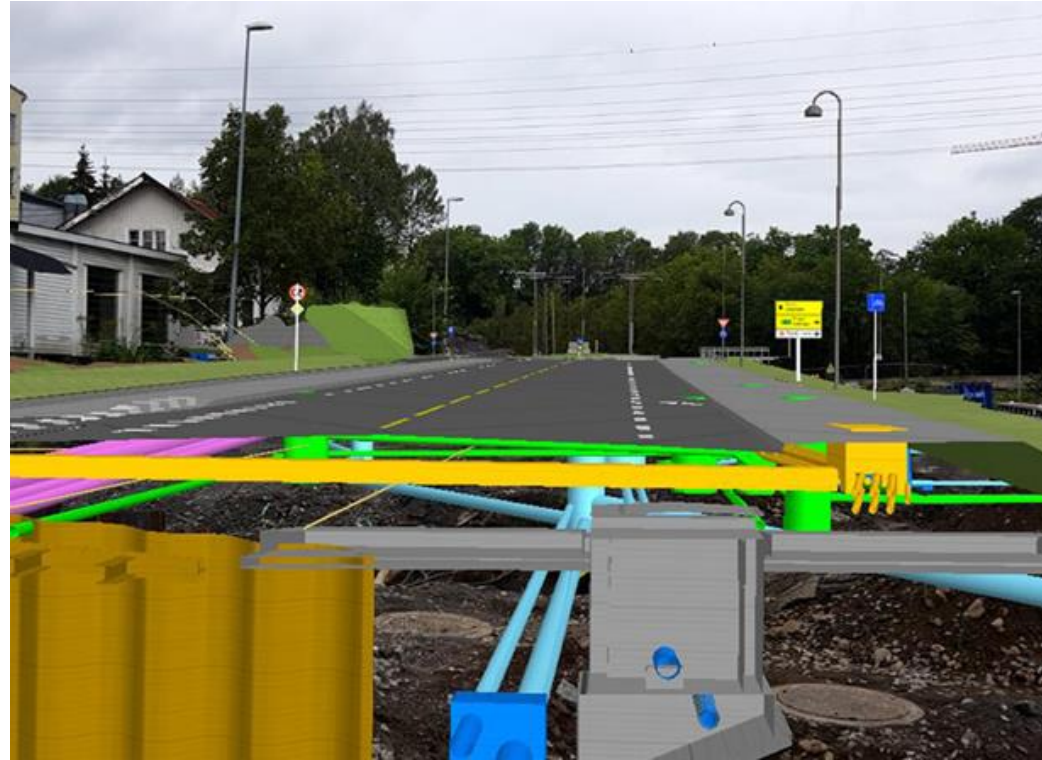
- Semantiska 3D-stadsmodeller
- Varje byggnad är ett enskilt 3D objekt
- Kan inkludera attribut, interaktioner, miljödata etc.
- Kan kompletteras med många andra GIS-data



Semantisk 3D-modell från Zagreb, Kroatien. Skärmdump från ArcGIS Pro.

Varför integrera BIM och GIS?

- GIS informerar BIM, dvs. GIS ger sammanhanget till de detaljerade BIM-modellerna, såsom omgivning, miljö, befolkning
- Omgivande miljön påverkar byggnaderna och vice versa
- Nya insikter som skulle förbli dolda utan integrationen

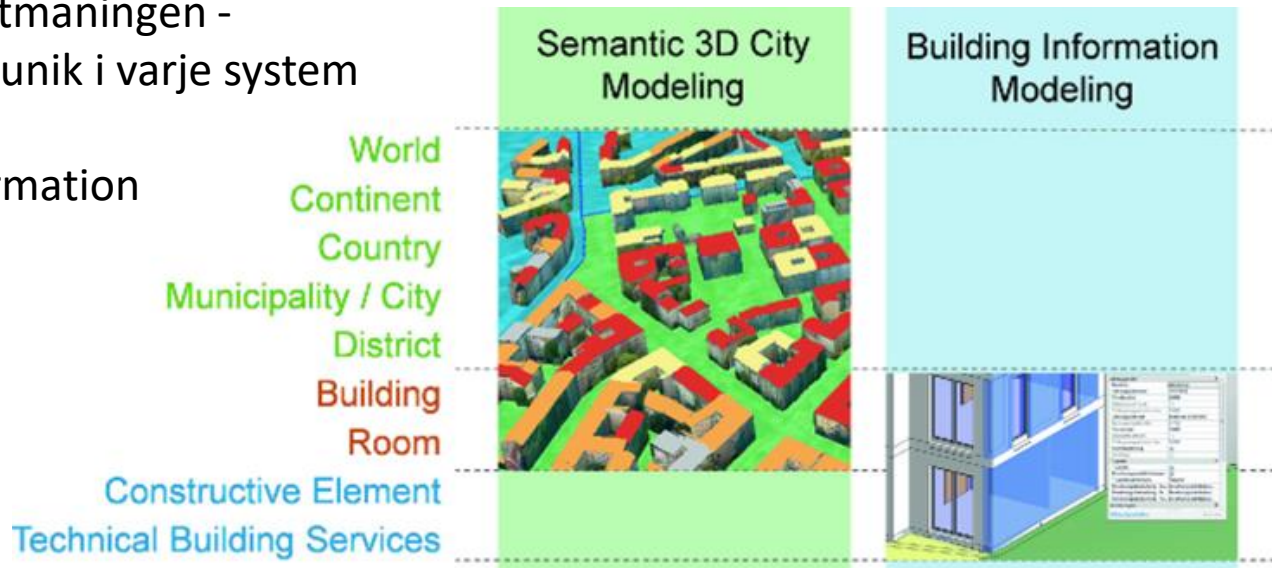


<https://bimcorner.com/smarter-faster-better-7-ai-tools-that-impact-the-aec/>

Interoperabilitet mellan BIM och GIS

- BIM- och GIS-data är inte helt kompatibla
 - Semantik är den största utmaningen - semantisk information är unik i varje system
 - Vissa delar av denna information kan översättas, vissa inte
- Interoperabilitet är förmågan att utbyta och använda information mellan olika programvaror.

Förhållande mellan semantisk 3D-stadsmodellering och BIM-modellering med avseende på omfattning och skala.
Från Kolbe och Donaubauer (2021)
[Semantic 3D City Modeling and BIM | SpringerLink](#)



BIM-GIS-integrering

- Integration är nästa nivå över interoperabilitet
- Definieras som "Progressiv kombination av systemkomponenter till ett övergripande system" = inte bara förmågan att använda information i olika program
- Målet att samla BIM- och GIS-data i en enda enhetlig databas och dela information i den



BIM-modell som används i en stadsmodell. Esri's träningsdata, skärmdump från ArcGIS Pro.

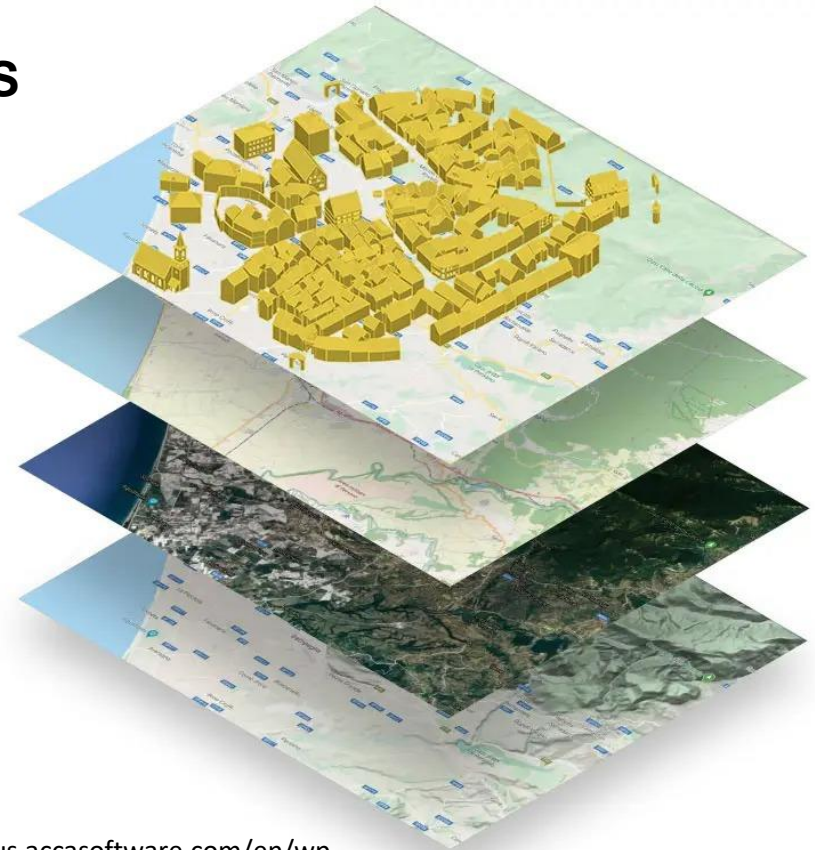
Olika omfattning och skala av BIM och GIS

BIM

- Oftast nya byggnader
- AEC-industrin
- Särskilda enskilda byggnader
- Tusentals attribut / egenskaper

GIS

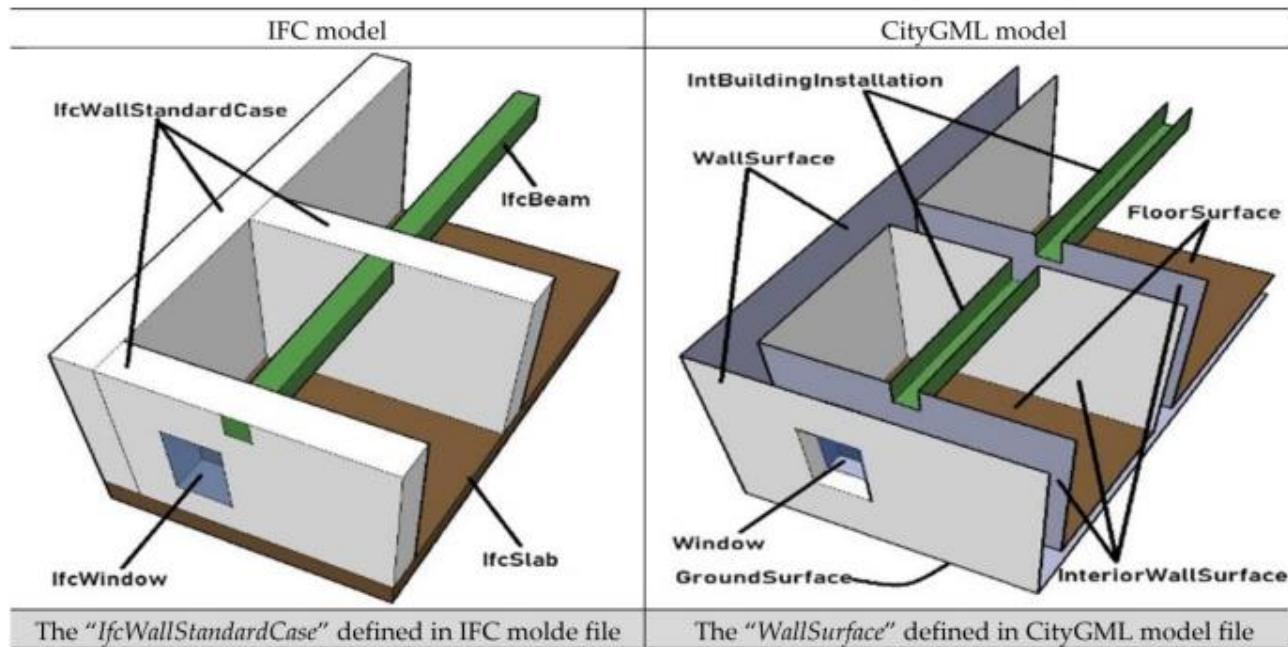
- Stora bebyggda områden
- Ofta inom den offentliga sektorn
- Många byggnader med färre attribut
- Omgivning av byggnader



<https://biblus.accasoftware.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2022/10/usBIM-GIS.jpg>

Olika format - IFC och CityGML


- Semantisk modellering i båda fall
- IFC mer semantiskt rik (=mer info)
- Begränsa IFC-komplexiteten före konverteringen



Exempel på skillnader mellan IFC- och CityGLM-modellen. Från: Ding et al (2017)

Lagring av uppgifter – Filsystem och databas



- BIM och GIS använder olika system för datalagring
- BIM använder ett filsystem, organiserat och tillgängligt i Common Data Environment
- GIS-data lagras i relationsdatabaser, sökbar med SQL



Document Database

VS

Relational Database

 DatabaseTown.com

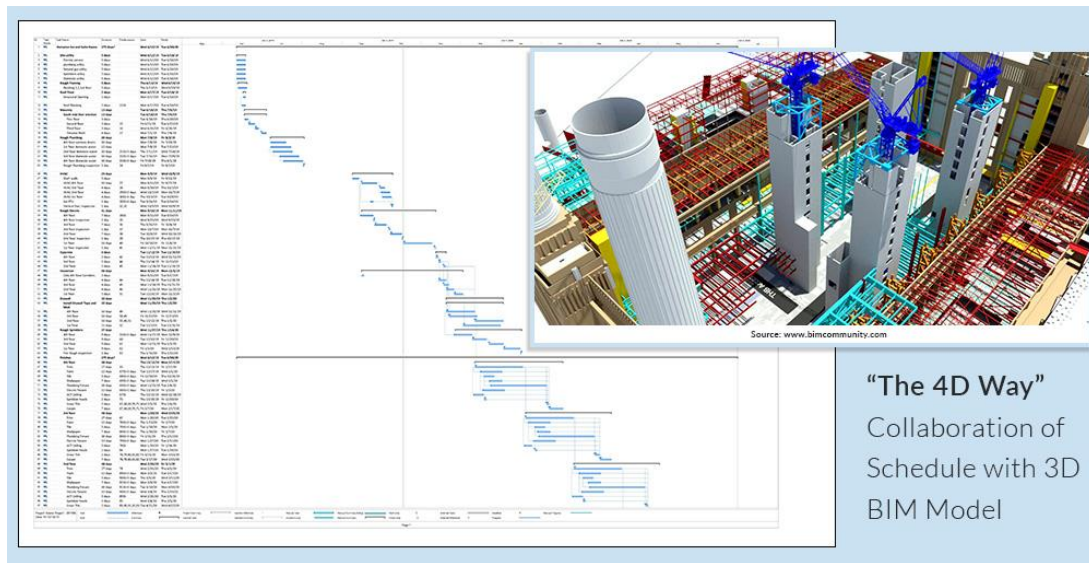
Data Model

- A **document database** stores data in the form of documents, which can include nested data structures. Each document can have a unique structure and can contain different fields.
- A **relational database** stores data in tables with rows and columns, with a fixed schema. Data is split across multiple tables to eliminate data redundancy and improve data integrity.

Querying

- **Document databases** may have limited querying capabilities compared to relational databases, particularly when it comes to performing complex, multi-table joins.
- **Relational databases** have a powerful querying language (SQL) that allows for complex data retrieval and joins across multiple tables.

Frekvens av uppdateringar



Den-4D-Way-Collaboration-of-Schedule-med-3D-BIM-Model-Blog-by-United-BIM_.jpg

- BIM – frekventa uppdateringar, särskilt under byggtiden
- 3D City-modeller – inget behov av frekventa ändringar
- BIM-GIS integrerade modeller behöver uppdateras lika ofta som BIM själv
- Sömlös kompatibilitet avgörande

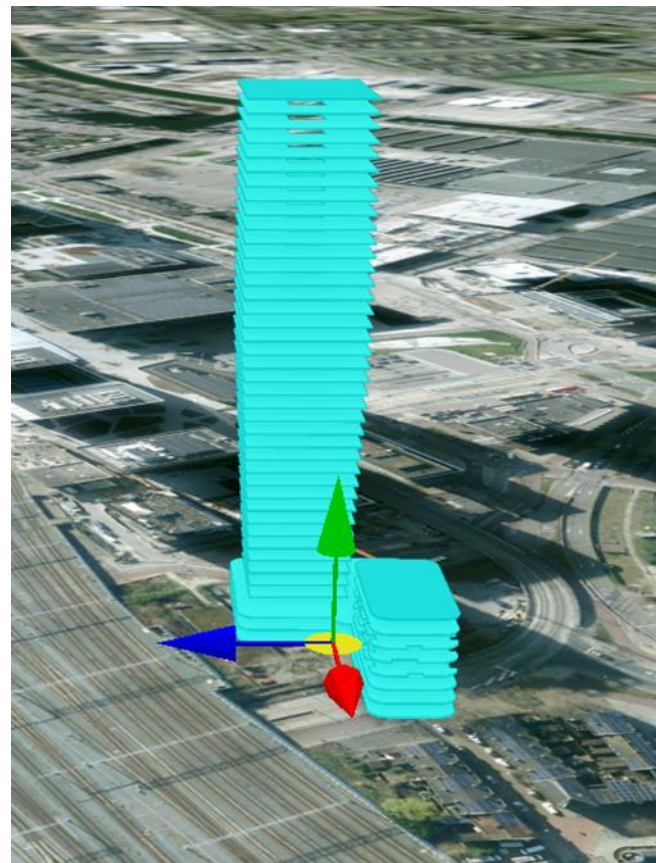
Georeferering – totalt och lokalt

BIM

- eget lokalt referenssystem som standard
- ansluten till byggarbetsplatsen

GIS

- alltid absolut georefererat = verkligt koordinatsystem
- nödvändigt för att kontrollera om IFC är georefererat; om inte, georeferera .ifc-filen eller inkludera georeferering i integrationen



Lägga till BIM-modell i GIS, Esris träningsdata, skärmdump

LOD, detaljnivå

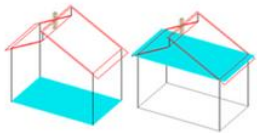
BIM

- även kallad "utvecklingsnivå"
- Informationsmängd i olika faser av livscykeln

GIS

- Generalisering av modellen
- Olika LOD i samma modell

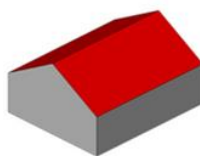
LOD0



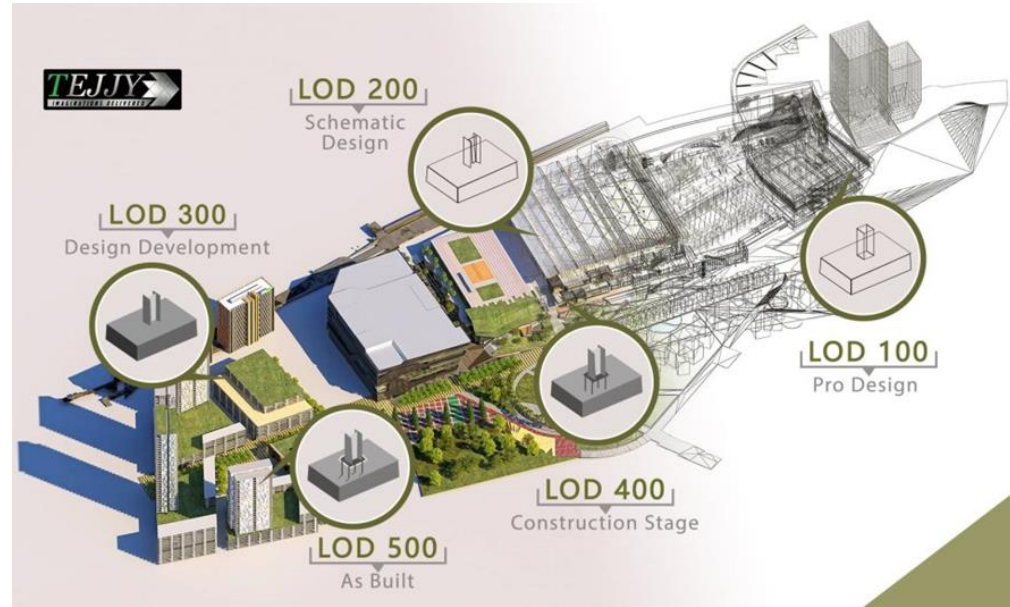
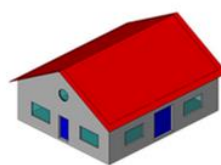
LOD1



LOD2



LOD3



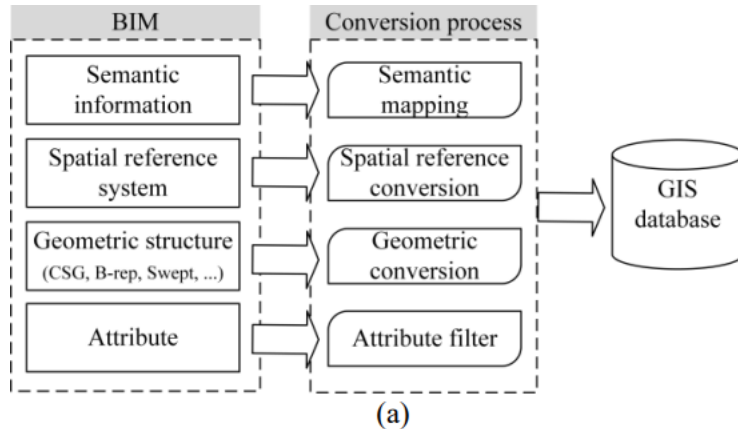
Uppåt: LOD i BIM. Från: <https://www.tejji.com/wp-content/uploads/2021/11/Level-of-Development-LOD-Tejji-Inc-1-1024x627.jpg> (<https://www.tejji.com/wp-content/uploads/2021/11/Level-of-Development-LOD-Tejji-Inc-1-1024x627.jpg>)

Vänster: LOD i GIS. Från: <https://www.gim-international.com/content/news/citygml-3-0-conceptual-model-approved-as-official-ogc-standard>

Integrationsstrategier: Datakonvertering och fullständig integration

Datakonvertering

- Det enklaste tillvägagångssättet
- Både geometriska och semantiska data



Integrering

- Användning av både BIM- och GIS-data i en enda enhetlig modell

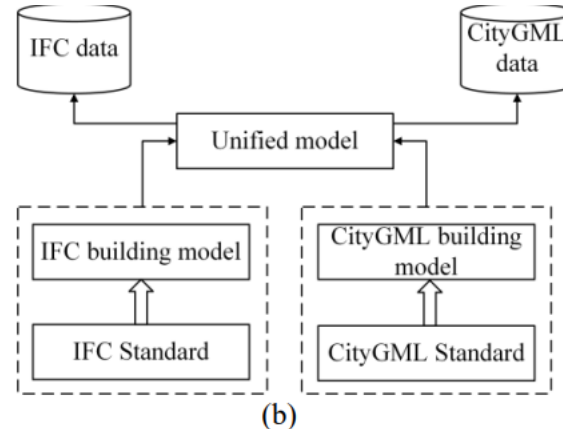


FIGURE 1. The integration process between BIM and GIS, (a) the simplified conversion process from BIM to GIS, (b) the bidirectional transformation between IFC and CityGML.

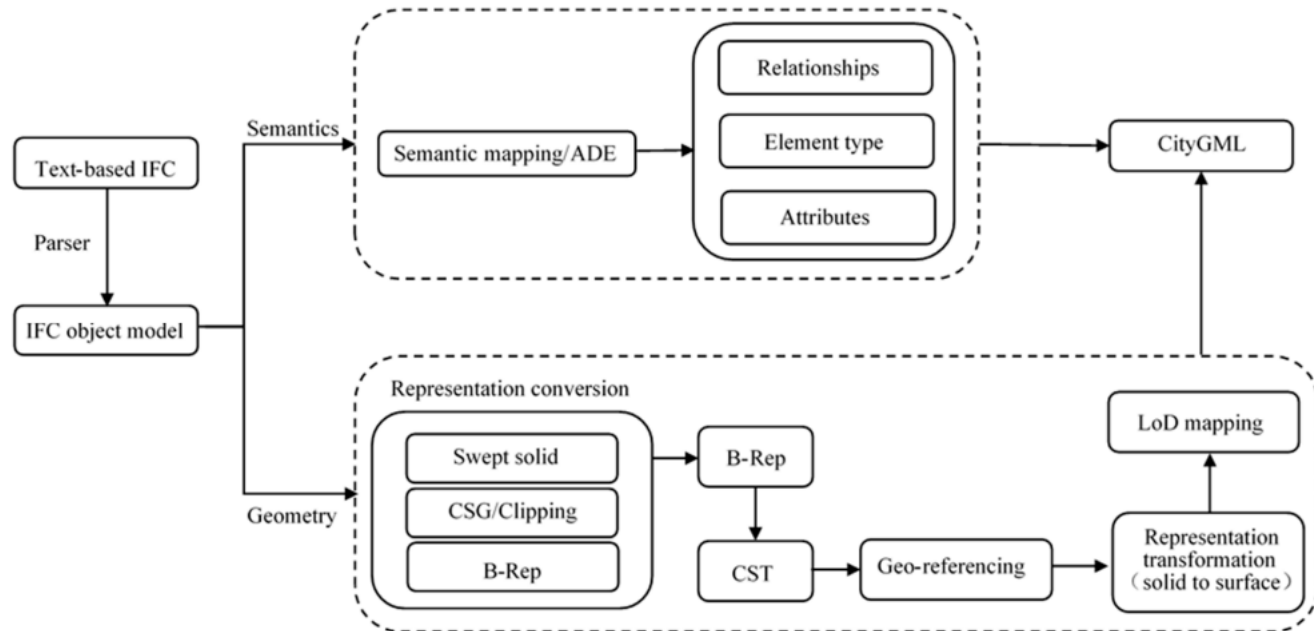
Från: Ding et al (2017)
Integrering av IFC och CityGML-modell på schemanivå genom att använda språkliga och textbrytningstekniker

Modelldelar som ska integreras

Både IFC och CityGML kan delas in i fem jämförbara underavdelningar:

- Semantik
- Geometri
- Geografiska koordinater
- Topologi
- Kodning

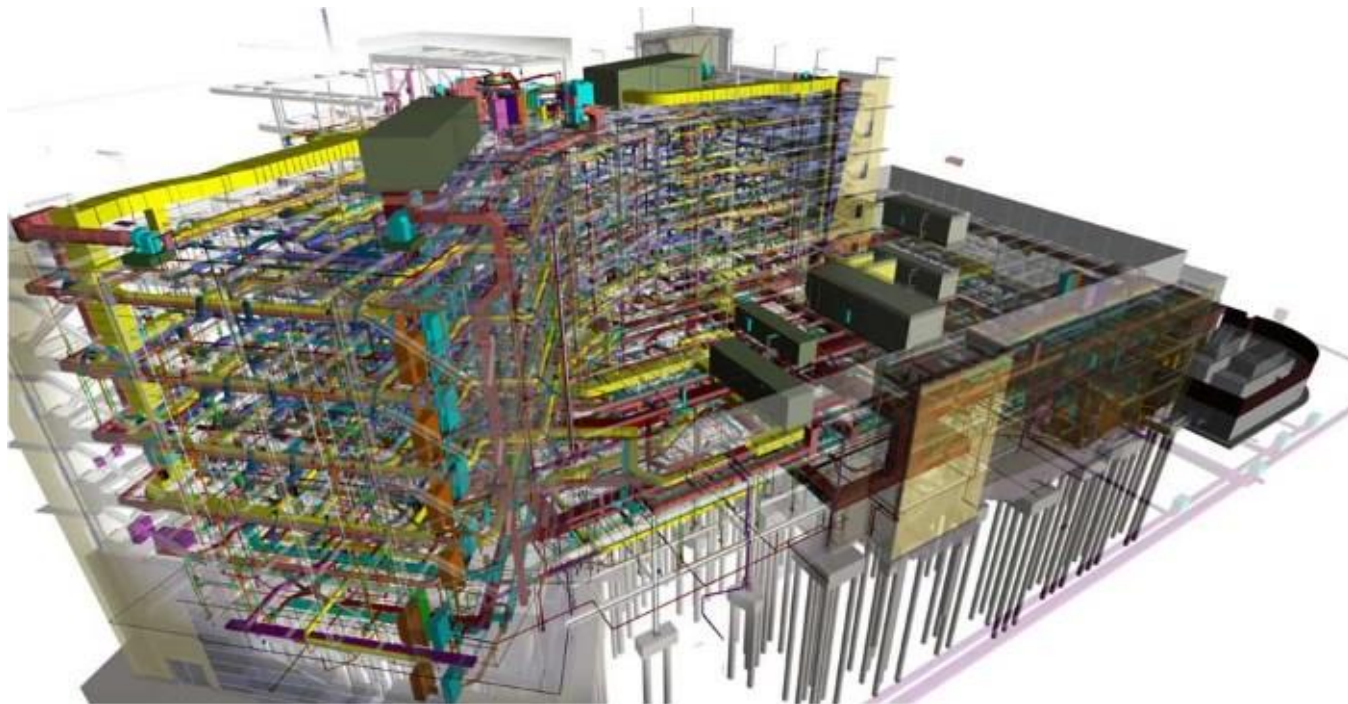
Semantisk information mest utmanande att konverteras på rätt sätt



Delar som ska konverteras i IFC-till-CityGML-konvertering. Från: CityGML in the Integration of BIM and the GIS: Challenges and Opportunities

Ursprungliga data

- BIM-modeller är komplexa med tusentals detaljer
- Allt kan/bör inte konverteras till CityGML
- Från CityGML till IFC blir det en enkel modell (jämfört med original BIM)

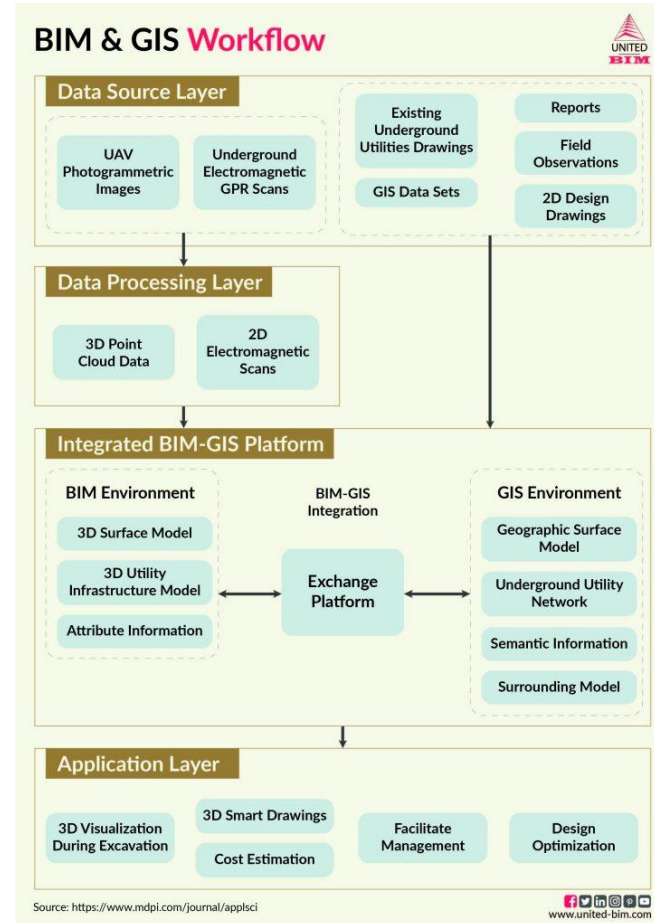


Tvärvetenskaplig BIM-modell. Källa tecla.com genom [Guide to Building Information Modeling \(BIM\)](#) | [Scan2CAD](#)

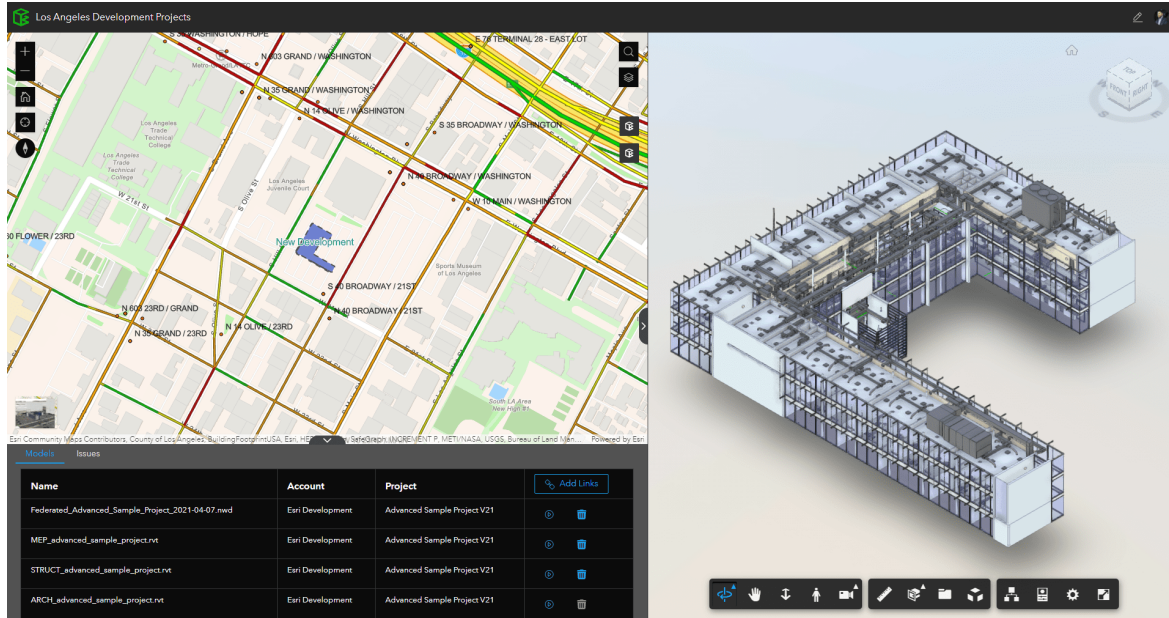
Datakvalitet

Avgörande för tillförlitlig integration:

- Samstämmighet mellan uppgifter
- Noggrannhet
- Saknade värden
- Omfattande metadata
- Georeferenser
- Koordinatsystem
- Måttenheter



Datakonvertering



- från GIS till BIM
- från BIM till GIS
- från BIM och GIS till ett tredje system

Schema- och attributmappning:

- hur bra objekt och deras attribut i BIM-dataset motsvarar dem i GIS-dataset
- data med liknande betydelser är korrekt justerade

<https://www.techzine.nl/wp-content/uploads/2021/12/BIM-and-GIS-cloud-collaboration.png>

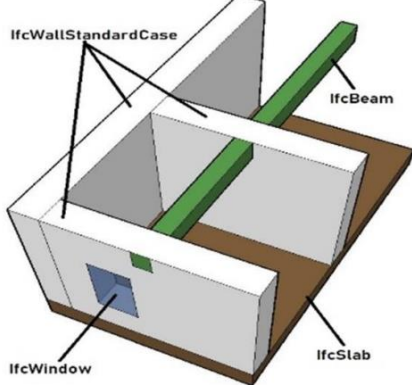
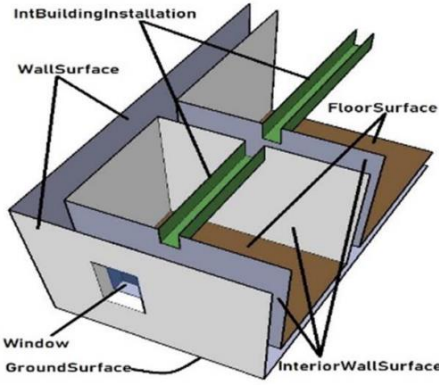
Fel orsakade av konverteringen

- förlust av information
- förlust av relationer
- felaktig konvertering
- schemafel

Ju högre detaljnivå, desto fler fel i det konverterade datasetet

Tvärbindning och frekventa automatiska uppdateringar = multiplicering av fel

Ett exempel på sann matchning mellan IFC och CityGML. Från: Ding et al (2017) Integrating IFC and CityGML Model at Schema Level by Using Linguistic and Text Mining Techniques

IFC model	CityGML model
	
<p>The "IfcWallStandardCase" defined in IFC molde file</p> <pre>#1930=IFCWALLSTANDARDCASE('2TChZebQlws', #33,'Basic Wall:Exterior - Block on Mtl. Stud:128093',\$ 'Basic Wall:Exterior - Block on Mtl. Stud:54538', #1917,#1929,'128093'); #33=IFCOWNERHISTORY(#32,#2,\$,..NOCHANGE.. \$,\$,\$,0); #32=IFCPERSONANDORGANIZATION(#30,#31,\$); #30=IFCPERSON(\$,\$,'lyh',\$,\$,\$,\$); #31=IFCORGANIZATION(\$,\$,\$,\$,\$); #2=IFCAPPLICATION(#1,'2012','Autodesk Revit Architecture 2012','Revit'); #1=IFCORGANIZATION(\$,'Autodesk Revit Architecture 2012',\$,\$,\$); #1917=IFCLOCALPLACEMENT(#38,#1916); #1929=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$, (#1920,#1928)); ...</pre>	<p>The "WallSurface" defined in CityGML model file</p> <pre><bldg:boundedBy> <bldg:WallSurface gml:id="2TC9qPqY9bQIdR"> <bldg:lod4MultiSurface> <gml:MultiSurface> <gml:surfaceMember> <gml:Polygon> <gml:exterior> <gml:LinearRing> <gml:posList srsDimension="3"> 1.2706554713458518E7 2554433.9815080473 0.0 </gml:posList> </gml:LinearRing> </gml:exterior> </gml:Polygon> </gml:surfaceMember> ... </bldg:WallSurface> </bldg:boundedBy></pre>

Validering och dokumentation



- Validering av den integrerade datasetet
- Fastställda förfaranden för uppdatering av integrerade data
- Alla datakällor och integrationssteg bör dokumenteras ordentligt

<https://www.esri.com/en-us/industries/blog/articles/getting-real-with-bim-and-gis-integration/>

Framgångsrik integration

Målet är:

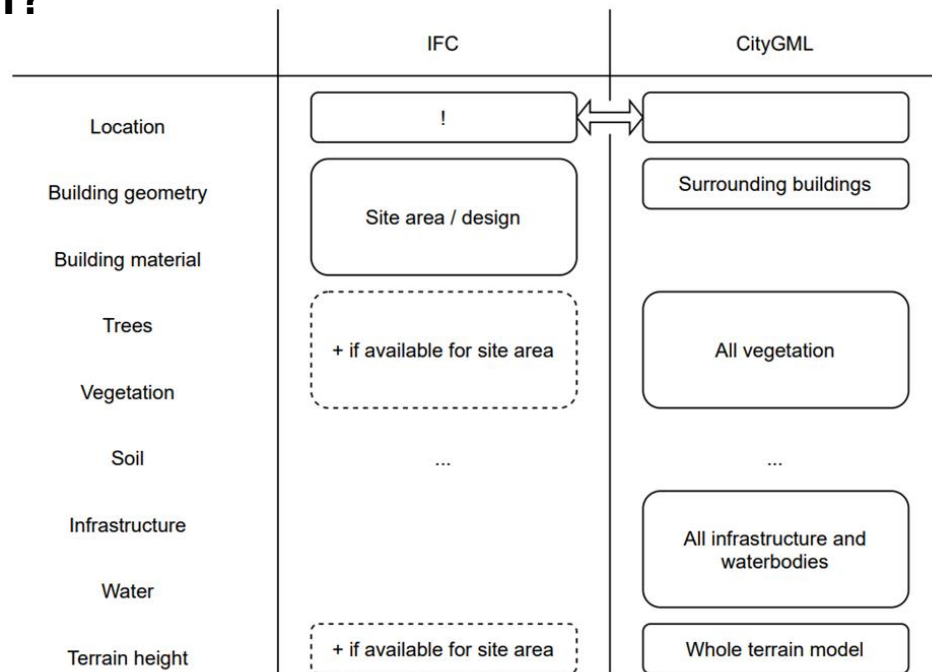
- Smidigt informationsutbyte mellan BIM och GIS
- Begränsat komplexitet till önskad nivå
- Nya insikter omöjliga utan integration



Esrís träningsdata, skärmdump.

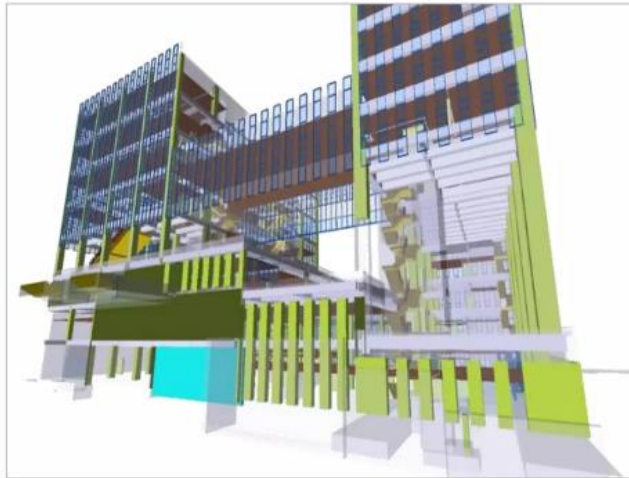
Vilken information från vilken modell?

- Omvandlingsriktningen beror på applikationen
- GIS ger rumslig kontext, omgivning, miljö
- BIM beskriver nya anläggningar, begränsat till projektplatsen
- Väldefinierade integrationsmål behövs



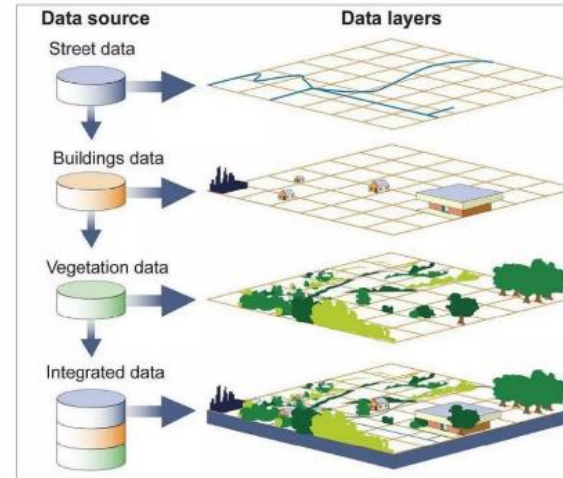
Information från olika modeller

Integrering av BIM-GIS – särskilda egenskaper – EXEMPEL



<BIM>

VS



<GIS>

Bildkälla: Shanghee Shin, webbadress: <https://www.slideshare.net/endofcap/integration-of-bim-and-gis-from-ideal-to-reality>

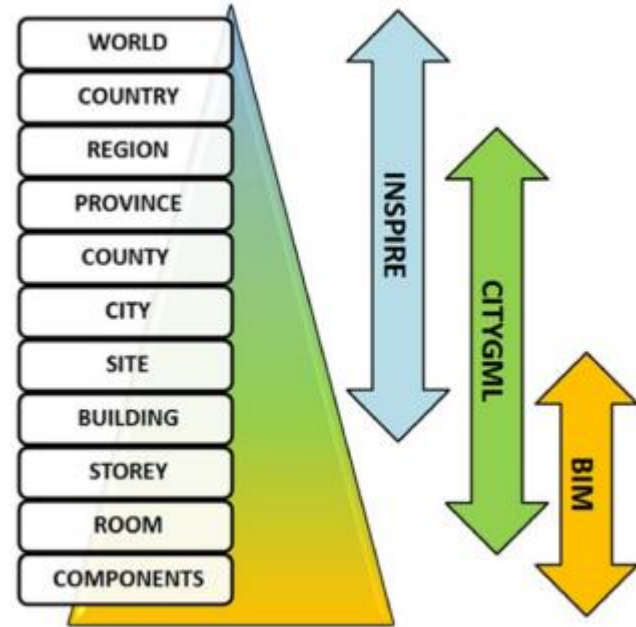
De senaste versionerna av standarder

CityGML 3.0 version möjliggör:

- Bättre integration med BIM
- inomhusutrymmen i olika detaljnivåer stöd för dynamiska sensordata
- Tidsmodellering
- Tillägg för applikationsdomäner (ADE)

IFC 4.3-version

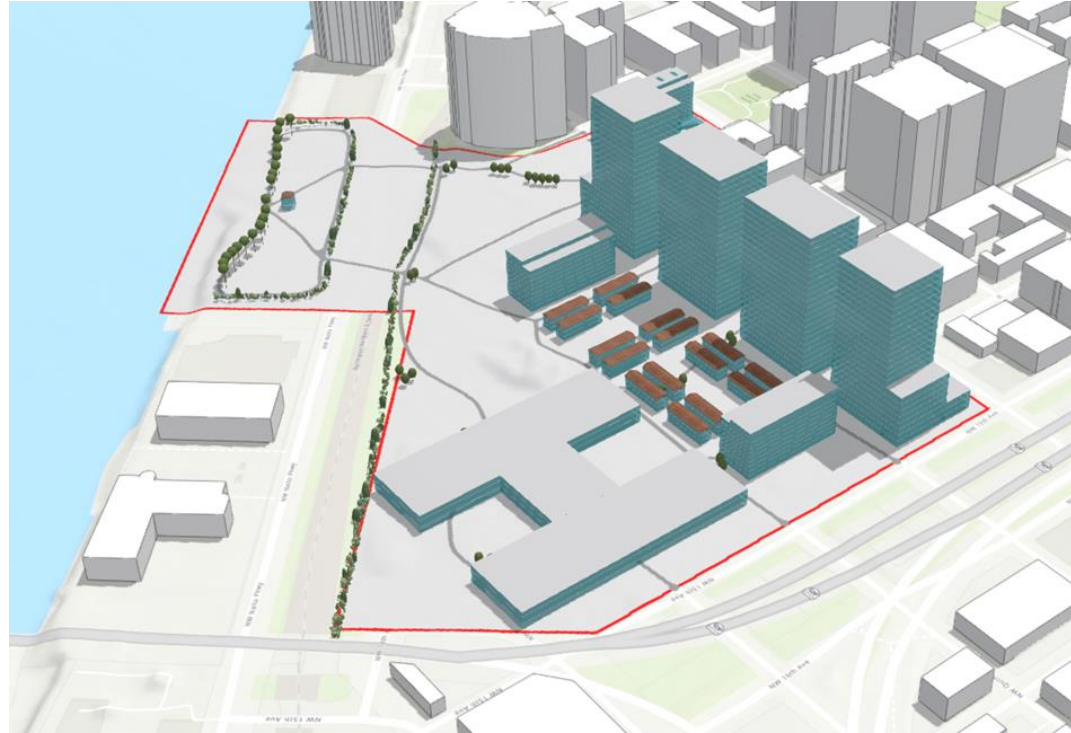
- Förbättrad interoperabilitet med CityGML
- 4D- och 5D-modellering
- Energi- och miljödata
- BIM för infrastruktur



Information från olika modeller från Bachert (2023) Mapping the Energy ADE to CityGML 3.0

Konvertering från BIM till GIS I

- Visualisera och analysera nyplanerad utveckling tillsammans med befintliga objekt
- CityGML-modellen består av ett geometriskt och ett semantiskt lager
- Geometrisk – semantisk konsistens behövs för objekt som finns i båda lager
- Konvertering av både semantisk och geometrisk lager

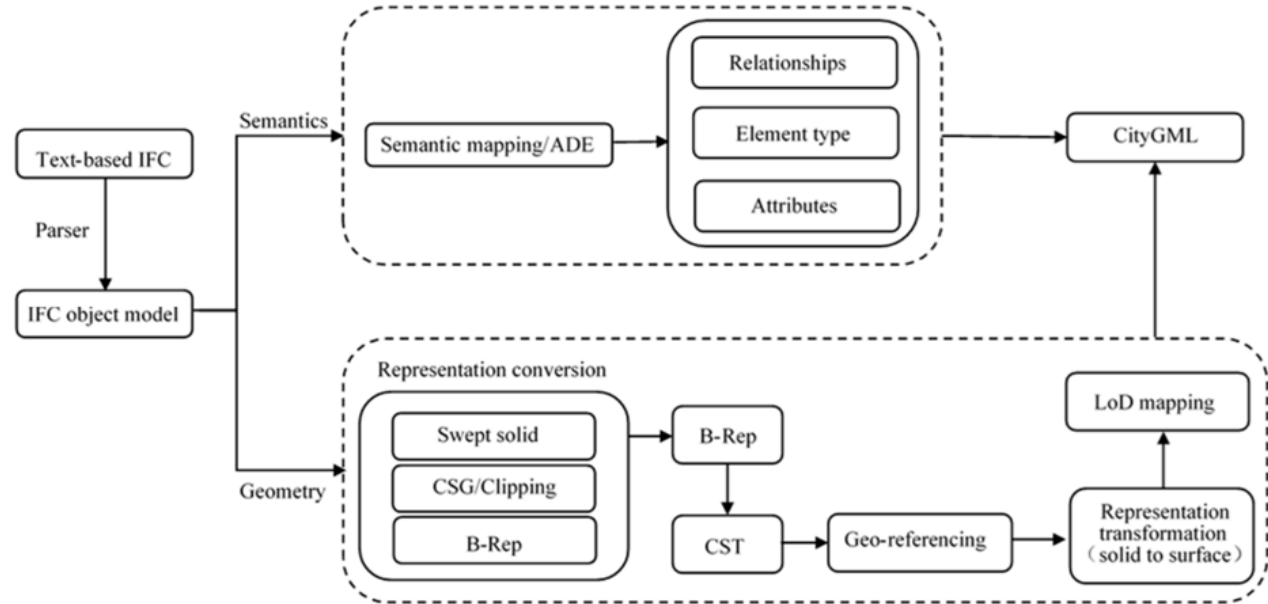


Ny utveckling visualiserad i befintlig stadsmiljö. Skärmbild av Esris träningsdata.

Konvertering från BIM till GIS II

- 1) Tolka objekt från IFC-textfil
- 2) Konvertering, semantisk lager och geometri separat
- 3) Visualisering och validering

Varje omvandling från IFC till CityGML medför förlust av information.



IFC till CityGML konvertering. Från: Tan, Liang, Zhu (2023) CityGML in the Integration of BIM and the GIS: Challenges and Opportunities. Buildings 13, <https://doi.org/10.3390/buildings13071758>

Semantisk kartläggning

Kartläggning av elementtyper, relationer och attribut från IFC till CityGML

Flera situationer:

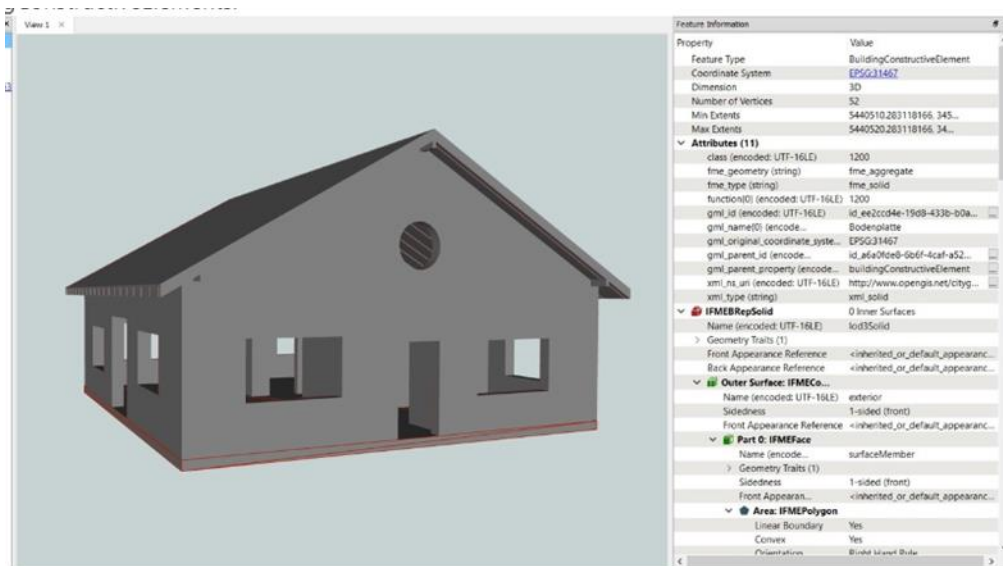
- Vissa objekt kartlägger direkt en-mot-en
- Vissa hör till flera CityGML-klasser
- Många IFC-objekt mappas till en CityGML-klass
- Indirekt kartläggning – när direkt kartläggning omöjligt

Semantik är vanligtvis den huvudsakliga begränsningen i konverteringen

IFC-CityGLM-kartläggning. Från: Sahleb et al (2020) Automatic conversion from CityGLM to IFC, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-4-W1-2020-127-2020>

CityGML	IFC
AbstractBuilding	IfcBuilding
-GroundSurface -FloorSurface -CeilingSurface	IfcSlab -GroundSlab -FloorSlab -CeilingSlab
RoofSurface	IfcRoof
-WallSurface -InteriorWallSurface	IFCWall -Interior Wall -Exterior Wall
WallSurface	IfcCurtainWall
GenericCityObject	IfcBuildingElementProxy
SolitaryVegetationObject	IfcBuildingElementProxy
Opening Door Window	IfcOpeningElement IfcDoor IfcWindow
BuildingInstallation	IfcBeam, IfcColumn, IfcCovering, IfcStair, IfcRailing, IfcRamp

Geometriomvandling



FZK Haus omvandlas till CityGML av FME. Byggnadselement visualiseras. Källa:
[GitHub - tum-gis/ifc-to-citygml3: An FME workspace for converting IFC data sets to CityGML 3.0 data sets](https://github.com/tum-gis/ifc-to-citygml3)

Varje IfcObject i IFC-fil kontrolleras om:

- Den har en geometri
- Den är utanför eller inne i en byggnad

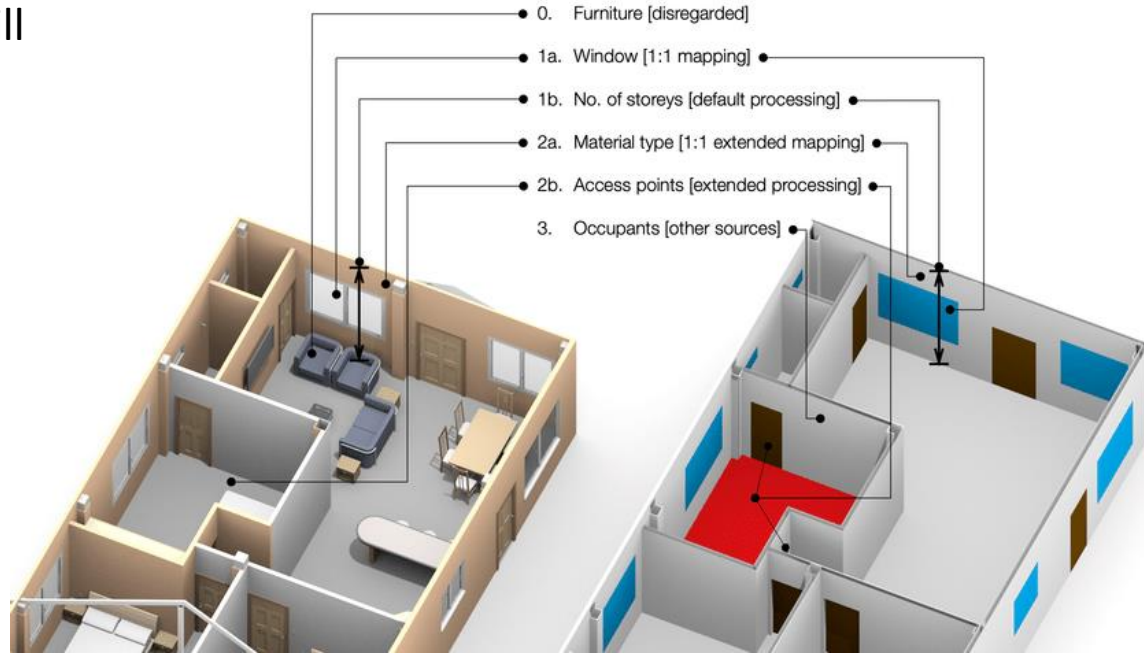
Den lagras sedan som en gml:Solid eller en gml:MultiSurface.

Utmaningar uppstår från olika geometriska representationer och olika detaljnivåer

Georeferering och koordinatsystem-transformation kan utföras i detta steg

Förenkling

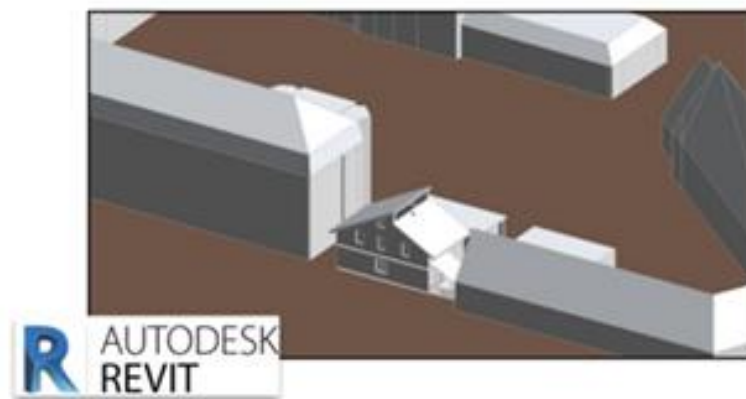
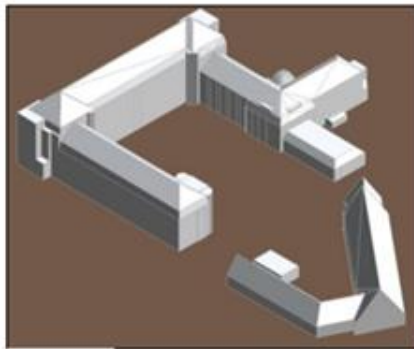
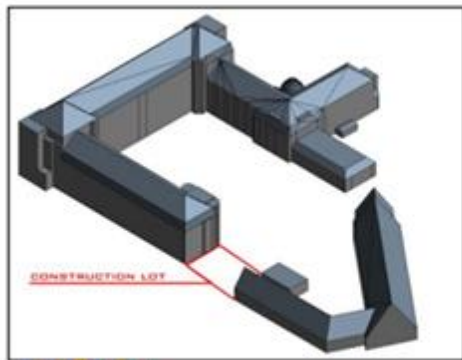
- Konvertering BIM-till-GIS leder till förenkling och borttagning av detaljer
- Att välja optimal nivå är avgörande
- Bäst att anpassa IFC-modellen redan på BIM-nivå, inte i konverteringen
- Användning av Model View Definitions (MVD) rekommenderas



[Illustration-of-the-relation-between-IFC-and-CityGML-showing-examples-of-categories-in.ppm \(850x478\) \(researchgate.net\)](#)

Konvertering från GIS till BIM I

- GIS-data som används i BIM – vanligtvis konvertering av CityGML till IFC
- Förbättrar informationen om omgivningen



- 1) Val av omgivning i stadsmodell /CityGLM datafil
- 2) Exportera från CityGML till IFC
- 3) Importera till BIM-programvara för att ansluta till en planerad byggnad

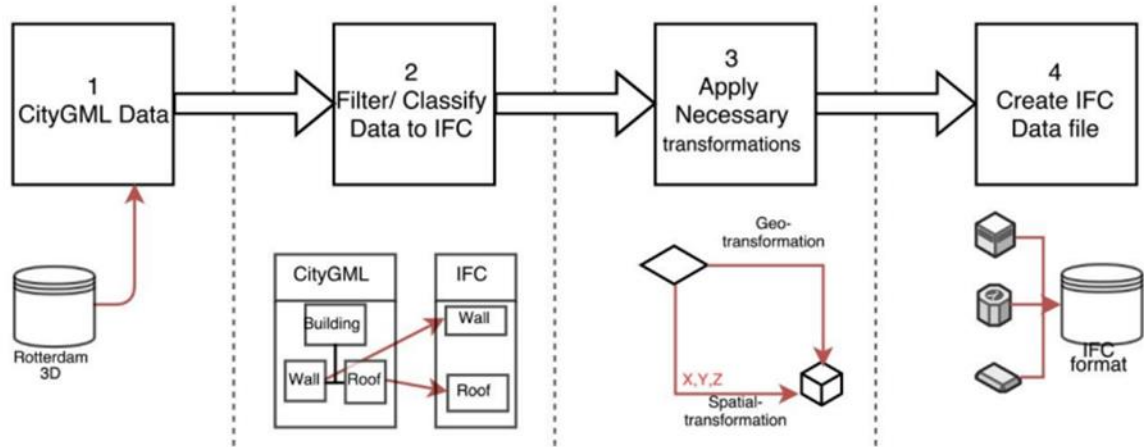
Visualisering av CityGML till IFC konverteringssteg. Från: Salheb (2019) Automatic Conversion of CityGML to IFC, TU Delft

Konvertering från GIS till BIM II

- Enklare modell konverteras till den mer detaljerade

Användning:

- Analyser för design och konstruktion
- Digital tvilling, fastighetsförvaltning
- Både IFC och CityGML är semantiska modeller med strikt separation mellan geometri och semantik.

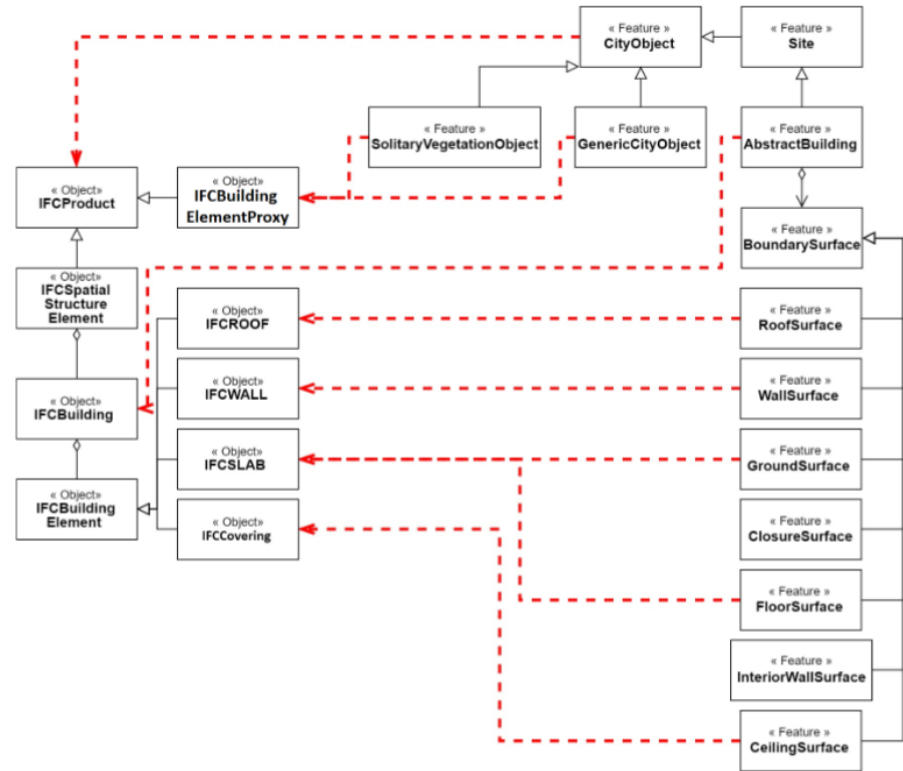


Schema över konverteringsarbetsflödet från CityGLM till IFC. Från: Salheb (2019)
Automatic Conversion of CityGML to IFC, TU Delft

Semantisk kartläggning I

- IFC har fler klasser än CityGML
- Endast en minoritet av klasserna är relevant för konvertering
- Semantiska betydelse av objekt ofta olika i IFC jämfört med CityGML

Utmaning - hur man bäst kartlägger semantik från CityGML till sina motsvarigheter i IFC?



Semantisk kartläggning från CityGML till IFC. Från Sahleb et al (2020)
Automatic conversion from CityGLM to IFC, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-4-W1-2020-127-2020>

Semantisk kartläggning II

Steg:

- Jämförelse av IFC- och CityGML-schema
- Undersökning av vilka objekt och attribut som motsvarar varandra
- Relevanta data filtrerade och klassificerade i IFC

Viss förlust av semantisk information är oundviklig eftersom många delar inte är tillämpliga för konverteringen

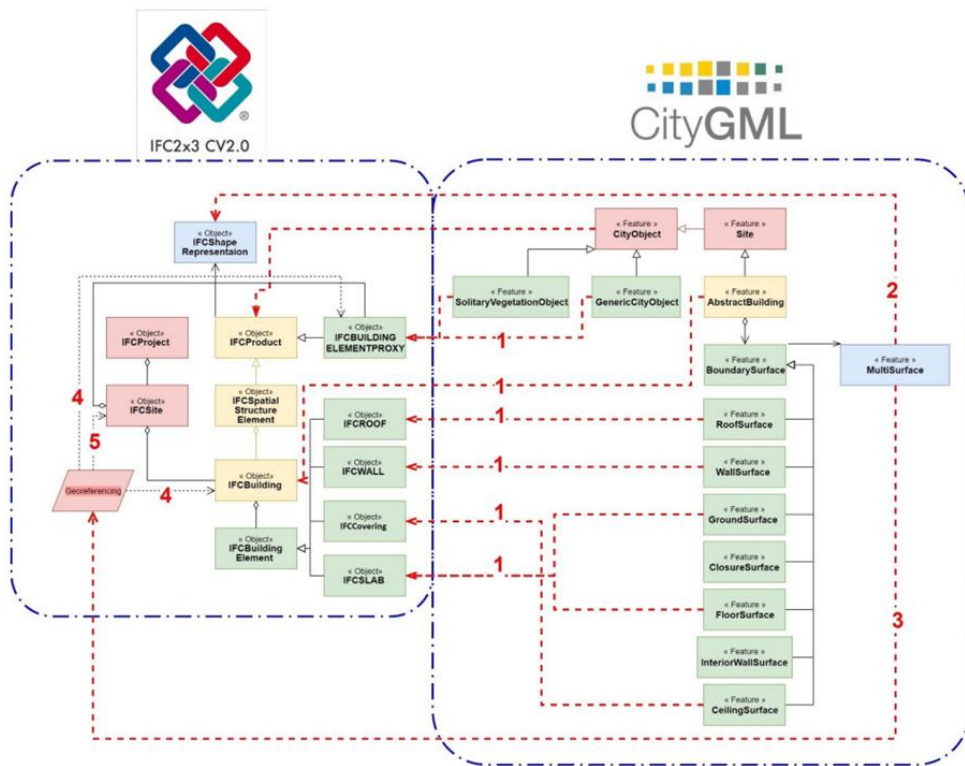
IFC objects	CityGML 3.0 objects
IfcProject	CityModel
IfcSite	LandUse
IfcBuilding	Building
IfcBuildingStorey	Storey
IfcSpace	BuildingRoom
IfcWallStandardCase	BuildingConstructiveElement
IfcBeam	BuildingConstructiveElement
IfcSlab	BuildingConstructiveElement
IfcMember	BuildingConstructiveElement
IfcDoor	Door
IfcWindow	Window
IfcRailing	BuildingInstallation
IfcStair	BuildingInstallation

Kartläggning mellan IFC- och CityGLM-objekt.

Geometriomvandling

Steg:

- Skapa geometri för IFC-objekt baserat på CityGLM-geometri (röd linje 2 i figuren)
- Skapa georeferenspunkt från CityGML (linje 3)
- Georefererande IFC-objekt (4)
- Lagring av georeferensinformation i IFCSite (5)



Komplett metodik för GIS-till-BIM-konvertering. Röda linjer markerade 1 blir kvar för den semantiska kartläggningen. Från Salheb et al (2020) AUTOMATIC CONVERSION OF CITYGML TO IFC. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLIV-4/W1-2020

Programvaror för integration

- Fri programvara
KIT Model Viewer
- Kommersiell programvara
FME
Appar från Esri-Autodesk
- Egna algoritmer

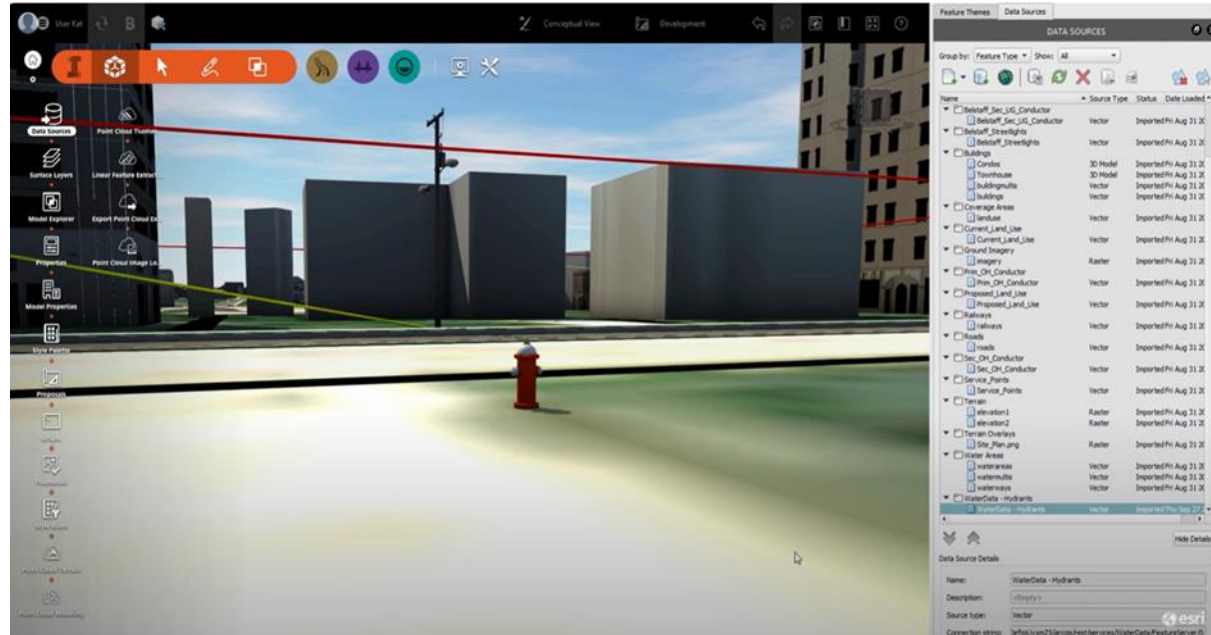
Alla konverterar på olika sätt,
vilket resulterar i varierande
resultat



Esri-Autodesk samarbetsappar: Lägga till City Furniture från ArcGIS till Infraworks (upp), BIM-modell läggs till en stadsmodell i ArcGIS GeoBIM (skärmdumpar)

Leverantörssystem

- Det mest relevanta är samarbetet mellan Esri och Autodesk
- Flera applikationer för fullständig integration
- Lätt att använda med snygga resultat
- Kostnad för programvarulicenser



Lägga till City-möbler i CityGML till Autodesks InfraWorks, skärmdump

BIM-GIS roll i projektets livscykel

- Fördelar i alla stadier
- Helt nya insikter när BIM-GIS integreras
- Bättre kunskapsbaserad beslutsfattande



BIM-GIS i Planering och design

- Optimalt platsval
- Design anpassad till miljön
- MKB -
miljökonsekvensbeskrivning



Välja rätt plats för den planerade byggnaden
<https://biblus.accasoftware.com/en/planning-and-design-with-integrated-bim-gis-approach/>

BIM-GIS-integration i byggbranschen

Betydande fördelar med BIM-GIS integrerade tillvägagångssätt i byggfasen inkluderar:

- Optimering av byggplatslogistik
- Modellering av personalkrav på plats för att maximera säkerhet, rättvisa och produktivitet
- Förvaltning av försörjningskedjan för byggsektorn



BIM-GIS inom Facility Management

- Drift och reparationer är projektets största kostnader
- Behovet av effektivitet och samarbete
- Integrerade BIM-GIS-system – fördelarna med BIM + berikas med omgivande data



BIM-GIS i nedmontering

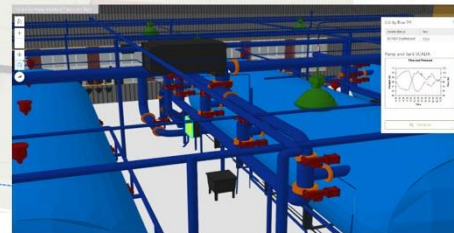
- Upp till 50 % av det totala avfallet kommer från AEC-industrin
- Minskning av avfall och transporter
- Återanvändning av material
- Optimalt planeras slutfasen redan på designstadiet



https://waste-management-world.com/imager/media/wasteManagementWorld/3659168/AdobeStock_483623318_b0464c6958b2ce61ced917e5958dc330.jpeg

BIM-GIS och digitala tvillingar (DT)

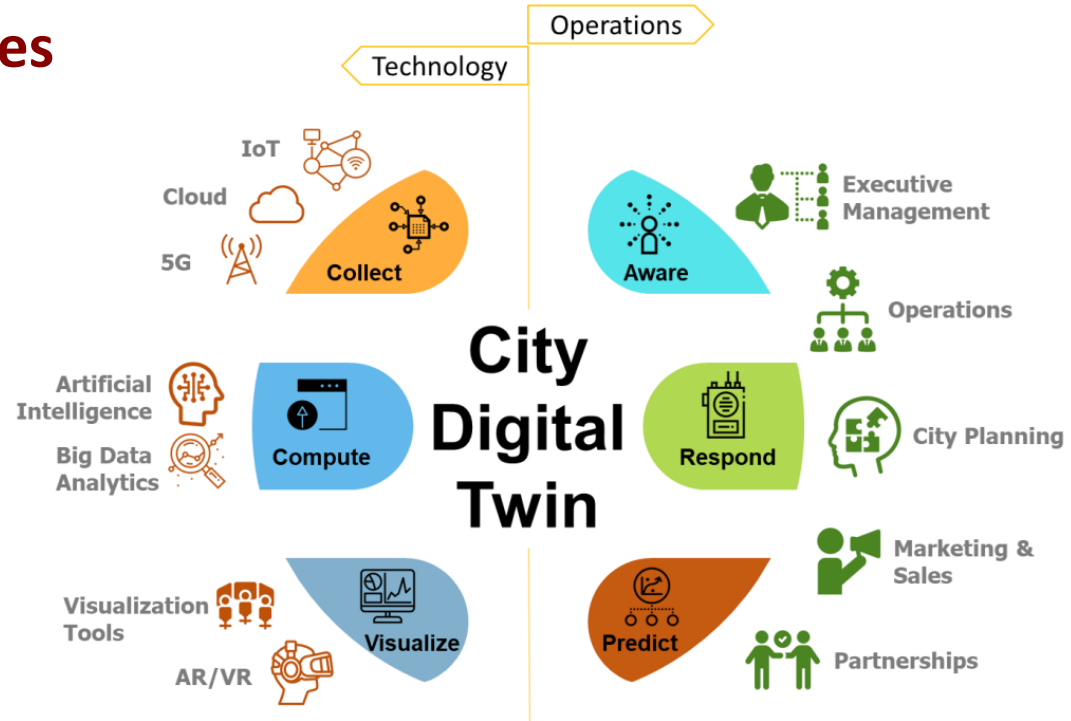
- DT - digital motsvarighet till en fysisk byggnad
- Realtidsdata – sensorer, IoT-Internet-of-things
- Sömlös inomhus-utomhus övergång
- T.ex. hantering av nödsituationer, inne-navigering, riskanalys
- Infrastruktursnätverksanalys



<https://www.esri.com/en-us/industries/blog/wp-content/uploads/2021/05/Digital-Twin.jpg>

BIM-GIS, DT och Smart Cities

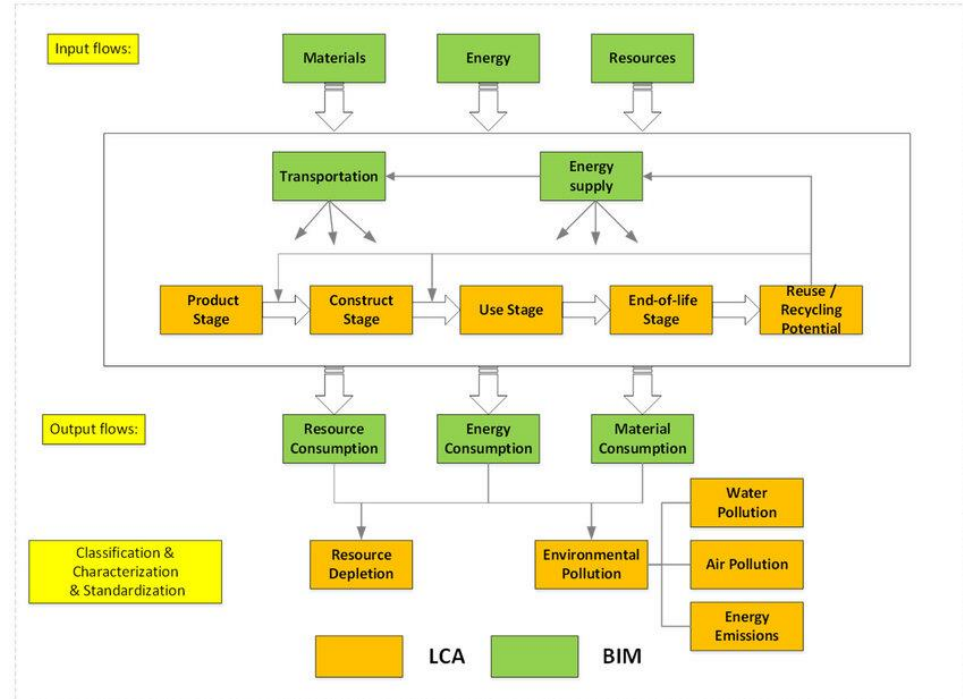
- En "smart stad" är ett stadsområde där tekniken bidrar till att förbättra livskvaliteten
- Tusentals sensorer
- Omedelbar anslutning, analys och kommunikation
- Kräver integrerade data för digitala tvillingar och BIM-GIS



<https://e.huawei.com/en/blogs/industries/insights/2020/how-digital-twins-enable-intelligent-cities>

BIM-GIS och livscykelanalys, LCA

- LCA - metod för kvantifiering av miljöpåverkan
- Identifiera viktiga miljöfrågor
- Föreslå begränsning av problemen
- Certifieringar för "gröna byggnader"

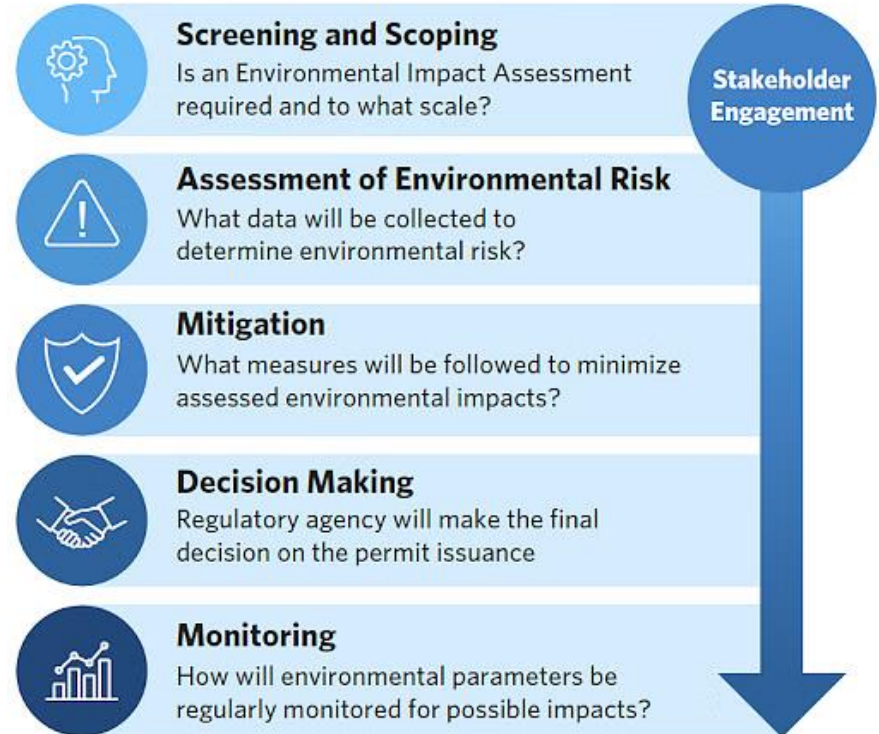


[BIM-LCA-evaluation-process-A-more-advanced-approach-to-BIM-LCA-Integration-Research-and.jpg \(850x627\) \(researchgate.net\)](#)

BIM-GIS och MKB, miljökonsekvensbedömning

- MKB krävs för alla större projekt
- MKB kan förbättras avsevärt med hjälp av BIM-GIS-integrerade data
- Förbättrade analyser av kumulativa effekter
- Utformning av effektiva riskreducerande åtgärder

Environmental Impact Assessment



BIM-GIS och mikroklimatsimuleringar

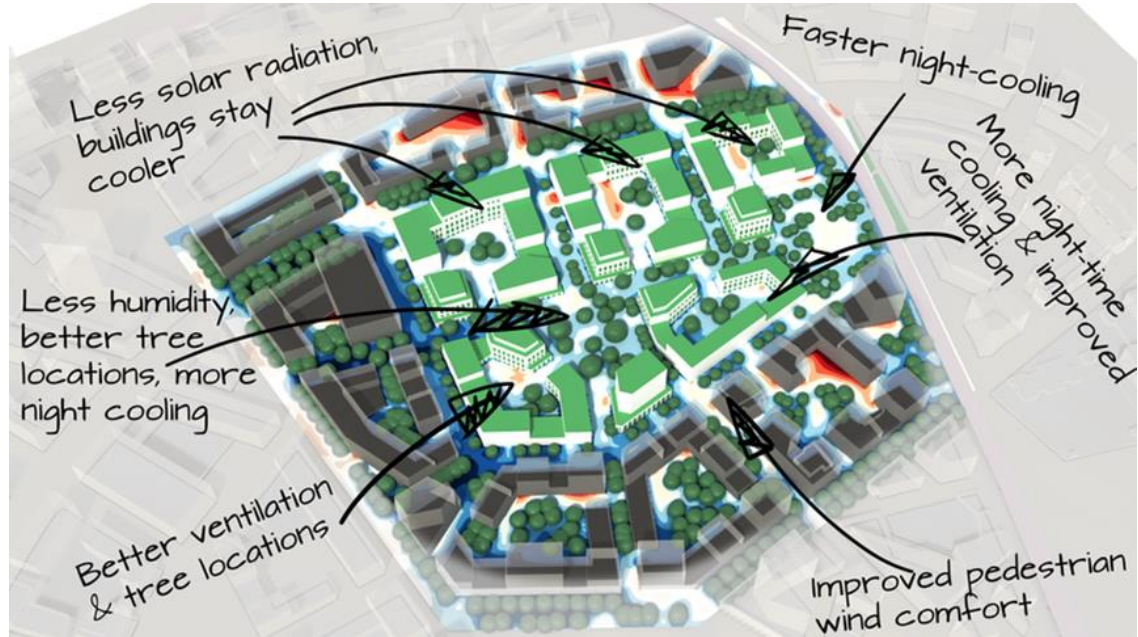
- Hjälper till att identifiera och undvika värme-hot-spots
- Optimal byggnadsdesign, lokalisering, orientering och material
- Förbättrad termisk komfort och energieffektivitet



Uplevd temperatur på fotgängarnivå, inklusive effekter av solstrålning, vindhastighet, lufttemperatur och fuktighet. Från: <https://rheologic.net/articles/urban-microclimate-simulation-explained/>

BIM-GIS i grön stadsplanering

- Grön och blå infrastruktur
- Minskar översvämningar och bevarar ekosystem
- Förbättrar hälsa och välbefinnande
- Begränsning av och anpassning till klimatförändringar



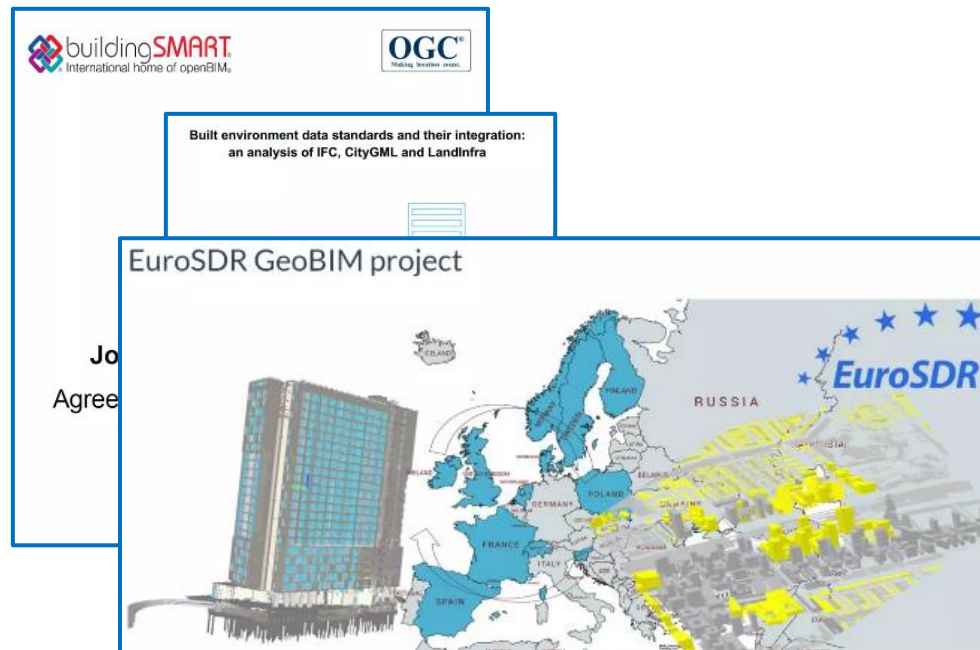
https://rheologic.net/generated/assets/articles/microclimate-aspern-development/gso_annotated_final-800-858a77e29.png

BIM-GIS-integration – EU:s framtida inriktning

EU har främjat användningen av BIM- och GIS-teknik på olika sätt för att förbättra planeringen, byggandet och förvaltningen av infrastrukturen.

Direktiv och förordningar relaterade till datadelning, interoperabilitet och öppna standarder som indirekt påverkar integrationen av BIM och GIS.

Olika EU-initiativ och EU-politik stöder indirekt införandet och integreringen av BIM-GIS.



Bildkälla: Shanghee Shin, webbadress: <https://www.slideshare.net/endofcap/integration-of-bim-and-gis-from-ideal-to-reality>