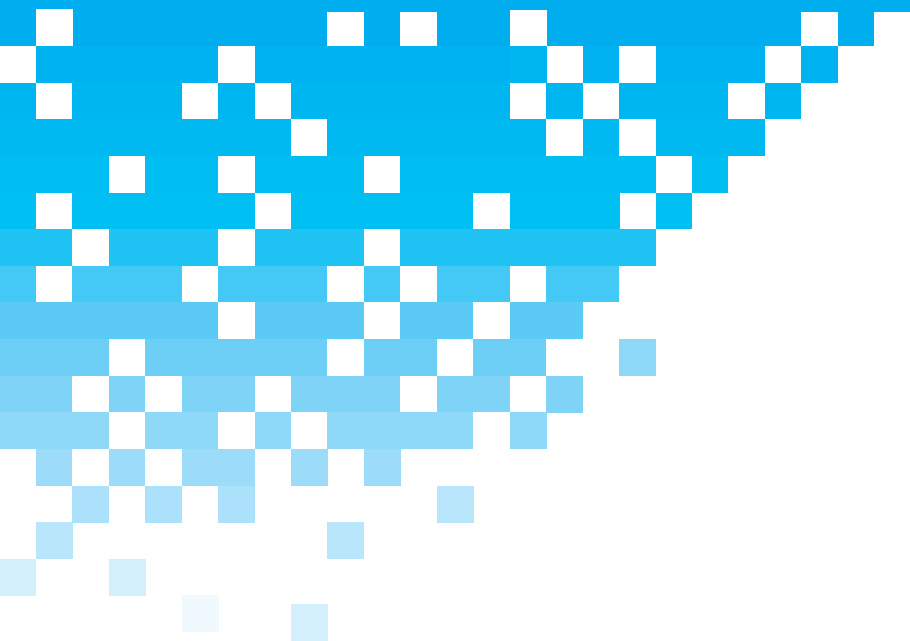


HMK
- handbok i mät- och kartfrågor

Teknisk rapport 2016:4
I gränslandet
BIM-GIS- Geodesi

Clas-Göran Persson & Thomas Lithén



Författarnas kontaktuppgifter

Clas-Göran Persson

Lantmäteriet

SE - 801 82 Gävle

clas-goran.persson@lm.se

+46-70-557 6037

eller

Skansstigen 3 C

SE - 832 51 Frösön

c.g.persson@outlook.com

+46-70-669 1950

Thomas Lithén

Lantmäteriet

SE - 801 82 Gävle

thomas.lithen@lm.se

+46-26-63 34 44

Förord

Serien *Tekniska rapporter* är ett komplement till övriga HMK-dokument. Här redovisas bakgrundsinformation, detaljbeskrivningar, analyser m.m. som inte passar in i en handbokstext.

Syftet är primärt att säkerställa och visa att handböckerna ligger i linje med metod- och teknikutvecklingen samt med de krav och riktlinjer som finns i branschen i övrigt – nationellt och internationellt.

Rapporten har utarbetats av undertecknade. Följande personer har granskat rapporten och lämnat värdefulla synpunkter i slutfasen av arbetet: Peter Axelsson, Trafikverket, Lars Harrie, Lunds Universitet, samt Anna Jensen, Milan Horemuz och Väino Tarandi från KTH.

Östersund/Gävle, Nyårsafton 2016

/Clas-Göran Persson & Thomas Lithén, Lantmäteriet

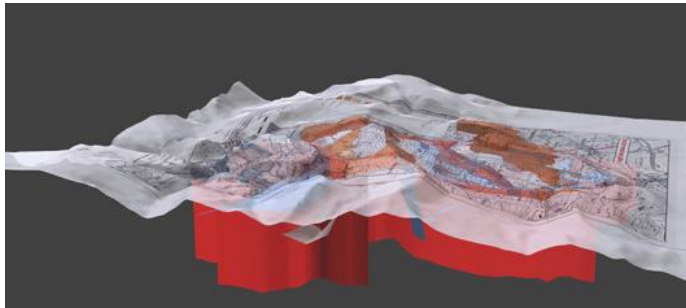
Sammanfattning/Abstract

Denna rapport beskriver gränslandet BIM – GIS – Geodesi.

Begreppet *geodatakvalitet* är centralt inom samtliga dessa teknikområden och bidrar till samhörigheten. Det finns dock fortfarande skillnader, t.ex. vad gäller deras roll i plan- och byggprocessen.

BIM har ett mikroperspektiv (*detaljerade data*) och härstammar från byggnadsritningen. GIS har ett makroperspektiv (*översiktliga data*) och härstammar från kartan. Geodesi tangerar både BIM och GIS (*referenssystem* och *mättekniker*). Utvecklingen går mot 3D-mätning och 3D-modeller – eller 4D om man även räknar in tiden.

Skillnaden mellan *objekt* och *geometri* är central. Den geometriska representationens *dimension* beror på hur höjder redovisas. I geodata-sammanhang beskrivs tredimensionella objekt i form av *volymer*, *ytor*, *linjer* eller *punkter*, beroende på tillämpning. Ett objekt i BIM redovisas dock vanligen i form av en eller flera *3D-volymer* (t.ex. en modell per vägg i en byggnad).



Att skapa 3D-data är inte bara att "drapera" en 2D-kartbild på en 3D-modell!
(Källa: Swisstopo)

Unika identiteter för objekt och geometrier är ett hett område, t.ex. för att kunna koppla attribut och kvalitetsuppgifter. *Multipel geometri* innebär att samma objekt kan ha flera olika geometrier parallellt. Den kan t.ex. avse olika detaljeringsgrader (*Level of Detail*) men även skilda tidsperspektiv.

Detaljrikedom i GIS/geodata hanteras vanligen genom - *generalisering* - en möjlighet som ofta saknas i BIM, vilket leder till att detaljerade modeller blir svårhanterliga över större områden. Den *geometriska upplösningen* i en bild bestämmer vad som kan tolkas, dvs. vilken detaljeringsgrad som är möjlig att få i slutprodukten. *Kombinerbarhet* beskriver hur väl data från olika källor låter sig kombineras och sambearbetas.

Beträffande geodata finns en omfattande internationell och nationell samordning, t.ex. [ISO](#), [OGC](#), [Inspire](#) samt [Svensk geoprocess](#) och [HMK](#). Det finns även en väletablerad internationell organisationsstruktur inom geodesin, t.ex. [NKG](#), [EUREF](#) och [IAG](#).

Inom BIM-området verkar den internationella organisationen [buildingSMART](#) (bSI) för utveckling och standardisering av informationshantering i byggnation och fastighetsförvaltning. Bland annat hanterar man den öppna standarden [IFC](#). I Sverige arbetar den ideella föreningen [BIM Alliance, Sweden](#) för ett bättre samhällsbyggande med hjälp av BIM. Föreningen är medlem i buildingSMART.

[Trafikverket](#) är Sveriges största byggherre, som varje år genomför flera anläggningsprojekt i miljardklassen. Som en dominerande aktör medverkar Trafikverket aktivt till ett införande av BIM i hela den svenska anläggningsbranschen.

Standardisering rörande BIM/geodata bedrivs i dag förhållandevis parallellt men arbetet bör kunna samordnas bättre. Några exempel på överlappande initiativ som finns redan nu är:

- ISO/TC211 har tagit ett initiativ som kallas [ISO/AWI 19166 Geographic information - BIM to GIS conceptual mapping \(B2GM\)](#).
- OGC och bSI har ett visst standardiseringssamarbete vad gäller gemensam modell för infrastruktur: [OGC InfraGML](#) respektive [IFC Alignment](#).
- BIM Alliances slutrapport [BIM – standardiseringsbehov](#) (2013) påvisar behovet av att samordna informationsstrukturer för BIM och geodata med gemensam nomenklatur och klassificering när det gäller hantering av plandata och bygglov.
- Lantmäteriet pekar i ett regeringsuppdrag 2014 om [kart- och bildinformation i 3D](#) ut integration av Geodata och BIM-data som väsentligt för den framtida utvecklingen av 3D-dataanvändning i Sverige.
- [Nationella geodata i 3D](#) är ett Lantmäteriprojekt under 2015-16, som utgår från regeringsuppdraget, för att i samverkan med myndigheter och kommuner ta fram ett [Ramverk för nationella geodata i 3D](#).
- [Svensk geoprocess](#) utarbetar [standardiserade geodataspecifikationer](#) för nio centrala geografiska teman av vilka några även har kompletterats med [mätningssanvisningar](#).
- [CoClass](#) är ett nytt digitalt klassifikationssystem för byggd miljö i Sverige som lanserades hösten 2016. Det är resultatet av ett omfattande branschgemensamt utvecklingsprojekt.
- [Smart Built Environment](#) är ett strategiskt innovationsprogram som syftar till integration mellan BIM, GIS och industriella processer i det svenska samhällsbyggandet. Det samordnas av den ideella föreningen [IQ samhällsbyggnad](#) som har ett stort antal medlemmar inom samhällsbyggnadssektorn.

- Inom standardiseringsområdet har förstudien [Strategi för 3D-geodata](#) genomförts inom ramen för Smart Built. Där bedöms ett helhetsperspektiv på samhällsbyggnadsprocessen och integrering av gemensamma BIM- och geodataobjekt kunna effektivisera informationsförsörjningen.
- Fortsatt arbete i Smart Built sker bl.a. i standardiseringsprojektet [Informationsförsörjning vid planering, fastighetsbildning och bygglov](#). Projektet syftar till att ta fram riktlinjer för att integrera GIS och BIM för hantering av den byggda miljön som bygger på Svensk geoprocess och CoClass. En "testbädd" kommer att drivas inom projektet [Smarta plan-, bygg-, förvaltnings- och nyttjandeprocesser över hela livscykeln](#).
- [Digitalt först - för en smartare samhällsbyggnadsprocess](#) är ett regeringsuppdrag (2016-2019) till Lantmäteriet att i samverkan med bl.a. Boverket, Länsstyrelserna, SKL med flera verka för en enklare, öppnare och mer effektiv planerings- och byggprocess.
- KTH har tagit fram ett [FoU-program för BIM/Geodesi](#), som är tämligen allmängiltigt. Vid KTH har även ett *BIM Collaboration Lab* etablerats.
- En följd av FoU-programmet är KTH:s nya forskningsprojekt *Ökat industriellt tänkande i hela värdekedjan genom koppling av geodesi, geodatakvalitet och BIM*, som finansieras av TrV.
- *Datakvalitet och dataansvar inom samhällsbyggandet* är ytterligare en FoU-aktivitet inom Smart Built Environment. Projektet är ett samarbete mellan KTH och Lunds Universitet och ska ge rekommendationer för kvalitetsredovisning, kvalitetssäkring, riskbedömningar samt ansvarsfördelning.
- I examensarbetet [Samredovisning av BIM- och GIS-data](#) (Lunds Universitet, 2015) dras slutsatsen att fortsatt standardisering och utökat samarbete, liksom fortsatt teknisk utveckling, krävs för att öka möjligheterna till samredovisning av 3D-data.

Områdena BIM-GIS/Geodata-Geodesi är alltså på väg att integreras. Det finns en insikt om behoven och en kunskap om var hindren finns och hur de kan överbryggas är på väg att byggas upp. Det finns också en övertygelse om vilka synergieffekterna är och flera gemensamma samordnings- och FoU-initiativ har redan tagits.

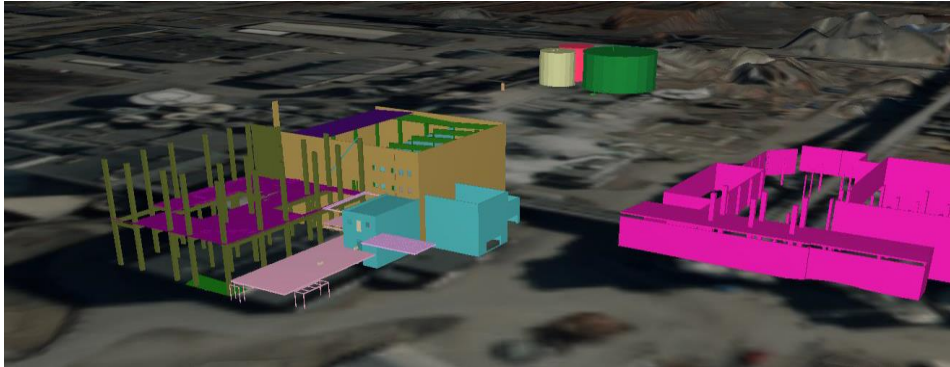
HMK stödjer sedan tidigare GIS- och geodesiområdena, men hur långt räcker HMK vad avser BIM? Mycket talar för att HMK kan ha en roll – och ett branschstöd finns för detta – men då krävs ett tydligt ställningstagande och en reservation av behövliga resurser.

Innehållsförteckning

1	Syfte och disposition	8
2	Introduktion	9
2.1	Trojkan BIM - GIS - Geodesi.....	9
2.2	Utvecklingstrender	9
2.3	Tid som fjärde dimension.....	10
2.4	Objekt vs. geometri	11
2.5	Unika identiteter.....	12
2.6	BIM/GIS i plan- och byggprocessen.....	12
3	Gemensamma grundbegrepp	13
3.1	Geodatakvalitet.....	13
3.2	3D.....	14
3.2.1	Vad är 3D?	14
3.2.2	Olika typer av 3D-modeller	15
3.2.3	Geometrisk representation	16
3.2.4	Geometri i BIM och GIS	17
3.3	Detaljeringsgrad - Level of Detail (LoD)	19
3.4	HMK:s standardnivåer.....	20
3.5	Detaljeringsgrad vs. upplösning, skala och generalisering.....	21
3.6	Lokala vs. geodetiska referenssystem.....	24
3.7	Kombinerbarhet i 3D	24
4	Samverkansinitiativ	27
4.1	Samordning Geodata/Geodesi	27
4.2	Samordning BIM	28
4.3	Standardisering BIM/Geodata.....	28
4.4	Nationell samordning BIM/Geodata	29
4.4.1	Svensk geoprocess - geodataspecifikationer och mättningsanvisningar	30
4.4.2	CoClass	31
4.4.3	Smart Built Environment	31
4.4.4	Digitalt först - för en smartare samhällsbyggnads- process	33
4.5	Andra initiativ.....	34
4.5.1	KTH:s FoU-program.....	34
4.5.2	Ökat industriellt tänkande i hela värdekedjan genom koppling av geodesi, geodatakvalitet och BIM.....	35
4.5.3	Datakvalitet och dataansvar inom samhällsbyggandet.....	35
4.5.4	Samredovisning av BIM- och GIS-data	36
5	Slutord	37

1 Syfte och disposition

Denna rapport beskriver gränslandet BIM - GIS - Geodesi:



(Källa: Anna Larsson, Lund 2015)

Dessa tre områden har många likheter och beröringspunkter, och de senaste åren har flera initiativ tagits mot en enhetligare och i viss mån gemensam hantering - såväl vad gäller FoU som standardiseringsarbete.

Eftersom författarna har medverkat i detta (för)arbete har vi känt ett behov av att dokumentera och förmedla de tidiga tankegångarna, som förhoppningsvis kan vara till gagn för genomförandet. Syftet med rapporten är även att ge en samlad beskrivning, med visst fokus på frågor där HMK kan komma in i sammanhanget.

Vi är medvetna om att det i rapporten finns en viss slagsida mot GIS/Geodata och att vi inte har varit särskilt utförliga vad gäller BIM - kanske inte heller beträffande geodesi. Men vårt syfte har främst varit att ta upp sådant som ligger i nämnda gränsland och att försöka verka för att geodatakollektivet får en större insikt om fördelarna med att närma sig BIM och att få in geodesin litet tydligare i tanket.

Rapporten disponeras på följande sätt:

- I Kapitel 2 ges en beskrivning av "trojkan" BIM - GIS - Geodesi, var för sig och tillsammans.
- I Kapitel 3 förklaras de gemensamma grundbegreppen.
- I Kapitel 4 redovisas olika samverkansinitiativ, pågående aktiviteter och aktuella rapporter inom dessa områden och några slutsatser dras i Kapitel 5.

Referenser och hänvisningar görs med hjälp av länkar i den löpande texten - till webbsidor eller direkt till respektive dokument.

2 Introduktion

Detta introducerande kapitel baseras i huvudsak på ett föredrag som togs fram av författarna till ett BIM-Geodesiseminarium på KTH i november 2015, se avsnitt 4.5.1. Föredraget hade titeln *I gränslandet BIM – GIS – Geodesi*, precis som denna rapport.

2.1 Trojkan BIM – GIS – Geodesi

- BIM står för *ByggnadsInformationsModell* eller *Byggnads- InformationsModellering*. Ett centralt begrepp där är *livscykel-tänkandet* för byggnader och anläggningar.
- GIS står för *Geografiska InformationsSystem*. Begreppet GIS används dock sällan i sammanhanget. I stället utgår man vanligen från det som hanteras i systemet: *geografisk information* eller *geodata*¹⁾. I Sverige benämns branschen därför *geodatabranschen* alternativt *geodataområdet*.
- Geodesins bidrag till "trojkan" är främst *referenssystemen* samt olika *mättekniker* och *statistiska analysmetoder*.

BIM och GIS är på sätt och vis två sidor av samma mynt. BIM har ett mikroperspektiv, GIS har ett makroperspektiv: t.ex. en detaljerad beskrivning av en byggnad (BIM) vs. en översikt över byggnaden i sin omgivning (GIS). Gränsen mellan BIM och GIS är dock – och kommer att bli – något flytande.

Även geodesin ligger i detta litet diffusa gränsland eftersom ämnesområdet tangerar båda disciplinerna. Utsättning (av både in- och utsidan) från befintliga ritningar, inomhusmätning, bygg- och industri- mätning m.m. relaterar till BIM medan geodatainsamling av byggnaders och anläggningars utsida "i befintligt läge" – med olika mätmetoder – mera berör GIS.

2.2 Utvecklingstrender

BIM och GIS har olika ursprung. Därför skiljer sig prioriteringar och tankemodeller för geometrihantering och vilka data som ska lagras:

- BIM härstammar från byggnadsritningen; ett designverktyg för att beskriva något som inte finns och hur detta något ska konstrueras i detalj.
- GIS härstammar från kartan; ett verktyg för att beskriva en existerande, inmätt verklighet på ett översiktligt sätt.

¹⁾ Inom bygg- och anläggningsverksamheten är termen "geodata" sällan förekommande, och ofta associeras den då till geoteknik. Här finns alltså en grundläggande skillnad i terminologin. Internationellt är bl.a. termerna "geographic information" och "spatial data" vanligt förekommande.

Följande utvecklingstrender kan skönjas:

- BIM har alltså gått från CAD-ritningar till 3-dimensionella objektorienterade modeller – med syfte att effektivisera arbetsprocesserna. Den mesta BIM-projekteringen görs direkt i 3D.
- GIS har på motsvarande sätt gått från presentation i form av platta, generaliserade kartor till 3-dimensionella stads- och landskapsmodeller, som i sin tur blir alltmer detaljerade/realistiska; ett erfarenhetsutbyte med spelindustrin finns rörande 3D-visualisering: *Virtual Reality* vs. *In Real Life (irl)*.

Det faktum att GIS/geodata och BIM bygger på olika modelleringsprinciper gör det ibland svårt att på ett enkelt sätt konvertera och samresentera data.

- Geodesin, i sin tur, har gått från terrestra mätningar i plan och höjd till satellitpositionering i 3D. Noggranna geodetiska mätmetoder, t.ex. precisionsavvägning, har dock fått ny tillämpning inom BIM-området. Det geodetiska ämnesområdet har dessutom utvidgats och till *tillämpad geodesi* räknas numera sådana tekniker som *fotogrammetri* och *laserskanning*.

2.3 Tid som fjärde dimension

Tiden som fjärde dimension ²⁾ – utöver plan och höjd (3D) – ingår i dag i både BIM och GIS/geodata, och tidsaspekten finns även med inom geodesin:

- BIM följer en anläggning under hela dess *livscykel*. Ett intressant användningsområde är att visualisera byggprocessen, dvs. koppla ihop tidplaner med BIM-modellen för att kunna se hur anläggningen ser ut vid olika tidpunkter under byggandet.
- Med hjälp av geodata kan man analysera t.ex. samhällsutvecklingen över tid genom någon form av visualisering/animering – som kan avse både historiska data och framtida planer.
- *Övervakningsmätning*, t.ex. studier av rörelser i broar och andra anläggningar – samt monitorering av landhöjning och liknande tektoniska rörelser – är exempel på tidsrelaterade studier inom geodesiområdet.

²⁾ Termen "4D" används oftast i geodatasammanhang istället för "versionshandling", även om det kan vara lite missvisande; det kan lika väl handla om 2D + tid.

Tidsaspekten på geodata är dock inte helt okomplicerad. Man måste skilja på det **verkliga objektets** förändring över tid och förändringen av detta objekts **digitala representation** i en databas.

Objektorienterade data – och unika objektidentiteter och unika identiteter på varje geometri, se nedan – möjliggör i första hand dokumentation av ett enskilt objekts utveckling **i databasen** (*transaktionsdatum, ajourhållningstidpunkter* etc.). Flygbilder och kartprodukter – med tydligt angivna *fotograferings-* respektive *utgivningstidpunkter* – är mer lämpade för **översiktliga tidsstudier**, av t.ex. ett samhälle "in real life".

2.4 Objekt vs. geometri



Figur 2.4.a. Objekt vs. geometri. (Figur 2.12 i HMK-Databaser.)

Skillnaden mellan *objekt* och *geometri* är central och fanns redan i "gamla HMK", se Figur 2.4.a. Objektet **är inte** geometrin, objektet **har** geometri, liksom det **har** attribut. Med detta i beaktande inser man att uttryck som *punktobjekt*, *linjeobjekt* etc. bör undvikas. Punkt/linje karakteriserar **geometrin**, inte **objektet**.

Ett närmande mellan teknikområdena BIM/GIS tydliggör konceptet *multipl geometri*, som innebär att ett och samma objekt kan ha flera olika geometrier parallellt. Det kan exempelvis behövas för

- en detaljerad redovisning av en byggnad kontra den översiktliga, mer kartorienterade beskrivningen av byggnaden i sitt geografiska sammanhang.
- att möjliggöra *zoomning* mellan olika detaljeringsgrader vid presentation på bildskärm.
- att dokumentera förändringar i geometrin över tiden (4D).

Olika geometrimodeller för samma objekt kan alltså avse olika detaljeringsgrader (*Level of Detail*, se avsnitt 3.3) – men även skilda tidsperspektiv. Multipl geometri kan komma att innebära att synen på lägesosäkerhet måste ses över. Vad innebär t.ex. zoomning mellan olika detaljeringsgrader samt livscykel tänket för lägesosäkerheten – och vilka nya felfortplantningsaspekter måste tas med?

2.5 Unika identiteter

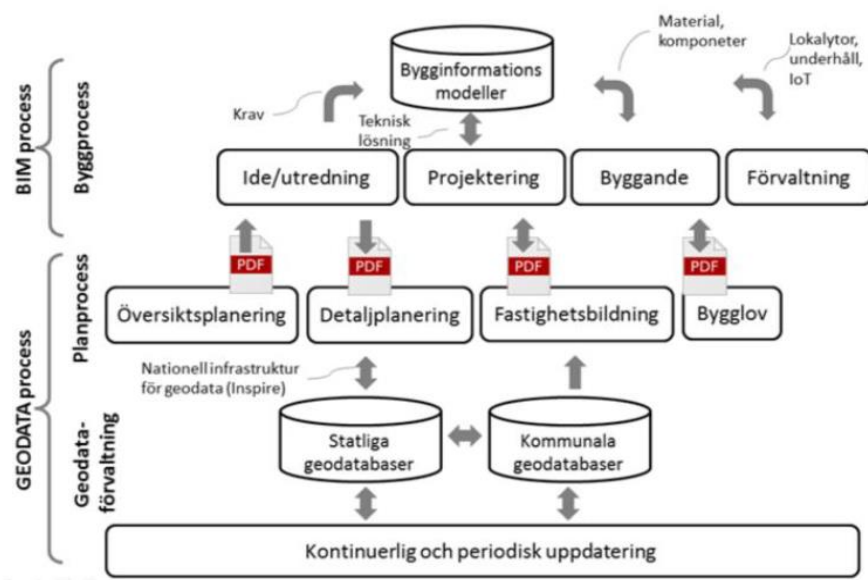
Tankegångar om *unika identiteter* för objekten har funnits länge; i t.ex. Storbritannien är detta genomfört nationellt. Nu börjar man även diskutera hur objektens olika geometrier lämpligen ska åsättas identiteter, så att tillämpningen av multipel geometri underlättas.

Identiteter/identifierare behövs också för att man ska kunna koppla attribut till geometrin. Vissa attribut hör normalt till objektet medan andra – bl.a. *kvalitetsuppgifter* som t.ex. lägesosäkerhet – mer naturligt har med geometrin och inmätningssmetoden att göra.

2.6 BIM/GIS i plan- och byggprocessen

Uppenbart närmar sig BIM och GIS varandra även om det fortfarande finns skillnader, t.ex. vad gäller rollen i plan- och byggprocessen:

- BIM är i någon mening mer aktivt: Byggnaden eller anläggningen som beskrivs är något man själv är intressent i, t.ex. för att projektera, uppföra eller förvalta. Utan sådan koppling – ingen modellering!
- GIS, å andra sidan, är mer passivt eller betraktande. Där är datafångstens syfte att dokumentera något som redan finns: landskapet som sådant eller anläggningar etc. som andra har ansvar för. Här finns alltså vanligen inget egenintresse, utan geodata utgör i regel underlag för andras verksamhet.



Figur 2.6. BIM/GIS i plan- och byggprocessen enligt Professor Thomas Olofsson, Luleå universitet, Avd. för byggkonstruktion och produktion. Datainsamling görs löpande i geodataförvaltningen genom fotogrammetrisk och geodetisk detaljmätning. I plan- och byggprocessen görs mätningen vid behov – ofta med geodetiska metoder även om andra metoder också förekommer.

3 Gemensamma grundbegrepp

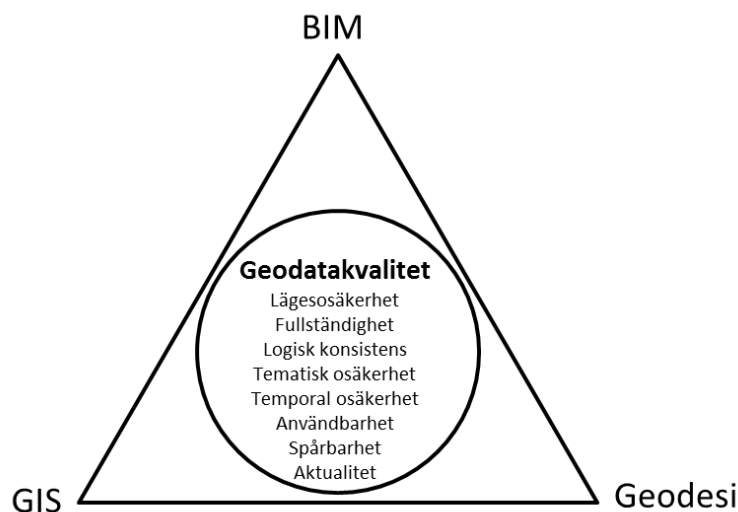
3.1 Geodatakvalitet

Begreppet *kvalitet* avser primärt, enligt ISO9000, en produkts förmåga att uppfylla användarbehoven. Kvalitetsfrågorna är därför viktiga i all hantering av en datamängd.

Datakvaliteten beskrivs med hjälp av de *kvalitetsparametrar* som hör till respektive *kvalitetstema* och till varje kvalitetsparameter kopplas sedan ett eller flera *kvalitetsmått* för att explicit "mäta" kvaliteten.

Datakvalitet inkluderar såväl kravställning i förväg, i form av *toleranser* (krav vid kontrollmätning), som redovisning av faktisk kvalitet i efterhand (*kvalitetsmärkning*). Det kan även röra sig om *klassificering* eller *visualisering* av kvalitet och kvalitetsskillnader.

Begreppet *geodatakvalitet* är centralt inom samtliga här aktuella teknikområden och bidrar till att "kitta ihop" dem, se Figur 3.1 och läs mer i [HMK-Geodatakvalitet 2015](#), avsnitt 2.7.)



Figur 3.1. Kvalitetsteman enligt ISO 19157.

Ett nytt FoU-område inom geodatakvalitet är studier av *mätosäkerhetens fortplantning* i integrerade sensorsystem, som t.ex. *mobile mapping systems*, och i integrerade system för inomhusnavigering eller inomhusmätning. Flexibla analysverktyg som kan anpassas till den aktuella kombinationen av sensorer och deras unika prestanda är konkreta hjälpmedel som kan användas vid utvärdering, utbildning och produktion.

Ett annat "hett" område – speciellt för BIM – är att studera hur kvalitetskraven varierar i *livscykelperspektivet* (projektering, byggnation, förvaltning) samt kopplingen mellan *produktivitet* och kvalitet.

Området *Map Data Quality* (kartdatakvalitet) betraktas som betydligt mer utvecklat än geodatakvalitet. Det kan tyckas märkligt eftersom GIS-branschen tidigare har beskyllts för att vara alltför "kartfixerat". Men det beror antagligen på att det är enklare att mäta kvaliteten i enskilda grunddata än att hitta bra kvalitetsmått för en så sammansatt produkt som en karta.

Området *Web Cartography* (webb-kartografi) är dock på stark framfarsch. Det är mycket från den traditionella vetenskapen kartografi som borde komma till heders igen – om än i en något annorlunda tappning, där hänsyn även tas till de nya förutsättningar som digitala media ger.

3.2 3D

3.2.1 Vad är 3D?



Figur 3.2.1. Visualisering i 3D i skogliga sammanhang: Enskilda träd (vänster), träd som en ytmodell (mitten) respektive analys av trädhöjder (höger).

Geodata i 3D (s.k. *3D-modeller*) – används som ett paraplybegrepp omfattande alla geodata som upplevs som 3D vid visualisering eller när höjdkomponenten behövs tillsammans med plankoordinater för en analys – även om resultat i sig visualiseras i 2D.

Beträffande geodata handlar det inte om en exakt realistisk avbildning av verkligheten utan olika generaliseringar, detaljeringsgrader m.m. används beroende på ändamålet. Bilderna från vänster till höger i Figur 3.2.1 är exempel på presentation av geodata i 3D med hjälp av symboler, olika färgsättning etc:

- 1) Visualisering i 3D av enskilda träd som objekt i form av symboler, som t.ex. kan beskriva art, höjd eller bredd.
- 2) Visualisering i 3D av skog, dvs. många träd, som en syntetiskt färgsatt ytmodell.
- 3) Analys i 3D av trädhöjder i ett grid (rutnät) som visualiseras i 2D i form av en färgramp från grön över gul till röd ju högre träden är.

I många sammanhang avser 3D att ett objekt beskrivs i form av volymer. I geodatasammanhang avses även ytor, linjer och punkter med höjdinformation eftersom det är det som syns och kan mätas in. (se avsnitt 3.2.3).

3.2.2 Olika typer av 3D-modeller

3D-modeller kan skapas på flera olika sätt, se Figur 3.2.2.a.



Figur 3.2.2.a. Bilderna är, uppifrån och ned, exempel på tre vanliga typer av 3D-modeller inom geodataområdet. (Källa: Ramverk för nationella geodata i 3D):

1) Objektorienterad 3D-modell, markmodell (DTM) med 3D-objekt ovanpå. Markytan och 3D-objekten, t.ex. byggnader, kan textureras med bildinformation för att åstadkomma en fotorealistisk 3D-modell. Markmodellen tas fram ur 3D-punktmoln medan övriga objekt även kan tas fram med andra mätmetoder, t.ex. fotogrammetrisk eller geodetisk detaljmätning.

2) 3D-punktmoln, tas fram genom laserskanning eller matchning ur bilder. Om varje punkt färgsätts från bilder erhålls en fotorealistisk 3D-modell.

3) 3D-bildmodell, en fotorealistisk modell (högra bilden) som tas fram genom att drapera bildelement i varje triangel i en ytmodell (DSM) i form av en TIN. TIN-modellen (vänstra bilden) tas fram ur ett 3D-punktmoln.

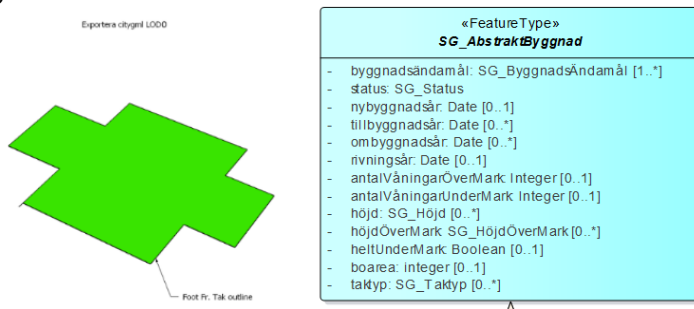
De olika typerna kan kombineras om så önskas och man kan även se det som att de uttrycker olika förädlingsgrader. Den modell som innebär mest arbete är den objektorienterade eftersom den kräver vektorisering och attributsättning. Å andra sidan ger den ökade möjligheter till analyser av olika slag.

3D-bildmodellen ger det mest fotorealistiska intrycket vid visualisering men nyttjas inte för analyser i någon högre grad. Ett färgsatt 3D-punktmoln ger vid hög punkttäthet också ett fotorealistiskt intryck. Det kan även användas för automatisk förändringsdetektering och objektrekonstruktion av vektordata med mera.

BIM är oftast baserad på objektorientering och geometribeskrivningar med hög detaljeringsgrad, samt annan information som hör till objekten. De flesta geometrier är 3D-volymer.

Vid konvertering mellan geodata och BIM handlar det om geodata som objektorienterade 3D-modeller och inte som 3D-punktmoln eller 3D-bildmodeller.

Även om geometrin är 2D kan det finnas indirekt information om 3D i attribut till geometrin eller objektet. I Figur 3.2.2.b finns det attribut för höjd och höjd över mark, liksom för antal våningar över och under mark. Med dessa attribut och 2D-geometrin kan användaren själv skapa 3D-modeller eller göra analyser som t.ex. bygger på antal våningar.



Figur 3.2.2.b. Exempel på attribut till en byggnad. (Ur Svensk geoprocess "DPS – Byggnad").

På samma sätt kan 3D-symboler för träd skapas när endast plankoordinater finns för trädets stam och med attribut som innehåller höjd, utbredning m.m.

3.2.3 Geometrisk representation

Dimensionen på en *geometrisk representation* beror på hur höjder redovisas. Det kan ske på litet olika sätt:

- höjd som ett attribut, t.ex. höjden på ett berg
- höjdvärden på geometri; på en punkt eller på brytpunkter ingående i en linje eller en yta
- höjd i en tredimensionell geometri, en volym (även benämnd *kropp*)
- höjdvärden i en yttäckande höjdmodell.

Inom [EuroSDR](#) finns en undergrupp som benämns [Special Interest Group on 3D](#) (*EuroSDR 3DSIG*). Den har tagit fram en preliminär beskrivning av olika typer av geometrisk representation.

Beskrivningen utgör ett viktigt steg mot en standardiserad terminologi inom detta område. Den delar in geometrisk representation i fyra huvudgrupper – samt ett antal undergrupper/varianter beroende på vad dagens bearbetningssystem klarar av att hantera – enligt följande (se även Tabell 3.2.3):

- **3D-volymer**; från enkla "lådor" till komplexa byggnader
- **3D-ytor**; från 2D-polygoner med en horisontell höjd, via TIN till komplexa terrängmodeller med tunnlar och håligheter
- **3D-linjer**; t.ex. vägnät med olika komplexitet
- **3D-punkter**; en punkt med ett höjdvärde.

3D-ytor, variant 2 (3DS2) i tabellen, motsvarar uttrycket "2,5D" – en svårbegriplig term som gärna får utmönstras.

Tabell 3.2.3. Preliminär beskrivning av olika typer av geometrisk representation enligt EuroSDR 3DSIG.

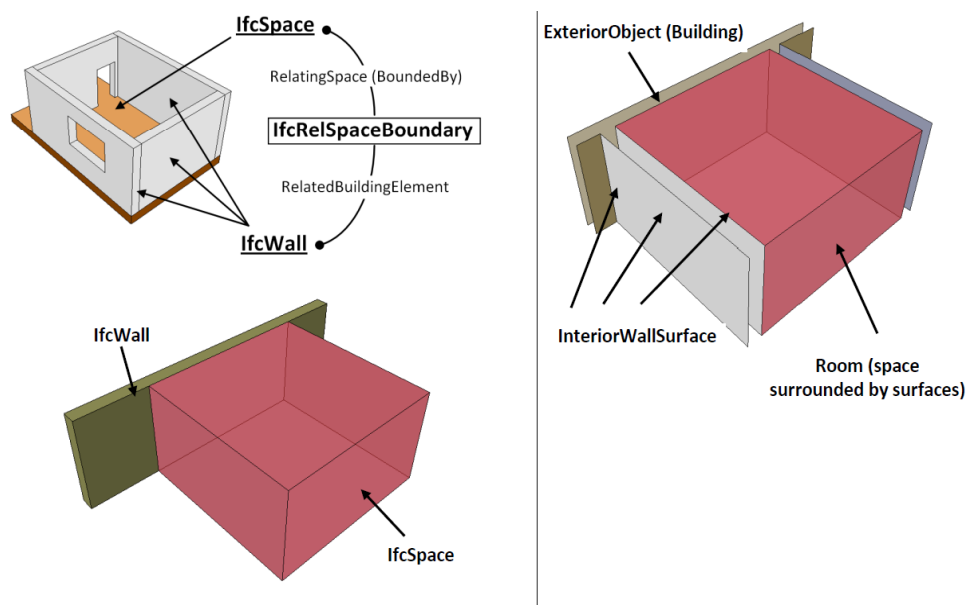
Space	Geometric representation		Description	Example
3D	3DV (Volume)	3DV4	Volume (polyhedron), multi-surface or solid	Complex building, city model objects
		3DV3	Volume (sphere or cylinder), point or line extruded radially	Safety zone, pipe
		3DV2	Volume (prism or polyhedron), sloping or irregular polygon extruded vertically	Building with sloping roof, stream with depth
		3DV1	Volume (cuboid or prism), horizontal polygon (also 2D + elevation attribute) extruded vertically	Simple building with flat roof (box)
	3DS (Surface)	3DS4	Mesh or polygon, vertical surface and overhangs allowed	Complex terrain model with tunnels and caves, complex stream
		3DS3	Plane, line extruded vertically	Border, fence
		3DS2	TIN or polygon, vertical surface and overhangs not allowed (2.5D)	Simple terrain model, simple stream, roof
		3DS1	Horizontal polygon (also 2D + elevation attribute)	Lake, sports field
	3DL (Line)	3DL3	Line with z-values, vertical lines and self-intersections in 2D allowed	Complex road network
		3DL2	Line with z-values, vertical lines and self-intersections in 2D not allowed (2.5D)	Simple road network
		3DL1	Line, point extruded vertically	Pole, lamp post
	3DP (Point)		Point with z-value	

3.2.4 Geometri i BIM och GIS

En viktig skillnad mellan BIM-data och andra "byggnadsdata" framgår av Figur 3.2.4. Där görs en jämförelse mellan följande två standarder:

- [CityGML](#); en företagsoberoende tillämpningsstandard för 3D-GIS från OGC ([Open Geospatial Consortium](#)), baserad på 19100-serien från ISO ([International Organization for Standardization](#)).
- [IFC](#) ([Industry Foundation Classes](#)), en likaledes företagsoberoende tillämpningsstandard för BIM från [buildingSMART](#), (tillika ISO-standard Nr. 16739).

I BIM-data är väggarna egna 3D-objekt i form av volymer (byggelement med attribut som t.ex. "material") men i GIS-data, från en inmätning med syfte att dokumentera inomhusmiljön för andra ändamål, utgör väggarna vanligen bara ett tomt utrymme mellan de inmätta 3D-ytorna.



Figur 3.2.4. En vägg i CityGML (högra bilden) beskrivs som 3D-ytor medan IFC (vänstra bilden) beskriver väggen som en volym. Dvs. en vägg i IFC kommer att beskrivas av en kompakt 3D-volym medan CityGML beskriver den som två 3D-ytor – en invändig och en utvändig – med luft emellan. (Källa: El-Mekawy et.al. (2012): *An Evaluation of IFC-CityGML Unidirectional Conversion*)

Vidare består geodata enligt CityGML bara av punkter med linjer emellan, både i 2D och 3D. BIM-modeller för projektering och byggande består däremot ofta av matematiska funktioner, eftersom det är viktigt att modellen verkligen beskriver det som ska byggas. En kurva behöver redovisas som en kurva, det duger inte med punkter med räta linjer mellan.

[The need to integrate BIM and geoinformation](#) diskuteras mer i detalj på webbplatsen [GIM International](#). Och i den nyligen publicerade artikeln [Automatic conversion of IFC datasets to geometrically and semantically correct CityGML LOD3 buildings](#) ges förslag på hur man kan överbrygga skillnaderna mellan de två öppna BIM- respektive 3DGIS-standarderna.

I artikeln föreslås en ny algoritm för automatisk konvertering mellan IFC:s byggnadsmodeller och geometriskt giltiga byggnader enligt CityGML:s LOD3. De har utvecklat en lösning där geometrierna modifieras för att man ska kunna konstruera giltiga LOD3-modeller.

Artikeln visar resultaten för olika typer av IFC-modeller och några enkla ändringar av IFC-standarderna föreslås, som skulle ge en enklare och bättre konvertering till CityGML. LOD3-modellen som beskrivs liknar den som finns i specifikationen [Svensk geoprocess, Byggnad](#).

3.3 Detaljeringsgrad – Level of Detail (LoD)

LoD (*Level of Detail* ³⁾) är ett begrepp som används främst i GIS-sammanhang men även förekommer inom BIM. Det är ett standardiserat sätt att bl.a. beskriva detaljeringsgraden i redovisningen av ett objekts geometri – enligt litet olika system. Ju högre detaljeringsgrad, desto närmare BIM – och desto viktigare blir de geodetiska metoderna.

Även här är animering möjlig – t.ex. genom (ut)zoomning från en detaljerad redovisning av en byggnad till den översiktliga, mer kartorienterade beskrivningen. Modellerna skulle då bli överförbara från BIM till GIS – och vice versa. På så sätt skulle man kunna dra nytta av digitala flöden, dvs. ge bättre förutsättningar för automatik och industriella processer.

I standarden *CityGML 2.0* ⁴⁾ har en indelning i fem LoD-nivåer tagits fram för utbyte av grundläggande geodata i 3D-stadsmodeller (se Figur 3.3):

LOD0 – regional, landscape

LOD1 – city, region

LOD2 – city districts, projects

LOD3 – architectural models (outside), landmarks

LOD4 – architectural models (interior)



Figur 3.3. Level of Detail (LoD) för byggnad enligt standarden *CityGML 2.0*; LoD0 avser byggnaden avbildad som en yta (dvs. som i en traditionell 2D-karta). LoD1 avser en volym i form av enkel "lådmödel". LoD2 är en enkel modell med enkla standardiserade takformer. LoD3 avser en komplex modell a la "arkitekturritning". LoD4 kompletterar LoD3 med inomhusdetaljer. (Källa: TU Delft)

³⁾ Inom BIM förekommer även begreppen "Informationsnivå" och "Level of Development" i liknande betydelse.

⁴⁾ För nästa version, *CityGML 3.0* som beräknas komma om några år, diskuteras man att låta LoD4 uppgå i LoD3 och att en enklare typ av inomhusrepresentation ska finnas för LoD1 och LoD2. Det visar att begreppen inte är helt statiska.

Projektet ELF ⁵⁾ ([European Location Framework](#)), som tar fram en teknisk infrastruktur i syfte att harmonisera nationella grunddata, har också sin egen variant av LoD:

ELF master LoD0 > 1:5 000

ELF master LoD1 < 1:5 000 > 1:25 000

ELF master LoD2 < 1:25 000 > 1:100 000

ELF regional < 1:100 000 > 1:500 000

ELF global < 1:500 000

Inom BIM-området har detaljerade principer för indelning i LoD utarbetats av bland annat AIA ([American Institute of Architects](#)):

1. Byggnadens övergripande volymer med areor, volymer, orientering, läge. Byggnadsfunktion kan anges.
2. Byggnadsdelar som övergripande system eller konstruktioner med approximativ mängd, storlek, läge, orientering.
3. Byggnadsdelar som preciserade konstruktioner med angivande av mängd, storlek, form, läge och orientering.
4. Byggnadsdelar som preciserade konstruktioner med angivande av mängd, storlek, form, läge och orientering + ingående delar och anslutningar.
5. Utförda konstruktioner med angivande av mängd, storlek, form, läge och orientering + ingående delar och detaljer.

I AIA har dock LoD en annorlunda uttydning: *Level of Development*. I deras senare publikationer betecknas dessutom nivåerna 100-500 i stället för 1-5, vilket gör det möjligt att lägga till nya nivåer såväl i slutet som mellan befintliga nivåer (t.ex. 350 mellan 300 och 400).

3.4 HMK:s standardnivåer

För att stödja geodatainsamling för olika användningsområden har i HMK begreppet *HMK-standardnivå* introducerats. Det definieras som ”rekommendationer för beställarens val av metod och parametrar vid geodatainsamling för ett visst användningsområde”. HMK:s standardnivåer har ett snarlikt syfte som LoD, men de är mer inriktade på den totala geodatakvaliteten än enbart hur detaljerad den geometriska representationen är.

Standardnivåerna baseras dels på kraven från beställare, användare, tillämpningar och produkter, dels på de tekniska produktionsmöjligheter som finns i dag. De ger också ett begränsat antal varianter, vilket effektiviserar och standardiserar produktionen och gör datakvaliteten mer homogen.

⁵⁾ ELF har i oktober 2016 övergått i ”European Location Services” (ELS).

Fyra standardnivåer är definierade (se [HMK-Geodatakvalitet 2015](#), avsnitt 2.6). Standardnivåerna ska hjälpa beställaren att hitta en korrekt kravbild, där slutprodukternas kvalitet blir den önskade, oavsett vilken utrustning eller programvara som används. Nivåerna numreras från 0 och uppåt, där 0 är den nivå som har de lägsta kvalitetskraven.

Det sker enligt följande:

0. Global/nationell mätning och kartläggning.
1. Nationell/regional mätning och kartläggning för översiktlig planering och dokumentation av byggande, infrastruktur, miljö, naturvård, risker, skog m.m.
2. Mätning och kartläggning av tätort för kommunal detaljplanering och dokumentation.
3. Projektinriktad mätning och kartläggning för projektering, byggande och förvaltning av bebyggelse, vägar och övrig infrastruktur.

Som vi redan har sett tillåter denna konstruktion expansion i efterhand – om högre kvalitetskrav uppkommer eller om teknikutvecklingen innebär möjlighet till kvalitetshöjningar. Observera att *kvalitet* ofta avser mer än mätosäkerhet, till exempel bildupplösning, tolkbarhet, aktualitet m.m.

HMK-dokumenterna hanterar dock endast nivå 1-3, se Figur 3.4. Via HMK-standardnivå 3 och Trafikverkets medverkan i framtagningen av dokumenterna rörande geodatainsamling stöds BIM till viss del redan nu av HMK.



Figur 3.4. Illustration av HMK:s standardnivåer 1-3, från vänster till höger.

3.5 Detaljeringsgrad vs. upplösning, skala och generalisering

De tre orden *detaljeringsgrad*, *skala* och *upplösning* är inte synonymer men överlappar varandra.

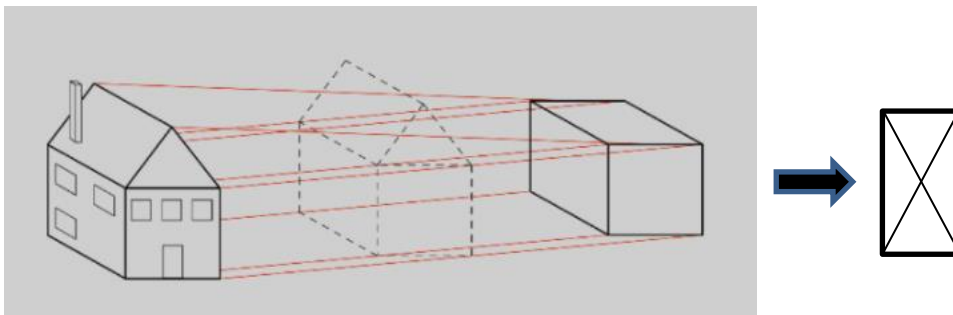
Ett objekt i verkligheten kan, beroende på behoven, ha flera olika geometrier med olika detaljeringsgrad. I vissa fall finns standardiserade LoD, t.ex. för byggnaders detaljeringsgrad enligt en formell standard. I andra fall används skalbegreppet för att ange lämplig presentationsskala eller upplösning för bild- och rasterinformation.

Detaljeringsgrad ska inte förväxlas med kvalitet. T.ex. kan Domkyrkan i 2D i vänstra bilden i Figur 3.5.a vara inmätt geodetiskt på centimeternivå medan samma byggnad i den högra bilden kan vara inmätt med fotogrammetri på decimeternivå. Vilken geometri har då högst kvalitet?



Figur 3.5.a. Geodata med olika detaljeringsgrad.

Detaljrikedom i geodata hanteras vanligen genom *generalisering*, t.ex. att data döljs eller förenklas vid utzoomning. I en *zoomningsbar*⁶⁾ modell kan en enklare redovisning härledas "automatiskt" ur en mer komplicerad – eller tvärtom.



Figur 3.5.b. Bilden längst till vänster är BIM-inriktad 3D som generaliseras åt höger till enklare 3D-modeller och slutligen 2D i form av byggnadens "fotavtryck"; sedan kan kartan i 2D generaliseras i sig (Källa: Vänstra bilden från TU Delft)

Generaliseringen går från 3D (detaljerat) till 2D (översiktligt), se Figur 3.5.b. Möjlighet till generalisering saknas dock ofta i BIM, vilket leder till att detaljerade modeller kan bli svåra att hantera över större områden och i översikter.

⁶⁾ "Zoomning" är en etablerad term på svenska men inte "zoomningsbar". "Zoomable" och "zoomability" finns dock i engelskan i den betydelse vi här eftersträvar. Först tänkte vi använda "skalbar/skalbarhet", men blev varse att dessa termer har en specifik betydelse i IT-världen (utbyggbarhet utan allvarlig försämring av prestanda) och därför är olämpliga här.



Figur 3.5.c. Lantmäteriets topografiska webbkarta i skala 1:11 000 vs. 1:12 000 – ett exempel på generalisering vid skalbyte.

Gränsen för att redovisa enskilda byggnader i Lantmäteriets topografiska webbkarta går mellan 1:11 000 och 1:12 000 (se Figur 3.5.c). Därefter – vid småskaligare presentation (utzoomning) – finns det tre olika klasser av bebyggelseområden och ett antal signaturbyggnader. Även öar och strandlinjer m.m. generaliseras.

Dvs. innehållet och generaliseringsgraden kan även här vara regelbestämd med utgångspunkt i att redovisningen av enskilda objekt anpassas till presentationsskalan snarare än till fixa detaljeringsnivåer.

Den *geometriska upplösningen* bestämmer vad som kan tolkas i bilderna – dvs. indirekt vilken detaljeringsgrad som är möjlig att er-hålla, se Figur 3.5.d och Tabell 3.5.



Figur 3.5.d. Geometriska upplösningens betydelse för tolkningsmöjligheterna.

Tabell 3.5. Exempel på tolkningsmöjligheter vid stereokartering för olika geometriska upplösningar. (Källa: HMK-Bilddata.)

Geometrisk upplösning (m)	Exempel på vid vilken upplösning olika objekt kan börja tolkas och mätas
0,50	Väggkant grus, Väg målad linje, Byggnad - geometri, Strandlinje, Kaj, Brygga
0,25	Byggnad - tolkning användning, Slänt, Dike
0,10	Väggkant asfalt, Trottoarkant, Spår (räl), Byggnad - takdetaljer, Altan, Staket, Plank, Mur, Kraftledningsstolpe, Lyktstolpe, Armatur, Brunnslock
0,05	Väg - stödremsekant, Trappa, Luftledning, Elskåp, Trafikskylt, Vägräcke - navföljare

Bild- och höjddata i rasterform kan skalas om i olika nivåer genom att man succesivt fördubblar värdet på den geometriska upplösningen. Dessutom finns olika interpolationsmetoder att tillgå.

Höjddata i TIN kan snarast betraktas som vektordata med brytpunkter och linjer emellan punkterna. Brytpunkterna kan glesas ut genom att sätta upp regler på hur mycket ett höjdvärde får avvika mellan utgångsdata och resulterande data.

3.6 Lokala vs. geodetiska referenssystem

Området *referenssystem* – *koordinatsystem* och *höjdsystem* – är ett viktigt geodesibidrag till BIM. En utmaning är att koppla ihop referenssystemen för BIM/CAD och geodesi/geodata/GIS samt att kunna ”zooma sömlöst” mellan de två.

BIM/CAD-data är oftast definierade i ett lokalt *rätvinkligt, kartesiskt koordinatsystem* när man jobbar med hus och liknande företeelser. Modellerna är dessutom nedbrutna i delar – *golv, vägg* osv. – som i sin tur ligger i ett eget koordinatsystem i egna filer/system. Det finns inte någon allmän standard för hur absoluta höjder anges i BIM/CAD-system och det är även vanligt att ett objekts läge anges i förhållande till ett annat objekt.

I geodesi/geodata arbetar man normalt i en *kartprojektion* (*Northing, Easting*), eller med *geografiska koordinater* (*latitud/longitud*) på en definierad *referensellipsoid*. Man kan säga att BIM/CAD antar att jorden är platt, medan GIS – till priset av större matematisk komplexitet – utgår från att jorden liknar en ellipsoid.

För projekt med en stor geografisk utbredning blir *jordkrökningen* tidigt ett problem för BIM/CAD och det är dessutom svårt att hålla låg mätosäkerhet över långa avstånd. Men även kartprojektioner har problem om områdena blir tillräckligt stora.

Därför har vi i Sverige infört lokala varianter av det nationella referenssystemet SWEREF99 för att motverka detta. Globala verksamheter som t.ex. *meteorologi, sjöfart* och *flygtrafik* använder dock genomgående geografiska koordinater, utan projektioner, för att undvika detta problem.

En sömlös övergång mellan inomhus- och utomhuspositionering kommer att bli allt viktigare allteftersom BIM och GIS växer ihop.

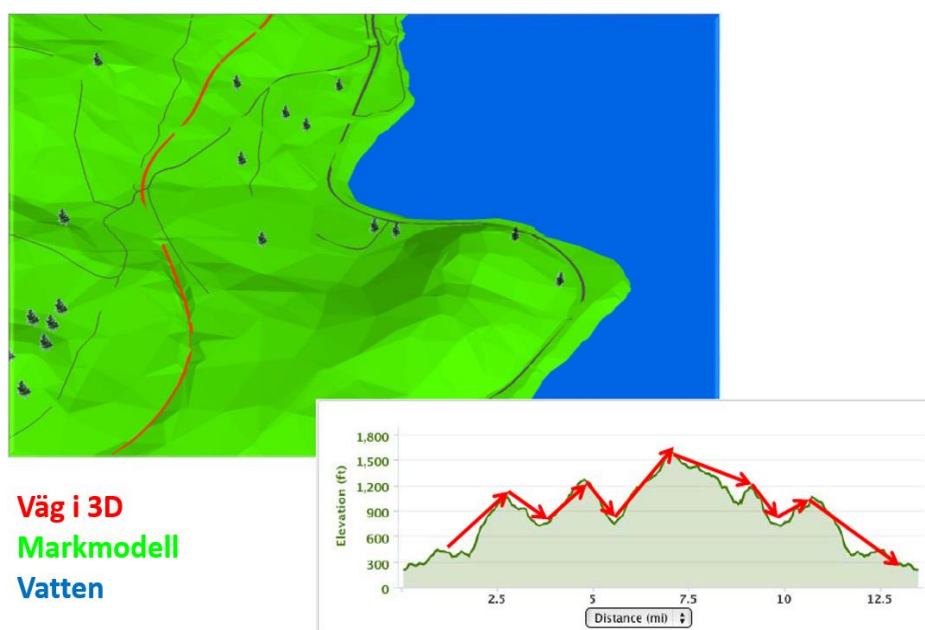
3.7 Kombinerbarhet i 3D

Kombinerbarhet beskriver hur väl (geo)data från olika källor låter sig kombineras – dvs. hur objekt kan fogas samman i en applikation eller en produkt, t.ex. i en kartpresentation eller en 3D-modell.

Några av de rent *formella* förhållanden som påverkar kombinerbarheten är följande:

- Även om objekten benämns lika kan de vara *definierade på olika sätt* samt ha *olika geometrisk representation* (detaljeringsgrad, generalisering etc.) – beroende på det tänkta tillämpningsområdet, ambitionsnivåer etc.
- Data kan vara redovisade i *olika referenssystem*, t.ex. nationella vs. lokala koordinater eller absoluta vs. relativa höjder. Då kan det behövas tilläggsinformation (*semantik*) för hur uppgifterna har angetts samt hur omräkningar bör göras.
- Data kan ha *olika lägesosäkerhet*, inkl. problematiken intern vs. extern osäkerhet.
- Det kan finnas *policies, regler och andra bestämmelser som begränsar användningen* av data till vissa ändamål.

De mer *presentationsinriktade* aspekterna på kombinerbarhet redovisas i figurerna 3.7.a-b. Problem i detta avseende blir uppenbara då de vanligen kan upptäckas med blotta ögat i en bildrepresentation av data.



Figur 3.7.a. Exempel på väg i 3D som inte sammanfaller med markmodellen, det vill säga data är inte kombinerbara. Den övre bilden visar att vägen bitvis ligger över eller under marknivån. Den undre bilden visar vägens höjdprofil och att brytpunkterna i plan är alltför glesa för att följa markmodellen. Fel kan också uppstå om planläget har hög osäkerhet, vilket kan leda till att höjduppgifterna tas från dikesbotten istället för på vägmitt. (Källa: Swisstopo)

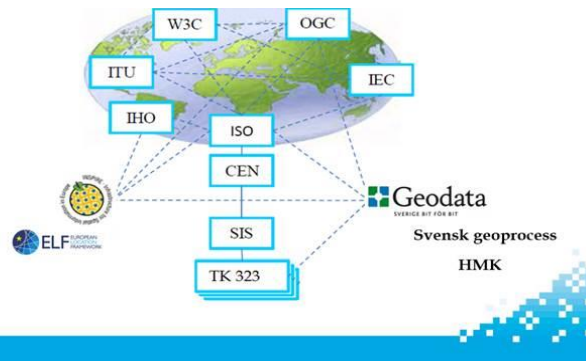


Figur 3.7.b. Exempel på dålig kombinerbarhet i plan mellan karterat vattendrag i 2D och terrängskuggad markmodell. Om höjdsättning av vattendraget görs med markmodellen så blir det fel i höjd eftersom vattendragets position ligger på land. För att uppnå kombinerbarhet måste vattendragets planläge först flyttas och sedan höjdsätts vattendraget i det nya korrekta planläget. Om vattendraget hade varit i 3D med korrekt höjdvärde så hade det hamnat under marken på grund av fel planläge. Den högra modellen visar att skymmande skog är anledningen till vattendraget karterats i felaktigt planläge. (Källa: Ramverk för Nationella geodata i 3D)

För att implementera en effektiv insamling och användning av geodata i 3D är det centralt att en framtida produktion utgår från att samla in 3D-data direkt – från vilket 2D sedan är en följdprodukt och inte tvärtom. Att skapa 3D ur 2D ska mer ses som en kvalitetshöjande åtgärd av engångskaraktär, för fortsatt förvaltning i 3D.

4 Samverkansinitiativ

4.1 Samordning Geodata/Geodesi



Figur 4.1. Internationell och nationell samordning inom geodata/geodesi.

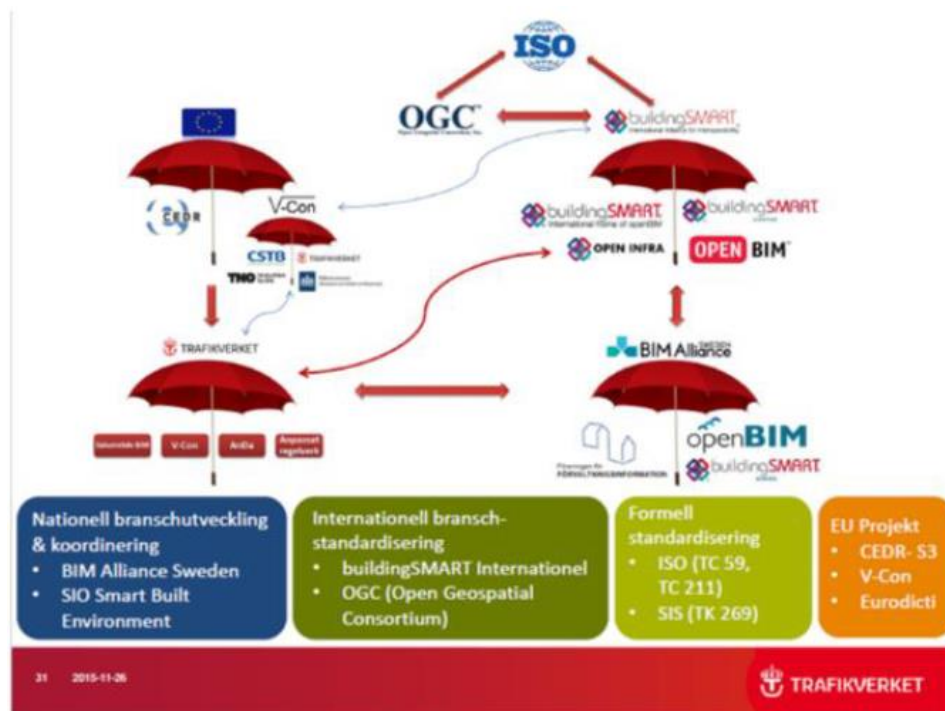
Inom detta område finns en omfattande internationell och nationell samordning, som delvis är gemensam för GIS/geodata och geodesi. Samordningen beträffande grundläggande geodata utgår från formella standarder som omsätts i internationella och nationella profiler. Internationellt har standardiseringen främst bedrivits inom [ISO](#) och [OGC](#), samt av [IHO](#) ([International Hydrographic Organization](#)) inom sjöfarten. Ramverk för specifikationer och geodatakvalitet baseras ofta på ISO:s 19 100-serie.

Den serien tas fram av [ISO/TC211 Geographic information](#) och brukar benämnas "världsstandarderna för geodata". Ramverken är i praktiken abstrakta och måste realiseras av varje användare – i egen regi eller genom samverkan. OGC gör tillämpningsstandarder, som t.ex. utbytesformatet *CityGML* för 3D-stadsmodeller, se avsnitt 3.2.4.

På europainivå finns EU-direktivet [Inspire](#) och *ELS* (f.d. ELF-projektet, se avsnitt 3.3), som syftar till ökad samordning beträffande grundläggande geodata. På nationell nivå kan [SIS/TK 323](#), [geodatarådets/geodata.se](#), [geodatasamordningen](#), [Svensk geoprocess](#) och [HMK](#) nämnas. Man brukar prata om att skapa en *SDI* (*Spatial Data Infrastructure*). Mycket arbete återstår dock innan geodata kan strömma sömlöst över organisations-, kommun- och nationsgränser.

Geodesin utgör en del av geodatastandardiseringen. Dessutom finns det specifika geodesitekniska samordningsaktiviteter, t.ex. rörande gemensamma referenssystem, formatfrågor och referensstationer för GPS/GNSS. Det finns en väletablerad internationell organisationsstruktur även inom geodesin, t.ex. genom organisationer som [NKG](#) (*Nordiska Kommissionen för Geodesi*), [EUREF](#) (*European Geodetic Reference Systems*) och [IAG](#) (*International Association of Geodesy*).

4.2 Samordning BIM



Figur 4.2. Trafikverkets bild av standardiseringsaktiviteter inom BIM presenterat av Ingmar Lewén vid KTH-seminariet BIM/Geodesi 2015-11-25.

Inom BIM-området verkar den internationella organisationen [buildingSMART](#) (*bSI*) för utveckling och standardisering av informationshantering i byggnation och fastighetsförvaltning. Bland annat hanterar man den öppna standarden IFC, se avsnitt 3.2.4.

[BIM Alliance](#), som representerar Sverige i buildingSMART, är en ideell sektorsdriven förening med för närvarande 170 medlemmar. Den syftar till att främja implementering av BIM i projekt och förvaltning, att förvalta och tillhandahålla gemensamma standarder och verktyg och att initiera och främja gemensamma utvecklingsinsatser.

Trafikverket är Sveriges största byggherre som varje år genomför flera anläggningsprojekt i miljardklassen. Som en dominerande aktör inom anläggningsbranschen medverkar man aktivt till införandet av BIM i hela den svenska anläggningsbranschen. [Läs mer.](#)

4.3 Standardisering BIM/Geodata

Standardisering inom BIM och geodataområdet bedrivs i dag i förhållandevis parallella spår.

I grund och botten handlar både BIM och geodata om objektorienterad informationshantering, där en del av informationen avser lägesbundna geometrier i olika former. Arbetet bör därför kunna samordnas bättre.

En gemensam BIM-/ geodatastandardisering förutsätter dock en gemensam terminologi. Det finns även olikheter i sättet att hantera referenssystem, detaljeringsgrader, kvalitetsfrågor, informations- och geometrimodeller som måste överbryggas. Det gäller framför allt att definiera vad som kan göras gemensamt och vad som måste lösas i respektive spår. På grund av den tidigare beskrivna "tre-enigheten" – mellan BIM, GIS och geodesi – bör även geodetisk kompetens tillföras denna typ av standardiseringsarbete.

Internationellt pågår emellertid några samordnade aktiviteter rörande möjligheterna att kombinera BIM och GIS/geodata, t.ex:

- ISO/TC211 har tagit ett initiativ som kallas [ISO/AWI 19166 Geographic information - BIM to GIS conceptual mapping \(B2GM\)](#).
- OGC och bSI har ett visst standardiseringssamarbete vad gäller gemensam modell för infrastruktur: [OGC InfraGML](#) (under framtagande) respektive [IFC Alignment](#). Det syftar till att underlätta konvertering mellan OGC och IFC.

4.4 Nationell samordning BIM/Geodata

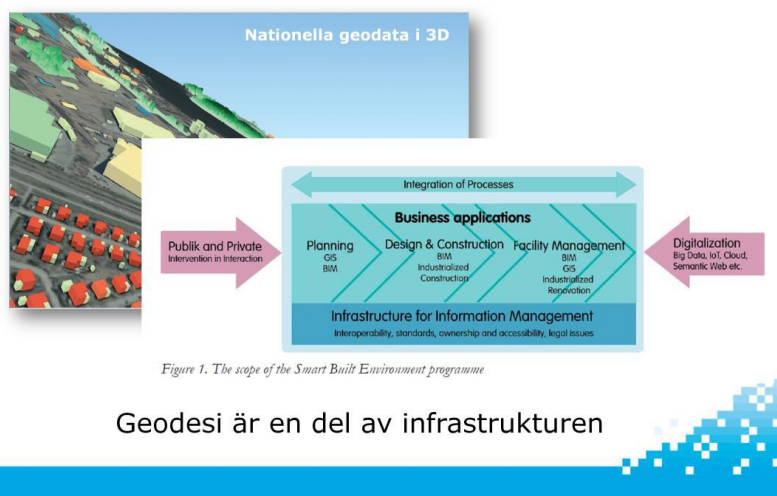


Figure 1. The scope of the Smart Built Environment programme

Geodesi är en del av infrastrukturen

Figur 4.4. Nationell samordning BIM/GIS/geodata – med Geodesi som en del av infrastrukturen.

I slutrapporten [BIM – standardiseringsbehov](#), från BIM Alliance, påvisas behovet av att samordna informationsstrukturer för BIM och geodata med gemensam nomenklatur och klassificering när det gäller hantering av plandata och bygglov.

Idag uppstår svårigheter för myndigheter och kommuner att utföra sina uppgifter på ett effektivt sätt eftersom det inte finns någon standardiserad koppling mellan GIS och BIM. Det är svårt för utförarna

att ta till sig kraven på de objekt som ska byggas då kraven oftast presenteras i textdokument istället för attribut kopplade till geografiska områden eller geometriska objekt.

I Lantmäteriets regeringsuppdrag [Förutsättningar för att tillhandahålla kart- och bildinformation i tre dimensioner \(3D\)](#), dnr. 505-2013/3895, 2014, pekas integration av geodata och BIM-data ut som väsentlig för den framtida utvecklingen av 3D-dataanvändningen i Sverige.

[Nationella geodata i 3D](#) är ett Lantmäteriprojekt baserat på ett fortsatt regeringsuppdrag under 2015-16. Det syftar till att, i samverkan med andra myndigheter och kommuner, ta fram ett [Ramverk för nationella geodata i 3D](#) – till nytta för viktiga samhällsprocesser, bland annat samhällsbyggnad inklusive BIM.

Utan en gemensam geodetisk infrastruktur kan dock inte geodata från olika aktörer kombineras, t.ex. vad gäller positionering/referenssystem.

4.4.1 Svensk geoprocess – geodataspecifikationer och mättingsanvisningar

I samverkansprojektet *Svensk geoprocess* utarbetas standardiserade geodataspecifikationer med målet att underlätta utbytet av enhetliga geodata. Arbetet bedrivs i samverkan mellan kommuner, Lantmäteriet och andra berörda myndigheter. Även om syftet ursprungligen avser utbyte inom geodataområdet så har arbetet börjat nämnas som en viktig komponent i utvecklingen inom samordning GIS/geodata och BIM.

Specifikationerna baseras på standarden [SS-EN ISO 19131:2008, Geografisk information – Specifikation av datamängder](#). De överensstämmer i möjligaste mån med *Inspire*:s dataspecifikationer och är indelade i nio teman: Bild, Vatten, Markanvändning och marktäckning, Markdetaljer, Höjd, Väg och järnväg, Byggnad, Adress samt Stompunkter. Information om det/de referenssystem som använts vid datainsamlingen beskrivs vid datautbyte enligt standarden *XML*.

En viktig del i utbytet är att geodainsamlingen har gjorts på ett likartat sätt – d.v.s. att inmätningen har utförts på samma ställe på den verkliga företeelsen och att den digitala lagringen har skett med samma typ av geometri. Hänvisning till HMK-dokument görs bland annat avseende just datainsamling.

Några av temana har därför kompletterats med instruktioner om hur de olika objekttypernas företeelser i verkligheten ska mätas in och representeras geometriskt. Dessa instruktioner benämns *mättingsanvisningar* och en [samlad beskrivning](#) gavs ut 2016. Den är under utveckling för att bland annat 3D-anpassas under 2017.

Grundtanken i Svensk geoprocess är att objekttypers definitioner inte är baserade på hur de representeras geometriskt. Detta ger möjlighet att representera objekt med flera geometrier.

Två gemensamma modeller har tagits fram som kan användas i olika typer av specifikationer. Dessa modeller beskriver: "*Identifierare och livscykelinformation för objekt*" samt "*Geometrier som kan användas för att geometriskt beskriva ett objekt*".

Alla geometrier ska ha minst en identifierare/identitet. För de objekt som geometrierna representerar är dessa uppbyggda på samma sätt. I tillägg till detta kan man sätta flera attribut på en geometri. Efterfrågan på att veta höjd på företeelser i olika sammanhang ökar ständigt, men höjd mäts på olika sätt. Höjddata har traditionellt sett hanterats som antingen ett ytterligare attribut på ett objekt eller som en "höjdvärde" på en geometri.

Mätanvisningarna rekommenderar att inmätning av företeelser görs på den högsta punkten eftersom läget på marken oftast kan fås av en höjddatamodell. Det gör att man i större utsträckning kan använda geometrin i frågeställningar som kräver 3D-representation.

Anvisningarna är skrivna utifrån utbyte av geodata, dvs. att den geometri som anges är den som ska användas i kommunikationen med en annan organisation. Det hindrar inte att man internt lagrar geometrierna på det sätt som bäst tillgodoser den egna organisationens behov.

Anvisningarna har viss koppling till HMK:s standardnivåer. De är både användbara och pedagogiska – med sin åtskillnad mellan objekt och geometri samt sin inriktning mot multipel geometri.

4.4.2 CoClass

[CoClass](#) är namnet på det nya digitala klassifikationssystemet för all byggd miljö i Sverige som lanserades hösten 2016. Det bedöms vara en vital del i förverkligandet av den fulla potentialen hos BIM och är resultatet av ett omfattande branschgemensamt utvecklingsprojekt med Svensk Byggtjänst, BIM Alliance, Trafikverket och Sveriges Kommuner och Landsting (SKL) m.fl. som initiativtagare.

Arbetet med CoClass har fått utvecklingsstöd från bl.a. [Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond](#) (SBUF) och Smart Built Environment (se nästa avsnitt).

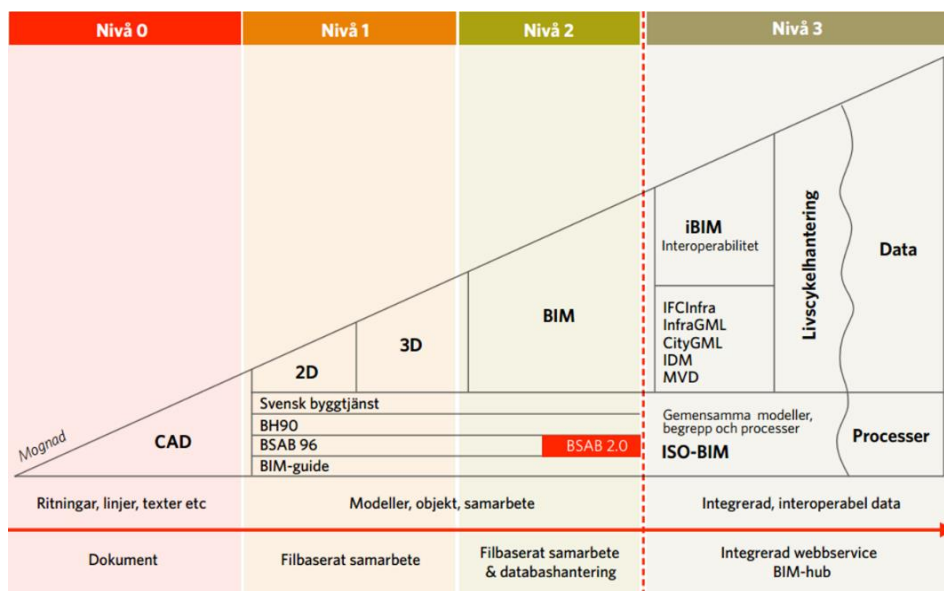
4.4.3 Smart Built Environment

[Smart Built Environment](#) är ett strategiskt innovationsprogram (SIP) som just syftar till integration mellan BIM, GIS och industriella processer i samhällsbyggandet. Programmet har ett tolvårigt perspektiv

och är ett av de fem strategiska program som beviljats medel (100 mnkr) av [Vinnova](#), [Energimyndigheten](#) och [Formas](#) för perioden 2016-2018.

Programmet samordnas av [IQ samhällsbyggnad \(IQS\)](#), som är en ideell förening, med drygt 130 medlemmar från samhällsbyggnadssektorn – för forskning, innovation och kvalitetsutveckling inom samhällsbyggandet. Olika projekt startas upp, huvudsakligen genom ett ansökningsförfarande. Några särskilt intressanta är följande:

- Inom standardiseringsområdet har förstudien [Strategi för 3D-geodata](#) genomförts. Där bedöms ett helhetsperspektiv på samhällsbyggnadsprocessen och integrering av gemensamma BIM-/geodataobjekt kunna effektivisera informationsförsörjningen.
- Fortsatt arbete kommer att göras i standardiseringsprojektet [Informationsförsörjning vid planering, fastighetsbildning och bygglov](#). Projektet syftar till att i samverkan ta fram riktlinjer för att integrera GIS och BIM baserat på Svensk geoprocess och CoClass för hantering av den byggda miljön över hela livscykeln. Projektet pågår 2017-18 och leds av [ULLI Geoforums](#) ordförande Elisabeth Argus.
- En "testbädd" för BIM-/GIS-nivå 3 (se Figur 4.4.3) kommer att drivas inom projektet [Smarta plan-, bygg-, förvaltnings- och nyttjandeprocesser över hela livscykeln](#) i syfte bidra till ökad kunskap och standardisering. Det leds av Väino Tarandi, KTH.



Figur 4.4.3. BIM-trappan enligt British Standards Institute, anpassad till Sverige. Införandet av BIM beskrivs ofta i form av olika mognadsnivåer. I dagsläget går frontlinjen i BIM-användningen i gränslandet mellan nivå 2 och nivå 3 medan huvuddelen av pågående byggprojekt snarare befinner sig på nivå 1. Samma nivåer kan ungefärligen appliceras på GIS-tillämpningar (Källa: [Svensk byggtjänst](#))

4.4.4 Digitalt först – för en smartare samhällsbyggnadsprocess

[Digitalt först - för en smartare samhällsbyggnadsprocess](#) ⁷⁾ är ett regeringsuppdrag 2016-2018 till Lantmäteriet att i samverkan med bl.a. Boverket, Länsstyrelserna, SKL med flera verka för en enklare, öppnare och mer effektiv planerings- och byggprocess till nytta för medborgare, företag och andra aktörer.

Lantmäteriet ska vara utvecklingsmyndighet för den digitala samhällsbyggnadsprocessen genom att främja öppen och datadriven innovation. I direktivet till Lantmäteriet står följande att läsa:

- Internationella jämförelser visar att den offentliga sektorns digitalisering inte håller samma utvecklingstakt som övriga länder (E-delegationens slutbetänkande, [SOU 2015:16](#))
- Varken kommuner eller exploitörer driver utvecklingen mot en digital planprocess. Staten har därmed en viktig roll att fylla för att skapa förutsättningar för samordning. (Statskontorets rapport [Från analog till digital](#), 2014:3).
- En digital process går ut på att olika aktörer kan utbyta information digitalt, dvs. att de data som behövs finns tillgängliga och är användbara digitalt. Det kräver ökad samordning mellan aktörerna och samsyn kring vilka som krävs i processen. Vidare måste data kunna tillhandahållas i format som bygger på gemensamma definitioner.

Ett antal initiativ har preliminärt identifierats som "möjliggörare":

- Geodatarådet och [Nationella geodatastrategin 2016-20](#).
- [Öppna data](#)
- *Ramverk för nationella geodata i 3D*, se avsnitt 4.4.
- *Svensk geoprocess*, se avsnitt 4.4.1
- Boverkets [Får jag lov?](#)
- Smart Built: *Informationsförsörjning vid planering, fastighetsbildning och bygglov*, se avsnitt 4.4.2
- Smart Built: *Smarta plan-, bygg-, förvaltnings- och nyttjandeprocesser över hela livscykeln*, se avsnitt 4.4.2

Arbetet konkretiseras successivt och listan kommer att fyllas på med fler initiativ. Slutredovisningen sker senast den 28 februari 2019.

⁷⁾ Närbesläktade regeringsuppdrag inom "Digitalt först, för digitalisering av det offentliga Sverige" är bland annat "Digitalt först – för smartare miljöinformation" och "Digitalt först – för en smartare livsmedelskedja".

4.5 Andra initiativ

Här beskrivs litet av vad som i övrigt är på gång i BIM-GIS-Geodesi-Sverige – med tonvikt på aktiviteter på KTH och vid Lunds Universitet och med viss koppling till Smart Built Environment.

4.5.1 KTH:s FoU-program

KTH:s FoU-program [Geodetisk FoU till nytta för BIM-branschen](#) baseras på resultatet av ett seminarium om BIM/Geodesi som hölls på KTH 2015-11-26 med deltagare från industrin, akademien och några statliga myndigheter. Programmet har tagits fram på KTH:s initiativ men är ändå tämligen allmängiltigt.

Bl.a. följande insatser från geodesin bedöms kunna stötta BIM:

- **Referenssystem.** En utmaning är att koppla ihop referenssystemen för BIM/CAD och geodesi-/geodata/GIS samt att kunna "zooma sömlöst" mellan de två.
- **Datakvalitet.** Nya FoU-områden är mätosäkerhetens fortplantning i komplicerade, integrerade sensorsystem, kvalitetskravens variation i ett livscykelperspektiv samt kopplingen produktivitet/kvalitet.
- **Maskinstyrning** eller maskinguidning är ett hett område, där geodesin kan ge viktiga bidrag (utsättningsdata, dataöverföring samt "maskiner som mätinstrument").
- **Mätmetoder.** Att informera om – och utveckla – befintliga metoder samt att anpassa nya sådana för användning inom BIM. Idéer finns t.ex. om att tillämpa nya mätningstekniker, såsom laserskanning och "drönare" (UAV:er).
- **Utbildning**, och annan informationsverksamhet, ingår som en naturlig del av FoU-arbetet för att föra ut nya forskningsrön. Tonvikten bör ligga på mätningsteknik för BIM, med koppling till de krav som de stora beställarna – t.ex. Trafikverket – ställer.

Frågorna kring *referenssystem* och *datakvalitet/toleranser* ter sig särskilt centrala och *standardisering/samordning* utgör ett viktigt komplement. Andra uppslag är *kvalitetsmärkning av fastighetsinformation* och *automatisering vid databearbetning*, t.ex. *automatisk objektigenkänning*. Flera av förslagen ovan bidrar till ökad *digitalisering*, och därmed effektivisering, i både byggande och förvaltning.

Vid KTH har även ett *BIM Collaboration Lab* etablerats. Det presenteras i ett föredrag som Väino Tarandi, professor i Byggandets IT, höll vid BIM-seminariet 2015-11-26. Föredraget, benämnt [What is BIM?](#), utgör också en introduktion till BIM.

4.5.2 Ökat industriellt tänkande i hela värdekedjan genom koppling av geodesi, geodatakvalitet och BIM

En direkt följd av FoU-programmet är det nya KTH-projektet *Ökat industriellt tänkande i hela värdekedjan genom koppling av geodesi, geodatakvalitet och BIM*, som startade på senhösten 2016. Projektet är finansierat av Trafikverket och fokuserar på Trafikverkets verksamhetsområden, specifikt stora infrastrukturanläggningar.

I projektet ingår finansiering av en doktorand samt halvårsvisa, öppna seminarier där resultaten kan presenteras och diskuteras direkt med företag och användare.

4.5.3 Datakvalitet och dataansvar inom samhällsbyggandet

Projektet *Datakvalitet och dataansvar inom samhällsbyggandet* är FoU-aktivitet nummer 3 i forskningsplattformen inom Smart Built Environment. Projektägare är Anna Jensen, KTH, men projektet är ett samarbete med Lunds Universitet (Lars Harrie) och forskningsplattformen leds av Lars Stehn, Luleå Tekniska Universitet. Nedanstående text baseras på ett förslag som nu är beviljat av såväl Smart Built's styrelse som av Formas.

En av grundpelarna inom Smart Built Environment är att data ska kunna delas i ett obrutet informationsflöde. Då måste datakvalitet och dataansvar lyftas upp eftersom hög datakvalitet kommer att reducera risken för fel i samhällsbyggandet, förkorta planerings- och byggtiden, minska de totala byggkostnaderna och, som en konsekvens därav, bidra till att minska sektorns miljöpåverkan.

Målet i projektet är att ge rekommendationer för kvalitetsredovisning av data, kvalitetssäkring av digitala processer, riskbedömningar samt fördelning av kvalitetsansvar. Fokus ligger på den mer tekniska sidan av ansvarsfördelningen och utgår från de standarder, metoder och ansvarsförhållanden som idag används för kvalitet inom geodata och BIM-området.

Projektets forskning ska analysera vissa utmaningar i integrationen av BIM och GIS/Geodata och kommer bl.a. att utarbeta en konkret förslagslista för utökning av HMK med rekommendationer för denna integration. Projektet kommer att kunna dra fördel av det nya FoU-projektet *Ökat industriellt tänkande i hela värdekedjan genom koppling av geodesi, geodatakvalitet och BIM* (se ovan).

4.5.4 Samredovisning av BIM- och GIS-data

Följande text är en "sammanfattning av sammanfattningen" till examensarbetet [Samredovisning av BIM- och GIS-data](#). Det är utfört av Anna Larsson, som en del av hennes Civilingenjörsutbildning i Lantmäteri vid Lunds Tekniska Högskola, i samarbete med Sweco i Malmö.

I examensarbetet undersöks olika sätt att samredovisa BIM- och GIS-data – för att förbättra kommunikation mellan aktörer, uppnå nya nyttor samt minska resursslöseriet i processen. Arbetet har utförts i två delar: en bakgrundsdel och en fallstudie.

I bakgrundsdelens beskrivs möjliga tillämpningar av samredovisningstekniker och en översikt ges över olika geometriska representationer i 3D. Flera trådar samlas i en beskrivning av olika möjliga systemarkitekturer för att kombinera BIM- och GIS-data, och en diskussion förs kring kriterier för att utvärdera dessa förslag.

Fallstudien använder data från den pågående ombyggnaden av ett pappersmassebruk. En 3D-modell av bruket kombineras med en digital ortofotodraperad markmodell, och den kombinerade modellen redovisas på prov i fyra olika system.

Resultaten visar att inget av de provade alternativen för samredovisning i 3D når riktigt ända fram. Det finns tekniska problem med överföringar mellan olika geometriska representationer och dataformat.

Det finns även dataproblem, med dåligt kompatibla informationsmodeller, kvalitetsbegrepp och attributhantering. Dessutom finns det mänskliga och organisatoriska problem, i form av brist på kommunikation och gemensamma målbilder mellan datavärldarna.

Slutsatsen blir: Fortsatt standardisering och utökat samarbete krävs, utöver en fortsatt teknisk utveckling, för att utvidga möjligheterna till samredovisning av 3D-data i framtiden.

5 Slutord

BIM och GIS/Geodata har alltså olika historik. BIM kommer från bygg- och anläggningsbranschen. Tekniken är förhållandevis ny och emanerar från byggnadsritningar och CAD medan GIS har sitt ursprung i kartografi och lantmäteriverksamhet. Byggnadsinformation är främst avsedd för professionell användning av ägaren/förvaltaren av en viss anläggning, och därför detaljerade. Geodata, å andra sidan, är till för "alla" och mer generella/översiktliga.

Bland likheterna kan nämnas ett objektorienterat synsätt och en separat hantering av geometrin. Utvecklingen går i båda fallen mot visualisering och 3D (4D om man även tar med tidsaspekten) och stora synergieffekter finns i att kunna samutnyttja teknikerna. Detta gäller inte minst inom plan- och byggprocessen – t.ex. som en del i de pågående, nationella digitaliseringssträvandena ⁸⁾.

Därför är ett närmande mellan teknikområdena önskvärt och det som främst behöver överbryggas är olikheterna vad gäller "branschkultur" och organisationsstruktur samt skillnaderna i terminologi. Dessutom är informationsmodellerna och dataformaten litet olika, vilket har försvårat datautbytet och lett till olikheter i utformningen av plattformar och programvaror.

Ett närmande är också på god väg och geodesin utgör därvid ett viktigt komplement. Vår bedömning är att ett trepartssamarbete är en framgångsfaktor liksom att inom ramen för denna samverkan lära känna varandras kultur, behov, syfte m.m. litet närmare.

Det som talar för att en integration av områdena BIM-GIS/geodata-Geodesi kommer att ske är bl.a:

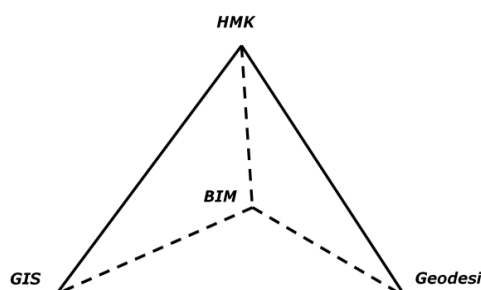
- Den breda insikten om nödvändigheten av detta.
- Den detaljerade kunskapen om var hindren för en integration finns och vari problemen består.
- Den tro på att hindren kan överbryggas och idéerna om på vilket sätt det bör ske.
- Den stora övertygelsen om vilka synergieffekter som finns.
- De gemensamma samordnings- och FoU-initiativ som har tagits och det branschövergripande samarbete som håller på att växa fram.

⁸⁾ "Digitalisering" avser här tillämpning av digital teknik i nya former baserat på innovation och kreativitet snarare än att enbart förstärka och stödja befintliga metoder.

Hur skulle då även HMK kunna komma in i detta sammanhang? HMK stödjer redan GIS- och geodesiområdena och till viss del även BIM. Om BIM även kunde stödjas mer reguljärt av HMK så skulle ett stöd till hela "tre-enigheten" BIM/GIS/Geodesi kunna etableras, se Figur 5. Frågan är bara hur långt HMK räcker i detta avseende – speciellt vad avser BIM?

HMK – Handbok i mät- och kartfrågor

- HMK = "kittet" mellan de formella standarderna och praktiken inom GIS/Geodataområdet
- HMK som stöd till "tre-enigheten" BIM/GIS/Geodesi?



Figur 5. HMK som stöd till trojkan BIM/GIS/Geodesi?

HMK finns med i bilden redan nu:

- HMK:s standardnivåer har ett snarlikt syfte som LoD, men de är mer inriktade på den totala geodatakvaliteten än på hur detaljerad den geometriska representationen är. Standardnivåerna ska hjälpa beställaren att hitta sin kravbild.
- Svensk geoprocess geodataspecifikationer – med sin åtskillnad mellan objekt och geometri samt sin inriktning mot multipel geometri – harmonierar väl med HMK och mättningsanvisningarna har viss koppling till HMK:s standardnivåer.
- Via HMK-standardnivå 3 och Trafikverkets medverkan i HMK-arbetet stöds BIM till viss del redan nu av HMK.
- Projektet *Datakvalitet och dataansvar inom samhällsbyggandet* avser bl.a. att utarbeta en konkret förslagslista för en utökning av HMK med rekommendationer för integrationen mellan BIM och GIS/Geodata.

- I gränslandet BIM/GIS uppstår även helt nya, gemensamma behov som inte tidigare har funnits: T.ex. beställning av 3D-modeller och hantering av *UAV:er/Drönare*. Många har pekat på att HMK fördel skulle kunna stödja detta – och även framtagande av en modern HMK-Kartografi har diskuterats.

Sammantaget talar alltså mycket för att HMK har en roll, men då krävs ett tydligt ställningstagande och en reservation av behövliga resurser; Lantmäteriets direktions har redan pekat ut integrationen BIM-Geodata som ett strategiskt område.

Och: Innan nya områden tas in i HMK-arbetet bör alltid branschen tillfrågas vad gäller behov och inriktning – vid varje aktuell tidpunkt.