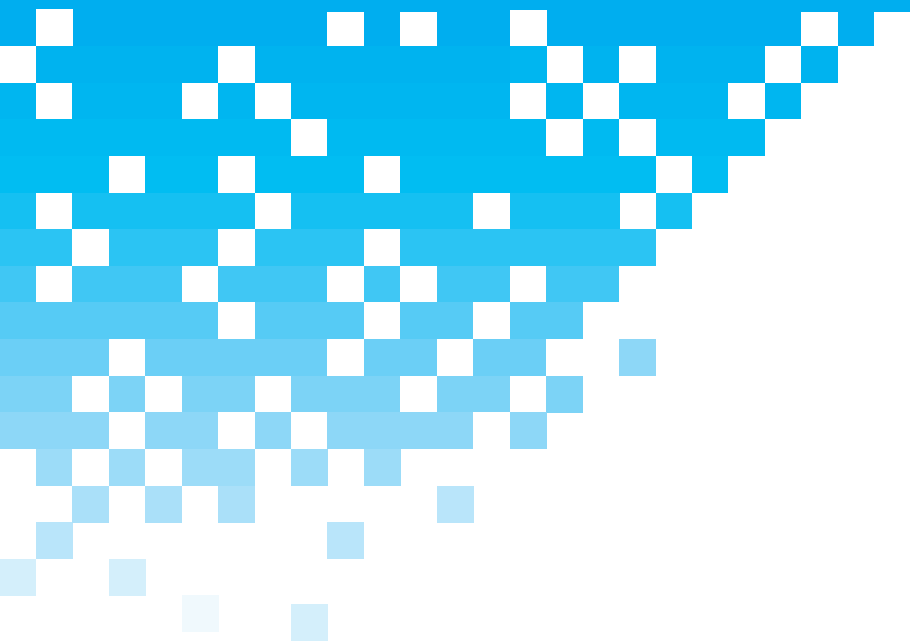


**Teknisk rapport 2015:1**

# **Terminologi, principer och trender inom geodatakvalitet**

Clas-Göran Persson, Thomas Lithén  
Gunhild Lönnberg & Torsten Svärd





## Författarnas kontaktuppgifter

### **Clas-Göran Persson**

Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)  
Drottning Kristinas väg 30  
SE – 100 44 Stockholm och

Lantmäteriet  
SE – 801 82 Gävle  
[clas-goran.persson@lm.se](mailto:clas-goran.persson@lm.se)  
+46-70-557 6037

### **Thomas Lithén**

Lantmäteriet  
SE – 801 82 Gävle  
[thomas.lithen@lm.se](mailto:thomas.lithen@lm.se)  
+46-26-63 34 44

### **Gunhild Lönnberg**

Lantmäteriet  
SE – 801 82 Gävle  
[gunhild.lonnberg@lm.se](mailto:gunhild.lonnberg@lm.se)  
+46-26-63 49 58

### **Torsten Svärd**

Lantmäteriet  
SE – 801 82 Gävle  
[torsten.svard@lm.se](mailto:torsten.svard@lm.se)  
+46-26-63 34 47

## Förord

Under 2015 har introduktionen till HMK lagts upp på ett litet anorlunda sätt än i fjol. Den består nu av tre samverkande dokument:

- *HMK-Introduktion 2015* har inte genomgått några större förändringar jämfört med 2014 års version. Det är framför allt beskrivningen av dokumentens användning som har utvecklats.
- *HMK-Geodatakvalitet 2015* har gjorts mer kort och koncis; omformning från ett referensverk till en mer regelrätt handbok har påbörjats.
- Detta dokument – *Terminologi, principer och trender inom geodatakvalitet* – innehåller nu i stället sådant som bakgrund, resonemang, argumentation, teoribeskrivningar etc. Det är ett dokument inom HMK:s serie ”Tekniska rapporter” och har kortnamnet HMK-TR 2015:1.

Rapporten är alltså avsedd som ett komplement till de två andra HMK-dokumenterna – främst HMK-Geodatakvalitet 2015. Det gäller både detaljer och datakvalitet i ett större sammanhang.

Vi gör internationella utblickar och beskriver trender, t.ex. den svängning mot ”total kvalitet” som nu kan skönjas. Vi tar även upp några problem som finns i dag inom området geodatakvalitet.

Dessutom går vi mer på djupet i terminologin – särskilt vad gäller de mest grundläggande begreppen och beträffande termer där innebörden har förändrats över tiden och skapat osäkerhet i definitionerna, s.k. *semantisk plasticitet*.

Arbetet med rapporten har huvudsakligen utförts av undertecknad, Thomas Lithén, Gunhild Lönnberg och Torsten Svärd, Lantmäteriet. Dokumentet har genomgått en expertgranskning under våren 2015.

Östersund, Midsommarafton 2015

Clas-Göran Persson  
Dokumentansvarig

[Samlade förord](#)

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>7</b>
1.1	Mål och syfte	7
1.2	Aktuella standarder	7
1.3	Standardisering och standardiseringsorgan	8
1.4	Andra samordningsorgan	11
<b>2</b>	<b>Geodata ur ett kvalitetsperspektiv – termer och begrepp</b>	<b>14</b>
2.1	Data vs. information	14
2.2	Modellering av verkligheten	14
2.3	Geometrityper	16
2.4	Objekt vs. geometri	16
2.5	LoD vs. detaljeringsgrad	17
2.6	Topologi	20
2.7	Attribut	21
2.8	Lägesosäkerhet – GUM	22
2.9	Begreppet kontrollerbarhet	23
2.10	RMS (Root Mean Square)	24
2.11	Databas, datamängd, dataprodukt	25
2.12	Dataproduktspecifikation	26
2.13	Kvalitetsmärkning och metadata	27
2.14	Kvalitetsteman, kvalitetsparametrar, kvalitetsmått	28
2.15	Relationer mellan olika kvalitetsparametrar	28
2.16	Kvalitetsparametrar vs. kvalitetsmått	30
2.17	Kvalitetskontroll	32
<b>3</b>	<b>Geodatakvalitet i ett större sammanhang</b>	<b>33</b>
3.1	Det svensk-norska samarbetet	33
3.2	Workshop om Geodatakvalitet	33
3.3	Åtta faktorer som påverkar geodata-kvaliteten	33
3.4	Volunteered Geographic Information	34
3.5	”Mjukt” vs. ”hårt” kvalitetsarbete	35
3.6	Metadatas bristande kvalitet	35
3.7	BIM och GIS närmar sig varandra	36
3.8	Map Data Quality	36
<b>4</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>38</b>
<b>5</b>	<b>Referenser</b>	<b>39</b>
	Formella standardiseringsorgan	39
	ISO- och SIS-standarder m.m.	39
	Geodatasamverkan i Sverige	39
	BIM	40

Äldre HMK-skrifter .....	40
Tekniska rapporter .....	41
Svenskspråkiga läroböcker .....	41
Det norska standardiseringsarbetet .....	41
Europeisk geodatasamordning .....	42
GUM - mätosäkerhet .....	42
Andra utländska samordningsinitiativ .....	42
Från Malta.....	43
Övriga referenser .....	43
<b>A</b> <b>Analys av begreppet RMS .....</b>	<b>44</b>
Grundformlerna .....	44
RMS i HMK .....	45
Slutsats.....	46
<b>B</b> <b>HMKs tre-nivåprincip.....</b>	<b>47</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Mål och syfte

I denna tekniska rapport har vi valt att samla samtliga aspekter på datakvalitet – både nyskrivet material och sådant som tidigare har publicerats i HMK-Geodatakvalitet 2014. Tanken är att därigenom kunna gå mer rakt på sak i de regelrätta handböckerna. Beträffande bakgrund och kompletterande material kan man istället referera hit.

HMK förutsätter en gemensam terminologi, men frågan är om den finns? Vi ser – i efterhand – ett behov av en samlad beskrivning av de mest centrala termerna. I rapporten försöker vi därför redogöra för den grundläggande terminologi, som behövs för att beskriva geodatakvalitet, men också redovisa några trender inom geodataområdet.

En av de tydliga trenderna är helhetssyn på kvalitetsarbetet – att se kvalitet ur ett verksamhetsperspektiv och att sätta in datakvalitet i sitt större sammanhang. De ”mjuka”, verksamhetsmässiga frågorna påverkar datakvaliteten, och kanske det inte ens hjälper att satsa på den ”hårda” (tekniska/produktionsinriktade) geodatakvaliteten om man missar det mjuka?

## 1.2 Aktuella standarder

De kvalitetsstandarder som detta dokument baseras på är följande:

- SS-EN ISO 19115-1:2014, *Geographic information - Metadata - Part 1: Fundamentals (Geografisk information – Metadata – Del 1: Grunder)*.
- SS-EN ISO 19131:2008, *Geographic information – Data product specifications (Geografisk information – Specifikation av data-mängder)*.
- SS-EN ISO 19157:2013, *Geographic information - Data quality (Geografisk information – Datakvalitet)*.
- SIS-ISO/TS 19158:2012, *Geographic information – Quality assurance of data supply (Geografisk information – Kvalitetssäkring av dataförsörjning)*.

En mer fullständig förteckning över referenser inom området geodatakvalitet finns i kapitel 5.

ISO 19157 är nu den gällande standarden för datakvalitet. Den ersätter de tidigare ISO 19113, 19114 och 19138 samt UML-modellen

för kvalitet som brutits ut ur metadatastandarden ISO 19115. Det har ställt till vissa problem med bristande bakåtkompatibilitet. Vidare är det nya temat Användbarhet otydligt definierat och vissa statistiska mått verkar feldefinierade. Det saknas även kvalitetsselement för bild- och laserdata.

I standarden *ISO 19158* ges ett ramverk för kvalitetssäkring av geodatainsamling. Den baseras på datakvalitet enligt *ISO 19157* och generella kvalitetsprinciper enligt *ISO 9000* avseende omfattning, tidplan samt kostnad. Den kan användas både för upphandlad geodatainsamling och geodatainsamling i samverkan med en eller flera leverantörer.

Tre nivåer av kvalitetssäkring (*Quality Assurance Levels*) beskrivs: bas, operationell och fullständig. Basnivån säkrar att utföraren har förstått uppdraget och har teoretisk kapacitet att utföra det. Den operationella nivån säkrar att produktionsmiljön fungerar. Fullständig nivå kräver att operationell kvalitetssäkring har fungerat för alla delprocesser över tiden samt att beställaren och utföraren är överens om att så är fallet.

### 1.3 Standardisering och standardiseringsorgan

Den grundläggande idén med standarder är att samverkan ska kunna ske mellan aktörer med gemensamma intressen. Aktörerna träffar en överenskommelse om att utforma en produkt eller leverera en tjänst på ett visst sätt – samt om att beskriva produkten eller tjänsten på ett enhetligt sätt för att informationsutbyte ska kunna ske smidigt.

Definition av standardisering: *Verksamhet för att, med hänsyn till aktuella eller tänkbara problem, ta fram beskrivningar för allmän och upprepade tillämpning i syfte att nå största möjliga reda i ett visst sammanhang. (SS-EN 45020:1998, ISO/IEC Guide 2:1996)*

Genom användning av standarder blir det enklare, säkrare och billigare att producera och använda geodata.

Inom det området handlar standarder om hur vi beskriver data/information och hur vi utbyter informationen. Grundläggande internationella standarder inom geografisk information och kvalitet är de som nämndes i föregående avsnitt. Det finns också Svenska standarder t.ex. Belägenhetsadress och Vattensystem i SS 63 70 00-serien.

Det finns olika organisationer som arbetar med framtagandet av standarder, dels de formella *de jure*, överenskomna mellan länder men också de informella, som tas fram av de organisationer som känner behov av standardisering, exempelvis IT-företag.

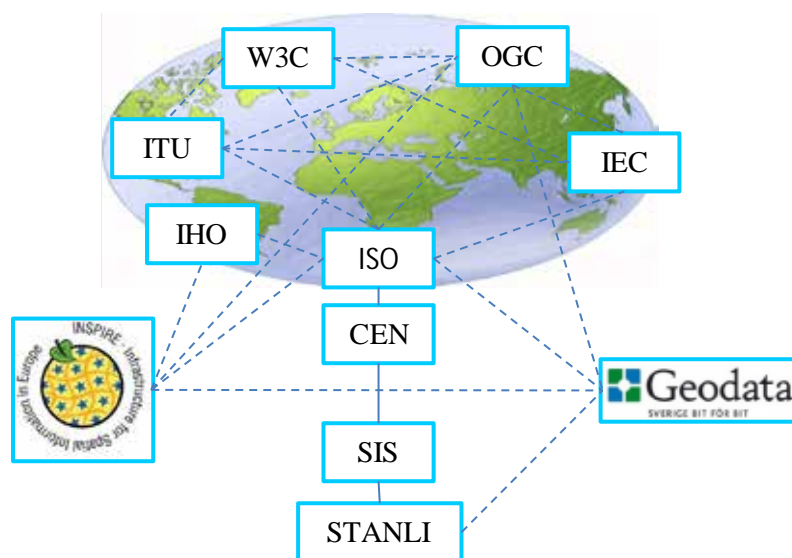


Om en teknik blir allmänt härskande kan den tekniken också fungera som en standard, dessa kallas *de facto* standard, dessa kan prövas av de formella organen och formaliseras för att bli officiella standarder.

Formella standardiseringsorgan är på global nivå *International Organisation for Standardization (ISO)* med 163 medlemsländer. ISO har en teknisk kommitté *TC 211* som arbetar med standarder inom geografisk information, 19100-serien. ISO/TC211 tar i första hand fram s.k. abstrakta standarder som användare själva måste fylla med innehåll enligt en standardiserad struktur för att kunna tillämpa i det dagliga arbetet.

På Europeisk nivå finns *Comité Européen de Normalisation (CEN)* och på Svensk nivå *Swedish Standards Institute (SIS)*. Ett verksamhetsområde inom SIS är *Standardisering för landskapsinformation (STANLI)*. Andra områden som ISO standardiserat är koder för länder och språk, miljöledning och informationssäkerhet.

Inom sjöfarten finns *International Hydrographic Organisation (IHO)* med 85 medlemsländer, dess område är hydrografi med standarder för navigering. IHO har genom dess standard för datamodeller (S-100) anpassat sig mot ISO 19100-serien.



**Figur 1.3.** Hierarkisk ordning och samverkan mellan standardiseringsorgan. STANLI ingår i SIS.

Andra kända grupperingar är *Word Wide Web Consortium (W3C)* som tagit fram protokollet för språket bakom hemsidorna *Hypertext Transfer Protocol (http)* och *Uniform Resource Locator (URL)*, men även *Extensible Markup Language (XML)*. *International Electrotechnical Commission (IEC)* berörs vi indirekt av med framtagna standarder om elektronik t.ex. *USB*. Även *International Telecommunication Union (ITU)* berörs vi av med nätverksprotokoll.

Inom geodataområdet är *Open Geospatial Consortium (OGC)* verkande. De har medlemmar från privata företag, universitet och myndigheter. OGC har mer fokus på direkta tillämpningsstandarder än ISO/TC211 och har som exempel vidareutvecklat *Geography Markup Language (GML)* från XML samt *CityGML* för 3D-visualisering. CityGML bygger på bl.a. på standarder i ISO 19100-serien.

OGC jobbar även inom miljö, hydrologi, geologi, räddning och katastrof och flera andra områden nära geografisk information, ofta i samarbete med organisationer inom dessa områden. Ett annat exempel är standard för *Web Map Service (WMS)* som ursprungligen kommer från OGC.

Standarder från OGC är öppna till skillnad från ISO-standarder som ägs av medlemmarna, de senare säljs genom SIS-förlag. IHO har några avgiftsfria standarder. Samverkan mellan organen sker.

ISO, OGC och intressentorganisationen *buildingSMART* har pågående samarbeten om samordning mellan *Building Information Model (BIM)* med geodataområdet och de geografiska standarderna.

SIS tar nu ett initiativ till ökad aktivitet inom standardisering mellan geodataområdet (SIS-TK 323) och BIM (SIS-TK 269). På initiativ från *Standard Norway* håller ett förslag till en ny teknisk kommitté inom BIM på att tas fram inom CEN (*CEN/BT/WG 215 BIM*) där SIS deltar. Syftet är att utveckla en europeisk BIM-standard. SIS kan då inte utveckla en konkurrerande nationell svensk standard för BIM.

Vanligen är de öppna sammanslutningarna snabbare och de-facto-standarder blir ofta så småningom antagna som ISO-standarder; *GML* blev ISO 19136 och *Web Map Services* blev ISO 19128.

Framtagandet av standarder inom ISO följer ett mönster från idé till fastställd standard. Det börjar med ett förslag, *New Work Item Proposal (NWIP)*. Arbetet påbörjas med ett *Working Draft (WD)*, därefter vidtar fastställelseprocessen (vidareutveckling) med *Committee Draft (CD)* och remisshanteringsstadier *Draft International Standard (DIS)* och *Final Draft International Standard (FDIS)* innan den fastställs som *International Standard (IS)*. Fastställelse av en internationell standard sker genom omröstning och kräver ett 75% godkännande.

Allmänna kvalitetstandarder är 8000-serien om datakvalitet med begrepp och 9000-serien med kvalitetsledningssystem. ISO 9000 – Ledningssystem för kvalitet – poängterar vikten av att engagera hela företaget i kvalitetsarbetet.

Kundfokus, ledarskap, medarbetarnas engagemang, processinriktning, systemangreppssätt för ledning, ständig förbättring, faktabaserade beslut och ömsesidigt fördelaktiga relationer till leverantörer är ledord och förbättringshjulet dess ledstjärna. Se även avsnitt 3.3.

## 1.4 Andra samordningsorgan

Utöver organisationer som har en tydlig inriktning mot standardisering så finns det även andra intressentorganisationer och samordningsorgan inom geodata- och BIM-området som jobbar med standardiseringsfrågor.

På Europeanivå har vi bl.a. följande:

- *Inspire* är ett EU-direktiv som skapar en infrastruktur för medlemsländernas tillhandahållande av geodata. Inspire baserar sitt införande på internationella standarder från ISO och OGC samt befintliga standarder inom specifika verksamhetsområden som sjöfart, geologi etc. Inspire implementeras på övergripande nivå bl.a. via s.k. technical guidelines för olika geografiska teman som baseras på ISO-standarderna för dataproduktspecifikationer (ISO 19131) samt visnings- och nedladdningstjänster från OGC. (Beträffande lag- och regelfrågor, se avsnitt 3.5 i [HMK-Introduktion 2015](#)).
- *EuroGeographics* är en organisation som representerar de nationella kart-, kadaster- och registermyndigheterna i Europa.
- *ELF (European Location Framework)* är ett projekt inom EuroGeographics som bl.a. tar fram en teknisk infrastruktur för harmonisering av nationella grunddata (*reference data*). Syftet är att öka och bredda användningen av offentliga geodata genom leverans av myndighetsdata som är aktuella, kombinerbara och fungerar över nationsgränserna. ELF:s specifikationer ska följa intentionerna enligt Inspire.
- *EuroSDR (European Spatial Data Research Network)* är en icke-vinstdrivande organisation som samlar nationella kartmyndigheter och forskningsinstitut/universitet i syfte att bedriva tillämpad forskning inom geodataområdet. Bl.a. följs utvecklingen inom standardisering.

Det svenska geodatasamarbetet utgår i huvudsak från följande tre konstellationer:

- *Geodatasamordningen* arbetar för att göra det enkelt att hitta, förstå och använda geodata, bland annat genom att utveckla infrastrukturen samt driva datadelningsmodellen geodatasamverkan och geodataportalen geodata.se. Arbetet sker med utgångspunkt från Inspire. Det tekniska ramverket för tillhandahållandet och kopplingen till geodataportalen geodata.se baseras bl.a. på tjänster från OGC.

- *Svensk geoprocess* arbetar för enhetliga grundläggande geodata genom att ta fram gemensamma, nationella dataproduktspecifikationer (enligt ISO 19131 och Inspire med mera) för datautbyte och beskriva hur samverkan avseende insamling, lagring och tillhandahållande ska gå till.
- *HMK* arbetar för en enhetlig och standardiserad geodatainsamling, kontroll av geodata och kartografi i form av handböcker på internet. HMK-Geodakvalitet utgår från bl.a. ISO 19100-serien.

Inom BIM-området verkar i Sverige bl.a:

- *BIM Alliance, Sweden*, en ideell sektorsdriven förening, som 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. Inom BIM-området har det lagts fram en rapport "BIM-standardiseringsbehov" med förslag till standardiseringsåtgärder som bl.a. syftar till att få ett smidigare utbyte av BIM och GIS i samhällsbyggandet.
- *IQ samhällsbyggnad (IQS)* är en ideell förening, bestående av drygt 130 medlemmar från samhällsbyggnadssektorn, för forskning, innovation och kvalitetsutveckling inom samhällsbyggande.
- *Smart Built Environment* är ett strategiskt innovationsprogram (*SIP*) som syftar till integration mellan BIM, GIS och industriella processer i samhällsbyggandet med ett tolvårigt perspektiv. Programmet är ett av de fem strategiska SIP som beviljats omfattande medel (>100mkr) av Vinnova, Energimyndigheten och Formas. Programmet leds av IQ samhällsbyggnad och inom GIS-området är bl.a. Lantmäteriet samt Stockholm, Göteborg och Malmö stad intressenter tillsammans med Lunds Universitet.

Beträffande internet-adresser till ovanstående, se kapitel 5.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att en komplex bild växer fram där många aktiviteter ytterst sammanfaller i aktiviteter kopplade till Inspire-direktivet eller BIM-området samt standardiseringsorganisationer såsom ISO och OGC med flera.

Att Förenta Nationerna (FN) nu börjar engagera sig i geodata- och geodesifrågor kan – förhoppningsvis – komma att innebära en bättre samordning.

I juli 2011 bildades United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management ([UN-GGIM](#)) med målet: “*at playing a leading role in setting the agenda for the development of global geospatial information and to promote its use to address key global challenges. It provides a forum to liaise and coordinate among Member States, and between Member States and international organizations*”.

Bland annat har skriften “[Future trends in geospatial information management: the five to ten year vision](#)” och filmen “[Everything that happens, happens somewhere](#)” tagits fram.

Läs mer om [UN-GGIM på deras hemsida](#).

Den 26 februari 2015 antog FN:s generalförsamling en resolution om vikten av ett globalt referenssystem: *A Global Geodetic Reference Frame for Sustainable Development*. Den pekar på betydelsen av ett sådant system som grund för geodattainsamling i samband med till exempel miljö-, klimat-, kartläggnings- och planeringsarbete.

Huvudorsaken till resolutionen är att kunna utnyttja GPS/GNSS optimalt, world-wide och oberoende av riksgränser. Den framhåller – och stärker – geodatas globala betydelse och manar till internationellt samarbete i dessa frågor. Resolutionen torde få störst betydelse för utvecklingen i tredje världen.

Sverige (läs Lantmäteriet) har varit mycket aktivt i arbetet. FN:s pressmeddelande finns tillgängligt på:

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/news/press-releases/>

## 2 Geodata ur ett kvalitetsperspektiv – termer och begrepp

Här tas de viktigaste termerna och begreppen upp – som ett tydliggörande, men framför allt för att klargöra hur de används i HMK.

### 2.1 Data vs. information

Det som tidigare benämndes *landskapsinformation* kallas numera *geodata*, dvs. uppgifter om de **geografiska** aspekterna på verkligheten.

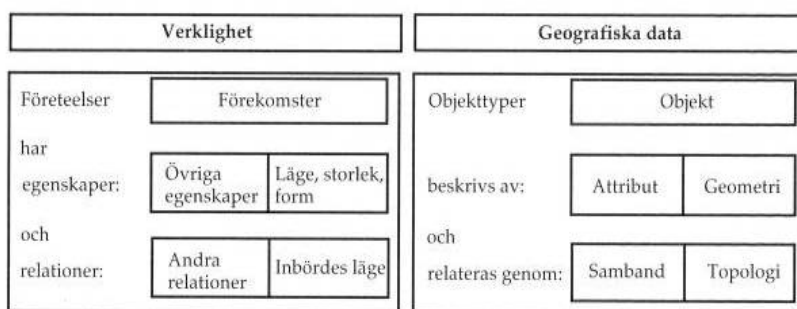
Termerna "data" och "information" är inte synonyma, vilket framgår av följande definitioner från HMK-Databaser:

- *Data* är en ordnad mängd uppgifter om en viss företeelse.
- *Information* är innebörden och tolkningen av data.

Eller för att knyta ihop de mest centrala termerna i detta sammanhang: Ett *Geografiskt Informationssystem (GIS)* används för att få fram *geografisk information* ur *geodata*. *Geodatakvaliteten* - kvaliteten på geodata – avgör hur bra den geografiska informationen blir.

Data är *oböjligt plural* och kan inte förekomma i singular och inte i bestämd form. Det heter därför t.ex. " dessa data är aktuella" och inte "datat är aktuellt".

### 2.2 Modellering av verkligheten



**Figur 2.2.a.** Relationen mellan verklighet och geografiska data. (Figur 2.2 även i HMK-Databaser.)

Geodata syftar till att skapa en modell av (den geografiska) verkligheten, för att möjliggöra olika typer av analyser. Verkligheten förhåller sig terminologiskt till en databas på följande sätt, se Figur 2.2:

- En förekomst av en företeelse i verkligheten motsvaras av ett *objekt* i databasen.
- Företeelsernas egenskaper redovisas som *attribut*.

- Företeelsernas läge, storlek och form beskrivs av deras *geometri*.
- Relationer mellan verkliga företeelser redovisas som *samband* mellan objekt. Samband som anger ett objekts läge i förhållande till andra objekt kallas *topologiska samband*.

Objekt, attribut och samband klassificeras i olika *objekttyper*, *attributtyper* och *sambandstyper*.

Utarbetandet av modellen sker i en process benämnd *modellering*. De viktigaste stegen är *begreppsmodellering* och *informationsmodellering*.

- I begreppsmodelleringen säkerställs att alla termer och begrepp tolkas enhetligt.
- Informationsmodellering sker för att fastställa hur begreppen representeras av objekttyper, attributtyper, värdelistor, sambandstyper samt regler för att möjliggöra utbyte av information för ett specifikt syfte.
- Härur kan respektive användarorganisation skapa en *lagringsmodell* som i sin tur styr *datamodellen* för IT-utveckling.

Generella uttalanden om en hel objekttyp – t.ex. ”samtliga byggnader” – sägs vara på *typnivå*, medan specifika uttalanden av typen ”byggnaden med adress Gröngatan 2” är på *förekomstnivå*. Det samma gäller attribut och samband.

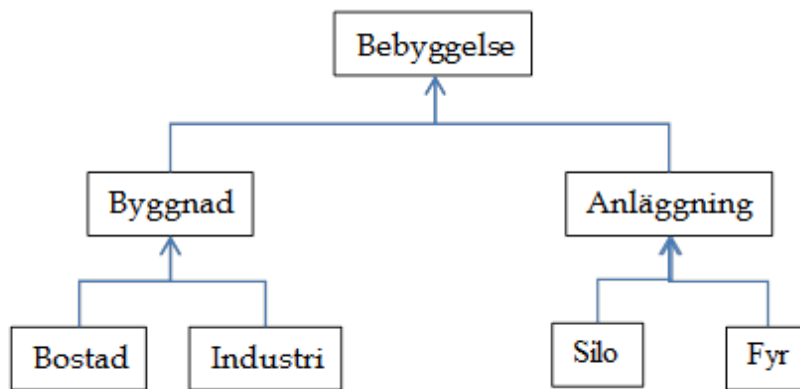
Objekttyperna är vanligen hierarkiskt och temavis ordnade i en *objekttypskatalog*. I HMK använder vi *geografiskt tema* som benämning på den högsta nivån i denna struktur.

I Tabell 2.2 ges ett principexempel på hur en objekttypskatalog kan vara strukturerad, baserat på detaljeringsgrad. Vi ser dock inte termerna *supertyp* och *subtyp* som ”officiella” HMK-termer, utan mer som, just, exempel.

**Tabell 2.2.** Exempel som visar en tänkbar hierarkisk ordning i en objekttypskatalog. Hierarkin baseras på ökad detaljeringsgrad.

Geografiskt tema	Bebyggelse
<b>Objekttyp</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Supertyp</b> (överordnad term) <ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>Subtyp</b> (underindelning)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Byggnad</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Bostad</i></li> <li>o <i>Industri</i></li> </ul> </li> </ul>

I Figur 2.2.b ges ett annat exempel på hierarki, nu utgående från objekttyp. En tredje variant kan vara att precisera objekttypen – t.ex. *offentlig byggnad*, *affär*, *industri*, *boningshus* – via objektets ”attribut”, se avsnitt 2.7.



**Figur 2.2.b.** Exempel som visar en tänkbar hierarkisk ordning i en objekttypskatalog baserat på typ (tema/supertyp/subtyp).

Som synes finns det många frihetsgrader i uppbyggnaden av en objekttypskatalog. Det är något som intressenterna får komma överens om i förberedelsearbetet.

## 2.3 Geometrityper

Följande *geometrityper* finns för objektens *geometriska representation*:

- *Punkt*; grundelement med givet läge men ingen utsträckning i någon riktning.
- *Linje*; grundelement med utsträckning i endast en riktning, dvs. har **längd**.
- *Yta*; grundelement, med utbredning i två riktningar dvs. har **area**.
- *Kropp*; grundelement med utbredning i tre dimensioner, dvs. har **volym**.

## 2.4 Objekt vs. geometri

Skillnaden mellan *objekt* och *geometri* är central och fanns redan i HMK-Databaser, se Figur 2.4.a. Objektet är inte geometrin, objektet har geometri, liksom det har attribut.



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

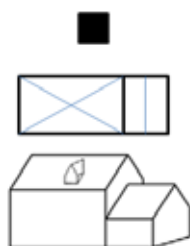


Såväl *delad geometri* som *multipl geometri* kan förekomma.

- Två objekt som gränsar till varandra kan med fördel ha en "delad" geometri. Båda objekten pekar då på en och samma geometribeskrivning, vilket gör att *dubbellagring* av geometri – samma geometri lagrad på två ställen – kan undvikas. Ett exempel på delad geometri är en gemensam fastighetsgräns mellan två angränsande fastigheter; den bör om möjligt inte dubbellagras.
- "Multipl" geometri innebär att ett och samma objekt kan ha flera olika geometrier – för att samtidigt täcka flera olika behov i olika tillämpningar eller för att möjliggöra *zoomning* vid presentation.

*Detaljmåtning* används för att bestämma objektens geometri, vanligen med geodetiska eller fotogrammetriska metoder.

Med detta i beaktande inser man att uttryck som "punktobjekt", "linjeobjekt" etc. bör undvikas. Till exempel kan en och samma byggnad ha olika geometriska representation i olika sammanhang, för olika ändamål. Se Figur 2.4.b.



**Figur 2.4.b.** *Multipl geometri. En byggnad redovisad med olika geometriska detaljeringsgrad.*

Även beträffande "naturliga" punkt- eller linjeobjekt bör man vara försiktig. Om man t.ex. vill ha med gränspunkter och fastighetsgränser som egna objekt – utöver fastighet – så är det fortfarande gränspunkternas och gränsernas **geometriska representation** man avser. Och det är osäkerheten i **representationen** som kvalitetsmätet "lägesosäkerhet" avser, vilken beror på använd mätmetod. Men (i Sverige) så är det gränspunkterna som gäller, så de är "felfria".

## 2.5 LoD vs. detaljeringsgrad

Beträffande multipl geometri kommer man osökt in på begrepp som *skala*, *generalisering* och *detaljeringsgrad*. Det senare har fått standardförkortningen *LoD*, *Level of Detail*. LoD är ett sätt att standardisera detaljeringsgraden i de olika geometrierna. De tre termerna är inte synonymer men deras innebörd överlappar varandra.

- **Skala** i samband med geodata avser vanligen tänkt *presentationsskala*, dvs. för vilket ungefärligt skalområde detaljeringsgraden är anpassad.
- **Generalisering** är en rent kartografisk term, som syftar till att få en läsbar karta – genom att förenkla och ta bort alltför detaljerade delar.
- **LoD** är avsett att standardisera geometriredovisningarna för ett objekts olika detaljeringsgrader utifrån olika behov, dvs. i samma presentationsskala kan liknade objekt ha olika detaljeringsgrad beroende på behoven. Sedan kan de olika detaljeringsgraderna passa in i olika skalområden för presentation.

*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.

Både LoD – i vår tappning – och HMK-standardnivåerna har en numrering som går från 0 och uppåt, allteftersom detaljeringsgraden/kvaliteten blir högre. T.ex. avser standardnivå 0 "Global-/nationell mätning och kartläggning" och standardnivå 3 "Projektinriktad mätning och kartläggning". Se [HMK-Geodatakvalitet 2015](#), avsnitt 2.6, eller Tabell 1.3 i [HMK-Introduktion 2015](#).

LoD är dock inte ett entydigt begrepp. Det förekommer att numreringen är omvänd, dvs. att nivå 0 är den mest detaljerade. Största problemet med det är att det försvårar expansion i efterhand, t.ex. om man vill tillföra ytterligare nivåer när kraven ökar.

Det finns även andra skillnader mellan olika LoD-presentationer, vilket följande exempel visar.

[Exempel 2.5.a](#). I nuvarande Metadatastandard (ISO 19115, se avsnitt 2.13) finns en datatyp för "Level of Detail" med, men utan strikta, numrerade nivåer. I stället används fri-text eller någon typ av mått som anger datas bearbetningsgrad eller upplösning. Exempel på det senare är:

- Skalfaktor för en tänkt kartpresentation.
- *Ground Sample Distance (GSD)*. Dvs. ungefärligt avstånd mellan mätpunkterna, horisontellt eller vertikalt, vilket är ett grovt mått på *geometrisk upplösning*.

Exempel 2.5.b. I OGC:s standard CityGML 2.0 har en indelning i fem nivåer av LoD tagits fram för utbyte av grundläggande geodata i 3D-stadsmodeller, baserat på ISO 19 100-serien:

LOD0 – regional, landscape

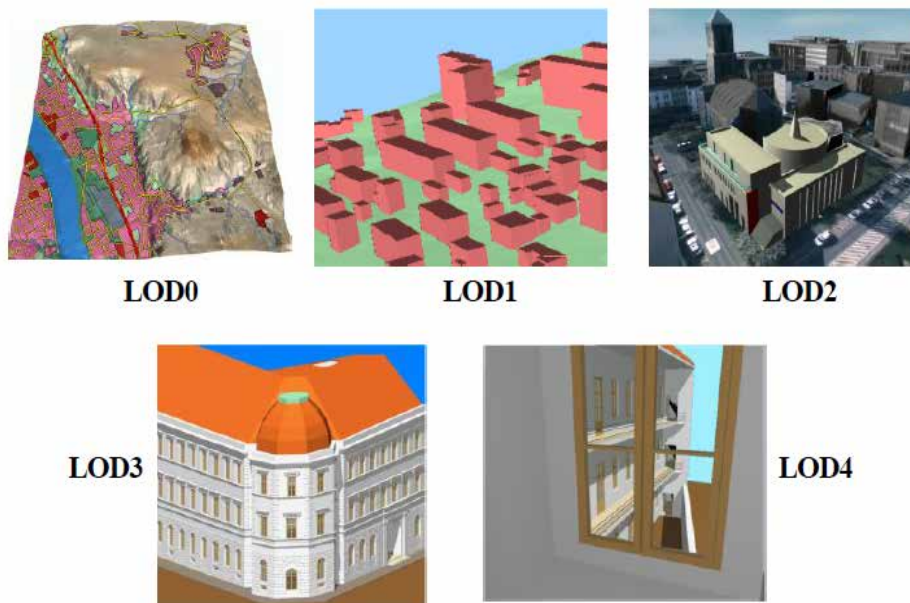
LOD1 – city, region

LOD2 – city districts, projects

LOD3 – architectural models (outside), landmarks

LOD4 – architectural models (interior)

Standarden omfattar grundläggande geodata, såsom markmodell, byggnader, broar, tunnlar, vegetation, vatten, transport, markanvändning, markdetaljer med mera. CityGML:s indelning i byggnader används ofta som exempel på olika LoD, se figur 2.5.b.



**Figur 2.5.b.** De fem olika Levels of Detail (LoD) för byggnad definierade av CityGML (source: IGG Uni Bonn).

Exempel 2.5.c. Projektet *European Location Framework (ELF)*, som tar fram en teknisk infrastruktur i syfte att harmonisera nationella grunddata, har också sin egen variant av LoD.

För att särskilja olika detaljeringsgrader på ELF:s kartor har man infört LoD för presentation i följande skalområden:

- |                   |            |             |
|-------------------|------------|-------------|
| - 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  |

ELF omfattar grundläggande geodata, såsom höjddata, marktäckte, vatten, transport, byggnader, ortnamn, administrativa gränser, adresser, fastighetsgränser m.m.

Exempel 2.5.d. Inom BIM-området har detaljerade principer för indelning i LoD utarbetats av bland annat AIA, *American Institute of Architects*, i Document E202-2008 (AIA 2008). AIA:s modell innefattar fem nivåer som vardera förknippas med ett specifikt informationsinnehåll, och auktoriserade användningar för dessa:

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

AIA rekommenderar att man för varje skede i processen specificerar detaljeringsgrad för varje byggnadsdel samt den aktör som har ansvaret för specifikationen.

Arbete med utveckling av standardiserade LoD pågår både i Sverige, genom *Svensk Byggtjänst*, och internationellt i bl.a. Norge och Danmark. (Källa: *BIM standardiseringsbehov*, SBUF ID: 12690, 2013-06-20)

## 2.6 Topologi

Topologiska samband – eller *topologi* – är kanske den viktigaste sambandstypen beträffande geodata. Detta begrepp relaterar främst till objektens geometri och man brukar skilja på ”yttopologi” och ”nätverkstopologi”.

- *Yttopologi* avser relationer mellan ytor, t.ex. ”A gränsar till B”, ”C ligger inuti D” etc.
- *Nätverkstopologi* används för att studera flöden, t.ex. vattenflöden.

Bestandsdelarna i ett nätverk benämns *noder* och *länkar*. En nod i en ändpunkt benämns *enkelnod*. Länkarna har normalt en riktning.

Yttopologi kräver att ytor är slutna och nätverkstopologi att nätverken är sammanhängande: kontroll av detta ingår som viktig del av kontrollen beträffande kvalitetstemat topologi, se Figur 2.6.

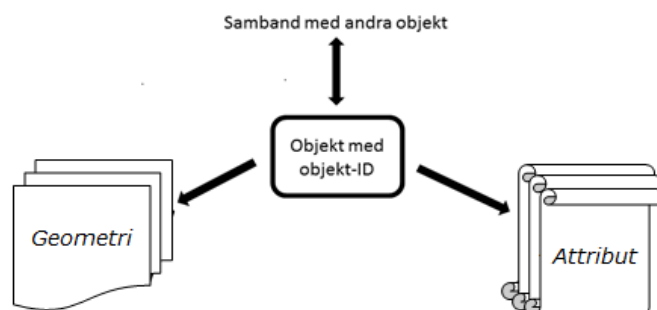


**Figur 2.6.** Kontroll av nätverkstopologi genom studier av enkelnoder (vänster). Kontroll av yttopologi genom analys av "glapp", dvs. öppna ytor (höger).

## 2.7 Attribut

För att fånga de viktigaste aspekterna vad gäller de verkliga företagens egenskaper definieras ett antal attribut som kopplas till motsvarande objekt via ett *objekt-ID*. (I och för sig är objekt-ID också ett attribut, men ett obligatoriskt sådant.)

Om man även betraktar geometrin som en sorts attribut, så får man modellen i Figur 2.7. Där framgår att geometri, liksom attribut, är något som objekt har; sambanden däremot finns mellan objekten i sig.



**Figur 2.7.** Objekt, objekt-ID, geometri, attribut och samband

För respektive attribut definieras vissa regler beträffande t.ex. vilka typer av tecken som är tillåtna (tal, alfanumerisk sträng), vilken taltypen är (heltal, reella tal etc.), vilket värdeområde som gäller (inom vilka intervall tal får ligga) om uppgiften är obligatorisk m.m. Reglerna används sedan vid kvalitetskontrollen, se Exempel 2.7.

**Exempel 2.7:** Dessa regler kan t.ex. vara:

- Årtal skrivs med fyra heltalssiffror; de kan inte vara negativa och inte större än innevarande år.

- Alla objekt av typen "byggnad" måste ha attributet "adress", som är en alfanumerisk sträng.
- Attributet "vattenkvalitet" kan endast anta värdena "tjänligt", "tjänligt med anmärkning" eller "otjänligt".

## 2.8 Lägesosäkerhet – GUM

Uppgift om *mätosäkerhet* utgör en integrerad del av lägesbestämningar och andra mätningar. För att skapa en gemensam och bred förståelse bör internationella standarder följas.

I HMK är alla skrivningar som rör datakvalitet terminologiskt anpassade till *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement* (GUM). Det centrala begreppet där är just mätosäkerhet.

Nuvarande version av dokumentet ([JCGM 100:2008](#)) förvaltas av konsortiet *Joint Committee for Guides in Metrology* (JCGM), där bland annat det internationella standardiseringsorganet ISO ingår.

I dag finns all anledning att tillämpa denna standard inom svensk mätningsteknik, eftersom enhetlighet och standardisering blir viktigare när gränserna mellan olika branscher och discipliner suddas ut.

Dessutom, i vår strävan om "ökad och breddad användning av geo-data", kommer med stor sannolikhet nya användare att ha med sig GUM som en naturlig del i bagaget – och då måste vi åtminstone förstå varandra.

Skillnaden gentemot det traditionella synsättet är delvis terminologisk, men det finns även en olikhet i grundfilosofin.

- *Fel* innebär att de gjorda mätningarna relateras till motsvarande **sanna** värden, som i princip aldrig går att hitta.
- *Osäkerhetsbegreppet* däremot utgår endast från **observerbara** data (engelskans *measurands*).

Traditionellt har indelningen varit: *slumpmässiga*, *systematiska* och *grova fel*. GUM tillämpar i stället terminologin

- *slumpmässiga avvikelser*
- *systematiska avvikelser*
- *grova fel*, det vill säga direkta felaktigheter eller "tabbar".

GUM:s grundfilosofi baseras på att slutsatser får dras ur egna mätningar – alternativt med hjälp av osäkerhetsmått som framtagits tidigare (osäkerheten i en viss metod, ett visst instrument etcetera).

Om mätosäkerheten rör en position i ett referenssystem använder vi i HMK ofta benämningen *lägesosäkerhet* för att det ska bli tydligare. Det beror på att det geografiska läget är så centralt i samband

med geodata. I övrigt är hanteringen av de två begreppen mätrespektive lägesosäkerhet desamma.

Vi använder adjektiven *låg/lägre* eller *hög/högre* tillsammans med *osäkerhet*. Dvs. *låg osäkerhet* innebär *hög kvalitet* och vice versa. Att *lägesosäkerheten* är *högre* innebär alltså att den är *sämre bestämd* än jämförelseobjektet.

I [HMK-Ordlista juni 2015](#), kapitel 1, redovisas en förteckning över de vanligaste GUM-termerna och deras motsvarighet i den tidigare – nationella och internationella – terminologin. Mer underlagsmaterial om mätosäkerhet och GUM-standarden finns på HMK:s hemsida:

[www.lantmateriet.se/HMK](http://www.lantmateriet.se/HMK) under *HMK-Referensbibliotek/GUM*.

## 2.9 Begreppet kontrollerbarhet

I de äldre HMK-skrifterna används begreppet *kontrollerbarhet* i stor utsträckning, särskilt i [HMK-Stommätning](#). Kontrollerbarheten anger hur pass svårt/enkelt det är att hitta grova fel i ett mätmaterial. Även om vi försöker undvika begreppet "fel" så förtjänar eliminering av just denna typ av felaktig hantering sin plats i detta dokument. Det kan till exempel röra sig om avläsningsfel, skrivfel och andra slarvfel)

Kontrollerbarhet – vanligen i ett geodetiskt nät – mäts med det så kallade *k-talet*, som definieras som:

$$k = \frac{n - m}{n} = \text{antalet överbestämningar/antalet mätningar}$$

där  $m$  = antalet obekanta i den aktuella beräkningen.

$k$ -talet ger en uppfattning av hur stor andel av ett grovt fel som är synligt i motsvarande förbättring efter en minsta-kvadratutjämning. Vid ett  $k$ -tal på 0,5 "syns" cirka 50 % av ett eventuellt grovt fel. Ett decimeterfel ger därför upphov till en förbättring på runt 5 centimeter – resten "smetas ut" genom utjämningsberäkningen och ger en större osäkerhet i beräknade koordinater, höjder etcetera.

[Exempel 2.9.a](#): Beträffande  $k$ -tal i traditionella geodetiska nät gäller:

- I triangelnät och vid fri station bör  $k \geq 0,5$  eftersträvas.
- Typiska värden för höjdnät (avvägningsnät) är  $k \geq 0,3$ .
- I polygontåg med många punkter är  $k \geq 0,1$  vanligt.

[Exempel 2.9.b](#): Ett avstånd mäts med den kända standardosäkerheten 50 mm. Samma avstånd mäts, av en annan mätare, med standardosäkerheten 25 mm. I det första fallet görs 4 upprepade mätningar, i det andra bara en mätning.



I det första fallet blir standardosäkerheten för medelvärdet av de 4 mätningarna  $= s/\sqrt{4} = 50/2 = 25$  mm. Det är samma värde som den enda mätningen i det andra fallet.

I det första fallet blir kontrollerbarheten  $k = 3/4 = 75\%$  (antalet överbestämningar dividerat med antalet mätningar). I det andra fallet får vi  $k = 0/1 = 0\%$ .

Utan överbestämningar erhålls ingen kontroll på avvikelser och grova fel!

*Tillförlitlighet* är en med kontrollerbarhet närbesläktad term, som beskrivs i [HMK-Stommätning](#). Båda begreppen kan ses som en sorts kvalitetsparametrar till *Lägesosäkerhet*.

## 2.10 RMS (Root Mean Square)

Användningen av begreppet *RMS* har vållat geodatakollektivet en del huvudbry. Definitionerna, förkortningarna och beräkningsformlerna varierar.

I tillägg till den korta beteckningen *RMS* finns t.ex. *RMSE* (*Root Mean Square Error*) och *RMSD* (*Root Mean Square Deviation*) – som dessutom kan ha olika definitioner i olika sammanhang. I samband med geodata vill man dessutom ofta göra en distinktion mellan plan och höjd. Därför finns t.ex. beteckningen *RMSEP*, där *P* står för *Planimetric* – dvs. ”RMSE i plan (2D)”.

Vilken variant använder då HMK? Egentligen ingen alls. Det är bara i ett sammanhang som *RMS* kommer in i bilden. Det är vid analys av kontrollmätningar via storheten

$$e_i = p_i - k_i$$

där  $e_i$  är skillnaden mellan den ursprungliga produktionsmätningen  $p_i$  och den separata kontrollmätningen  $k_i$ . Det sker bl.a. via kontrollstorheten

$$RMS_e = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (p_i - k_i)^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2}$$

Medeltalet av  $e_i$

$$\bar{e} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (p_i - k_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i$$

ger information om eventuella systematiska skillnader mellan produktions- och kontrollmätningen medan standardavvikelsen

$$s_e = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2}$$



beskriver de rent slumpmässiga variationerna i data. Följande samband råder, approximativt, för någorlunda stora  $n$  (antalet analyserade punkter)

$$RMS_e^2 = \bar{e}^2 + s_e^2$$

Dvs.  $RMS_e$  fångar såväl den slumpmässiga mätosäkerheten som eventuella systematiska avvikelser.

### Slutsats

Terminologin är alltså inte entydig så det får helt enkelt bli ett internt beslut om hur terminologin ska hanteras inom HMK. Vi väljer dock att använda benämningen RMS därför att det följer svensk, mätningsteknisk praxis. Samtidigt undviks därigenom termen RMSE, som strider mot grundvalarna i GUM, och vi slipper klumpiga akronymer med fyra, ja t.o.m. fem bokstäver.

Övriga preciseringar kan göras rent textmässigt, t.ex. att RMS-värdet, vilket är vanligast, härrör från en kontrollmätning:

- "kontrollmätningens RMS i plan" i stället för RMSEP, eller
- "RMS från kontrollmätning i höjd" i stället för RMSE i höjd.

I samband med matematiska formler kan man också tänka sig att skriva  $RMS_{plan}$  respektive  $RMS_{höjd}$  – alternativt  $RMS(plan)$  och  $RMS(höjd)$ . Dessa storheter motsvarar ISO 19157, tabell D49, Id 47 respektive ISO 19157, tabell D41, Id 39.

För en utförligare utläggning kring RMS, se Bilaga A.

## 2.11 Databas, datamängd, dataprodukt

Följande termer låter snarlika men är egentligen inte synonyma:

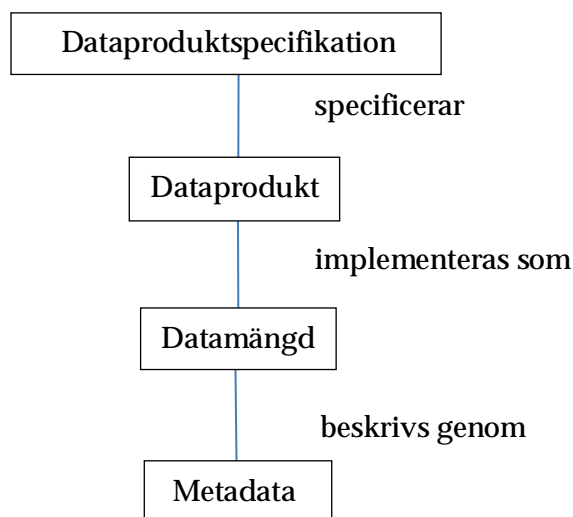
- En *geodatabas* är en strukturerad samling geografiska objekt – ofta av generell natur, lämplig för flera olika tillämpningar, s.k. *grunddata*.
- En *datamängd* är en identifierbar samling data, som kan utgöra en databas eller en del av en sådan. En *geodatamängd* kan t.ex. vara ett resultat från en ajourhållningsmätning eller en leverans till en beställare.
- Med *geodataprodukt* menas en datamängd som har ett väldefinierat syfte och en specificerad kvalitet, t.ex. en specifik kombination av grunddata eller annat uttag ur en geodatabas; ofta en kommersiell produkt.

## 2.12 Dataproduktspecifikation

En *dataproduktspecifikation (DPS)* är ett standardiserat sätt att definiera en dataprodukt. Den skrivs normalt innan någon datafångst överhuvudtaget har skett – för att presumtiva användare ska veta vad dessa data kommer att kunna användas till. Den lever sedan vidare med produkten. DPS:er bör följa ISO 19131.

En DPS beskriver krav på och egenskaper hos en dataprodukt och specificerar bl.a. informationsmodell, innehåll, datakvalitet och metadata. De kvalitetsuppgifter som finns i dataproduktspecifikationerna anger de krav som är ställda på dataprodukterna. Utifrån dessa krav kan man ställa vissa förväntningar på produkternas användbarhet. Datamängden ska uppfylla de krav specifikationen anger. Mottagaren kan vid leveransen kontrollera om kraven är uppfyllda.

Figur 2.12 visar sambanden mellan dataproduktspecifikation, dataprodukt, datamängd och metadata.



**Figur 2.12.** Kedjan från dataproduktspecifikation till metadata (ISO 19131).

Se vidare i: SIS-TR 40:2012: [Geografisk information – Tekniskt ramverk – handbok för dataproduktspecifikation](#)

En checklista för innehåll i och upprättande av sådana specifikationer återfinns i Bilaga B.1 i [HMK-Geodatakvalitet 2015](#).

Svensk Geoprocess håller på att formulera [enhetliga dataproduktspecifikationer](#) för nio grundläggande datateman: *stompunkter, flygbilder/ortofoton, laserdata/höjdmmodell, marktäcke/markanvändning, hydrografi, kommunikation, markdetaljer/tekniska anläggningar, byggnader samt adresser*.

## 2.13 Kvalitetsmärkning och metadata

*Metadata* betyder rent språkligt "data om data". De beskriver datamängdens innehåll, struktur och kvalitet – vanligen ur ett speciellt perspektiv. Syftet är att kunna söka, hitta och utvärdera data och tjänster. Tonvikten ligger på kvalitetsuppgifter av olika slag.

Metadata ska bland annat visa graden av överensstämmelse mellan en datamängds totala, faktiska beskaffenhet och de intentioner som anges i dataproduktspecifikationen. I metadata redovisas därför även information om eventuella kvalitetsutvärderingar – men också om sådant som leverantör, tillgänglighet, restriktioner, rättigheter, ajourhållningsregler, pris etcetera.

I gamla HMK-Databaser skilde vi på *kvalitetsmärkning* (som gjordes fysiskt i databasen, på olika nivåer), och *metadata* (som låg separat och användes för att hitta och bedöma data).

I metadata fanns bl.a. övergripande/sammanfattande information om de kvalitetsuppgifter som låg fysiskt i databasen. I dag verkar språkbruket delvis ha svängt och divergerat. I t.ex. Inspire benämns i stort sett alla kvalitetsuppgifter "metadata", oavsett var de är lagrade.

Eftersom terminologin inte längre är enhetlig så anges i HMK vilka begrepp vi använder för att skapa intern entydighet i dokumenten.

Vi kompromissar litet med den äldre linjen:

- På *objektnivå* (märkning av varje enskilt objekt) betraktar vi kvalitetsmärkningen som en särskild sorts attribut, antingen kopplat till geometrin, eller till objektets övriga attribut.
- På *övergripande nivå* (per objekttyp, geografiskt tema etc.) används termen metadata för de kvalitetsuppgifter som finns. De kan avse vilket som helst av de klassiska kvalitetstema och gäller oavsett om uppgifterna finns fysiskt i data eller ligger separat.

Detta ter sig logiskt eftersom en översättning av meta just är "över", som i *övergripande* eller *översiktlig*. Metadata på objektnivå blir då snarast en paradox. I dag finns ett generellt behov av kvalitetsuppgifter på en mer detaljerad nivå. Därför bör metadata inkludera en översiktlig beskrivning av sådana uppgifter.

Det finns en viss koppling mellan kvalitetstema (se nästa avsnitt) och nivå på kvalitetsredovisningen. Exempelvis kopplas ofta *lägesosäkerhet* till geometribeskrivningen på objektnivå, medan *fullständighet* normalt redovisas på övergripande nivå (t.ex. per objekttyp), alltså som metadata.

En ny internationell metadatastandard fastställdes 2014 (SS-EN ISO/19115-1:2014). På [www.geodata.se](http://www.geodata.se) finns även en [nationell metadataprofil för geodata](#), som utgör specifikation och vägledning för att ta fram enhetliga metadata. Den kommer att ses över för att passa till nyutgåvan av standarden.

Metadataprofilen tillgodoser kraven från Inspire och är anpassad för bland annat dataproducenter, användare och systemleverantörer som vill publicera metadata i Geodataportalen. Flera har på senare tid påtalat problemet med metadataas bristande kvalitet, se vidare avsnitt 3.6.

## 2.14 Kvalitetsteman, kvalitetsparametrar, kvalitetsmått

De klassiska *kvalitetsteman*a delas in i *kvalitetsparametrar* som mäts med hjälp av *kvalitetsmått*.

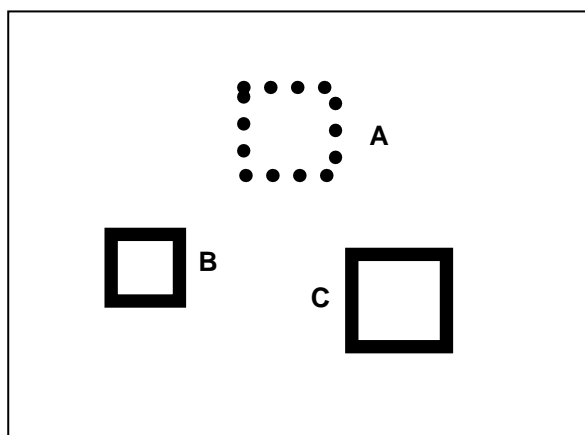
De här aktuella temana är (enligt ISO 19157): *Fullständighet*, *Logisk konsistens*, *Lägesosäkerhet*, *Tematisk osäkerhet*, *Temporal osäkerhet* och *Användbarhet*. Ibland redovisas även temana *Syfte*, *Spårbarhet* och *Aktualitet*.

Som påtalats redan i avsnitt 1.2 så är det nya ISO 19157-temat *Användbarhet* otydligt definierat och dessutom saknas det kvalitetsselement för bild- och laserdata.

Se vidare [HMK-Geodatakvalitet 2015](#), avsnitt 2.7.

## 2.15 Relationer mellan olika kvalitetsparametrar

Om man studerar varje kvalitetstema eller kvalitetsparameter för sig så verkar modellen enligt föregående avsnitt ganska tydlig, men om man inbördes börjar relatera parametrarna till varandra så ter sig inte allt lika självklart. Låt oss titta på två enkla men realistiska exempel.



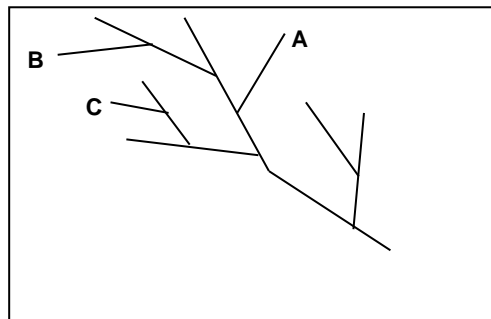
*Figur 2.15.a. Kontroll av objekttypen "Byggnad".*

Exempel 2.15.a: I dataproduktspecifikationen anges att byggnader > 20 kvadratmeter ska ingå. Ajourhållningscykeln för byggnader är 1 år. I Figur 2.15.a redovisas ett utsnitt.

Några reflektioner:

- A finns inte i databasen trots att byggnaden uppfyller specifikationens krav. Den uppfördes för cirka ett halvår sedan. Brist i fullständigheten eller i aktualiteten – eller helt korrekt eftersom endast årlig ajourhållning garanteras?
- B är uppmätt till 15 kvadratmeter. Den är med men borde inte vara det. Övertalighet inom objekttypen "byggnad" (korrekt area) eller osäkerhet i kvantitativa attribut (fel area)?
- C är en stor vedtrave med plåttak. Den är tillräckligt stor men är inte en byggnad. Övertalighet inom objekttypen "byggnad" eller osäkerhet i klassificeringen (fel objekttyp)?

Exempel 2.15.b: Ett avrinningsområde ska översiktligt representeras av ett topologiskt nätverk bestående av vattendrag bredare än 2 meter, se Figur 2.15.b.



**Figur 2.15.b.** Kontroll av ett avrinningsområde via ett topologiskt nätverk.

Reflektioner:

- A finns i databasen trots att det vattendraget är totalt uttorkat. Är det osäkerhet i klassificeringen eller brister i logisk konsistens att A finns med? Objektet får felaktigt en topologisk relation till övriga vattendrag. Det innebär även en övertalighet vad gäller fullständigheten.
- Samma sak beträffande B, fast tvärtom. B uppfyller kraven enligt specifikationen men saknas i basen. Objektet borde finnas med och ha en topologisk relation – men har det inte. Det blir därför även en brist vad gäller fullständigheten.

- C saknas också, på grund av att dess bredd felaktigt har redovisats som  $< 2$  meter medan den i verkligheten är  $> 2$  meter. Det blir även här en brist vad gäller fullständigheten som primärt beror på osäkerhet i kvantitativa attribut (fel bredd).

Dessa frågeställningar tas även upp i SIS-TR40:2012, bilaga B, samt i boken "Geografisk informationsbehandling" (Harrie et.al., 2013).

## 2.16 Kvalitetsparametrar vs. kvalitetsmått

*Kvalitetsmått* är alltså begreppet och verktyget för att specificera hur datakvalitet ska mätas och dokumenteras. Det är också det centrala begreppet för att ställa krav på datakvaliteten. Avsikten med ett kvalitetsmått är att specificera hur man genom att använda en speciell mät- och/eller beräkningsmetod kommer fram till ett tal som beskriver hur bra en del av en datamängd är i ett visst avseende.

Varje kvalitetsmått mäter en viss bestämd kvalitetsegenskap i datamängden, och genom att jämföra mätvärdet med kraven i specifikationen kan man avgöra om data uppfyller kraven eller ej.

Genom att studera utfallet för samtliga kvalitetsmått kan man få en samlad bild av geodatamängdens datakvalitet.

### Intuitiv tolkning av mät- och lägesosäkerhet

Vad betyder utsagan: *Osäkerheten i en orienteringskarta är 7 meter?*

Det är ganska oklart, och beroende på vem som gör uttalandet så varierar sannolikt innebörden. Vi måste bli tydligare när vi uttalar oss om osäkerhet – *mät- och lägesosäkerhet* – och datakvalitet överhuvudtaget!

Det räcker inte med ett kvalitetstema och en kvalitetsparameter utan vi måste framför allt tala om vilket kvalitetsmått vi har använt och hur vi har bestämt kvalitetsmåttets värde. Det vill säga, de frågor man alltid bör ställa sig när man får kvalitetsuppgifter är:

- Vilket kvalitetsmått har Du använt?
- Hur har Du bestämt dess värde?

Allting utgår från kraven i dataproduktspecifikationen.

### Exempel 2.16.a: Lägesosäkerheten i en orienteringskarta är 7 meter.

*Vilket kvalitetsmått har Du använt? Standardosäkerheten i plan i förhållande till referenssystemet, det vill säga "absolut lägesosäkerhet". Hur har Du bestämt dess värde? Genom kontrollmätning av tydliga detaljer med Nätverks-RTK.*

## Kvalitetsmått för andra kvalitetsparametrar

Hur mäter man då på motsvarande sätt andra aspekter på datakvalitet? Det vill säga, vilka kvalitetsmått kan kopplas till övriga kvalitetsparametrar?

Boken "Geografisk informationsbehandling" (Harrie et.al., 2013) ger en bra grund till sådana kvalitetskontroller i kapitel 10. Där definieras bland annat olika mått inom andra kvalitetsteman än lägesosäkerhet/mätosäkerhet.

En av de grundläggande termerna är *förväxlingsmatriser*, ur vilka diverse kvalitetsmått kan härledas och beräknas, framför allt vad gäller klassningsosäkerhet. Vi går inte här in i denna fråga på djupet utan nöjer oss med några enkla exempel, 2.16.b och 2.16.c.

### Exempel 2.16.b: Fullständigheten i en digital primärkarta är 95 %.

Vilket kvalitetsmått har Du använt? *Andelen objekt som finns med och som uppfyller dataproduktspecifikationens definition. Hur har Du bestämt dess värde? Genom fältkontroll av ett stickprov.*

### Exempel 2.16.c: Klassificeringsosäkerheten i databasen är 97 %.

Vilket kvalitetsmått har Du använt? *Andelen objekt som är korrekt kodade enligt dataproduktspecifikationens definition. Hur har Du bestämt dess värde? Genom kontroll mot nyligen tagna, storskaliga flygbilder.*

## Beskrivning av kvalitetsmått enligt ISO 19157

Enligt ISO 19157 beskrivs kvalitetsmått så som redovisas i Tabell 2.16.

*Tabell 2.16. Beskrivning av kvalitetsmått (utdrag ur ISO 19157).*

<b>Egenskap</b>	<b>Beteckning i ISO 19157</b>	<b>Förklaring</b>
namn	name	kvalitetsmättets benämning
definition	definition	kortfattad förklaring
beskrivning	description, example	beskrivning av kvalitetsmättet; exempel på dess användning
källreferens	source reference	referens till en mer utförlig dokumentation

Ett norskt register för kvalitetsmått redovisas i Bilaga D i [HMK-Geodatakvalitet 2015](#).

## 2.17 Kvalitetskontroll

Vid *kvalitetskontroll* undersöker man om kraven i DPS:en är uppfyllda genom att analysera kvalitetsmåten; resultatet läggs in i metadata.

Bilagorna i [HMK-Geodatakvalitet 2015](#) innehåller en översikt över olika typer av kvalitetskontroll och kvalitetsmått, och i Bilaga B i detta dokument ges en beskrivning av "gamla" HMK:s trenivåprincip för kontroll av mät- och lägesosäkerhet – dvs. kontroll av grova fel, systematiska avvikelser och slumpmässiga avvikelser.



## 3 Geodatakvalitet i ett större sammanhang

### 3.1 Det svensk-norska samarbetet

Arbetet med geodatakvalitet inom HMK har bedrivits parallellt med motsvarande norska standardiseringsarbete. Vi har varit remissinstanser till varandra, vi har utbytt idéer och vi har använt varandras texter.

Samarbetet bygger på att vi har samma drivkrafter och inriktning på arbetet:

- Norden är en gemensam och ganska begränsad marknad. Därför är det bra för alla – beställare, användare och leverantörer – om det finns enhetliga specifikationer och synsätt.
- Vi anser båda att internationella standarder måste kompletteras med mer konkreta råd och anvisningar, à la handbok.

De språkliga skillnaderna har varit mycket enkla att överbrygga. De nya norska standarderna inom geodataområdet är:

- *Geodatakvalitet*, versjon 1.0, januari 2015.
- *Produksjon av basis geodata*, versjon 1.0, 2015.

### 3.2 Workshop om Geodatakvalitet

Resten av detta kapitel redovisar resultaten från en workshop om geodatakvalitet på Malta, 20-21 januari 2015, som delar av HMK-arbetsgruppen deltog i. Workshopen anordnades av ELF, EuroGeographics, EuroSDR, ICA, ISO, OGC samt företagen ESRI, 1Spatial och Geoconnexion.

Cirka 65 personer deltog. De representerade dels nationella kartverk och universitet, dels standardiseringsorganisationer och privata företag.

### 3.3 Åtta faktorer som påverkar geodatakvaliteten

EuroGeographics har identifierat åtta faktorer som påverkar geodatakvaliteten och kvalitetsarbetet rörande geodata:

1. Top Management Commitment (högsta ledningens engagemang)
2. Customer Focus (kundfokus)

3. Training and Education (kompetensutveckling och utbildning)
4. Continuous Improvement (ständiga förbättringar)
5. Supplier Management (relationen till leverantörer)
6. Employee Involvement (medarbetarmedverkan)
7. Information and Analysis (information och analys)
8. Process Management (processledning).

Erfarenheten visar att högsta ledningens engagemang är den viktigaste faktorn för ett lyckat kvalitetsarbete. Dessutom krävs kartläggning av hela produktionsprocessen och att hålla denna kartläggning aktuell.

### 3.4 Volunteered Geographic Information

*Volunteered Geographic Information (VGI)* – dvs. "allmänhetens" bidrag till geodatainsamlingen (även kallad *Crowd Sourcing*) – blir en extern källa att räkna med framöver, och då särskilt i områden där mycket folk rör sig. Med "allmänheten" avses egentligen alla utom kartmyndigheterna, dvs. såväl privatpersoner som företag, föreningar etc.

Kartmyndigheternas roll kan därigenom komma att förändras. De rekommenderades dock (på Malta-konferensen) att ha en positiv inställning till detta "fenomen", och försöka hitta sin nya roll i sammanhanget.

Många olika insamlare av geodata leder till att mer fokus blir på kvalitetssäkring och tillhandahållande av produkter, inklusive uppgifter om datakvalitet och metadata i allmänhet. Den nya rollen kan t.ex. vara att anvisa olika kontrollmetoder, som övriga kan använda för att kontrollera sina bidrag – samt att, även fortsättningsvis, vara den som ansvarar för förvaltningen av de så åstadkomna, generella geodatabaserna. I glesbygdsområden torde kartverkens uppgift bli tämligen oförändrad.

Ansvar, ur ett juridiskt perspektiv, för slutprodukten i en situation med många olika insamlare, öppna data med mera presenterades vid ett föredrag.

Det blir viktigt med korrekta och tydliga redovisningar av datakvalitet, syfte med produkten osv. för att nya användare ska förstå möjligheterna och begränsningarna. Det är också viktigt att hanteringen av rapporterade fel dokumenteras.

### 3.5 "Mjukt" vs. "hårt" kvalitetsarbete

EuroGeographics gör regelbundet undersökningar bland sina medlemmar (inkl. Lantmäteriet) vad gäller *Quality Management Systems (QMS)*. Det sker via frågeformulär och tanken är att påvisa gapet mellan dagens situation och en önskvärd kvalitetsstyrningssituation, samt att ge medlemmarna rekommendationer inom området.

Senaste utfallet 2012 pekade på att ca 70 % använder *ISO 9000*, 20 % använder *LEAN* eller *Six Sigma*-verktyg men ingen använder *TQM (Total Quality Management)*.

Slutsatsen är att de europeiska kartverken satsar mer på styrning inom de "hårda", tekniska områdena medan "mjuka" värden, som t.ex. personalfrågor, inte ges samma betydelse. Detta eftersom *ISO 9000* brukar betraktas ha en "hård" inriktning medan t.ex. *TQM*:s inriktning är mer åt det mjuka hållet.

Hård vs. mjuk inriktning brukar mätas i termer av organisationers *mognadsgrad*:

- En "omogen" organisation är ganska introvert. Den har en producentinriktning och fokuserar på sådant som teknik, förvaltning etc.
- Den "mogna" organisationen är mer extrovert, har ett kundfokus och satsar på utveckling. Kvalitetskontrollen går inte ut på att hitta "syndaböcker" utan syftar till ständiga förbättringar.

### 3.6 Metadatas bristande kvalitet

Metadatas bristande kvalitet var ett problem som påtalades upprepade gånger under Malta-konferensen. Det blir ju litet av en paradox eftersom metadata ska redovisa just geodatakvaliteten – och vara länken mellan producent och användare.

Några menade att:

- Ingen har egentligen lyckats med metadata.
- Detta med metadata funkar inte – något nytt, och bättre, måste till!
- Det är en utmaning för kunden att hitta rätt data – och metadata.
- Hantera metadata som vilka andra data som helst (definitioner, aktualitet och övrig datakvalitet etc.).

Flera olika satsningar görs nu för att förbättra metadata. Ett tillägg till den svenska, nationella metadataprofilen är på gång och EU arbetar med ändringar i Inspire-direktivets riktlinjer för bl.a. metadata.

### 3.7 BIM och GIS närmar sig varandra

*BIM*, *ByggnadsInformationsModell(ering)*, och *GIS* närmar sig varandra. *BIM* innebär en utveckling från *CAD* till informationssystem. Det underlättar integrationen och kommer att stärka båda disciplinerna, liksom relationen mellan dem.

Det tydliggör också konceptet *multipel geometri* – från en detaljerad redovisning av en byggnad till den översiktliga, mer kartorienterade beskrivningen av byggnaden i sitt geografiska sammanhang.

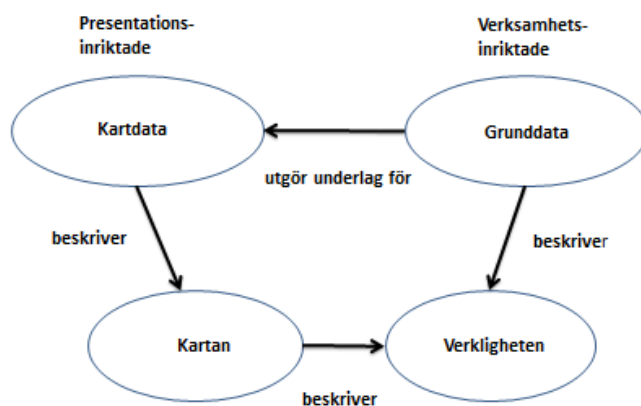
### 3.8 Map Data Quality

Området *Map Data Quality* betraktas som betydligt mer outvecklat än *Geo Data Quality*. Det kan tyckas märkligt; tidigare har ju GIS-branschen ofta 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 fram-marsch. 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 nya digitala media.

Beträffande geodata bör vi skilja på *grunddata* och *kartdata* (se Figur 3.8):

- Grunddata är den mest detaljerade geometrin vi har av ett objekt. Samma objekttyp kan beskrivas med olika detaljeringsgrad beroende på användarbehoven.
- Kartor är sammanställningar av grunddata som anpassats för presentation i ett visst syfte. Anpassningen avser t.ex. skala, generalisering och detaljeringsgrad.



**Figur 3.8.** Grunddata vs. kartografiska data. (Fritt efter Figur 2.1 i *HMK-Databaser*.)

En viktig fråga att ställa sig för att rätt kunna tolka kvaliteten i geodata är: Baseras de på *primära*, mätta data eller på *sekundära*, dvs. härledda eller generaliserade data? Om data är primära/mätta så måste man dessutom veta något om mätosäkerheten.

Detta är särskilt viktigt i samband med *digitala kartor*, dvs. när en ursprungligen analog karta visas på t.ex. en bildskärm. Då är det viktigt med *spårbarhet* bakåt och ha kunskap om datas *ursprung*. Med tre decimaler på metern kan man annars få intrycket att kartpresentationen är bättre än den egentligen är.

[Exempel 2.15.a](#): Den ekonomiska kartan (Gula kartan) i Sverige togs ursprungligen fram för en analog presentation i skala 1:10.000 (senare även 1:20.000) och med en ortofoto-mosaik som grund.

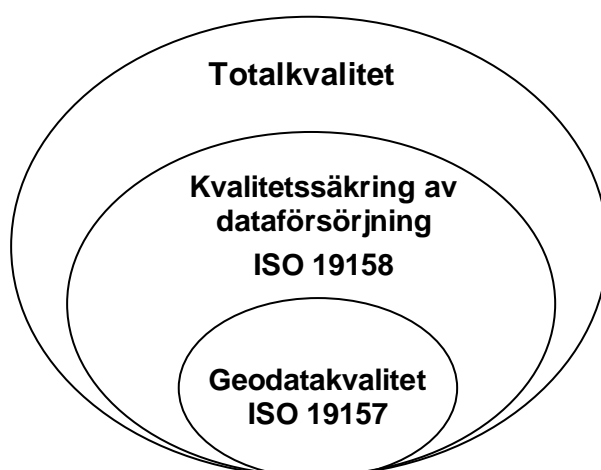
Om man använder en digitaliserad version av en sådan så får man räkna med lägesfel på flera meter även om koordinaterna presenteras på millimetern när; viktigt att veta om man använder den för positionering av t.ex. skogsmaskiner, så att man inte avverkar grannens skog.

Vad gäller terminologin så krävs även en modifiering av de uttalanden som gjordes i avsnitt 2.4: att uttryck som "punktobjekt", "linjeobjekt" etc. bör undvikas. Har man väl valt utformningen av en kartpresentation så kan man mycket väl använda dessa termer – om det är underförstått att det är *kartobjekt* som avses. På samma sätt är det helt nödvändigt att skilja på objekt och geometri beträffande grunddata.

## 4 Sammanfattning

Följande får tjäna som en kortfattad sammanfattning av rapporten:

- En grundlig genomgång av terminologin har känts befogad. Det beror dels på att termerna inte är så väldefinierade som man kanske tror, dels på att några av dem har ändrat innebörd över tiden. Denna genomgång redovisas i detta dokument och ett ganska stort antal termer har tillförts i [HMK-Ordlista juni 2015](#).
- "Metadata" finns med på flera ställen i redovisningen. En orsak är att denna term har ändrat betydelse på senare tid. I t.ex. Inspire så har den kommit att beteckna alla typer av kvalitetsuppgifter, inte bara de på övergripande nivå utan även de som ligger fysiskt lagrade på detaljnivå inne i en geodatamängd. Dessutom finns det en allmän kritik mot metadataas kvalitet, varför flera initiativ nu börjar tas för att åtgärda detta förhållande.
- *Volunteered Geographic Information (VGI)* – eller *Crowd Sourcing* – är något vi får räkna med framöver. Kartmyndigheters roll kan därigenom komma att förändras, men företeelsen bör i stort ses som något positivt. Vissa ansvarsfrågor och juridiska frågor måste dock tydliggöras.
- Vi ser en tydlig tendens att gå från enbart geodatakvalitet till "totalkvalitet", dvs. att även ta med de "mjuka" frågorna i sammanhanget. ISO 19158 är mer inriktad på helheten än ISO 19157, som är mer producentinriktad. Men inte ens med "158:an" når man ända fram till totalkvalitet, se Figur 4.



**Figur 4.** Standarderna ISO 19157 och ISO 19158 i ett totalkvalitetsperspektiv.

## 5 Referenser

### Formella standardiseringsorgan

Den globala "hierarkin" vad gäller standardisering är

- [SIS.se](http://SIS.se) och dess verksamhetsområde [STANLI](http://STANLI) i Sverige
- [CEN](http://CEN) på Europa-nivå
- [ISO](http://ISO) på global nivå.

### ISO- och SIS-standarder m.m.

- SS-EN ISO 19115-1:2014, *Geographic information - Metadata - Part 1: Fundamentals (Geografisk information – Metadata – Del 1: Grunder)*.
- SS-EN ISO 19131:2008, *Geographic information – Data product specifications (Geografisk information – Specifikation av data-mängder)*.
- SS-EN ISO 19157:2013, *Geographic information - Data quality (Geografisk information – Datakvalitet)*.
- SIS-ISO/TS 19158:2012, *Geographic information – Quality assurance of data supply (Geografisk information – Kvalitetssäkring av dataförsörjning)*.

Information om dessa och övriga standarder i 19100-serien om geografisk information återfinns på SIS-STANLI:s websida.

SIS har även gett ut:

- SIS-TR 40:2012: [Geografisk information – Tekniskt ramverk – handbok för dataproduktspecifikation](#)
- SIS, Swedish Standards Institute, 2004. [Samverkande GIS med ISO 19100 – en handbok om tekniskt ramverk för geografisk information](#)

### Geodatasamverkan i Sverige

Några centrala, svenska internetadresser inom geodataområdet är:

- Datadelningsmodellen [geodatasamverkan](#) , geodataportalen [geodata.se](http://geodata.se) och en [nationell metadataprofil för geodata](#) .
- [Svensk geoprocess](#) och arbetet med [enhetliga dataprodukt-specifiaktioner](#) .
- [HMK:s hemsida](#) med [handböcker på internet](#) .

## BIM

Centrala internetadresser inom BIM är:

- [BuildingSMART](#)
- [IQ samhällsbyggnad](#)
- [Smart Built Environment](#)
- [BIM standardiseringsbehov, 2013-06-20](#). Slutrapport från Svenska Byggbranschens utvecklingsfonds projekt 12 690
- SIS GIS/BIM samordning:  
<http://www.sis.se/informationsteknik-kontorsutrustning/allmänt/gis-bim>

## Äldre HMK-skrifter

De äldre HMK-skrifterna (*Handbok till Mätningkungörelsen, MK*), gavs ut i nio tryckta band under perioden 1993-1998. Dokumenten har till stora delar blivit inaktuella på grund av teknikutvecklingen och lagändringar. De finns tillgängliga som pdf-dokument tillsammans med aktualitetsbeskrivningar som beskriver handböckernas giltighet i dag.

Äldre HMK-skrifter	Kortformer
HMK - Geodesi, Stommätning (1996)	HMK-Stommätning HMK-Ge:S
HMK - Geodesi, Detaljmätning (1996)	HMK-Detaljmätning HMK-Ge:D
HMK - Geodesi, Markering (1996)	HMK-Markering HMK-Ge:M
HMK - Geodesi, GPS (1996)	HMK-GPS HMK-Ge:GPS
HMK - Fotogrammetri (1994)	HMK-Fo
HMK - Digitalisering (1998)	HMK-Di
HMK - Databaser (1997)	HMK-Da
HMK - Kartografi (1996)	HMK-Ka
HMK - Juridik (1994)	HMK-Ju



## Tekniska rapporter

Följande [Tekniska rapporter](#) har hittills publicerats inom ramen för HMK-arbetet:

- P Jansson & C-G Persson (2013:1). *Analys av den norska standarden "Kontroll av geodata"*.
- J Wingstedt (2013:2). *Tolkningsmöjligheter vid olika geometriska upplösningar*.
- C-G Persson (2012:3). *Lägesosäkerhet vid fotogrammetrisk detaljmätning i 3D*.
- C-G Persson, H Rost & T Lithén (2014:1). *Kontroll av lägesosäkerheten i laserdata*.
- C-G Persson, T Lithén, G Lönnberg & T Svärd (2015:1). *Terminologi, principer och trender inom geodatakvalitet*. (Detta dokument)

## Svenskspråkiga läroböcker

Svenskspråkiga läroböcker inom det mätningstekniska området har länge varit en bristvara, men två "HMK-nära" sådana finns:

- Lars Harrie, redaktör (2013): [Geografisk informationsbehandling-teori, metoder och tillämpningar](#), 6:e upplagan. Lund: Studentlitteratur. En lärobok inom geodataområdet för introduktionskurser på universitet och högskolor.
- Lantmäteriet, LU, KTH och HiG (2013): [Geodetisk och fotogrammetrisk mättnings- och beräkningsteknik](#). Kompendiet har tagits fram gemensamt av Lantmäteriet, Kartografiska Sällskapet och högskolorna. Det fördjupar delarna om insamlingsmetoder samt koordinat- och referenssystem från ovan nämnda lärobok. Till "det mätningstekniska kompendiet" finns en formelsamling.

## Det norska standardiseringsarbetet

De nya norska standarderna inom geodataområdet är:

- *Geodatakvalitet*, som ersätter *Kontroll av geodata* och *Geodatastandard*; versjon 1.0, januari 2015.
- *Produksjon av basis geodata*, som ersätter *Kart og geodata*; versjon 1.0, 2015.

De finns under det norska Kartverkets [standarder för geografisk informasjon](#). Se även [Norge digitalt](#).

## Europeisk geodatasamordning

Dessa är de viktigaste europeiska samordningsorganen inom geodataområdet:

- [Inspire](#)
- [EuroGeographics](#)
- [ELF](#) (*European Location Framework*)
- [EuroSDR](#) (*European Spatial Data Research Network*).

Följande referens är viktig:

- EuroGeographics, *Guidelines for Implementing the ISO 19100 Geographic Information Quality Standards in National Mapping and Cadastral Agencies*.  
[http://www.eurogeographics.org/sites/default/files/Guidelines\\_ISO\\_19100\\_Quality.pdf](http://www.eurogeographics.org/sites/default/files/Guidelines_ISO_19100_Quality.pdf)

## GUM - mätosäkerhet

Nuvarande version av GUM-standarden ([JCGM 100:2008](#)) förvaltas av konsortiet *Joint Committee for Guides in Metrology* (JCGM), där bland annat det internationella standardiseringsorganet ISO ingår.

Originaldokumentet är:

- ISO/IEC Guide 98-3:2008. *Uncertainty of Measurement -- Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM: 1995)*. [www.iso.org/sites/JCGM/GUM-introduction.htm](http://www.iso.org/sites/JCGM/GUM-introduction.htm)

Mer underlagsmaterial om mätosäkerhet och GUM-standarden finns på HMK:s hemsida:

[www.lantmateriet.se/HMK](http://www.lantmateriet.se/HMK) under *HMK-Referensbibliotek/GUM*.

## Andra utländska samordningsinitiativ

Vad gäller HMK-liknande alster i andra länder bör särskilt nämnas:

- I Storbritannien har **TSA** (*The Survey Association*), som är en sammanslutning av privata mätkonsulter, tagit initiativ till att ta fram [Guidance Notes och Client Guides](#) för geodataområdet.
- **ASPRS** (*American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*) har utarbetat utförandestandarder och "guidelines" för upphandling av geodatatjänster. Även **NSDI** (*National Spatial Data Infrastructure*) i USA arbetar med liknande frågor.

## Från Malta

Konferensen om geodatakvalitet – Malta, 2015-01-20—21; länk till hemsidan med program, abstract mm:

<http://www.eurogeographics.org/event/international-workshop-spatial-data-and-map-quality>

## Övriga referenser

Cederholm, T & Persson, C-G, 1989. *Standardiseringsverksamheten i Sverige inom GIS-området – terminologifrågor, informationsstrukturering och kvalitetsmärkning*. Ingår i ULI-rapport 1989:4 ”Geografiska informationssystem – föredrag vid ULIs utbildnings- och informationsdagar 1989” och SINUS 1990:2.

Devillers, D & Jeansoulin, R (editors), 2006. *Fundamentals of spatial data quality*. ISTE Ltd, Storbritannien och USA.

Devillers, R, Stein, A, Bédard, Y, Chrisman, N, Fisher, P & Shi, W, 2010. *Thirty Years of Research on Spatial Data Quality: Achievements, Failures, and Opportunities*. Transactions in GIS, 14(4): 387-400.

- \* -

Mer information om datakvalitet finns på HMK:s hemsida:

[www.lantmateriet.se/HMK](http://www.lantmateriet.se/HMK) under [HMK-Referensbibliotek/Kvalitet](#).  
Se särskilt *Övriga hänvisningar*.

## A Analys av begreppet RMS

Användningen av begreppet *RMS* har vållat geodatakollektivet en del huvudbry. Definitionerna, förkortningarna och beräkningsformlerna varierar – för att inte säga divergerar. Om man "Googlar" *RMS* blir man ännu mer förvirrad.

I tillägg till den korta beteckningen *RMS* finns t.ex. *RMSE* (*Root Mean Square Error*) och *RMSD* (*Root Mean Square Deviation*) – som dessutom kan ha olika definitioner i olika sammanhang. I samband med geodata vill man dessutom ofta göra en distinktion mellan plan och höjd. Därför finns t.ex. beteckningen *RMSEP*, där *P* står för *Planimetric* – dvs. "RMSE i plan (2D)".

### Grundformlerna

De vanligast förekommande formlerna är

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}$$

för en mätserie  $x_1, x_2, \dots, x_n$  samt

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - t_i)^2} \text{ alternativt } \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - t)^2}$$

där  $t_i$  = "sant" värde ( $t$  i de fall alla mätningar har samma "sanna" värde). OBS: om det "sanna" värdet  $t = 0$ , så får vi  $RMS = RMSE$ .

En annan variant är

$$RMSD = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

där  $x_i$  och  $y_i$  är två mätningar/skattningar av samma storhet, med någorlunda lika mätosäkerhet (ingen är att betrakta som mer "sann" än den andra). Men ibland används *RMSE* och *RMSD* som synonymer! Och historiskt sett så har *RMS* även använts som akronym för *Root Mean Square Error*, dvs. "error" har varit underförstått. Så har ofta varit fallet inom geodesi och fotogrammetri, särskilt i Sverige.

I standarden ISO 19157 beräknas *RMSE* i höjd enligt *RMSE*-formeln ovan (Table D.41, ID 39) medan *RMSEP* (*RMSE* i plan; Table D.49, ID 47) beräknas enligt

$$RMSEP = \sqrt{\frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n (N_i - t_{N_i})^2 + \sum_{i=1}^n (E_i - t_{E_i})^2 \right)}$$

för skattade respektive "sanna" Northing- och Easting-kordinater.

Ganska rörligt alltså! Det enda man kan säga är att de olika RMS-varianterna hänför sig till en liten storhet, som har ett väntevärde – en variation – runt nollan.

### RMS i HMK

Vilken variant använder då HMK? Egentligen ingen alls. RMSE, t.ex., strider mot GUM-filosofin i så måtto att begreppet ”fel” inte finns med där. Det sanna värdet är mycket sällan känt, så då kan inget fel beräknas. I stället används i HMK termerna *standardosäkerhet* eller *standardavvikelse* (det som tidigare benämndes *medelfel*).

Denna storhet kan skattas på flera sätt, t.ex.

- *a priori*, dvs. baserat på tidigare kunskap om olika metoders mätosäkerhet
- ur *minsta-kvadratutjämnings*, t.ex. inpassningar mot fasta punkter i plan (koordinattransformationer) eller höjd (translationer)
- ur *upprepade mätningar* av samma storhet.

Det är bara i ett sammanhang som RMS kommer in i bilden. Det är vid analys av kontrollmätningar via storheten

$$e_i = p_i - k_i$$

där  $e_i$  är skillnaden mellan den ursprungliga produktionsmätningen  $p_i$  och den separata kontrollmätningen  $k_i$ . Det sker bl.a. via kontrollstorheten

$$Q = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (p_i - k_i)^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2} = RMS_e$$

Det vänstra rotuttrycket liknar uttrycken för såväl RMSE som RMSD. Det ligger väl snarast däremellan; kontrollmätningen är inte felfri (som  $t$  i RMSE) men har lägre mätosäkerhet än produktionsmätningen, så RMSD passar inte heller så bra.

Men om vi tittar på rotuttrycket till höger så ser vi att storheten  $Q$  kan ses som en klokren RMS av skillnaden  $e_i = p_i - k_i$ .

Medeltalet av  $e_i$

$$\bar{e} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (p_i - k_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i$$

ger information om eventuella systematiska skillnader mellan produktions- och kontrollmätningen medan standardavvikelsen

$$s_e = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2}$$

beskriver de rent slumpmässiga variationerna i data.

Följande samband råder:

$$\bar{e}^2 + s_e^2 \frac{(n-1)}{n} = RMS_e^2$$

det vill säga, approximativt, för någorlunda stora  $n$  (antalet analyserade punkter)

$$RMS_e^2 = \bar{e}^2 + s_e^2$$

Det är därför naturligt att beskriva samtliga osäkerhetsaspekter i ett sammanhang, eftersom  $s_e$  och  $\bar{e}$  var för sig ger en ofullständig information om mätosäkerheten.  $RMS_e$  fångar såväl den slumpmässiga mätosäkerheten som eventuella systematiska avvikelser.

### Slutsats

Terminologin är alltså inte entydig så det får helt enkelt bli ett internt beslut om hur terminologin ska hanteras inom HMK.

Det finns motiv för samtliga benämningar RMS, RMSE och RMSD. Vi väljer dock att i HMK använda benämningen RMS därför att det följer svensk, mätningsteknisk praxis. Samtidigt undviks därigenom termen RMSE, som strider mot grundvalarna i GUM, och vi slipper klumpiga akronymer med fyra, ja t.o.m. fem bokstäver.

Övriga preciseringar kan göras rent textmässigt, t.ex. att RMS-värdet, vilket är vanligast, härrör från en kontrollmätning:

- "kontrollmätningens RMS i plan" i stället för RMSEP, eller
- "RMS från kontrollmätning i höjd" i stället för RMSE i höjd.

I samband med matematiska formler kan man också tänka sig att skriva  $RMS_{plan}$  respektive  $RMS_{höjd}$  – alternativt  $RMS(plan)$  och  $RMS(höjd)$ . Dessa storheter motsvarar ISO 19157, tabell D49, Id 47 respektive ISO 19157, tabell D41, Id 39.

Storheten kan alltså användas som en skattning av standardosäkerheten. I analysen bör dock även en kontroll av eventuell systematik ingå. Det sker via medelavvikelsen mellan produktions- och kontrollmätningen, dvs. *medelskiftet i höjd* respektive *genomsnittligt offset i plan*.

Se Bilaga A till den tekniska rapporten *Kontroll av lägesosäkerheten i laserdata* ([HMK-TR 2014:1](#)) samt Bilaga A.4 i [HMK-Geodatakvalitet 2015](#).

## B HMKs tre-nivåprincip

I denna bilaga redovisas "gamla" HMK:s "tre-nivåprincip" för kontroll av lägesosäkerheten. Den är delvis historisk eftersom den baseras på ett nättänkande som sällan finns i dag. Ur pedagogisk synvinkel försvarar den dock sin plats, och i den mån terrestra geodetiska mätningar fortfarande utförs på detta sätt så fungerar konceptet utmärkt.

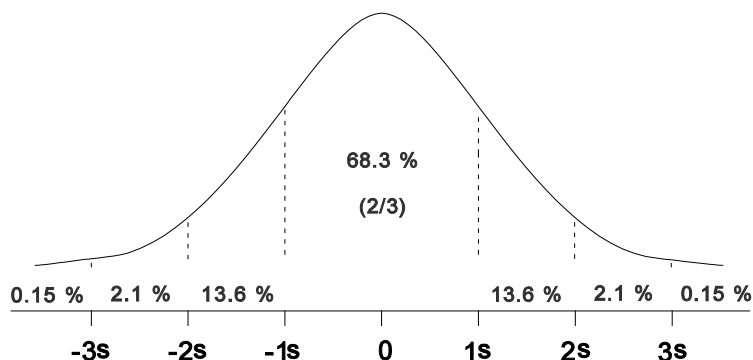
Lägesosäkerheten regleras vanligen i form av fastställda *toleranser* (tidigare benämnda *felgränser*), det vill säga gränsvärden som inte får överskridas. "Gamla HMK" innehöll sådana toleranser för olika typer av mätningar, framför allt i dokumentet [HMK-Stommätning](#).

Där laborerar man med tre nivåer, som bygger på antaganden om standardosäkerheten ( $s$ ) och den teoretiska normalfördelningen (Figur B). Den säger att:

$\pm 1s$  har täckningsgraden 68,3 %

$\pm 2s$  har täckningsgraden 95,5 %

$\pm 3s$  har täckningsgraden 99,7 %



**Figur B.** Normalfördelningens frekvensfunktion indelad i 1, 2 respektive 3s .

Nivåerna tillämpas på följande sätt:

- I.  $1s$  -gränser används för ett test av att antagandet om normalfördelning är korrekt – ett **fördelningstest**. 2/3 av mätmaterialen bör ha avvikelser som är mindre än detta värde.
- II.  $2s$  används som **varningsgräns**. Om avvikelserna överskrider denna gräns bör den bakomliggande orsaken analyseras.
- III. Avvikelser större än  $3s$  betraktas som "grova fel". Därför är  $3s$  -gränsen att betrakta som en ren **kassationsgräns** och ommätning krävs.

Exempel på analys av kontrollmätning enligt dessa principer finns i bilagorna A.2-A.4. Tabell B är hämtad från [HMK-Stommätning](#) – mer för att åskådliggöra strukturen än att lägga fast toleranserna.

**Tabell B.** Toleranser (felgränser) för slutningsfel i anslutningsnät i höjd; tåglängden anges i kilometer. Från HMK-Stommätning, bilaga A, tabell A.13.

Typ av tåg	Maximalt slutningsfel (mm)		
	I	II	III
Enkeltåg mellan kända punkter	-	$4\sqrt{L}$	$6\sqrt{L}$
Tåg ingående i höjdnät	$1\sqrt{L}$	$2\sqrt{L}$	$3\sqrt{L}$