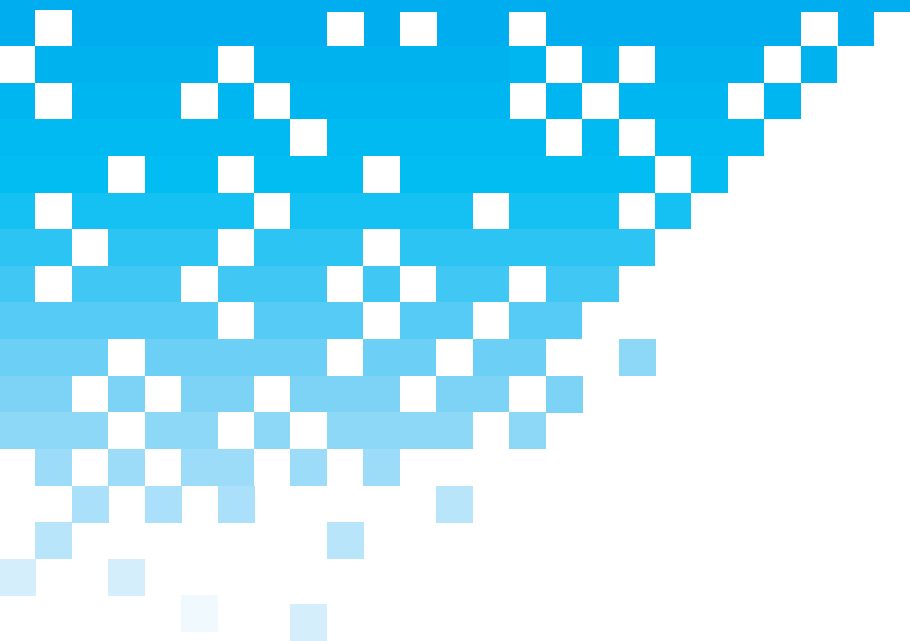


HMK
- handbok i mät- och kartfrågor

Kravställning vid geodetisk mätning

2017



Förord 2017

2017 års revision av de HMK-dokument som beskriver geodetisk infrastruktur och geodetisk mätning har utförts av en arbetsgrupp bestående av Linda Ahlm, Anders Alfredsson, Lars Jämtnäs, Kent Ohlsson (samtliga Lantmäteriet) och Lars Kvarnström (LTK Geodesi). Liselotte Lundgren Nilsson (Lidingö stad), Per-Åke Jureskog (Metria) samt medarbetare på enheten för geodetisk infrastruktur (Lantmäteriet) har på olika sätt bidragit med granskning av dokumenten.

Ett nytt dokument har tillkommit sedan 2015: *HMK – Kravställning vid geodetisk mätning*. I och med detta så fasas det äldre dokumentet *HMK – Referenssystem och geodetisk mätning* ut. Övriga dokument kvarstår i reviderad form.

Gävle 2017-08-31

/Lars Jämtnäs, samordnare HMK-Geodesi

[Samlade Förord](#)



2020-04-20

Aktualitetsbeskrivning för äldre handböcker i HMK-serien

Aktualitetsbeskrivning för **HMK – Kravställning vid geodetisk mätning 2017** (HMK–GeKrav 2017), giltig från 2020

LARS JÄMTNÄS

Om aktualitetsbeskrivningar i HMK

Aktualitetsbeskrivningar tas fram för äldre handböcker där ingen nyutgivning eller uppdatering är planerad.

Eftersom lagstiftning, praxis, terminologi, teknik m.m. förändras över tid är aktualitetsbeskrivningarna tänkta som ett stöd för att bedöma aktualitet, giltighet och relevans vid användning av HMK-handböckerna.

Generellt om HMK–GeKrav 2017

HMK-GeKrav 2017 publicerades som ett stöd till beställare som vill upprätta en teknisk specifikation för geodetiska mätarbeten, dvs. dokumentation av krav för de tjänster/produkter som ska levereras. Ett liknande stöd fanns sedan tidigare i flera av handböckerna för geodatainsamling, t.ex. för laserskanning och flygfotografering. Eftersom handböckerna om stommätning och geodetisk detaljmätning huvudsakligen hade utförarfokus ansågs *HMK-GeKrav* vara ett lämpligt komplement till dessa.

Inför 2020 års revidering av HMK gjordes dock bedömningen att *HMK-GeKrav 2017* inte riktigt representerar den bredd av geodesitillämpningar som förekommer inom samhällsbyggnadsområdet. Användarsynpunkter antydde också att beställarstödet i HMK generellt skulle behöva utformas på ett sätt som medför mindre detaljstyrning av utförandet och mer fokus på slutresultatet.

Därför beslutades att *HMK-GeKrav 2017* inte skulle uppdateras, utan istället förses med en aktualitetsbeskrivning tills ett nytt beställarstöd finns på plats. Beslutet bygger också på att de nya geodesihandböckerna ger visst stöd för kravställning.

Specifika kommentarer per kapitel

Sidhänvisningar avser originaldokumentet.

Kapitel I: Inledning

I beskrivningen av ”HMK-Geodesi” finns hänvisning till fyra andra geodesihandböcker:

- *HMK – Geodetisk infrastruktur 2017*
- *HMK – Stommätning 2017*
- *HMK – Terrester detaljmätning 2017*

- *HMK – GNSS-baserad detaljmätning 2017*

Reviderade versioner av dessa handböcker avser publicering från 2020 och framåt.

Kapitel 2: Beställarens kravställning för geodetisk mätning

Tillsammans med Bilaga A kan kapitlet användas som exempel på kravställning via en teknisk specifikation, men ska ej anses som normerande.

Avsnitt 2.3 (s. 9 ff): Viss terminologi för stornätstyper och annan geodetisk infrastruktur kan skilja mot senaste versioner av *HMK-Geodetisk infrastruktur* och *HMK-Ordlista*.

Avsnitt 2.4 (s.14 ff): Ändrade beskrivningar och definitioner av objektgeometri/mättningsanvisningar och lägesosäkerhet finns i senare versioner (från 2020 och framåt) av handböckerna *HMK – Terrester detaljmätning*, *HMK – GNSS-baserad detaljmätning* och *HMK – Ordlista*

Avsnitt 2.5 (s.19): Hänvisningarna till Bilaga C i handböckerna *HMK – Stommätning*, *HMK – Terrester detaljmätning*, *HMK – GNSS-baserad detaljmätning* bör ersättas med hänvisningar till Bilaga A.1 i 2020 års versioner av dessa dokument.

Avsnitten 2.6.4 – 2.6.5 (s.21): Allmänna rekommendationer för produktionsdokumentation och leveransk kontroll finns i Bilaga B respektive C i 2020 års versioner av geodesihandböckerna.

Kapitel 3: Utförarens val av geodetisk mätmetod och genomförande

Nyare beskrivningar av geodetiska mätmetoder finns i senare versioner (från 2020 och framåt) av handböckerna *HMK – Stommätning*, *HMK – Terrester detaljmätning*, *HMK – GNSS-baserad detaljmätning*.

Kapitlet kvarstår dock tills vidare som stöd för andra geodatainsamlingsdokument, t.ex. *HMK-Flygfotografering*, *HMK-Höjddata* och *HMK-Flygburen laserskanning*. I kommande versioner av dessa dokument kommer hänvisningarna till *HMK-GeKrav 2017* att fasas ut.

Avsnitt 3.2 (s.32): Hänvisningarna till Bilaga C i handböckerna *HMK – Stommätning*, *HMK – Terrester detaljmätning*, *HMK – GNSS-baserad detaljmätning* bör ersättas med hänvisningar till Bilaga A.1 i 2020 års versioner av dessa dokument.

Avsnitt 3.3 (s.32): Hänvisningen till Svensk geoprocess är inaktuell. Dokumentet *Mättningsanvisningar – geometrisk representation vid utbyte* är ett stöddokument för användning av nationella specifikationer för geodata; se nedan under rubriken *Kapitel 5*.

Kapitel 4: Beställarens kontroll

Kapitlet beskriver förslag/exempel på beställarkontroller men är ej tänkt att vara normerande.

Kapitel 5: Referenser/Läs mer

Referens [1] – *Svensk geoprocess geodataspecifikationer Höjd, Markanvändning och marktäckte, Vatten, Byggnad, Väg/Järnväg, Markdetaljer* – är inaktuell och

kan ersättas med webbsidan för de [nationella specifikationerna](#) för informationsutbyte inom samhällsbyggnadsprocessen.

Bilaga A

Kapitlets mallar ska betraktas som förslag/exempel på innehåll i en teknisk specifikation, men är ej tänkta att vara normerande. De numrerade rubrikerna motsvarar avsnittsrubriker i kapitel 2.

Bilaga B

Mer specifika riktlinjer för produktionsdokumentation finns i Bilaga B de nyare handböckerna för stommätning och detaljmätning.

Bilaga C

Mer specifika riktlinjer för leveranskontroll finns i Bilaga C i de nyare handböckerna för stommätning och detaljmätning.

Innehållsförteckning

1 Inledning	5
1.1 Om HMK-Geodesi.....	5
1.2 Om detta dokument.....	6
1.3 Avgränsningar	6
2 Beställarens kravställning för geodetisk mätning	8
2.1 Allmän beskrivning.....	8
2.2 Specifikation av underlagsmaterial.....	9
2.3 Specifikation av stommätning	9
2.3.1 Stomnätstyp vid nyetablering.....	10
2.3.2 Lägesosäkerhet.....	11
2.3.3 Utformning och anslutning	13
2.3.4 Markering och punktdokumentation	14
2.4 Specifikation av detaljmätning.....	14
2.4.1 Objekttyper och mätanvisningar	15
2.4.2 Lägesosäkerhet.....	16
2.4.3 Övriga krav på datakvalitet.....	17
2.5 Specifikation av genomförande.....	19
2.6 Specifikation av leverans.....	19
2.6.1 Referenssystem.....	19
2.6.2 Inmätta stom- och detaljpunkter	20
2.6.3 Markering av punkter vid utsättning	21
2.6.4 Produktionsdokumentation	21
2.6.5 Tilläggspecifikation av leverans.....	21
3 Utförarens val av geodetisk mätmetod och genomförande	23
3.1 Stöd vid val av geodetisk mätmetod	23
3.1.1 Statisk GNSS	25
3.1.2 GNSS/RTK	27
3.1.3 Totalstation	28
3.1.4 Avvägning.....	30
3.2 Genomförande av geodetisk mätning	32
3.3 Efterbearbetning och fältkomplettering.....	32
3.4 Leverans.....	33
4 Beställarens kontroll.....	34
5 Referenser/Läs mer.....	35

Bilaga A: Mallar och exempel vid upprättande av teknisk specifikation	36
A.1 Mall för geodetisk mätning	36
A.2 Exempel på ifylld mall för kommun.....	38
Bilaga B: Produktionsdokumentation	40
Bilaga C: Kontroll av leverans	42
C.1 Komplet leverans.....	42
C.2 Produkt	42
C.3 Fördjupad kontroll vid behov.....	43

1 Inledning

1.1 Om HMK-Geodesi

Geodetisk mätning behandlas i följande HMK-dokument (kortformerna av dokumentnamnen inom parentes):

- [HMK – Geodetisk infrastruktur 2017](#) (HMK-GeInfra 2017) beskriver de referenssystem och den geodetiska infrastruktur som används i Sverige, nationellt och lokalt.
- [HMK – Stommätning 2017](#) (HMK-GeStom 2017) beskriver stommätning med statisk GNSS, totalstation och avvägningssinstrument.
- [HMK – Terrester detaljmätning 2017](#) (HMK-TerDet 2017) beskriver inmätning och utsättning med totalstation och avvägningssinstrument.
- [HMK – GNSS-baserad detaljmätning 2017](#) (HMK-GnssDet 2017) beskriver inmätning och utsättning med GNSS/RTK-teknik.
- [HMK – Kravställning vid geodetisk mätning 2017](#) (HMK-GeKrav 2017) utgör stöd för beställare vid upprättande av teknisk specifikation vid geodetiska mätarbeten, samt stöd till utförare vid val av lämplig mätmetodik.

Syftet med dessa fem dokument är i första hand att förse beställare och utförare med en kunskapsbas för att kunna nyttja och utvärdera geodetiska mätmetoder på bästa sätt, utifrån behov och förutsättningar.

Målgrupperna beställare och utförare förutsätts gälla i vid mening. Riktlinjerna i HMK är därför inte begränsade till upphandling av mätningstekniska tjänster, utan bör även kunna användas som underlag för sådana regelverk, rutiner eller kravspecifikationer som formuleras internt inom den egna organisationen.

Samtliga publicerade HMK-dokument finns tillgängliga för nedladdning via lantmateriet.se/hmk.

Se [HMK – Introduktion 2017](#), avsnitt 1.7 för hänvisningsregler.

Frågor om upphandling, tillstånd och sekretess behandlas i [HMK – Introduktion 2017](#), kapitel 3.

Tekniska termer och förkortningar förklaras i [HMK – Ordlista och förkortningar](#), senaste version.

1.2 Om detta dokument

HMK – Kravställning vid geodetisk mätning 2017 (i kortform HMK-GeKrav 2017) är ett vägledande dokument för beställare och utförare av geodetiska mätarbeten.

[Kapitel 2](#) ger stöd för beställare att upprätta en teknisk specifikation, dvs. kravställning för den geodetiska mätning som ska levereras. Geodetisk mätning omfattar i detta fall stommätning respektive detaljmätning. Till stödet hör även exempelmallar, i Bilaga A. Begreppet ”teknisk specifikation” beskrivs mer utförligt i [HMK – Introduktion 2017](#), avsnitt 2.1.

[Kapitel 3](#) ger stöd för utförare att välja vilka geodetiska mätmetoder som är lämpliga för uppdraget utifrån kravställning och övriga förutsättningar. I de tre metodbeskrivande geodesidokumenterna (se [avsnitt 1.1](#)) beskrivs sedan mer detaljerat hur arbetet bör utföras enligt god praxis, samt för att uppfylla de krav som finns i teknisk specifikation eller motsvarande uppdragsbeskrivande dokument.

[Bilaga A](#) innehåller exempelmallar som visar hur en teknisk specifikation kan se ut vid kravställning av geodetiskt mätarbete.

[Bilaga B](#) ger riktlinjer för vilka delar som produktionsdokumentation vid geodetisk mätning bör innehålla.

[Bilaga C](#) ger riktlinjer för vad som bör kontrolleras vid leverans.

1.3 Avgränsningar

HMK-GeKrav 2017 är tillämpligt för stor del av den geodetiska mätning som ryms under rubriken ”samhällsmätning”, dvs. stom- och detaljmätning inom plan- och kartläggning, bebyggelseexploatering, förrättningsverksamhet, samt för infrastrukturprojekt.

Med stöd av HMK-GeKrav 2017 kan beställare kravställa geodetisk mätning som baseras på ett eller flera (i kombination) av följande observationslag:

- Horisontal-/vertikalvinklar och längder med totalstation
- Höjdskillnader med avvägningsinstrument
- 3D-vektorer/baslinjer med GNSS-instrument (statisk mätning)
- 3D-koordinater med GNSS/RTK-instrument (statisk eller kinematisk mätning)

Dokumentet ger inget specifikt stöd för kravställning för datafångst från teknikplattformar där geodetiska mätinstrument finns integrerade

(t.ex. på anläggningsmaskiner eller UAV), även om vissa riktlinjer kan betraktas som allmängiltiga.

Beställaren anger om och när branschspecifika dokument ska tillämpas.

2 Beställarens kravställning för geodetisk mätning

Rekommendation

- a) Beställaren beskriver och kravställer uppdraget i en teknisk specifikation eller i enlighet med relevanta branschnormer.

Vid upprättande av teknisk specifikation för uppdraget använder beställaren detta kapitel samt [bilaga A](#) som stöd.

En teknisk specifikation kan helt eller delvis bestå av hänvisningar till en eller flera befintliga dataproduktspecifikationer (DPS) eller formella standarder. Om så är fallet kan kapitel 2 användas som checklista för att säkerställa att aktuell DPS/standard omfattar relevanta krav vid beställning av geodetisk mätning.

För generell information om upprättande av

- tekniska specifikationer; se [HMK - Introduktion 2017](#), avsnitt 2.1.
- dataproduktspecifikationer; se [HMK - Geodatakvalitet 2017](#), bilaga B.1 och B.2

2.1 Allmän beskrivning

Rekommendation

Beställaren beskriver:

- a) översiktligt de tjänster och dataprodukter som den tekniska specifikationen omfattar, det vill säga vad som ska utföras och levereras
- b) hur dataprodukterna ska användas
- c) övriga förutsättningar för uppdraget

En teknisk specifikation bör inledas med en allmän beskrivning av uppdraget. Den allmänna beskrivningen säkerställer att samsyn råder mellan beställare och utförare angående uppdragets omfattning och dataprodukternas tänkta användning.

Exempel på övriga förutsättningar kan vara samrådsfrågor, tillgänglighet, behörighets- och kompetensfrågor, hänvisning till referensdokument, eller upprättande av kvalitetsplan.

2.2 Specifikation av underlagsmaterial

Krav

- a) När beställare tillhandahåller underlagsmaterial med koordinat- eller höjdsatt lägesinformation ska aktuella referenssystem tydligt framgå.
- b) I den mån utföraren förväntas inhämta visst underlagsmaterial ska detta anges av beställaren.

Rekommendation

- a) Beställaren anger geografisk begränsning av datainsamlingsområdet.
- b) Beställaren redovisar vilket existerande underlagsmaterial som ställs till utförarens förfogande för uppdraget, samt dess egenskaper (filformat m.m.)

Beställaren specificerar det underlag som utföraren bör ha till sitt förfogande för uppdraget, och även ange huruvida beställaren eller utföraren ska tillhandahålla detta material.

Med underlagsmaterial avses i första hand sådant som kan underlätta genomförande av uppdraget, t.ex. översiktskartor över uppdragsområdet, stompunksbeskrivningar, ortofoton, satellitbilder, mallar, kodlistor, mätinstruktioner eller leveransexempel.

2.3 Specifikation av stommätning

Rekommendation

- a) Beställaren specificerar om uppdraget omfattar nyetablering, förtätning eller kontrollmätning av stomnät.
- b) Beställaren krävställer det förväntade resultatet av stommätningen så utförligt som uppdraget kräver
- c) Om uppdraget innefattar detaljmätning specificeras denna separat av beställaren enligt [avsnitt 2.4](#).

Stommätning innebär noggrann bestämning av markerade punkters lägen (höjd- och koordinatvärden) i referenssystem via inbördes geodetiska observationer. Syftet med en sådan realisering av referenssystem

är att möjliggöra georeferering vid framtida datafångst och/eller teknikkontroll. Kravställning bör därför utgå ifrån stompunkternas tänkta användning och funktion, på kort och lång sikt. Följande krav bör ingå i specifikationen:

- Stomnätstyp (vid nyetablering), se [avsnitt 2.3.1](#)
- Maximal lägesosäkerhet, se [avsnitt 2.3.2](#)
- Utformning och anslutning, se [avsnitt 2.3.3](#)
- Markering och punktdokumentation, se [avsnitt 2.3.4](#)

Tomma och ifyllda exempelmallar för upprättande av en teknisk specifikation finns i [bilaga A](#).

2.3.1 Stomnätstyp vid nyetablering

Rekommendation

Vid nyetablering specificerar beställaren om stommätning avser:

- a) anslutnings- eller bruksnät.
- b) plan-, höjd-, eller kombinerade plan-/höjdpunkter.
- c) en viss standardtyp av stomnät, utifrån etableringsmetod och planerad användning.

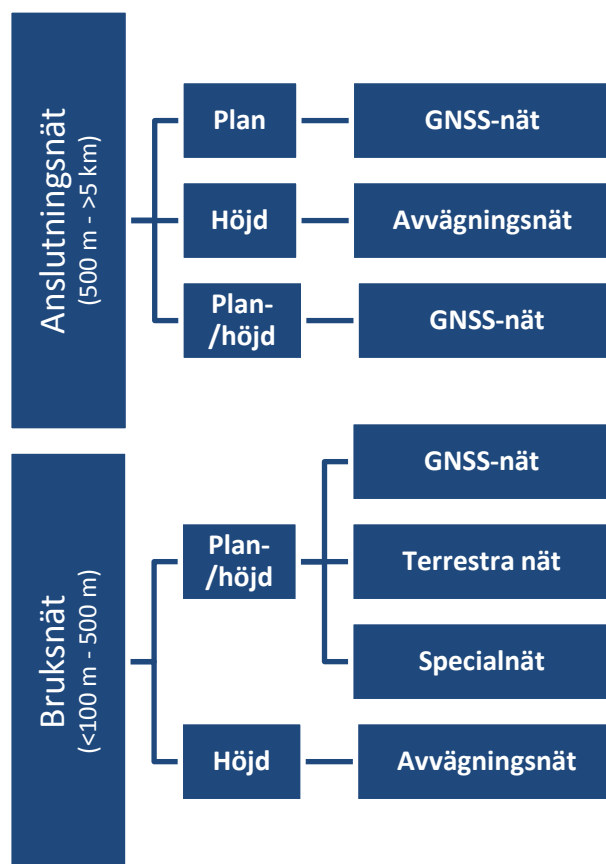
Vid nyetablering kan stomnät definieras utifrån följande tre aspekter:

- Stomnät kan antingen vara
 - anslutningsnät, som syftar till att möjliggöra vidare stommätning via förtätning (relativt långa punktavstånd)
 - bruksnät, som syftar till att möjliggöra detaljmätning eller annan lägesbestämning (relativt korta punktavstånd)
- Punkterna i stomnät kan antingen realisera referenssystem
 - i plan
 - i höjd
 - både i plan och höjd
- Stomnät kan beskrivas som en av följande standardtyper, utifrån etableringsmetod och tänkt användning:
 - GNSS-nät
 - Terrestra nät
 - Avvägningsnät
 - Specialnät, anpassade till en specifik tillämpning

Kravställningen för ett nytt stornät bör innefatta alla de tre ovan nämnda aspekterna, vilka sammanfattas i figur 2.3.1. Exempel: "Uppdraget avser nyetablering av anslutningsnät i plan, utformat som ett GNSS-nät".

Vidare kravställning av stommätning görs i avsnitten 2.3.2–2.3.4. För mer information om stornätstyper och stornätsutformning, se

- [HMK – Stommätning 2017](#), avsnitt 2.2.
- [HMK – Geodetisk Infrastruktur 2017](#), kapitel 4.



Figur 2.3.1 Vanliga kombinationer av punkt- och stornätstyper för samhällsmätning. Ungefärliga punktavstånd anges inom parentes.

2.3.2 Lägesosäkerhet

Rekommendation

- a) Beställaren ställer krav på stompunkternas maximala lägesosäkerhet i plan och/eller i höjd.

- b) Beställaren specificerar om krav på lägesosäkerhet avser ett givet referenssystem eller i förhållande till närliggande stompunkter/objekt.
- c) Beställare anger täckningsfaktor för lägesosäkerhet.

Förväntad lägesosäkerhet vid nybestämning av stompunkter beror främst på aktuell geodetisk mätmetod samt vilken geodetisk infrastruktur som finns tillgänglig för mätning, inklusive osäkerheten i utgångspunkterna för stommätningen. Detta bör bedömas av utföraren i samråd med beställaren, baserat på tänkta mätmetoder (se kapitel 3), nätsimuleringar eller andra tester.

Med lägesosäkerhet avses en eller båda av följande:

- *georefererad*, dvs. en stompunkts (absoluta) lägesosäkerhet i specificerat referenssystem
- *lokal*, dvs. en stompunkts lägesosäkerhet i förhållande till närliggande punkter eller koordinater

Beställaren kan använda schablonrekommendation i tabell 2.3.2 för att kravställa stommätningens maximala lägesosäkerhet.

Krav på lägesosäkerhet gäller inmätta objekt om inget annat anges.

Tabell 2.3.2 Exempel på lägesosäkerhet (angiven som standardosäkerhet) för olika tillämpningar

Lägesosäkerhet	Exempel på tillämpning
≤ 20 mm	Lägesosäkerhet i höjd för punkter i GNSS-nät, med anslutning på minst tre avvägda höjdfixar i avvägningsnät.
≤ 10 mm	Lägesosäkerhet i plan för punkter i anslutningsnät, utformat som ett GNSS-nät (lång mättid och/eller medellånga till korta baslinjer).
≤ 5 mm	Lägesosäkerhet i plan för punkter i terrestert mätta bruksnät och GNSS-bruksnät med korta baslinjer.
≤ 2 mm	Lägesosäkerhet i specialnät för särskilt krävande tillämpningar.

2.3.3 Utformning och anslutning

Rekommendation

- a) Beställaren anger stomnätets ungefärliga utbredning och geometri i utgångsmaterialet.
- b) Om anslutningspunkter föreslås i utgångsmaterialet bör dessa identifieras med unik punktbezeichnung, eller genom att läget på annat sätt entydigt definieras (adress, koordinat etc.).
- c) Utföraren rekognoserar och föreslår utformning av stomnätet i samråd med beställaren, inklusive placering av nypunkter och anslutning mot överordnat nät.

Stomnätets definieras av ingående stompunkters inbördes lägen och avstånd, samt anslutning till överordnat nät för georeferering.

Tabellerna 2.3.4a och 2.3.4b ger en översikt av geometrier respektive punktavstånd för vanliga tillämpningar.

Den slutliga utformningen av stomnätet bör alltid bestämmas utifrån stompunkternas tänkta användning och krav på lägesosäkerhet, se [avsnitt 2.3.2](#).

Tabell 2.3.3a Typexempel på geometrier vid utformning av stomnät

Geometri	Exempel på tillämpning
Enstaka punkt	Stompunkter bestämda genom efterberäkning mot referensstationsnät. Punkter bestämda med beräkningstjänst eller överbestämd RTK.
Yttäckande nät, större område	Kommuntäckande anslutningsnät. Dessa nät bör alltid bestämmas med statisk GNSS-teknik.
Yttäckande nät, begränsat område	Omfattar bruksnät i plan och höjd, där nät kan bestämmas både med GNSS eller terrestra metoder.
Fackverksnät, långsträckt	Anslutningsnät och bruksnät för infrastrukturprojekt avseende ledningar, vägar, tunnlar och spårläggningar.
Parpunktsnät	Anslutningsnät för infrastruktur, med parvis placering av punkterna i nätet.

Tabell 2.3.3b Exempel på punktsavstånd vid utformning av stomnät

Ungefärliga punktsavstånd	Exempel på tillämpning
1 km – 5 km	Anslutningspunkter för kommunala tillämpningar och infrastrukturprojekt över större områden
< 1 km – 2 km	Förtättningspunkter i anslutningsnät
100 m – 500 m	Brukspunkter i GNSS-nät
< 100 - 300 m	Brukspunkter i terrestra nät inom tätort, i specialnät, samt i byggplatsnät

2.3.4 Markering och punktdokumentation

Rekommendation

- a) Beställaren ställer krav på hur markering av nya punkter ska utföras, alternativt godkänner utförarens förslag på markering.
- b) Markering av stompunkter bör göras så entydigt och varaktigt som tillämpningen kräver, i samråd mellan beställare och utförare.
- c) Beställaren ställer krav på hur punktdokumentation (punkt-numrering och punktbeskrivning) ska utföras.

Stommätning ska alltid utföras på markerade stompunkter – befintliga eller nymarkerade i samband med stommätning. Observera att markering kan vara gemensam för stompunkt i plan respektive höjd, och benämns i dessa fall plan/höjd-punkt.

Markering och punktdokumentation utförs enligt rekommendationer i [HMK-Geodesi, Markering](#) (observera aktualitetsbeskrivning från 2009), kompletterat med fotografier eller i övrigt enligt beställarens krav.

2.4 Specifikation av detaljmätning

Rekommendation

- a) Beställaren anger om detaljmätningen avser inmätning eller utsättning.

- b) Beställaren anger om detaljmätningen avser plan- och höjdlägen, eller enbart planlägen. Detta kan göras generellt eller per objekttyp.
- c) Beställaren krävställer i övrigt detaljmätningen så utförligt och entydigt som uppdraget kräver.

Detaljmätning är antingen inmätning eller utsättning. Inmätning ska resultera i en uppsättning lägesdata som motsvarar utvalda punkter på fysiska objekt. Utsättning ska resultera i att givna lägesdata anvisas i terräng eller byggkonstruktion. Lägesdata anges normalt som plankoordinater och höjdvärden, eller endast som plankoordinater. Detta bör därför specificeras av utföraren.

Övrig kravställning av detaljmätning bör innefatta följande aspekter:

- Objekttyper och mätanvisningar, se [avsnitt 2.4.1](#)
- Lägesosäkerhet, se [avsnitt 2.4.2](#)
- Övriga krav på datakvalitet, se [avsnitt 2.4.3](#)

Exempelmallar för att upprätta teknisk specifikation för detaljmätning finns i bilaga A.2.

2.4.1 Objekttyper och mätanvisningar

Rekommendation

- a) Beställaren specificerar vilka objekttyper som detaljmätningen ska omfatta.
- b) Beställaren specificerar mätanvisningar, dvs. hur varje objekttyp ska mätas in och representeras (geometri och detaljeringsgrad)
- c) Beställaren specificerar vilka övriga attribut som ska samlas in (tematisk kodning m.m.)

De objekttyper som detaljmätningen ska omfatta anges förslagsvis per geodatatema – t.ex. markdetaljer, byggnader, underjordisk infrastruktur, eller fastighetsgränser.

För att inmätning och digital representation ska ske på ett konsekvent sätt bör varje objektstyp ha en entydig beskrivning av geometri och detaljeringsgrad, anpassad för ändamålet. Geometri syftar på de punkter, linjer eller ytor som representerar objekten när de lagras i en databas. Detaljeringsgraden definierar storleken på de detaljer som tillhör mätobjektet.

Geometri och detaljeringsgrad definieras lämpligen via *mätanvisningar*, som beskriver hur olika objekttyper ska registreras i plan och höjd. Mätanvisningar kan även innefatta krav på registreringsmetod, konsekvent mätriktning för linjeobjekt, mätordning, med mera.

För de geodatateman som beskrivs i specifikationerna från Svensk Geoprocess kan tillhörande mätanvisningar användas. I detta dokument anges geometri och detaljeringsgrad som HMK-Standardnivå för markdetaljer och som Level of Detail (LoD) för byggnader. [1]

För samtliga objekttyper som ingår i detaljmätningen bör också anges vilka attribut som registreras, alternativt vilka attribut som ligger till grund för viss kodning. För att underlätta inmätning och senare hantering av inmätta datamängder kan beställaren tillhandahålla specificerade kodlistor som utgångsmaterial.

2.4.2 Lägesosäkerhet

Rekommendation

- a) Beställaren anger krav på maximal lägesosäkerhet i plan och/eller i höjd för de objekttyper som ingår i detaljmätningen.
- b) Beställaren specificerar om krav avser ett givet referenssystem eller i förhållande till närliggande stompunkter/objekt.
- c) Beställare anger täckningsfaktor för lägesosäkerhet.

Krav på lägesosäkerhet ställs utifrån hur resultatet av beställd geodetisk mätning ska användas. Tabell 2.4.2 ger några exempel på tillämpningar med olika krav.

Lägesosäkerhet för inmätta eller utsatta detaljpunkter beror främst på vilken geodetisk mätmetod som används, samt vilken geodetisk infrastruktur som finns tillgänglig för mätningen, inklusive lägesosäkerheten i befintliga utgångspunkter. Lägesosäkerheten påverkas också av hur väldefinierade de olika företeelserna är. Dessa olika aspekter bör bedömas i samråd mellan beställare och utförare.

Krav på lägesosäkerhet för geodetisk mätning avser standardosäkerhet i plan respektive höjd för inmätta objekt om inget annat anges.

Tabell 2.4.2 Exempel på lägesosäkerhet i plan för vissa tillämpningar. Osäkerheten är angiven som standardosäkerhet.

Lägesosäkerhet	Exempel på tillämpning
≤ 50 mm	Topografiska objekt med oskarpt definierade lägen, t.ex. vägkanter och liknande terrängsobjekt. Krav på lägesosäkerhet gäller absolut, i det referenssystem som beställarorganisationen använder.
≤ 20 mm	Detaljer i anslutning till fastighetsgränser, t.ex. staket och murar. Krav på lägesosäkerhet gäller absolut, i det referenssystem som beställarorganisationen använder.
≤ 10 mm	Fastighetsgränser i tätort. Krav på lägesosäkerhet gäller lokalt, i förhållande till befintlig fastighetsbildning eller passivt stamnät.
≤ 5 mm	Konstruktionsdetaljer med höga lägeskrav i bygg- och infrastrukturprojekt. Krav på lägesosäkerhet gäller lokalt, i de referenssystem som definierats för projektet.

2.4.3 Övriga krav på datakvalitet

Rekommendation

- a) Beställaren anger krav på fullständighet
- b) Beställaren anger krav på tematisk osäkerhet
- c) Beställaren anger krav på logisk konsistens

Förutom lägesosäkerhet kan datakvalitet avse fullständighet, tematisk osäkerhet och logisk konsistens. Se [HMK - Geodatakvalitet 2017](#), avsnitt 2.7 och Bilaga D för definitioner och kvalitetsmått. Exempel på kvalitetsmått framgår av Tabell 2.4.3.

Värden för de olika kvalitetsmåten kan variera för olika geografiska teman och även för olika geografiska område beroende på detaljeringsgrad med mera. Aktuella värden bör framgå av en dataproduktspecifikation (DPS) om sådan upprättats. Vid ajourhållning bör ajourhållna

data följa samma dataproduktspecifikation som befintliga data för att dessa kvalitetsmått ska gälla.

Kraven på fullständighet beror på om insamlingen är en förstagångsuppbyggnad eller en ajourhållning. Vid förstagångsuppbyggnad anges krav på fullständighet i hela datamängden. Vid ajourhållning avser fullständighet förändringarna.

Kraven på tematisk osäkerhet varierar mellan objekttyperna och beror på möjligheterna för tematisk klassificering med geodetiska metoder.

Tabell 2.4.3 Exempel på kvalitetsmått och värden för Marktäcke/Markanvändning (Ma), Vatten (Va), Väg (Vä) och Byggnad (By). För mer detaljerad information se under rubriken Datakvalitet i de norska "Produktspecifikasjoner för FKB" i kapitel 5.[\[2\]](#)

Kvalitets-tema	Kvalitetsparameter	Kvalitetsmått	HMK-Standard-nivå 1-2
Fullständighet	Brist	Andelen saknade objekt	<5% (Ma) <0,5% (VaVäBy)
	Övertalighet	Andelen övertaliga objekt	0% (MaVaVäBy)
Tematisk osäkerhet	Felklassificerade objekt	Andelen felklassificerade objekt	<2% (Ma) <0,5% (VaVäBy)
Logisk konsistens	Topologisk konsistens	Andelen överlapp eller glapp	0% (Ma) <2% (VaVä) <1% (By)
		Andelen felaktiga enkelnoder	0% (Ma) <2% (VaVä) <1% (By)
		Andelen fel vid yt-bildning	0% (MaVaVäBy)
	Formatkonsistens	Andelen fysiska strukturkonflikter	0% (MaVaVäBy)
	Domänkonsistens	Andelen enheter som inte matchar domänen	0% (MaVaVäBy)

2.5 Specifikation av genomförande

Rekommendation

- a) Beställaren specificerar eventuella avsteg från grundkraven på genomförande av geodetisk mätning.
- b) Beställaren specificerar eventuella tillägg till grundkraven på genomförande av geodetisk mätning.

Med en fullständig teknisk specifikation eller motsvarande kravställning så finns det i regel ingen anledning för beställaren att detaljstyra genomförandet av stommätningen. Däremot ska utföraren kunna visa att valda mätmetoder uppfyller kraven på slutprodukten, t.ex. som en del av en kvalitetsplan. Se avsnitt 3.

När lämpliga mätmetoder valts ut förutsätts grundkrav på utförandet gälla, dvs. de krav som specificeras i respektive metodbeskrivande dokument.

- [HMK - Stommätning 2017](#), Bilaga C
- [HMK - GNSS-baserad detaljmätning 2017](#), Bilaga C
- [HMK - Terrester detaljmätning](#), Bilaga C

Beställaren kan utgå ifrån dessa för att specificera avsteg och/eller tillägg till genomförandet.

Beställaren bör ange särskilda förutsättningar som direkt påverkar genomförandet. Exempel på detta kan vara krav på användning av projektanpassade positionerings- eller informationssystem, eller särskilda krav på anslutning av stomnätet.

2.6 Specifikation av leverans

Beställaren specificerar vilka produkter som ska levereras, vilka krav som ställs på dessa samt eventuella tilläggskrav på produktionsdokumentationen

2.6.1 Referenssystem

Rekommendation

- a) Beställaren ställer krav på det eller de referenssystem i plan och/eller höjd som data ska levereras i.
- b) Om inte särskilda behov föreligger anger beställaren:

- SWEREF 99 dd mm för planangivelser, där "dd mm" motsvarar medelmeridianen i lämplig lokal projektionszon.
 - RH 2000 för höjdangivelser.
 - en av Lantmäteriet rekommenderad geoidmodell för överräkning av höjdvärden mellan SWEREF 99 och RH 2000 när GNSS-observationer utnyttjas.
- c) Vid krav på andra referenssystem än SWEREF 99 eller RH 2000 anger beställaren om och hur dessa definieras i förhållande till befintliga stompunkter, byggnadsobjekt, eller annan typ av referens.
- d) Vid krav på andra referenssystem än SWEREF 99 eller RH 2000 säkerställer beställaren att utföraren har tillgång till transformationssamband mellan angivna system och SWEREF 99 och/eller RH 2000.

Lantmäteriet föreskriver användning av följande nationella referenssystem:

- SWEREF 99 dd mm i plan, där "dd mm" motsvarar medelmeridianen för den lokala projektionszon som bäst ansluter till uppdragsområdet.
- RH 2000 i höjd, där en av Lantmäteriet rekommenderad geoidmodell ska användas vid överräkning av höjdvärden från SWEREF 99 till RH 2000 när GNSS-observationer används vid stommätning.

Om beställaren inte har aktuella transformationssamband kan sådant upprättas som en del av uppdraget. Läs mer om SWEREF 99 och RH 2000 samt relationer mellan olika referenssystem och projektionszoner i [HMK - Geodetisk infrastruktur 2017](#), kapitel 2.

2.6.2 Inmätta stom- och detaljpunkter

Rekommendation

För filer med inmätta objekt definierar beställaren:

- a) krav på filformat
- b) krav gällande namngivning
- c) informationsinnehåll och filformat för eventuella metadata.

Namngivning bör göras konsekvent och på ett sätt som förenklar efterarbetet med datamängden. Metadatainnehåll och format för hela datamängden följer lämpligen den nationella metadataprofilen på geo-data.se.

2.6.3 Markering av punkter vid utsättning

Rekommendation

- a) Beställaren ställer krav på om och hur markering av utsättningspunkter ska utföras.

Markering av utsättningspunkter utförs så entydigt och varaktigt som tillämpningen kräver, lämpligen enligt rekommendationer i HMK-Geodesi, Markering (observera aktualitetsbeskrivning från 2009).

2.6.4 Produktionsdokumentation

Rekommendation

- a) Beställaren specificerar krav på produktionsdokumentation

Produktionsdokumentationen avser i första hand en skriftlig redogörelse som riktar sig till beställaren i syfte att kunna bedöma om produktionen, produkten och leveransen följer specifikationen.

Beställaren anpassar, vid behov, kraven på produktionsdokumentation utifrån uppdragets storlek, omfattning och användningsområde. Bilaga B kan användas som utgångspunkt för produktionsdokumentation.

2.6.5 Tilläggspecifikation av leverans

Rekommendation

- a) Beställaren specificerar eventuella övriga krav på leverans

Här följer ett antal exempel på vad som kan ingå i en tilläggspecifikation av leverans:

- Fältkomplettering. Beställaren anger eventuella krav på fältkomplettering för att uppnå kraven på fullständighet. Beställaren anger om höjdkomponenten vid fältkomplettering skall behandlas på annat sätt än vid fotogrammetrisk mätning.
- Fältkontroll. Beställaren anger eventuella krav på fältkontroll för att kontrollera och bekräfta lägesosäkerhet, fullständighet och tematisk osäkerhet.
- Produktionsdokumentation. Beställaren anpassar, vid behov, kraven på produktionsdokumentation utifrån uppdragets storlek, omfattning och användningsområde.
- Leveransmedia och leveransstruktur. Beställaren definierar eventuella krav på lagringsmedia samt fil- och katalogstruktur

för geodata med tillhörande dokumentation. Leverans kan exempelvis ske i en fil eller uppdelad på planbild, kurvor, markmodell med mera.

- Utskrift av karta. Beställaren specificerar eventuella krav på utskrift av karta över insamlingsområdet, samt skala och eventuellt urval av teman.
- Prov- och delleveranser. Beställaren anger eventuella krav på prov- eller delleveranser för godkännande.
- Lagring av data. Beställaren anger eventuella krav på lagring av data för beställarens räkning samt hur länge lagrad data ska finnas tillgängliga hos leverantören.

Vissa av dessa exempel hanteras normalt i upphandlingens kontraktsvillkor, se [HMK - Introduktion 2017](#), avsnitt 3.2.1.

3 Utförarens val av geodetisk mätmetod och genomförande

Krav

- a) Krav på den geodetiska mätningen ska kunna härledas till uppdragsbeskrivning, teknisk specifikation, eller motsvarande dokument från beställare.
- b) Utföraren ska noggrant kontrollera underlagsmaterialet.
- c) Utföraren ska ansvara för att genomförandet sker enligt beprövade och kvalitetssäkrade metoder, samt att det material som levereras är i överensstämmelse med beställarens specifikation.

Rekommendation

- a) Genomförande av den geodetiska mätningen bör dokumenteras i en kvalitetsplan, i samråd med uppdragsgivaren.
- b) Kvalitetsplanen bör anpassas till uppdragets omfattning.

De krav som anges av beställaren i den tekniska specifikationen ska ligga till grund för val av lämpliga mätmetoder för uppdraget (se [avsnitt 3.1](#)), samt vidare planering och genomförande av den geodetiska mätningen (se [avsnitt 3.3](#)).

Beställare och utförare kan komma överens om att formalisera uppdragets genomförande i en särskild kvalitetsplan, vilket rekommenderas i samband med större uppdrag. Kvalitetsplan kan bl.a. innehålla en beskrivning av vilken datainsamling som ska ske, samt vilka kontroller som ska genomföras och dokumenteras för att kvalitetssäkra planering, datainsamling, efterbearbetning och leverans. Kvalitetsplanen kan också utgöra underlag för framtida uppföljningar, kompletteringar och kontroller.

3.1 Stöd vid val av geodetisk mätmetod

Krav

- a) Lämpliga mätmetoder för uppdraget ska väljas av utföraren utifrån kravställning och övriga förutsättningar.

- b) Valda mätmetoder för uppdraget ska beskrivas i kvalitetsplan när sådan upprättas, samt ingå i produktionsdokumentation.

Rekommendation

- c) Val av mätmetoder och hur dessa ska tillämpas för uppdraget bör avgöras av personal i utförarorganisationen med adekvat mätningsteknisk kompetens, se [HMK - Introduktion 2017](#), avsnitt 3.1

I det här avsnittet ges en kortfattad beskrivning av grundläggande geodetiska mätmetoder, med hänvisningar till de HMK-dokument som innehåller mer utförliga metodbeskrivningar och riktlinjer. Utföraren kan använda detta som stöd för att avgöra vilka geodetiska mätmetoder som är lämpliga för det aktuella uppdraget. Övrigt underlag för en sådan utvärdering kan bl.a. vara dokumentation för geodetisk mätutrustning och geodetisk infrastruktur, vid behov kompletterat med tekniska undersökningar och egna testmätningar.

Geodetiska mätmetoder kan huvudsakligen delas in i GNSS-baserade tekniker respektive terrestra (markbaserade) tekniker:

- **GNSS-baserade tekniker** (se [avsnitt 3.1.1](#) och [avsnitt 3.1.2](#)) är lämpliga för lägesbestämning över stora avstånd med låg absolut lägesosäkerhet i det nationella systemet, samt för georefereering utan lokala deformationer. GNSS-mätning ger positioner i ett tredimensionellt globalt koordinatsystem som omvandlas till plana koordinater med kartprojektion, samt till normalhöjder med en geoidmodell. Mätosäkerheten är typiskt ca 1,5 gånger större i höjd än i plan (därtill tillkommer osäkerhet i geoidmodell). Detta kan kompenseras genom att utnyttja avvägda punkter med låg höjdosäkerhet.
- **Terrestra tekniker** (se [avsnitt 3.1.3](#) och [avsnitt 3.1.4](#)) är lämpliga för lägesbestämning över korta avstånd, med låg lokal lägesosäkerhet i förhållande till närliggande punkter eller detaljer. Terrestra tekniker baseras på direkt mätning av riktningar, längder och höjdskillnader med hög precision, vilket förutsätter optisk sikt samt att utgångspunkterna är av tillräcklig god kvalitet. Mätning av höjdskillnader kan både göras med totalstation och avvägning.

GNSS-baserade och terrestra tekniker kan med fördel kombineras för vissa ändamål, t.ex. för att georeferera totalstation eller för att möjliggöra sömlöst teknikval i samband detaljmätning.

Utföraren bör alltid anpassa mätmetoden till de faktiska förutsättningarna, såsom siktförhållanden och tillgång till geodetisk infrastruktur för georeferering, vilket begränsar urvalet av möjliga mätmetoder.

För att förväntad lägesosäkerhet ska kunna uppnås vid geodetisk mätning krävs det att vissa förutsättningar är uppfyllda, t.ex. med avseende på befintlig geodetisk infrastruktur, samt att genomförandet sker enligt rekommenderad praxis.

3.1.1 Statisk GNSS

Rekommendation

- a) Statisk GNSS-teknik bör i första hand väljas för yttäckande stomnät med krav på liten osäkerhet vid georeferering i det nationella referenssystemet.
- b) Utjämning av GNSS-nät är fördelaktigt och bör tillämpas i stället för punktvis beräkning när avståndet mellan punkterna i stomnätet är kortare än ca 5 km (2 km vid förtätning).
- c) Om lämpliga anslutningspunkter saknas kan SWEPOS beräkningstjänst användas för nyetablering eller komplettering av anslutningspunkter.
- d) För utförlig beskrivning av stommätningens metodik, se [HMK - Stommätning 2017](#).

Förutsättningar

Statisk GNSS-teknik används nästan uteslutande för stommätning eller noggrann enkelpunktsbestämning. Undantaget är situationer där satellitsignaler störs eller blockeras av sikthinder eller där kraven på lokal osäkerhet plan och/eller höjd kräver att terrester teknik med totalstation och avvägning tillämpas.

Statisk GNSS kräver varken datakommunikation eller fri sikt mellan mätpunkterna. Däremot krävs geodetisk infrastruktur som möjliggör georeferering, antingen genom egna mätningar på passiva punkter eller via tjänsteleverantör.

Georeferering

God praxis vid planering av stomnät är att minst fyra anslutningspunkter ska användas. Dessa ska väljas så att de omsluter nätet och extrapo-

lering av nypunkter utanför det område som anslutningspunkterna inringar kan undvikas. Anslutning i höjd bör göras genom avvägning av minst tre punkter i nätet.

Vid användning av SWEPOS beräkningstjänst sker anslutning automatiskt mot de fem närmaste SWEPOS klass A-stationerna.

Mätning och beräkning

Statisk GNSS ger positioner i förhållande till de kända utgångspunkter som valts. Utgångspunkter ska vara kända i plan och höjd. Kända utgångspunkter för nätberäkning kan också helt eller delvis utgöras av fasta referensstationer för GNSS.

Vid mätningen är en eller flera GNSS-mottagare stationärt uppställda för samtidig datainsamling under ett visst tidsintervall, *session*. Sessionslängden kan variera minuter (snabb statisk mätning) till timmar beroende på vilken lägesosäkerhet som eftersträvas eller beroende på avståndet mellan mottagarna. För längre avstånd krävs längre sessionstid. Antalet tillgängliga mottagare avgör hur många sessioner som krävs.

Statisk GNSS kräver efterberäkning av data, vilket i första hand sker på ett av följande sätt:

- **Egen efterberäkning.** Ofta används instrumentleverantörers programvaror då de är anpassade till aktuella mätinstrumenten. Om mätdata konverteras till instrumentoberoende format (RINEX) blir valet av programvara, eller extern beräkningstjänst, fritt.
- **Efterberäkningstjänst.** Automatisk beräkning av enstaka punkter inmätta med statisk GNSS erbjuds genom [SWEPOS beräkningstjänst](#). Beräkning och utjämning av baslinjer mellan nypunkter kan inte utföras med tjänsten.

Exempel på tillämpningsområden

Statisk GNSS-mätning är den dominerande mätningstekniken för stornät och har ersatt konventionell triangelmätning vid i princip all nyetablering eller förtätning av anslutningsnät i plan (eller 3D). Vid etablering av bruksnät ger GNSS-teknik punktösäkerheter som motsvarar stommätning med terrester teknik och kan tillämpas när satellittillgängligheten och mätmiljön tillåter.

Egen efterberäkning tillämpas främst när yttäckande stornät ska etableras eller kontrollmätas. Nätutformning anpassas till aktuell tillämpning.

SWEPOS beräkningstjänst är lämplig för att mätning och beräkning av enstaka nypunkter, t.ex. vid etablering eller kontroll av anslutningspunkter för GNSS, samt inmätning av markstöd för luftburen geodätainsamling.

3.1.2 GNSS/RTK

Rekommendation

- a) RTK-teknik är ingen egentlig stommätningsteknik men kan rätt tillämpad användas för etablering av kompletteringspunkter i stomnät.
- b) För utförlig beskrivning av RTK-metodik, se [HMK – GNSS-baserad detaljmätning 2017](#).

Förutsättningar

GNSS/RTK-teknik kan användas i de flesta situationer där satellitsignaler inte störs eller blockeras av sikthinder eller där kraven på lokal osäkerhet plan och/eller höjd inte kräver att terrester teknik med totalstation och avvägning tillämpas.

GNSS/RTK kräver realtidsöverföring av korrektionsdata till mätinstrumentet, antingen via egen referensmottagare eller från positioneringstjänst. Positioneringstjänst kräver i sin tur någon form av abonnemang, inklusive ett mobilabonnemang som fungerar i arbetsområdet.

Georeferering

Vid mätning med nätverks-RTK georefereras rovern direkt i det aktiva referensnätet. Vid mätning med enkelstations-RTK behöver referensstationen anslutas mot tillgängligt stomnät, företrädesvis med hjälp av statisk GNSS. Allmänna principer för god anslutning bör alltid följas, vilket innebär:

- att rovern bör vara omgiven av stationer vid mätning med nätverks-RTK så att extrapolering undviks.
- att anslutning av referensstation bör ske mot stompunkter som innesluter arbetsområdet, se [avsnitt 3.1.1](#). Anslutningspunkternas kvalitet bör dock alltid verifieras först.

Mätning och beräkning

GNSS/RTK medför liksom vid statisk GNSS en rymdvektor mellan två GNSS-mottagare, där den ena är fast placerad på känd utgångspunkt (referensstation) och den andra används för lägesbestämning (rover).

Korrekt utförd möjliggör GNSS/RTK lägesbestämning på centimeternivå. Avståndet till närliggande referensstation(er) avgör dock vilken

lägesosäkerhet som kan förväntas. Vid mätning med nätverks-RTK kan detta avstånd vara något större i förhållande till enkelstations-RTK eftersom viss osäkerhet modelleras i stationsnätverket.

För användning av RTK-teknik i samband med etablering av stompunkter krävs medeltalsbildning av upprepade mätningar vid olika tillfällen. Metoden är därför tidsödande men innebär en möjlighet att utan nätutjämnning bestämma plankoordinater för enstaka punkter med en lägesosäkerhet som är jämförbar med statisk mätning.

Exempel på tillämpningsområden

GNSS/RTK är en lämplig teknik för topografisk detaljmätning, noggrann enkelpunktsbestämning eller georeferering av totalstation. Tekniken är särskilt lämpad för att täcka in större arbetsområden med relativt få höga objekt.

Om GNSS/RTK kombineras med totalstation (integrerad mätning) så kan teknikvalet anpassas efter aktuella mätförhållanden. När mätmiljön är särskilt fördelaktig för GNSS/RTK kan också fler utgångspunkter mätas in för bättre georeferering av totalstationen, förutsatt att stations-etableringen kan uppdateras i realtid.

3.1.3 Totalstation

Krav

- a) Etablering av totalstation för detaljmätning ska göras på fast markerad känd punkt i stornät alternativt med fri instrumentuppställning och överbestämning mot kända fast markerade punkter alternativt integrerat med GNSS-bestämda utgångspunkter.
- b) När fri instrumentuppställning tillämpas bör minst tre kända utgångspunkter användas. Om endast två punkter finns tillgängliga för etableringen ska kompletterande kontroll utföras mot tidigare annan känd punkt eller tidigare inmätt punkt.

Rekommendation

- a) När kraven på liten lokal osäkerhet är höga bör totalstation användas för detaljmätning och georefereras mot fast markerade stompunkter i bruksnät som etablerats med terrester teknik.

- b) Terrester teknik med totalstation bör i första hand användas vid etablering av bruksnät med höga krav på liten loka osäkerhet i plan, t.ex. på byggarbetsplatser eller inom tätortsområden med höga byggnader och i tunnlar där GNSS-teknik inte är lämplig eller möjlig.
- c) Som utgångspunkter för fri instrumentuppställning av totalstation på byggarbetsplatser rekommenderas att ett byggplatsnät med högpunkter som medger fri sikt med totalstation mot minst tre utgångspunkter inom hela området etableras

Förutsättningar

Totalstation används för direkt mätning av riktningar och längder, vilket därför förutsätter fria siktlinjer mellan mätinstrument och mätpunkter.

Lägesbestämning med totalstation förutsätter att instrumentet georefereras, antingen via markerade stompunkter eller med hjälp av GNSS/RTK. Om GNSS/RTK utnyttjas för stationsetablering krävs särskilt instrument- och mjukvarustöd för att kunna kombinera teknikerna, t.ex. att GNSS/RTK-antenn och prisma kan placeras på samma lodstång (med korrekt hantering av offset).

Georeferering

Totalstation georefereras genom:

- uppställning på - eller mätning till - markerade utgångspunkter. Det sistnämnda (fri stationsetablering) är i de flesta fall att föredra eftersom stationen kan placeras optimalt i förhållande till mätpunkterna, samt att centreringsosäkerheten kan elimineras vid uppställning.
- GNSS/RTK-bestämning av utgångspunkter för stationsetableringen, som då sker som en fri uppställning. Denna typ av georeferering kräver i princip simultana mätningar med totalstation och GNSS/RTK om markering av utgångspunkter ska kunna undvikas.

Mätning och beräkning

Totalstationer möjliggör längd- och riktningsmätningar från stationära uppställningar, antingen reflektorlöst eller mot prisma. Längdmätning avser lutande längder. Dessa räknas som regel om till horisontella längder och höjdskillnader inför slutberäkningar av ett stomnät. Riktningsmätningarna resulterar i horisontella vinklar mellan stompunkter och i zenitvinklar (zenitdistanser) till mätpunkter. Zenitvinklarna kan användas för att beräkna horisontella längder och höjdskillnader.

Mätning sker i ett eller flera cirkellägen beroende på kvalitetskrav och behov av att reducera systematisk osäkerhet i stationsuppställningen.

Vid stommätning bör alla observationer utjämnas i förhållande till utgångspunkter, vilket görs med lämplig viktsättning i geodetisk programvara.

Exempel på tillämpningsområden

Totalstation används vid etablering av mindre bruksnät eller för detaljmätning. Totalstation är det huvudsakliga alternativet när GNSS-teknik inte är lämplig, exempelvis i tätbebyggelse med höga hus eller vid tunnelmätning. Totalstation används också för olika typer av specialnät vid krav på särskilt låg lokal mätosäkerhet.

3.1.4 Avvägning

Krav

- a) Etablering av anslutningspunkter i höjd ska utföras med avvägning av höjdtågsnät och georefereras i höjd genom anslutning till punkter i det nationella referensnätet i höjd alternativt till förtättningspunkter till detta.

Rekommendation

- a) Anslutningsnät i höjd bör när detta är praktiskt möjligt kombineras med GNSS-stomnät med gemensamma markeringar
- b) Vid avvägning av höjdtågsnät i kraftigt kuperad terräng kan avvägningen utföras med totalstation och lutande siktlinjer på motsvarande sätt som för avvägning med horisontella lika långa siktlinjer framåt och bakåt.

Förutsättningar

Avvägning är den metod som uteslutande används för stommätning vid etablering av anslutningsnät i höjd, dvs. när höjdmätning ska utföras med lägsta möjliga osäkerhet för etablering av höjdfixpunkter. Vid bestämning av bruksnät i höjd och etablering av utgångspunkter för direkt höjddutsättning eller inmätning kan höjdmätning göras med olika tekniker; med totalstation, GNSS-teknik eller naturligtvis också med avvägning.

Georeferering

Avvägning georefereras i höjd direkt eller via anslutningsnät till punktmarkeringar i det nationelle referensnätet i höjd. Mätning och beräkning av höjder och stomnät i höjd med avvägning förutsätter ingen georeferering i plan men av praktiska skäl rekommenderas att georeferering alltid utförs genom inmätning från stomnät eller genom att kombinera höjdstomnät med ett stomnät i plan. Georeferering i plan av fixpunkter kan också med fördel utföras med GNSS-teknik och nätverks-RTK

Mätning och beräkning

Avvägning utförs med avvägningsinstrument och horisontella siktlinjer mot avvägningsstänger. Vid mätning av höjdstomnät utförs mätningen med avvägning i höjdtåg mellan markerade höjdfixar och ansluts till utgångspunkter med kända höjder i ett anslutningsnät eller direkt till punkterna i det nationella referensnätet i höjd – riksavvägningspunkter. Vid krav på lägsta osäkerhet i höjd i samband med finavvägning av anslutningsnät används avvägningsinstrument som medger en osäkerhet i mätta höjdskillnader som är <2 mm per kilometer avvägd sträcka. Detta förutsätter invarstänger. Vid stora höjdskillnader kan avvägning i höjdtåg också utföras trigonometriskt med totalstation på motsvarande sätt som med avvägningsinstrument. För att möjliggöra kontroll anordnas höjdtågen i slingor med knutpunkter och det är dessutom ett krav att minst två – helst flera – kända utgångspunkter (som överensstämmer med varandra) skall utnyttjas, se [HMK – Stom-mätning 2017](#). Alla höjdtåg mellan knutpunkter eller kända utgångspunkter ska utföras som dubbelavvägning – helst en gång i vardera riktningen.

Beräkning av en avvägningssträcka eller ett höjdnät görs genom utjämnning av avvikelser höjdnätet med minsta kvadratmetoden. Höjdskillnaderna mellan markerade punkter i höjdtågen viktas med utgångspunkt från avvägd sträcka mellan punkterna.

Exempel på tillämpningsområden

Finavvägning som utförs med en osäkerhet av <2 mm/km används för etablering av anslutningsnät i höjd som kan vara separata höjdnät eller integrerade med GNSS-stomnät. Finavvägning är också den metod som tillämpas vid sättningskontroller av byggnader och anläggningar eller i samband med övrig höjdmätning med höga krav på liten osäkerhet i höjd – t.ex. i samband med höjdmätning och kontrollmätning av järnvägsspår.

För etablering av bruksnät i höjd som underlag för höjdmätning och höjdsättning av byggnader ledningsnät etc. tillämpas oftast vanlig avvägning med måttliga osäkerhetskrav.

3.2 Genomförande av geodetisk mätning

Krav

- a) Genomförande av geodetisk mätning ska dokumenteras av utföraren på ett sätt som möjliggör kvalitetskontroll i förhållande till beställarkrav
- a) Om tillägg till/avsteg från grundkrav på genomförandet angivits i den tekniska specifikationen ska dessa följas

För genomförande av geodetisk mätning rekommenderas det att utföraren följer grundkrav i relevant metodbeskrivning, t.ex.

- [HMK - Stommätning 2017](#)
- [HMK - Terrester detaljmätning 2017](#)
- [HMK - GNSS-baserad detaljmätning 2017](#)

Med grundkrav avses i detta fall samtliga blåutor i aktuellt metodbeskrivande dokument med rubriken "Krav" eller "Rekommendation". Grundkraven sammanfattas i bilaga C i de ovannämnda dokumenten.

3.3 Efterbearbetning och fältkomplettering

Krav

- a) Efterbearbetning ska ske i enlighet med beställarens krav.
- b) Om beställaren begär fältkomplettering ska detta utföras enligt de krav som anges i den tekniska specifikationen

Exempel på efterbearbetning är:

- ytbildning
- generering av beteckningar och symboler
- transformationer och konverteringar
- uppdatering av kundens databas
- anpassning till Svensk geoprocess "Mättningsanvisningar - geometrisk representation vid utbyte". [1]

Arbetsmomenten kan utföras vid insamlingstillfället eller efter insamling. Vid efterbearbetning i annan programvara än vid insamlingen ska även denna programvara kunna hantera 3D för att inte förstöra 3D-struktur.

Fältkomplettering kan ske med annan mätmetod än vid ursprunglig mätning så länge kvalitetskraven uppfylls. Utföraren bör särskilt beakta att höjdkomponenten hanteras på rätt sätt.

3.4 Leverans

Krav

Levererade data:

- a) ska vara kvalitetskontrollerade och kompletta enligt beställarens tekniska specifikation
- b) ska ha koordinat- och höjdvärden redovisade i meter med antal decimaler baserade på lägesosäkerheten i slutprodukten

Leverans av produktionsdokumentation ska:

- c) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- d) bestå av rapport enligt punkt a - e, g och h i Bilaga B om beställaren inte anger annat

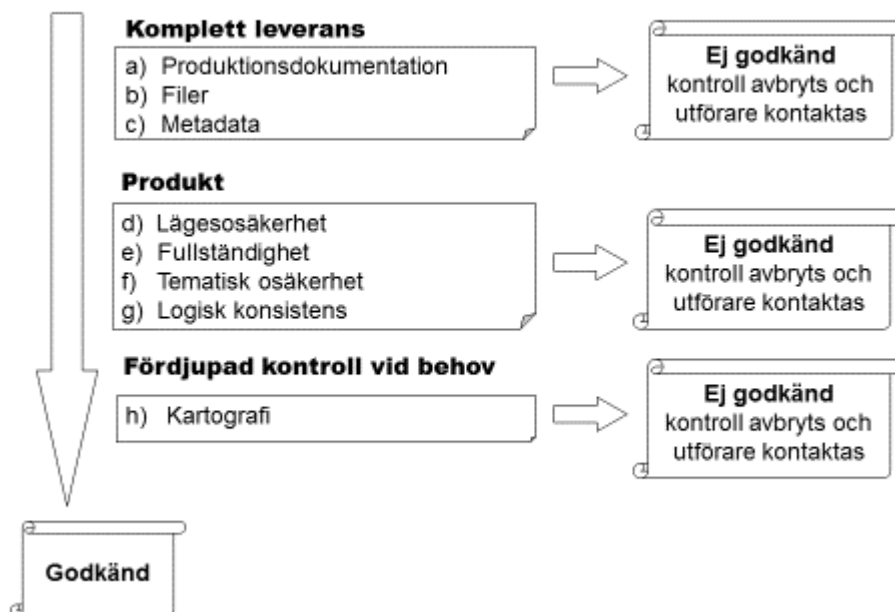
4 Beställarens kontroll

Beställaren bör kontrollera erhållen leverans snarast möjligt efter mottagandet. En tidsfrist bör anges i upphandlingens kommersiella villkor (se [HMK – Introduktion 2017](#), avsnitt 3.2.1). Kontrollens omfattning anpassas efter leveransens storlek och kan appliceras som fullständiga kontroller, där varje fil kontrolleras, eller som stickprov.

I Figur 4 redovisas ett kontrollflöde i syfte att identifiera felaktigheter i leveransen. Först genomförs kontroll av komplett leverans och slutprodukts kvalitet. Om den uppvisar avvikelser kan en fördjupad kontroll behövas av bland annat insamlingsparametrar och resultat från olika delprocesser. Om en leverans inte är komplett eller något kontrollsteg indikerar signifikanta brister bör kontrollen avbrytas och utföraren kontaktas.

I bilaga C redovisas dessa kontroller mer detaljerat, med bokstavsnummerade avsnitt motsvarande Figur 4.

För generell information om kontrollfilosofi och kontroll av geodata, se [HMK – Geodatakvalitet 2017](#).



Figur 4. Visualisering av kontrollflödet och de ingående kontrollerna.

5 Referenser/Läs mer

[1] *Svensk geoprocess geodataspecifikationer Höjd, Markanvändning och marktäckelse, Vatten, Byggnad, Väg/Järnväg, Markdetaljer* - aktuella versioner - samt tillhörande mätanvisningar och XML/GML-scheman med mera finns på [Svensk geoprocess hemsida](#).

[2] *Produktspecificasjoner for FKB avseende Arealbruk, Vann, Bygning, Veg* på norska Kartverkets hemsida, [SOSI del 3 Produktspecificasjoner](#).

Följande två läroböcker behandlar geodetisk mätningsteknik:

- Lantmäteriet, LU, KTH och HiG, 2013: [Geodetisk och fotogrammetrisk mättnings- och beräkningsteknik](#)
- Harrie, L., 2013: *Geografisk informationsbehandling – teori, metoder och tillämpningar*, 6:e upplagan, Studentlitteratur AB

Bilaga A: Mallar och exempel vid upprättande av teknisk specifikation

A.1 Mall för geodetisk mätning

0 Teknisk specifikation (HMK-GeKrav 2017, kapitel 2)

Geodetisk mätning ska planeras, genomföras och levereras enligt denna tekniska specifikation. Förklaring av krav och definitioner av termer framgår av [HMK – Kravställning av geodetisk mätning 2017](#) och [HMK – Ordlista och förkortningar 2017](#).

1 Allmän beskrivning (HMK-GeKrav 2017, avsnitt 2.1)

Produkter/tjänster: ...

Produkternas användning: ...

2 Specifikation av utgångsmaterial (HMK-GeKrav 2017, avsnitt 2.2)

Existerande utgångsmaterial inklusive egenskaper: ...

Övrigt utgångsmaterial inklusive egenskaper: ...

3 Specifikation av stomnät (HMK-GeKrav 2017, avsnitt 2.3)

Krav på stomnätstyp: ...

Krav på georefererad lägesosäkerhet

- i plan: ...
- i höjd: ...

Krav på lokal lägesosäkerhet

- i plan: ...
- i höjd: ...

Krav på utformning och anslutning (om detta inte definierats under "Allmän beskrivning" eller under "Specifikation av utgångsmaterial", se ovan)

- Utformning: ...
- Anslutning: ...

Krav på markering: ...

Särskilda förutsättningar och krav: ...

4 Specifikation av detaljmätning (HMK-GeKrav 2017, avsnitt 2.4)

Krav på objekttyper och mätanvisningar: ...

Krav på georefererad lägesosäkerhet

- i plan: ...

- i höjd: ...

Krav på lokal lägesosäkerhet

- i plan: ...
- i höjd: ...

Övriga krav på datakvalitet: ...

5 Specifikation av genomförande (HMK-GeKrav 2017, avsnitt 2.5)

Mätning utförs enligt grundkrav i respektive dokument:

- Stommätning utförs enligt HMK-Stom 2017, bilaga C
- GNSS-baserad detaljmätning utförs enligt HMK-GnssDet 2017, bilaga C
- Terrester detaljmätning utförs enligt HMK-TerDet 2017, bilaga C

Tillägg/avsteg till/från grundkraven: ...

6 Specifikation av leverans (HMK-GeKrav 2017, avsnitt 2.6)

Krav på referenssystem i plan: ...

Krav på referenssystem i höjd: ...

Eventuellt transformationssamband: ...

Krav på filformat, innehåll och struktur: ...

Övriga krav gällande leverans: ...

A.2 Exempel på ifylld mall för kommun

0 Teknisk specifikation (HMK-GeKrav 2017, kapitel 2)

Geodetisk mätning ska planeras och genomföras enligt denna tekniska specifikation. Förklaring av krav och definitioner av termer framgår av [HMK - Kravställning av geodetisk mätning 2017](#) och [HMK - Ordlista och förkortningar 2017](#).

1 Allmän beskrivning av uppdrag (HMK-GeKrav 2017, avsnitt 2.1)

Produkter/tjänster:

Uppdraget omfattar nyetablering av anslutningsnät i plan för tätort. Anslutningsnätet ska utformas som ett GNSS-nät.

Produkternas användning:

Kommunalt nät för vidare behovsanpassad förtätning och etablering av bruksnät.

2 Specifikation av utgångsmaterial (HMK-GeKrav 2017, avsnitt 2.2)

Existerande utgångsmaterial inklusive egenskaper:

- Befintliga stompunkter (RIX95 m.m.) för anslutning och teknikkontroll
- Förslagna lägen för nypunkter, KMZ-fil
- Markeringsinstruktion, pdf

Övrigt utgångsmaterial inklusive egenskaper:

3 Specifikation av stommätning (HMK-GeKrav 2017, avsnitt 2.3)

Krav på stomnätstyp:

Anslutningsnät i plan, utformat som GNSS-nät.

Krav på utformning och anslutning:

- Yttäckande över tätort enligt utgångsmaterialet, med anslutning till riksnät i plan (SWEREF 99).
- Punktavstånd ej överstigande 2 km.

Krav på markering av nypunkter:

Enligt utgångsmaterialet

Krav på georefererad lägesosäkerhet i plan:

≤ 10 mm standardosäkerhet för nypunkter

Krav på lokal lägesosäkerhet i plan:

≤ 10 mm standardosäkerhet mellan närliggande punkter

Särskilda förutsättningar och krav:

Föreslagna lägen för nypunkter bör särskilt bedömas utifrån lämplighet för GNSS-mätning.

4 Specifikation av detaljmätning (HMK-GeKrav 2017, avsnitt 2.4)

Detalj mätning ingår ej i uppdraget

5 Specifikation av genomförande (HMK-GeKrav 2017, avsnitt 2.5)

Mätning utförs enligt grundkrav i HMK-GeStom 2017, bilaga C

6 Specifikation av leverans (HMK-GeKrav 2017, avsnitt 2.6)

Krav på referenssystem i plan:

SWEREF 99 16 30

Krav på referenssystem i höjd:

RH 2000

Eventuellt transformationssamband:

All redovisning ska ske i ovanstående referenssystem

Krav på filformat, innehåll och struktur:

Övriga krav gällande leverans:

Kvalitetsplan och teknisk redogörelse enligt överenskommelse

Bilaga B: Produktionsdokumentation

Produktionsdokumentationen bör redovisa följande:

Allmän uppdragsinformation

- a) En beskrivning av uppdraget, med utförarens kommentarer till projektets genomförande.
- b) Uppdragsorganisationen – det vill säga beställare och utförare med kontaktinformation för ansvarig personal. Eventuella verifieringar på att kompetenskrav är uppfyllda.
- c) En förteckning över levererade data och övrigt material, samt eventuell arkivering av arbets- och underlagsmaterial.

Kontroll av utgångsmaterial

- d) En rapport, i PDF/A format om inte annat anges, som redovisar:
 - kontroll av uppdragsområdet (avgränsning m.m.)
 - kontroll av tillgänglig geodetisk infrastruktur för georeferering och kontroll

Inmätta stompunkter och/eller detaljer, samt levererade produkter

- e) En rapport, i PDF/A-format om inte annat anges, som redovisar:
 - inmätta/utsatta objektstyper
 - utgångspunkter och mätinstrument som har använts
 - beskrivning av de kvalitetssäkrande åtgärder som vidtagits, vilket kan vara en hänvisning till en genomförd och dokumenterad kvalitetsplan
 - höjd- och koordinatsystem, inklusive den kartprojektion, geoidmodell, transformations samband m.m. som krävs för att beskriva mät- och kontrolldata.
 - beskrivning av objektstyper, inklusive attribut, objektkodning m.m.
- f) I övrigt sker dokumentation enligt respektive metodbeskrivande dokument:
 - [HMK – Stommätning 2017](#), bilaga B
 - [HMK – Terrester detaljmätning 2017](#), bilaga B
 - [HMK – GNSS-baserad detaljmätning 2017](#), bilaga B
- g) Om beställaren begär det redovisas en karta över insamlingsområdet med ett urval av teman enligt beställarens specifikation.

Efterbearbetning

h) En rapport, i PDF/A-format om inte annat anges, som redovisar:

- utrustning för efterbearbetning
- programvara och programversion för efterbearbetning
- dokumentation och statistik avseende kontroller av datakvalitet.

Bilaga C: Kontroll av leverans

C.1 Kompletta leverans

a) Produktionsdokumentation

Produktionsdokumentationen granskas för att verifiera:

- att uppnådda resultat överensstämmer med gällande teknisk specifikation
- att dokumentationens omfattning och utformning överensstämmer med gällande krav och teknisk specifikation
- eventuella avvikelser

b) Digitala filer

Filer/material granskas för att verifiera att:

- alla filer i filförteckningen är levererade
- alla filer har korrekt filformat och filstorlek
- alla filer har korrekt namnsättning
- alla filtyper är öppningsbara

c) Metadata

Kontrollera att eventuella metadatafiler är kompletta och korrekt ifyllda.

C.2 Produkt

Läs mer om föreslagna kvalitetsmått i [HMK – Geodatakvalitet 2017](#), avsnitt 2.7 samt bilaga D.

d) Lägesosäkerhet

Se [HMK – Geodatakvalitet 2017](#), bilaga A.2. Se bilaga C.4 för tillämpningsexempel.

e) Fullständighet

Se För teoretisk grund för fullständighetskontroll och beräkningsexempel, se [HMK – Geodatakvalitet 2017](#), avsnitt 3.4.

Kontrollera att:

- det finns en rimlig mängd data i levererade filer (eventuellt befintliga äldre data kan användas som jämförelse)
- inmätta byggnader överensstämmer med korresponderande ortofoto
- alla aktuella vägtyper är representerade
- mittlinjer för väg och cykelbanor är mätta om detta är beställt
- vattendrag och trappor har riktningspilar

- stolpar finns mätta utefter ledningar (kan saknas i tät skog)
- inga dubletter, överflödiga punkter eller tvåpunktslinjer som startar och slutar med samma koordinater finns
- alla brytpunkter har relevanta höjdvärden

f) Tematisk osäkerhet

För teoretisk grund för klassificeringskontroll och beräkningsexempel, se [HMK - Geodatakvalitet 2017](#), bilaga A.6 respektive Bilaga C.3. För stickprov och kontrollområde, se [HMK - Geodatakvalitet 2017](#).

Kontrollera att:

- eventuella attributfält är kompletta och korrekt ifyllda
- kodningen av byggnader är korrekt (genom stickprov)
- tillbyggnader har kodats med separat kod
- kodningen av markslag är rimlig (genom stickprov)
- släntkrön och släntfot är korrekt klassade och innehåller beteckningar (genom stickprov)
- klassificeringen av objekt överensstämmer med specifikationen
- det inte finns skillnader beroende på om arbetet utförts med olika instrument och/eller personal

g) Logisk konsistens

Kontrollera att:

- datastrukturen (punkt, linje, yta, kropp) stämmer med teknisk specifikation
- inga ytor, linjer eller punkter överlappas av andra objekt när sådana krav finns
- linjer inte korsar sig själva
- ytor är slutna och nätverk är sammanhängande
- korrekt konnektering mot befintliga, angränsande data har utförts
- att mätriktning för stödmur, kaj, bassäng, vägräcke och stup följer eventuella krav för att erhålla rätt symbolriktning via ritmaneret.

C.3 Fördjupad kontroll vid behov

h) Kartografi

Kontrollera:

- generaliseringen av data genom stickprov
- att eventuellt begärd kurvutjämning (smoothing), angivet minsta avstånd mellan brytpunkter och maximalt antal brytpunkter per linje, för till exempel kurvor eller strandlinje, har tillämpats

- att eventuella toleranser för objekts längd och yta stämmer mot specifikationer
- att besiffring inte placerats på olämpliga ställen, till exempel inom byggnadspolygoner
- att kurvor har avbrott för bebyggelse, vägar med mera, om detta beställts