

BESLUTSUNDERLAG RH 2000, JOKKMOKK

Övergång till enhetligt höjdsystem

Behov av höjder i ett enhetligt system

I kommunen är information om höjder viktig för olika verksamheter. Planering och utbyggnad av VA-nät förutsätter information om höjdförhållanden. Vid detaljplanering av bebyggelse och bygglovshantering är höjder på gatunätet och höjder på kvartersmarken viktiga uppgifter. Kännedom om markhöjder behövs också i många andra sammanhang i den kommunala planeringen, inte minst för att kontrollera och hantera vattenavrinning och för bedömning av olika områdens lämplighet för bebyggelse.

På grund av bristande kvalitet och dålig tillgänglighet till fast markerade höjdpunkter (höjdfixar) i de äldre nationella höjdavvägningsnäten från år 1900 (RH 00) och 1970 (RH 70) är kommunernas höjddredovisning relaterade till olika nollnivåer. Det är också mera regel än undantag att det i skilda delar av samma kommun har funnits flera höjdsystem. Kommunens höjdsättning kan således vara ansluten till höjdfixar i något av de äldre nationella systemen eller ibland när höjdfixar i de nationella systemen har saknats till helt lokala system. Ofta finns flera höjdsystem representerade i samma kommun.

Att inte arbeta i ett enhetligt höjdsystem innebär problem i samhällsplaneringen och vid integrering av områden med varandra, men också i gränsområden mellan kommuner.

Den senaste riksavvägningen blev officiell år 2005. Den representeras på marken av cirka 50 000 fixpunkter och har därmed mycket bättre nationell täckning än sina föregångare RH 00 och RH 70. Förutsättningar har härigenom skapats att ansluta all höjdmätning i landet till ett gemensamt höjdsystem och en gemensam nollnivå – RH 2000.

Numera finns tillgång till en riksomfattande höjddatabas i RH 2000 som tagits fram genom laserskanning av hela landet. Denna tillhandahålls endast i det nya höjdsystemet RH 2000, vilket är ytterligare en anledning till att redovisa all annan höjdinformation i samma system.

Genom utvecklingen av satellitbaserad mätning är det idag möjligt att med s.k. nätverks-RTK, som utnyttjar referensstationsnätet SWEPOS, direkt erhålla höjder i RH 2000 i hela landet med en osäkerhet av ett par centimeter. För högre noggrannhet krävs dock höjdmätning med avvägning från fast markerade höjdfixar.

Ett enhetligt höjdsystem i hela kommunen, tillgång till nationella höjddata i samma system och möjligheten att utnyttja ny teknik för höjdmätning är viktiga anledningar för övergång till RH 2000. En övergång till ett gemensamt höjdsystem i alla kommuner är dessutom av nationellt intresse.

Befintliga höjdsystem och höjddata

Traditionellt har all höjdmätning baserats på avvägning från fast markerade höjdfixar eller höjdsatta mätpunkter med kända höjder, som utgjort utgångspunkter för mätningen. I Jokkmokk har på senare tid dessa äldre höjdfixar inte använts utan all ny höjdsättning av VA-detaljer och andra objekt har gjorts med användning av nätverks-RTK. Höjderna har då redovisats i RH 2000.

Geografisk information i äldre höjdsystem har inte lagrats digitalt. Om och när höjdsatta data i andra höjdsystem eventuellt ska tillvaratas behöver därför höjdmätning utföras för att bestämma en höjdskillnad till RH 2000. I områden där höjdfixar från den senaste riksavvägningen finns tillgängliga (se följande avsnitt) kan detta göras med avvägning, men i de flesta fall uppfyller en enkel inmätning med nätverks-RTK de noggrannhetskrav som kan ställas.

UTGÅNGSPUNKTER FÖR HÖJDMÄTNING I KOMMUNEN

Det höjdsystem som tidigare använts i kommunen för redovisning av höjder i samband med t.ex. bebyggelseplanering vid kartframställning och för nybyggnadskartor mm, baseras på äldre höjdfixnät som inte är heltäckande. I de delar av kommunen som inte omfattas av de nationella avvägningarna med höjder i RH 00 eller RH 70 har troligen också lokala system utan koppling till de nationella systemen använts.

I princip all nymätning av höjder i kommunen sker numera med nätverks-RTK utan användning av fast markerade höjdfixar och med redovisning i det nya höjdsystemet RH 2000. Denna metod ger en mätosäkerhet av ca 1-5 cm vilket är tillräckligt noggrant för de flesta vanliga tillämpningar.

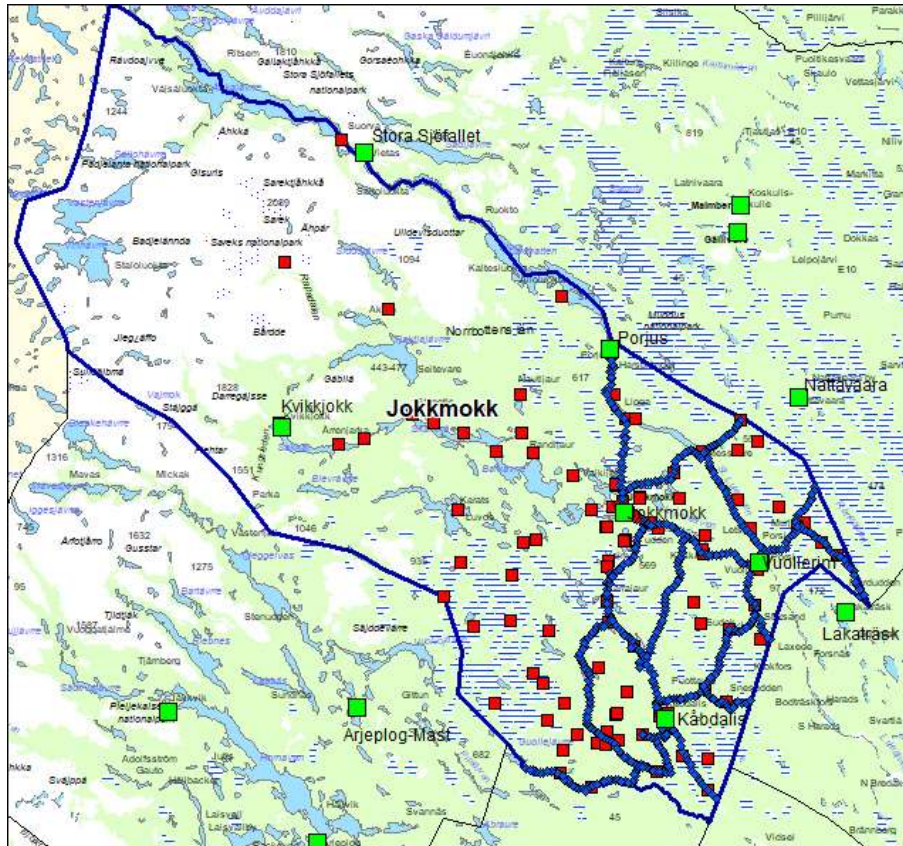
Vid tillämpningar som kräver mycket liten höjdosäkerhet behöver dock avvägning från fast markerade höjdfixar tillämpas. Avvägning innebär högre tillförlitlig och ger minst osäkerhet i mätningen. I projekt som ställer högre krav på mätnoggrannheten än vad som är möjligt med nätverks-RTK finns en nationellt uppbyggd infrastruktur med utgångspunkter för mätning i både plan och höjd som kan användas direkt eller som underlag för etablering av förtättningspunkter inom kommunen. Nästa avsnitt redovisar vilka delar av Jokkmokks kommun som berörs och hur detta kan hanteras. I områden där underlag i form av markerade punkter i de nationella systemen saknas helt finns ändå möjligheter att med satellitbaserade mätmetoder skapa nya utgångspunkter med liten osäkerhet i RH 2000 och SWEREF 99

TILLGÄNGLIG NATIONELL MÄTNINGSINFRASTRUKTUR

Det underlag som finns för noggrann höjdmätning är i första hand den tredje riksavvägningens höjdfixar inom Jokkmokk. Avvägningsslingornas utbredning visas i kartbild 1. Antalet höjdfixar som ingår i riksavvägningen i kommun är 567st. Totalt i landet finns ca 50 000 st. riksavvägningfixar. Avståndet mellan efterföljande fixar i avvägningsslingorna varierar mellan ca 800 - ca 1200m beroende på var det har funnits möjligheter till stabil markering. Höjdfixarna i riksavvägningen med sina höjder definierar fysiskt

höjdsystemet RH 2000 i Sverige. Punktmarkeringarna består oftast av stål-dubbar som markeras i berg eller annat stabilt underlag.

Kommunen har via lantmäteriets websida tillgång till det digitala arkivet DGA och kan enkelt utan kostnad hämta koordinater och höjduppgifter samt punktskisser till samtliga höjdfixar i höjdnätet.



Kartbild 1: Den nationella mätninginfrastrukturen inom Jokkmokks kommun med Riksavvägningssnätet, RIX 95-nätet och SWEPOS referensstationer

De 567 höjdfixar som finns inom Jokkmokks kommun har sammanställts i en excel-fil ([RA Jokkmokks kommun.xlsx](#)) som överlämnats till kommunen.

De röda punktsymbolerna i Kartbild 1 visar läget av de mätpunkter som ingår i RIX 95-nätet som är det rikstäckande GPS-mätta stamnät som etablerades bl.a. som underlag för kommunernas övergång till SWEREF 99. Dessa punkter är beräknade i både plan och höjd och kan således också användas som underlag för höjdmätning. Höjdbestämningen har för huvudparten av RIX 95-punkterna utförts med GPS-teknik med en osäkerhet i RH 2000 av ca 0,01m. Några av punkterna har också avvägts i höjd från höjdnätet med ytterligare lägre höjdosäkerhet.

De 154 punkterna i RIX 95-nätet som finns inom kommunen är förtecknade i filen [RIX Jokkmokk.xlsx](#). Av punktlistan framgår vilka av punkterna som har höjdbestämts med avvägning.

De gröna punktsymbolerna visar läget av de referensstationer i SWEPOS-nätet som är en förutsättning för mätning med nätverks-RTK. Inom kommunen finns idag 5 referensstationer, nämligen i Jokkmokks centralort i Porjus, Vuollerim, Kåbdalis och i Kvikkjokk. I nära anslutning runt kommunen finns också SWEPOS-stationer vid Stora Sjöfallet, i Gällivare, Nattavaara, Lakaträsk, Moskosel, Älvsbyn och i Arjeplog (Mast, Hällnäs) Stationerna täcker således hela kommunen upp mot fjällområdet. Inom det område som inringas av SWEPOS-stationerna kan förväntas bra noggrannhet i positionsbestämning med nätverks-RTK i både plan och höjd.

ANVÄNDNING OCH UNDERHÅLL AV MÄTNINGSUNDERLAGET

Trots stabil och varaktig markering kommer efterhand punkter att förstöras. Lantmäteriet som är huvudman för riksavvägningsnätet svarar för underhållet, men nuvarande rutiner innebär inte att samtliga punkter som förstörs av olika anledningar kommer att ersättas. I första hand ersätts punkter i anslutning till knutpunkter i nätet, men längs avvägningslinjerna accepteras en viss utglesning. I de inre delarna av norra Sverige och i fjällområdet utförs för närvarande inget underhåll. I områden där underhållet har upphört från Lantmäteriet sida är dock markeringarna mindre utsatta för risker att förstöras i samband med grävnings- och schaktningsarbeten.

Om behov av noggrann höjdmätning uppstår i samband med framtida exploatering eller infrastrukturprojekt är fixarna värdefulla som utgångspunkter för noggrann höjdmätning. Det är därför ett gemensamt kommunalt och statligt intresse att skydda och bevara markeringarna. För att underlätta lantmäteriets underhåll av nätet är det viktigt att kommunen i möjligaste mån rapporterar när fixpunktsmarkeringar tas bort eller skadas.

RIX 95-nätet inom Jokkmokk redovisas i kartbilden ovan och i excelfilen [RIX Jokkmokk.xlsx](#) . På grund av att nätverks-RTK tjänsten numera är tillgänglig inom hela landet för de allra flesta vanligen förekommande mätningssuppgifter har RIX 95-nätet mist sin betydelse och numera görs inget aktivt underhåll från lantmäteriets sida. Endast de s.k. SWEREF punkterna underhålls – totalt 300st i landet som helhet varav 7st i Jokkmokk. För den normala "dagliga" mättningsverksamhet som sker i Jokkmokks kommun finns inget behov av RIX-95 nätet. Höjduppgiften kan dock i undantagsfall vara värdefull som höjdreferens. Vid utbyggnad av yttäckande eller långsträckta infrastrukturanläggningar finns en viss användning av RIX 95-punkterna, som med fördel kan nyttjas som utgångspunkter för upprästande av stomnät i plan och höjd med GNSS-teknik.

Förenklad övergång till RH 2000

I Jokkmokks kommun kan övergången till RH 2000 göras på ett förenklat sätt som innebär att endast sådana höjdsatta objekt som primärt har mätts in i det nya höjdsystemet lagras ner digitalt i handläggningssystemet. Allt som hittills sparats ner i VA-modulen i Geosecma är inmätt med nätverks-RTK med höjder i RH 2000.

I den utsträckning som äldre data med höjder i annat höjdsystem behöver integreras i systemet kan detta utföras när behov uppstår. Olika metoder för detta anges nedan i dokumentet

Den primärkarta som finns i kommunen har inte uppdaterats under de senaste åren – enligt uppgift har ingen uppdatering gjorts sedan 1980-talet. Någon konvertering av höjduppgifter från primärkartan är därför inte aktuell.

Markhöjder i RH 2000 finns tillgängliga inom hela kommunen genom den nationella höjddatabasen (NH), som tagits fram med högupplöst laserskanning och täcker hela landet. Kommunen har tillgång till NH och annan geodata genom samverkansavtal med Lantmäteriet.

Ett separat beslutsdokument angående övergången kan därför upprättas som enda åtgärd för att bekräfta att kommunen har gått över till RH 2000.

Underlag för höjdmätning vid krav på liten mätosäkerhet

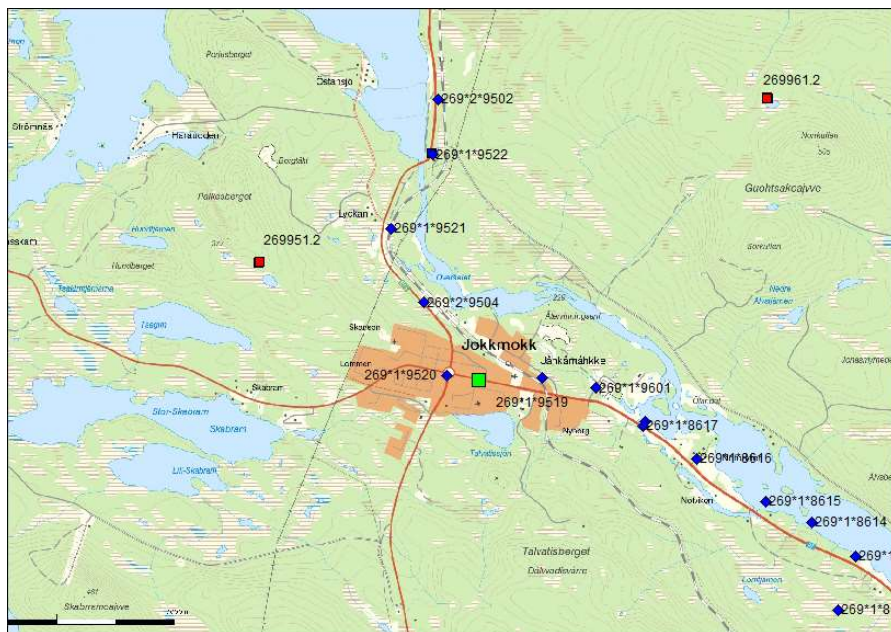
BEHOV

Även om kommunen fattar ett "förenklat beslut" om övergång till RH 2000 som betyder att man fortsättningsvis i princip utför höjdmätning med nätverks-RTK för all höjddokumentation kan inte uteslutas att framtida byggprojekt kan ställa ökade krav på noggrannhet. Det finns därför ett behov att känna till vilket underlag som finns inom kommunen för detta.

Sålunda bör i samband med krävande bygg- och infrastrukturprojekt etc., när minsta möjliga osäkerhet i höjdmätningen är viktig, riksavvägningens fixpunkter utgöra utgångspunkter. Orubbade höjdfixar i riksavvägningen definierar höjdsystemet RH 2000 och är därför per definition "felfria".

Kartbild 2 visar vilka höjdfixar i riksavvägningen som finns inom och runt Jokkmokks centralort.

Punktskisser med detaljbeskrivning av punkternas läge kan hämtas från DGA ([digitala geodetiska arkivet](#)) på lantmäteriets web.



Kartbild 2: Tillgängliga höjdfixar i och omkring Jokkmokks centralort.

Punktskisser för [höjdfixarna](#) som visas i kartbild 2 har tagits fram via DGA och bifogas i pdf-format. Punktskisser för de tre [RIX 95 punkter](#) som syns i kartbild 2 har också bifogats.

I de områden och orter som berörs av riksavvägningssystemet utgör fixarna i nätet det säkraste underlaget för höjdmätning i RH 2000. Om kraven på noggrannhet är höga bör därför avvägning från dessa fixpunkter användas istället för nätverks-RTK som ger större osäkerhet. För att undvika långa avstånd mellan höjdfixarna och få ett tätare höjdnät finns också underlag

att med en relativt liten insats förtäta med lokala fixar, som i så fall bör anslutas till minst två av rikets fixar.

Det ligger alltså i kommunens intresse att riksavvägningsnätets punkter skyddas och bevaras för eventuella framtida behov.

Höjdfixarna i kartbild 2 runt Jokkmokks centralort har också höjder i det äldre nationella höjdsystemet RHB 70 och någon enstaka punkt har dessutom höjd i RH 00. Dessa punkter ger därför på ett enkelt sätt en ungefärlig höjdskillnad mellan de olika systemen. Den genomsnittliga höjdskillnaden mellan RHB 70 och RH 2000 på dessa punkter blir 0,178m,

Höjder inom Jokkmokks tätort kan således **om de är angivna i RH 70** adderas med 0,18m för att komma till RH 2000.

Omräkning av lokala höjder i olika delar av kommunen

Vid all planering av bebyggelse är höjder på gator och ledningar viktig information. Vanligtvis finns därför alltid någon sorts höjdsystem inom alla tätortsområden. Om behov uppstår att konvertera äldre höjduppgifter kan olika metoder bli aktuella att tillämpa.

Höjdskillnaden mellan befintliga höjder och RH 2000 är emellertid som påtalats ovan olika i olika delar av en kommun varför varje område behöver hanteras individuellt.

Om kommunens höjdsystem i någon ort varit identisk med det äldre nationella höjdsystemet RH 70 finns en möjlighet att höjdskillnaden på respektive ort (något olika i olika orter) också kan användas direkt på kommunens höjddata. En kontroll av detta måste dock ändå utföras genom inmätning i RH 2000 av representativa objekt höjdsatta i kommunens system

För att ta fram en tillförlig höjdskillnad mellan RH 2000 och ett befintligt höjdsystem kan i huvudsak tre metoder förekomma med olika tillämplighet inom kommunen.

STANDARDMETODEN

I ett område med ett kommunalt höjdfixnät och anslutningsmöjligheter till riksavvägningsnätets punkter räknas höjdfixnätet om i RH 2000. Nya höjer i RH 2000 på punkterna i nätet erhålls och en genomsnittlig höjdskillnad till det tidigare höjdsystemet kan då beräknas. Alla höjdsatta objekt inom det område som täcks av höjdfixnätet kan därefter räknas om med höjdskillnaden mellan systemen.

Det omräknade höjdfixnätet kan sedan fortsättningsvis användas som underlag för höjdmätning i RH 2000.

Denna metod är inte tillämplig i Jokkmokk eftersom dokumentation om äldre höjdfixnät saknas.

ALTERNATIVA METODER

Standardmetoden innebär att man utgår ifrån ett lokalt höjdfixnät vid framtagning av höjdskillnaden till RH 2000. Eftersom ingen dokumentation av befintliga lokala höjdnät finns bevarad i kommunen måste andra utgångspunkter användas. De objekt som då ligger närmast till hands är t.ex. avloppsbrunnar eller andra detaljer i va-nätet vilka oftast är höjdsatta.

För att få en höjdskillnad till RH 2000 kan ett antal höjdsatt objekt jämnt fördelade över det aktuella området mätas in som passpunkter. Dessa ska om möjligt täcka in hela det aktuella området. I en mindre ort kan det räcka med ca 5-10 punkter som underlag för en genomsnittlig höjdskillnad. Osäkerheten i befintliga höjder samt osäkerheten i inmätningen innebär att man måste acceptera att höjdskillnaderna på de enskilda inmätta objekten kan variera relativt mycket. Skillnader på upp till ca en decimeter mellan det minsta och största värdet på höjddifferensen är därför normalt.

Den genomsnittliga höjdskillnaden som beräknas på detta sätt är endast avsedd att användas inom det aktuella området för att räkna om höjdsatta objekt som själva har en osäkerhet som kan uppskattas till 5-10cm i det använda höjdsystemet.

Inmätningen i höjd kan antingen göras med avvägning eller med GNSS-teknik beroende av vilka möjligheter och behov som finns.

Avvägning

Avvägning ger mindre osäkerhet än höjdmätning med nätverks-RTK och är möjlig att använda som ett alternativ till nätverks-RTK i de orter som berörs av riksavvägningssystemet.



Kartbild 3: Exempel på möjlig förtätning med arbetsfixar inom tätort (Kåbdalis) med befintliga riksavvägningssystemet.

Ett praktiskt problem med att utnyttja riksavvägningssystemet direkt är dock att avstånden mellan fixarna är relativt stort. Om avvägning väljs som mätmetod kan därför en komplettering med fixar behöva göras för att härigenom skapa utgångspunkter för avvägning på närmare avstånd.

Kartbild 3 illustrerar hur en komplettering med ett antal fixar skulle kunna utföras i en mindre ort. En sådan komplettering kan naturligtvis också göras så att de nytillkomna fixarna etableras som ett permanent höjdfixnät för framtida användning i området – t.ex. för användning i samband med nybebyggelse av bostäder eller fritidsbebyggelse.

De fyra riksavvägningsfixar som visas i kartbild 3 finns redovisade i det material som levereras till kommunen. [Punktskisser](#) på punkterna har också tagits fram från DGA. För dessa punkter redovisas också höjder i det tidigare höjdsystemet RHB 70. En jämförelse av höjderna mellan RH 70 RH 2000 på dessa fyra punkter kan därför också göras. Se excel-fil [.RA_Kåbdalis.xlsx](#). Den genomsnittliga höjdskillnaden i Kåbdalis mellan RHB 70 och RH 2000 beräknad endast på de fyra riksavvägningsfixarna blir 0,200m. Notera att detta skiljer sig relativt mycket från vad som kunde beräknas på samma sätt inom Jokkmokks centralort.

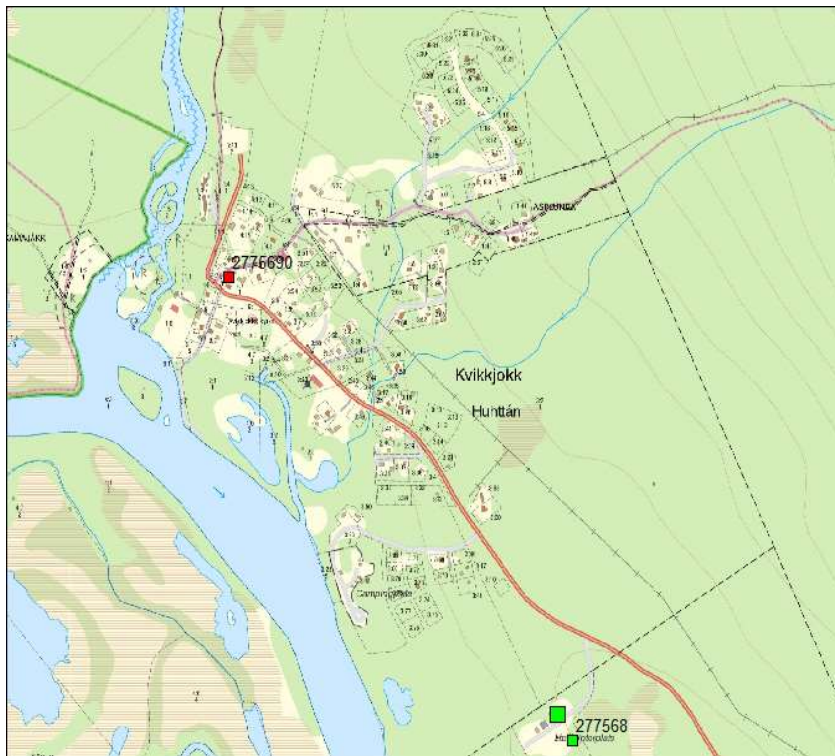
Om det är så att kommunens höjdsystem i orten är RH 70 bör denna differens kunna användas för omräkning av höjder inom Kåbdalis. Detta bör emellertid verifieras genom att några objekt (t.ex. va-brunnar) som har kända höjder i det av kommunen använda höjdsystemet mäts in i RH 2000 med avvägning alternativt med nätverks-RTK.

Eftersom riksavvägningsslingorna berör stora delar av kommunens bebyggda områden nedanför fjällområdet kan avvägning användas för verifiering av en höjdskillnad i de flesta orterna i kommunen. Om och när det uppkommer behov av detta finns också underlag för nyetablering av kommunala höjdfixnät överallt där det finns tillgång till höjdfixar i riksavvägningsnätet

Nätverks-RTK

I områden där riksavvägning saknas och ingen dokumentation av äldre kommunala höjdnät finns bevarad är nätverks-RTK den enda metoden som kan användas för höjdanslutning.

Kartbild 4 illustrerar situationen i Kvikkjokk som ligger långt från närmaste avvägningståg i riksavvägningssystemet (ca 100km). Den nationella mätningstekniska infrastrukturen som finns tillgänglig här är i första hand en SWEPOS referensstation vilken medverkar till att förbättra tillgängligheten och



Kartbild 4: Exempel på område som saknar avvägningssystem –Kvikkjokk. I området finns en SWEPOS-referensstation – grön punktmarkering – samt två punkter i RIX 95-nätet.

minska osäkerheten vid mätning med nätverks-RTK. Dessutom finns två punkter som ingår i RIX 95-nätet, vilka har beräknats i höjd med GNSS-teknik, (GPS).

Både den senaste riksavvägningens avvägningståg liksom tidigare avvägningar ligger alltför långt borta för att någon anslutning till RH 70 eller RH 2000 med avvägning har kunnat göras.

Man kan därför anta att eventuella höjduppgifter som finns har redovisats i något lokalt höjdsystem. Det är också möjligt att olika lokala höjdsystem har förekommit i olika avgränsade delar. De höjdsatta objekt som eventuellt finns kan därför om behov av detta uppstår enklast mätas in på nytt med nätverks-RTK

Om något byggprojekt i framtiden ställer krav på noggrann höjdmätning finns, också i en ort som Kvikkjokk, möjligheter att etablera ett lokalt höjdfixnät i RH 2000. Inpassning i RH 2000 kan då göras genom inmätning av anslutningspunkter med överbestämd nätverks-RTK eller alternativt med statisk GNSS. Metodik finns anvisad i Lantmäteriets Handbok i Mät- och Kartfrågor, HMK, som finns tillgänglig via www.Lantmateriet.se/HMK.

Sammanfattning

Oavsett om kontrollmätning av höjdsatta objekt utförs med avvägning eller nätverks-RTK erhålls endast en ungefärlig, för ändamålet tillräckligt noggrann, höjdskillnad mellan befintliga höjdsatta objekt och RH 2000.

De större orterna i kommunen har alla tillgång till fixpunkter i såväl det äldre höjdfixnätet (RH 70) som punkter i RH 2000 tillhörande den senaste riksavvägningen. I Jokkmokk, Vuollerim och Kåbdalis finns höjduppgifter i båda höjdsystemen på flera höjdfixar. Om kommunens befintliga höjduppgifter i dessa orter har redovisats i RH 70 finns därför en höjdskillnad mellan systemen som kan beräknats på rikets fixar och skulle kunna användas direkt efter verifieras med kontrollmätning. Kontrollmätning kan göras med avvägning alternativt med nätverks-RTK som beskrivits ovan.

Beroende på befintliga höjddatas osäkerhet och vilka noggrannhetskrav som verksamheten ställer kan en metod baserad på nätverks-RTK ersätta avvägning även i områden där tillgång till riksavvägningsnätet finns. Höjdfixarna kan då användas som kontrollpunkter för att verifiera att mätosäkerheten inte är för hög.

Om behov av mer noggrann höjdmätning uppstår kan i de flesta orterna i kommunen nyetablering av höjdfixnät göras med anslutning till riksavvägningsnätets höjdfixar.

Där riksavvägningsnät saknas helt kan ett höjdfixnät anslutas till RH 2000 med GNSS-teknik – nätverks-RTK eller statisk GNSS. I HMK beskrivs metoder för detta.

Lars Kvarnström

Lantmäteriet / Geodetisk Infrastruktur