



Foto: Lennart Johansson, Stockholms stadsbyggnadskontor

SVERIGE BYTER HÖJDSYSTEM – KOMMUNERNA HAR EN NYCKELROLL!

Ett enhetligt höjdsystem förenklar användningen av höjdinformation. Det säkrar även möjligheten att utbyta data mellan olika aktörer i samhället. En övergång till RH 2000 möjliggör en effektiv användning av olika organisationers data, reducerar risken för felaktig höjdinformation i krissituationer och underlättar dessutom användningen av modern mätteknik.

Övergång till det nationella höjdsystemet RH 2000 för befintliga höjduppgifter i kommunen sker med hjälp av en eller flera höjdkorrekationer (skift). Varje område har sitt eget skift. Gränserna mellan områdena bör fastställas av kommunen, med hänsyn till hur data tillkommit.

Beräkningen av skiften görs genom jämförelse av höjdvärden i det lokala systemet och motsvarande höjdvärden i RH 2000. Med kännedom om dessa skift kan höjduppgifter i kommunens databaser räknas om och framgent användas tillsammans med höjddata i RH 2000 från andra källor, som exempelvis den nationella höjdmodellen, utan att några ytterligare korrekationer behöver påföras.

KONSEKVENSER AV OLIKA METODER

Olika metoder för beräkning av höjdsift mellan det lokala höjdsystemet och RH 2000 får olika konsekvenser för framtida användning.

- Nyutjämning, i RH 2000, av de gamla mätningarna i det kommunala höjdnätet ger nya höjder, ett säkert skift och ett höjdsystem utan deformationer. De höjdfixar som ingått i utjämningen kan fortsättningsvis utnyttjas som utgångspunkter för senare avvägningar.
- Inmätning av enstaka punkter, i slingor eller som pikéer, ger nya höjder enbart på dessa punkter. Övriga delar av det gamla höjdnätet blir oanvändbara som utgångspunkter i RH 2000 och skiftet mindre säkert.
- Anslutning av fritt utjämnade höjdnät med GNSS kan betraktas som höjdsatta i RH 2000 och fortsättningsvis

användas lokalt; skiftet får samma osäkerhet som GNSS-bestämningen.

- Inmätning av enstaka punkter med GNSS-teknik ger enbart ett skift för konvertering av tidigare höjdsatta data, såsom lednings- och gatunät. Inmätta punkter bör inte användas för fortsatt höjdmätning.

Metoden med nyutjämning ger det på lång sikt bästa resultatet och bör därför eftersträvas i första hand. Övriga metoder är mer att betrakta som nödlösningar i brist på gamla mätningar.

DAGENS REFERENSSYSTEM

I de flesta fall definieras det (lokala) kommunala höjdsystemet genom ett kommunalt höjdfixnät, som anlagts genom finavvägning och även anslutits till s.k. RAK-fixar, vilka har hållits fasta vid nätutjämningen. De lokala systemen uppvisar i allmänhet deformationer relativt det nya nationella systemet.

Dessa geometriska svagheter kommer bl.a. att inverka negativt på möjligheterna att tillgodogöra sig de rationaliseringsvinster som modern satellitbaserad lägesbestämning kommer att medge.

Deformationerna i höjdnäten beror oftast på ogynnsam nätuppbbyggnad och tidigare anslutningar till punkter med ojämn och bristande kvalitet. I samband med byte till RH 2000 kan detta förhållande till en del rättas till. För att rätta upp ett lokalt höjdsystem och ansluta detta till RH 2000 används befintliga mätningar, eftersom dessa ofta är av hög kvalitet.

BESTÄMNING AV NYA HÖJDER

För beräkning av ett skift måste ett representativt antal punkter med höjder i det kommunala systemet höjdbestämmas i RH 2000. Normalt finns, inom rimligt avstånd, tillgång till punkter i det nationella höjdnätet, varför anslutningen kan göras med avvägning. Ibland kan avståndet till höjdfixar med höjd i RH 2000 vara av sådan storleksordning att en avvägningssats bedöms som orealistisk. I sådana fall kan höjdmätning med GNSS-teknik övervägas – vilken explicit metod som är användbar är situationsberoende. I det följande diskuteras ett antal tänkbara sätt att bestämma höjder i RH 2000 för beräkning av skift.

ANSLUTNING TILL NATIONELLT NÄT

Har kommunen ett väl utbyggt höjdnät behöver man bara se till att det har goda anslutningar till höjdfixar i det nationella nätet för att sedan återanvända de gamla finavvägningarna i en ny utjämning. Detta angreppssätt ger förutom möjlighet att beräkna skift även nya höjder på de i nätet ingående höjdfixarna. Även tidigare nätdeformationer (se ovan), som inte beror av svaga mätningar, har eliminerats. De fysiska markeringarnas eventuella rörelser kan dock inte kontrolleras på detta sätt.

Även höjdsatta polygonnät kan, vare sig höjderna är avvägda eller bestämda trigonometriskt, bearbetas på motsvarande sätt och ger då möjlighet att i den dagliga verksamheten arbeta vidare på samma sätt som tidigare men nu med höjder i RH 2000.

Nyckeln till detta förfaringssätt är att de gamla mätta höjdskillnaderna kan återfinnas i kommunens arkiv och överföras till ett digitalt medium (listning i en Excel-fil). Utan

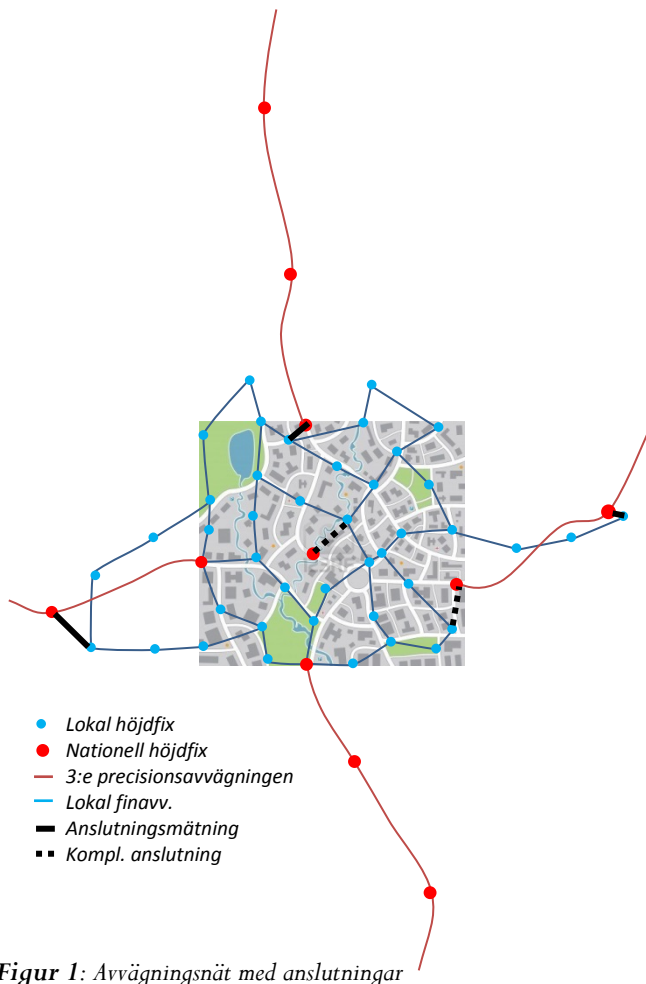
tillgång till gamla mätningar kan inte nyutjämning ske.

I figur 1 visas hur en anslutning av befintligt nät kan utformas, heldragna svarta linjer. Med de streckade anslutningarna säkerställs god överensstämmelse mellan nationellt och lokalt nät.

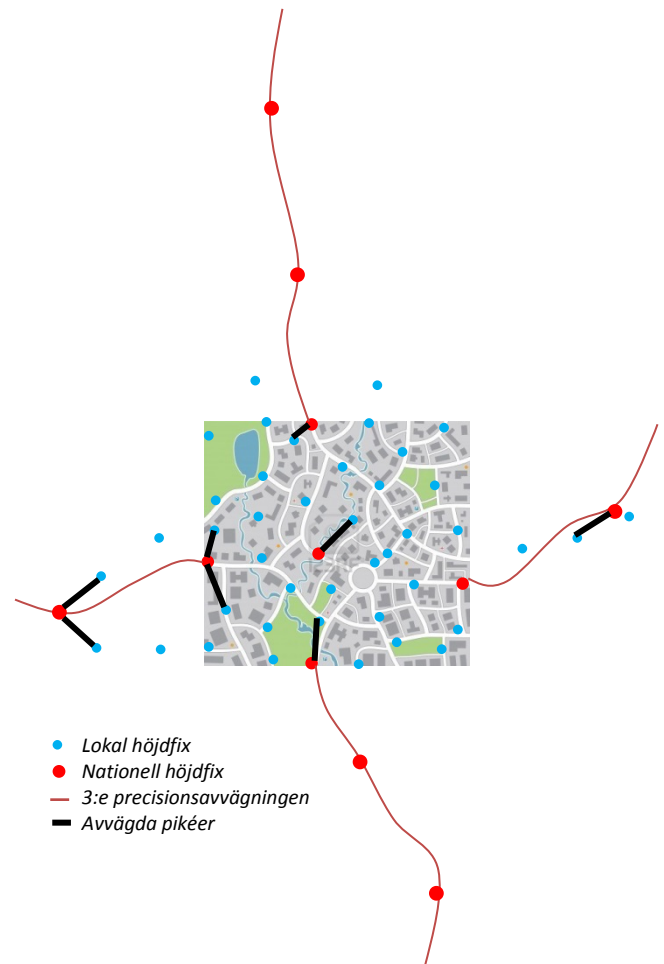
I det fall kommunen har ett höjdfixnät men saknar tillgång till gamla mätningar (arkivet har gallrats?) krävs en ny mätningssats. En komplett nymätning av det gamla höjdfixnätet är oftast inte genomförbar – mer realistiskt är avvägning av ett begränsat antal höjdfixar. Hur genomförs denna nymätning på bästa sätt? Här kan finnas två motstridiga angreppssätt;

- dels vill man ha nya höjder spridda över hela området,
- dels bör avvägningen vara kontrollerbar.

I figur 2 nedan har man med ett antal okontrollerade pikéer försökt att täcka området med nya höjder. Denna lösning ger varken kontroll av de nyavvägda punkterna eller utgångsfixarna. Ett mycket bättre angreppssätt redovisas i figur 3, där nyavvägningen genomförs mellan olika utgångsfixar. På detta sätt skapas kontroll av såväl utgångspunkter som nypunkter. I första fallet avvägs 8 punkter och i andra fallet 9 punkter, vilket betyder att arbetsinsatsen är ungefär densamma. De nya punkterna är också koncentrerade till de mer tätbebyggda delarna med höjdsatta gatu- och ledningsnät, som är beroende av höjdinformation. Nyavvägning av ett urval av punkter ger, även om avvägningen utförs i slingor, inte samma möjlighet att åtgärda höjdnätets tidigare deformationer. Som resultat erhålls endast nya höjder på de nyavvägda punkterna; övriga punkter i höjdnätet får inte några användbara höjder i RH 2000.



Figur 1: Avvägningssätt med anslutningar



Figur 2: Avvägning med pikéer



Figur 3: Avvägning i slingor

ANSLUTNING MED GNSS-TEKNIK

Höjder bestämda med GNSS-teknik är självklart behäftade med en viss osäkerhet och kan inte användas som utgångshöjder på samma sätt som en höjdfix ingående i tredje precisionsavvägningen. Osäkerheten är beroende såväl av själva mätningen, dvs. i höjden över ellipsoiden (h), som av korrekturen till RH 2000-höjd genom användning av geoidmodellen SWEN08_RH2000 (N).

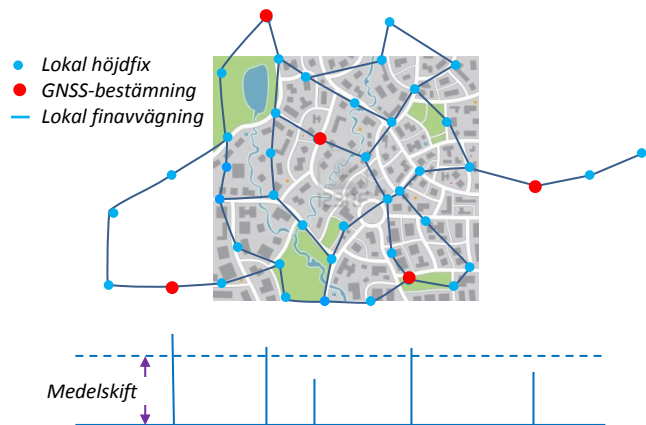
Olika fall kan särskiljas, nämligen ett helt fristående nät respektive ett mer eller mindre långsträckt nät som har anslutning till tredje precisionsavvägningen enbart i ena änden eller enbart höjdbestämda punkter utan mätta höjdskillnader.

FRISTÅENDE NÄT

Helt fristående nät med höjder i ett lokalt höjdsystem kan ungefärligt anslutas till RH 2000 genom att ett antal fixpunkter höjdbestäms med GNSS-teknik. Dessa höjder kan inte användas som fasta utgångspunkter vid utjämning av nätet. I stället används medeltalet av höjderna som en bestämning av RH 2000-nivån i det aktuella området, se figur 4.

I det aktuella området representerar de GNSS-bestämda höjdfixpunkterna RH 2000, var och en med sin osäkerhet. Medelvärdet ger därför den bästa skattningen av RH 2000-höjden, tyvärr utan representation i sinnevärlden.

Utjämningen av det lokala nätet ger den bästa skattningen av de relativa höjderna för dessa GNSS-bestämda punkter. Genom att justera nivån efter utjämningen får vi en bra inbördes relation och ett gott absolutläge i RH 2000.

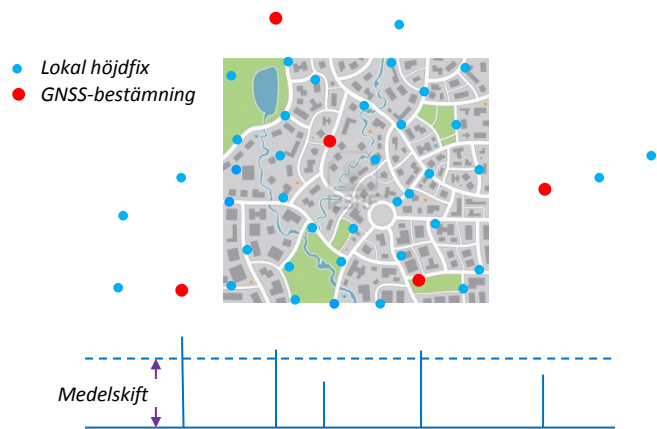


Figur 4: Avvägningsnät med GNSS-punkter

HÖJDBESTÄMDA PUNKTER

Har man endast höjdpunkter utan sammanbindande mätningar, se figur 5, återstår bara att mäta in så många som möjligt, bestämma ett skift för var och en, varefter dessa kan analyseras och ett medeltal beräknas.

Anslutning med GNSS-teknik ger enbart ett approximativt läge i RH 2000; osäkerheten är mycket beroende av vilken teknik som används. Statisk inmätning relativt omkringliggande höjdfixar i det nationella nätet ger betydligt säkrare höjder än användning av nätverks-RTK. Vid höjdbestämmning med nätverks-RTK måste varje enskild markering inmätas vid åtminstone tre olika tillfällen.

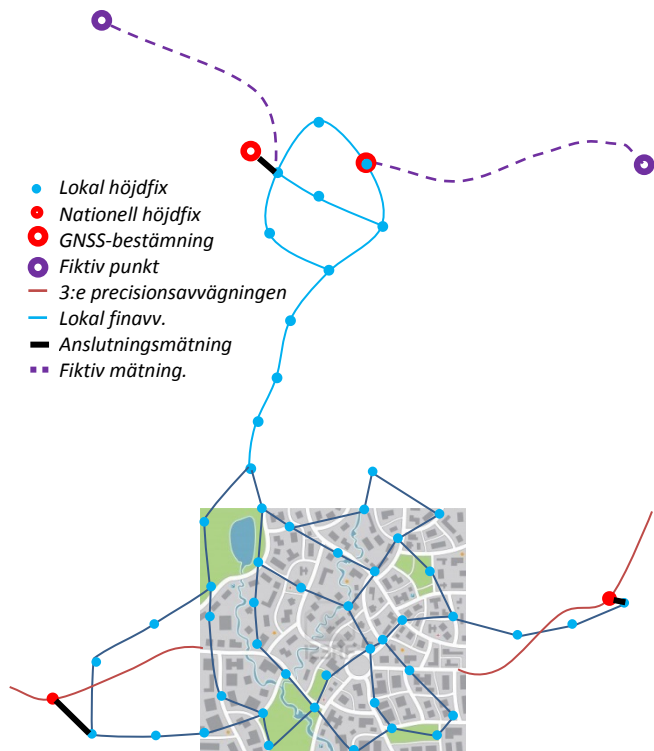


Figur 5: Höjdpunkter med inmätta GNSS-punkter

I detta fall erhålls endast ett värde på skiftet mellan systemen. Däremot kan inga höjder på de befintliga höjdfixarna beräknas. De kan således inte användas som utgångsfixar i RH 2000.

PIKÉLIKLANDE NÄTDEL

I fallet med ett delvis anslutet lokalt höjdnät gäller det att tillvarata den information som de GNSS-bestämda punkterna tillför. Eftersom denna höjdbestämmning är behäftad med en viss osäkerhet kan höjderna inte hanteras som fasta i utjämningen. De måste föras in med sin osäkerhet, ex.vis genom fiktiva mätningar, se figur 6. För att minimera inverkan av fel från GNSS-mätningen bör flera punkter bestämmas vid den (de) lösa änden (ändarna).



Figur 6: Avvägningsnät med pikéliknande nät del

VAD GÖR LANTMÄTERIET?

Vid uppbyggnaden av riksnätet togs stor hänsyn till kommunernas behov och krav. Tågens sträckning valdes därför för att så långt som möjligt skapa anslutningsmöjligheter för lokala nät. I många fall togs också lokala fixpunkter in direkt i riksnätet.

För att på bästa sätt ta tillvara kvaliteten i RH 2000 genomför Lantmäteriet kostnadsfritt nytjämnning och analys av kommunala höjdnät. Alla befintliga mätdata sammanställs och levereras till Lantmäteriet för analys av nätets uppbyggnad och status (anslutningar, utbyggnader, förtätningar etc.). Genom att befintliga mätningar används reduceras behovet av kompletterande mätning normalt till eventuella anslutningsmätningar.

Förslag till åtgärder på fältet tas fram, med avseende på behov av förtättningsmätning i riksnätet, anslutningsmätningar, kontrollmätningar och eventuella kompletteringsmätningar.

Vid utjämnning av de lokala näten i RH 2000 krävs god anslutning till riksnätet. I Lantmäteriets arbete med utjämnning och analys av de lokala höjdnäten är en av de första åtgärderna att i samråd med respektive kommun identifiera gemensamma punkter och att ge förslag på kompletterande anslutningsmätning för att uppnå optimal anslutning. Att genomföra anslutningsmätningar är nätägarens ansvar. Sett till det värde som ligger i ett lokalt höjdnät av någon omfattning är dock kostnaderna för att nu skapa goda anslutningar tämligen blygsamma.

Genom att riksnätet ofta är så väl anpassat till de lokala behoven, kan kompletterande anslutningsmätning normalt göras genom små mätinsatser för att uppnå fullgod anslutning. I vissa fall krävs något större insatser.

RH 2000

RH 2000 är baserat på mätningarna från Riksavvägningen som pågick under 25 år, varför alla mätningar har reducerats till en gemensam epok, år 2000, med en för hela Norden gemensam landhöjningsmodell.

Nollnivån i det nya systemet definieras av Normal Amsterdams Peil (NAP) som även används för det europeiska systemet EVRS. Höjder i RH 2000 överensstämmer med kraven i Inspiredirektivet.

Med införandet av RH 2000 skapas möjlighet för lokala användare att ansluta sina lokala höjdsystem till ett höjdsystem som såväl lokalt som regionalt håller en mycket hög kvalitet.

SWEREF 99

SWEREF 99 är ett globalt anpassat referenssystem. För praktiskt bruk finns dels en nationell kartprojektion, SWEREF 99 TM, dels tolv lokala projectioner anpassade till olika delar av landet.

SWEREF 99 TM används för de nationella databaserna och de allmänna kartorna. Geografisk information som produceras av Lantmäteriet, SGU, SMHI och SjöV redovisas i detta system. De lokala projectionerna betecknas enligt modellen SWEREF 99 dd mm, där dd anger grader och mm minuter för respektive medelmeridian. Avståndet mellan de olika lokala projectionerna är 1° 30' och innebär att projektkorrekturen för längder normalt blir mindre än 50 mm per kilometer.

SWEPOS

SWEPOS är ett nätverk av fasta referensstationer för GNSS, vilket ger möjlighet till användning av nätverks-RTK för mätning. Nätverket täcker hela landet. Fullt utbyggt kommer nätverket att innehålla ca 400 stationer med ett inbördes avstånd på 30-40 km.

Baserad på nätverket tillhandahåller Lantmäteriet en tjänst för distribution av korrektionsdata, vilken i kombination med geoidmodellen SWEN08_RH2000 ger en standardosäkerhet i höjd på ungefär 3 centimeter inom Sverige förutom i lapplandsfjällen.

SLUTORD

Den som är osäker på vilken metod som är bäst lämpad för hela eller delar av kommunen kan kostnadsfritt få råd, antingen genom direkt kontakt med Lantmäteriets Geodesienhet eller genom att kontakta Lantmäteriets geodatasamordnare.

Kontaktuppgifter:

Lantmäteriets Geodesienhet:

E-post: geodesi@lm.se

Tel: 026-63 39 32

Lantmäteriets geodatasamordnare:

Tel: 0771-63 63 63

Webbplatser:

www.lantmateriet.se/refsys

www.lantmateriet.se/geodesi

