

Ny nationell höjdmodell i Sverige

450 000 km laserskanning för ökad samhällsnytta

Gunnar Lysell

Gunnar Lysell: New national elevation model in Sweden

KART OG PLAN, Vol. 72, pp. 176–180, P.O.B. 5003, NO-1432 Ås, ISSN 0047-3278

Sweden started nationwide laser scanning from aircraft in 2009. This presentation deals with the planning, implementation, applications and results of the scanning programme to date.

In autumn 2007, the Swedish Commission on Climate and Vulnerability put forward a proposal that the National Land Survey was to be given resources to develop a new and accurate elevation model for Sweden. The investigation concluded that in many contexts there was insufficient background information to make decisions on climate adaptation issues, particularly those linked to increased levels of precipitation. The climate is changing, and it is quite clear that this poses considerable challenges for various societal functions. An elevation model of documented high quality would give useful and necessary inputs.

Key words: Laser scanning, national elevation model

Gunnar Lysell, Lantmäteriet - the Swedish mapping, cadastral and land registration authority, SE-801 02 Gävle.
E-mail: gunnar.lysell@lm.se

Under hösten 2007 lade Klimat- och sårbarhetsutredningen fram ett förslag att Lantmäteriet skulle ges resurser för att ta fram en ny och noggrann höjdmodell över Sverige. Bakgrunden var att den utredning som genomförts kommit fram till att det i många sammanhang fattades bra beslutsunderlag när man arbetade med klimatanpassningsfrågor, framför allt sådana som var kopplade till ökade nederbörds mängder. Att klimatet förändras och att det medför stora påfrestningar på samhällets funktioner stod helt klart. En höjdmodell av hög och känd kvalitet skulle i dessa frågor vara en både bra och nödvändig input.

I budgeten för 2009 tilldelades därför Lantmäteriet ekonomiska medel för att inleda ett av de största nyinsamlingsprojekt av landskapsinformation som genomförts i modern tid. Projektet, allt från planering till insamling och editering av en färdig markmodell, skulle genomföras på sex år. Redan tidigt stod det klart att den mest lämpliga tekniken för att skapa höjdmodellen var med hjälp av laserskanning. En tuff uppgift med tanke på att Sverige är ett stort land med ca 450 000 km² landyta. Detta i kombination

med att vare sig Lantmäteriet eller de kommersiella operatörerna då hade någon erfarenhet av att genomföra så stora projekt på kort tid.

Anledningen till att flygburen laserskanning valdes som metod var att den ger flera fördelar jämfört med andra metoder. Metoden ger hög noggrannhet i höjd och kan registrera markytan hyfsat även där den är täckt med vegetation vilket inte är möjligt med t ex flygbilder. Resultatet blir relativt homogent och lasern registrerar förutom markhöjd även vegetationen, vilket är av stort värde för skogsbruket. Att genomföra projektet med hjälp av laserskanning skulle alltså ge en avsevärt större samlad samhällsnytta än andra metoder.

Intressentdialog

För att så långt som möjligt maximera samhällsnyttan i projektet insåg vi att det var nödvändigt att så tidigt som möjligt involvera de blivande användarna av höjddata i projektet. Redan innan upphandlingen av skanningstjänster genomfördes därför en omfattande dialog med potentiella användare i hela samhället. I den processen diskuterades

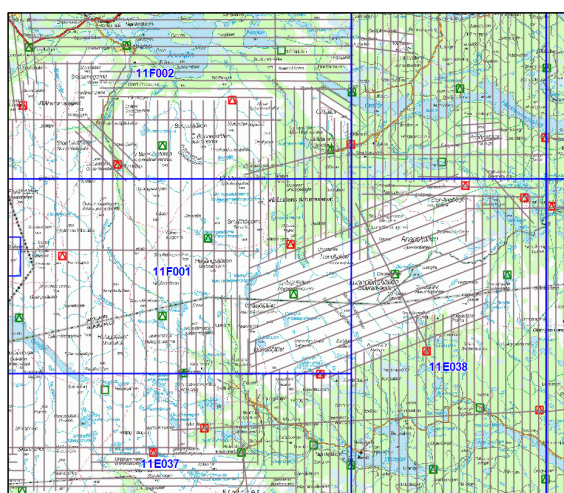
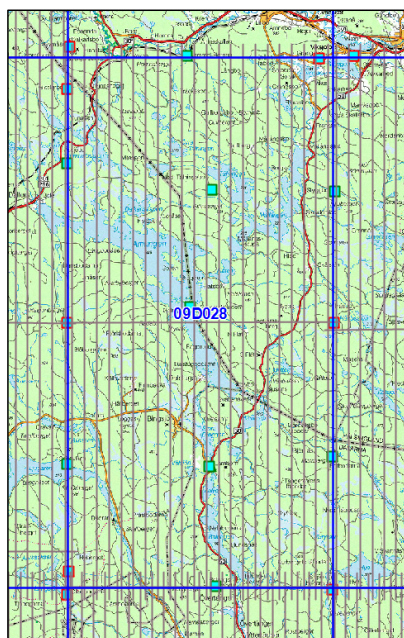
dels olika tekniska parametrar i skanningen som t.ex. punkttäthet, skanningsvinklar, stråköverlapp etc. men även lämpliga årstider för genomförandet. Var det möjligt att skanna hela landet under vegetationssäsong eller skulle vissa delar skannas utan löv och växande grödor? Även tidplanen för projektet diskuterades med användarna.

Resultatet av dialogen blev att man i stort sett accepterade den tekniska specifikation som Lantmäteriet presenterade, men att man ville att själva datainsamlingen, dvs. skanningen, skulle genomföras så snabbt som möjligt. De flesta användare ville inte vänta i upp till sex år på att hela landet skulle bli skannat. Resultatet blev att den södra delen av landet så långt som möjligt skulle skannas utan löv medan den norra delen kunde skannas oavsett årstid. Det beslöts även att alla tillgängliga medel under de första 3–4 åren av projektet skulle satsas på datainsamlingen och att editering av insamlade data fick vänta till slutet av projektet. Hela landet, även fjällerna, skulle skannas med målet att ta fram en homogen höjdmödel med i princip samma noggrannhet över all landyta.

Planering

Planeringen av skanningen gjordes så att hela landet delades in i rektangulära skanningsområden som var 25 x 50 km stora. Områden längs kusten, de stora sjöarna och längs riksgränsen fick givetvis anpassas något till de lokala förhållandena. Totalt delades landet in i 387 olika områden. I varje område lades ett antal stödpunkter ut på marken som mättes in i plan och höjd med hjälp av GPS. Skanningen planerades så att de inmätta stödpunkterna, förutom att täckas av ordinarie skanningsstråk, även täcktes av tvärstråk som binder ihop blocken och underlättar en god georeferering och kvalitets-säkring av laserpunktmolnet.

I fjällområden har det visat sig att den ursprungliga stråkplaneringen måste ersättas med en planering som är anpassad till topografin och tar hänsyn till de olika höjdförhållandena i terrängen. Det innebär att områden med kalfjäll skannas från en något högre höjd än de beväxna dalgångarna. Kravet på markmätta stödpunkter är detsamma i fjällerna som i övriga landet. Planeringen i fjällområdena ger även ett större överlapp mellan olika stråkriktningar, vilket sammanta-



Bilden till vänster visar stråkplanering och utläggning av stödpunkter i ett normalområde om 25 x 50 km. Bilden till höger visar hur planeringen i fjällområden anpassas till topografin.

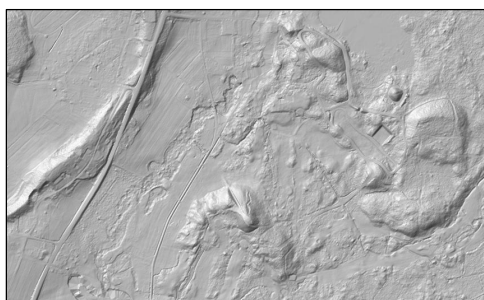
get torde medföra att den förväntade kvalitén i höjdmodellen kan erhållas.

Genomförande av skanningen

Själva skanningen startades i mindre omfattning under senhösten 2009 för att såväl Lantmäteriet som operatören skulle få praktisk erfarenhet och så att planering och produktionsflöden skulle kunna finjusteras. Allt utföll väl och vi såg fram emot en snöfri vinter och en lång vår 2010. Tyvärr så slår inte alla önsknningar in utan vintern blev osedvanligt snörik och lång, varför skanningen inte kunde återupptas förrän i mitten av april. Knappt hade planen kommit i luften förrän man på Island fick för sig att skicka iväg ett vulkaniskt askmoln ut över Europa som omöjliggjorde all skanning under en tid. Därefter så var lövsprickningen så långt kommen att skanning i södra Sverige inte längre var möjlig. Första säsongens skanning genomfördes därför till stor del i de norra och mellersta delarna av Sverige. Även vintern 2011 blev ovanligt lång och snörik, men trots detta så hade vi under hösten 2011 skannat halva landet, vilket var helt enligt planen.

En höjdmodell av hög kvalitet

De första användningstesterna av den färdiga höjdmodellen visade att den kvalitet som vi siktat på hade uppnåtts med råge. Något förenklat kan man säga att resultatet blev dubbelt så bra som vi hoppats på. På öppna, plana och hårdgjorda ytor håller markmodellen en noggrannhet som är bättre än 10cm. I många fall är den så bra som 5 cm (RMS). Generellt i all terräng, alltså även inberäknat kuperad och tätbevuxen skogsterräng så uppnår vi ett medelfel (RMS) i höjd som ligger på ca 25 cm. Lokalt i små områden kan dock felet vara flera meter, vilket är något som användare görs uppmärksamma på. Oftast kan man med stöd av god lokalkännedom lätt identifiera dessa områden och ta hänsyn till felet när man använder höjdmodellen. Medelfelet i plan ligger på ca 25–30 cm, vilket även det är något bättre än vad den ursprungliga specifikationen siktede på.



Den nya höjdmodellen blir mycket noggrann och redovisar markens form på ett tydligt sätt.

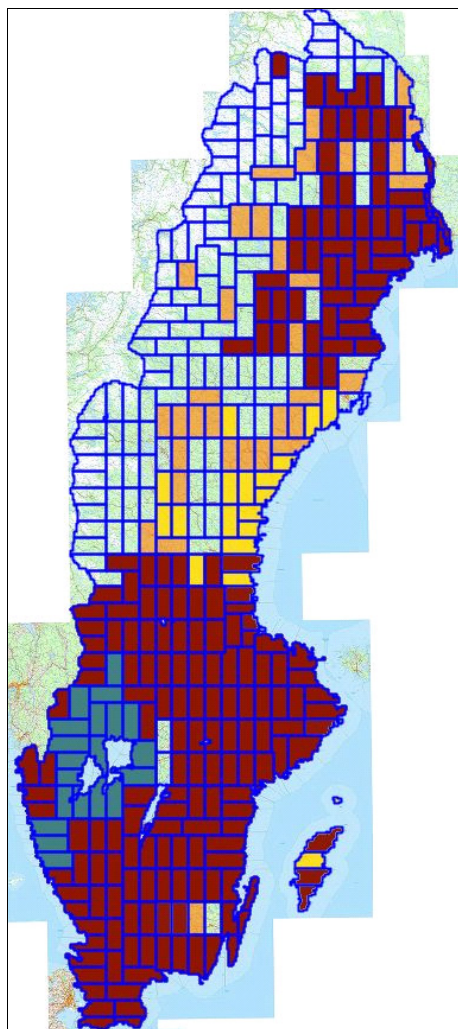
Hur långt har vi kommit?

Under våren 2012 har skanningen tagit fart och till halvårsskiftet var drygt 60 % av landet färdigskannat. En stor del av de skannade områdena är även efterbearbetade och en autoklassad markmodell är framtagen. Arbetet pågår nu med att fortsätta skanningen med målet att klara av drygt 100 skanningsområden under året. Om detta lyckas så har vi innan årets slut lyckats skanna drygt 300 av de ursprungligen planerade 387 rutorna. Det som kommer att återstå är då i stor utsträckning de ur vädersynpunkt mest svåråtkomliga områdena i fjällen.

Under våren 2012 har vi även inlett en partiell fineditering av vissa objekt i den tidigare autoklassade markmodellen. I huvudsak är det broar över vatten och land samt dammar i vattendrag som editeras. Broar blir felaktigt redovisade i autoklassningen genom att laserpunkterna endast hamnat uppe på bron och det då inte redovisas i höjdmodellen att det finns en passage under bron. För broar görs alltså en omklassning där punkter på bron läggs i en egen klass och där markmodellen rättas så att den visar mark- eller vattenytan under bron. För urvalet av editeringsobjekt används Trafikverkets broregister och i princip ska alla broar med en öppen spännvidd av minst tre meter editeras.

Laserpunkter på dammar i vattendrag blir ofta bortfiltrerade ur markklassen i autoklassningen, vilket medför att dammarna försvinner ur markmodellen. Även här görs en editering så att punkter på dammarna läggs tillbaka i markklassen. Urvalet av

dammar görs huvudsakligen med hjälp av SMHI:s dammregister.

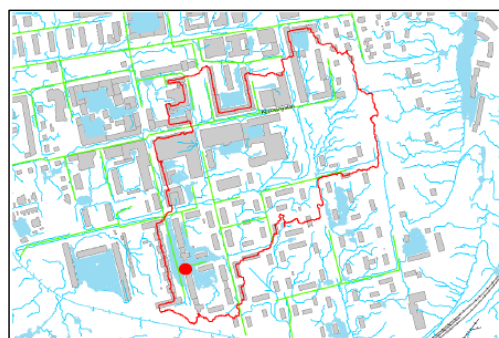


- Skanningsområden
- Helt skannade områden
- Delvis skannade områden
- Områden som redan är leveransklara
- Leveransklara områden där broar och dammar är omklassade i laserdata

I mitten av augusti 2012 var 61% av landet helt färdigskannat och 57% klart för leverans till användare.

Vad tycker användarna?

Den nya Nationella Höjdmodellen (NNH) har mottagits med stor entusiasm av användarna. Lantmäteriet har ett flertal gånger fått höra att "det här är det bästa ni gjort". Att höjdmodellen varit efterlängtat råder det inget tvivel om. Förutom i klimatanpassningsarbete så används höjdmodellen, men framför allt laserpunktmolnet, i många olika sammanhang. Laserpunktmolnet, som även innehåller information om vegetationen, är initialt av mycket stort värde för skogsbruket där det används för inventeringar och volymberäkning av skog. Landets kommuner, myndigheter och konsultföretag har också tagit till sig den nya höjdmodellen och använder den i sin dagliga verksamhet. Det kan vara allt ifrån projektering av bebyggelse och infrastruktur till visualisering av projekt och bygglovshantering.



Den nya höjdmodellen kan, bland annat, användas vid analyser av ytvattenavrinning i tätbebyggelse. Bild: Tyréns

Något överraskande är dock att den enskilda användargrupp som är störst till antalet är landets orienteringsklubbar. För framställningen av högklassiga orienteringskartor har tillgången till heltäckande laserdata inneburit en revolution. Nu får man tillgång till bra och, framför allt, billigt grundmaterial i hela landet.

Just priset på laserdata och höjdmodell har, förutom den höga kvalitén, varit en bidragande faktor till den stora spridningen och användningen. Ett uttalat mål i regeringens finansiering av projektet var att färdiga data inte skulle vara kostsamma för användarna. Det har resulterat i att många använ-

dare tror att det är ett skämt när Lantmäteriet säger att användarlicensen för höjddata respektive laserdata bara kostar mellan SEK 1.60 och SEK 8.00 per km² beroende på vilken typ av licens man löser. De som ingår i Geodatasamverkan, dvs. datadelning, mellan offentliga organisationer får tillgång till alla höjddata utan särskild avgift. Vid halvårsskiftet 2012 var det drygt 100 kommuner och myndigheter som var med i Geodatasamverkan.

Alla användare har utan undantag sagt att den nya höjddata-modellen kvalitetsmässigt motsvarar deras förväntningar och visat sig var mycket användbar i de flesta tillämpningar. De områden där man kan behöva höjddata av högre noggrannhet kan begränsas avsevärt i omfattning och man kan därigenom spara stora pengar. Lantmäteriet har således både lyckats skapa en produkt av hög kvalitet och att informera om dess användningsmöjligheter på ett sätt som inte skapat orealistiska förväntningar.

Hur ser framtiden ut för NNH?

Parallellt med att arbetet med skanningen fortsätter för att hela landet ska täckas så pågår utredningar om två viktiga framtidsfrågor. Dels utreds hur en utökad fineditering ska genomföras för att skapa en så bra och långsiktigt hållbar markmodell som möjligt och dels utreds hur höjddata ska ajourhållas i de områden där förändringar sker.

Under året kommer pilotstudier att genomföras inför kommande beslut i dessa frågor. Sannolikt fokuseras finediteringen av

det ursprungliga laserpunktmolnet till vissa utvalda objekt i de områden där förändringar inte är frekvent förekommande. Där kommer finediteringen att ha ett bestående värde. I områden där stora förändringar sker, dvs. där bebyggelse och infrastruktur påverkar markmodellen, kommer markmodellen att ajourhållas regelbundet. Exakt hur detta ska göras är ännu inte bestämt, men med stor sannolikhet kommer huvuddelen av arbetet att göras med fotogrammetriska metoder ur flygbilder i det nationella bildförsörjningsprogrammet och med hjälp av kommuners och trafikverkets laserskanningar vid samhällsbyggnation.

Konklusion

Arbetet med att ta fram en Ny Nationell Höjddata-modell (NNH) har hittills genomförts med stor framgång. Resultatet har blivit över förväntan och användarna är många och spridda i de flesta samhällssektorer.

Om ett par år kommer Sverige att ha en heltäckande nationell höjddata-modell av hög och känd kvalitet, vilket inte många andra länder i samma storlek har ännu. Höjddata-modellen kommer under en lång framtid att vara en nationell resurs av högt värde.

Målet att den nya höjddata-modellen skulle bidra till ökad samhällsnytta torde därför var uppnått och odiskutabelt. De pengar som regeringen satsat i projektet är små i förhållande till den samlade samhällsnyttan. Regeringen är nöjd, Lantmäteriet är stolta över sin prestation och framför allt är användarna nöjda med den nya höjddata-modellen.