

Vattendrag i laserdata och höjdmodeller

INLEDNING

Lantmäteriets uppdrag att samla in rikstäckande höjddata - NNH - med hjälp av flygburen laserskanning har resulterat i ett oant antal användningsområden vid sidan om Lantmäteriets traditionella kartläggningsuppdrag, produktion av ortofoton samt ajourhållning av bl.a. kart- och vägdata-baser.

Vid sidan om automatiserad höjdsättning av vägdata-baser, som vi beskrivit i SenSist #4, finns det stort behov och intresse för modellering av vattenflöden. För att dessa modeller skall bli tillförlitliga förutsätts att vattendragens geografiska läge är korrekt beskrivna i databasen samt att eventuella hinder som kan begränsa flödet eliminerats i flödesmodellen.

De metoder, smala och breda vattendrag, vi utvecklat inkluderar såväl förbättring av plangeometri som "rensning" samt att vi säkerställer att vattnet rinner i rätt riktning utefter hela vattendraget. Resultatet – en för modeller av vattenflöden förbättrad höjdmodell – ter sig även visuellt mer tilltalande vid framställning av bl.a. höjdkurvor och terrängskuggning.

MARKFILTRERING AV LASERDATA

Vid markfiltrering av laserdata delas punkterna upp i två kategorier, mark respektive icke-mark. I de fall man har tillgång till en strandkontur från tillförlitligt kartmaterial är det möjligt att klassificera de "markpunkter" som ligger inom en vattenyta till klassen vatten. Därefter kan de punkter som klassificerats som mark användas för generering av höjdmodeller. I områden som täcks av mycket vegetation når endast ett begränsat antal laserpulser marken vilket resulterar i sämre kvalitet på höjdmodellen. I Bild 1 ser man tydligt konsekvenserna av att merparten av laserpulserna aldrig nått mark- eller vattenytan. TIN-triangeln korsar vattendraget, d.v.s. strandkanternas höjdvärden beskrivs inte tillräckligt väl för det tänkta ändamålet.

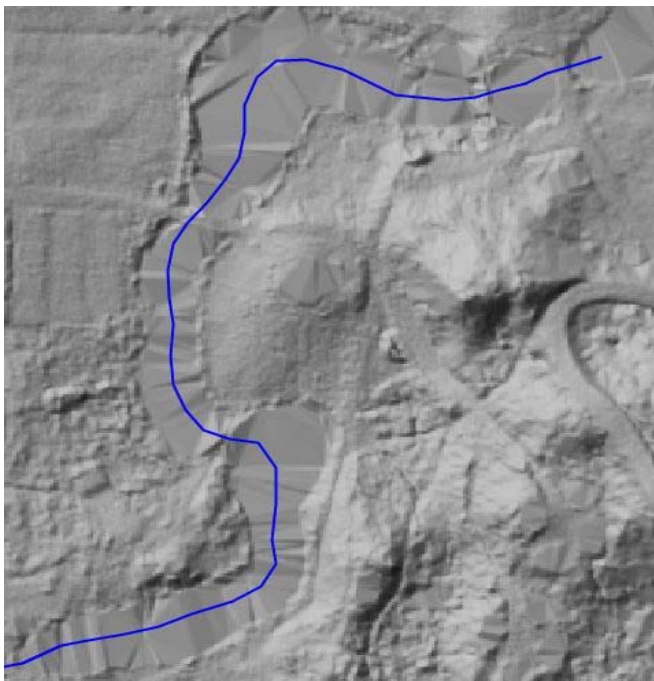


Bild 1. I det breda vattendraget, som rinner från sjön i nordost ner mot det sydvästra hörnet, syns tydliga brister i data vilket skapar hinder för flödet.

FÖRBEREDANDE ARBETEN

Det beskrivna problemet med dålig markinsyn förekommer ofta eftersom växtlighet kring vattendrag är vanligt. Detta gäller även för flygbilder och av den anledningen är lägesnoggrannheten i plan för de vattendrag som finns lagrade i kartdatabaser inte alltid tillförlitliga. För att möjliggöra en automatiserad höjdsättning av vattendrag är det därför nödvändigt att kontrollera och vid behov korrigera planläget samt även komplettera med vattendrag som inte redan finns lagrade. Höjdsätter man endast de befintliga brytpunkterna utefter vattendragen finns det risk att positionen för snabba höjdförändringar inte registreras på ett korrekt sätt eftersom vattendraget i databasen sannolikt samlats in för produktion av kartor, d.v.s. två dimensioner. En förtätning av punkter mellan de ursprungliga brytpunkterna skapar även bättre förutsättningar för såväl höjdsättning som analys.

BREDA VATTENDRAG - YTOR

Generellt så skiljer vi som nämnts tidigare på två typer av vattendrag, smala och breda. De smala redovisas som en linje och de breda som en yta. Vattendraget i Bild 1 hanteras som en yta men beräkningen av höjder sker på liknande sätt som för ett smalt vattendrag, d.v.s. utmed en linje. De höjder som beräknas utmed linjen, analyseras och bearbetats för att skapa ett flöde utan hinder. Resultatet från den automatiserade processen visas i Bild 2 där man tydligt ser ett avsnitt med stor fallhöjd, fördämning, uppe i det nordöstra hörnet. Där har det infogats kompletterande brytpunkter så att vattendragets lokala förändringar i höjd beskrivs bättre.

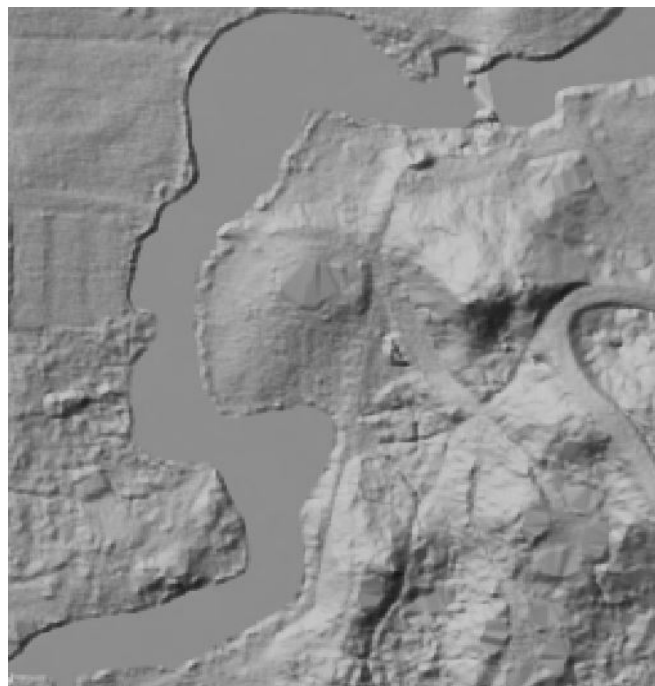


Bild 2. Strandkanterna i det breda vattendraget i Bild 1 har kompletterats med höjdsatta punkter. Flödet påverkas inte som tidigare av broar och andra hinder.

Inledningsvis bestäms höjderna på vattendragets start- och slutpunkter. Därefter sker en linjär interpolation mellan dessa. I de fall den bearbetade vattenytan inte korrekt ansluter till

strandlinjen är det möjligt att komplettera med ytterligare brytpunkter för att förbättra förutsättningarna för interpolationen. Bearbetningen avslutas med att den centrala linjens höjder överförs till närliggande strandlinjer. Tillsammans bildar de den yta som beskriver det breda vattendragets lutning.

SMALA VATTENDRAG - LINJER

Vi förutsätter att smala vattendrag beskrivs som en linje med kontinuerlig bredd vilket skiljer sig från de breda vars bredd kan variera. Om man definierar fiktiv bredd och djup kan dessa uppgifter användas som underlag för en i övrigt automatisk redigering av smala vattendrag. I *Bild 3* visas ett utsnitt ur ett smalt vattendrag i Tyresta Nationalpark och den digitaliserade linje som finns lagrad i GSD-Fastighetskarta.

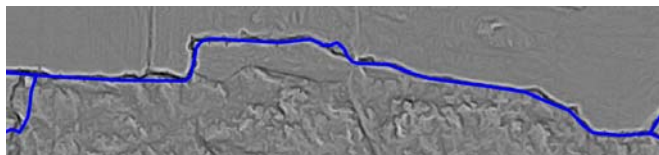


Bild 3. Vattendrag ur GSD-Fastighetskarta med bakgrundsbild som framhäver linjära strukturer i höjdmodellen.

Till att börja med förbättras linjens geometriska planläge genom bildmatchning, *Bild 4*. Linjens ursprungliga brytpunkter förtätas för att säkerställa att alla vattendragets krökar korrigeras och därmed också inkluderas i de efterföljande beräkningarna. Bildmatchningen sker iterativt, d.v.s. linjen förbättras successivt till dess att ingen förändring sker relativt föregående läge. Bilden vi använder för uppdatering av geometrin är resultatet från en filtrering av höjdmodellen som framhäver linjära strukturer, såsom diken, murar o.d.. När geometrin förbättrats beräknas höjder utefter vattendraget. Höjder och deras relativa avstånd till den lägsta punkten visas med blå färg i *Bild 5*.

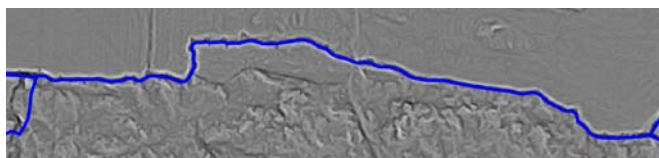


Bild 4. Förbättrad plangeometri genom bildmatchning. Anpassningen av vattendragets linje mot bilden sker iterativt och tar ca 3 sekunder.

Det behov av "rensning" av vattendraget vi såg i *Bild 1* blir än tydligare om man betraktar de höjdvärden som beräknats utefter vattendraget i *Bild 4*. Broar som klassificerats som mark och vegetation som också kan ha blivit felaktigt klassificerad till mark bidrar till ett inte helt optimalt flöde.

Den metod vi utvecklat är tänkt att eliminera det som kan bedömas vara störande objekt utmed vattendraget. Broar och brist på data i botten på vattendraget skapar situationer som menligt påverkar de nedströms kontinuerligt minskande höjder man önskar. Vid beräkning av den röda linjen i *Bild 5* läses höjden på start- och slutpunkterna. Därefter bestäms vilka av höjderna utefter vattendraget som kan anses vara signifikanta och väl representera ett flöde som hela tiden rinner utför. Mellan dessa signifikanta höjder sker sedan en linjär interpolation som får till följd att broar och andra irrelevanta data exkluderas från det digitaliserade och höjdsatta vattendraget. Alternativet att bestämma hela vattendragets lutning mellan start- och slutpunkt ger inte den detaljerade information om de lokala snabba höjdförändringar man detekterar med den metod vi använder.

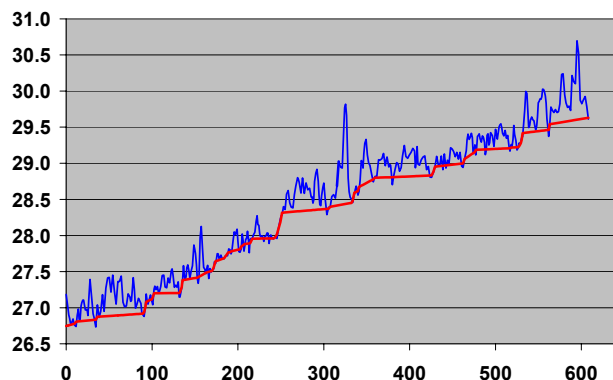


Bild 5. Beräknade höjdvärden för den blå linjen i Bild 4. Avståndet mellan linjens punkter är maximalt 2 meter. Den röda linjen visar höjderna utefter vattendraget när irrelevanta data eliminerats.

NÄTVERK AV VATTENDRAG OCH SJÖAR

De smala och breda vattendragen bildar tillsammans med sjöar och andra typer av vattenreservoarer ett nätverk där alla ingående delar måste ha relevanta anslutningar till närliggande objekt. Vid modellering av flöden över stora arealer förutsätts det att anslutningarna i nätverket mellan vattendrag, sjöar och andra typer av fördämningar har samma höjd. Anslutande punkter måste således ha samma höjdvärde för att undvika komplikationer vid modellering av flöden för större arealer, exempelvis avrinningsområden. Det är således av stor vikt att man inledningsvis vid höjdsättning av vattendrag genomför en global översyn och bestämmer knutpunkternas höjder innan övrig beräkning påbörjas.

REKOMMENDATIONER

Genom det arbete vi utfört för att anpassa bearbetningen av NNH för höjdsättning av vattendrag har vi insett värdet av homogena data. De metoder vi utvecklat eliminerar hinder i form av broar och annat "brus" utmed vattendragen. Om detta steg ignoreras uppstår sannolikt problem vid kommande modelleringar av bl.a. flöden. Vår rekommendation är därför att

- Förbättra planläget och, vid behov, inkludera nya punkter som bättre beskriver vattendragets geografiska läge.
- Förtäta existerande brytpunkter utmed vattendraget för att skapa underlag för detektering av snabba förändringar i höjd. Förtätade punkter och dess höjdvärden skapar dessutom bra förutsättningar för analyser och eliminering av irrelevanta data utmed vattendraget.
- Kontrollera att knutpunkter mellan vattendrag har samma höjd.
- Vid modellering av flöden är det viktigt att alla vattendrag digitaliserats med likvärdig riktning, i vårt fall nedströms.
- Inkluderas de beräknade höjderna vid uppdatering av höjdmodellen bör även närliggande markpunkter temporärt klassas om för att undvika data som menligt kan påverka flödet.

KONTAKTUPPGIFTER

GeoXD AB

Hemsida

Dan Klang, TeknDr.

Kristina Klang, CivInlg.

08 - 776 16 36

www.geoxd.se

dan@geoxd.se

tina@geoxd.se

Avslutningsvis vill vi tacka Lantmäteriet och Haninge kommun som bidragit med data till SenSist #5.