

Vägdata – höjdsättning och kvalitetskontroll

BAKGRUND

Merparten av de nationella vektordatabaser som idag används för visualisering och analyser har sitt ursprung i kartografiskt formgivna produkter. Objektens planläge i baserna har i decennier förbättrats men i delar av landet finns fortfarande en del ytterligare att önska. Vid höjdsättning av tvådimensionella vektordatabaser, t.ex. vägar och järnvägar, påverkas givetvis resultatet menligt av ett bristfälligt planläge.

Lantmäteriet har getts i uppdrag att samla in rikstäckande höjddata - NNH - med hjälp av flygburen laserskanning. Generellt kan sägas att såväl plan- som höjdnoggrannheten i dessa data är väsentligt bättre än nationella väg- och järnvägsdatabaser. Tänker man sig att automatisera höjdsättning av dessa existerande vektordatabaser är det därför viktigt att inledningsvis göra en inventering med avseende på ett antal faktorer som har effekt på kvaliteten i höjdsättningen.

MANUELL INVENTERING

För att höjdsättningen skall bli så korrekt som möjligt kan man minska risken för grova fel genom att inledningsvis manuellt inventera vägdata och höjddata. Broar ingår i vägnätet och bör därför höjdsättas med samma förutsättningar som vägarna i övrigt. Efter den inledande markfiltreringen av laserdata editeras ofta broar med rutiner speciellt anpassade för ändamålet. Det är viktigt att ta bort fordon, räcken o.d. ur de laserdata som klassas till broar. I *Bild 1* visas vägarna i brunt och underfarer i ljusblå färg. De gula broarna har karterats ur laserdata och redovisas som slutna polygoner. Notera att start och slutpunkterna för underfarterna ligger under broarna, sannolikt beroende på att data i något skede kommer att användas för kartografisk formgivning. Oavsett motiv - så försvårar det höjdsättningen. Dessutom registrerar inte flygburna sensorer data under broar. Den enkla lösning vi nyttjar är att flytta ut start/slut för vägarna så att de inte ligger under broarna, till höger i *Bild 1*.

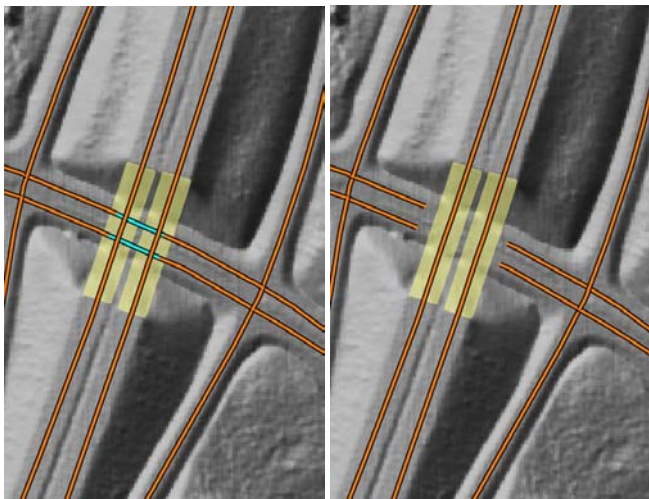


Bild 1. Vänster bild visar vägar i brunt, underfarer i ljusblå färg och laserklassade broar i gult. Till höger visas vägar start/slut-punkter efter att de flyttats ett stycke från broarnas omedelbara närhet.

AUTOMATISERAD HÖJDSÄTTNING

Enklast är givetvis att bara höjdsätta de befintliga brytpunkterna utefter vägnätet. Läget på dessa punkter är, som tidigare nämnts, sannolikt placerade i positioner som optimerats för att beskriva vägens läge i två dimensioner. I många fall har man i specifikationerna för digitaliserade vägar angivit ett min- och max-avstånd mellan brytpunkterna för att minska risken för stora avvikelser från det sanna höjdvärdet. Vid en första genomgång av data noterade vi att det i flera fall var avstånd mellan brytpunkterna som överskred 100 meter. Enligt vår bedömning innebär det en betydande risk för okontrollerade avvikelser från vägnätets, laserdatas, verkliga höjd. En förtätning av punkter mellan de ursprungliga punkterna skapar förutsättningar för såväl analys som för kvalitetskontroll. De blå punkterna i *Bild 2* representerar de brytpunkter som finns lagrade i vägdata-basen. Punkterna i orange visar läget på de förtätade punkterna vars maximala avstånd är 5 meter. Beräkningen av punkternas höjd görs från laserdata eftersom broar inte inkluderas i de höjdmodeller Lantmäteriet tillhandahåller.

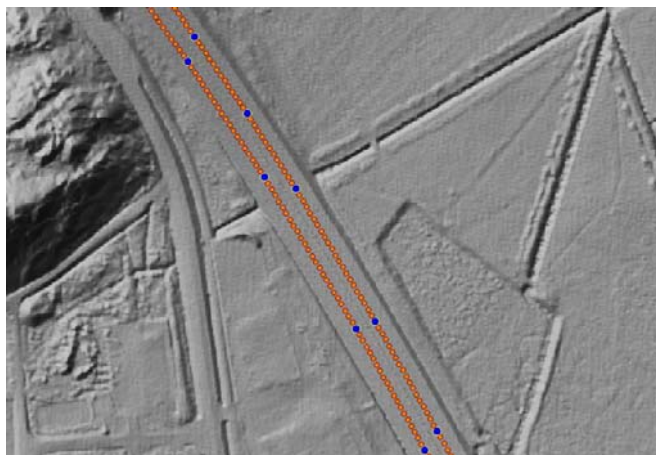


Bild 2. I blått visas läget på brytpunkterna i vägdata-basen. I orange - förtätade punkter vars avstånd är mindre än 5 m.

KVALITETSKONTROLL

Efter de moment som beskrivits - manuell inventering, förtätning samt höjdsättning av alla punkter - återstår den här studiens huvudsyfte, kvalitetskontroll. Vi har medvetet undvikit kontroller relativt de specifikationer som beskriver svenska vägdata-baser eftersom de noggrannhetskrav som formulerats i dessa baseras på fotogrammetrisk kartering från höga flyghöjder och inte anpassats till de höjddata som idag finns tillgängliga.

I *Bild 3* och *Bild 4* visas avvikelser mellan de förtätade punkterna och en fiktiv linje mellan de ursprungliga brytpunkterna. NNH - Ny Nationell Höjdmodell - antas ha en noggrannhet av ca 5 cm på öppna plana hårdgjorda ytor. I bilderna redovisar de olika färgerna skilda 10 cm intervall. Blå punkter innebär som tidigare de ursprungliga brytpunkterna, i övrigt beskrivs färgerna under *Bild 3*.

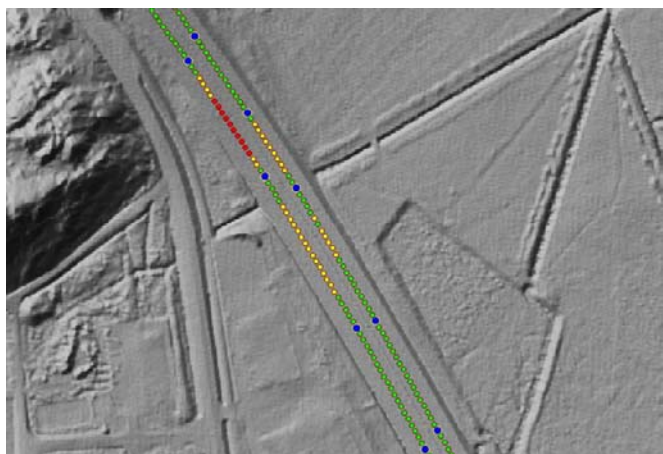


Bild 3. Avvikelse i höjd mellan fiktiva punkter utmed den ursprungliga linjen och de värden som beräknas ur laserdata. Färger: grön < 10 cm, 10 cm < gul < 20 cm och 20 cm < röd < 30 cm.

I Bild 4 visas den fiktiva linjens höjdvärden, mellan befintliga brytpunkter, i ljusblå färg med motsvarande planläge som för de förtätade punkterna. Det är tydligt att avvikelserna är större i den lägre delen av segmentet. Tänker man sig att komplettera de existerande brytpunkterna med ytterligare någon punkt för de segment som visar punkter med signifikant avvikelse så är det önskvärt med en optimering av läget för de nya punkterna. Att till fullo automatisera denna optimering och slutlig utplacering av nya brytpunkter förutsätter att vägdata-basen har hög noggrannhet i plan för att undvika problem med beräkning av punkter som ligger vid sidan om vägens faktiska läge.

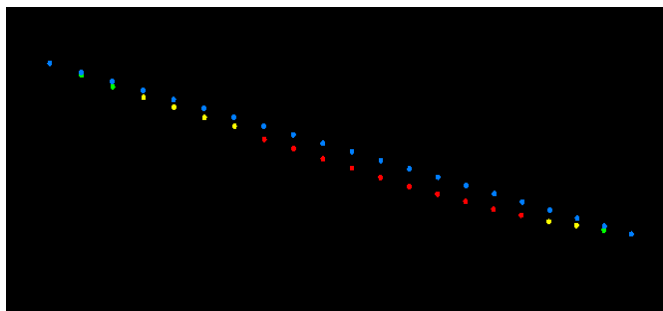


Bild 4. En profil av vägavsnittet mellan de två översta brytpunkterna i det vänstra körfältet, Bild 3. Ljusblå punkter beskriver fiktiva höjder utmed den ursprungliga linjen. Den undre linjen representerar de höjder som beräknats ur laserdata, samma färger som i Bild 3.

KVALITETSFÖRBÄTTRINGAR

Används de förtätade punkterna som underlag för en analys av segmentets noggrannhet, förutsatt att NNH är felfri, så är det möjligt att beräkna såväl maxavvikelse som medelavvikelse och medelfel - RMS. I Tabell 1 redovisas statistik före och efter det att två nya brytpunkter inkluderats i det vägsegment som visas i Bild 4. Totalt består segmentet av 21 punkter vars höjder interpolerats från laserdata. Två av dessa punkter start/slut på originallinjen bedöms felfria, innehåller endast fel från NNH, resterande punkter - 19 st - avviker i varierande omfattning.

Tabell 1: Statistik från avvikelser i vägsegmentet i Bild 4.

Status	BrytPkt	Antal	MaxDiff	RMS
Original	2	19	-0.276	0.188
3D-väg	4	17	-0.065	0.031

I linjen "3D-väg" har två av nypunkterna nyttjats som komplement till de tidigare brytpunkterna. Resultatet visar att

man genom att inkludera två nya brytpunkter, på ett ur höjdvikelse optimalt läge se Bild 5, kan reducera såväl maxavvikelse, < 10 cm, som medelfel till en acceptabel nivå. Oavsett vilken noggrannhet man önskar har den studie vi gjort av vägdata-basen tydligt visat att man behöver komplettera med brytpunkter som bättre redovisar variationerna vertikalt på motsvarande sätt som redan existerande brytpunkterna i plan visar horisontella förändringar.

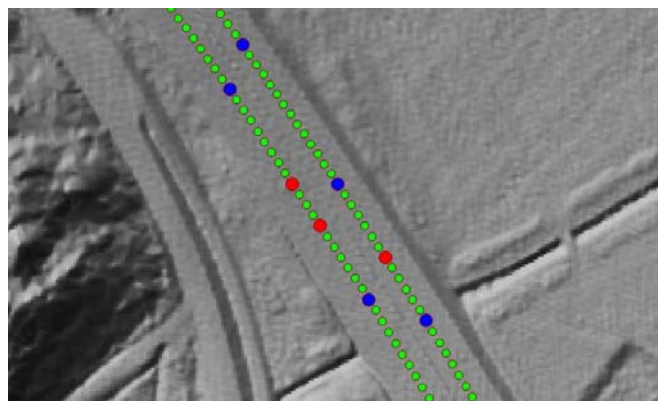


Bild 5. Vägsegmentet i Bild 4 har kompletterats med två, röda, brytpunkter.

REKOMMENDATIONER

De nya förutsättningar som erbjuds, bl.a. genom etablering av NNH, för höjdsättning av existerande vägdata-baser sätter till viss del tidigare specifikationer ur spel. Skälet är den höga noggrannhet på laserskannade data som vid jämförelse med tidigare insamlingsmetoder, och specifikationer, är påtagligt bättre. För att möjliggöra hög kvalitet och därmed optimera nyttan av de höjder som beräknas för vägdata-baser ur NNH föreslås följande

- Kontrollera vägnätets brytpunkter i närheten av broar.
- Kontrollera att broarna klassats korrekt i laserdata.
- Använd broar från laserdata vid höjdsättning antingen genom att inkludera dem i höjdmodellen eller som höjdsatta brovektorer.
- Förtäta brytpunkterna för att skapa förutsättningar för analys av bristfälliga planlägen samt var det kan finnas behov av kompletteringar av existerande brytpunkter.
- Med de förtätade punkternas höjdvärden som underlag är det möjligt att reducera små avvikelser, brus i data, utefter vägen. Man bör reducera bruset för respektive vägsegment, d.v.s. beräkna en mjuk form för vägbanans vertikala läge, innan man kompletterar med nya brytpunkter.
- Förbättra planläget och/eller inkludera nya punkter som bättre beskriver vägarnas geometriska läge i plan och dess variationer i höjd.
- Befintliga specifikationer bör så snart som möjligt anpassas till dagens förutsättningar för att inte framstå som obsoleta.

KONTAKTUPPGIFTER

GeoXD AB

Hemsida

Dan Klang, TeknDr.

Kristina Klang, CivlIng.

08 - 776 16 36

www.geoxd.se

dan@geoxd.se

tina@geoxd.se

Avslutningsvis vill vi tacka Haninge kommun som bidragit med data till SenSist #4.