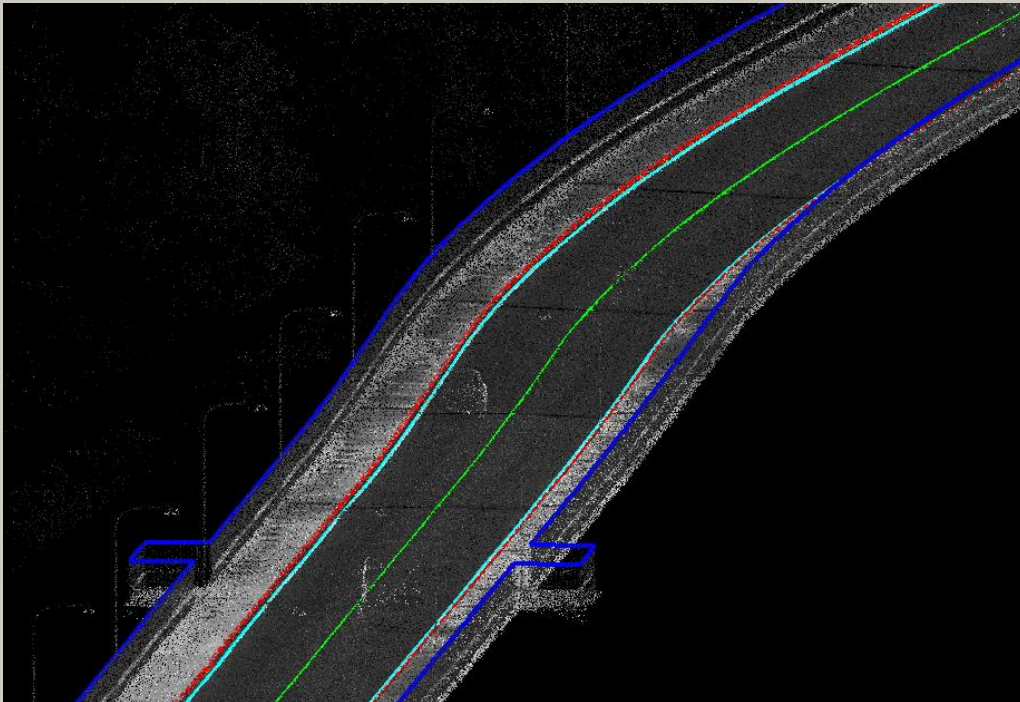


RAPPORT 7C

Effektiv kartering i laserdata och bilder

Automatierade karteringsprocesser i laserdata och bilder från mobil laserskanning

Del av FoU-projektet "Infrastruktur i 3D" i samarbete mellan Innovation Norge, Trafikverket och TerraTec



Trafikverket

Postadress: Röda vägen 1, 781 89 Börlänge.

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: RAPPORT 7C, Effektiv kartering i laserdata och bilder från mobil laserskanning. Del av FoU-projectet "Infrastruktur i 3D" i samarbete mellan Innovation Norge, Trafikverket och TerraTec.

Författare: TerraTec

Dokumentdatum: 2017-12-15

Version: 1.0

Kontaktperson: Joakim Fransson, IVtdpm

Publikationsnummer: 2018:067

ISBN 978-91-7725-258-0

Innehåll

1. INTRODUKTION	4
2. VEKTORISERING	4
2.1. Manuell vektorisering	4
2.2. Automatisk vektorisering	6
2.2.1. Vektorisering baserat på intensitet i TerraScan	6
2.2.2. Vektorisering baserat på intensitet i TopoDOT	7
2.2.3. Vektorisering med stöd av geometri i TerraScan	8
2.2.4. Vektorisering med stöd av geometri i TopoDOT	9
2.2.5. Vektorisering av brytlinjer och vägelement i TerraScan	10
2.2.6. Vektorisering av brytlinjer och vägelement i TopoDOT	12
3. AUTOMATISK IGENKÄNNING AV VERTIKALA OBJEKT	13
3.1. TopoDOT	13
3.1.1. Jämförelse av olika lösningar	13
3.1.2. Test av detektion av vertikala objekt i punktmoln från ViaPPS	16
3.1.3. Test av maskinlärning.....	17
3.2. TerraScan	22
4. SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER	25
4.1. Kartering i 3D	25
4.2. Automatisk igenkänning av vertikala objekt	25
5. REFERENSER	27

1. Introduktion

Högupplöst laserdata från bilburen insamling kan användas för att kartera ett flertal olika objekt längs väg, järnväg eller annan infrastruktur. I denna rapport är beskrivs i första hand automatiserade metoder för insamling av anläggningsdata. En grundläggande beskrivning av programvaror, metoder och bearbetning av laserdata beskrivs i [2] medan analyser som är relaterade till vägytemätning hittas i [1] och [3].

2. Vektorisering

Generellt kan man säga att det finns två sätt att känna igen objekt, dels genom spektral information (intensitet/färg) och dels genom geometriska egenskaper. Sedan finns det manuella, semi-automatiska och automatiska metoder för att känna igen och digitalisera objekt. De automatiska metoderna är under ständig utveckling och det finns ett flertal programvaror som kan användas som stöd.

2.1. Manuell vektorisering

Manuell vektorisering kan göras med hjälp av intensitetsinformation eller från geometrin i laserdata. Målade väglinjer är ofta lätta att upptäcka i laserdata (bild 2.1) eftersom de reflekterar ljuset bra i kontrast med omgivningen.

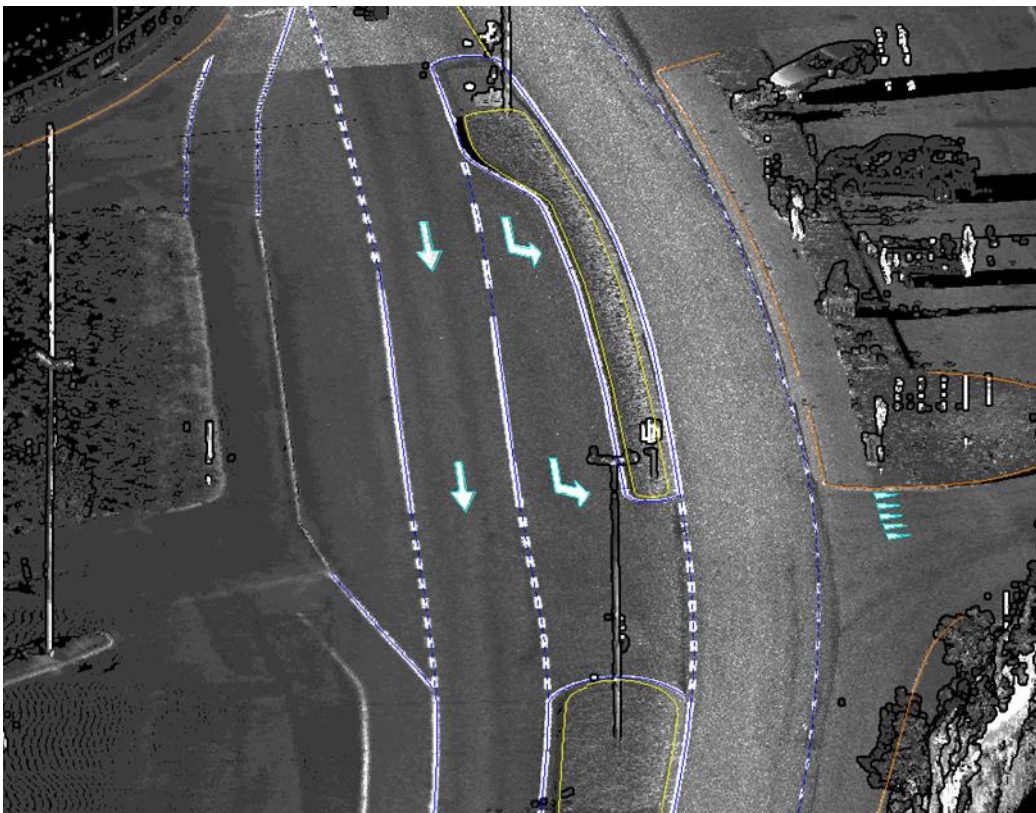


Bild 2.1 Vektorisering kan göras i 3D med stöd av laserdata med intensitetsinformation.

Geometriska egenskaper (exempel bild 2.2-2.5) kan användas vid manuell kartering om det finns goda verktyg för att visualisera punktmolnet i olika perspektiv och att välja attributen

för visualiseringen (t ex val av klasser, val av punktstorlek, val av tvärsektion, etc.). Det är en utmaning att kartera i 3D och detta kräver oftast en stor vana hos operatören för att resultatet skall bli riktigt.

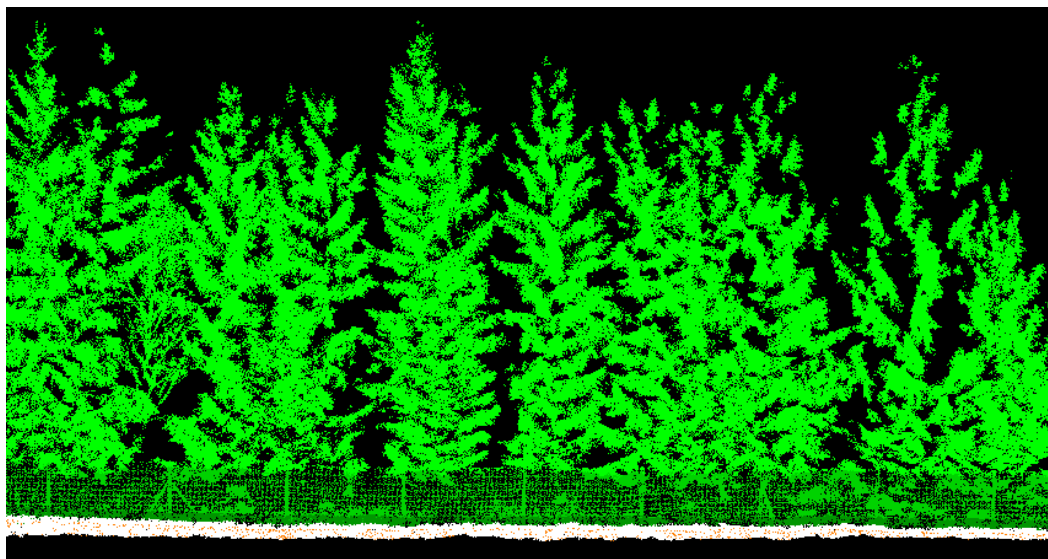


Bild 2.2 Viltstängsel kan identifieras i laserdata.

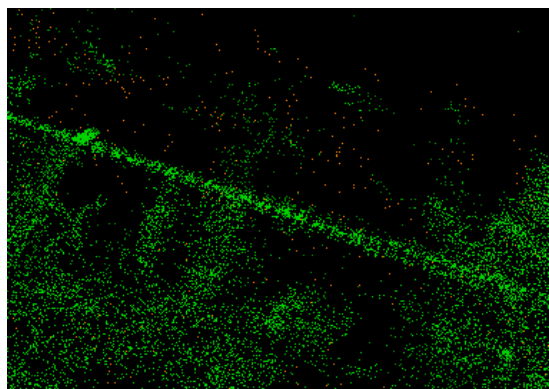


Bild 2.3 Viltstängsel i laserdata, sett från ovan i ett höjdsikt ovan mark, vilket kan vara till stöd vid digitaliseringen.

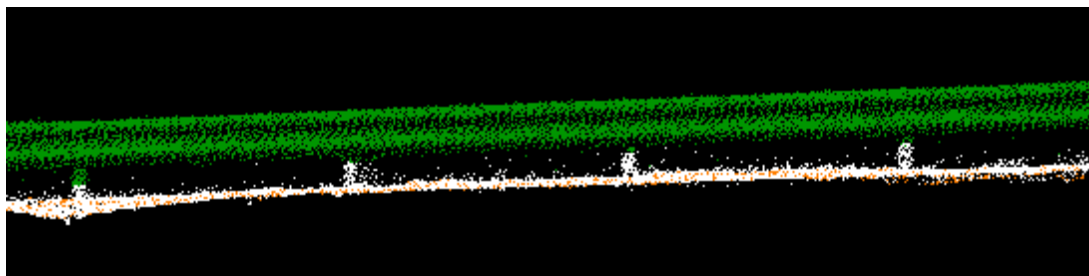


Bild 2.4 Vägräcke kan identifieras i laserdata baserat på sin geometri.

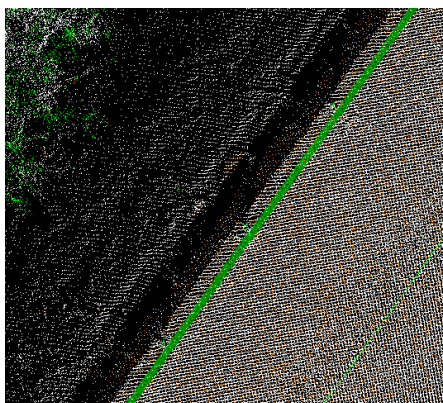


Bild 2.5 Vägräcke i laserdata, sett från ovan, vilket kan vara till stöd vid digitaliseringen.

2.2. Automatisk vektorisering

Automatisk eller semi-automatisk vektorisering kan effektivisera insamling av anläggningsdata från mobil laserskanning. Nedan följer några exempel för att beskriva möjligheter och utvecklingsbehov för automatiserad vektorisering.

2.2.1. Vektorisering baserat på intensitet i TerraScan

Klassning kan göras med hjälp av intensitet. I TerraScan ger detta ett binärt resultat (bild 4.6). Försök att vektorisera automatiskt i TerraScan fungerar relativt bra vid raka linjer (bild 4.7), men sämre vid böjda linjer (bild 4.8).

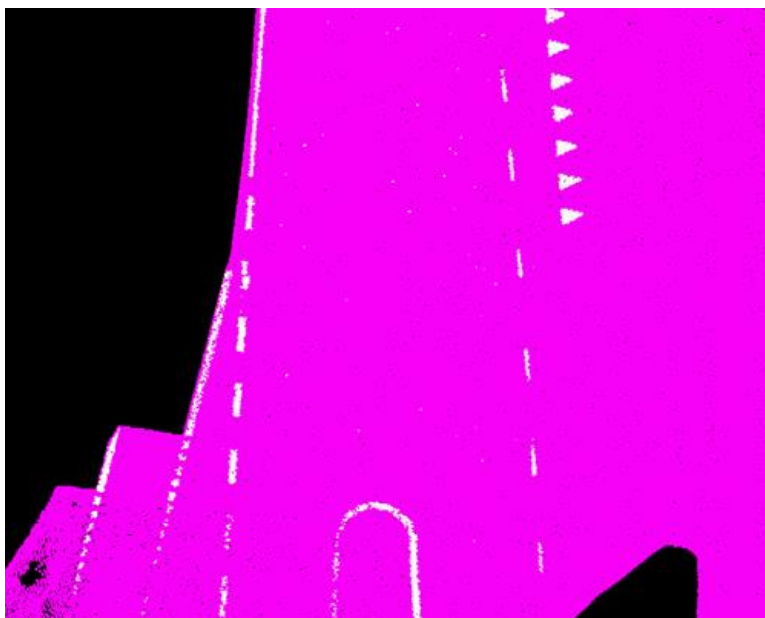


Bild 2.6 Laserdata kan klassificeras baserat på intensitetsinformationen.

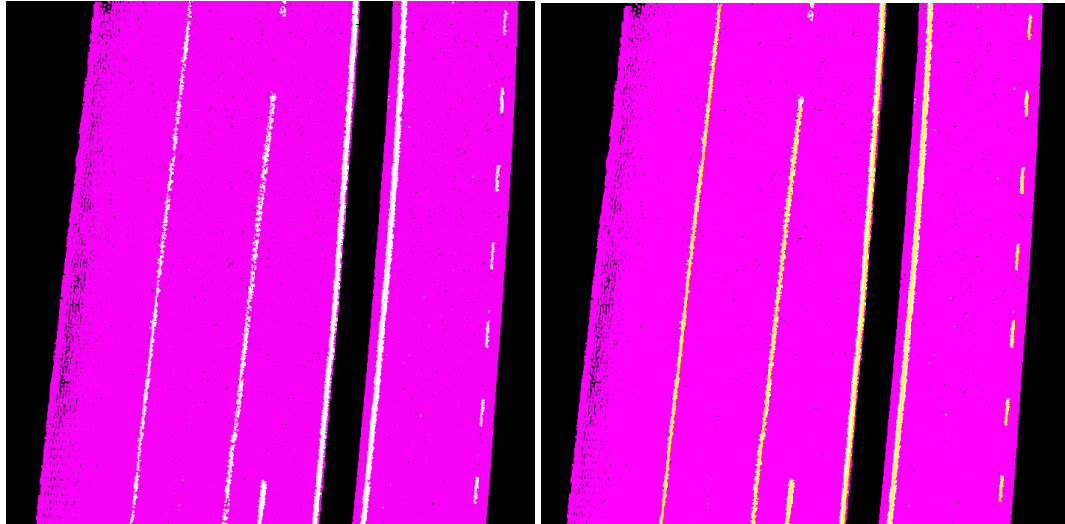


Bild 2.7 Punkter med hög intensitet används för automatiserad linjedetektion.

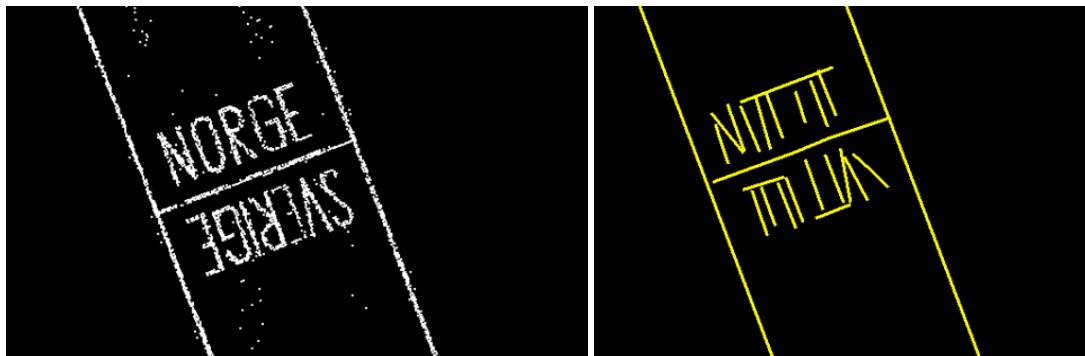


Bild 2.8 TerraScan har inget stöd för automatisk detektion av böjda linjer.

2.2.2. Vektorisering baserat på intensitet i TopoDOT

I TopoDOT kan objekt extraheras baserade på intensitet, i huvudsak vägmarkeringar. För detta definieras intensitetsvärden, huvudriktning och en rad andra parametrar. Detta fungerar mycket bra eftersom programmet också kan läsa in angränsande block av laserdata automatiskt. Utmaningen är att metoden kräver anpassning av parametrarna till olika typer av vägmarkeringar med olika geometri och kvalitet (synbarhet).

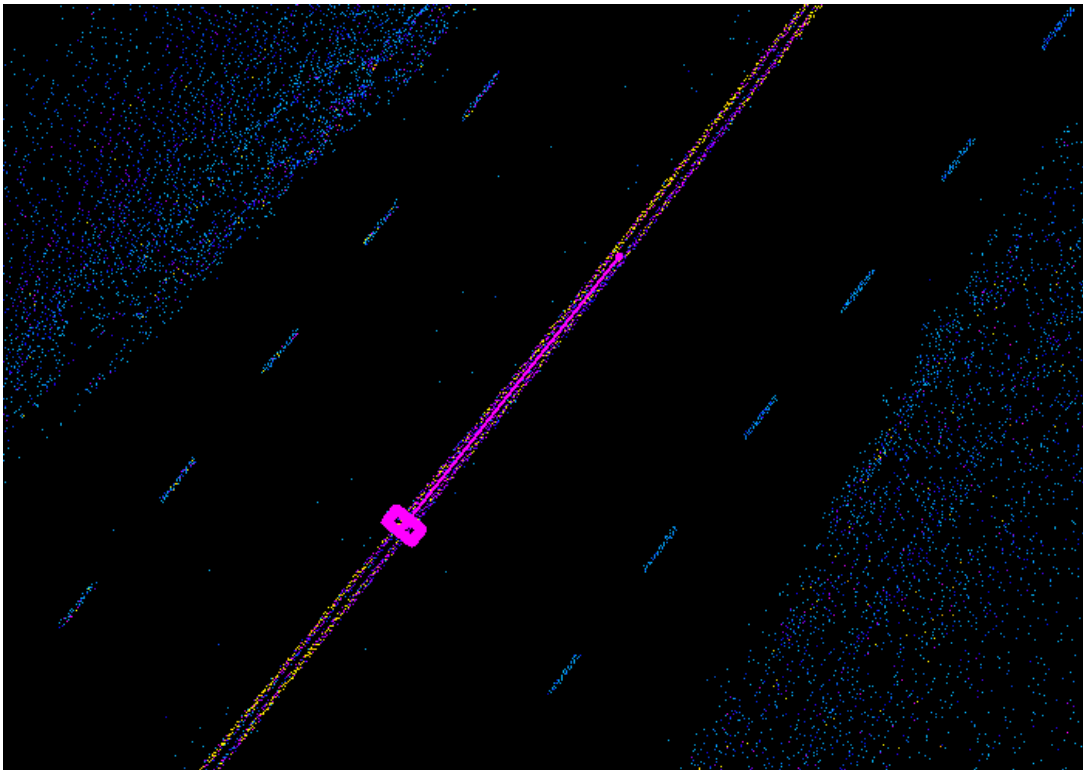


Bild 2.9 Vektorisering av vägmarkeringar i TopoDOT baserad på intensitet i laserdata.

2.2.3. Vektorisering med stöd av geometri i TerraScan

Vektorisering av ledningar kan göras på flera sätt i TerraScan . Dels genom verktyg för digitalisering av kraftledning och dels genom en mer generell digitalisering för ledningar längs en korridor, vilket exempelvis kan utgöras av en väg eller en järnväg. Korridoren definieras av ett linjeobjekt och korridorens vidd bestäms genom att sätta ett maximalt avstånd från linjeobjektet. Ledningar kan sökas parallellt med eller vinkelrätt mot linjeobjekt med vissa toleranser.



Bild 2.10 Exempel på automatisk detekterad och vektoriserad ledning längs väg O 1040.

2.2.4. Vektorisering med stöd av geometri i TopoDOT

I TopoDOT kan objekt vektoriseras med verktyget *Extraction by Template*. Där definierar användaren en mall som beskriver objektets form i tvärprofil samt vilka punkter i profilen som skall extraheras. Därefter måste en riktning definieras. Detta är en effektiv metod att extrahera väldefinierade objekt med likformig profil, t ex kantsten, vägräcke eller spår.

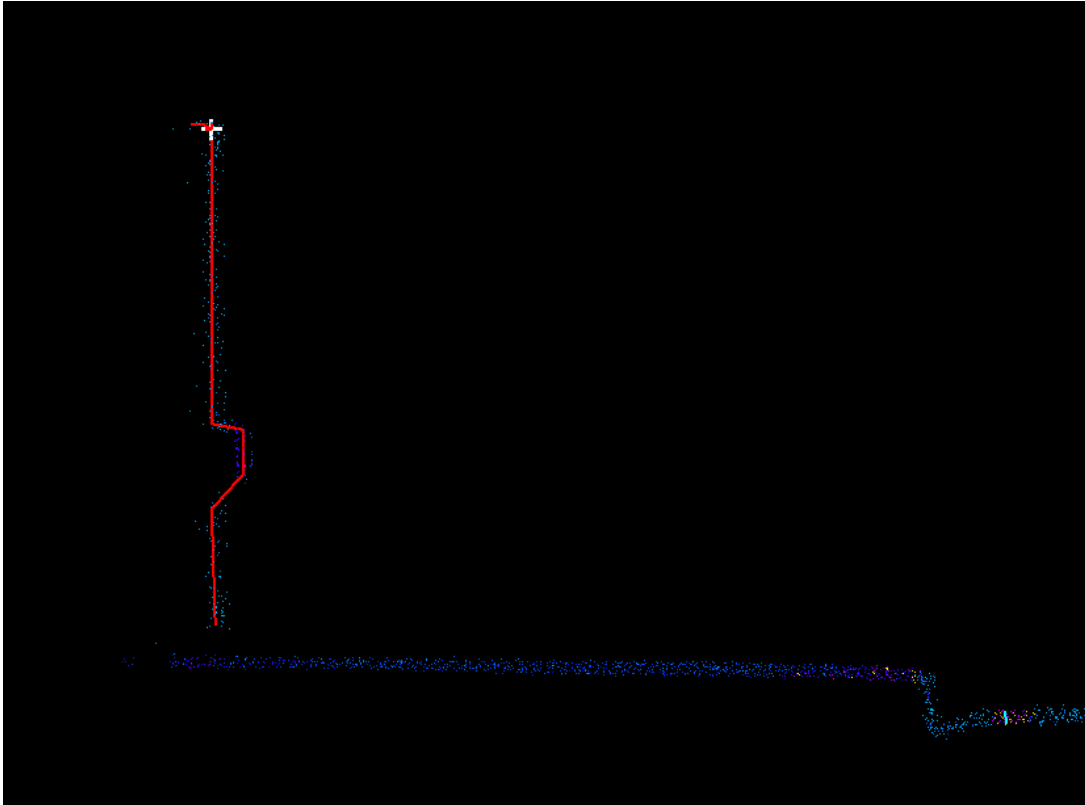


Bild 1.11 Extrahering av broräcke med hjälp av mall-metoden.

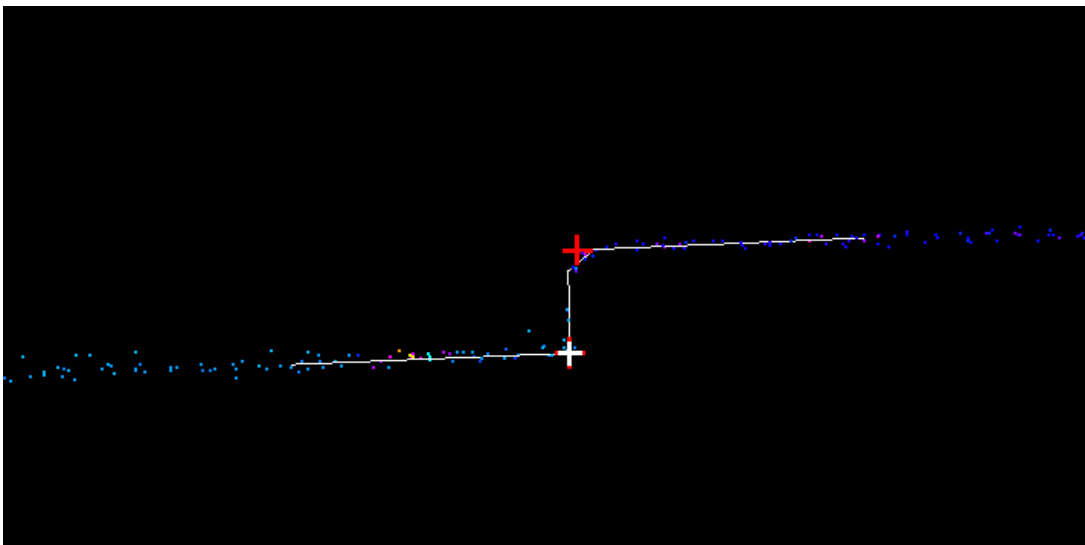


Bild 2.12 Extrahering av kantsten med hjälp av mall-metoden.

2.2.5. Vektorisering av brytlinjer och vägelement i TerraScan

Det finns ett några funktioner för detektering av brytlinjer och kantsten i TerraScan. För kantsten måste användaren välja en referenslinje och sätt ett antal parametrar som beskriver sökområde och generaliseringsgrad. Resultatet blir ett antal tvärsektioner som beskriver kantstens form. För att göra resultatet användbart skulle man behöva få en eller flera generaliserade linjer som följer brytlinjerna på kantstenen, eftersom det oftast är dessa som efterfrågas vid kartering. Dessutom kan användaren inte sätta avståndet mellan

tvärsnitterna vilket medför att denna inställning inte går att optimera för olika typer av data.

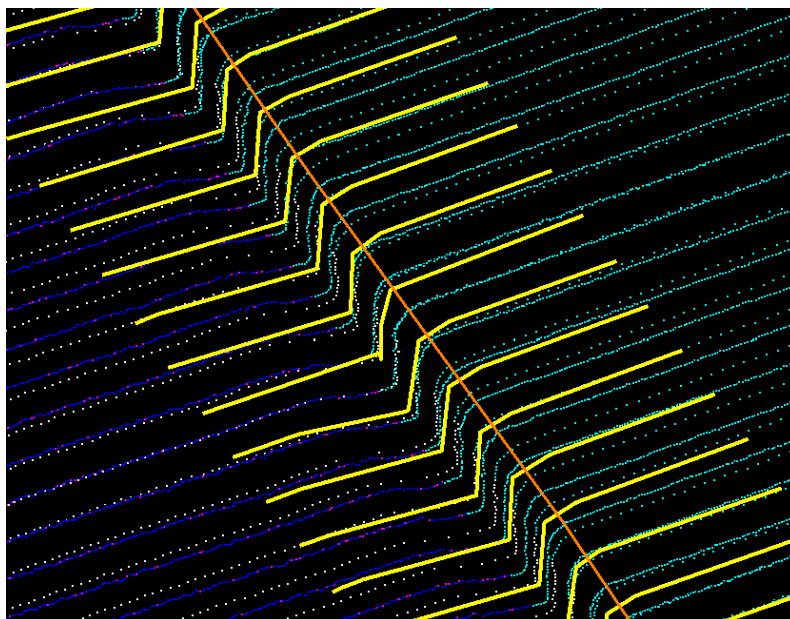


Bild 2.13 Detektering av kantsten i TerraScan ger ett antal tvärsnitt.

Även för brytlinjer väljs en referenslinje och parametrar som användaren ställer in. Brytlinjedetektion kan ge ett bra resultat om parametrarna är väl inställda för det aktuella objektet men det krävs en hel del av interaktion och tydliga formationer för att generera bra brytlinjer.



Bild 2.14 Detektering av brytlinje i TerraScan kan ge ett bra resultat men är känsligt för parameterinställning och hur distinkt brytlinjen är i terrängen.

2.2.6. Vektorisering av brytlinjer och vägelement i TopoDOT

För vektorisering av brytlinjer längs vägen (kantsten, vägbank, mittdelare) kan mall-metoden eller Break Line Extraction användas. Den senare är inte helt automatisk, utan semi-automatisk, men ger ett bättre resultat. Användaren definierar vilka brytpunkter som skall extraheras i profilen och om avståndet mellan dom skall vara låst eller ej. Punkterna kan också automatiskt justeras i höjd, men användaren måste verifiera om dess placering är riktig och eventuellt justera den.

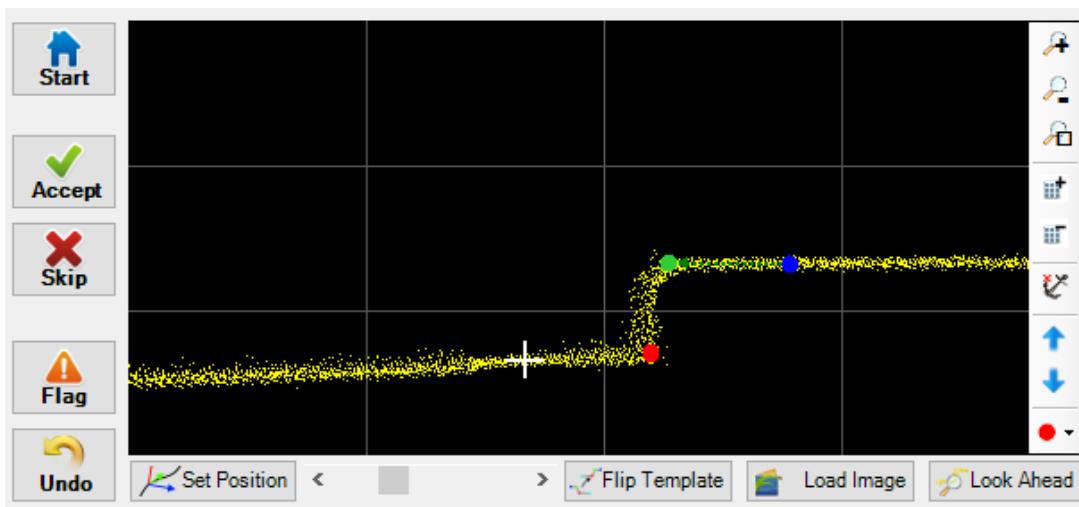


Bild 2.15 Semi-automatisk extraktion av brytlinjer i TopoDOT.

Geometrisk centerlinje på väg kan automatiskt genereras i TopoDOT från körbanelinjer eller vägkanter och läggas på markhöjd. För vägar med bombering kan det vara av intresse att generera en linje som markerar den högsta brytlinjen på vägprofilen (Crown Point).

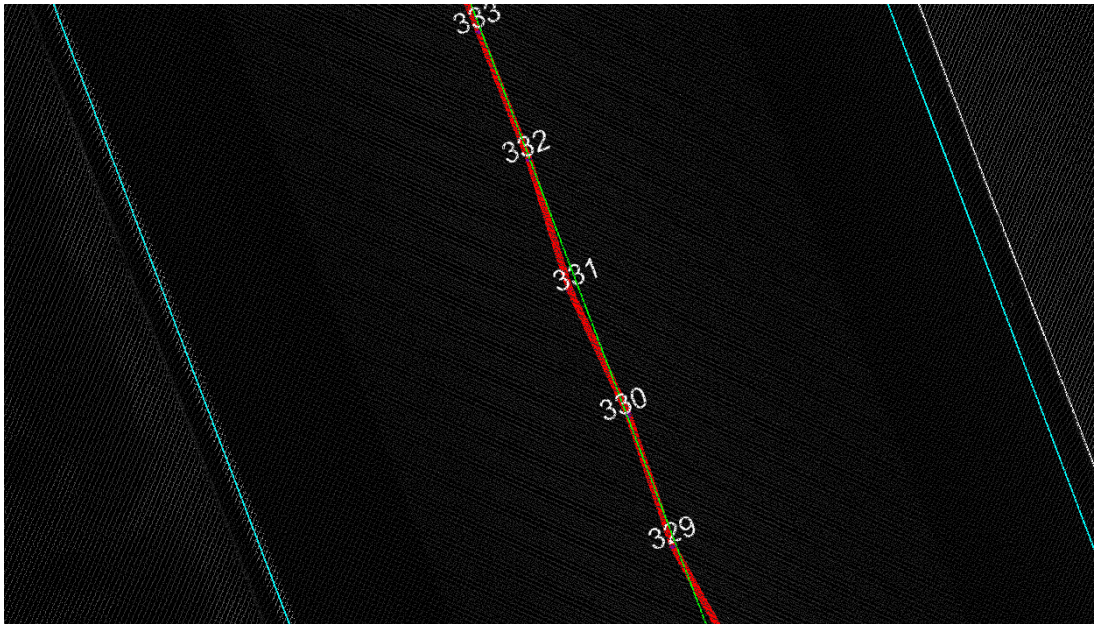


Bild 2.16 Differens mellan geometrisk centerlinje (grön) och Crown Point (röd linje) med automatisk numrering av profiler.

3. Automatisk igenkänning av vertikala objekt

3.1. TopoDOT

TopoDOTs verktyg ”Auto Asset Identification” används för att automatiskt söka efter olika typer av vertikala objekt. Det är upp till användaren att ”lära” verktyget vilka objekt som hittas genom att definiera automatiskt funna objekt. Verktyget kan användas istället för manuell digitalisering av vertikala objekt och ger stöd åt geografisk position och attributsättning.

Det är möjligt att kartera funna objekt med celler, ett bibliotek av CAD-symboler, egendefinerad eller från existerande bibliotek. Symbolen kan också vara en enkel punkt. I tillägg är det möjligt att kartera topp och/eller botten med en cirkel. Varje objekt kan manuellt tillföras egendefinerade egenskaper, som tillstånd, typ eller liknande. Det kan också automatisk läggas till vertikal höjd samt bild av objektet från datasamling.

Det finns också stöd för att klassificera objekt i punktmolnet. Detekterade master kan till exempel klassificeras till en klass, skyltstolpar till en annan och träd till en tredje.

3.1.1. Jämförelse av olika lösningar

Verktyget ger användaren ett fåtal möjligheter att styra detektionen. Två parametrar kan väljas:

- ”Utilize Density Filter” – Sänker tröskeln på punktdensitet för att hitta fler objekt. Med det här alternativet kommer fler objekt att hittas, relevanta och irrelevanta.

- ”Higher Sensitivity to Shorter Objects” - Sänker tröskeln på punktdensitet för låga objekt. Med det här alternativet kommer fler objekt att hittas, relevanta och irrelevanta.

Tre alternativ har testats:

Inställning **1** hade bägge alternativen inaktiverade.

Inställning **2** var default i TopoDOT och hade bara ”Utilize Density Filter” aktiverat.

Inställning **3** hade bägge alternativen aktiverade.

Testet gjordes på en 1400 meter lång sträcka runt Svinesundsbron. Punkmolnet var från datainsamling utförd med Optech Lynx-system och data var matchat och markklassificerat. Punkter långt från vägen var bortklippt, detsamma med merparten av områden med hög vegetation.

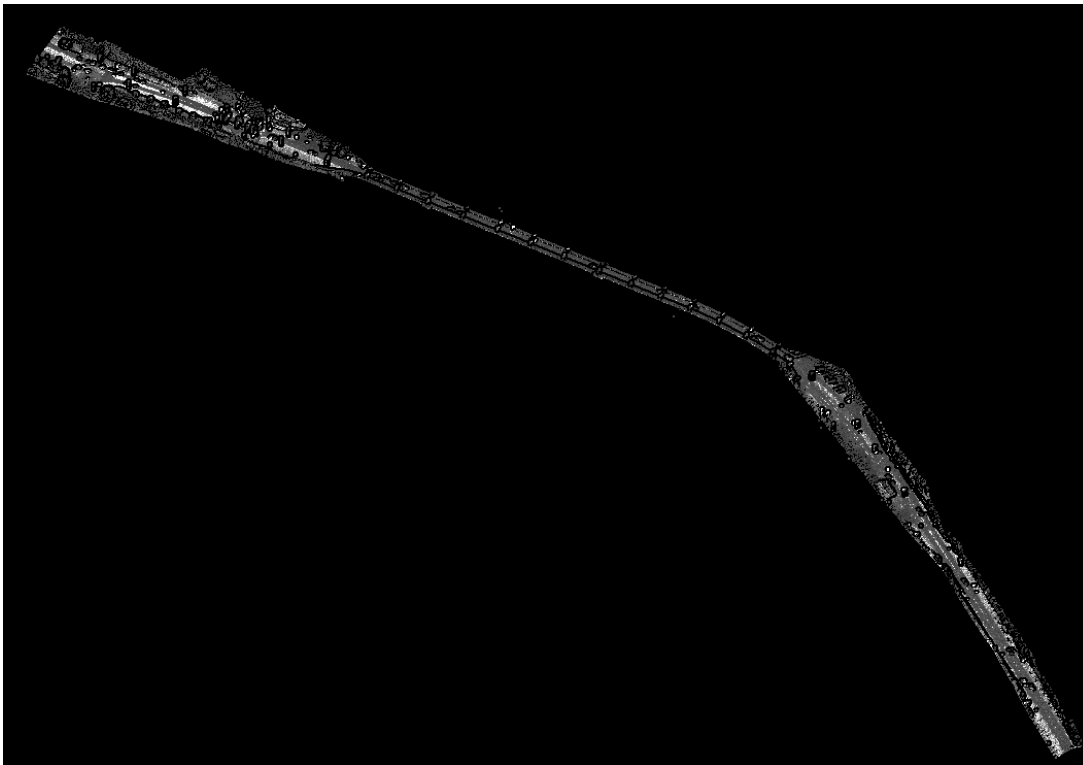


Bild 3.1 Översikt över testområdet för objektigenkänning, med Svinesundsbron i mitten.

I testområdet hittades 121 objekt vilka användes som referens till utvärdering av TopoDOT; olika typer av skyltstolpar, belysningsstolpar, flaggstänger och trafikljus. De tre olika alternativen för detektion användes för att utvärdera hur många objekt som hittades automatiskt och hur många irrelevanta objekt som hittades. Av irrelevanta objekt var många träd och vegetation, resten var för det mesta klippor, husväggar och staket.

Tabell 3.1 Utfall av automatisk detektion i TopoDOT, testområde Svinesund.

Inställning	Funna objekt	Funna träd/vegetation	Andra irrelevanta objekt	Relevanta objekt	Saknade objekt	Faktiska objekt
1	97	24	16	57	64	121
2	102	28	16	58	63	121
3	233	107	56	70	51	121

Inställning 3 fann flest riktiga objekt, 58%, men gav en högre andel irrelevanta objekt inklusive vegetation. Algoritmen är inställd på vissa typer av objekt och klarar inte av att hitta andra typer. Det finns ingen möjlighet att lära verktyget att känna igen flera typer av objekt. Algoritmen klarade av att hitta väl synliga och solitära lyktstolpar och enklare skyltar, men inte mer komplexa objekt (se exempel nedan).

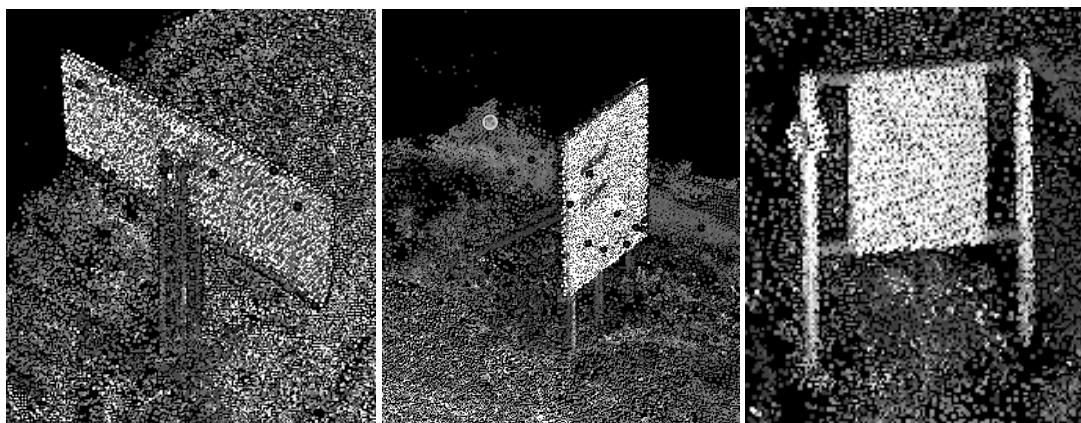


Bild 3.2 Komplexa skyltar svåra att hitta automatiskt med TopoDOT:s programvara.

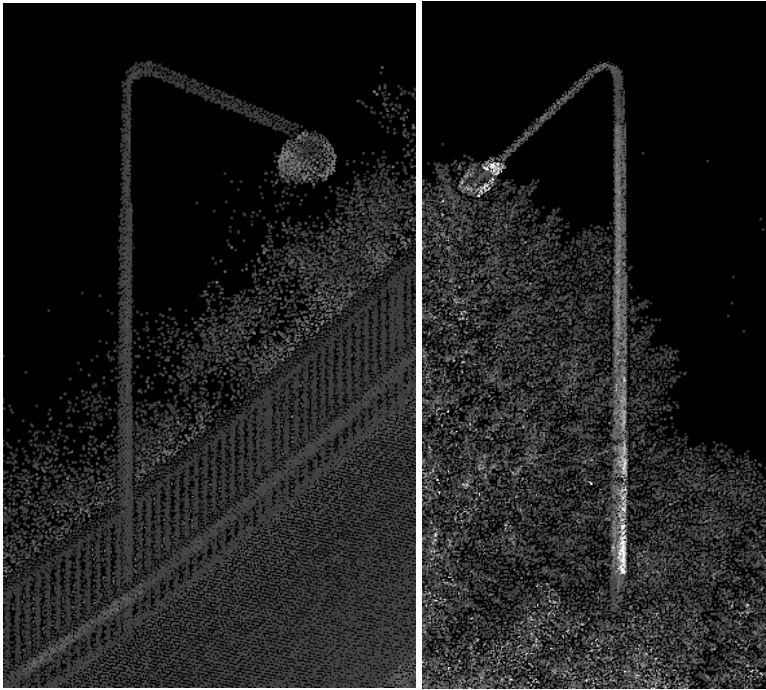


Bild 3.3 Komplexa lyktstolpar svåra att hitta automatiskt med TopoDOT:s programvara, belysningstolpar som ansluter till staket eller vegetation.

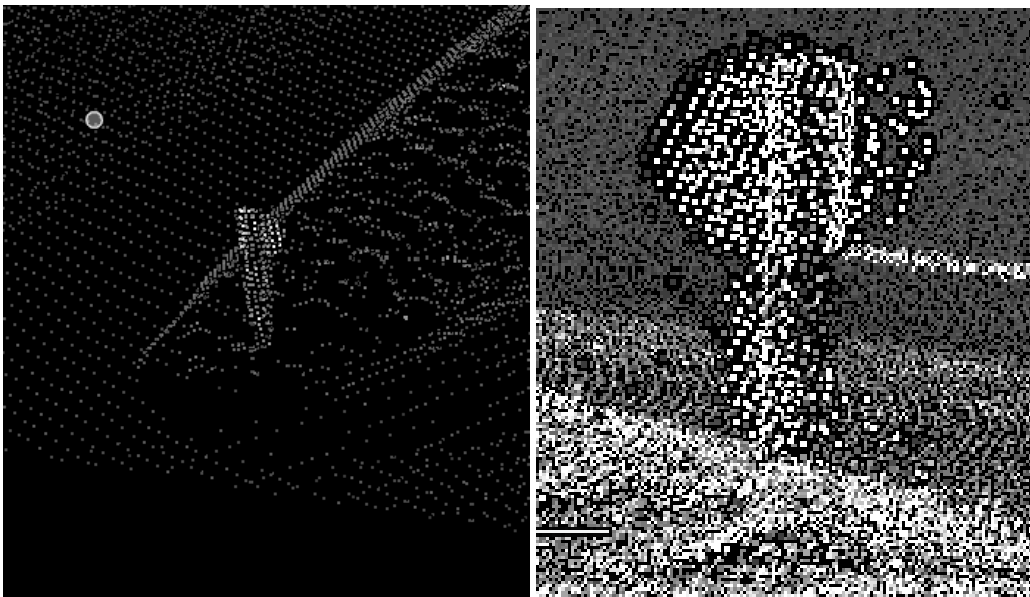


Bild 3.4 Komplexa vertikala objekt svåra att hitta automatiskt med TopoDOT:s programvara, objekt i gles punkmoln eller stolpe täckt av skylt.

3.1.2. Test av detektion av vertikala objekt i punktmoln från ViaPPS

ViaPPS har endast en skanner monterad med skanningsriktning vinkelrätt mot körriktningen. Vertikala objekt är därför definierade med långt färre punkter än motsvarande punktmoln från system Optech Lynx, vilket gör detektionen svårare.

En 600 meter vägsträcka användes för att testa ”Auto Asset Identification” i samma område som i ovan, på och runt Svinesundsbron. I detta område identifierades 53 relevanta objekt manuellt. Inställning 3 användes för att kunna hitta så många objekt som möjligt. Resultat visas i tabell nedan.

Tabell 3.2 Antal objekt funna med automatisk detektion i TopotDOT i data från ViaPPS.

Inställning	Funna objekt	Funna träd/vegetation	Andra irrelevanta objekt	Relevanta objekt	Saknade objekt	Faktiska objekt
2	48	11	21	16	37	53
3	143	59	61	24	29	53

Som förväntat hittades färre objekt i data från ViaPPS. De mest sensitiva inställningarna medförde att 45% av objekten i ViaPPS-data hittades, att jämföra med 57% för motsvarande inställningar med Lynx-data. Dessutom hittades en större andel irrelevanta objekt och vegetation. Av irrelevanta objekt hittades bl. a. parkerade bilar, lastbilar och människor samt en högre andel klippor, staket och husväggar. Däremot detekterades skylt med bas i staket.

3.1.3. Test av maskinlärning

Förutom de två tidigare testerna gjordes också en test med maskinlärning av vertikala objekt i Lynx-data. Teststräckan var densamma som för tidigare Lynx-test och inställning 3 valdes (den mest känsliga).

Maskinlärning används i kombination med ett cellbibliotek och varje identifierat objekt kopplas till en cell. Vid testet användes ett amerikanskt cellbibliotek tillhandahållet av TopoDOT men det skall också vara möjligt att bygga upp ett eget bibliotek. I testet ingick också detektion av topp och botten av objektet samt automatisk estimering av omkrets och höjd.

Målet med testet var bl.a. att definiera objekt i testområdet och se om inställningarna kunde återanvändas, om inställningarna lagrades och om topp- och bottencirklar blev digitaliserade. Objekt som blev identifierade var skyltar, väjningsskylt, belysningsstolpe, trästolpe, flaggstång och trafikljus.

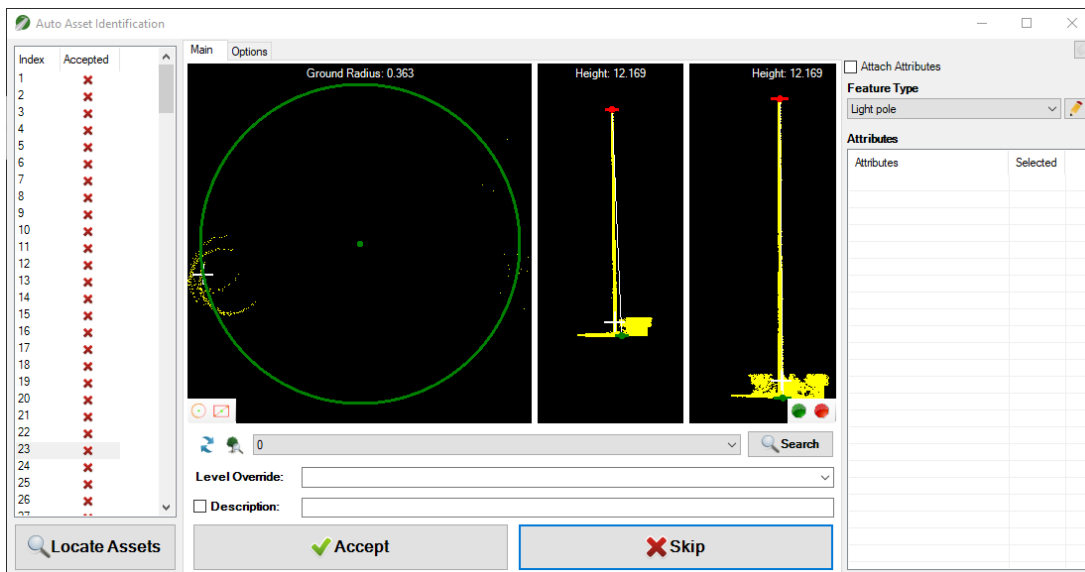


Bild 3.5 Exempel på problem vid detektion av flaggstång, felaktig position och storlek av cirkel.

Vissa problem upptäcktes vid positionering av funna objekt, exemplet ovan visar två av dessa. Radien på cirkeln låg en meter vid sidan om flaggstångens botten, visat som grön cirkel i bilden. Dessutom är cirkelns alltför stor för att representera flaggstången, varpå den justerades manuellt för att kunna användas vid nästa detektion.

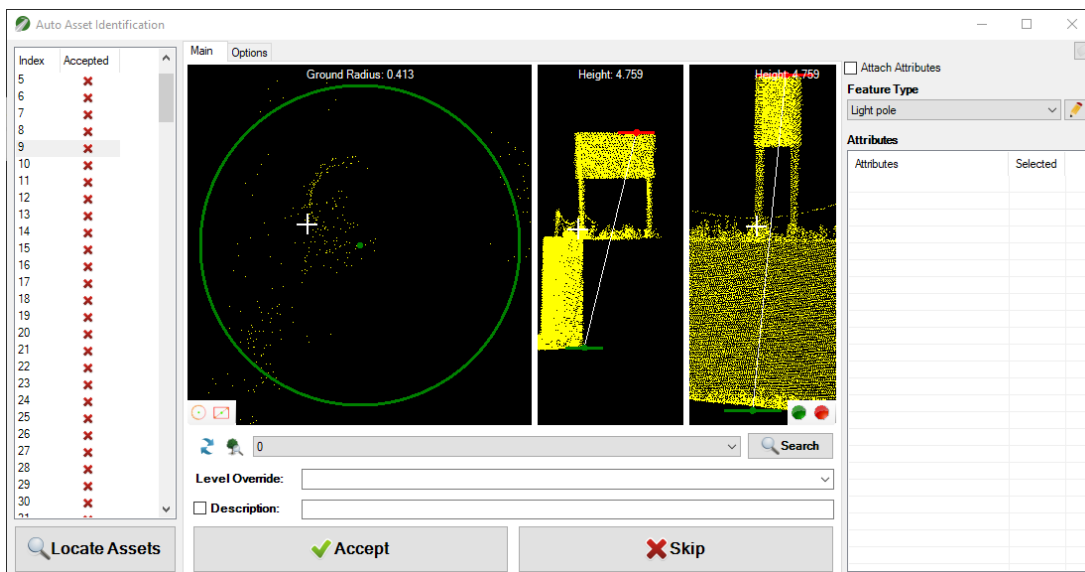


Bild 3.6 Exempel på problem för skyltar med två stolpar, felaktig position och storlek.

Exemplet ovan visar problem med positionering av botten på skylt med två stolpar. Detta fel justerades manuellt.

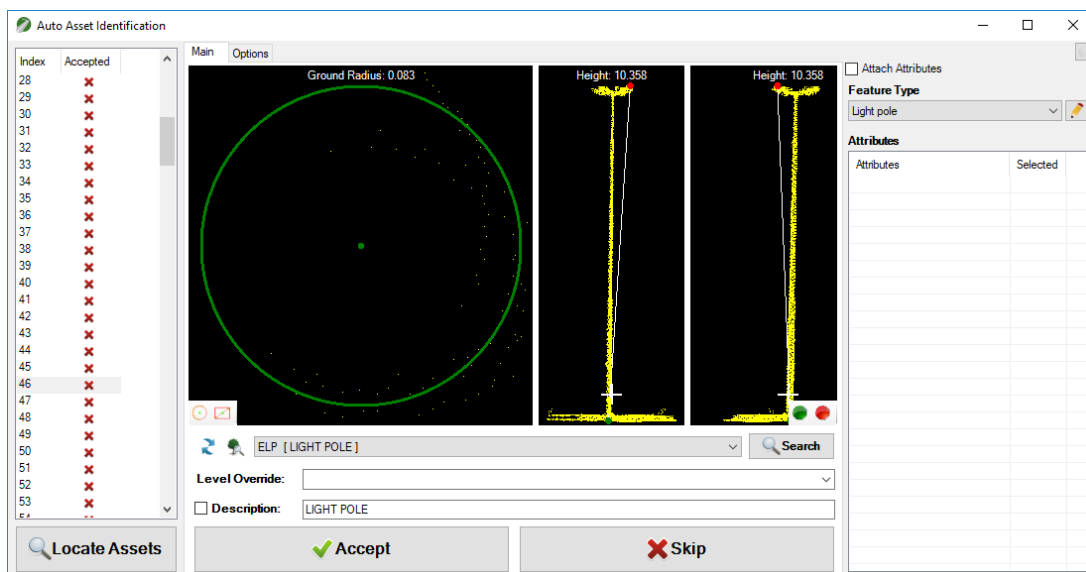


Bild 3.7 Exempel på problem för lyktstolpar med två lyktor.

Exemplet ovan visar problem med positionering av toppen av en belysningsstolpe med två armaturer där det visar sig att toppen på den högsta armaturen ger positionen. Den justerades manuellt till att ligga mitt över belysningsstolpen, med bibehållen höjd.

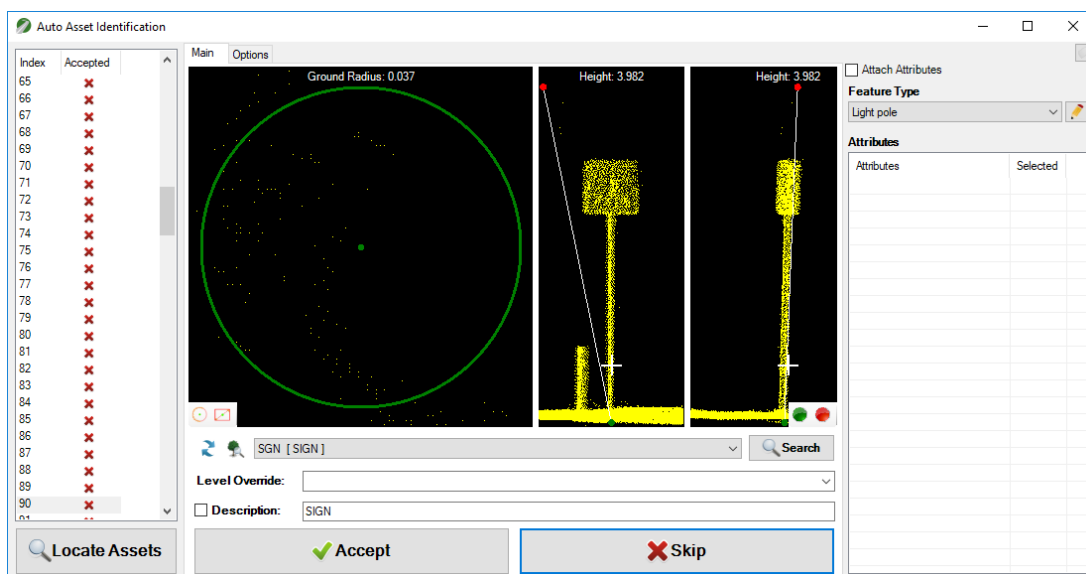


Bild 3.8 Exempel på effekt av brus i närheten av objekt.

Exemplet ovan visar att närliggande bruspunkter påverkar den automatiska placeringen av toppunkt. Felet justerades manuellt.

Efter maskinlärning kördes "Auto Asset Identification" igen på samma punktmoln för att se om inställningarna bibehölls. Verktöget klarade generellt av att skilja mellan väjningsskylt och andra skyltar, men det var svårare att skilja mellan lyktstolpar och flaggstänger. För mindre stolpar och trafikljus blev slumpmässigt associerade med riktig typ eller skylt eller belysningsstolpe. Positionsjusteringarna som gjordes tidigare fick inget genomslag.

Maskinlärningen lagras i ett XML-dokument (se bild 3.9) och där framgår förklaringen till begränsningen i metoden. Auto Asset Identification kategoriserar grovt mellan skyltar, stolpar, träd och okända objekt. I kategorin skylt skiljs mellan olika former på skylten, vilket förklarar att väjningsskyltar kan hittas. Det förklarar också varför det blir problem när flera olika skyltar sitter på samma stolpe. I kategorin stolpe, träd och okända objekt, skiljer den metoden endast på radie, vilket förklarar varför stolpar med liknande radie blir förväxlade med varandra. Noterbart är också att ingen information om höjd eller positionsjusteringar lagras.

Metodiken med nyttjande av maskinlärning testades på ViaPPS-data med generellt dåligt resultat. Radien på stolpar är svår att mäta p.g.a. den låga punkttätheten på vertikala objekt.

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<Training>
  <Sign>
    <Data>
      <Square>
        <Value Name="0" />
      </Square>
      <Diamond>
        <Value Name="0" />
      </Diamond>
      <YieldSign>
        <Value Name="0" />
      </YieldSign>
      <StopSign>
        <Value Name="0" />
      </StopSign>
      <UnknownSign />
    </Data>
    <Imagery>
      <Square>
        <White />
        <Blue />
        <Red />
        <Green />
        <Yellow />
        <Unknown />
      </Square>
      <Diamond />
      <YieldSign />
      <StopSign />
      <DoNotEnter />
      <SchoolSign />
      <Round />
      <SmallSquare>
        <White />
        <Blue />
        <Red />
        <Green />
        <Yellow />
        <Unknown />
      </SmallSquare>
      <DontPass />
    </Imagery>
  </Sign>
  <Pole>
    <Group Radius="0.0517943006416301">
      <Value Name="0" />
    </Group>
  </Pole>
  <Tree>
    <Group Radius="1.03343104111667">
      <Value Name="0" />
    </Group>
  </Tree>
  <Unknown>
    <Group Radius="0.469164224377145">
      <Value Name="0" />
    </Group>
  </Unknown>
</Training>

```

Bild 3.9 TopoDOT maskinlärning lagrar information i XML-fil. Här kan man se varför det finns svagheter i processen då inte alla parametrar lagras.

3.2. TerraScan

Även i TerraScan finns en funktion för att hitta vertikala objekt. Precis som vid användning av TopotDOT krävs att data är matchat och markklassificerat, men sedan kräver TerraScan även att en grupp-indelning av sammanhängande laserpunkter har gjorts. Gruppering i TerraScan använder normalriktning, punkttäthet och höjd över mark i verktyget Assign Groups.

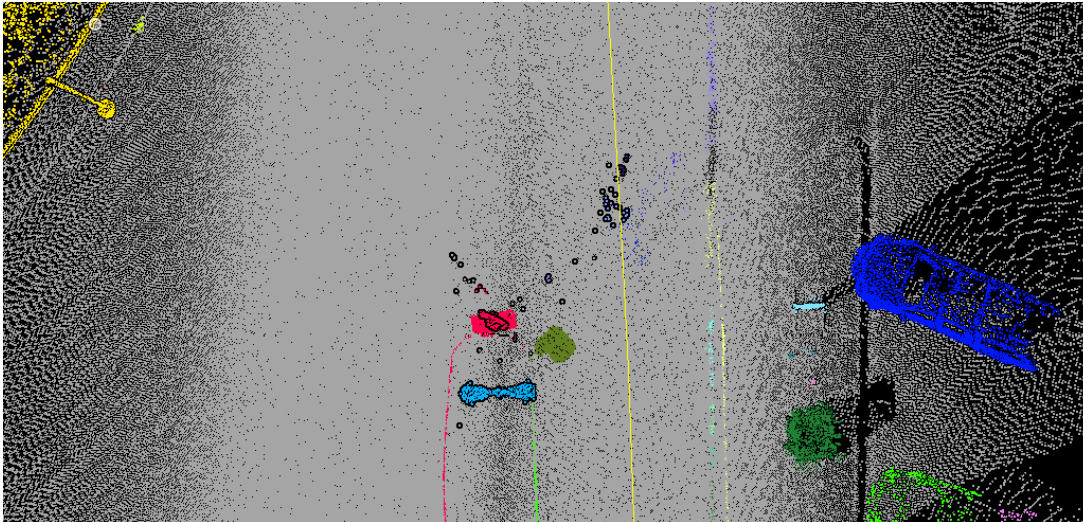


Bild 3.10 Exempel på grupper i TerraScan, olika färger representerar olika grupper.

I bild 3.10 kan man se ett resultat från TerraScans grupperingsalgoritm applicerad på Lynx-data. Där syns bl.a. två skyltar, en belysningsstolpe, en planteringslåda och parkerade bilar. I övre vänstra hörnet ser man en belysningsstolpe som hamnat i samma grupp som anslutande staket. För att skilja dessa åt måste man editera data, exempelvis separera grupperna med stöd av höjd över mark eller genom att lägga dem i olika klasser. Grupperna kan användas för analyser, kartering och klassificering.

Efter att punktmolnet delats in i grupper måste varje objekt som skall detekteras lagras i ett objektbibliotek. Dessa måste precis som för TopoDOT, associeras till en cell i ett cellbibliotek. Celler placeras på en egendefinierad baspunkt. På detta sätt ett objekt definieras flera gånger och en cell associeras på olika ställen av objektet, t ex toppen eller botten på en belysningsstolpe, eller på en av armaturerna.

Type:	Pole - single vertical column	
Alignment:	Not defined	
To class:	13 - Range	
Name:	Lyktestolpe3	
Cell:	ELP	
Cell type:	2D	
Height variation:	8.0	m
Diameter:	0.20	m
Max lean:	15.0	deg
Require match:	80	%
Z tolerances		
At center:	1.0000	* xy tolerance
At edge:	1.0000	* xy tolerance

Bild 3.11 Definiering av ett objekt i objektkatalogen.

Verktöget "Find Poles" söker i punktmolnet efter objekt definierade i objektkatalogen. Vid ett test hittades fyra av fyra lyktstolpar av samma typ men med olika orientering i ett område, en cell placerades ut på korrekt position och alla stolparna klassificerades till korrekt klass.

Totalt fick 21 av 53 objekt i ett testområde unika grupper och kan därmed definieras i en objektkatalog och hypotetiskt hittas med Find Poles. De flesta av de objekt som saknades var på staketet på bron eller i vegetation. I typiska vägmiljöer fanns de flesta objekten representerade med grupper, inkluderat de objekt som inte detekterades med TopoDOT.

Belysningsstolpar blev grupperade och definierade i Lynx-data. För samma område grupperades också ett punktmoln från ViaPPS-data för att se om objekten kunde kännas igen även där.

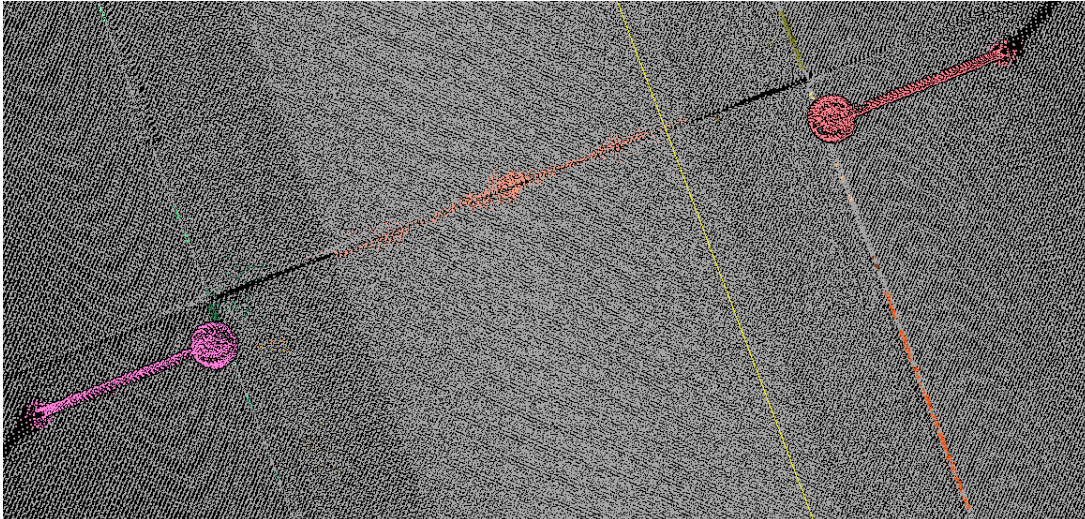


Bild 3.12 Gruppering av två belysningsstolpar i Lynx-data.

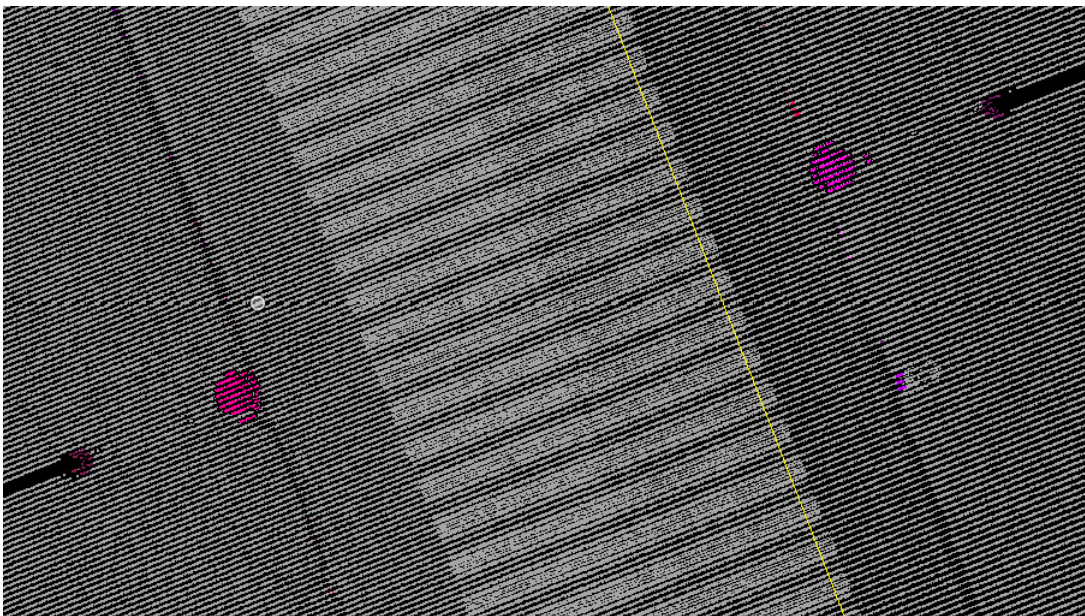


Bild 3.13 Gruppering av två belysningsstolpar i ViaPPS-data.

Ingen av de fyra belysningsstolparna kunde hittas i ViaPPS-data. Punktmolnet hade för låg upplösning för att TerraScan skulle förstå att stolpen och armaturen tillhörde samma objekt. Antagligen var upplösningen också för låg för att objektet skulle kunna associeras till referensobjekt i objektkatalogen.

4. Sammanfattning och slutsatser

4.1. Kartering i 3D

En manuell kartering i ett 3D-punktmoln är en utmaning. De flesta programvaror för detta ger ett 2D-perspektiv på ett 3D-punktmoln. En digitalisering kan göras genom ett t ex snappa mot laserpunkter, men det är svårt att syfta ett tänkt hörn eller förlängning på ett objekt. För flygfotografering görs manuell kartering i 3D rutinmässigt i stereobilder (stereofotogrammetri). En möjlig utveckling är att tillåta att även 3D-punktmoln visualiseras på ett intelligent sätt i liknande karteringsprogramvaror så att manuell kartering underlättas. Sedan kan semi-automatiska eller automatiska stöd till digitaliseringen göras också i dessa programvaror. Fördelen med ett 3D-punktmoln är att perspektiv och djup fritt kan ställas in till betraktarens önskemål (i alla fall i teorin) och inte, som vid stereobilder, vara begränsat efter bildernas exponeringspunkter. Några programvaror har viss funktionalitet för stereo-kartering i punktmoln redan nu och förhoppningsvis kommer den utvecklingen att fortsätta.

Verktyg för automatisk vektorisering i laserdata, både de som baseras på intensitet och på geometri, fungerar på det stora hela bra och effektiviserar vektoriseringen. Utmaningen är områden med mer brus, lägre punkttäthet eller störande vegetation (t ex vägräcken med växtlighet). Där blir den automatiska detektionen ofta felaktig vilket kräver manuell editering.

4.2. Automatisk igenkänning av vertikala objekt

TopoDOTs "Auto Asset Identification" visade sig mindre effektivt för att hitta relevanta objekt. För att förbättra resultatet måste mycket tid läggas på manuell editering. Den automatiska karteringen var också bristfällig. Automatisk detektion av toppen, botten och radie måste i de flesta fall justeras manuellt och algoritmen klarar endast av en grov indelning av objekt som inte är tillräcklig för de flesta applikationer. Utan förbättring kommer ingen tidsbesparing att göras genom att använda "Auto Asset Identification" framför manuell kartering.

TerraScans metod för gruppering fungerar bättre än TopoDOTs när det gäller att skilja på olika objekt, för att kartera och för att klassificera objekt. I detta test fanns vissa problem med att skilja en del objekt från varandra vid indelning i grupper, t ex när staket och belysningsstolpar ansluter till varandra. Mer tester behövs för att se om det är möjligt att förbättra gruppindelningen ytterligare. Det krävs också mer tester för att se hur många objekt som kan detekteras automatiskt. En fördel med TerraScan gentemot TopoDOT är att grupper kan editeras i TerraScan och parametrarna kan redigeras för att påverka detektion av objekt. TopoDOT ger få möjligheter att påverka detektion av objekt och inga manuella möjligheter.

Svagheten med TerraScan är att alla typer av objekt måste hittas och definieras manuellt i en objektkatalog, dessutom behövs ett cellbibliotek. TerraScan tillåter en partiell överensstämmelse med objektkatalogen samt höjdvariationer, men samtidigt måste hundratals eller tusentals olika objekt definieras manuellt för att skapa objektkatalogen. TerraScans metod borde kunna vara användbar vid långa sträckor eller stora områden med

få väldefinierade typer av objekt att kartera eller klassificera. För större projekt där objekten varierar i högre grad blir förarbetet betydligt större.

5. Referenser

[1] REPORT 3A, Innovative data acquisition from a vehicle with a phase-based scanner. *TerraTec 2017*

[2] RAPPORT 7A, Grundläggande bearbetning av laserdata. *TerraTec 2017*

[3] RAPPORT 7B, Automatiserad vägtemätning. *TerraTec 2017*



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1.
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 020-600 650

www.trafikverket.se