

PM

2011-01-25

Textur

Dnr

## Höjdmodellens textur

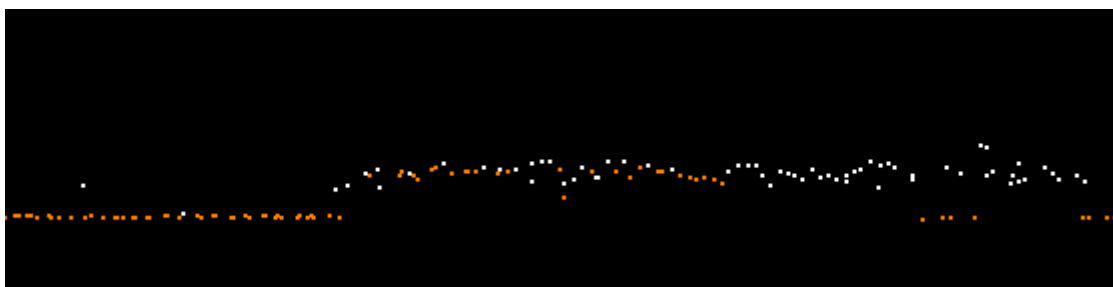
### Bakgrund

Den förmodligen största kvalitetsbristen i Ny nationell höjdmodell (NNH) är tät låg vegetation som felaktigt klassas som mark. Detta problem uppträder lokalt i många terrängtyper och är svårt att upptäcka. Problemet förekommer i laserdata insamlade under alla årstider, men får normalt större omfattning om laserskanningen utförs under sommaren då vegetationen är som tätast.

För att varna användare av NNH för den här typen av kvalitetsbrister kan man förstås upplysa om problemet i allmänhet, men det bästa vore om man med någorlunda säkerhet kunde förutsäga förekomsten mer detaljerat. Det finns flera tänkbara parametrar i ett punktmoln som kan analyseras med avseende på detta, men den som verkar mest aktuell för NNH är markytans textur.

Begreppet textur används inom flera discipliner och anger oftast hur mycket en yta avviker från att vara helt slät. Ett i princip likvärdigt begrepp är *ojämnhet*, och i vissa sammanhang avser textur mindre avvikelser medan *ojämnhet* avser större. I geodata-sammanhang på engelska förekommer både *texture* och *roughness* som begrepp.

Det som gör textur till en intressant parameter är att vegetation ofta har en grövre textur än markytan. Under förutsättning att punkttätheten räcker för att beskriva ytan med tillräcklig detalj, kan felaktigt markklassad vegetation till viss del upptäckas.



**Figur 1** Profil med markklassade och oklassade punkter (orange respektive vit färg). I mitten av bilden har en del punkter ovanpå ett buskage klassats som mark. Notera den grova texturen på buskaget jämfört med markytan till vänster.

**Andreas Rönnberg**

Lantmäteriet Informationsförsörjning

Tel. växel: 0771-63 63 63 Fax:

E-post: andreas.ronnberg@lm.se Internet: www.lantmateriet.se

## Tidigare studier

Textur i samband med flygburen laserskanning har förekommit i ett antal tidigare studier.

Hopkinson et al. (2004) hittade ett samband mellan punktmolnets textur och vegetationens höjd. Pfeifer, Gorte & Elberink (2004, 2005) undersökte möjligheterna att korrigera höjdfel orsakade av vegetation utifrån textur. Göpfert & Heipke (2006) undersökte klassificering av noggrannhet utifrån bland annat textur. Detta utvecklades av Göpfert & Soergel (2007) till en modell för korrektion av höjdfel orsakade av vegetation.

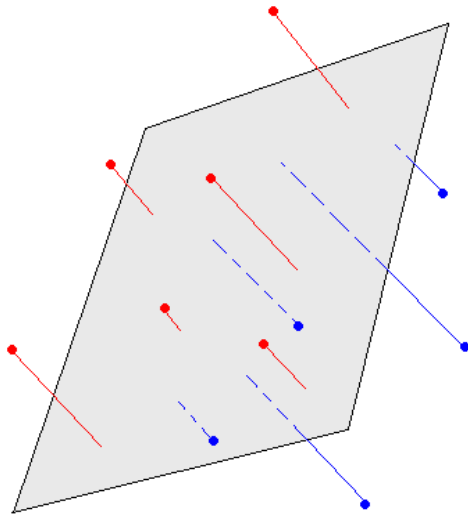
Hollaus & Höfle (2010) visade att det finns en korrelation mellan punktmolnets textur och enskilda punkters ekovid. Ekoviden kan till viss del användas för att skilja mellan mark och vegetation i laserdata med full vågform (Ullrich et al. 2007). Aubrecht et al. (2010) visade på möjligheterna att kartera utifrån textur. Detta har tidigare gjorts av exempelvis Mundt, Streutker & Glenn (2006).

## Beräkning av textur

För att beräkna markytans textur delas punktmolnet med markklassade punkter in i celler. För varje cell löses sedan ekvationen för det plan  $Z = aX + bY + C$  som bäst anpassar sig till punkterna. Det behövs tre punkter för att lösa ekvationen, och minst fyra för att lösningens standardavvikelse skall kunna beräknas. För att uppnå detta även i skogsmark bör därför cellstorleken vara cirka 8 meter, med den punkttäthet som är normal inom NNH.

För anpassning av planet används minsta kvadrat-metoden. Observera att det i denna studie inte är punkternas ortogonala avstånd till planet som minimeras, utan de vertikala avstånden. Att minimera ortogonala avstånd gör lösningen mer komplicerad och tidskrävande. I praktiken bedöms denna förenkling ha liten betydelse, eftersom den endast berör kraftigt lutande ytor.

Ur de avvikelser som kvarstår efter utjämnningen kan standardavvikelsen beräknas. Här används dock de ortogonala avstånden till planet, genom att de vertikala avvikelserna reduceras med cosinus för planets lutning. Denna standardavvikelse utgörs sedan måttet på markytans textur inom cellen.



**Figur 2** Ekvationen för det plan som bäst anpassar sig till punkterna löses med minsta kvadrat-metoden. Standardavvikelsen beräknas ur de avvikelser som kvarstår.

I stället för att anpassa punkterna till ett plan skulle man kunna anpassa dem till ytor med högre ordning, exempelvis en andragradsyta  $Z = aX^2 + bY^2 + cX + dY + eXY + F$ . Fördelen blir en bättre anpassning till terrängen, så att exempelvis brytlinjer som vägbankar får en lägre standardavvikelse. Nackdelen blir dock att det krävs fler punkter för att lösa ekvationen och att beräkningen blir mer tidskrävande. Dessutom finns risken att intressanta texturer, exempelvis orsakade av vegetation, framträder sämre.

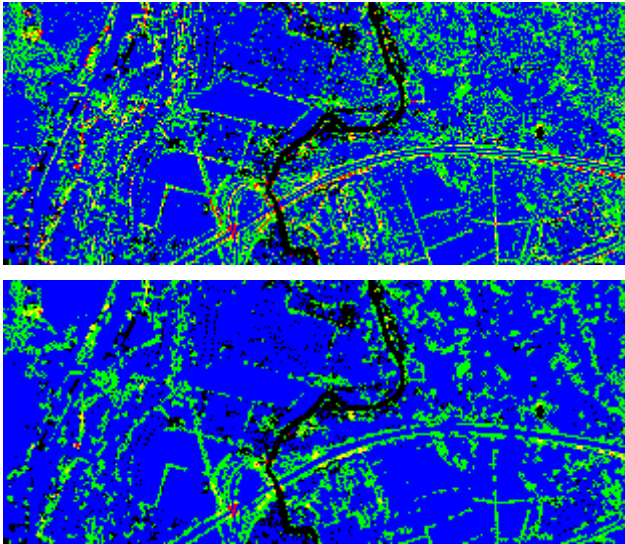
En annan tänkbar utveckling av metodiken är att ta hänsyn till kringliggande celler vid beräkningen, exempelvis genom att anpassa punkterna till en spline-funktion. Det skulle troligen ge lägre brus i texturbilden

## Visualisering

Resultatet av beräkningen är ett raster där varje cell har ett värde på textur i form av en standardavvikelse i enheten meter. Denna bild har ett relativt högt brus och för att få en tydlig bild krävs någon form av filtrering. I detta fall används en medelvärdesfiltrering, där varje cell ges ett nytt värde som är medelvärdet av den aktuella cellens och de åtta kringliggande cellernas värden.

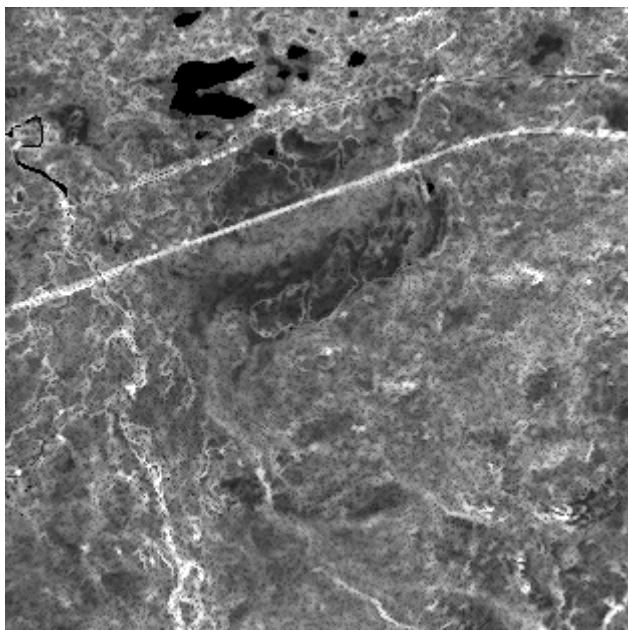
För att fokusera på eventuella problemområden och för att minska inverkan av enstaka höga värden tillåts endast en sänkning av den aktuella cellens värde.

Om medelvärdet blir högre behålls alltså det ursprungliga värdet. Metoden för filtrering är viktig och kan kanske utvecklas ytterligare.



**Figur 3** Filtreringens betydelse. Den övre bilden är ofiltrerad, medan den nedre är filtrerad med ett medelvärdesfilter som enbart tillåts sänka cellvärdena.

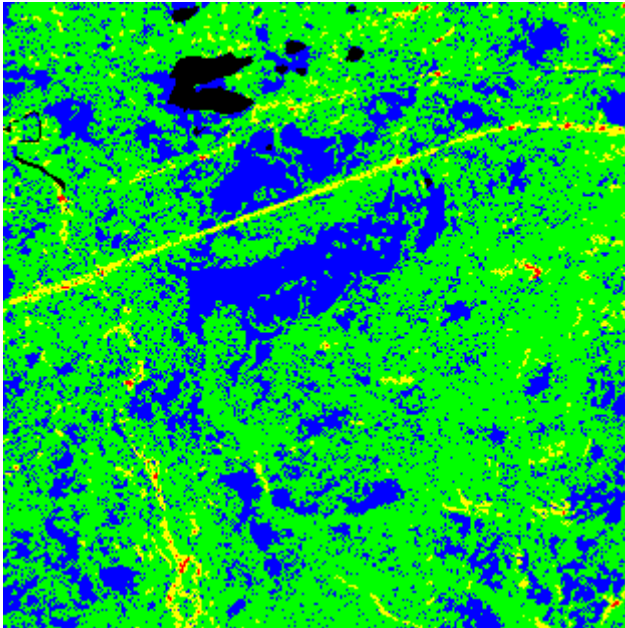
Ett effektivt sätt att visualisera texturbilden är att dela in den i lämpliga intervall och sedan färga cellerna efter dessa. Här används en färgskala med fyra intervall som är anpassad för NNH vid en cellstorlek på 8 meter. Denna skala är justerad så att områden med onormalt hög textur visas i gul eller röd färg. Men eftersom skalan skall vara användbar inom hela Sverige blir den samtidigt en kompromiss, som inte är optimal i alla sammanhang.



**Figur 4** Markytans textur som gråskala i ett kraftigt kuperat fjällområde. Den tydliga linjen i överkant är en järnvägsbank, och till vänster syns en bäckravin. De svarta ytorna är vatten, som därför inte har något datavärde.

	Färg	Textur (standardavvikelse)
	Svart	Inget datavärde
	Blå	< 0.1 m
	Grön	0.1-0.2 m
	Gul	0.2-0.3 m
	Röd	> 0.3 m

**Tabell 1** Den färgskala som föreslås för NNH vid 8 meters cellstorlek.

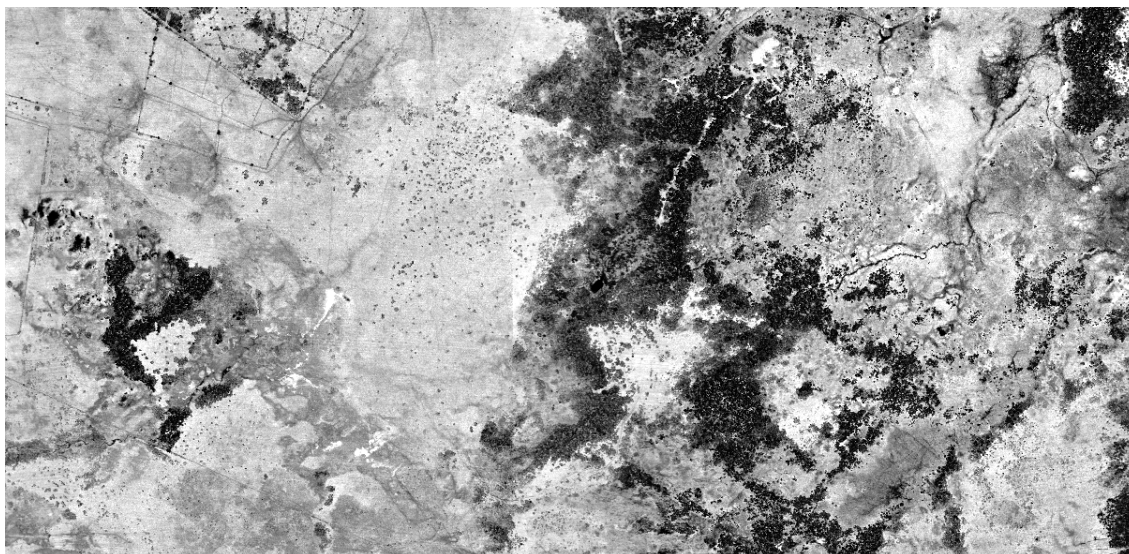


**Figur 5** Samma område som i **Figur 4** färgat med den skala som föreslås för NNH vid 8 meters upplösning.

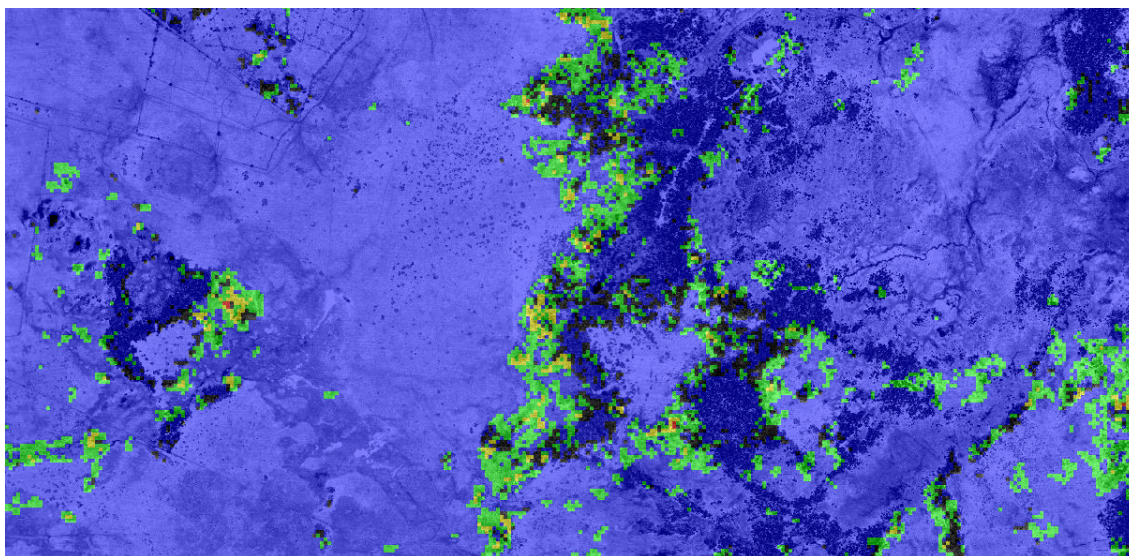
## Vad visar texturbilden?

En bild över markytans textur innehåller information som måste analyseras och tolkas utifrån de lokala förutsättningarna. Hög textur behöver inte betyda att höjdmodellen är felaktig, utan kan ofta härledas till mänskliga ingrepp i form av vägbankar och liknande. Dessutom finns naturlig terräng som har en hög textur, exempelvis rasbranter och blockterräng. En låg textur betyder däremot att markytan är slät, och då är normalt också höjdmodellen korrekt.

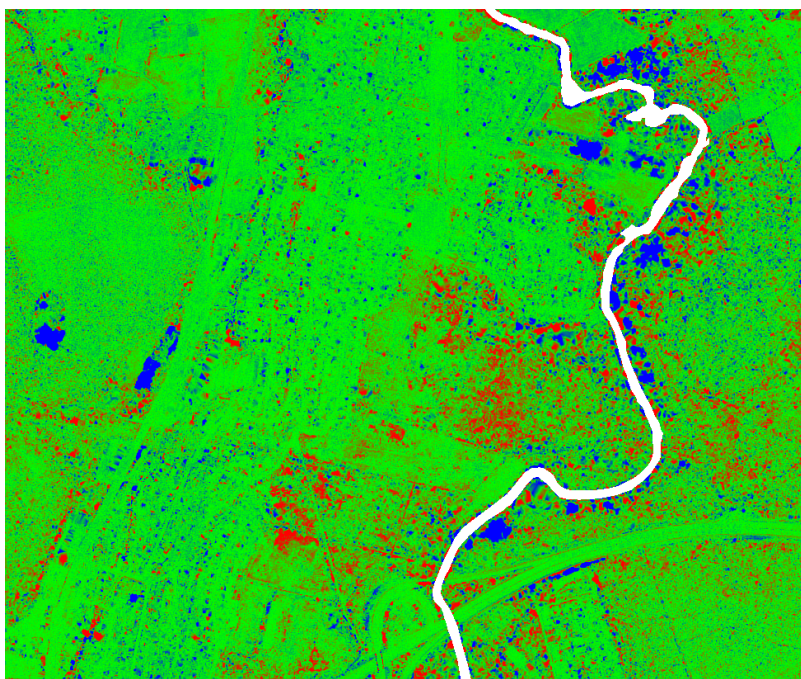
En hög textur är dock en indikation på att det kan finnas fel i höjdmodellen. Om man har höga krav på höjddata bör man alltså kontrollera dessa områden och hitta en förklaring till den kraftiga texturen. En förklaring kan vara att vegetation, som felaktigt har klassats som mark, ingår i modellen. Många typer av vegetation har en relativt kraftig textur, jämfört med markytan.



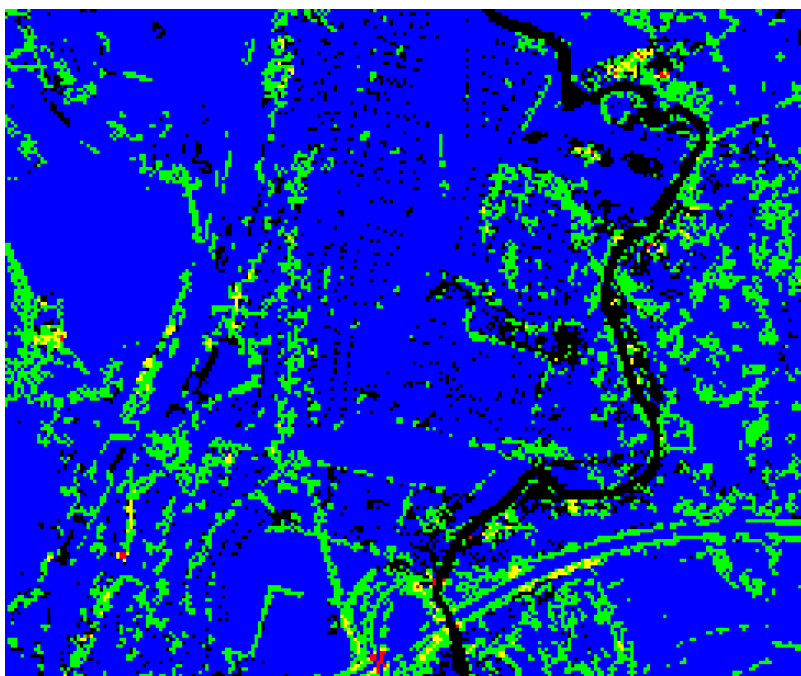
**Figur 6** Intensitetsbild över en del av Stora alvaret på Öland. De mörka partierna består av täta buskage, troligen av en, som gör markklassningen mycket besvärlig. En mängd punkter ovanpå vegetationen blir felaktigt klassade som mark, trots att laserskanningen gjordes tidigt under våren.



**Figur 7** Samma utsnitt som i **Figur 6** men med intensitet och textur sammanslagen. Den felaktigt markklassade vegetationen framträder tydligt i det flacka landskapet. Jämför med det kraftigt kuperade landskapet i **Figur 5**.



**Figur 8** Differensbild mellan höjdmodeller från två skilda laser-skanningar över samma område. I flera av de blå områdena är vegetation felaktigt klassad som mark.

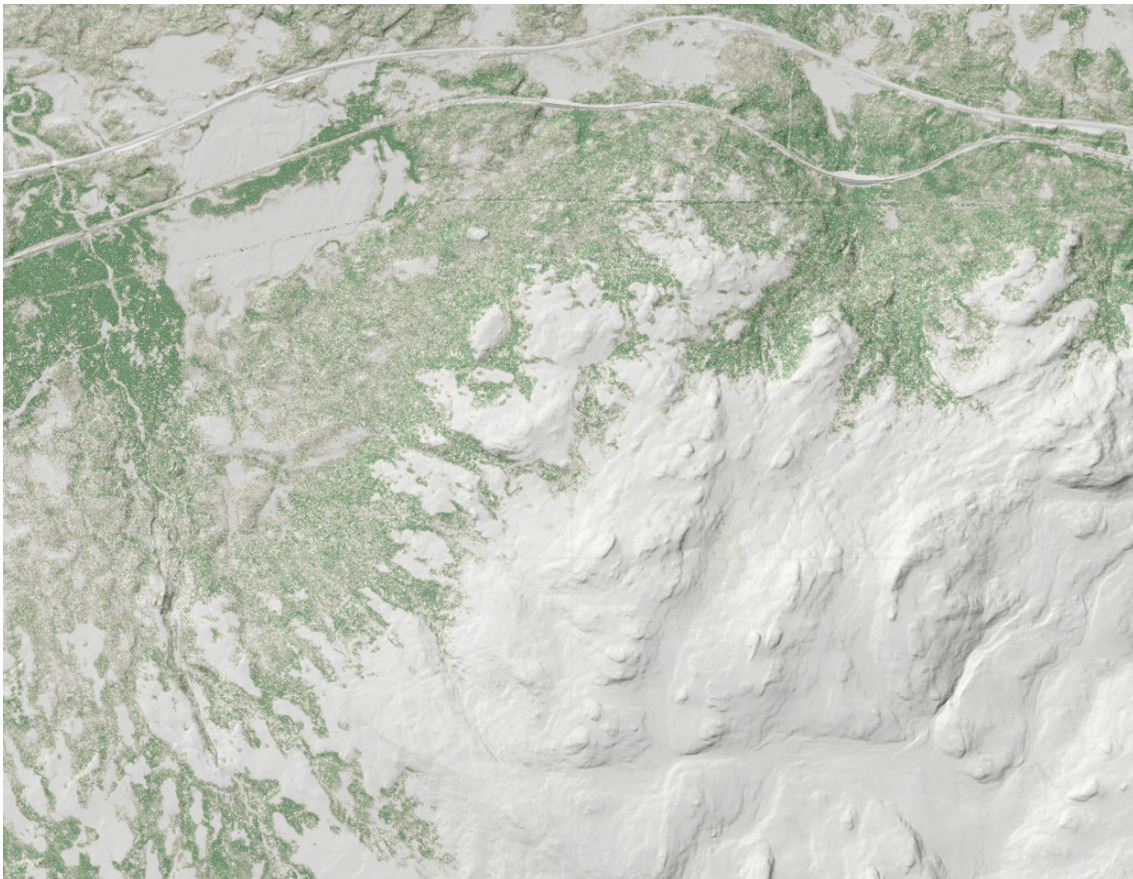


**Figur 9** Texturbild över samma område som i **Figur 8**. Områdena med vegetation har delvis fått en hög textur. Vägbankar framstår tydligt, och dessutom en bro som ingår i höjdmodellen.



## Kartering utifrån textur

En texturbild baserad på hela eller delar av ett punktmoln kan också användas för kartering av företeelser ovan markytan. Textur beräknad utifrån hela punktmolnet kan exempelvis ge en uppskattning av vegetationens höjd, och utgör dessutom ett möjligt underlag för vektorisering av vägar (mycket låg textur). En fördel med texturbilden är att den kan beräknas utan föregående markklassning av punktmolnet.



**Figur 10** Bilden visar terrängskuggning och textur inom ett fjällområde. Texturbilden är baserad på hela punktmolnet och blir djupare grön med ökad standardavvikelse. Bilden ger en god uppfattning om vegetationens utbredning inom området. Notera bil- respektive järnvägs överkant, samt därunder en kraftledning.

## Slutsats

I områden där markytan naturligt är slät framträder ofta eventuell vegetation i höjdmodellen tydligt i en texturbild. I kuperad terräng blir dock tolkningen av bilden svårare, eftersom markytan i dessa områden ofta har en naturligt kraftig

textur. Det samma gäller i av människan starkt påverkade områden, som ofta innehåller skarpa brytlinjer i form av vägbankar och liknande.

En texturbild måste alltså tolkas mot bakgrund av det aktuella områdets karaktär. Markytans textur ger då värdefull information om höjdmodellen, och kan i vissa fall varna användare för lokala kvalitetsbrister. En texturbild skulle exempelvis kunna kopplas till NNH som metadata. Det skulle minska risken för felaktiga analyser orsakade av lokala kvalitetsbrister i höjdmodellen.

## Referenser

- Aubrecht, C., Höfle, B., Hollaus, M., Köstl, M., Steinnocher, K. & Wagner, W. (2010). Vertical roughness mapping – ALS based classification of the vertical vegetation structure in forested areas. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XXXVIII, Part 7B. Wien.
- Gorte, B., Pfeifer, N. & Elberink, S. O. (2005). *Height texture of low vegetation in airborne laser scanner data and its potential for DTM correction*. ISPRS WG III/3, III/4, V/3 Workshop "Laser scanning 2005", Enschede, the Netherlands, September 12-14, 2005.
- Göpfert, J. & Heipke, C. (2006). Assessment of LiDAR DTM accuracy in coastal vegetated areas. *The International Archives Of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XXXVI, part 3. Bonn.
- Göpfert, J. & Soergel, U. (2007). Estimation of the LiDAR height offset in coastal vegetated areas. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XXXVI- 3/W52. Espoo.
- Hollaus, M. & Höfle, B. (2010). Terrain roughness parameters from full-waveform airborne LiDAR data. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XXXVIII, Part 7B. Wien.
- Hopkinson, C., Lim, K., Chasmer, L. E., Treitz, P., Creed, I. F. & Gynan, C. (2004). Wetland grass to plantation forest – estimating vegetation height from the standard deviation of LiDAR frequency distributions. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XXXVI-8/W2. Freiburg.
- Mundt, J. T., Streutker, D. R. & Glenn, N. F. (2006). Mapping sagebrush distribution using fusion of hyperspectral and LiDAR classifications. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 72, No. 1, January 2006. Bethesda, Maryland.
- Pfeifer, N., Gorte, B. & Elberink, O. (2004). Influences of vegetation on laser altimetry – analysis and correction approaches. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XXXVI-8/W2. Freiburg.

Ullrich, A., Studnicka, N., Hollaus, M., Briese, C., Wagner, W., Doneus, M. & Mücke, W. (2007). *Improvements in DTM generation by using full-waveform airborne laser scanning data*. 7Th International Conference On "Laser Scanning and Digital Aerial Photography. Today And Tomorrow", Moscow, Russia; 06.12.2007 - 07.12.2007.