

Bearbetning av Terrängmodell över Göta och Nordre Älv (SWEREF99TM RH2000)

Thomas Hedvall

2010-05-14



Dokumenttyp RAPPORT	Dokumentidentitet	Rev. nr.	Rapportdatum 2010-05-14	Uppdragsnummer 3054900
Författare Thomas Hedvall	Uppdragsnamn Bearbetning av Terrängmodell över Göta och Nordre Älv			
Beställare SGI	Granskad av Kjell Wester			
	Godkänd av Kjell Wester			
Delgivning		Antal sidor 9	Antal bilagor	

Bearbetning av Terrängmodell över Göta och Nordre Älv

SAMMANFATTNING

Denna rapport är ett tillägg och komplement till rapporterna:

- **”Terrängmodellering Göta Älv”** [Thomas Hedvall, Vattenfall Power Consultant AB, 2008-06-25]. Denna rapport togs fram inom uppdraget ”2412100 - BPU GÖTA ÄLV”.
- **”Rapport sjömätning Göta älv, Nordre älv. U304-0909”** [MMA Marin Miljöanalys, 2009-12-22]

Nedanstående rapport beskriver arbetet med att integrera de nya sjömätningarna i den ursprungliga terrängmodellen.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	3
1.1	Syfte	3
1.2	Bakgrund.....	3
2	ARBETSSÄTT/METODBESKRIVNING	4
3	RESULTAT/LEVERANS	8
4	KOMMENTARER.....	9

1 INLEDNING

1.1 Syfte

Vattenfall Power Consultant har på uppdrag av Statens geotekniska institut uppdaterat terrängmodellen över Göta Älv. Den ursprungliga terrängmodellen framställdes under 2006-2007 utifrån laserskanning, ekolodning och digitalisering av djupkartor i syfte att användas som ett underlag i arbetet med samordnad beredningsplanering för dammbrott i Göta Älv. Avsikten med att uppdatera den tidigare terrängmodellen över Göta Älv är att nya behov av topografiska analyser uppkommit.

1.2 Bakgrund

Under 2009 genomfördes nya sjömätningar i Göta Älv av MMA Marin Miljöanalys. Dessa sjömätningar gjordes med en högre upplösning och bredare skanning än tidigare mätningar. Grundare områden närmare strandkanten samt hela Nordre älv multibeam-ekolodades. Större delen av de tidigare sjömätningarna har ersatts med dessa nya mätningar. Däremot är tidigare laserskannade (markdelen) områden oförändrat.

2 ARBETSSÄTT/METODBESKRIVNING

Uppdateringen av terrängmodellen över Göta Älv gjordes från två datakällor, dels från den tidigare framtagna terrängmodellen och dels från Marin Miljöanalys nya sjömätningar.

Egenskaper för Vattenfalls terrängmodell:

- Medelavvikelse: +0,2m (landdelen)
- Koordinatsystem plan: **Rt90 2.5gV**
- Koordinatsystem höjd: **RH70**
- Levererad på DVD i: ESRI GRID 1m ruta, contour 1m och 5m
- Område: ca 300km² Göta- och Nordre Älv (*varav ca 170km² faller inom 1,5km buffer från SGI's delområden*)

Egenskaper för nya sjömätningar med multibeam-ekolodning:

- Noggrannhet: ca 0,1m (1 dm)
- Koordinatsystem plan: **SWEREF99TM**
- Koordinatsystem höjd: **RH2000**
- Levererad på USB-disk: ESRI GRID 1m ruta, contour 0,5 m
- Område: Hela Göta- och Nordre Älv

Arbetet med att uppdatera terrängmodellen kan beskrivas enligt följande steg:

1. Koordinattransformering:

Transformering från kartprojektion **Rt90 2.5gV 0:-15** med höjdsystem **RH70** till **SWEREF99TM** med höjdsystem **RH 2000**.

Transformeringen mellan koordinatsystemen i plan gjordes i ErdasImagine 9.1.

Omsamlingen skedde med en så kallad ”**Nearest Neighbor**” omsampling vilket innebär att pixeln i RT90 transformeras till närmsta pixel i SWEREF99. Denna omsamlingsmetod förändrar inte värdet på pixeln vid transformeringen.

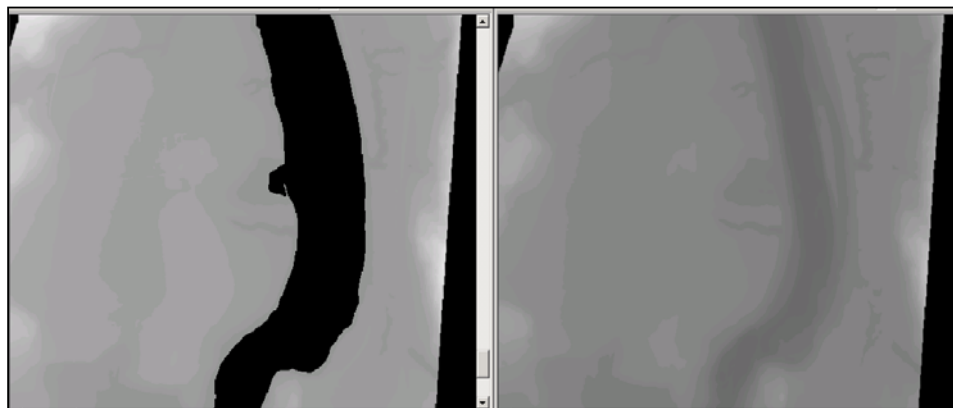
Medelavvikelsen som uppkommer i X och Y- led vid en

kartprojektionstransformering beror på de parametrar som används vid omräkningen.

Här användes de standardparametrar som finns i ErdasImagine så avvikelsen kan i detta fall betraktas som marginell.

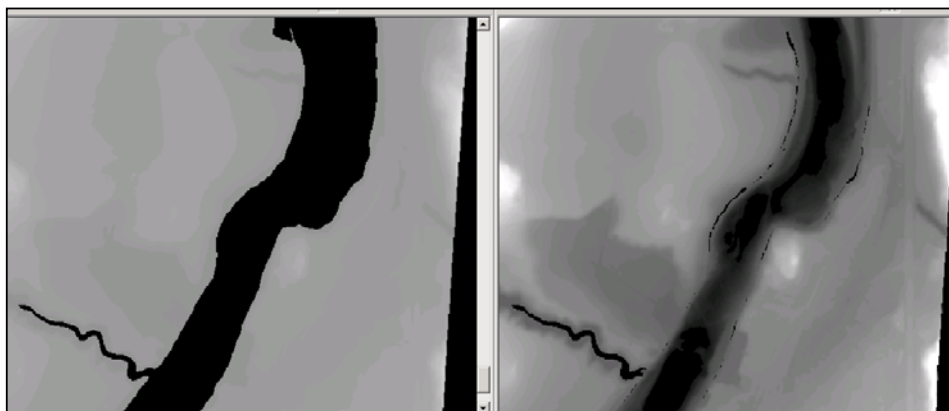
Höjdanpassningen från RH70 till RH2000 gjordes genom att läsa av geoidhöjderna inom ett antal slumpmässigt utvalda områden inom terrängmodellen och därefter beräkna medelvärdeskillnaden. Det högsta värdet var 0,119 m och det lägsta var på 0.095 m. Medelvärdet uppmättes till 0.11 meter och den transformerade terrängmodellen i SWEREF99 höjdes därför med 0.11 meter för att anpassas till RH2000.

2. Borttagning av "äldre" ekolodning och vatten i Vattenfalls terrängmodell:
Innan den nya ekolodningen integrerades i terrängmodellen avlägsnades tidigare ekolodningar samt kvarvarande vattenytor. Fastighetskartans strandlinje för vatten användes som vattenmask.



Figur 1. Ett utsnitt ur terrängmodellen där tidigare ekolodning utelämnats. Bilden till höger visar ursprunglig terrängmodell.

3. Integrering av nya ekolodsdata:
Nya ekolodsdata konverterades till ErdasImagine format med 1 meters gridupplösning och sammanfogades därefter med terrängmodellen. Här användes också "**Nearest Neighbor**" som samplingsmetod för att inte förändra pixelvärdena i ekolodningen. Vattenområden som inte ekolodats sattes till "no data".



Figur 2. Terrängmodellen innan och efter sammanfogning med nya ekolodsdata.

4. Interpolering av data:

Områden i vatten som inte täcktes in av den nya ekolodningen interpolerades ett och ett genom avståndsviktad medelvärdesinterpolering enligt:

$$z(x_p) = \frac{\sum_{i=1}^n z(x_i) \cdot \frac{1}{d^k}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d^k}}$$

där

$z(x_p)$ är det interpolerade värdet

n är antalet punkter

$z(x_i)$ är värdet för punkt i

d är avståndet från den skattade punkten i till grannpunkten p

k är en viktningsexponent

Avståndsviktad medelvärdesinterpolering är en lämplig metod då antalet närliggande mätpunkter är många. Metoden har använts av Vattenfall PowerConsultant i ett flertal projekt där höjdmodellgenerering varit aktuellt.

Ett fåtal större områden längs Göta Älv ekolodades inte under 2009. Där nyttjades istället data från de tidigare mätningarna. Masker som i detalj visar områdenas utbredning finns sparade i ArgGis geodatabas format. De två största av dessa områden är vid Trollhättan och östra delen av Göteborgs hamn.



Figur 3. Områden vid Trollhättan där data från tidigare mätningar använts.

5. Filtrering av data:

För att utjämna och eliminera synliga övergångar mellan interpolerade och övriga områden filtrerades terrängmodellen med ett 5*5 medelvärdesfilter.

Efter diskussion med kund framställdes även den nya terrängmodellen utan filtrering, dvs. MMA's originaldata användes ofiltrerat. Landdelen i den terrängmodellen är dock från början filtrerat med ett 5*5 filter. Filtret beräknar medelvärdet inom ett 5*5 pixlar stort filterfönster.

3	4	5	4	3						
4	5	3	5	3						
5	4	3	4	5					4	
3	4	4	4	4						
5	3	5	3	5						

Figur 4. Medelvärdesfiltrering. Medelvärdet inom ett 5*5 filterfönster ersätter ursprungligt värde.

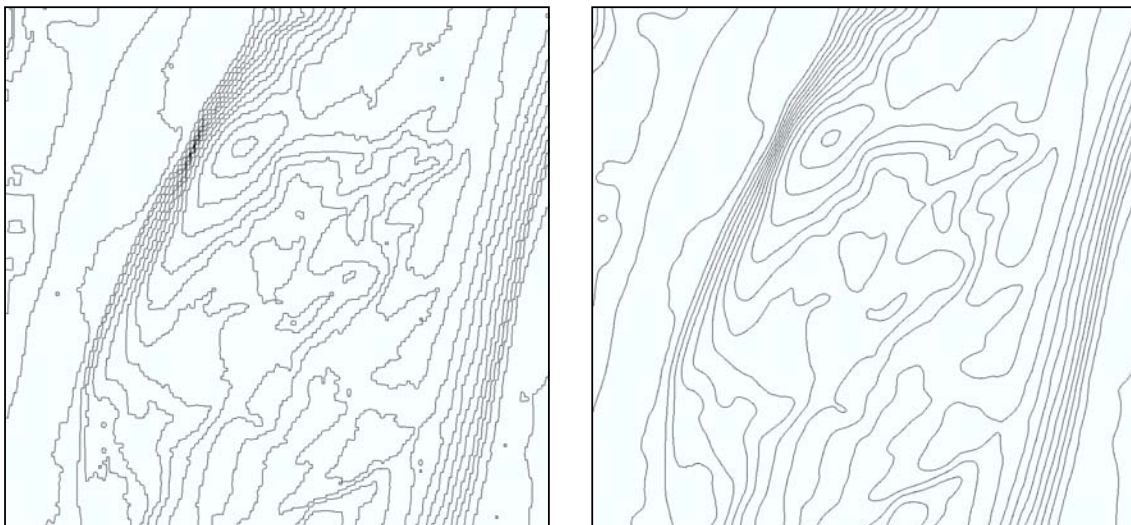
Filtreringen gjordes från början för att terrängmodellen bättre skulle fungera tillsammans med de programvaror som användes till den hydrauliska modelleringen inom BPU GÖTA ÄLV projektet.

6. Konvertering av data:

Den nya terrängmodellen skapades i Erdas Imagine img-format. Därifrån exporterades den till ArcGIS File Geodatabas (GDB). Det togs fram två versioner av geodatabasen, en där gridupplösningen är på 1m och en där upplösningen är på 4 meter.

7. Generering av höjdkurvor:

5 meter respektive 1 meters höjdkurvor genererades utifrån den filtrerade terrängmodellen. Kurvorna blir mjukare och datamässigt bättre hanterbara när de skapas från filtrerade griddata.



Figur 4. Höjdkurvor genererade på icke filtrerad respektive filtrerad terrängmodell.

3 RESULTAT/LEVERANS

Resultatet av terrängmodelleringen är en utifrån nya sjömätningar uppdaterad terrängmodell över Göta Älv. Området sträcker sig från Vänersborg i södra Vänern till Göta Älvs utlopp i väster. Nordre älv omfattas också av terrängmodellens utbredning.

Tabellen nedan redovisar vilka data som tagits fram inom uppdraget. Samtliga data ligger i SWEREF99 TM-RH 2000.

	Data	Format	Upplösning	Uppdelning
1	Ursprunglig terrängmodell	ArcGis Geodatabas	2.5 m Grid	1 fil över hela området
2	Ny Terrängmodell	ArcGis Geodatabas	1 m Grid	6 filer icke överlappande
3	Ny Terrängmodell	ArcGis Geodatabas	4 m Grid	1 fil över hela området
4	Mask över interpolerade områden ¹	ArcGis Geodatabas		1 fil över hela området
5	Höjdkurvor	ArcGis Geodatabas	1 m ekvidistans	3 filer icke överlappande
6	Höjdkurvor	ArcGis Geodatabas	5 m ekvidistans	3 filer icke överlappande

¹ SGI tillverkade en heltäckande mask "dem_source.shp" med följande fyra attribut i fältet "interpol":

- COWI
- MMA
- Interpolerat (ingår i VPC's mask enligt ovan)
- Data från tidigare terrängmodell (ingår i VPC's mask enligt ovan)

4 KOMMENTARER

För mer information kring processeringar och kvalitetskontroll av originaldata hänvisas till följande företag och rapporter:

- **”Kvalitetskontroll laserskanning – Göta- och Nordre älvs dalgångar”**. [Mats Nyborg, Vattenfall Power Consultant AB, 2006-11-16].
- **”Terrängmodellering Göta Älv”** [Thomas Hedvall, Vattenfall Power Consultant AB, 2008-06-25]. Denna rapport togs fram inom uppdraget ”2412100 - BPU GÖTA ÄLV”.
- **”Rapport sjömätning Göta älv, Nordre älv. U304-0909”** [MMA Marin Miljöanalys, 2009-12-22].