



Gentle GIS Introduction

QGIS Project

aug. 16, 2025

1	Inledning	3
1.1	Ett ord från redaktören	4
2	GIS-introduktion	5
2.1	Översikt	5
2.2	Mer om GIS	6
2.3	Vad är GIS-programvara / en GIS-applikation?	7
2.4	Skaffa en GIS-applikation till dina egen datorer	11
2.5	GIS-data	11
2.6	Vad har vi lärt oss?	13
2.7	Nu får du försöka!	13
2.8	Något att tänka på	13
2.9	Ytterligare läsning	14
2.10	Vad kommer härnäst?	14
3	Vektordata	15
3.1	Översikt	15
3.2	Punktfunktioner i detalj	19
3.3	Polylinjefunktioner i detalj	19
3.4	Polygonfunktioner i detalj	20
3.5	Vektordata i lager	20
3.6	Redigera vektordata	20
3.7	Skal- och vektordata	20
3.8	Symbologi	21
3.9	Vad kan vi göra med vektordata i ett GIS?	23
3.10	Vanliga problem med vektordata	23
3.11	Vad har vi lärt oss?	24
3.12	Nu får du försöka!	25
3.13	Något att tänka på	26
3.14	Ytterligare läsning	26
3.15	Vad kommer härnäst?	26
4	Vektorattributdata	27
4.1	Översikt	27
4.2	Attribut i detalj	30
4.3	Enstaka symboler	31
4.4	Graderade symboler	32
4.5	Kontinuerliga färgsymboler	33
4.6	Unika värdesymboler	35
4.7	Saker att vara uppmärksam på	37
4.8	Vad har vi lärt oss?	37

4.9	Nu får du försöka!	37
4.10	Något att tänka på	38
4.11	Ytterligare läsning	38
4.12	Vad kommer härnäst?	38
5	Datainsamling	39
5.1	Översikt	39
5.2	Hur lagras digitala GIS-data?	39
5.3	Planering innan du börjar	40
5.3.1	Exempel 1: Skapa en turistkarta	40
5.3.2	Exempel 2: Skapa en karta över föroreningsnivåer längs en flod	41
5.4	Skapa en tom shapefil	41
5.5	Lägga till data i din shapefil	43
5.6	Heads-up digitalisering	45
5.7	Digitalisering med hjälp av ett digitaliseringsbord	45
5.8	Efter att dina drag har digitaliserats...	46
5.9	Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på	46
5.10	Vad har vi lärt oss?	47
5.11	Nu får du försöka!	47
5.12	Något att tänka på	47
5.13	Ytterligare läsning	48
5.14	Vad kommer härnäst?	48
6	Rasterdata	49
6.1	Översikt	49
6.2	Rasterdata i detalj	50
6.3	Georeferenser	51
6.4	Källor till rasterdata	52
6.5	Spatial upplösning	52
6.6	Spektral upplösning	54
6.7	Konvertering av raster till vektor	54
6.8	Konvertering av vektor till raster	54
6.9	Rasteranalys	55
6.10	Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på	55
6.11	Vad har vi lärt oss?	55
6.12	Nu får du försöka!	55
6.13	Något att tänka på	56
6.14	Ytterligare läsning	56
6.15	Vad kommer härnäst?	56
7	Topologi	57
7.1	Översikt	57
7.2	Fel i topologin	58
7.3	Regler för topologi	59
7.4	Topologiska verktyg	59
7.5	Avstånd för snäppning	59
7.6	Sökradie	60
7.7	Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på	60
7.8	Vad har vi lärt oss?	60
7.9	Nu får du försöka!	61
7.10	Något att tänka på	61
7.11	Ytterligare läsning	61
7.12	Vad kommer härnäst?	61
8	Koordinatreferenssystem	63
8.1	Översikt	63
8.2	Kartprojektion i detalj	63
8.3	Kartprojektionernas tre familjer	64
8.4	Kartprojektioners noggrannhet	64

8.4.1	Kartprojektioner med vinkelkonformitet	65
8.4.2	Kartprojektioner med lika avstånd	66
8.4.3	Projektioner med lika stora ytor	67
8.5	Koordinatreferenssystem (CRS) i detalj	68
8.5.1	Geografiska koordinatsystem	68
8.5.2	Projicerat koordinatsystem	69
8.6	Universal Transverse Mercator (UTM) CRS i detalj	69
8.6.1	Värdet för nordlig riktning (Y)	71
8.6.2	Värde för östlig riktning (X)	71
8.7	On-the-Fly-projektion	71
8.8	Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på	71
8.9	Vad har vi lärt oss?	71
8.10	Nu får du försöka!	72
8.11	Något att tänka på	72
8.12	Ytterligare läsning	72
8.13	Vad kommer härnäst?	73
9	Kartproduktion	75
9.1	Översikt	75
9.2	Titel i detalj	76
9.3	Karta Gräns i detalj	76
9.4	Kartförklaring i detalj	76
9.5	Nordpilen i detalj	77
9.6	Skala i detalj	77
9.7	Acknowledgment i detalj	78
9.8	Graticule i detalj	78
9.9	Kartprojektionens namn i detalj	79
9.10	Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på	79
9.11	Vad har vi lärt oss?	79
9.12	Nu får du försöka!	80
9.13	Något att tänka på	80
9.14	Ytterligare läsning	80
9.15	Vad kommer härnäst?	80
10	Spatial vektoranalys (buffertar)	81
10.1	Översikt	81
10.2	Buffring i detalj	81
10.3	Variationer i buffring	84
10.3.1	Flera buffertzoner	84
10.3.2	Buffring med intakta eller upplösta gränser	85
10.3.3	Buffring utåt och inåt	85
10.4	Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på	86
10.5	Fler verktyg för spatial analys	86
10.6	Vad har vi lärt oss?	86
10.7	Nu får du försöka!	87
10.8	Något att tänka på	87
10.9	Ytterligare läsning	87
10.10	Vad kommer härnäst?	88
11	Spatial analys (interpolation)	89
11.1	Översikt	89
11.2	Spatial interpolation i detalj	89
11.3	Invers distansviktad (IDW)	90
11.4	Triangulerat oregelbundet nätverk (TIN)	91
11.5	Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på	92
11.6	Andra interpoleringsmetoder	92
11.7	Vad har vi lärt oss?	93
11.8	Nu får du försöka!	93
11.9	Något att tänka på	93

11.10 Ytterligare läsning	93
11.11 Vad kommer härnäst?	94
12 Om författarna och de medverkande	95
13 GNU Free Documentation License	99

KAPITEL 1

Inledning

En lätt introduktion till GIS

Levereras med QGIS, en GIS-applikation med fri programvara och öppen källkod för alla.



T. Sutton, O. Dassau, M. Sutton

Sponsrad av: Chefsdirektorat: Spatial Planning & Information, Department of Land Affairs, Eastern Cape, Sydafrika.



I samarbete med: Spatial Information Management Unit, Office of the Premier, Östra Kapprovinsen, Sydafrika.



Province of the
EASTERN CAPE
OFFICE OF THE PREMIER

Copyright (c) 2009 Chefsdirektorat: Spatial Planning & Information, Department of Land Affairs, Eastern Cape.

Tillstånd ges att kopiera, distribuera och/eller modifiera detta dokument enligt villkoren i GNU Free Documentation License, version 1.2 eller någon senare version publicerad av Free Software Foundation; utan invarianta sektioner, utan texter på framsidan och utan texter på baksidan.

En kopia av licensen ingår i avsnittet *GNU Free Documentation License*.

Ovanstående upphovsrättsmeddelande omfattar inte QGIS användarmanual som kan bifogas detta dokument. Se QGIS-manualerna för ytterligare information om upphovsrätt och licenser.

1.1 Ett ord från redaktören

Detta projekt sponsrades av Chief Directorate: Spatial Planning & Information, Department of Land Affairs (DLA), Eastern Cape, i samarbete med Spatial Information Management Unit, Office of the Premier, Eastern Cape, Sydafrika.

GIS blir ett allt viktigare verktyg inom miljöförvaltning, detaljhandel, militär, polis, turism och många andra områden i vårt dagliga liv. Om du använder en dator eller mobiltelefon har du förmodligen redan använt ett GIS i någon form utan att ens vara medveten om det. Kanske var det en karta på en webbplats, Google Earth, en informationskiosk eller din mobiltelefon som berättade var du befinner dig. Det finns proprietär GIS-programvara (programvara som inte kan delas eller ändras fritt) som låter dig göra allt vi beskriver i de här kalkylbladen och mycket mer. Denna programvara är dock vanligtvis mycket dyr eller begränsar på annat sätt din frihet att kopiera, dela och modifiera programvaran. GIS-leverantörer gör ibland ett undantag för utbildningsaktiviteter och tillhandahåller billigare eller gratis kopior av sin programvara. De gör detta i vetskap om att om lärare och elever lär känna deras programvara kommer de att vara ovilliga att lära sig andra paket. När eleverna lämnar skolan kommer de att gå ut på arbetsplatsen och köpa den kommersiella programvaran, utan att veta att det finns gratisalternativ som de skulle kunna använda.

Med QGIS erbjuder vi ett alternativ — programvara som är kostnadsfri och fri i social bemärkelse. Du kan göra så många kopior som du vill. När eleverna en dag lämnar skolan kan de använda den här programvaran för att utveckla sina färdigheter, lösa problem på jobbet och göra världen till en bättre plats.

När du köper kommersiell programvara begränsar du dina valmöjligheter för framtiden. Genom att lära dig, använda och dela med dig av fri programvara och programvara med öppen källkod bygger du upp dina egna färdigheter, frigör pengar som kan användas till viktiga saker som mat och husrum och stärker vår egen ekonomi.

Genom att sponsra skapandet av denna resurs har DLA skapat en grund som unga sinnen kan exponeras för. Spännande möjligheter ligger framför oss när principerna om fri delning av kunskap och data anammas. För detta vill vi framföra vårt hjärtliga tack till DLA!

Vi hoppas att du får glädje av att använda och lära dig QGIS i Ubuntus anda!



Tim Sutton, April 2009



Mål: Förståelse för GIS och vad det kan användas till.
Nyckelord: GIS, Dator, Kartor, Data, Informationssystem, Spatial, Analys

2.1 Översikt

Precis som vi använder en ordbehandlare för att skriva dokument och hantera ord på en dator, kan vi använda ett **GIS-program** för att hantera **spatial information** på en dator. GIS står för '**Geografiskt Informationssystem**'.

Ett GIS består av:

- **Digital Data** — den geografiska information som du kommer att se och analysera med hjälp av datorutrustning och programvara.
- **Computer Hardware** — Datorer som används för att lagra data, visa grafik och bearbeta data.
- **Computer Software** — datorprogram som körs på datorns hårdvara och som gör att du kan arbeta med digitala data. En programvara som utgör en del av GIS kallas GIS-applikation.

Med ett GIS-program kan du öppna digitala kartor på din dator, skapa ny spatial information att lägga till på en karta, skapa tryckta kartor som är anpassade efter dina behov och utföra spatial analys.

Låt oss titta på ett litet exempel på hur GIS kan vara användbart. Tänk dig att du är sjukvårdspersonal och att du antecknar datum och bostadsort för varje patient som du behandlar.

Longitud	Latitud	Sjukdom	Datum
26.870436	-31.909519	Påssjuka	13/12/2008
26.868682	-31.909259	Påssjuka	24/12/2008
26.867707	-31.910494	Påssjuka	22/01/2009
26.854908	-31.920759	Mässling	11/01/2009
26.855817	-31.921929	Mässling	26/01/2009
26.852764	-31.921929	Mässling	10/02/2009
26.854778	-31.925112	Mässling	22/02/2009
26.869072	-31.911988	Påssjuka	02/02/2009
26.863354	-31.916406	Vattkoppor	26/02/2009

Om du tittar på tabellen ovan ser du snabbt att det var många fall av mässling i januari och februari. Vår sjukvårdspersonal registrerade var varje patient bodde genom att notera latitud och longitud i tabellen. Genom att använda dessa data i en GIS-applikation kan vi snabbt förstå mycket mer om sjukdomsmönstren:

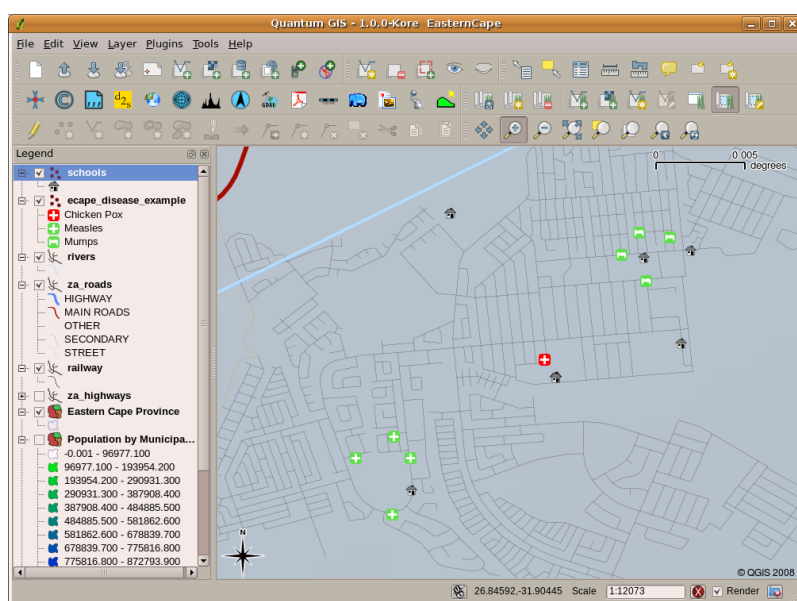


Fig. 2.1: Exempel som visar sjukdomsregister i en GIS-applikation. Det är lätt att se att alla patienter med påssjuka bor nära varandra.

2.2 Mer om GIS

GIS är ett relativt nytt område — det startade på 1970-talet. Förr var datoriserade GIS endast tillgängliga för företag och universitet som hade dyrbar datorutrustning. Numera kan alla som har en persondator eller bärbar dator använda GIS-programvara. Med tiden har GIS-applikationer också blivit enklare att använda — tidigare krävdes det mycket utbildning för att använda en GIS-applikation, men nu är det mycket enklare att komma igång med GIS även för amatörer och tillfälliga användare. Som vi beskrev ovan är GIS mer än bara programvara, det handlar om alla aspekter av hantering och användning av digitala geografiska data. I de handledningar som följer kommer vi att fokusera på GIS-programvara.

2.3 Vad är GIS-programvara / en GIS-applikation?

Du kan se ett exempel på hur en **GIS-applikation** ser ut [Fig. 2.1](#). GIS-applikationer är normalt program med ett grafiskt användargränssnitt som kan manipuleras med mus och tangentbord. Programmet har **menyer** längst upp i fönstret (*Project, Edit, etc.*) som, när man klickar på dem med musen, visar en panel med **åtgärder**. Med hjälp av dessa åtgärder kan du tala om för GIS-programmet vad du vill göra. Du kan t.ex. använda menyerna för att tala om för GIS-programmet att det ska lägga till ett nytt lager i visningen.

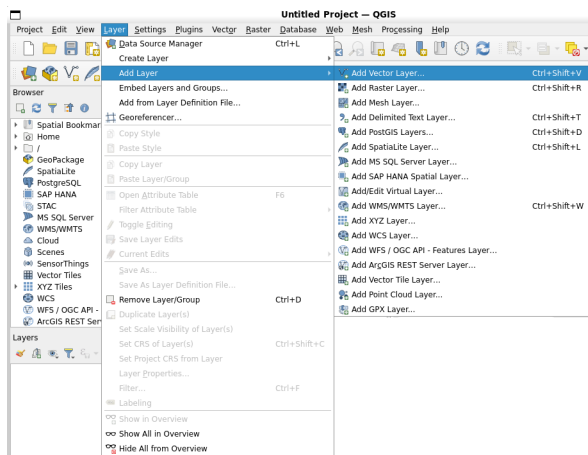


Fig. 2.2: När du klickar på applikationsmenyerna med musen expanderar de och visar en lista över åtgärder som kan utföras.

Verktygsfält (rader av små bilder som kan klickas med musen) sitter normalt precis under menyerna och ger ett snabbare sätt att använda ofta förekommande åtgärder.

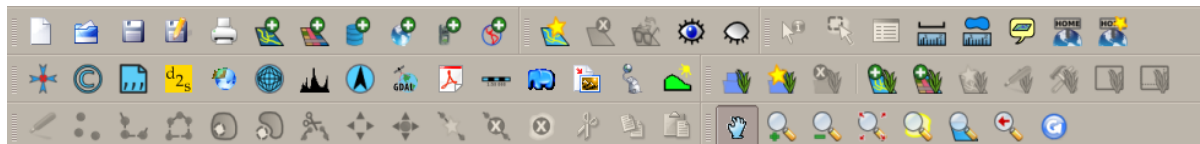


Fig. 2.3: Verktygsfält ger snabb åtkomst till funktioner som används ofta. Om du håller musen över en bild får du oftast veta vad som händer när du klickar på den.

En vanlig funktion i GIS-applikationer är att visa **kartlager**. Kartlagren lagras som filer på en disk eller som poster i en databas. Normalt representerar varje kartlager något i den verkliga världen — ett väglager innehåller t.ex. data om gatunätet.

När du öppnar ett lager i GIS-programmet visas det i **kartvyn**. Kartvyn visar en grafik som representerar ditt lager. När du lägger till mer än ett lager i en kartvy överlagras lagren ovanpå varandra. Titta på figurerna [Fig. 2.4](#), [Fig. 2.5](#), [Fig. 2.6](#) och [Fig. 2.7](#) för att se en kartvy som har flera lager som läggs till. En viktig funktion i kartvyn är att du kan zooma in för att förstora, zooma ut för att se ett större område och flytta runt (panorera) i kartan.

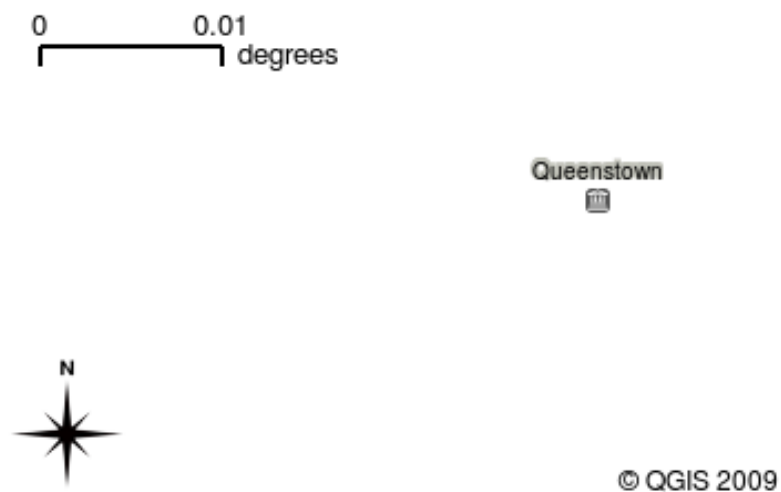


Fig. 2.4: En kartvy med flera lager som läggs till i den. Ett stadslager läggs till i kartvyn.

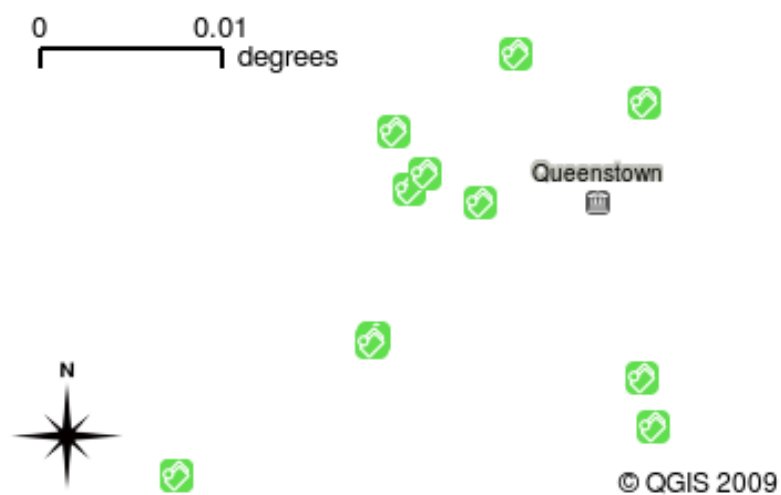


Fig. 2.5: En kartvy med flera lager som läggs till i den. Ett lager med skolor läggs till i kartvyn

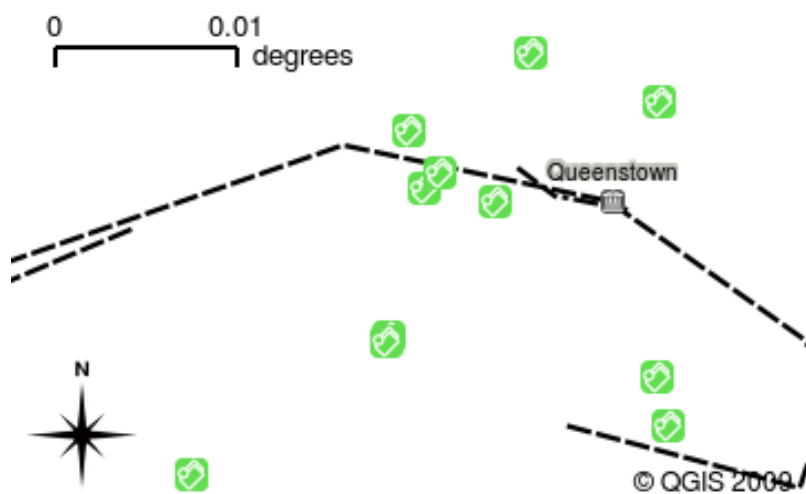


Fig. 2.6: En kartvy med flera lager som läggs till i den. Ett järnvägslager läggs till i kartvyn

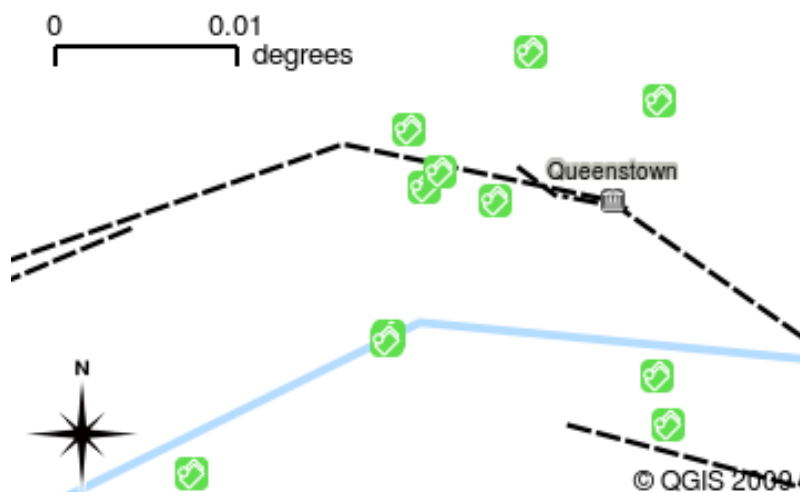


Fig. 2.7: En kartvy med flera lager som läggs till i den. Ett flodlager läggs till i kartvyn

En annan vanlig funktion i GIS-applikationer är **kartlegenden**. Kartlegenden innehåller en lista över de lager som har laddats i GIS-applikationen. Till skillnad från en kartförklaring i pappersformat kan man i GIS-applikationens kartförklaring eller "lagerlista" ändra ordning, dölja, visa och gruppera lager. Du ändrar ordningen på lagren genom att klicka på ett lager i teckenförklaringen, hålla musknappen nedtryckt och sedan dra lagret till en ny position. I figurerna Fig. 2.9 och Fig. 2.10 visas kartlegenden som området till vänster om GIS-applikationsfönstret. Genom att ändra lagerordningen kan man justera hur lagren ritas — i det här fallet så att floderna ritas under vägarna i stället för över dem.

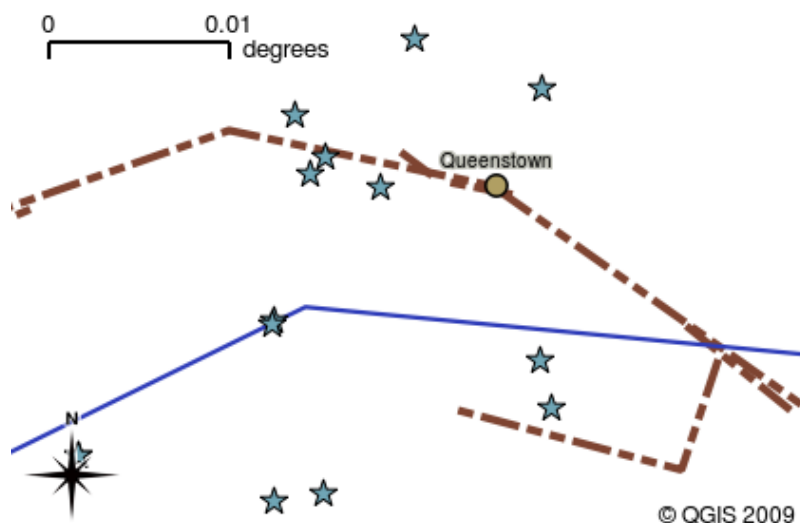


Fig. 2.8: Med GIS Software kan du enkelt ändra symbologi - hur informationen visas.

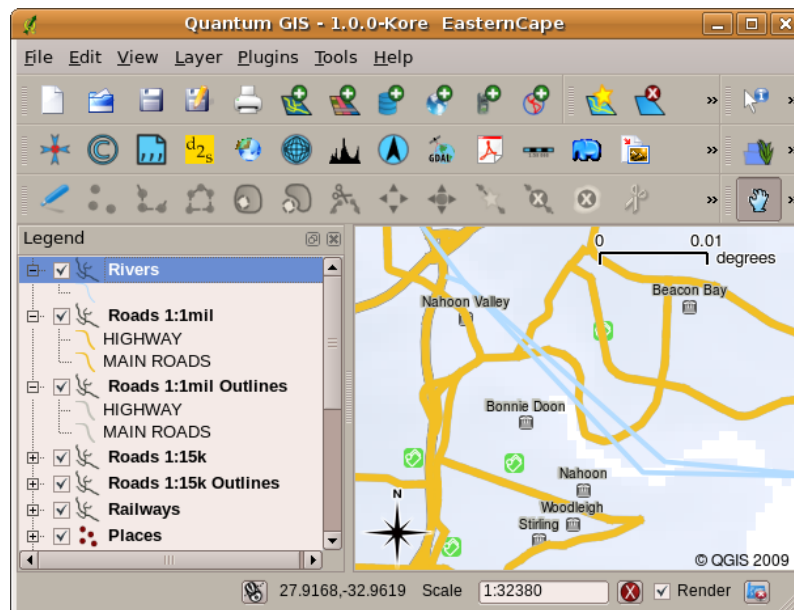


Fig. 2.9: Om du ändrar lagerordningen kan du justera hur lagren ritas. Innan du ändrar lagerordningen ritas floder ovanpå vägar

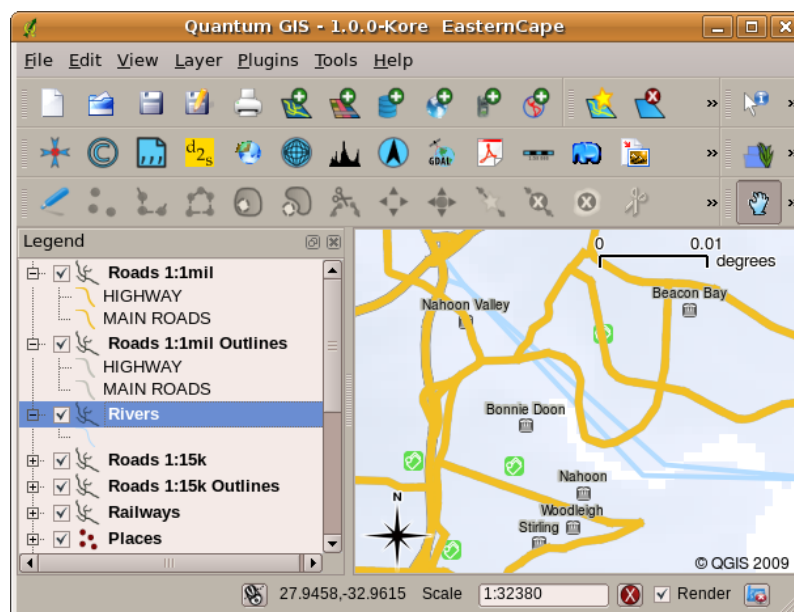


Fig. 2.10: Om du ändrar lagerordningen kan du justera hur lagren ritas. När du har ändrat lagerordningen ritas floder under vägar

2.4 Skaffa en GIS-applikation till dina egen datorer

Det finns många olika GIS-applikationer tillgängliga. Vissa har många sofistikerade funktioner och kostar tiotusentals rand för varje exemplar. I andra fall kan du få en GIS-applikation gratis. Vilken GIS-applikation du ska använda är en fråga om hur mycket pengar du har råd med och personliga preferenser. I den här handledningen kommer vi att använda QGIS Application. QGIS är helt gratis och du kan kopiera det och dela det med dina vänner hur mycket du vill. Om du har fått den här handledningen i tryckt form bör du ha fått en kopia av QGIS tillsammans med den. Om inte, kan du alltid besöka <https://www.qgis.org/> för att ladda ner en gratis kopia om du har tillgång till Internet.

2.5 GIS-data

Nu när vi vet vad ett GIS är och vad en GIS-applikation kan göra, ska vi prata om **GIS-data**. Data är ett annat ord för **information**. Den information som vi använder i ett GIS har normalt en geografisk aspekt. Tänk på vårt exempel ovan, om sjukvårdspersonalen. Hon skapade en tabell för att registrera sjukdomar som såg ut så här:

Longitud	Latitud	Sjukdom	Datum
26.870436	-31.909519	Påssjuka	13/12/2008

Kolumnerna för longitud och latitud innehåller **geografiska data**. Kolumnerna för sjukdom och datum innehåller **icke-geografiska data**.

En gemensam egenskap för GIS är att de gör det möjligt att associera information (icke-geografiska data) med platser (geografiska data). I själva verket kan GIS-applikationen lagra många informationsbitar som är associerade med varje plats — något som papperskartor inte är särskilt bra på. Vår vårdpersonal kan t.ex. lagra personens ålder och kön i sin tabell. När GIS-applikationen ritar lagret kan du säga till den att rita lagret baserat på kön, eller baserat på sjukdomstyp, och så vidare. Så med en GIS-applikation har vi ett sätt att enkelt ändra utseendet på de kartor vi skapade baserat på de icke-geografiska data som är associerade med platser.

GIS-system arbetar med många olika typer av data. **Vektordata** lagras som en serie av koordinatpar av typen "X, Y" i datorns minne. Vektordata används för att representera punkter, linjer och områden. Illustration Fig. 2.11 visar olika typer av vektordata som visas i en GIS-applikation. I de handledningar som följer kommer vi att utforska vektordata mer i detalj.

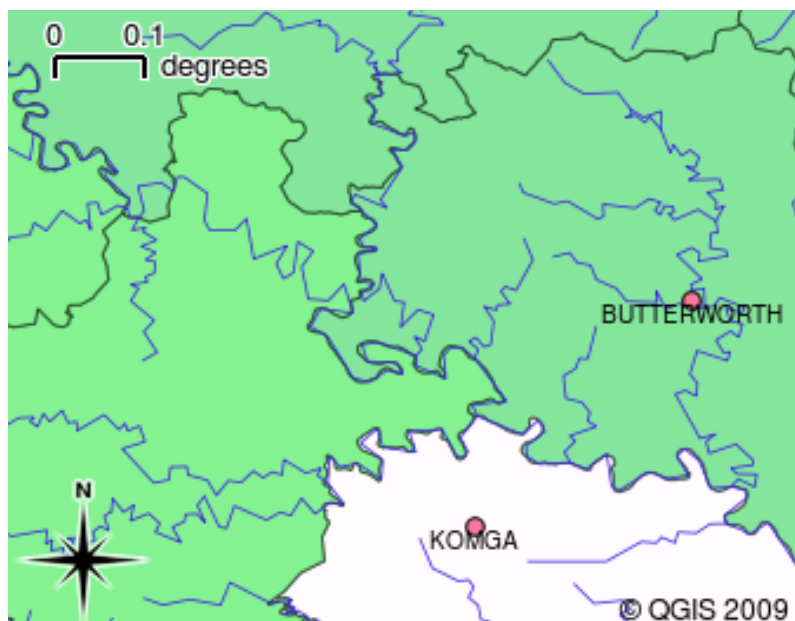


Fig. 2.11: Vektordata används för att representera punkter (t.ex. städer), linjer (t.ex. floder) och polygoner (t.ex. kommungränser).

Rasterdata lagras som ett rutnät av värden. Det finns många satelliter som cirklar runt jorden och de fotografier de tar är ett slags rasterdata som kan visas i ett GIS. En viktig skillnad mellan raster- och vektordata är att om du zoomar in för mycket på en rasterbild kommer den att se "blockig" ut (se illustrationerna [Fig. 2.12](#) och [Fig. 2.13](#)). I själva verket är dessa block de enskilda cellerna i det datanät som utgör rasterbilden. Vi kommer att titta på rasterdata mer i detalj i senare handledningar.



Fig. 2.12: Rasterdata är ofta bilder tagna av satelliter. Här kan vi se berg i Östra Kapprovinsen.



Fig. 2.13: Samma rasterdata, men den här gången inzoomad. Datans rutnätskaraktär syns tydligt.

2.6 Vad har vi lärt oss?

Låt oss sammanfatta vad vi behandlat i det här arbetsbladet:

- Ett **GIS** är ett system bestående av datorhårdvara, datorprogramvara och geografiska data.
- En **GIS-applikation** gör att du kan visa geografiska data och är en viktig del av GIS.
- En GIS-applikation består normalt av ett **menyfält**, **verktygsfält**, en **kartvy** och en **förklaring**.
- **Vektor**- och **raster**-data är geografiska data som används i en GIS-applikation.
- **Geografiska** data kan ha associerade **icke-geografiska** data.

2.7 Nu får du försöka!

Här är några idéer som du kan prova med dina elever:

- **Geografi:** Beskriv begreppet GIS för dina elever enligt beskrivningen i den här handledningen. Be dem att försöka komma på tre anledningar till varför det kan vara praktiskt att använda ett GIS istället för papperskartor. Här är några som vi kan tänka på:
 - GIS-applikationer gör att du kan skapa många olika typer av kartor från samma data.
 - GIS är ett utmärkt visualiseringsverktyg som kan visa dig saker om dina data och hur de är relaterade i rummet (t.ex. de sjukdomsutbrott vi såg tidigare).
 - Papperskartor måste arkiveras och är tidskrävande att titta på. GIS kan lagra en mycket stor mängd kartdata och gör det snabbt och enkelt att hitta en plats som du är intresserad av.
- **Geografi:** Kan du och dina elever komma på hur rasterdata från satelliter kan vara användbara? Här är några idéer som vi hade:
 - Vid naturkatastrofer kan rasterdata vara användbara för att visa var de drabbade områdena finns. En satellitbild som nyligen tagits under en översvämning kan till exempel hjälpa till att visa var människor kan behöva räddas.
 - Ibland gör människor dåliga saker med miljön, som att dumpa farliga kemikalier som dödar växter och djur. Att använda rasterdata från satelliter kan hjälpa oss att övervaka den här typen av problem.
 - Stadsplanerare kan använda rasterdata från satelliter för att se var det finns informella bosättningar och för att planera infrastruktur.

2.8 Något att tänka på

Om du inte har tillgång till en dator kan många av de ämnen vi tar upp i den här handledningen återges med hjälp av en overhead och genomskinlighet eftersom samma teknik används för att lägga information i lager. För att förstå GIS på rätt sätt är det dock alltid bättre att lära sig det med hjälp av en dator.

2.9 Ytterligare läsning

Bok: Desktop GIS: Kartläggning av planeten med verktyg för öppen källkod. **Författare:** Gary Sherman. **ISBN:** 9781934356067

QGIS User Guide innehåller också mer detaljerad information om hur du arbetar med QGIS.

2.10 Vad kommer härnäst?

I de avsnitt som följer kommer vi att gå in mer i detalj och visa dig hur du använder en GIS-applikation. Alla handledningar kommer att göras med hjälp av QGIS. Härnäst ska vi titta på vektorer!



Mål: Förståelse för vektordatamodeller som används i GIS.

Nyckelord: Vektor, punkt, polylinje, polygon, vertex, geometri, skala, datakvalitet, symbologi, datakällor

3.1 Översikt

** Vektordata** är ett sätt att representera verkliga **funktioner** i GIS-miljön. En funktion är något som du kan se i landskapet. Föreställ dig att du står på toppen av en kulle. När du tittar nedåt kan du se hus, vägar, träd, floder och så vidare (se [Fig. 3.1](#)). Var och en av dessa saker skulle vara en **feature** när vi representerar dem i en GIS-applikation. Vektorobjekt har **attribut**, som består av text eller numerisk information som **beskriver** objekten.



Fig. 3.1: När du tittar på ett landskap kan du se huvuddragen, t.ex. vägar, hus och träd.

En vektorfunktion har sin form representerad med hjälp av **geometri**. Geometrin består av en eller flera sammankopplade **vertices**. En vertex beskriver en position i rummet med hjälp av en **X**-, **Y**- och eventuellt **Z**-axel.

Geometrier som har vertex med en Z-axel kallas ofta **2,5D** eftersom de beskriver höjd eller djup vid varje vertex, men inte både och.

När en funktions geometri består av endast en enda vertex kallas den en **punkt**-funktion (se illustration Fig. 3.2). Om geometrin består av två eller flera hörn och det första och sista hörnet inte är lika, bildas en **polyline**-funktion (se illustration Fig. 3.3). Om det finns tre eller fler hörn och det sista hörnet är lika med det första, bildas en sluten **polygon** (se illustration Fig. 3.4).

Vector Point Feature

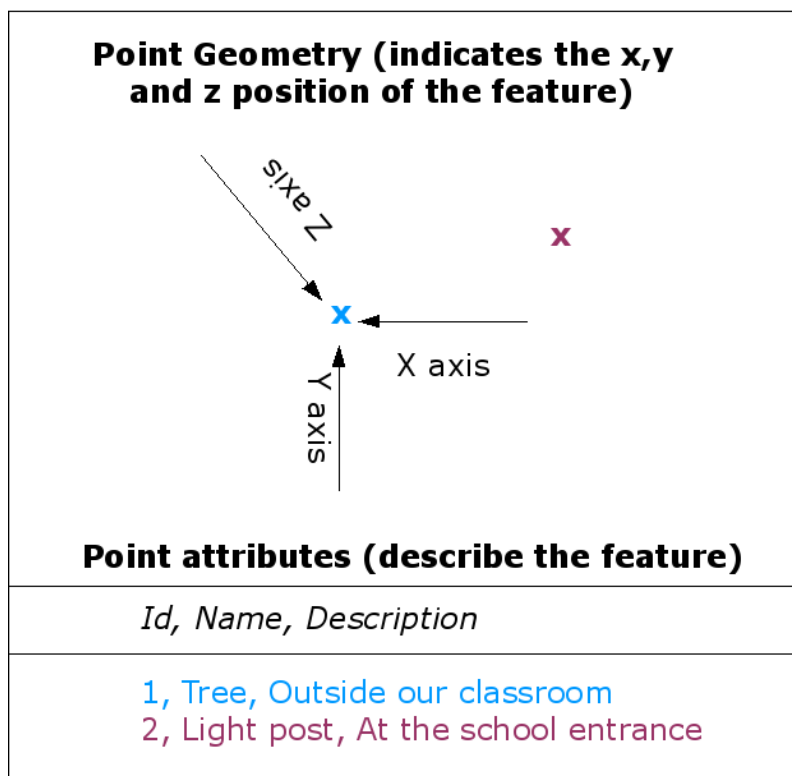


Fig. 3.2: En punkt beskrivs av dess X-, Y- och eventuellt Z-koordinat. Punktattributen beskriver punkten, t.ex. om det är ett träd eller en lyktstolpe.

Vector Polyline Feature

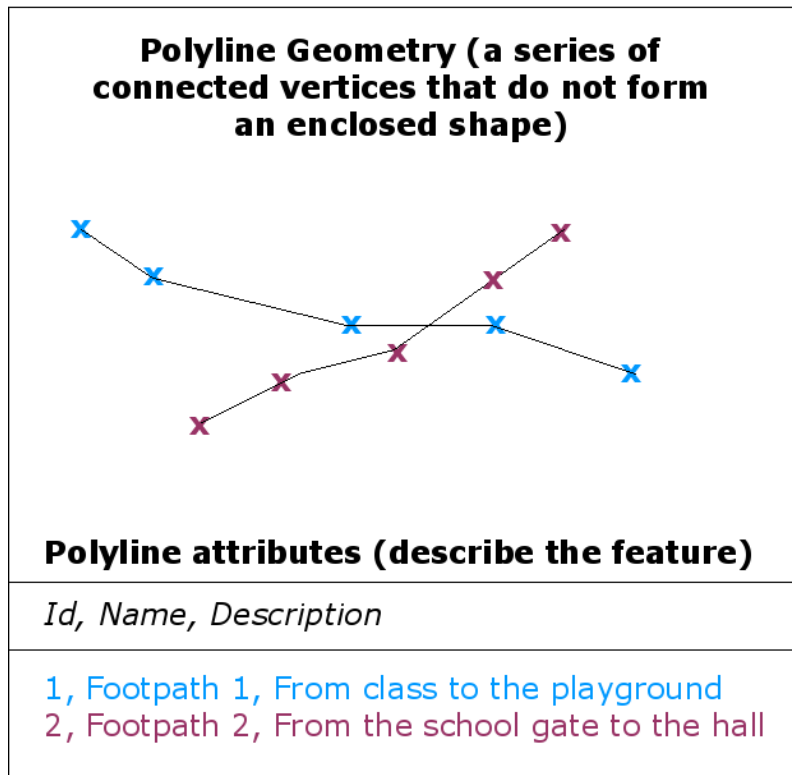


Fig. 3.3: En polylinje är en sekvens av sammanfogade hörnpunkter. Varje hörnpunkt har en X-, Y- (och eventuellt Z-) koordinat. Attribut beskriver polylinjen.

Vector Polygon Feature

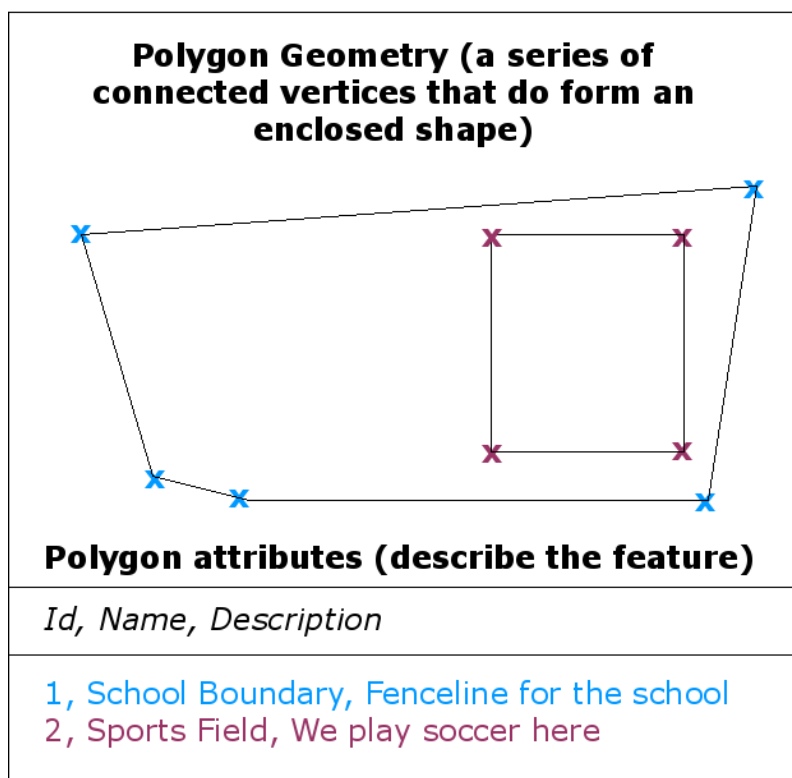


Fig. 3.4: En polygon är, precis som en polylinje, en sekvens av hörnpunkter. I en polygon är dock den första och den sista hörnpunkten alltid på samma plats.

Om du tittar tillbaka på bilden av ett landskap som vi visade dig längre upp bör du kunna se de olika typerna av funktioner på det sätt som ett GIS representerar dem nu (se illustration Fig. 3.5).

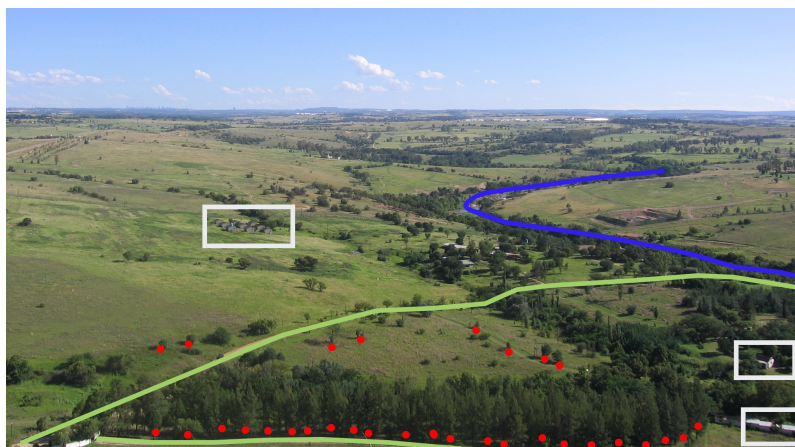


Fig. 3.5: Landskapselement så som vi skulle presentera dem i ett GIS. Floder (blå) och vägar (gröna) kan representeras som linjer, träd som punkter (röda) och hus som polygoner (vita).

3.2 Punktfunktioner i detalj

Det första vi måste inse när vi talar om punktfunktioner är att vad vi beskriver som en punkt i GIS är en fråga om åsikt och ofta beroende av skala. Låt oss titta på städer till exempel. Om du har en småskalig karta (som täcker ett stort område) kan det vara vettigt att representera en stad med hjälp av en punktfunktion. Men när du zoomar in på kartan och rör dig mot en större skala är det mer meningsfullt att visa stadsgränserna som en polygon.

När du väljer att använda punkter för att representera en funktion är mest en fråga om skala (hur långt bort är du från funktionen), bekvämlighet (det tar mindre tid och ansträngning att skapa punktfunktioner än polygonfunktioner) och typen av funktion (vissa saker som telefonstolpar är helt enkelt inte meningsfulla att lagra som polygoner).

Som vi visar i illustrationen [Fig. 3.2](#) har en punktfunktion ett X-, Y- och eventuellt Z-värde. X- och Y-värdena beror på vilket **koordinatreferenssystem** (CRS) som används. Vi kommer att gå in mer i detalj på koordinatreferenssystem i en senare handledning. För tillfället kan vi helt enkelt säga att ett CRS är ett sätt att exakt beskriva var en viss plats befinner sig på jordens yta. Ett av de vanligaste referenssystemen är **Longitud och Latitud**. Longitudlinjerna går från nordpolen till sydpolen. Latitudlinjerna går från öst till väst. Du kan beskriva exakt var du befinner dig på vilken plats som helst på jorden genom att ange din longitud (X) och latitud (Y). Om du gör en liknande mätning för ett träd eller en telefonstolpe och markerar det på en karta, har du skapat en punktfunktion.

Eftersom vi vet att jorden inte är platt är det ofta användbart att lägga till ett Z-värde till en punktfunktion. Detta beskriver hur högt över havet du befinner dig.

3.3 Polylinjefunktioner i detalj

Där en punktfunktion är ett enda vertex, **har en polylinje två eller flera vertex**. Polylinjen är en kontinuerlig bana som dras genom varje vertex, vilket visas i [Fig. 3.3](#). När två hörn sammanfogas skapas en linje. När fler än två är sammanfogade bildar de en "linje av linjer", eller **polylinje**.

En polylinje används för att visa geometrin för **linjära funktioner** som vägar, floder, konturer, gångstigar, flygvägar och så vidare. Ibland har vi särskilda regler för polylinjer utöver deras grundläggande geometri. Konturlinjer kan t.ex. beröra varandra (t.ex. vid en klippvägg) men får aldrig korsa varandra. På samma sätt bör polylinjer som används för att lagra ett vägnät vara anslutna vid korsningar. I vissa GIS-applikationer kan du ställa in dessa specialregler för en objekttyp (t.ex. vägar) och GIS kommer då att se till att dessa polylinjer alltid följer dessa regler.

Om en krökt polylinje har mycket stora avstånd mellan hörnen kan den se **vinkelformad** eller ojämn ut, beroende på i vilken skala den betraktas (se [Fig. 3.6](#)). På grund av detta är det viktigt att polylinjer digitaliseras (fängas in i datorn) med avstånd mellan hörn som är tillräckligt små för den skala som du vill använda data på.

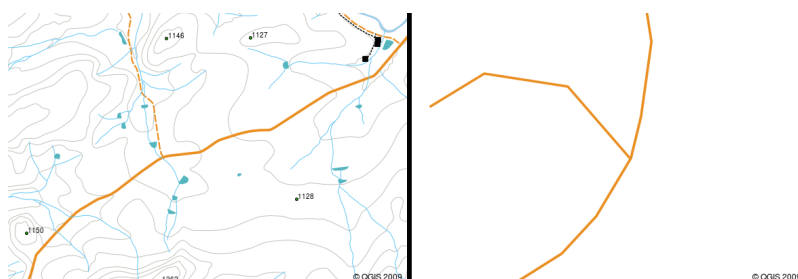


Fig. 3.6: Polylinjer som betraktas i mindre skala (1:20 000 till vänster) kan se släta och böjda ut. När du zoomar in till en större skala (1:500 till höger) kan polylinjerna se mycket kantiga ut.

En polylines **attribut** beskriver dess egenskaper eller kännetecken. En vägpolylinje kan t.ex. ha attribut som beskriver om den är belagd med grus eller tjära, hur många körfält den har, om den är enkelriktad och så vidare. GIS kan använda dessa attribut för att symbolisera polylinjeobjektet med en lämplig färg eller linjestil.

3.4 Polygonfunktioner i detalj

Polygonelement är **omslutna områden** som dammar, öar, landsgränser och så vidare. Precis som polyline-objekt skapas polygoner av en serie hörnpunkter som är förbundna med en kontinuerlig linje. Men eftersom en polygon alltid beskriver ett slutet område måste det första och sista hörnet alltid vara på samma plats! Polygoner har ofta **delad geometri** — gränser som är gemensamma med en angränsande polygon. Många GIS-applikationer har möjlighet att se till att gränserna för närliggande polygoner sammanfaller exakt. Vi kommer att utforska detta i ämnet *Topologi* senare i denna handledning.

Precis som med punkter och polylinjer har polygoner **attribut**. Attributen beskriver varje polygon. En damm kan t.ex. ha attribut för djup och vattenkvalitet.

3.5 Vektordata i lager

Nu när vi har beskrivit vad vektordata är ska vi titta på hur vektordata hanteras och används i en GIS-miljö. De flesta GIS-applikationer grupperar vektorfunktioner i **lager**. Objekten i ett lager har samma geometrityp (t.ex. är alla punkter) och samma typ av attribut (t.ex. information om vilken art ett träd är för ett trädlager). Om du t.ex. har registrerat positionerna för alla gångvägar i din skola, lagras de vanligtvis tillsammans på datorns hårddisk och visas i GIS som ett enda lager. Det här är praktiskt eftersom du då kan dölja eller visa alla funktioner för det lagret i GIS-programmet med ett enda musklick.

3.6 Redigera vektordata

GIS-programmet tillåter dig att skapa och ändra geometridata i ett lager — en process som kallas **digitalisering** — som vi kommer att titta närmare på i en senare handledning. Om ett lager innehåller polygoner (t.ex. jordbruksdammar), tillåter GIS-programmet endast att du skapar nya polygoner i det lagret. På samma sätt gäller att om du vill ändra formen på en funktion, tillåter programmet dig bara att göra det om den ändrade formen är korrekt. Det går t.ex. inte att redigera en linje så att den bara har ett toppunkt — kom ihåg att alla linjer måste ha minst två toppunkter, vilket vi diskuterade i avsnittet om linjer ovan.

Att skapa och redigera vektordata är en viktig funktion i ett GIS eftersom det är ett av de viktigaste sätten att skapa personliga data för saker som du är intresserad av. Säg till exempel att du övervakar föroreningar i en flod. Du kan använda GIS för att digitalisera alla utlopp för dagvattenledning (som punktobjekt). Du kan också digitalisera själva floden (som en polylinjefunktion). Slutligen kan du göra mätningar av pH-värden längs floden och digitalisera de platser där du gjort dessa mätningar (som ett punktlager).

Förutom att du kan skapa dina egna data finns det en hel del gratis vektordata som du kan få och använda. Du kan till exempel hämta vektordata som visas på kartbladen 1:50 000 från Chief Directorate: Undersökningar och kartläggning.

3.7 Skal- och vektordata

Kartans **skala** är en viktig fråga att ta hänsyn till när man arbetar med vektordata i ett GIS. När data samlas in digitaliseras de vanligtvis från befintliga kartor eller genom att information hämtas från lantmäteriakter och enheter för globala positioneringssystem. Kartor har olika skalor, så om du importerar vektordata från en karta till en GIS-miljö (t.ex. genom att digitalisera papperskartor) kommer de digitala vektordata att ha samma skalproblem som originalkartan. Denna effekt kan ses i illustrationerna [Fig. 3.7](#) och [Fig. 3.8](#). Många problem kan uppstå om man gör ett dåligt val av kartskala. Om man t.ex. använder vektordata i illustrationen [Fig. 3.7](#) för att planera ett våtmarksskyddsområde kan det leda till att viktiga delar av våtmarken lämnas utanför reservatet! Om du å andra sidan försöker skapa en regional karta kan det vara helt okej att använda data som samlats in i skala 1:1000 000, vilket sparar dig mycket tid och ansträngning när du samlar in data.

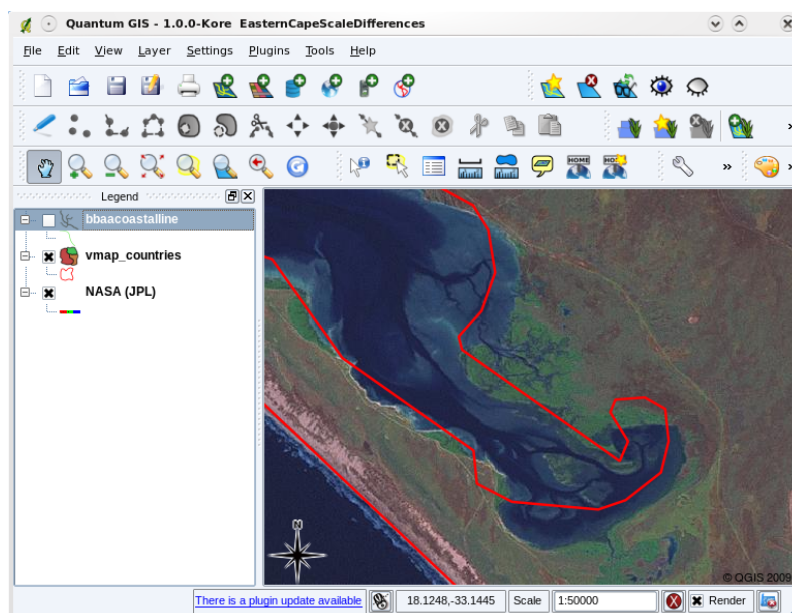


Fig. 3.7: Vektordata (röda linjer) som digitaliserades från en småskalig karta (1:1000 000).

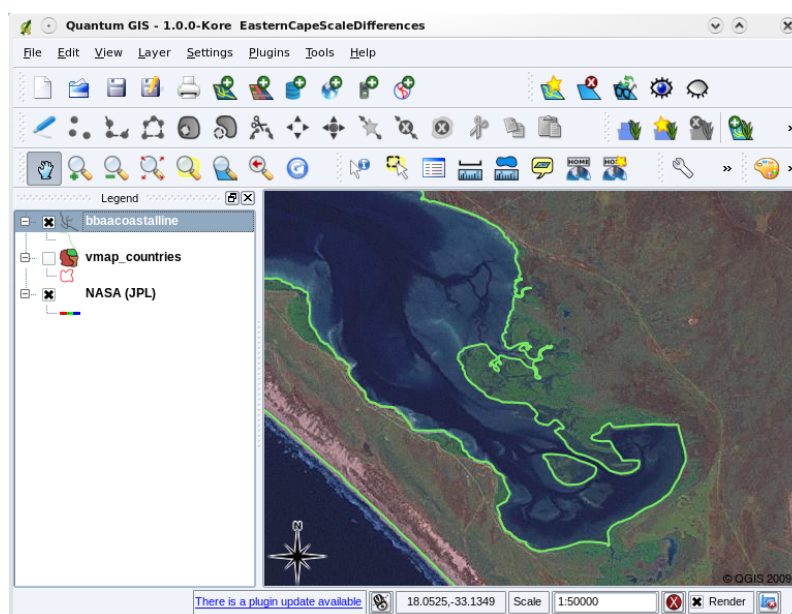


Fig. 3.8: Vektordata (gröna linjer) som digitaliserades från en storskalig karta (1:50 000).

3.8 Symbolologi

När du lägger till vektorlager i kartvyn i ett GIS-program ritas de med slumpmässiga färger och enkla symboler. En av de stora fördelarna med att använda ett GIS är att du mycket enkelt kan skapa personliga kartor. I GIS-programmet kan du välja färger som passar till funktionstypen (du kan t.ex. be programmet att rita ett vektorlager med vattendrag i blått). GIS låter dig också justera den symbol som används. Så om du har ett trädpunktsskikt kan du visa varje trädposition med en liten bild av ett träd, i stället för den grundläggande cirkelmarkören som GIS använder när du först laddar lagret (se illustrationerna Fig. 3.9, Fig. 3.10 och Fig. 3.11).

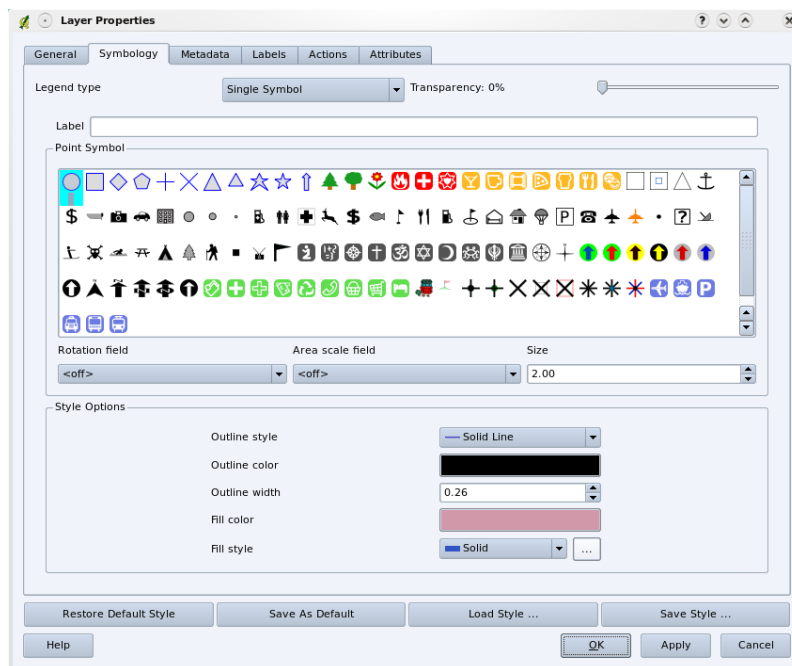


Fig. 3.9: I GIS kan du använda en panel (som den ovan) för att justera hur funktioner i ditt lager ska ritas.

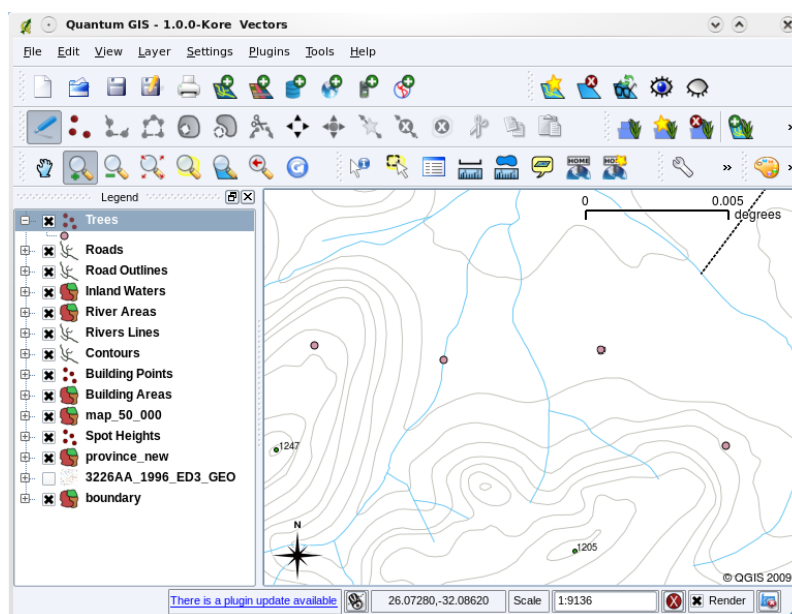


Fig. 3.10: När ett lager (t.ex. trädlagret ovan) laddas första gången kommer ett GIS-program att ge det en generisk symbol.

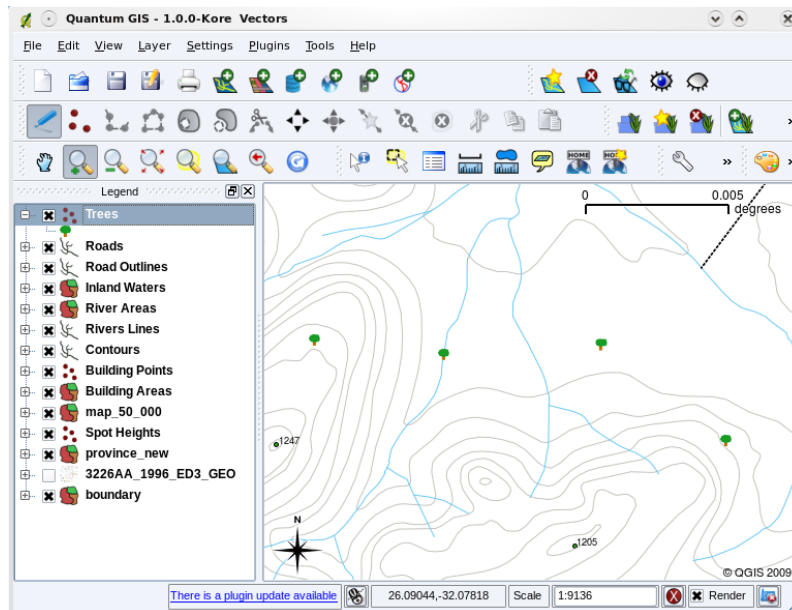


Fig. 3.11: När vi har gjort våra justeringar är det mycket lättare att se att våra punkter representerar träd.

Symbologi är en kraftfull funktion som ger liv åt kartor och gör det lättare att förstå data i ditt GIS. I följande ämne (*Vektorattributdata*) kommer vi att gå djupare in på hur symbologi kan hjälpa användaren att förstå vektordata.

3.9 Vad kan vi göra med vektordata i ett GIS?

På den enklaste nivån kan vi använda vektordata i en GIS-applikation på ungefär samma sätt som du skulle använda en vanlig topografisk karta. Den verkliga kraften i GIS börjar visa sig när man börjar ställa frågor som "vilka hus ligger inom 100-årsflödet i en flod?"; "var är det bästa stället att placera ett sjukhus så att det är lättillgängligt för så många människor som möjligt?"; "vilka elever bor i en viss förort?". Ett GIS är ett utmärkt verktyg för att besvara den här typen av frågor med hjälp av vektordata. I allmänhet kallar vi processen för att besvara den här typen av frågor för **spatial analys**. I senare delar av denna handledning kommer vi att titta närmare på spatial analys.

3.10 Vanliga problem med vektordata

Att arbeta med vektordata innebär vissa problem. Vi har redan nämnt de problem som kan uppstå med vektorer som fångats i olika skalor. Vektordata kräver också mycket arbete och underhåll för att de ska vara korrekta och tillförlitliga. Felaktiga vektordata kan uppstå när de instrument som används för att samla in data inte är korrekt inställda, när de personer som samlar in data inte är försiktiga, när tid eller pengar inte räcker till för att samla in tillräckligt med detaljer, och så vidare.

Om du har vektordata av dålig kvalitet kan du ofta upptäcka detta när du tittar på data i ett GIS. Till exempel kan **slivers** uppstå när kanterna på två polygonområden inte möts ordentligt (se Fig. 3.12).

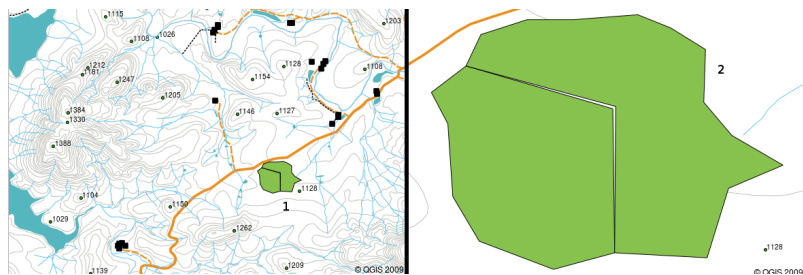


Fig. 3.12: Slivers uppstår när hörnen på två polygoner inte matchar varandra på deras kanter. I liten skala (t.ex. 1 till vänster) är det inte säkert att du kan se dessa fel. I stor skala syns de som tunna remsor mellan två polygoner (2 till höger).

Overshoots kan uppstå när en linjefunktion, t.ex. en väg, inte möter en annan väg exakt i en korsning. **Undershoots** kan uppstå när en linjefunktion (t.ex. en flod) inte exakt möter en annan funktion som den ska anslutas till. Figur Fig. 3.13 visar hur underskott och överskott ser ut.



Fig. 3.13: Undershoots (1) uppstår när digitaliserade vektorlinjer som ska ansluta till varandra inte riktigt rör vid varandra. Overshoots (2) inträffar om en linje slutar bortom den linje som den ska ansluta till.

På grund av dessa typer av fel är det mycket viktigt att digitalisera data noggrant och exakt. I det kommande ämnet om **topologi** kommer vi att undersöka några av dessa typer av fel mer i detalj.

3.11 Vad har vi lärt oss?

Låt oss sammanfatta vad vi behandlat i det här arbetsbladet:

- **Vektordata** används för att representera verkliga **funktioner** i ett GIS.
- En vektorfunktion kan ha en **geometri** av typen **punkt**, **linje** eller en **polygon**.
- Varje vektorfunktion har **attributdata** som beskriver den.
- Objektets geometri beskrivs i termer av **vertices**.
- Punktgeometrier består av ett **enkelt vertex** (X, Y och eventuellt Z).
- Polylinjegeometrier består av **två eller fler** hörnpunkter som bildar en sammanhängande linje.
- Polygoneometrier består av **minst fyra hörn** som bildar ett omslutet område. Det första och sista hörnet är alltid på samma plats.

- Vilken geometrityp som ska användas beror på skala, bekvämlighet och vad du vill göra med data i GIS.
- De flesta GIS-program tillåter inte att man blandar mer än en geometrityp i ett och samma lager.
- Digitalisering är en process där man skapar digitala vektordata genom att rita dem i en GIS-applikation.
- Vektordata kan ha kvalitetsproblem som **underskott**, **överskott** och **slivers** som du måste vara medveten om.
- Vektordata kan användas för **spatial analys** i ett GIS-program, t.ex. för att hitta närmaste sjukhus till en skola.

Vi har sammanfattat GIS-vektordatakonceptet i figur Fig. 3.14.

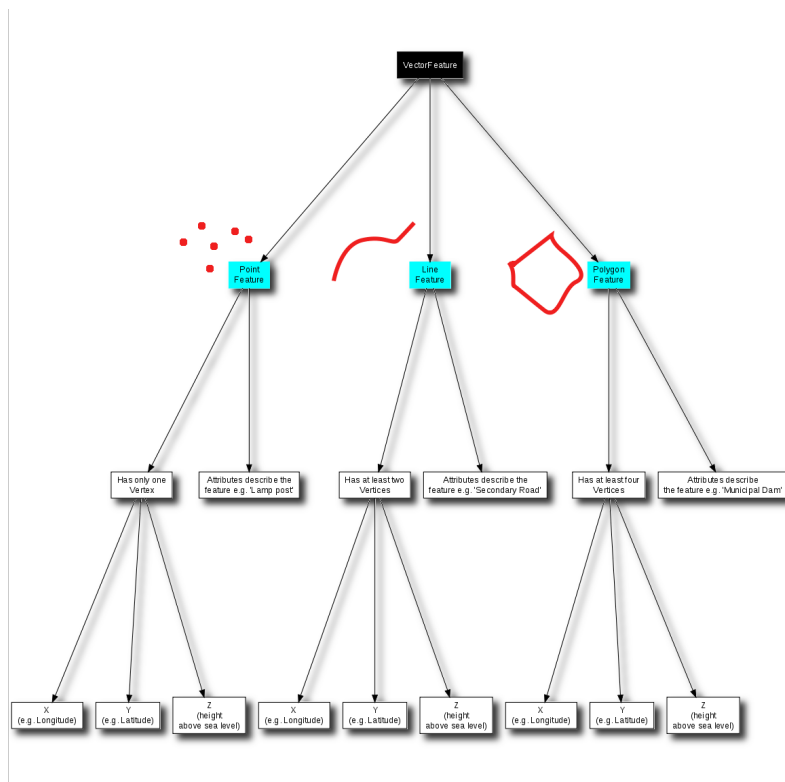


Fig. 3.14: Detta diagram visar hur GIS-applikationer hanterar vektordata.

3.12 Nu får du försöka!

Här är några idéer som du kan prova med dina elever:

- Använd en kopia av en toposheet-karta för ditt lokala område (som den som visas i Fig. 3.15) och se om dina elever kan identifiera exempel på de olika typerna av vektordata genom att markera dem på kartan.
- Fundera på hur du skulle skapa vektorfunktioner i ett GIS för att representera verkliga funktioner på din skolgård. Skapa en tabell över olika funktioner i och runt din skola och låt sedan eleverna avgöra om de bäst representeras i GIS som en punkt, linje eller polygon. Se [tabell_vektor_1](#) för ett exempel.

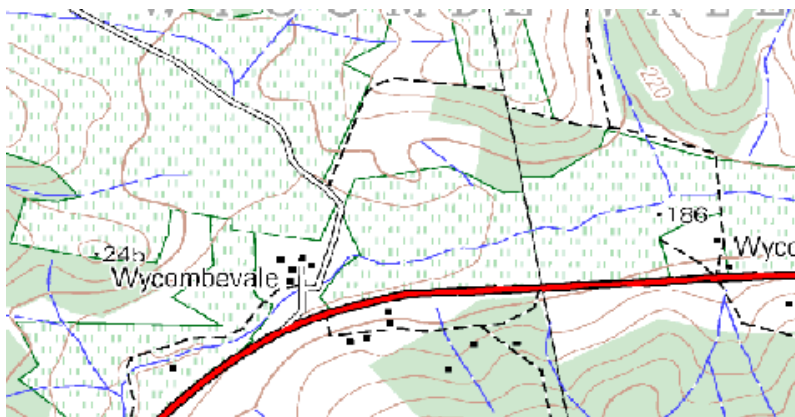


Fig. 3.15: Kan du identifiera två punktojekt och ett polygonobjekt på den här kartan?

Funktion i den verkliga världen	Lämplig geometrityp
Skolans flaggstång	
Fotbollsplanen	
Gångstigarna i och runt skolan	
Platser där kranar är placerade	
Och så vidare.	

Tabell Vektor 1: Skapa en tabell som denna (lämna kolumnen för geometrityp tom) och be dina elever att besluta om lämpliga geometrityper.

3.13 Något att tänka på

Om du inte har en dator tillgänglig kan du använda ett toposark och transparensark för att visa dina elever om vektordata.

3.14 Ytterligare läsning

QGIS User Guide innehåller också mer detaljerad information om hur man arbetar med vektordata i QGIS.

3.15 Vad kommer näst?

I avsnittet som följer kommer vi att titta närmare på **attributdata** för att se hur de kan användas för att beskriva vektoregenskaper.

Vektorattributdata



Mål: I det här avsnittet beskriver vi hur attributdata associeras med vektorfunktioner och kan användas för att symbolisera data.

Nyckelord: Attribut, databas, fält, data, vektor, symbologi

4.1 Översikt

Om varje linje på en karta hade samma färg, bredd, tjocklek och samma etikett skulle det vara mycket svårt att se vad som händer. Kartan skulle också ge oss väldigt lite information. Ta en titt på [Fig. 4.1](#) till exempel.

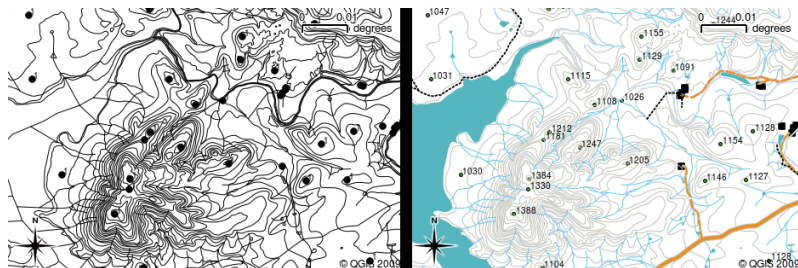


Fig. 4.1: Kartor kommer till liv när färg och olika symboler används för att hjälpa dig att skilja en typ av objekt från en annan. Kan du se skillnaden mellan floder, vägar och höjdkurvor med hjälp av kartan till vänster? Med kartan till höger är det mycket lättare att se de olika objekten.

I det här ämnet ska vi titta på hur attributdata kan hjälpa oss att skapa intressanta och informativa kartor. I det tidigare ämnet om vektordata förklarade vi kort att **attributdata** används för att **beskriva vektorfunktioner**. Ta en titt på husbilderna i [Fig. 4.2](#).

Roof Colour: Red
Has balcony?: Yes
Year Built: 2000



Roof Colour: Black
Has balcony?: No
Year Built: 2002



Fig. 4.2: Varje funktion har egenskaper som vi kan beskriva. Det kan vara synliga saker eller saker som vi vet om funktionen (t.ex. byggår).

Geometrin för dessa husfunktioner är en polygon (baserad på husets planlösning), och de attribut vi har registrerat är takfärg, om det finns en balkong och husets byggnadsår. Observera att attribut inte behöver vara synliga saker — de kan beskriva saker som vi vet om objektet, t.ex. byggnadsåret. I en GIS-applikation kan vi representera den här funktionstypen i ett polygonlager för hus och attributen i en attributtabell (se Fig. 4.3).

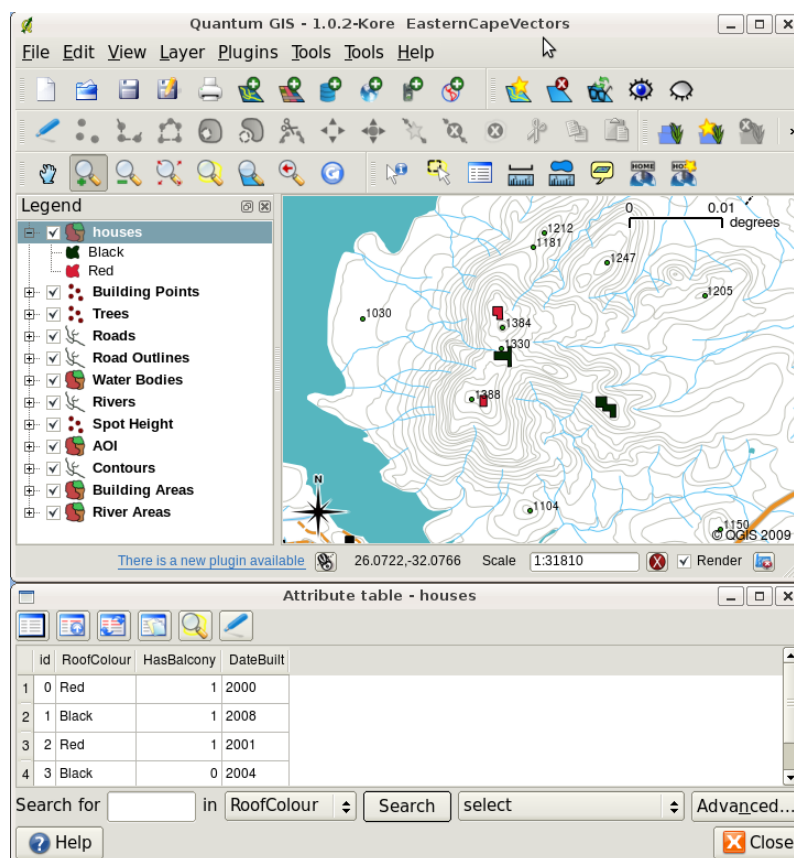


Fig. 4.3: Ett lager med hus. House features har attribut som beskriver husens takfärg och andra egenskaper. I attributtabellen (nedre bilden) listas attributen för de husområden som visas på kartan. När en egenskap är markerad i tabellen visas den som en gul polygon på kartan.

Det faktum att objekt har attribut och även geometri i en GIS-applikation öppnar upp för många möjligheter. Vi kan t.ex. använda attributvärdena för att tala om för GIS vilka färger och vilken stil som ska användas när funktioner ritas (se Fig. 4.4). Processen med att ställa in färger och ritningsstilar kallas ofta för att ställa in funktionens **symbolologi**.

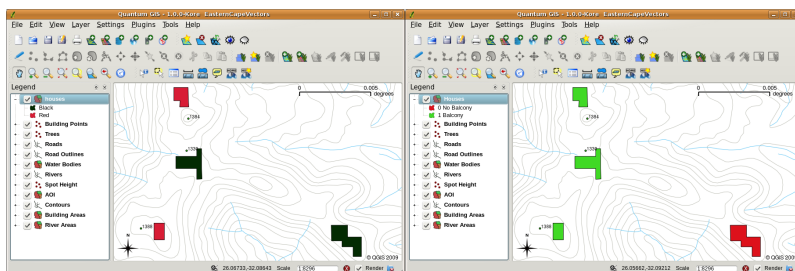


Fig. 4.4: I en GIS-applikation kan vi rita funktioner på olika sätt beroende på deras attribut. Till vänster har vi ritat huspolygoner med samma färg som takattributet. Till höger har vi färgkodat husen beroende på om de har balkong eller inte.

Attributdata kan också vara användbara när du skapar **kartetiketter**. De flesta GIS-program har en funktion för att välja ett attribut som ska användas för att märka varje funktion.

Om du någonsin har **sökt på en karta** efter ett platsnamn eller en specifik funktion vet du hur tidskrävande det kan vara. Att ha attributdata kan göra sökningen efter en specifik funktion snabb och enkel. I Fig. 4.5 kan du se ett exempel på en attributsökning i ett GIS.

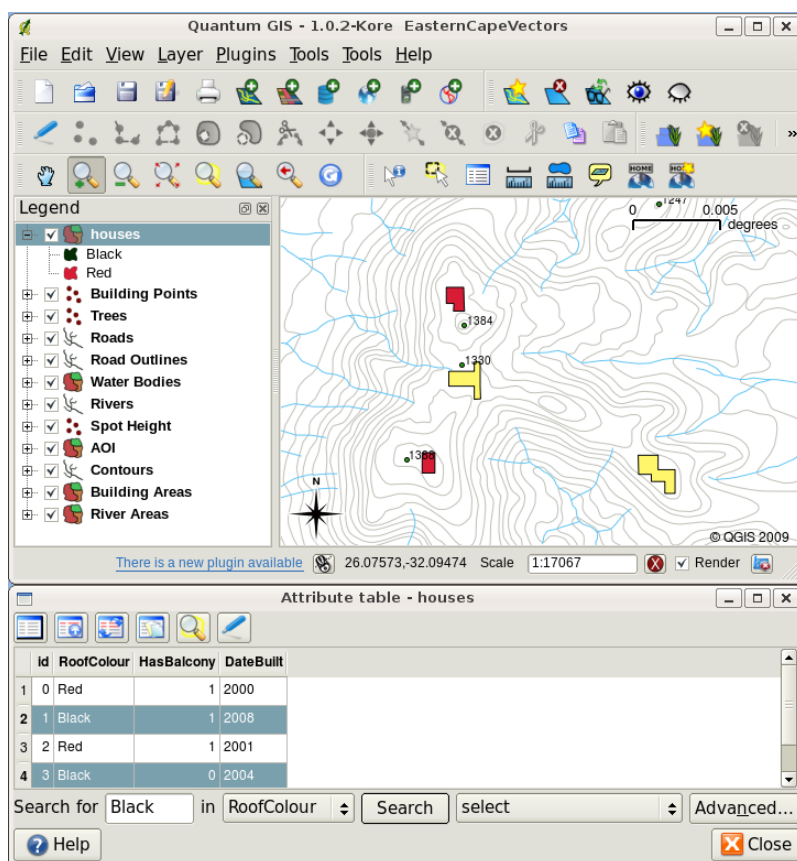


Fig. 4.5: I en GIS-applikation kan vi också söka efter funktioner baserat på deras attribut. Här ser vi en sökning efter hus med svarta tak. Resultaten visas i gult på kartan och i turkos i tabellen.

Slutligen kan attributdata vara mycket användbara för att utföra **spatial analys**. Spatial analys kombinerar den spatiala information som finns lagrad i objektens geometri med deras attributinformation. Detta gör det möjligt för oss att studera objekt och hur de förhåller sig till varandra. Det finns många typer av spatial analys som kan utföras, till exempel kan du använda GIS för att ta reda på hur många hus med röda tak som finns i ett visst område. Om du har trädfunktioner kan du använda GIS för att försöka ta reda på vilka arter som kan påverkas om en bit mark exploateras. Vi kan använda de attribut som lagras för vattenprover längs en flod för att förstå var föroreningar kommer in i floden. Möjligheterna är oändliga! I ett senare ämne kommer vi att utforska spatial analys mer i detalj.

Innan vi går in på attributdata mer i detalj, låt oss ta en snabb sammanfattning.

Objekt är verkliga ting som vägar, fastighetsgränser, platser för elstationer och så vidare. En **feature** har en **geometri** (som avgör om det är en **punkt**, **polylinje** eller **polygon**) och **attribut** (som beskriver funktionen). Detta visas i Fig. 4.6.

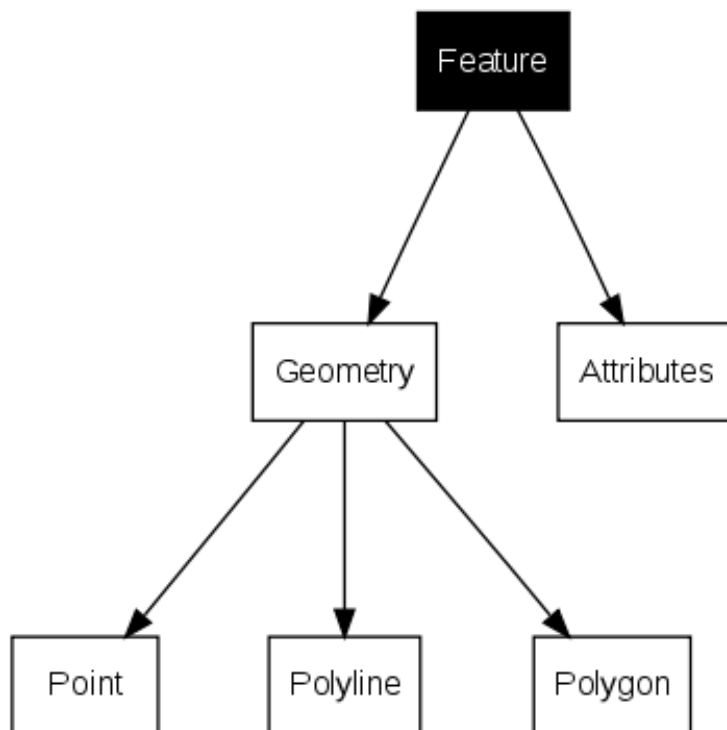


Fig. 4.6: Vektorfunktioner i en överblick.

4.2 Attribut i detalj

Attribut för en vektorfunktion lagras i en **tabell**. En tabell är som ett kalkylblad. Varje kolumn i tabellen kallas för ett **fält**. Varje rad i tabellen är en **post**. Tabell *table_house_attributes* visar ett enkelt exempel på hur en attributtabell ser ut i ett GIS. Posterna i attributtabellen i ett GIS motsvarar var och en en funktion. Vanligtvis lagras informationen i attributtabellen i någon form av databas. GIS-applikationen länkar attributposterna med objektgeometrin så att du kan hitta poster i tabellen genom att välja objekt på kartan och hitta objekt på kartan genom att välja objekt i tabellen.

Attributtabell	Fält 1: Byggnadsår	Fält 2: RoofColour (takfärg)	Fält 3: Balkong
Skiva 1	1998	Röd	Ja
Skiva 2	2000	Svart	Nej
Skiva 3	2001	Silver	Ja

Tabell för husattribut: En attributtabell har fält (kolumner) och poster (i rader).

Varje fält i attributtabellen innehåller en viss typ av data — text, numerisk eller datum. Att bestämma vilka attribut som ska användas för en funktion kräver en del eftertanke och planering. I vårt exempel på ett hus tidigare i detta avsnitt valde vi takfärg, balkong och byggnadsår som intressanta attribut. Vi kunde lika gärna ha valt andra aspekter av ett hus, t.ex:

- antal nivåer
- antal rum

- antal boende
- typ av bostad (RDP-hus, flerfamiljshus, barack, tegelhus etc.)
- månad huset byggdes
- yta av golvyta i huset
- och så vidare....

Med så många alternativ, hur gör vi ett bra val när det gäller vilka attribut som behövs för en funktion? Det handlar oftast om vad du planerar att göra med uppgifterna. Om du vill producera en färgkodad karta som visar hus efter ålder är det vettigt att ha ett attribut för "Byggnadsår" för din funktion. Om du är säker på att du aldrig kommer att använda den här typen av karta är det bättre att inte lagra informationen. Att samla in och lagra onödig information är en dålig idé på grund av den kostnad och tid som krävs för att undersöka och samla in informationen. Mycket ofta får vi vektordata från företag, vänner eller myndigheter. I dessa fall är det oftast inte möjligt att begära specifika attribut och vi får nöja oss med vad vi får.

4.3 Enstaka symboler

Om ett objekt symboliseras utan att använda några attributtabelldata kan det bara ritas på ett enkelt sätt. Med punktojekt kan du t.ex. ange färg och **markör** (cirkel, kvadrat, stjärna etc.), men det är allt. Du kan inte säga till GIS att rita objekten baserat på en av dess egenskaper i attributtabellen. För att göra det måste du använda antingen en **graderad**, **kontinuerlig** eller **unikt värde** symbol. Dessa beskrivs i detalj i de avsnitt som följer.

I ett GIS-program kan du normalt ställa in symbologin för ett lager med hjälp av en **dialogruta** som den som visas i Fig. 4.7. I den här dialogrutan kan du välja färger och symbolstilar. Beroende på geometritypen för ett lager kan olika alternativ visas. För punktlager kan du t.ex. välja en **markörstil**. Med linje- och polygonlager finns det inget alternativ för markörstil, men du kan istället välja en **linjestil** och **färg**, t.ex. streckad orange för grusvägar, heldragen orange för mindre vägar och så vidare (som visas i Fig. 4.8). Med polygonlager har du också möjlighet att ställa in en **fylfnadsstil** och färg.

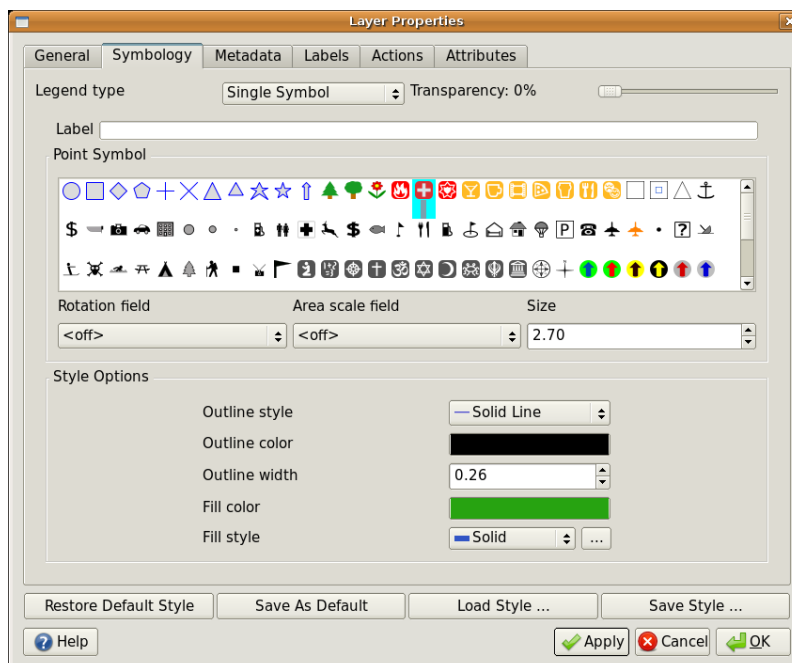


Fig. 4.7: När du använder enkla symboler ritas objektet utan att använda ett attribut för att styra hur det ser ut. Detta är dialogrutan för punktfunktioner.

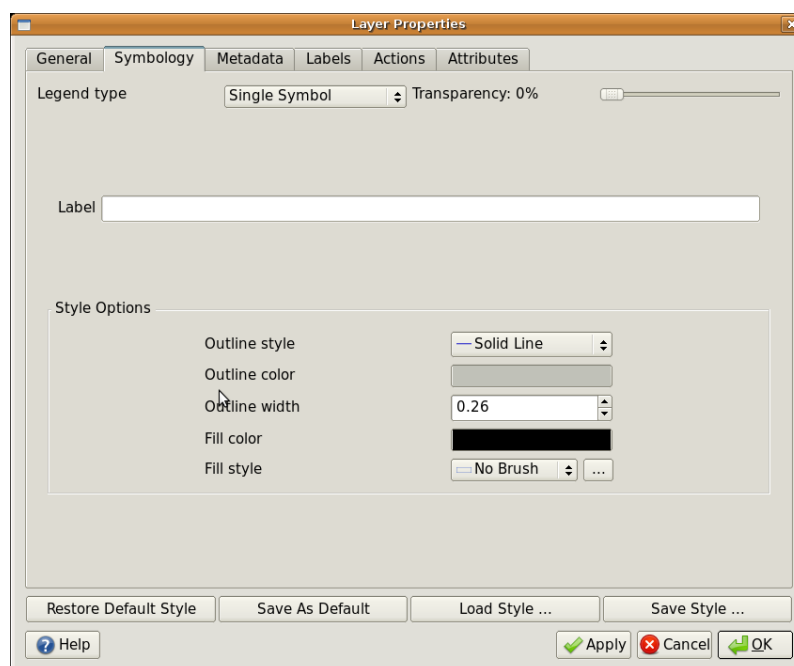


Fig. 4.8: Det finns olika alternativ för att definiera enkla symboler för polylinje- och polygonfunktioner.

4.4 Graderade symboler

Ibland representerar vektorfunktioner saker med ett föränderligt numeriskt värde. Konturlinjer är ett bra exempel på detta. Varje kontur har vanligtvis ett attributvärde som kallas "height" som innehåller information om vilken höjd konturen representerar. Tidigare i detta ämne visade vi konturer som alla ritats med samma färg. Att lägga till färg på konturerna kan hjälpa oss att tolka konturernas innebörd. Vi kan t.ex. rita låglänta områden med en färg, medelhöga områden med en annan och höghöjdsområden med en tredje.

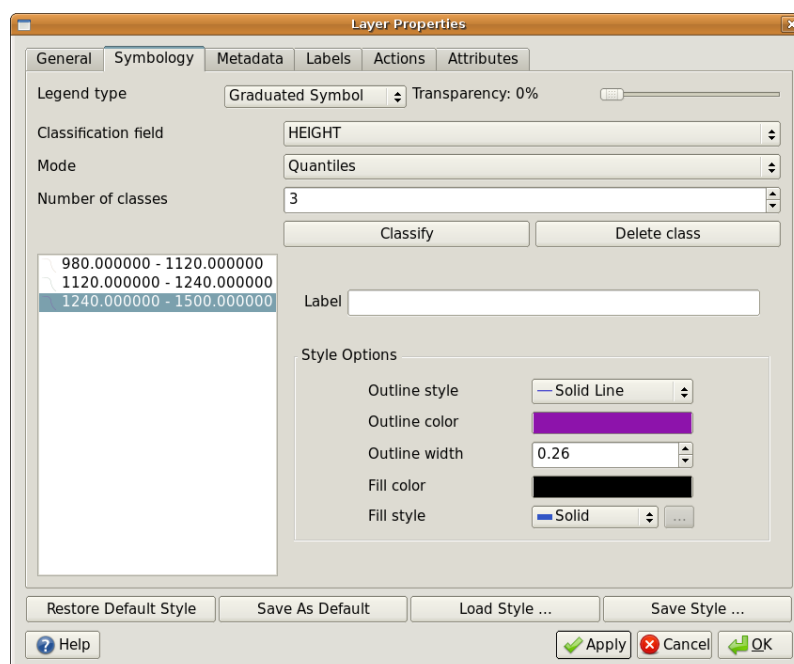


Fig. 4.9: Konturernas höjdattribut kan användas för att dela in konturerna i 3 klasser. Konturer mellan 980 m och 1120 m ritas i brunt, de mellan 1120 m och 1240 m i grönt och de mellan 1240 m och 1500 m i lila.

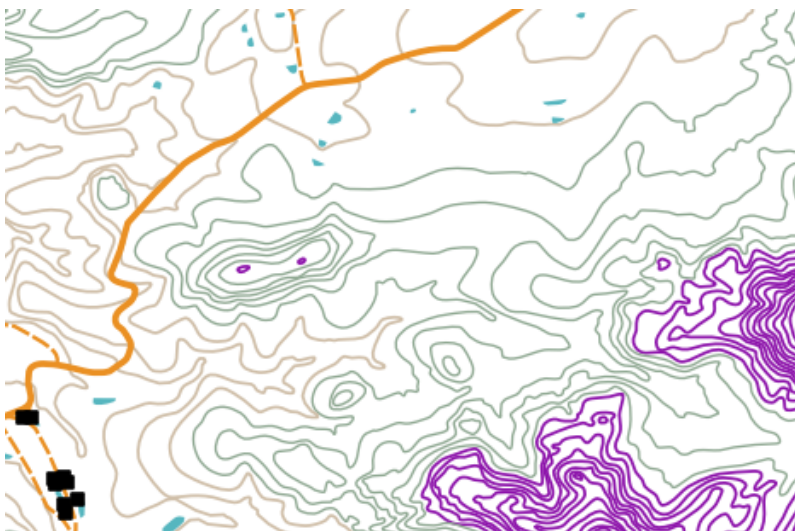


Fig. 4.10: Vår karta efter att vi ställt in graderade färger för våra konturer.

Att ställa in färger baserat på diskreta grupper av attributvärden kallas graderad symbologi i QGIS. Processen visas i illustrationerna [Fig. 4.9](#) och [Fig. 4.10](#). **Graderade symboler** är mest användbara när du vill visa tydliga skillnader mellan funktioner med attributvärden i olika värdeintervall. GIS-programmet analyserar attributdata (t.ex. höjd) och skapar grupperingar åt dig baserat på det antal klasser du begär. Den här processen illustreras i [table_graduated](#).

Attributvärde	Klass och färg
1	Klass 1
2	Klass 1
3	Klass 1
4	Klass 2
5	Klass 2
6	Klass 2
7	Klass 3
8	Klass 3
9	Klass 3

Tabell graderad: Graderad färg delar upp attributvärdesintervallen i det antal klasser som du väljer. Varje klass representeras av en annan färg.

4.5 Kontinuerliga färgsymboler

I det föregående avsnittet om graderade färgsymboler såg vi att vi kan rita objekt i diskreta grupper eller klasser. Ibland är det användbart att rita objekt i ett **färgintervall** från en färg till en annan. GIS-programmet använder ett numeriskt attributvärde från en funktion (t.ex. höjdkurvor eller föroreningsnivåer i ett vattendrag) för att bestämma vilken färg som ska användas. Tabell [table_continuous](#) visar hur attributvärdet används för att definiera ett kontinuerligt färgområde.

Attributvärde	Färg (inga klasser eller grupperingar)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

Tabell Kontinuerlig: Kontinuerlig färgsymbolologi använder en startfärg (t.ex. ljus orange som visas här) och en slutfärg (t.ex. mörkbrun som visas här) och skapar en serie nyanser mellan dessa färger.

Med hjälp av samma konturexempel som vi använde i föregående avsnitt, låt oss se hur en karta med kontinuerlig färgsymbolologi definieras och ser ut. Processen börjar med att ställa in lageregenskaperna till kontinuerlig färg med hjälp av en dialog som den som visas i [Fig. 4.11](#).

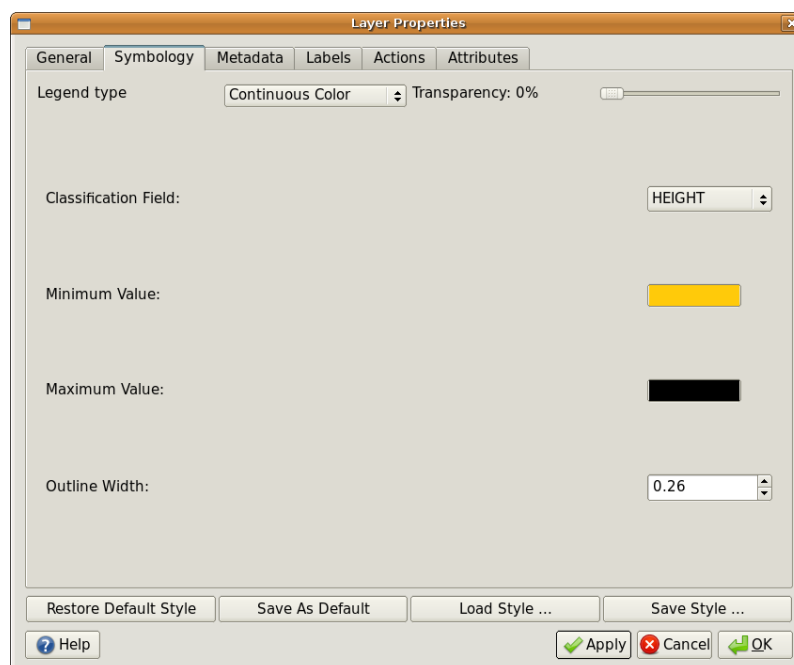


Fig. 4.11: Konfigurera kontinuerlig färgsymbolologi. Attributet konturhöjd används för att bestämma färgvärden. Färger definieras för minimi- och maximivärdena. GIS-applikationen skapar sedan en färggradient för att rita objekten baserat på deras höjder.

När du har definierat minimi- och maximifärgerna i färgområdet beror den färg som funktionerna ritas i på var attributet ligger i intervallet mellan minimum och maximum. Om du t.ex. har konturfunktioner med värden som börjar på 1000 m och slutar på 1400 m är värdeintervallet 1000 till 1400. Om färgen för minimivärdet är orange och färgen för maximivärdet är svart, kommer konturer med ett värde nära 1400 m att ritas nära svart. Å andra sidan kommer konturer med ett värde nära 1000 m att ritas nära orange (se [Fig. 4.12](#)).

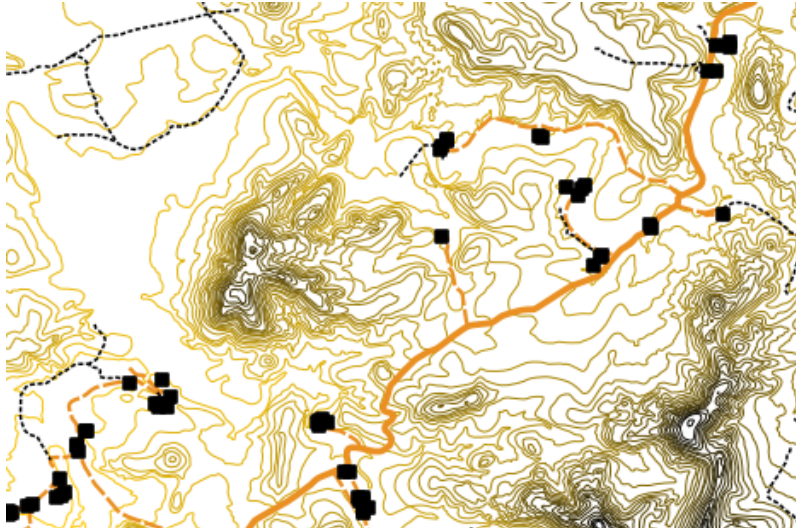


Fig. 4.12: En höjdkurva ritad med kontinuerlig färgsymbologi

4.6 Unika värdesymboler

Ibland är attributen för funktioner inte numeriska, utan istället används **strängar**. "Sträng" är en dataterm som betyder en grupp av bokstäver, siffror och andra skrivsymboler. Strängattribut används ofta för att klassificera saker efter namn. Vi kan tala om för GIS-programmet att varje unik sträng eller nummer ska ha sin egen färg och symbol. Vägobjekt kan ha olika klasser (t.ex. "gata", "sekundärväg", "huvudväg" etc.), som alla ritas i GIS-kartvyn med olika färger eller symboler. Detta illustreras i [table_unique](#).

Attributvärde	Färgklass och symbol
Arteriell väg	
Huvudväg	
Sekundär väg	
Gata	

Tabell Unik: Unika attributvärden för en objekttyp (t.ex. vägar) kan ha var sin symbol.

I GIS-applikationen kan vi öppna/välja att använda Unique Value-symbologi för ett lager. GIS söker igenom alla olika strängvärden i attributfältet och bygger upp en lista med unika strängar eller siffror. Varje unikt värde kan sedan tilldelas en färg och en stil. Detta visas i [Fig. 4.13](#).

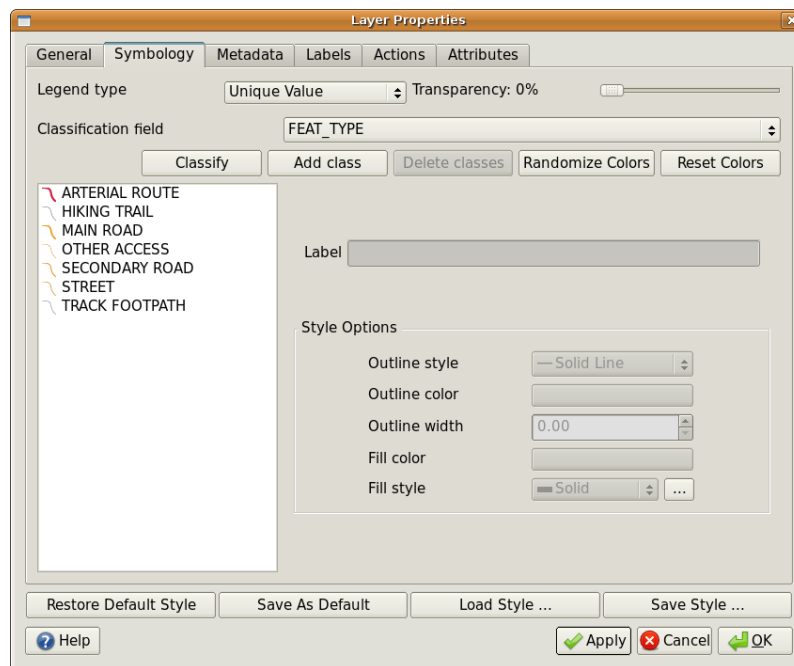


Fig. 4.13: Definiera unik värdesymbologi för vägar baserat på vägtyp.

När GIS ritat lagret tittar det på attributen för varje objekt innan det ritas upp på skärmen. Baserat på värdet i det valda fältet i attributtabellen ritas väglinjen med lämplig färg och linjestil (och fyllningsstil om det är en polygonfunktion). Detta visas i Fig. 4.14.



Fig. 4.14: Ett vektorlager för vägar som symboliseras med ett unikt värde för varje vägtyp.

4.7 Saker att vara uppmärksam på

Att bestämma vilka attribut och vilken symbologi som ska användas kräver en del planering. Innan du börjar samla in **GeoSpatial**-data bör du se till att du vet vilka attribut som behövs och hur de ska symboliseras. Det är mycket svårt att gå tillbaka och samla in data på nytt om du planerar dåligt första gången. Kom också ihåg att målet med att samla in attributdata är att du ska kunna analysera och tolka spatial information. Hur du gör detta beror på vilka frågor du försöker besvara. Symbologi är ett visuellt språk som gör det möjligt för människor att se och förstå dina attributdata utifrån de färger och symboler som du använder. Därför bör du tänka mycket på hur du symboliserar dina kartor för att göra dem lätta att förstå.

4.8 Vad har vi lärt oss?

Låt oss sammanfatta vad vi behandlat i det här arbetsbladet:

- Vektorfunktioner har **attribut**
- Attribut **beskriver** egenskapernas **egenskaper**
- Attributen lagras i en **tabell**
- Raderna i tabellen kallas **poster**
- Det finns **en post per funktion** i vektorlagret
- Kolumnerna i tabellen kallas **fält**
- Fälten representerar **egenskaper** hos objektet, t.ex. höjd, takfärg etc.
- Fälten kan innehålla information av typen **numerisk**, **sträng** (valfri text) och **datum**
- Attributdata för ett objekt kan användas för att avgöra hur det **symboliseras**
- **Graduerad färg**-symbologi grupperar data i diskreta klasser
- **Symbologi med kontinuerlig färg** tilldelar färger från ett färgområde till objekten baserat på deras attribut
- *symbolen *Unika värden** associerar varje unikt värde i den valda attributkolumnen med en annan symbol (färg och stil)
- Om attributet för ett vektorlager inte används för att bestämma dess symbologi ritas det endast med en **enkel symbol**

4.9 Nu får du försöka!

Här är några idéer som du kan prova med dina elever:

- Använd tabellen som du skapade i det senaste ämnet och lägg till en ny kolumn för den symbologityp som du skulle använda för varje funktionstyp och låt eleverna identifiera vilken symbologityp de skulle använda (se [tabell_exempel_symboler](#) för ett exempel).
- Försök att identifiera vilka symbologityper du skulle använda för följande typer av vektorfunktioner:
 - punkter som visar pH-värdet i jordprover som tagits runt din skola
 - linjer som visar ett vägnät i en stad
 - polygoner för hus med ett attribut som visar om det är byggt av tegel, trä eller "annat" material.

Funktion i den verkliga världen	Geom	Typ av symbologi
Skolans flaggstång	Punkt	Enstaka symbol
Fotbollsplanen	Polygon	Enstaka symbol
Gångstigarna i och runt skolan	Polylin	Låt dina elever räkna antalet elever som använder varje gångväg timmen före skolan och använd sedan graderade symboler för att visa hur populär varje gångväg är
Platser där kranar är placerade	Punkt	Enstaka symbol
Klassrum	Polygon	Unikt värde baserat på betyget för eleverna i klassrummet
Staket	Polylin	Låt eleverna bedöma skicket på staketet runt skolan genom att dela upp det i sektioner och gradera varje sektion på en skala från 1-9 baserat på dess skick. Använd graderade symboler för att klassificera skicket.
Klassrum	Polygon	Räkna antalet elever i varje klassrum och använd en kontinuerlig färgsymbol för att definiera en rad färger från rött till blått.

Exempel på symboler i tabell: Ett exempel på en tabell som definierar funktionstyperna och vilken typ av symbologi som ska användas för varje typ.

4.10 Något att tänka på

Om du inte har tillgång till en dator kan du använda genomskinliga ark och ett kartblad i skala 1:50 000 för att experimentera med olika typer av symboler. Lägg t.ex. ett genomskinligt ark över kartan och använd koki-pennor i olika färger för att rita alla höjdkurvor under 900 m (eller liknande) i rött och alla höjdkurvor över eller lika med 900 m i grönt. Kan du komma på hur man kan reproducera andra symbologityper med samma teknik?

4.11 Ytterligare läsning

Webbplats: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cartography>

QGIS User Guide innehåller också mer detaljerad information om hur man arbetar med attributdata och symbologi i QGIS.

4.12 Vad kommer närmast?

I avsnittet som följer tittar vi närmare på **datafångst**. Det vi har lärt oss om vektordata och attribut omsätter vi i praktiken genom att skapa nya data.



Mål: Lär dig hur du skapar och redigerar vektor- och attributdata.
Nyckelord: Redigering, datafångst, heads-up, tabell, databas.

5.1 Översikt

I de två föregående avsnitten tittade vi på vektordata. Vi såg att det finns två nyckelbegrepp för vektordata, nämligen: **geometri** och **attribut**. Geometrin för en vektorfunktion beskriver dess **form** och **position**, medan **attributen** för en vektorfunktion beskriver dess **egenskaper** (färg, storlek, ålder etc.).

I det här avsnittet tittar vi närmare på processen för att skapa och redigera vektordata — både geometri och attribut för vektorfunktioner.

5.2 Hur lagras digitala GIS-data?

Ordbehandlare, kalkylblad och grafikpaket är alla program som låter dig skapa och redigera digitala data. Varje typ av program sparar sina data i ett visst filformat. I ett grafikprogram kan du t.ex. spara din teckning som en JPEG-bild i formatet `.jpg`, i ordbehandlingsprogram kan du spara ditt dokument som ett OpenDocument i formatet `.odt` eller ett Word-dokument i formatet `.doc` osv.

Precis som dessa andra applikationer kan GIS-applikationer lagra sina data i filer på datorns hårddisk. Det finns ett antal olika filformat för GIS-data, men det vanligaste är förmodligen "shape-filen". Namnet är lite udda, för även om vi kallar det en shape-fil (singular) består den faktiskt av minst tre olika filer som samarbetar för att lagra dina digitala vektordata, som visas i [table_shapefile](#).

Filändelse	Beskrivning
<code>.shp</code>	Geometrin för vektorfunktioner lagras i den här filen
<code>.dbf</code>	Attributen för vektorfunktionerna lagras i den här filen
<code>.shx</code>	Den här filen är ett index som hjälper GIS-programmet att hitta funktioner snabbare.

Tabell Shapefile 1: De grundläggande filerna som tillsammans utgör en "shapefile".

När du tittar på filerna som utgör en shapefil på datorns hårddisk kommer du att se något i stil med [Fig. 5.1](#). Om du vill dela vektordata som lagras i shapefiler med en annan person är det viktigt att ge dem alla filer för det lagret. Så i fallet med trädlagret som visas i [Fig. 5.1](#) måste du ge personen `trees.shp`, `trees.shx`, `trees.dbf`, `trees.prj` och `trees.qml`.

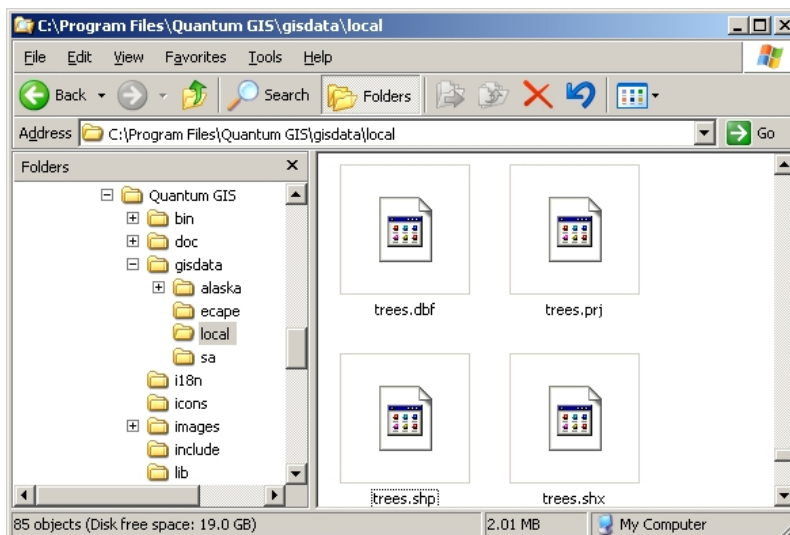


Fig. 5.1: Filerna som utgör en shapefil för "träd" som de ser ut i datorns filhanterare.

Många GIS-applikationer kan också lagra digitala data i en **databas**. I allmänhet är det en bra lösning att lagra GIS-data i en databas eftersom databasen kan lagra **stora mängder** data **effektivt** och snabbt kan tillhandahålla data till GIS-applikationen. Genom att använda en databas kan också många personer arbeta med samma vektordatalager samtidigt. Att skapa en databas för lagring av GIS-data är mer komplicerat än att använda shapefiler, så i det här avsnittet kommer vi att fokusera på att skapa och redigera shapefiler.

5.3 Planering innan du börjar

Innan du kan skapa ett nytt vektorlager (som lagras i en shapefil) måste du veta vilken geometri lagret ska ha (punkt, polylinje eller polygon), och du måste veta vilka attribut lagret ska ha. Låt oss titta på några exempel så kommer det att bli tydligare hur du ska gå tillväga för att göra detta.

5.3.1 Exempel 1: Skapa en turistkarta

Föreställ dig att du vill skapa en fin turistkarta för ditt lokala område. Din vision av den slutliga kartan är ett toposblad 1:50 000 med överlagrade markörer för platser som är intressanta för turister. Låt oss först fundera på geometrin. Vi vet att vi kan representera ett vektorlager med hjälp av punkt-, polylinje- eller polygonfunktioner. Vilket är mest meningsfullt för vår turistkarta? Vi kan använda punkter om vi vill markera specifika platser som utkiksplatser, minnesmärken, stridsplatser och så vidare. Om vi vill ta turisterna längs en rutt, t.ex. en naturskön rutt genom ett bergspass, kan det vara vettigt att använda polylinjer. Om vi har hela områden som är av intresse för turismen, till exempel ett naturreservat eller en kulturby, kan polygoner vara ett bra val.

Som du kan se är det ofta inte lätt att veta vilken typ av geometri du behöver. En vanlig metod för att lösa detta problem är att skapa ett lager för varje geometrityp som du behöver. Om du till exempel tittar på digitala data som tillhandahålls av Chief Directorate: Surveys and Mapping, South Africa, tillhandahåller de ett lager med flodområden (polygoner) och ett lager med flodpolylinjer. De använder flodområdena (polygoner) för att representera flodsträckor som är breda, och de använder flodpolylinjer för att representera smala flodsträckor. I [Fig. 5.2](#) kan vi se hur våra turistlager kan se ut på en karta om vi använde alla tre geometrityperna.

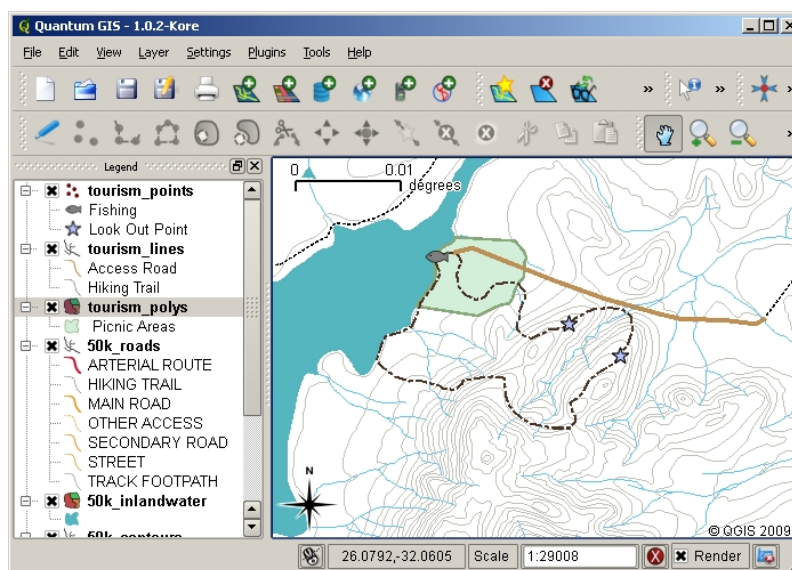


Fig. 5.2: En karta med turismlager. Vi har använt tre olika geometrityper för turistsdata så att vi på ett korrekt sätt kan representera de olika typer av funktioner som behövs för våra besökare och ge dem all den information de behöver.

5.3.2 Exempel 2: Skapa en karta över föroreningsnivåer längs en flod

Om du vill mäta föroreningsnivåerna längs en flod skulle du vanligtvis färdas längs floden i en båt eller gå längs dess stränder. Med jämna mellanrum stannar du och gör olika mätningar, t.ex. nivåer av upplöst syre (DO), antal koliforma bakterier (CB), turbiditetsnivåer och pH. Du skulle också behöva göra en kartavläsning av din position eller få din position med hjälp av en GPS-mottagare.

Om du vill lagra data från en övning som denna i en GIS-applikation skulle du förmodligen skapa ett GIS-lager med punktgeometri. Att använda punktgeometri är meningsfullt här eftersom varje prov som tas representerar förhållandena på en mycket specifik plats.

För attributen skulle vi vilja ha ett **fält** för varje sak som beskriver provplatsen. Så vi kan sluta med en attributtabell som ser ut ungefär som [table_river_attributes](#).

Provnr	pH	GÖR	CB	Turbiditet	Samlare	Datum
1	7	6	N	Låg	Tålmod	12/01/2009
2	6.8	5	Y	Medium	Thabo	12/01/2009
3	6.9	6	Y	Hög	Victor	12/01/2009

Tabell River Attributes 1: Genom att rita en tabell som denna innan du skapar ditt vektorlager kan du bestämma vilka attributfält (kolumner) du behöver. Observera att geometrin (positioner där prover togs) inte visas i attributtabellen — GIS-programmet lagrar den separat!

5.4 Skapa en tom shapefil

När du har planerat vilka funktioner du vill fånga in i GIS och vilken geometrityp och vilka attribut varje funktion ska ha, kan du gå vidare till nästa steg och skapa en tom shapefil.

Processen börjar vanligtvis med att välja alternativet ”nytt vektorlager” i din GIS-applikation och sedan välja en geometrityp (se [Fig. 5.3](#)). Som vi behandlade i ett tidigare ämne innebär detta att du väljer antingen punkt, polylinje eller polygon för geometrin.

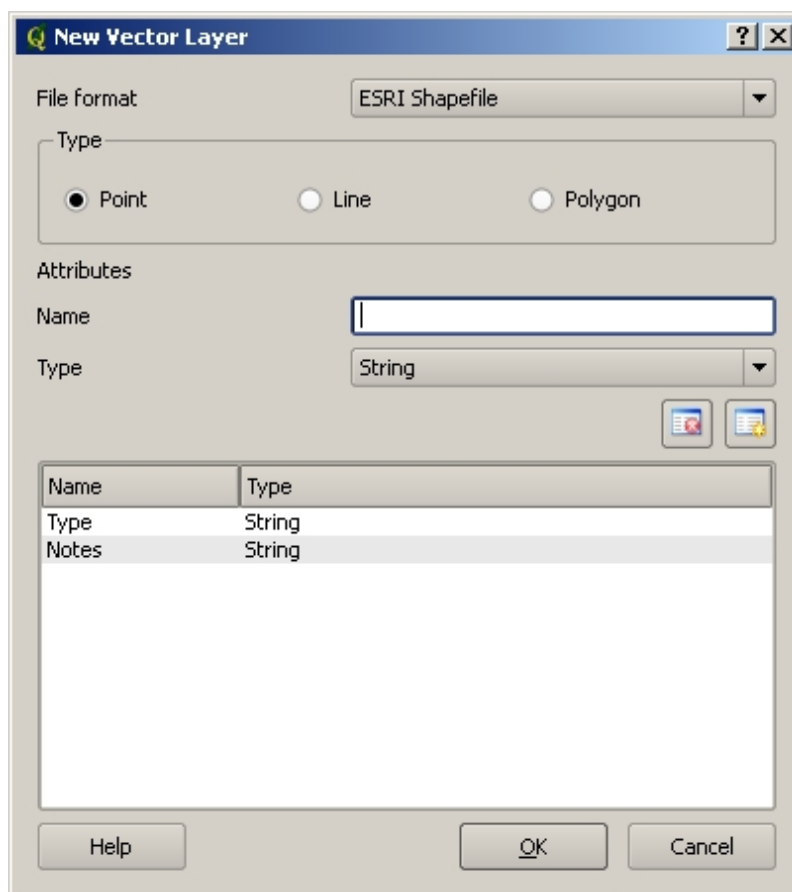


Fig. 5.3: Att skapa ett nytt vektorlager är lika enkelt som att fylla i några uppgifter i ett formulär. Först väljer du geometrityp och sedan lägger du till attributfälten.

Därefter lägger du till fält i attributtabeln. Normalt ger vi fälten namn som är korta, utan mellanslag och som anger vilken typ av information som lagras i fältet. Exempel på fältnamn kan vara "pH", "RoofColour", "RoadType" och så vidare. Förutom att välja ett namn för varje fält måste du ange hur informationen ska lagras i det fältet — dvs. är det ett nummer, ett ord eller en mening, eller ett datum?

Datorprogram kallar vanligtvis information som består av ord eller meningar för "**strings**", så om du behöver lagra något som ett gatunamn eller namnet på en flod ska du använda "String" som fältyp.

Med shapefile-formatet kan du lagra den numeriska fältinformationen som antingen ett heltal (**integer**) eller ett decimaltal (**floating point**) — så du måste tänka efter i förväg om de numeriska data du ska samla in kommer att ha decimaler eller inte.

Det sista steget (som visas i Fig. 5.4) för att skapa en shapefil är att ge den ett namn och en plats på datorns hårddisk där den ska skapas. Återigen är det en bra idé att ge shapefilen ett kort och meningsfullt namn. Bra exempel är "rivers", "watersamples" och så vidare.

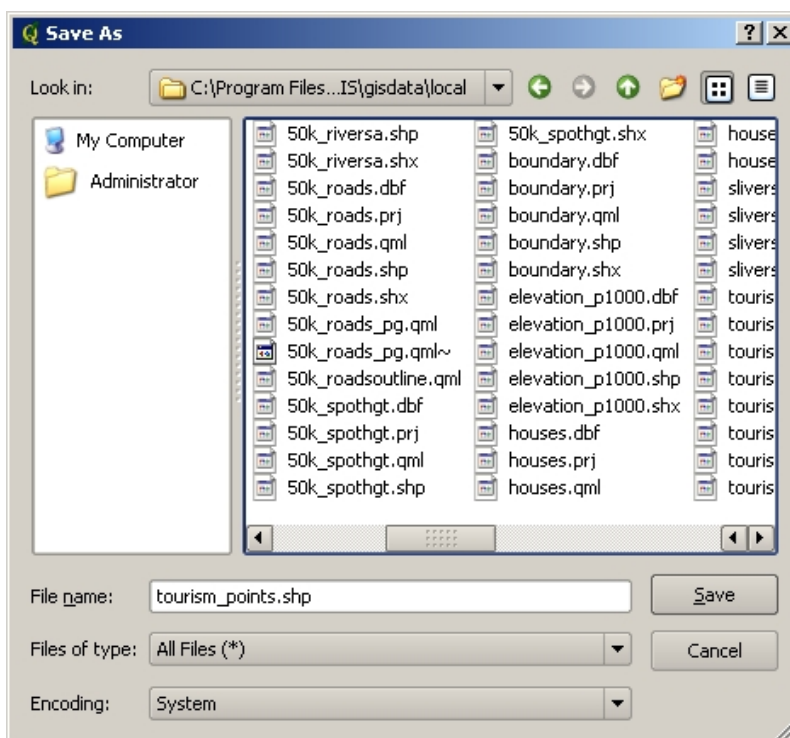


Fig. 5.4: När vi har definierat geometrin och attributen för vårt nya lager måste vi spara det på disken. Det är viktigt att du ger din shapefil ett kort men meningsfullt namn.

Låt oss snabbt sammanfatta processen igen. För att skapa en shapefil anger du först vilken typ av geometri den ska innehålla, sedan skapar du ett eller flera fält för attributtabellen och slutligen sparar du shapefilen på hårddisken med ett namn som är lätt att känna igen. Lika enkelt som 1-2-3!

5.5 Lägg till data i din shapefil

Hittills har vi bara skapat en tom shapefil. Nu måste vi aktivera redigering i shapefilen med hjälp av menyalternativet "enable editing" eller ikonerna i verktygsfältet i GIS-programmet. Shapefiler är inte aktiverade för redigering som standard för att förhindra att data som de innehåller ändras eller raderas av misstag. Nu måste vi börja lägga till data. Det finns två steg som vi måste slutföra för varje post som vi lägger till i shapefilen:

1. Fånga geometri
2. Ange attribut

Processen för att fånga geometri är olika för punkter, polylinjer och polygoner.

För att **fånga en punkt** använder du först kartans panorerings- och zoomverktyg för att komma till rätt geografiskt område som du ska registrera data för. Därefter måste du aktivera verktyget för punktinspelning. När du har gjort det klickar du med **vänster musknapp** på nästa ställe i kartvyn där du vill att den nya punktens **geometri** ska visas. När du har klickat på kartan visas ett fönster där du kan ange alla **attributdata** för den punkten (se Fig. 5.5). Om du är osäker på data för ett visst fält kan du vanligtvis lämna det tomt, men var medveten om att om du lämnar många fält tomma blir det svårt att göra en användbar karta från dina data!

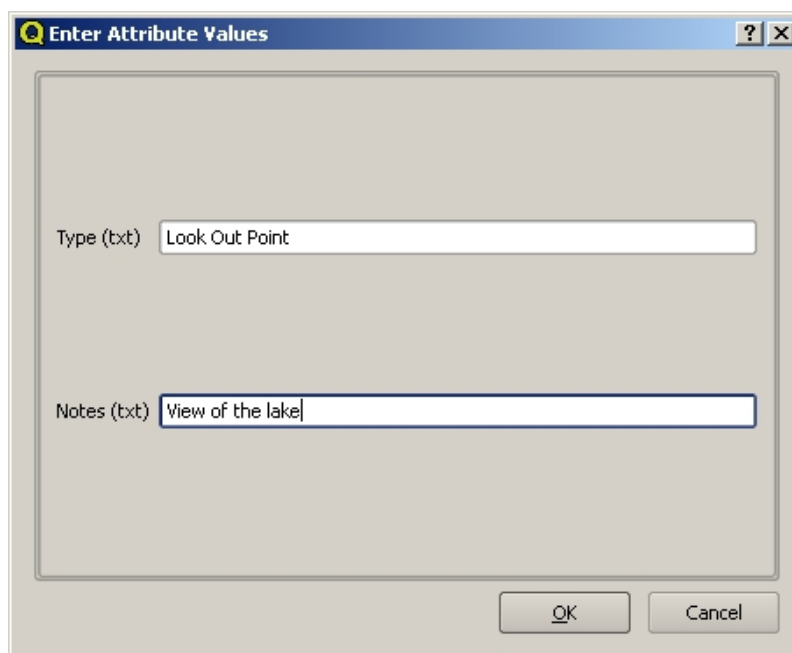


Fig. 5.5: När du har fångat punktgeometrin kommer du att bli ombedd att beskriva dess attribut. Attributformuläret är baserat på de fält som du angav när du skapade vektorlagret.

För att **fånga en polylinje** är processen liknande den för en punkt, i det att du först måste använda panorerings- och zoomverktygen för att flytta kartan i kartvyn till rätt geografiskt område. Du bör zooma in tillräckligt för att din nya vektorpolylinjefunktion ska ha en lämplig skala (se [Vektordata](#) för mer information om skalfrågor). När du är klar kan du klicka på ikonen för polyline capture i verktygsfältet och sedan börja rita din linje genom att klicka på kartan. När du har gjort ditt första klick kommer du att märka att linjen sträcker sig som ett elastiskt band och följer muspekaren när du flyttar den. Varje gång du klickar med **vänster musknapp** läggs ett nytt toppunkt till på kartan. Denna process visas i Fig. 5.6.

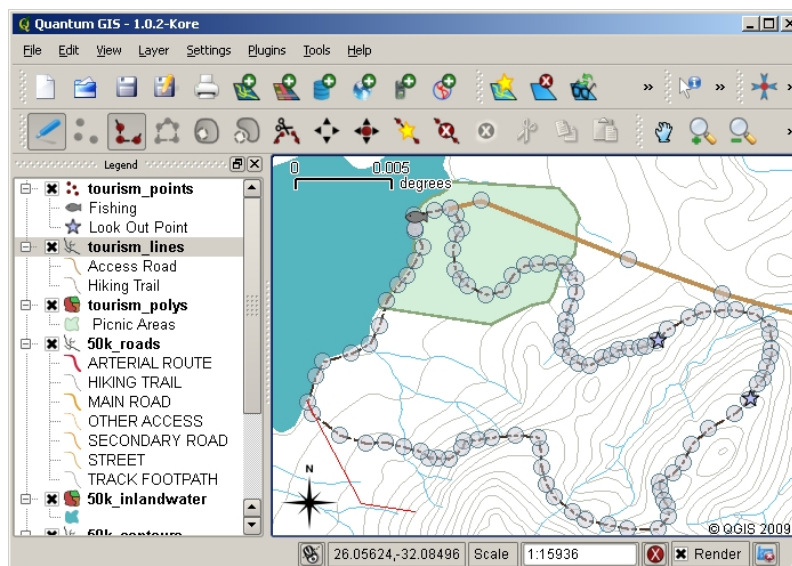


Fig. 5.6: Fånga linjer för en turistkarta. När du redigerar ett linjelager visas hörnpunkterna med cirkulära markörer som du kan flytta runt med musen för att justera linjens geometri. När du lägger till en ny linje (visas i rött) kommer varje musklick att lägga till ett nytt toppunkt.

När du är klar med att definiera din linje använder du **höger musknapp** för att tala om för GIS-programmet att du är klar med redigeringen. På samma sätt som när du tar fram en punktfunktion kommer du att bli ombedd att ange

attributdata för din nya polylinjefunktion.

Processen för att **fånga en polygon** är nästan densamma som för att fånga en polylinje, förutom att du måste använda verktyget för polygonfångst i verktygsfältet. Du kommer också att märka att när du ritar din geometri på skärmen skapar GIS-programmet alltid ett slutet område.

Om du vill lägga till en ny funktion efter att du har skapat den första kan du helt enkelt klicka på kartan igen med verktyget för punkt-, polylinje- eller polygoninhämtning aktivt och börja rita nästa funktion.

När du inte har några fler funktioner att lägga till ska du alltid klicka på ikonen "allow editing" för att stänga av den. GIS-programmet sparar sedan ditt nyskapade lager på hårddisken.

5.6 Heads-up digitalisering

Som du säkert har upptäckt vid det här laget om du har följt stegen ovan är det ganska svårt att rita objekten så att de blir **rymdmässigt korrekta** om du inte har andra objekt som du kan använda som referenspunkt. En vanlig lösning på det här problemet är att använda ett rasterlager (t.ex. ett flygfoto eller en satellitbild) som bakgrundslager. Du kan sedan använda det här lagret som en referenskarta eller till och med spåra objekten från rasterlagret till ditt vektorlager om de är synliga. Den här processen kallas "heads-up-digitalisering" och visas i Fig. 5.7.

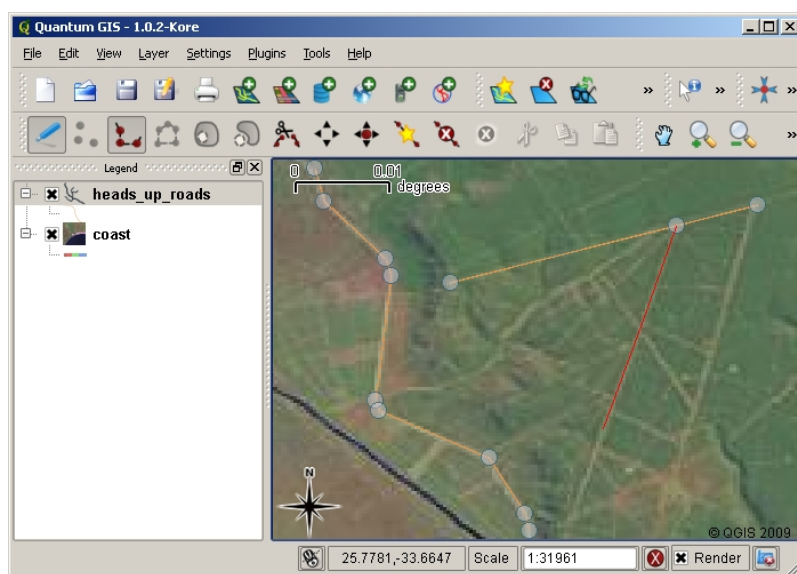


Fig. 5.7: Heads-up-digitalisering med en satellitbild som bakgrund. Bilden används som referens för att fånga polylinjefunktioner genom att spåra över dem.

5.7 Digitalisering med hjälp av ett digitaliseringsbord

En annan metod för att fånga vektordata är att använda ett digitaliseringsbord. Denna metod är mindre vanlig, utom bland GIS-proffs, och kräver dyr utrustning. Processen med att använda ett digitaliseringsbord är att placera en papperskarta på bordet. Papperkartan hålls säkert på plats med hjälp av klämmor. Sedan används en speciell enhet som kallas "puck" för att spåra funktioner från kartan. Små hårkors i pucken används för att se till att linjer och punkter ritas exakt. Pucken är ansluten till en dator och varje objekt som registreras med hjälp av pucken lagras i datorns minne. Du kan se hur en digitaliseringspuck ser ut i Fig. 5.8.



Fig. 5.8: Ett digitaliseringsbord och en puck används av GIS-proffs när de vill digitalisera objekt från befintliga kartor.

5.8 Efter att dina drag har digitaliserats...

När dina objekt har digitaliserats kan du använda de tekniker som du lärde dig i föregående avsnitt för att ställa in symbologin för ditt lager. Genom att välja en lämplig symbologi kan du bättre förstå de data som du har samlat in när du tittar på kartan.

5.9 Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på

Om du digitaliserar med hjälp av ett bakgrunds rasterlager, t.ex. ett flygfoto eller en satellitbild, är det mycket viktigt att rasterlagret är korrekt georefererat. Ett lager som är georefererat på rätt sätt visas i rätt position i kartvyn baserat på GIS-applikationens interna modell av jorden. Vi kan se effekten av en dåligt georefererad bild i Fig. 5.9.



Fig. 5.9: Vikten av att använda korrekt georefererade rasterbilder för digitalisering med huvudet före. Till vänster ser vi att bilden är korrekt georegistrerad och att vägobjekten (i orange) överlappar varandra perfekt. Om bilden är dåligt georefererad (som visas till höger) kommer objekten inte att vara väl inriktade. Ännu värre är att om bilden till höger används som referens när nya funktioner ska registreras kommer de nyregistrerade uppgifterna att vara felaktiga!

Kom också ihåg att det är viktigt att du zoomar in till en lämplig skala så att de vektorfunktioner du skapar blir användbara. Som vi såg i det tidigare avsnittet om vektorgeometri är det en dålig idé att digitalisera dina data när du zoomar ut till en skala på 1:1000 000 om du senare tänker använda de data som du samlar in i en skala på 1:50 000.

5.10 Vad har vi lärt oss?

Låt oss sammanfatta vad vi behandlat i det här arbetsbladet:

- **Digitalisering** är en process som innebär att kunskap om ett objekts **geometri** och **attribut** överförs till ett **digitalt format** som lagras på datorns hårddisk.
- GIS-data kan lagras i en **databas** eller som **filer**.
- Ett vanligt förekommande filformat är **shapefile** som egentligen är en grupp av tre eller flera filer (.shp, .dbf och .shx).
- Innan du skapar ett nytt vektorlager måste du planera både vilken **geometri**-typ och vilka **attribut**-fält det ska innehålla.
- Geometri kan vara punkt, polylinje eller polygon.
- Attribut kan vara **integers** (hela tal), **floating points** (decimaltal), **strings** (ord) eller **dates**.
- Digitaliseringsprocessen består av att **rita** geometrin i kartvyn och sedan mata in dess attribut. Detta upprepas för varje funktion.
- **Heads-up digitising** används ofta för att ge orientering under digitaliseringen genom att använda en rasterbild i bakgrunden.
- Professionella GIS-användare använder ibland ett **digitaliseringsbord** för att samla in information från papperskartor.

5.11 Nu får du försöka!

Här är några idéer som du kan prova med dina elever:

- Gör en lista över saker i och runt din skola som du tycker skulle vara intressanta att fånga. Till exempel: skolans gränser, placeringen av brandposter, utformningen av varje klassrum och så vidare. Försök att använda en blandning av olika geometrityper. Dela nu in eleverna i grupper och tilldela varje grupp några funktioner som de ska fånga. Låt dem symbolisera sina lager så att de blir mer meningsfulla att titta på. Kombinera lagren från alla grupper för att skapa en fin karta över din skola och dess omgivning!
- Leta upp en lokal flod och ta vattenprover längs med den. Anteckna noga varje provs position med hjälp av en GPS eller genom att markera den på ett toposblad. Gör mätningar för varje prov, t.ex. pH, upplöst syre osv. Samla in data med hjälp av GIS-programmet och skapa kartor som visar proverna med lämplig symbologi. Kan du identifiera några problemområden? Kunde GIS-applikationen hjälpa dig att identifiera dessa områden?

5.12 Något att tänka på

Om du inte har tillgång till en dator kan du följa samma process med hjälp av genomskinliga ark och en anteckningsbok. Använd en utskrift av ett flygfoto, ett ortosark eller en satellitbild som bakgrundslager. Rita kolumner längs sidan i anteckningsboken och skriv in kolumnrubrikerna för varje attributfält som du vill lagra information om. Rita nu upp geometrin för objekten på transparensarket och skriv ett nummer bredvid varje objekt så att det kan identifieras. Skriv nu samma nummer i den första kolumnen i tabellen i anteckningsboken och fyll sedan i all ytterligare information som du vill registrera.

5.13 Ytterligare läsning

I QGIS User Guide finns mer detaljerad information om digitalisering av vektordata i QGIS.

5.14 Vad kommer härnäst?

I avsnittet som följer kommer vi att titta närmare på **rasterdata** för att lära oss allt om hur bilddata kan användas i ett GIS.



Mål: Förstå vad rasterdata är och hur det kan användas i ett GIS.
Nyckelord: Raster, pixel, fjärranalys, satellit, bild, georeferens

6.1 Översikt

I de tidigare avsnitten har vi tittat närmare på vektordata. Medan vektorfunktioner använder geometri (punkter, polylinjer och polygoner) för att representera den verkliga världen, har rasterdata ett annat tillvägagångssätt. Raster består av en matris med pixlar (även kallade celler), som var och en innehåller ett värde som representerar förhållandena för det område som täcks av den cellen (se [Fig. 6.1](#)). I det här avsnittet ska vi titta närmare på rasterdata, när det är användbart och när det är mer meningsfullt att använda vektordata.

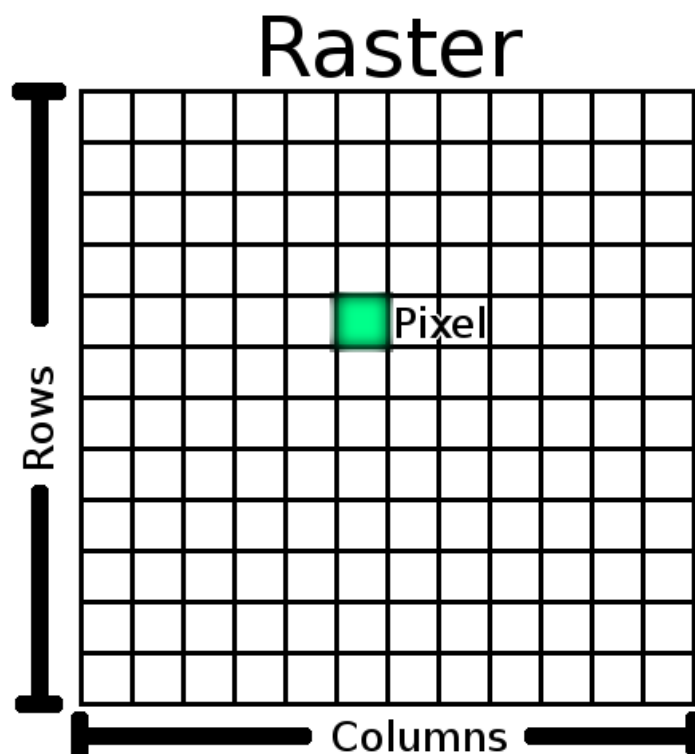


Fig. 6.1: En rasterdatauppsättning består av rader (som löper tvärs över) och kolumner (som löper nedåt) med pixlar (även kallade celler). Varje pixel representerar en geografisk region och värdet i den pixeln representerar någon egenskap hos den regionen.

6.2 Rasterdata i detalj

Rasterdata används i en GIS-applikation när vi vill visa information som är kontinuerlig över ett område och inte lätt kan delas in i vektorfunktioner. När vi introducerade dig till vektordata visade vi dig bilden i [Fig. 6.2](#). Punkt-, polylinje- och polygonfunktioner fungerar bra för att representera vissa funktioner i det här landskapet, t.ex. träd, vägar och byggnadsavtryck. Andra funktioner i ett landskap kan vara svårare att representera med hjälp av vektorfunktioner. De gräsmarker som visas har till exempel många variationer i färg och täckningsgrad. Det skulle vara enkelt att skapa en enda polygon runt varje gräsmark, men mycket av informationen om gräsmarken skulle gå förlorad i processen med att förenkla funktionerna till en enda polygon. Det beror på att när du ger en vektor attributvärden gäller de för hela funktionen, så vektorer är inte särskilt bra på att representera funktioner som inte är homogena (helt likadana) överallt. En annan metod är att digitalisera varje liten variation av gräsets färg och täckning som en separat polygon. Problemet med det tillvägagångssättet är att det kommer att krävas enormt mycket arbete för att skapa en bra vektordatauppsättning.



Fig. 6.2: Vissa element i ett landskap är lätta att representera som punkter, polylinjer och polygoner (t.ex. träd, vägar och hus). I andra fall kan det vara svårt. Hur skulle du till exempel representera gräsmarkerna? Som polygoner? Hur är det med de färgvariationer som man kan se i gräset? När du försöker representera stora områden med värden som ständigt förändras kan rasterdata vara ett bättre val.

Att använda rasterdata är en lösning på dessa problem. Många använder rasterdata som en **backdrop** som används bakom vektorlager för att ge vektorinformationen mer mening. Det mänskliga ögat är mycket bra på att tolka bilder och att använda en bild bakom vektorlager resulterar därför i kartor med mycket mer mening. Rasterdata är inte bara bra för bilder som avbildar den verkliga ytan (t.ex. satellitbilder och flygfoton), de är också bra för att representera mer abstrakta idéer. Rasterdata kan t.ex. användas för att visa nederbördstrender över ett område eller för att beskriva brandrisken i ett landskap. I den här typen av tillämpningar representerar varje cell i rastret ett annat värde, t.ex. brandrisk på en skala från ett till tio.

Ett exempel som visar skillnaden mellan en bild som erhållits från en satellit och en som visar beräknade värden kan ses i Fig. 6.3.

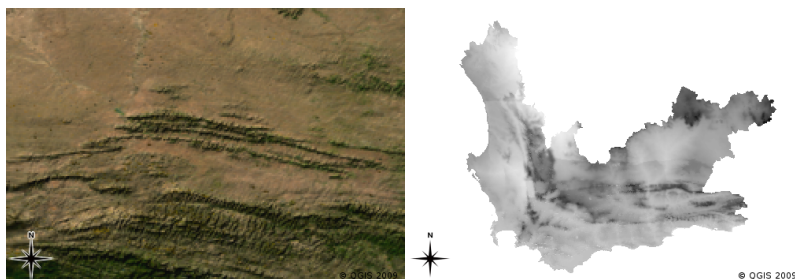


Fig. 6.3: Rasterbilder i äkta färg (till vänster) är användbara eftersom de innehåller många detaljer som är svåra att fånga som vektorfunktioner men som är lätta att se när man tittar på rasterbilden. Rasterdata kan också vara icke-fotografiska data, t.ex. rasterlagret till höger som visar den beräknade genomsnittliga minimitemperaturen i Västra Kapprovinsen för mars månad.

6.3 Georeferenser

Georeferering är processen för att definiera exakt var på jordens yta en bild eller rasterdatauppsättning skapades. Denna positionsinformation lagras med den digitala versionen av flygfotot. När GIS-programmet öppnar fotot används positionsinformationen för att säkerställa att fotot visas på rätt plats på kartan. Normalt består denna positionsinformation av en koordinat för bildens översta vänstra pixel, storleken på varje pixel i X-riktningen, storleken på varje pixel i Y-riktningen och den eventuella rotationen av bilden. Med hjälp av dessa få uppgifter kan GIS-programmet se till att rasterdata visas på rätt plats. Georeferensinformationen för en rasterbild finns ofta i en liten textfil som medföljer rasterbilden.

6.4 Källor till rasterdata

Rasterdata kan erhållas på ett antal olika sätt. Två av de vanligaste sätten är flygfotografering och satellitbilder. Vid flygfotografering flyger ett flygplan över ett område med en kamera monterad undertill. Fotografierna importeras sedan till en dator och georefereras. Satellitbilder skapas genom att satelliter i omloppsbanan runt jorden riktar speciella digitalkameror mot jorden och tar en bild av det område på jorden som de passerar över. När bilden har tagits skickas den tillbaka till jorden med hjälp av radiosignaler till speciella mottagningsstationer som den som visas i [Fig. 6.4](#). Processen att fånga rasterdata från ett flygplan eller en satellit kallas **remote sensing**.



Fig. 6.4: CSIR:s center för satellittillämpningar i Hartebeeshoek nära Johannesburg. Särskilda antenner följer satelliterna när de passerar och laddar ner bilder med hjälp av radiovågor.

I andra fall kan rasterdata beräknas. Ett försäkringsbolag kan t.ex. ta polisens brottsrapporter och skapa en landsomfattande rasterkarta som visar hur hög brottsfrekvensen sannolikt är i varje område. Meteorologer (personer som studerar vädermönster) kan skapa ett raster på provinsnivå som visar medeltemperatur, nederbörd och vindriktning med hjälp av data som samlats in från väderstationer (se [Fig. 6.4](#)). I dessa fall kommer de ofta att använda rasteranalystekniker som interpolering (som vi beskriver i ämne *Spatial analysis (interpolation)*).

Ibland skapas rasterdata från vektordata eftersom dataägarna vill dela data i ett format som är lätt att använda. Ett företag med väg-, järnvägs-, fastighets- och andra vektordataset kan till exempel välja att skapa en rasterversion av dessa dataset så att de anställda kan visa dem i en webbläsare. Detta är normalt bara användbart om de attribut som användarna behöver känna till kan representeras på kartan med etiketter eller symbologi. Om användaren behöver titta på attributtabellen för data kan det vara ett dåligt val att tillhandahålla den i rasterformat eftersom rasterlager vanligtvis inte har några attributdata associerade med dem.

6.5 Spatial upplösning

Varje rasterlager i ett GIS har pixlar (celler) med en fast storlek som bestämmer dess spatiala upplösning. Detta blir tydligt när du tittar på en bild i liten skala (se [Fig. 6.5](#)) och sedan zoomar in till en stor skala (se [Fig. 6.6](#)).

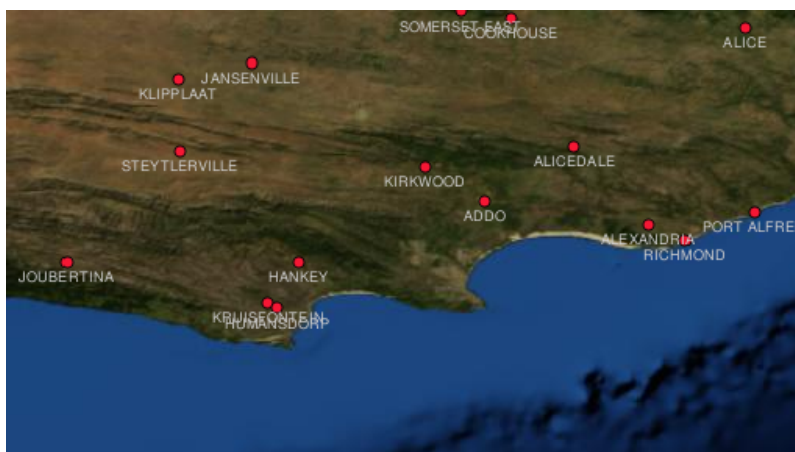


Fig. 6.5: Den här satellitbilden ser bra ut när man använder en liten skala...



Fig. 6.6: ...men när man tittar på den i stor skala kan man se de enskilda pixlarna som bilden består av.

Flera faktorer avgör den spatiala upplösningen hos en bild. För fjärranalysdata bestäms den spatiala upplösningen vanligtvis av kapaciteten hos den sensor som används för att ta en bild. SPOT5-satelliter kan t.ex. ta bilder där varje pixel är 10 m x 10 m. Andra satelliter, t.ex. MODIS, tar endast bilder på 500 m x 500 m per pixel. Vid flygfotografering är pixelstorlekar på 50 cm x 50 cm inte ovanliga. Bilder med en pixelstorlek som täcker ett litet område kallas **”högupplösta”** bilder eftersom det är möjligt att urskilja en hög grad av detaljer i bilden. Bilder med en pixelstorlek som täcker ett stort område kallas **”lågupplösta”** bilder eftersom detaljrikedomen i bilderna är låg.

I rasterdata som beräknas genom spatial analys (t.ex. nederbördskartan som vi nämnde tidigare) bestämmer den spatiala tätheten för den information som används för att skapa rastret vanligtvis den spatiala upplösningen. Om du till exempel vill skapa en högupplöst karta över genomsnittlig nederbörd behöver du helst många väderstationer i närheten av varandra.

En av de viktigaste sakerna att tänka på när det gäller raster med hög spatial upplösning är lagringskraven. Tänk på ett raster som är 3 x 3 pixlar, där var och en innehåller ett tal som representerar genomsnittlig nederbörd. För att lagra all information som finns i rastret måste du lagra 9 siffror i datorns minne. Tänk dig nu att du vill ha ett rasterlager för hela Sydafrika med pixlar på 1 km x 1 km. Sydafrika är cirka 1.219.090 km². Det innebär att din dator skulle behöva lagra över en miljon siffror på hårddisken för att få plats med all information. Att göra pixelstorleken mindre skulle kraftigt öka mängden lagringsutrymme som behövs.

Ibland är det bra att använda en låg spatial upplösning när du vill arbeta med ett stort område och inte är intresserad av att titta på ett område i detalj. Molnkartorna som du ser på väderleksrapporten är ett exempel på detta — det är användbart att se molnen över hela landet. Att zooma in på ett visst moln i hög upplösning säger inte särskilt mycket om det kommande vädret!

Å andra sidan kan det vara problematiskt att använda rasterdata med låg upplösning om du är intresserad av en liten region eftersom du förmodligen inte kommer att kunna urskilja några enskilda funktioner från bilden.

6.6 Spektral upplösning

Om du tar ett färgfoto med en digitalkamera eller en kamera i en mobiltelefon använder kameran elektroniska sensorer för att detektera rött, grönt och blått ljus. När bilden visas på en skärm eller skrivs ut kombineras den röda, gröna och blå (RGB) informationen för att visa en bild som dina ögon kan tolka. Medan informationen fortfarande är i digitalt format lagras dock denna RGB-information i separata färg**band**.

Våra ögon kan bara se RGB-våglängder, men de elektroniska sensorerna i kameror kan upptäcka våglängder som våra ögon inte kan se. I en handhållen kamera är det naturligtvis inte meningsfullt att registrera information från de **icke-synliga** delarna av spektrumet eftersom de flesta människor bara vill titta på bilder av sin hund eller vad det nu kan vara. Rasterbilder som innehåller data för icke-synliga delar av ljusspektrumet kallas ofta multispektrala bilder. I GIS kan det vara mycket användbart att registrera de icke-synliga delarna av spektrumet. Mätning av infrarött ljus kan till exempel vara användbart för att identifiera vattensamlingar.

Eftersom bilder som innehåller flera ljusband är så användbara i GIS tillhandahålls rasterdata ofta som multibandbilder. Varje band i bilden är som ett separat lager. GIS kombinerar tre av banden och visar dem som rött, grönt och blått så att det mänskliga ögat kan se dem. Antalet band i en rasterbild kallas för dess **spektrala upplösning**.

Om en bild bara består av ett band kallas den ofta för en **gråskalebild**. I gråskalebilder kan man använda falsk färgläggning för att göra skillnaderna i pixlarnas värden tydligare. Bilder med falsk färg kallas ofta för **pseudofärgbilder**.

6.7 Konvertering av raster till vektor

I vår diskussion om vektordata förklarade vi att rasterdata ofta används som ett bakgrundslager, som sedan används som en bas från vilken vektorfunktioner kan digitaliseras.

En annan metod är att använda avancerade datorprogram för att automatiskt extrahera vektorfunktioner från bilder. Vissa funktioner, t.ex. vägar, syns i en bild som en plötslig färgförändring i förhållande till närliggande pixlar. Datorprogrammet letar efter sådana färgförändringar och skapar vektorfunktioner som ett resultat av detta. Den här typen av funktioner finns normalt bara i mycket specialiserade (och ofta dyra) GIS-program.

6.8 Konvertering av vektor till raster

Ibland är det bra att konvertera vektordata till rasterdata. En bieffekt av detta är att attributdata (det vill säga attribut som är associerade med den ursprungliga vektordatan) går förlorade när konverteringen sker. Att ha vektorer konverterade till rasterformat kan dock vara användbart när du vill ge GIS-data till icke-GIS-användare. Med de enklare rasterformaten kan den person som du ger rasterbilden till helt enkelt se den som en bild på sin dator utan att behöva någon speciell GIS-programvara.

6.9 Rasteranalys

Det finns ett stort antal analysverktyg som kan köras på rasterdata och som inte kan användas med vektordata. Rasterdata kan t.ex. användas för att modellera vattenflödet över markytan. Denna information kan användas för att beräkna var det finns vattendelare och vattendragsnätverk, baserat på terrängen.

Rasterdata används också ofta inom jord- och skogsbruk för att hantera växtodling. Med en satellitbild av en jordbrukares mark kan man till exempel identifiera områden där växterna växer dåligt och sedan använda den informationen för att sprida mer gödningsmedel endast på de drabbade områdena. Skogsbrukare använder rasterdata för att uppskatta hur mycket timmer som kan avverkas från ett område.

Rasterdata är också mycket viktigt för katastrofhantering. Analys av digitala höjdmodeller (en typ av raster där varje pixel innehåller höjden över havet) kan sedan användas för att identifiera områden som sannolikt kommer att översvämmas. Detta kan sedan användas för att rikta räddnings- och hjälpinsatser till områden där de behövs som mest.

6.10 Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på

Som vi redan har nämnt kan högupplösta rasterdata kräva stora mängder datalagring.

6.11 Vad har vi lärt oss?

Låt oss sammanfatta vad vi behandlat i det här arbetsbladet:

- Rasterdata är ett rutnät av jämnstora **pixlar**.
- Rasterdata är bra för att visa **kontinuerligt varierande information**.
- Storleken på pixlarna i ett raster avgör dess **spatiala upplösning**.
- Rasterbilder kan innehålla ett eller flera **band**, som alla täcker samma spatiala område men innehåller olika information.
- När rasterdata innehåller band från olika delar av det elektromagnetiska spektrumet kallas de för **multispektrala bilder**.
- Tre av banden i en multispektral bild kan visas i färgerna rött, grönt och blått så att vi kan se dem.
- Bilder med ett enda band kallas gråskalebilder.
- Enbandiga gråskalebilder kan visas i pseudofärg av GIS.
- Rasterbilder kan förbruka en stor mängd lagringsutrymme.

6.12 Nu får du försöka!

Här är några idéer som du kan prova med dina elever:

- Diskutera med dina elever i vilka situationer du skulle använda rasterdata och i vilka du skulle använda vektordata.
- Låt eleverna skapa en rasterkarta över skolan med hjälp av transparenta A4-ark med rutnätslinjer ritade på. Lägg över transparenterna på ett toposark eller ett flygfoto av skolan. Låt nu varje elev eller grupp av elever färglägga celler som representerar en viss typ av objekt, t.ex. byggnad, lekplats, idrottsplats, träd, gångstigar osv. När alla är klara lägger du ihop alla ark och ser om det blir en bra rasterkarta över din skola. Vilka typer av funktioner fungerade bra när de representerades som raster? Hur påverkade ditt val av cellstorlek din förmåga att representera olika typer av funktioner?

6.13 Något att tänka på

Om du inte har tillgång till en dator kan du förstå rasterdata med hjälp av penna och papper. Rita ett rutnät med rutor på ett pappersark för att representera din fotbollsplan. Fyll i rutnätet med siffror som representerar värden för grästäckningen på fotbollsplanen. Om en yta är bar ger du cellen värdet 0. Om ytan är både bar och täckt ger du den värdet 1. Om en yta är helt täckt av gräs ger du den värdet 2. Använd nu blyertspennor för att färglägga cellerna utifrån deras värden. Celler med värde 2 färgas mörkgröna. Värde 1 ska färgas ljusgrönt och värde 0 ska färgas brunt. När du är klar bör du ha en rasterkarta över din fotbollsplan!

6.14 Ytterligare läsning

Bok:

- Chang, Kang-Tsung (2006). Introduction to Geographic Information Systems. 3rd Edition. McGraw Hill. ISBN: 0070658986
- DeMers, Michael N. (2005). Fundamentals of Geographic Information Systems. 3rd Edition. Wiley. ISBN: 9814126195

Website: https://en.wikipedia.org/wiki/GIS_file_formats#Raster_formats

I QGIS User Guide finns också mer detaljerad information om hur du arbetar med rasterdata i QGIS.

6.15 Vad kommer närmast?

I avsnittet som följer kommer vi att titta närmare på **topologi** för att se hur förhållandet mellan vektorfunktioner kan användas för att säkerställa bästa möjliga datakvalitet.



Mål: Förståelse för topologi i vektordata

Nyckelord: Vektor, topologi, topologiregler, topologifel, sökradie, snäppavstånd, enkel funktion

7.1 Översikt

Topologi uttrycker de spatiala relationerna mellan anslutande eller intilliggande vektorobjekt (punkter, polylinjer och polygoner) i ett GIS. Topologiska eller topologibaserade data är användbara för att upptäcka och korrigera digitaliseringsfel (t.ex. två linjer i ett vägvektorlager som inte möts perfekt i en korsning). Topologi är nödvändigt för att utföra vissa typer av spatial analys, t.ex. nätverksanalys.

Föreställ dig att du reser till London. På en sightseeingtur planerar du att besöka St Paul's Cathedral först och på eftermiddagen Covent Garden Market för några souvenirer. När du tittar på tunnelbanekartan över London (se [Fig. 7.1](#)) måste du hitta anslutande tåg för att ta dig från Covent Garden till St Paul's. För detta krävs topologisk information (data) om var det är möjligt att byta tåg. Om man tittar på en karta över tunnelbanan illustreras de topologiska förhållandena med cirklar som visar anslutningsmöjligheter.

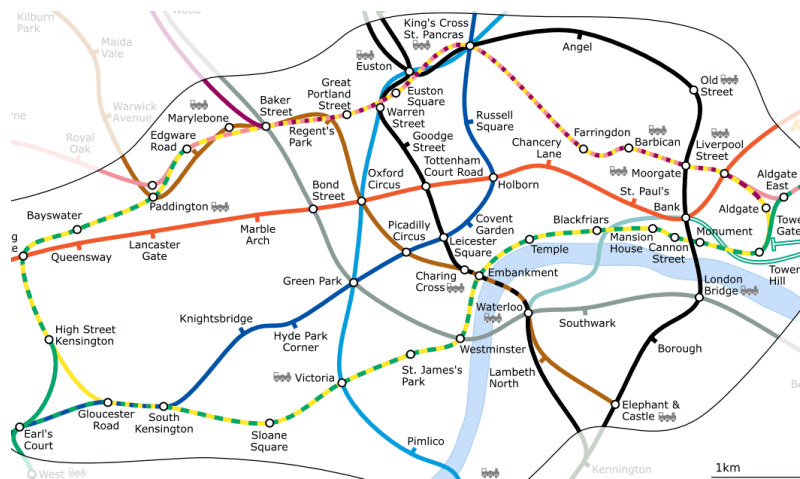


Fig. 7.1: Topologi för Londons tunnelbanenät.

7.2 Fel i topologin

Det finns olika typer av topologiska fel och de kan grupperas beroende på om vektorfunktionstyperna är polygoner eller polylinjer. Topologiska fel med **polygon**-funktioner kan vara polygoner som inte är slutna, mellanrum mellan polyongränser eller överlappande polyongränser. Ett vanligt topologiskt fel med **polylinje**-objekt är att de inte möts perfekt vid en punkt (nod). Den här typen av fel kallas **undershoot** om det finns ett mellanrum mellan linjerna, och **overshoot** om en linje slutar bortom den linje som den borde ansluta till (se [Fig. 7.2](#)).

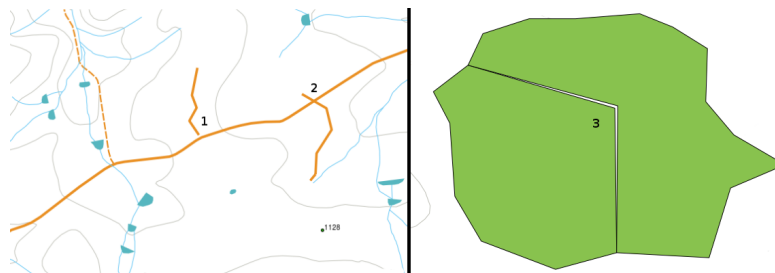


Fig. 7.2: Undershoots (1) uppstår när digitaliserade vektorlinjer som ska ansluta till varandra inte riktigt rör vid varandra. Overshoots (2) inträffar om en linje slutar bortom den linje som den ska ansluta till. Slivers (3) uppstår när hörnen på två polygoner inte matchar varandra på sina kanter.

Resultatet av över- och underskridningsfel är så kallade ”dinglande noder” i slutet av linjerna. Dangling nodes kan accepteras i speciella fall, t.ex. om de är anslutna till återvändsgränder.

Topologiska fel bryter förhållandet mellan objekten. Dessa fel måste åtgärdas för att man ska kunna analysera vektordata med procedurer som nätverksanalys (t.ex. hitta den bästa ruten över ett vägnät) eller mätning (t.ex. ta reda på längden på en flod). Förutom att topologi är användbart för nätverksanalys och mätning finns det andra skäl till varför det är viktigt och användbart att skapa eller ha vektordata med korrekt topologi. Tänk dig att du digitaliserar en karta över kommungränser för din provins och polygonerna överlappar varandra eller visar delar. Om sådana fel förekommer skulle du kunna använda mätverktygen, men de resultat du får blir felaktiga. Du kommer inte att veta det korrekta området för någon kommun och du kommer inte att kunna definiera exakt var gränserna mellan kommunerna går.

Det är inte bara viktigt för din egen analys att skapa och ha topologiskt korrekta data, utan även för dem som du skickar data till. De kommer att förvänta sig att dina data och analysresultat är korrekta!

7.3 Regler för topologi

Lyckligtvis kan många vanliga fel som kan uppstå när man digitaliserar vektorfunktioner förebyggas med hjälp av topologiregler som implementeras i många GIS-applikationer.

Med undantag för vissa speciella GIS-dataformat är topologi vanligtvis inte påtvingad som standard. Många vanliga GIS, som QGIS, definierar topologi som relationsregler och låter användaren välja vilka regler, om några, som ska implementeras i ett vektorlager.

I följande lista visas några exempel på hur topologiregler kan definieras för verkliga funktioner i en vektorkarta:

- Områdeskanterna på en kommunkarta får inte överlappa varandra.
- Områdeskanter på en kommunkarta får inte ha luckor (slivers).
- Polygoner som visar egenskapsgränser måste vara slutna. Underskott eller överskott av gränslinjerna är inte tillåtna.
- Konturlinjer i ett vektorlinjelager får inte intersektera (korsa varandra).

7.4 Topologiska verktyg

Många GIS-program innehåller verktyg för topologisk redigering. I QGIS kan du t.ex. **aktivera topologisk redigering** för att förbättra redigering och underhåll av gemensamma gränser i polygonlager. Ett GIS som QGIS "upptäcker" en delad gräns i en polygonkarta så att du bara behöver flytta kantvertexet på en polygongräns och QGIS kommer att säkerställa uppdateringen av de andra polygongränserna som visas i Fig. 7.3 (1).

Ett annat topologiskt alternativ gör att du kan förhindra** polygonöverlappningar** under digitaliseringen (se Fig. 7.3 (2)). Om du redan har en polygon är det med detta alternativ möjligt att digitalisera en andra intilliggande polygon så att båda polygonerna överlappar varandra och QGIS klipper sedan den andra polygonen till den gemensamma gränsen.

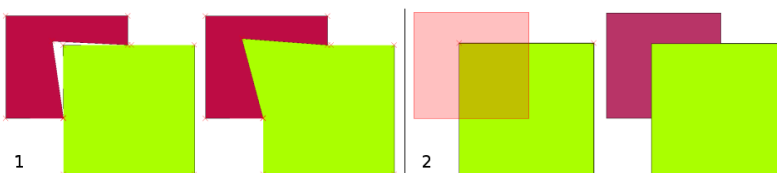


Fig. 7.3: (1) Topological editing to detect shared boundaries, when moving vertices. When moving a vertex, all features that share that vertex are updated. (2) To avoid polygon overlaps, when a new polygon is digitised (shown in red) it is clipped to avoid overlapping neighbouring areas.

7.5 Avstånd för snäppning

Snapping distance är det avstånd som ett GIS använder för att söka efter närmaste toppunkt och/eller segment som du försöker ansluta när du digitaliserar. Ett **segment** är en rak linje som bildas mellan två hörn i en polygon- eller polylinjegeometri. Om du inte befinner dig inom snäppavståndet kommer ett GIS som QGIS att lämna vertexen där du släppte musknappen, i stället för att snäppa den till en befintlig vertex och/eller ett befintligt segment (se Fig. 7.4).

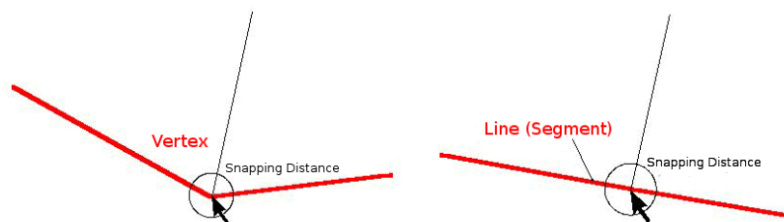


Fig. 7.4: Snappingavståndet (svart cirkel) definieras i kartenheter (t.ex. decimalgrader) för snapping till antingen toppar eller segment.

7.6 Sökradie

Sökradie är det avstånd som GIS använder för att söka efter det närmaste toppunktet som du försöker flytta när du klickar på kartan. Om du inte befinner dig inom sökradien kommer GIS inte att hitta och välja något vertex för en funktion för redigering. I princip är det ganska likt funktionen för snäppavstånd.

Både snäppavstånd och sökradie anges i kartenheter, så du kan behöva experimentera för att få rätt avståndsvärde. Om du anger ett för stort värde kan GIS snäppa till fel vertex, särskilt om du har att göra med ett stort antal vertex som ligger nära varandra. Om du anger en för liten sökradie kommer GIS-programmet inte att hitta någon funktion eller vertex att flytta eller redigera.

7.7 Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på

Många GIS-program är främst utformade för enkelhet och snabb rendering, men inte för dataanalys som kräver topologi (t.ex. att hitta rutter i ett nätverk). Många GIS-program kan visa topologiska data och data om enkla funktioner tillsammans och vissa kan även skapa, redigera och analysera båda.

7.8 Vad har vi lärt oss?

Låt oss sammanfatta vad vi behandlat i det här arbetsbladet:

- **Topologi** visar den spatials relationen mellan närliggande vektorfunktioner.
- Topologi i GIS tillhandahålls av **topologiska verktyg**.
- Topologi kan användas för att **detektera och korrigera digitaliseringsfel**.
- För vissa verktyg, t.ex. **nätverksanalys**, är topologiska data nödvändiga.
- **Snapping distance** och **search radius** hjälper oss att digitalisera topologiskt korrekt vektordata.
- **Simple feature** data är inte ett riktigt topologiskt dataformat men det används ofta i GIS-applikationer.

7.9 Nu får du försöka!

Här är några idéer som du kan prova med dina elever:

- Markera dina lokala busshållplatser på en toposkarta och ge sedan dina elever i uppgift att hitta den kortaste vägen mellan två hållplatser.
- Tänk på hur du skulle skapa vektorfunktioner i ett GIS för att representera ett topologiskt vägnät i din stad. Vilka topologiska regler är viktiga och vilka verktyg kan dina elever använda i QGIS för att se till att det nya väglagret är topologiskt korrekt?

7.10 Något att tänka på

Om du inte har en dator tillgänglig kan du använda en karta över ett buss- eller järnvägsnät och diskutera de spatiala relationerna och topologin med dina elever.

7.11 Ytterligare läsning

Böcker:

- Chang, Kang-Tsung (2006). Introduction to Geographic Information Systems. 3rd Edition. McGraw Hill. ISBN: 0070658986
- DeMers, Michael N. (2005). Fundamentals of Geographic Information Systems. 3rd Edition. Wiley. ISBN: 9814126195

Webbplatser:

- <http://www.innovativegis.com/basis/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Geospatial_topology

I QGIS User Guide finns också mer detaljerad information om topologisk redigering i QGIS.

7.12 Vad kommer närmast?

I avsnittet som följer kommer vi att titta närmare på **koordinatreferenssystem** för att förstå hur vi relaterar data från vår sfäriska jord till platta kartor!

Koordinatreferenssystem



Mål: Förståelse av Koordinatreferenssystem.

Nyckelord: Koordinatreferenssystem (CRS), kartprojektion, flygprojektion, latitud, longitud, nording, östing

8.1 Översikt

Kartprojektioner försöker avbilda jordens yta, eller en del av jorden, på ett platt papper eller en datorskärm. I lekmannatermer försöker kartprojektioner omvandla jorden från dess sfäriska form (3D) till en plan form (2D).

Ett **koordinatreferenssystem** (CRS) definierar sedan hur den tvådimensionella, projicerade kartan i ditt GIS förhåller sig till verkliga platser på jorden. Beslutet om vilken kartprojektion och vilket CRS som ska användas beror på den regionala omfattningen av det område du vill arbeta i, på den analys du vill göra och ofta på tillgången till data.

8.2 Kartprojektion i detalj

En traditionell metod för att representera jordens form är att använda jordgloben. Det finns dock ett problem med detta tillvägagångssätt. Även om jordgloben bevarar merparten av jordens form och illustrerar den spatiala konfigurationen av kontinentstora objekt, är de mycket svåra att bära med sig i fickan. De är också bara lämpliga att använda i extremt små skalor (t.ex. 1:100 miljoner).

De flesta tematiska kartdata som vanligtvis används i GIS-tillämpningar är av betydligt större skala. Typiska GIS-dataset har skalor på 1:250 000 eller större, beroende på detaljnivå. En jordglob i den här storleken skulle vara svår och dyr att producera och ännu svårare att bära med sig. Kartografer har därför utvecklat en uppsättning tekniker som kallas **kartprojektioner** och som är utformade för att med rimlig noggrannhet visa den sfäriska jorden i två dimensioner.

När man tittar på jorden på nära håll ser den ut att vara relativt platt. Men när vi ser den från rymden kan vi se att jorden är relativt sfärisk. Kartor, som vi kommer att se i det kommande ämnet om kartproduktion, är representationer av verkligheten. De är utformade för att inte bara representera egenskaper, utan också deras form och spatiala arrangemang. Varje kartprojektion har **fördelar** och **nackdelar**. Vilken projektion som är bäst för en karta beror på kartans **skala** och på vad den ska användas till. En projektion kan t.ex. ha oacceptabla förvrängningar om den

används för att kartlägga hela den afrikanska kontinenten, men kan vara ett utmärkt val för en **storskalig (detaljerad) karta** över ditt land. Egenskaperna hos en kartprojektion kan också påverka vissa av kartans designfunktioner. Vissa projektioner är bra för små områden, andra är bra för kartläggning av områden med en stor öst-västlig utsträckning, och andra är bättre för kartläggning av områden med en stor nord-sydlig utsträckning.

8.3 Kartprojektionernas tre familjer

Processen med att skapa kartprojektioner illustreras bäst genom att placera en ljuskälla inuti en genomskinlig jordglob på vilken ogenomskinliga jordobjekt är placerade. Därefter projiceras konturerna på ett tvådimensionellt, platt papper. Olika sätt att projicera kan åstadkommas genom att omge jordgloben på ett **cylindriskt** sätt, som en **kon** eller till och med som en **platt yta**. Var och en av dessa metoder ger upphov till vad som kallas en **kartprojektionsfamilj**. Därför finns det en familj av **planar projektioner**, en familj av **cylindriska projektioner** och en annan som kallas **koniska projektioner** (se Fig. 8.1)

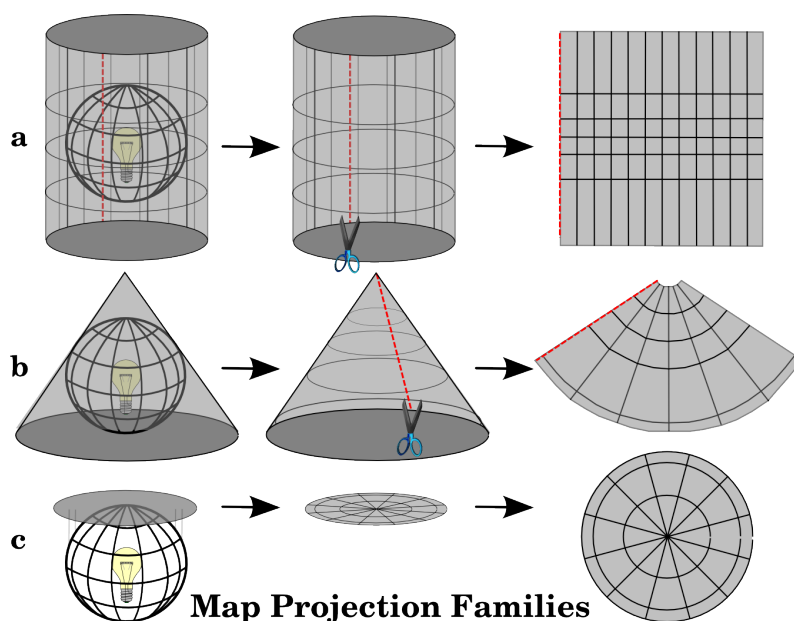


Fig. 8.1: De tre familjerna av kartprojektioner. De kan representeras av a) cylindriska projektioner, b) koniska projektioner eller c) plana projektioner.

I dag sker naturligtvis projektionen av den sfäriska jorden på ett platt papper med hjälp av de matematiska principerna geometri och trigonometri. På så sätt återskapas den fysiska projektionen av ljus genom jordgloben.

8.4 Kartprojektioners noggrannhet

Kartprojektioner är aldrig helt exakta representationer av den sfäriska jorden. Som ett resultat av kartprojektionsprocessen uppvisar varje karta **förvrängningar** av **vinkelöverensstämmelse, avstånd och yta**. En kartprojektion kan kombinera flera av dessa egenskaper eller vara en kompromiss som förvränger alla egenskaper för yta, avstånd och vinkelkonformitet inom en viss acceptabel gräns. Exempel på kompromissprojektioner är **Winkel Tripel-projektionen** och **Robinson-projektionen** (se Fig. 8.2), som ofta används för att producera och visualisera världskartor.

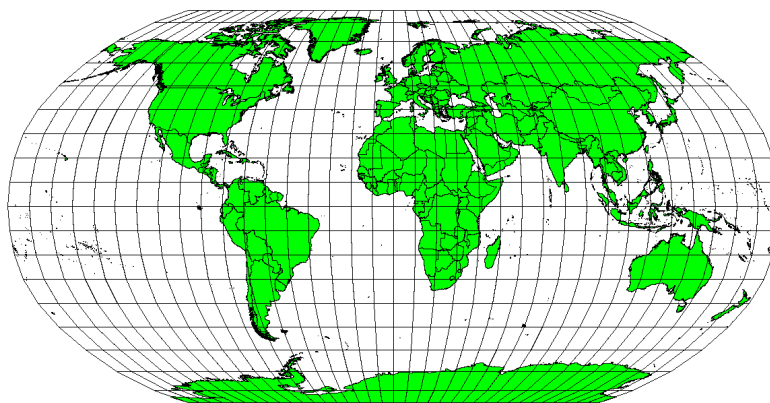


Fig. 8.2: Robinson-projektionen är en kompromiss där förvrängningar av yta, vinkelkonformitet och avstånd är acceptabla.

Det är oftast omöjligt att bevara alla egenskaper samtidigt i en kartprojektion. Det innebär att när du vill utföra noggranna analyser måste du använda en kartprojektion som ger de bästa egenskaperna för dina analyser. Om du t.ex. behöver mäta avstånd på din karta bör du försöka använda en kartprojektion för dina data som ger hög noggrannhet för avstånd.

8.4.1 Kartprojektioner med vinkelkonformitet

När man arbetar med en jordglob kommer kompassrosens huvudriktningar (norr, öster, söder och väster) alltid att befinna sig i 90 graders vinkel mot varandra. Med andra ord kommer öst alltid att befinna sig i 90 graders vinkel mot norr. Att bibehålla korrekta **vinkelegenskaper** kan också bevaras på en kartprojektion. En kartprojektion som bibehåller denna egenskap av vinkelkonformitet kallas en **konformal** eller **ortomorf projektion**.

Dessa projektioner används när **bevarande av vinkelrelationer** är viktigt. De används vanligen för navigering eller meteorologiska uppgifter. Det är viktigt att komma ihåg att det är svårt att bibehålla sanna vinklar på en karta för stora områden och att man endast bör försöka göra det för små delar av jorden. Den konforma projektionstypen resulterar i förvrängningar av områden, vilket innebär att om områdesmätningar görs på kartan kommer de att vara felaktiga. Ju större området är, desto mindre exakta blir areamätningarna. Exempel är **Mercator-projektionen** (som visas i Fig. 8.3) och **Lambert Conformal Conic-projektionen**. U.S. Geological Survey använder en konform projektion för många av sina topografiska kartor.

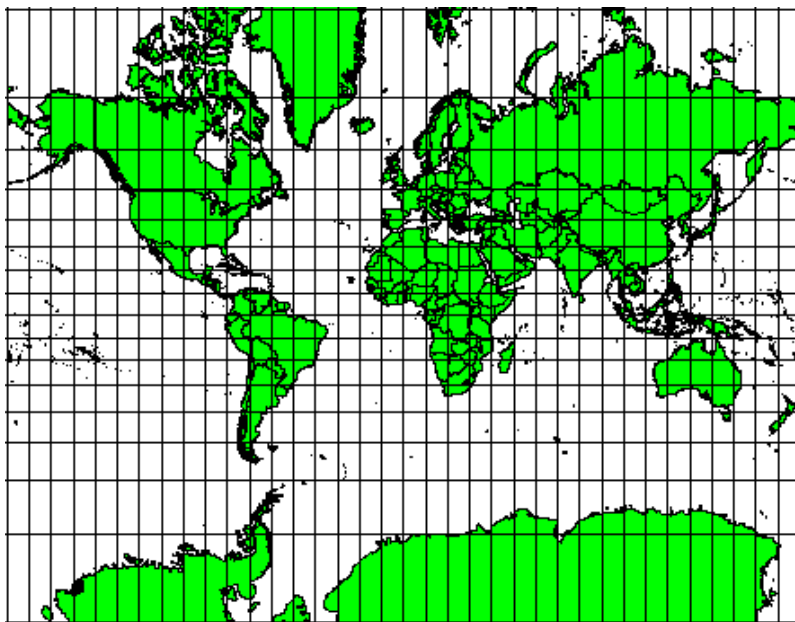


Fig. 8.3: Mercator-projektionen används t.ex. när vinkelförhållandena är viktiga, men förhållandet mellan ytor förvrängs.

8.4.2 Kartprojektioner med lika avstånd

Om ditt mål med att projicera en karta är att exakt mäta avstånd, bör du välja en projektion som är utformad för att bevara avstånd väl. Sådana projektioner, som kallas **ekvidistanta projektioner**, kräver att **skalan** på kartan **hålls konstant**. En karta är ekvidistant när den korrekt återger avstånd från projektionens mittpunkt till vilken annan plats som helst på kartan. **Ekvidistanta projektioner** bibehåller korrekta avstånd från projektionens mittpunkt eller längs givna linjer. Dessa projektioner används för radio- och seismisk kartläggning samt för navigering. **Plate Carree Equidistant Cylindrical** (se Fig. 8.4) och **Equirectangular projection** är två bra exempel på ekvidistanta projektioner. Den **Azimuthal Equidistant-projektionen** är den projektion som används för FN:s emblem (se Fig. 8.5).

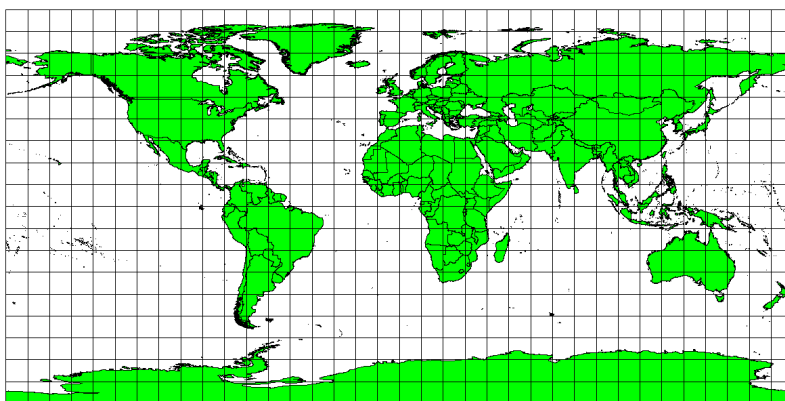


Fig. 8.4: Den cylindriska projektionen Plate Carree Equidistant används t.ex. när det är viktigt med exakt avståndsmätning.



Fig. 8.5: FN:s logotyp använder projektionen Azimuthal Equidistant.

8.4.3 Projektioner med lika stora ytor

När en karta avbildar områden över hela kartan, så att alla avbildade områden har samma proportionella förhållande till de områden på jorden som de representerar, är kartan en karta med **lika områden**. I praktiken kräver allmänna referens- och utbildningskartor oftast användning av **projektioner med samma yta**. Som namnet antyder används dessa kartor bäst när arealberäkningar är de dominerande beräkningar som du kommer att utföra. Om du t.ex. försöker analysera ett visst område i din stad för att ta reda på om det är tillräckligt stort för ett nytt köpcentrum, är projektioner med lika stor yta det bästa valet. Å ena sidan, ju större område du analyserar, desto mer exakta blir dina areamått om du använder en projektion med lika stora ytor i stället för en annan typ. Å andra sidan leder en projektion med lika stora ytor till **avvikelser i vinkelöverensstämmelse** när det gäller stora ytor. Små ytor löper mycket mindre risk att få sina vinklar förvrängda när du använder en projektion med lika yta. **Albers likformiga projektion**, **Lamberts likformiga projektion** och **Mollweides likformiga cylindriska projektion** (visas i Fig. 8.6) är typer av likformiga projektioner som ofta förekommer i GIS-arbete.

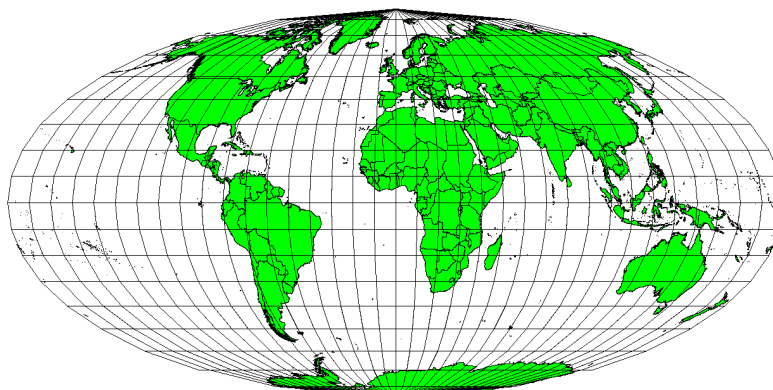


Fig. 8.6: Mollweide Equal Area Cylindrical projection säkerställer till exempel att alla kartlagda områden har samma proportionella förhållande till områdena på jorden.

Tänk på att kartprojektion är ett mycket komplext ämne. Det finns hundratals olika projektioner tillgängliga över hela världen som alla försöker avbilda en viss del av jordens yta så troget som möjligt på ett platt papper. I verkligheten

kommer valet av vilken projektion du ska använda ofta att göras åt dig. De flesta länder har vanliga projektioner och när data utbyts kommer människor att följa den **nationella trenden**.

8.5 Koordinatreferenssystem (CRS) i detalj

Med hjälp av koordinatreferenssystem (CRS) kan varje plats på jorden anges med en uppsättning av tre tal, som kallas koordinater. Generellt kan CRS delas in i **projicerade koordinatreferenssystem** (även kallade kartesiska eller rektangulära koordinatreferenssystem) och **geografiska koordinatreferenssystem**.

8.5.1 Geografiska koordinatsystem

Geografiska koordinatsystem är mycket vanliga. De använder latitud- och longitudgrader och ibland även ett höjdvärde för att beskriva en plats på jordens yta. Det mest populära kallas **WGS 84**.

Latitudlinjer löper parallellt med ekvatorn och delar in jorden i 180 lika stora delar från norr till söder (eller söder till norr). Referenslinjen för latitud är ekvatorn och varje **hemisfär** är indelad i nittio sektioner, som var och en representerar en latitudgrad. På norra halvklotet mäts latitudgraderna från noll vid ekvatorn till nittio vid nordpolen. På södra halvklotet mäts latitudgraderna från noll vid ekvatorn till nittio grader vid sydpolen. För att förenkla digitaliseringen av kartor tilldelas latitudgraderna på södra halvklotet ofta negativa värden (0 till -90°). Var du än befinner dig på jordytan är avståndet mellan latitudlinjerna detsamma (60 nautiska mil). Se Fig. 8.7 för en bildmässig vy.

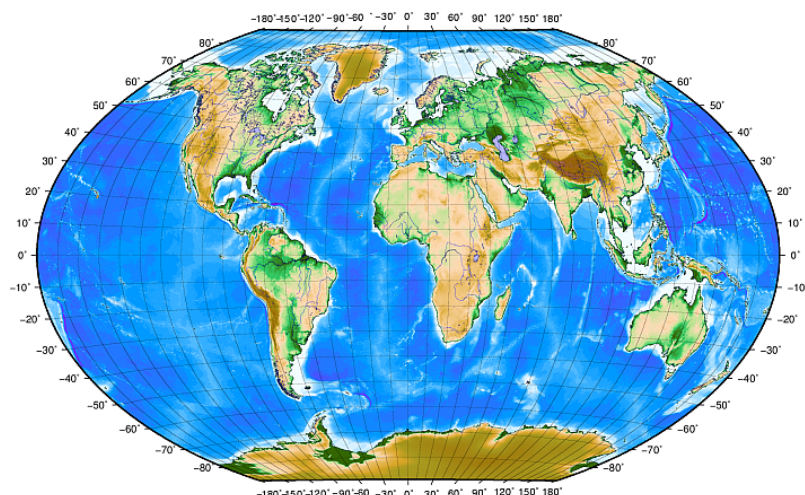


Fig. 8.7: Geografiskt koordinatsystem med latitudlinjer parallella med ekvatorn och longitudlinjer med nollmeridianen genom Greenwich.

Longitudlinjer, å andra sidan, står sig inte så bra mot standarden för enhetlighet. Longitudlinjerna går vinkelrätt mot ekvatorn och konvergerar vid polerna. Referenslinjen för longitud (nollmeridianen) går från nordpolen till sydpolen genom Greenwich i England. Efterföljande longitudlinjer mäts från noll till 180 grader öster eller väster om nollmeridianen. Observera att värden väster om nollmeridianen tilldelas negativa värden för användning i digitala kartapplikationer. Se Fig. 8.7 för en bildmässig vy.

Vid ekvatorn, och endast vid ekvatorn, är avståndet som representeras av en longitudlinje lika med avståndet som representeras av en latitudgrad. När du rör dig mot polerna blir avståndet mellan longitudlinjerna gradvis mindre, tills alla 360° longitud vid polens exakta läge representeras av en enda punkt som du kan sätta fingret på (du skulle förmodligen vilja bära handskar dock). Med hjälp av det geografiska koordinatsystemet har vi ett rutnät av linjer som delar in jorden i kvadrater som täcker cirka 12363,365 kvadratkilometer vid ekvatorn — en bra början, men inte särskilt användbar för att bestämma platsen för något inom den kvadraten.

För att vara riktigt användbart måste ett kartnät delas in i tillräckligt små delar så att de kan användas för att beskriva (med en acceptabel noggrannhet) var en punkt på kartan befinner sig. För att åstadkomma detta delas graderna in i

minuter (') och **sekunder** ("). Det går sextio minuter på en grad och sextio sekunder på en minut (3600 sekunder på en grad). Så vid ekvatorn är en sekunds latitud eller longitud = 30,87624 meter.

8.5.2 Projicerat koordinatsystem

Ett tvådimensionellt koordinatreferenssystem definieras vanligen av två axlar. I rät vinkel mot varandra bildar de ett så kallat **XY-plan** (se Fig. 8.8 på vänster sida). Den horisontella axeln betecknas normalt **X** och den vertikala axeln betecknas normalt **Y**. I ett tredimensionellt koordinatreferenssystem läggs ytterligare en axel till, normalt märkt **Z**. Den ligger också i rät vinkel mot axlarna **X** och **Y**. Axeln **Z** ger den tredje dimensionen av rummet (se Fig. 8.8 på höger sida). Varje punkt som uttrycks i sfäriska koordinater kan uttryckas som en **X Y Z**-koordinat.

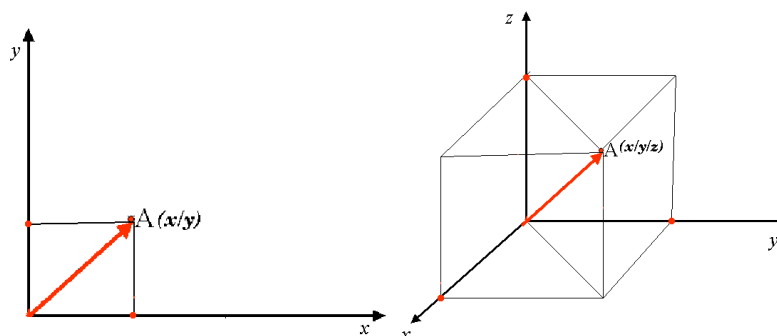


Fig. 8.8: Två- och tredimensionella koordinatreferenssystem.

Ett projicerat koordinatreferenssystem på södra halvklotet (söder om ekvatorn) har normalt sitt ursprung på ekvatorn vid en viss **Longitud**. Detta innebär att Y-värdena ökar söderut och X-värdena ökar västerut. På norra halvklotet (norr om ekvatorn) är ursprunget också ekvatorn på en viss **longitud**. Nu ökar dock Y-värdena norrut och X-värdena ökar österut. I följande avsnitt beskriver vi ett projicerat koordinatreferenssystem, kallat Universal Transverse Mercator (UTM), som ofta används för Sydafrika.

8.6 Universal Transverse Mercator (UTM) CRS i detalj

Referenssystemet UTM (Universal Transverse Mercator) har sitt ursprung på **ekvatorn** vid en viss **longitud**. Nu ökar Y-värdena söderut och X-värdena ökar västerut. UTM CRS är en global kartprojektion. Det innebär att den i allmänhet används över hela världen. Men som redan beskrivits i avsnittet "Kartprojektionernas noggrannhet" ovan, desto större område (t.ex. Sydafrika) desto mer snedvridning av vinkelkonformitet, avstånd och område uppstår. För att undvika alltför stora förvrängningar delas världen in i **60 lika stora zoner** som alla är **6 grader** breda i longitud från öst till väst. **UTM-zonerna** är numrerade **1 till 60**, med början vid **antimeridianen** (**zon 1** på 180 graders västlig longitud) och fortsätter österut tillbaka till **antimeridianen** (**zon 60** på 180 graders östlig longitud) enligt Fig. 8.9.

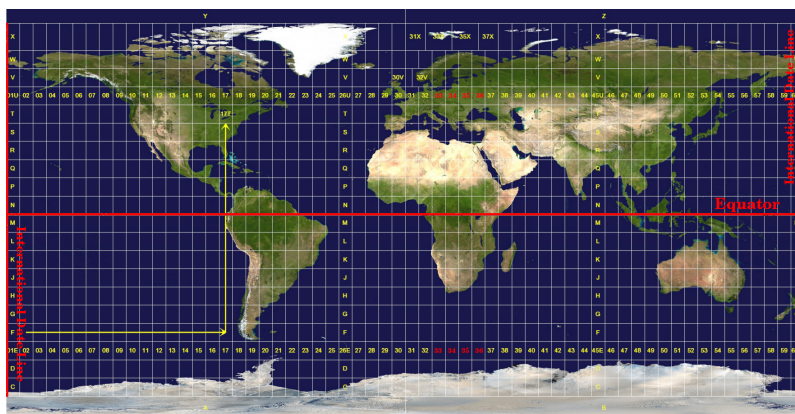


Fig. 8.9: De universella tvärgående Mercator-zonerna. För Sydafrika används UTM-zonerna 33S, 34S, 35S och 36S.

Som du kan se i Fig. 8.9 och Fig. 8.10 täcks Sydafrika av fyra **UTM-zoner** för att minimera distorsionen. **Zonerna** kallas **UTM 33S**, **UTM 34S**, **UTM 35S** och **UTM 36S**. S efter zonen betyder att UTM-zonerna är belägna **syd om ekvatorn**.

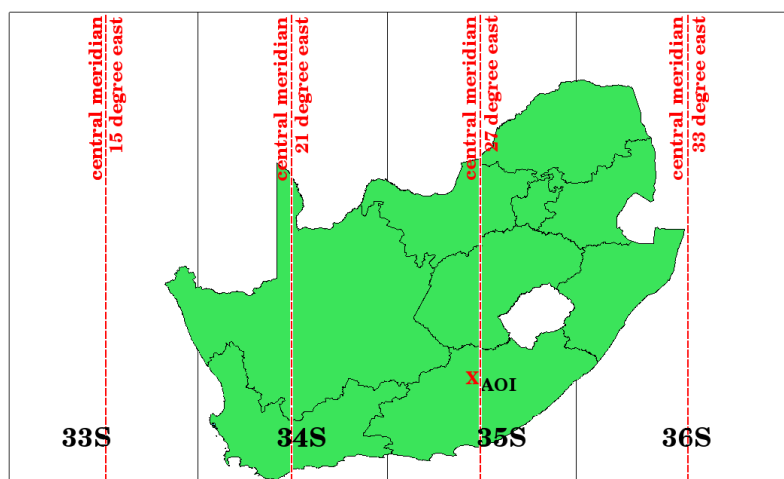


Fig. 8.10: UTM-zonerna 33S, 34S, 35S och 36S med sina centrala longituder (meridianer) som används för att projicera Sydafrika med hög noggrannhet. Det röda korset visar ett intresseområde (AOI).

Säg till exempel att vi vill definiera en tvådimensionell koordinat inom **Area of Interest (AOI)** markerad med ett rött kors i Fig. 8.10. Du kan se, att området ligger inom **UTM-zonen 35S**. Detta innebär att vi bör använda **UTM-zon 35S** som koordinatreferenssystem för att minimera distorsion och få korrekta analysresultat.

Positionen för en koordinat i UTM söder om ekvatorn måste anges med **zonens nummer** (35) och med dess **nordostvärde (Y)** och **östvärde (X)** i meter. Värdet för **nordlig riktning** är positionens avstånd från **ekvatorn** i meter. Värdet **east** är avståndet från **centralmeridianen** (longitud) i den UTM-zon som används. För UTM-zon 35S är det **27 grader East**, vilket visas i Fig. 8.10. Eftersom vi befinner oss söder om ekvatorn och negativa värden inte är tillåtna i UTM-koordinatreferenssystemet måste vi dessutom lägga till ett så kallat **falskt nordvärde** på 10 000 000 m till nordvärdet (Y) och ett falskt östvärde på 500 000 m till östvärdet (X). Det här låter svårt, så vi ska göra ett exempel som visar hur du hittar rätt **UTM 35S**-koordinat för **intresseområdet**.

8.6.1 Värdet för nordlig riktning (Y)

Platsen vi letar efter ligger 3 550 000 meter söder om ekvatorn, så nordvärdet (Y) får ett **negativt tecken** och är -3 550 000 m. Enligt UTM-definitionerna måste vi lägga till ett **falskt nordvärde** på 10 000 000 m. Detta innebär att nordvärdet (Y) för vår koordinat är 6 450 000 m (-3 550 000 m + 10 000 000 m).

8.6.2 Värde för östlig riktning (X)

Först måste vi hitta den **centrala meridianen** (longitud) för **UTM-zonen 35S**. Som vi kan se i Fig. 8.10 är den **27 grader öst**. Den plats vi letar efter ligger **85 000 meter västerut** från centralmeridianen. Precis som värdet för nordlig riktning får värdet för östlig riktning (X) ett negativt tecken, vilket ger resultatet **-85 000 m**. Enligt UTM-definitionerna måste vi lägga till ett **falskt östvärde** på 500 000 m. Detta innebär att östvärdet (X) för vår koordinat är 415 000 m (-85 000 m + 500 000 m). Slutligen måste vi lägga till **zonens nummer** till easting-värdet för att få rätt värde.

Som ett resultat skulle koordinaten för vår **intressepunkt**, projicerad i **UTM-zon 35S** skrivas som: **35 415,000 m E / 6 450,000 m N**. I vissa GIS, när rätt UTM-zon 35S har definierats och enheterna är inställda på meter i systemet, kan koordinaten också helt enkelt visas som **415 000 6 450 000**.

8.7 On-the-Fly-projektion

Som du säkert kan föreställa dig kan det uppstå situationer där de data som du vill använda i ett GIS projiceras i olika koordinatreferenssystem. Du kan t.ex. få ett vektorlager som visar Sydafrikas gränser projicerade i UTM 35S och ett annat vektorlager med punktinformation om nederbörd i det geografiska koordinatsystemet WGS 84. I GIS placeras dessa två vektorlager i helt olika delar av kartfönstret, eftersom de har olika projektioner.

För att lösa detta problem innehåller många GIS en funktion som kallas **on-the-fly**-projektion. Det innebär att du kan **definiera** en viss projektion när du startar GIS och alla lager som du sedan laddar, oavsett vilket koordinatreferenssystem de har, kommer automatiskt att visas i den projektion som du definierade. Med den här funktionen kan du lägga lager över varandra i kartfönstret i ditt GIS, även om de har **olika** referenssystem. I QGIS används den här funktionen som standard.

8.8 Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på

Ämnet **kartprojektion** är mycket komplext och även yrkesverksamma som har studerat geografi, geodetik eller någon annan GIS-relaterad vetenskap har ofta problem med den korrekta definitionen av kartprojektioner och koordinatreferenssystem. När du arbetar med GIS har du vanligtvis redan projicerade data att utgå ifrån. I de flesta fall kommer dessa data att projiceras i ett visst CRS, så att du inte behöver skapa ett nytt CRS eller ens omprojicera data från ett CRS till ett annat. Med det sagt är det alltid bra att ha en uppfattning om vad kartprojektion och CRS innebär.

8.9 Vad har vi lärt oss?

Låt oss sammanfatta vad vi behandlat i det här arbetsbladet:

- **Kartprojektioner** avbildar jordens yta på ett tvådimensionellt, platt papper eller en datorskärm.
- Det finns globala kartprojektioner, men de flesta kartprojektioner är skapade och **optimerade för att projicera mindre områden** av jordens yta.
- Kartprojektioner är aldrig helt exakta avbildningar av den sfäriska jorden. De uppvisar **avvikelser i vinkelöverensstämmelse, avstånd och yta**. Det är omöjligt att bevara alla dessa egenskaper samtidigt i en kartprojektion.

- Ett **Coordinate reference system** (CRS) definierar, med hjälp av koordinater, hur den tvådimensionella, projicerade kartan är relaterad till verkliga platser på jorden.
- Det finns två olika typer av koordinatreferenssystem: **Geografiska koordinatsystem** och **Projicerade koordinatsystem**.
- **On the Fly**-projektion är en funktion i GIS som gör att vi kan överlagra lager, även om de projiceras i olika koordinatreferenssystem.

8.10 Nu får du försöka!

Här är några idéer som du kan prova med dina elever:

1. Starta QGIS
2. I *Projekt ► Egenskaper... ► CRS* kontrollera *Ingen projektion (eller okänd/ej jordprojektion)*
3. Ladda två lager av samma yta men med olika projektioner
4. Låt dina elever hitta koordinaterna för flera platser på de två lagren. Du kan visa dem att det inte går att lägga de två lagren över varandra.
5. Definiera sedan referenssystemet för koordinaterna som Geographic/WGS 84 i dialogrutan *Projektegenskaper*
6. Ladda de två lagren av samma område igen och låt eleverna se hur det fungerar att ställa in ett CRS för projektet (och därmed möjliggöra projicering "on-the-fly").
7. Du kan öppna dialogrutan *Projektegenskaper* i QGIS och visa dina elever de många olika koordinatreferenssystemen så att de får en uppfattning om hur komplext det här ämnet är. Du kan välja olika CRS för att visa samma lager i olika projektioner.

8.11 Något att tänka på

Om du inte har tillgång till en dator kan du visa dina elever principerna för de tre kartprojektionsfamiljerna. Ta fram en jordglob och ett papper och visa hur cylindriska, koniska och plana projektioner fungerar i allmänhet. Med hjälp av ett genomskinligt ark kan du rita ett tvådimensionellt koordinatreferenssystem som visar X-axlar och Y-axlar. Låt sedan eleverna definiera koordinater (X- och Y-värden) för olika platser.

8.12 Ytterligare läsning

Böcker:

- Chang, Kang-Tsung (2006). Introduktion till geografiska informationssystem. 3:e upplagan. McGraw Hill. ISBN: 0070658986
- DeMers, Michael N. (2005). Grunderna i geografiska informationssystem. 3:e upplagan. Wiley. ISBN: 9814126195
- Galati, Stephen R. (2006): Geographic Information Systems Demystified. Artech House Inc. ISBN: 158053533X

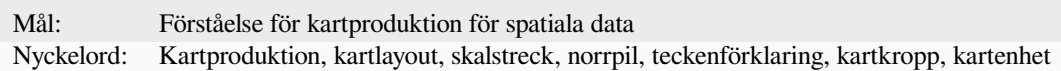
Webbplatser:

- https://foote.geography.uconn.edu/gcraft/notes/mapproj/mapproj_f.html
- http://geology.isu.edu/wapi/geostac/Field_Exercise/topomaps/index.htm

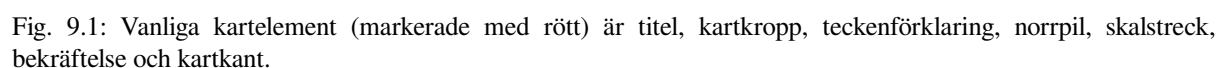
QGIS User Guide innehåller också mer detaljerad information om hur du arbetar med kartprojektioner i QGIS.

8.13 Vad kommer härnäst?

I avsnittet som följer kommer vi att titta närmare på **Map Production**.



Title Common map elements



Andra element som kan läggas till är t.ex. en **graticule** eller **namn på kartprojektion** (CRS). Tillsammans hjälper dessa element kartläsaren att tolka den information som visas på kartan. Kartkroppen är naturligtvis den viktigaste delen av kartan eftersom den innehåller kartinformationen. De andra delarna stödjer kommunikationsprocessen och hjälper kartläsaren att orientera sig och förstå kartans ämne. Titeln beskriver t.ex. ämnet och teckenförklaringen relaterar kartsymbolerna till de kartlagda uppgifterna.

9.2 Titel i detalj

Kartans titel är mycket viktig eftersom det oftast är det första en läsare tittar på på en karta. Den kan jämföras med en titel i en tidning. Den ska vara kort men ge läsaren en första uppfattning om vad kartan handlar om.

9.3 Karta Gräns i detalj

Kartgränsen är en linje som exakt definierar kanterna på det område som visas på kartan. När du skriver ut en karta med en graticule (som vi beskriver längre ner) hittar du ofta koordinatinformationen för graticule-linjerna längs gränslinjerna, som du kan se i [Fig. 9.2](#).

9.4 Kartförklaring i detalj

En karta är en förenklad representation av den verkliga världen och **kartsymboler** används för att representera verkliga objekt. Utan symboler skulle vi inte förstå kartor. För att säkerställa att en person kan läsa en karta på rätt sätt används en kartlegende som ger en nyckel till alla symboler som används på kartan. Det är som ett lexikon som gör det möjligt att förstå innebörden av det som kartan visar. En kartförklaring visas vanligtvis som en liten ruta i ett hörn av kartan. Den innehåller ikoner som var och en representerar en viss typ av objekt. En *hus*-ikon visar t.ex. hur du identifierar hus på kartan (se [Fig. 9.2](#)).

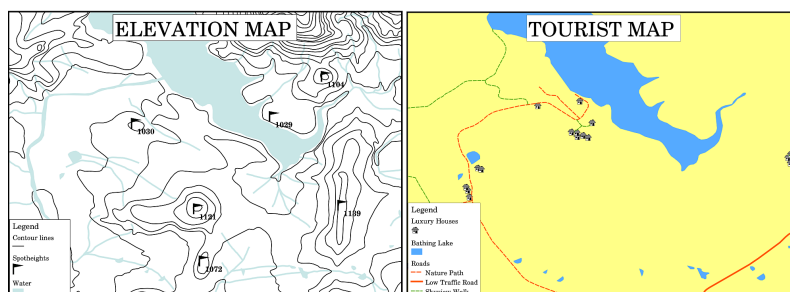


Fig. 9.2: Två kartor från samma område, båda med en vattensamling i bakgrunden men med olika teman, kartsymboler och färger i teckenförklaringen.

Du kan också använda olika symboler och ikoner i din förklaring för att visa olika teman. I [Fig. 9.2](#) kan du se en karta med en sjö i ljusblått överlagrad med konturlinjer och punkthöjder för att visa information om terrängen i det området. På höger sida ser du samma område med sjön i bakgrunden, men den här kartan är utformad för att visa turister var husen ligger som de kan hyra under semestern. Här används ljusare färger, en husikon och mer beskrivande och inbjudande ord i teckenförklaringen.

9.5 Nordpilen i detalj

En norrpil (ibland även kallad kompassros) är en figur som visar huvudriktningarna **Nord**, **Syd**, **Öst** och **Väst**. På en karta används den för att ange riktningen mot norr.

I GIS innebär det till exempel att ett hus som ligger norr om en sjö kan hittas ovanpå sjön på en karta. Vägen i öster kommer då att ligga till höger om vattenmassan på kartan, en flod i söder kommer att ligga under vattenmassan och om du söker efter en tågstation väster om sjön kommer du att hitta den på vänster sida på kartan.

9.6 Skala i detalj

Skalan på en karta är värdet på en enda enhet av avstånd på kartan, som representerar avstånd i den verkliga världen. Värdena visas i kartans enheter (meter, fot eller grader). Skalan kan uttryckas på flera sätt, t.ex. med ord, som ett förhållande eller som en grafisk skalstapel (se Fig. 9.3).

Att uttrycka en skala i ord är en vanligt förekommande metod och har fördelen att den är lätt att förstå för de flesta kartanvändare. Du kan se ett exempel på en ordbaserad skala i en Fig. 9.3 (a). Ett annat alternativ är metoden **representative fraction (RF)**, där både kartavståndet och markavståndet i den verkliga världen anges i samma kartenheter, som ett förhållande. Ett RF-värde på 1:25 000 innebär t.ex. att varje avstånd på kartan är 1/25 000 del av det verkliga avståndet på marken (se Fig. 9.3 (b)). Värdet 25.000 i förhållandet kallas **skalans nämnare**. Mer erfarna användare föredrar ofta metoden med representativa fraktioner, eftersom den minskar förvirringen.

När en representativ fraktion uttrycker ett mycket litet förhållande, t.ex. 1:1000 000, kallas den en **småskalig karta**. Om förhållandet däremot är mycket stort, t.ex. en karta i skala 1:50 000, kallas den för en **storskalig karta**. Det är bra att komma ihåg att en småskalig karta täcker ett **stort område** och en storskalig karta täcker ett **litet område**!

Ett **skaluttryck i form av en grafisk skala eller stapelskala** är en annan grundläggande metod för att uttrycka en skala. En stapelskala visar uppmätta avstånd på kartan. Det motsvarande avståndet i den verkliga världen placeras ovanför som du kan se i Fig. 9.3 (c).

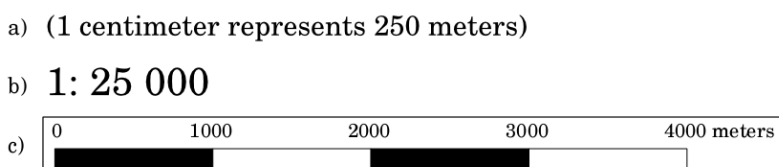


Fig. 9.3: En kartskala kan uttryckas i ord (a), som ett förhållande (b) eller som en grafisk skala eller stapelskala (c)

Kartor produceras vanligtvis i standardskalor, t.ex. 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:250 000, 1:500 000. Vad innebär detta för kartläsaren? Det betyder att om du *multipliserar* det avstånd som uppmäts på **kartan** med **skalans nämnare**, så får du reda på avståndet i den **verkliga världen**.

Om vi t.ex. vill mäta ett avstånd på 100 mm på en karta i skala 1:25.000 beräknar vi det verkliga avståndet så här:

$$100 \text{ mm} \times 25,000 = 2,500,000 \text{ mm}$$

Det innebär att 100 mm på kartan motsvarar 2.500.000 mm (2500 m) i den verkliga världen.

En annan intressant aspekt av en kartskala är att ju lägre kartskalan är, desto mer detaljerad kommer funktionsinformationen på kartan att vara. I Fig. 9.4 kan du se ett exempel på detta. Båda kartorna är lika stora men har olika skala. Bilden till vänster visar fler detaljer, t.ex. kan husen sydväst om vattendraget tydligt identifieras som separata rutor. I den högra bilden ser man bara en svart klump av rektanglar och man kan inte se varje hus tydligt.

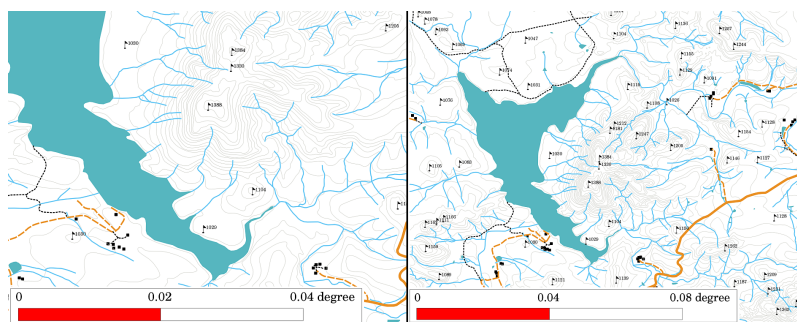


Fig. 9.4: Kartor som visar ett område i två olika skalor. Kartskalan till vänster är 1:25.000. Kartskalan till höger är 1:50.000.

9.7 Acknowledgment i detalj

I området för bekräftelse på en karta är det möjligt att lägga till text med viktig information. Exempelvis kan information om kvaliteten på de data som använts vara användbar för att ge läsaren en uppfattning om detaljer som hur, av vem och när en karta skapades. Om du tittar på en topografisk karta över din stad skulle det vara bra att veta när kartan skapades och vem som gjorde det. Om kartan redan är 50 år gammal kommer du förmodligen att hitta en hel del hus och vägar som inte längre finns eller kanske aldrig ens har funnits. Om du vet att kartan har skapats av en officiell institution kan du kontakta dem och fråga om de har en nyare version av kartan med uppdaterad information.

9.8 Graticule i detalj

En graticule är ett nätverk av linjer som överlagras på en karta för att underlätta den spatiala orienteringen för läsaren. Linjerna kan användas som referens. Linjerna i en graticule kan t.ex. representera jordens latitudparalleller och longitudmeridianer. När du vill hänvisa till ett speciellt område på en karta under din presentation eller i en rapport kan du säga: "husen nära latitud 26,04 / longitud -32,11 är ofta utsatta för översvämningar under januari och februari" (se Fig. 9.5).

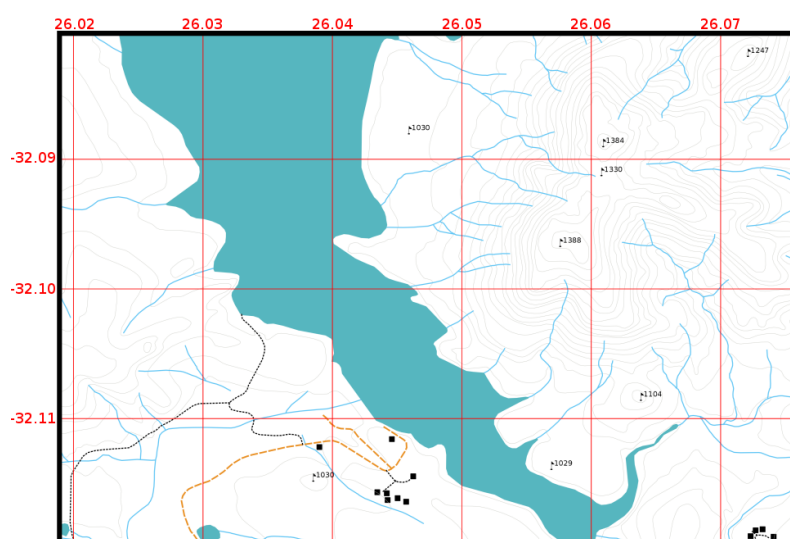


Fig. 9.5: Graticules (röda linjer) som representerar jordens latitudparalleller och longitudmeridianer. Värdena för latitud och longitud i kartans kant kan användas för bättre orientering på kartan.

9.9 Kartprojektionens namn i detalj

En kartprojektion försöker representera den 3-dimensionella jorden med alla dess egenskaper som hus, vägar eller sjöar på ett platt pappersark. Som du säkert förstår är detta mycket svårt, och även efter hundratals år finns det inte en enda projektion som kan återge jorden perfekt för alla områden i världen. Varje projektion har sina fördelar och nackdelar.

För att kunna skapa så exakta kartor som möjligt har människor studerat, modifierat och producerat många olika typer av projectioner. I slutändan har nästan varje land utvecklat sin egen kartprojektion med målet att förbättra kartans noggrannhet för deras territoriella område (se Fig. 9.6).

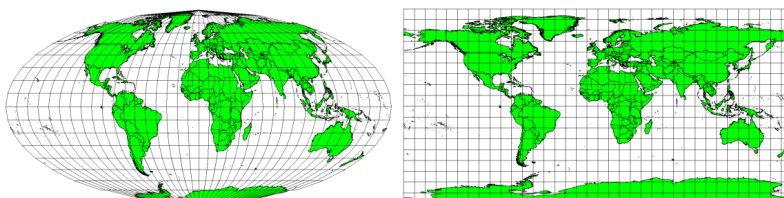


Fig. 9.6: Världen i olika projectioner. En Mollweide Equal Area-projektion till vänster, en Plate Carree Equidistant Cylindrical-projektion till höger.

Med detta i åtanke kan vi nu förstå varför det är meningsfullt att lägga till namnet på projektionen på en karta. Det gör det möjligt för läsaren att snabbt se om en karta kan jämföras med en annan. Till exempel ser funktioner på en karta i en så kallad Equal Area-projektion mycket annorlunda ut än funktioner som projiceras i en Cylindrical Equidistant-projektion (se Fig. 9.6).

Kartprojektion är ett mycket komplext ämne och vi kan inte täcka det helt och hållet här. Du kanske vill ta en titt på vårt tidigare ämne: Koordinatreferenssystem om du vill veta mer om det.

9.10 Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på

Det är ibland svårt att skapa en karta som är lätt att förstå och som är väl utformad samtidigt som den visar och förklarar all information som läsaren behöver veta. För att uppnå detta måste du skapa ett idealiskt arrangemang och en idealisk sammansättning av alla kartelement. Du bör koncentrera dig på vilken historia du vill berätta med din karta och hur elementen, till exempel teckenförklaringen, skalstocken och erkännandena, ska ordnas. Genom att göra detta får du en väl utformad och pedagogisk karta som människor vill titta på och kan förstå.

9.11 Vad har vi lärt oss?

Låt oss sammanfatta vad vi behandlat i det här arbetsbladet:

- **Kartframställning** innebär att arrangera **kartelement** på ett pappersark.
- **Kartelement** är titel, kartkropp, kartgräns, teckenförklaring, skala, norrpil och bekräftelse.
- **Skala** representerar förhållandet mellan ett avstånd på kartan och det faktiska avståndet i den verkliga världen.
- Skalan visas i **kortenheter** (meter, fot eller grader)
- En **förklaring** förklarar alla symboler på en karta.
- En karta ska **förklara komplex information på ett så enkelt sätt som möjligt**.
- Kartor visas vanligtvis alltid med "North up".

9.12 Nu får du försöka!

Här är några idéer som du kan prova med dina elever:

- Ladda några vektorlager i ditt GIS för ditt lokala område. Se om dina elever kan identifiera exempel på olika typer av teckenförklaringar, t.ex. vägtyper eller byggnader. Skapa en lista över legendelement och definiera hur ikonerna ska se ut, så att en läsare lättast kan förstå deras betydelse på kartan.
- Skapa en kartlayout med dina elever på ett pappersark. Bestäm titeln på kartan, vilka GIS-lager du vill visa och vilka färger och ikoner som ska finnas på kartan. Använd de tekniker som du lärde dig i ämnena [Vektordata](#) och [Vektorattributdata](#) för att justera symbologin i enlighet med detta. När du har en mall kan du öppna QGIS utskriftslayout och försöka ordna en kartlayout enligt planerna.

9.13 Något att tänka på

Om du inte har tillgång till en dator kan du använda vilken topografisk karta som helst och diskutera kartans utformning med dina elever. Ta reda på om de förstår vad kartan vill berätta. Vad kan förbättras? Hur exakt representerar kartan områdets historia? Hur skulle en karta från 100 år sedan skilja sig från samma karta idag?

9.14 Ytterligare läsning

Böcker:

- Chang, Kang-Tsung (2006). Introduction to Geographic Information Systems. 3rd Edition. McGraw Hill. ISBN: 0070658986
- DeMers, Michael N. (2005). Fundamentals of Geographic Information Systems. 3rd Edition. Wiley. ISBN: 9814126195

Webbplats: [Skala \(karta\)](#)

I QGIS User Guide finns också mer detaljerad information om kartproduktion i QGIS.

9.15 Vad kommer närmast?

I avsnittet som följer kommer vi att titta närmare på **vektoranalys** för att se hur vi kan använda ett GIS till mer än att bara göra snygga kartor!

Spatial vektoranalys (buffertar)



Mål: Förstå användningen av buffring i vektorbaserad spatial analys.

Nyckelord: Vektor, buffertzona, spatial analys, buffertavstånd, upplösbar gräns, utåt- och inåtbuffert, multipelbuffert

10.1 Översikt

Spatial analysis använder spatial information för att utvinna ny och ytterligare mening ur GIS-data. Vanligtvis utförs spatial analys med hjälp av en GIS-applikation. GIS-applikationer har normalt verktyg för spatial analys för objektstatistik (t.ex. hur många hörn består den här polylinjen av?) eller geobearbetning, t.ex. buffring av objekt. Vilka typer av spatial analys som används varierar beroende på ämnesområde. Personer som arbetar med vattenförvaltning och vattenforskning (hydrologi) kommer troligen att vara intresserade av att analysera terräng och modellera vatten när det rör sig över den. Inom viltförvaltning är användarna intresserade av analytiska funktioner som hanterar platser för vilda djur och deras förhållande till miljön. I det här ämnet diskuterar vi buffring som ett exempel på en användbar spatial analys som kan utföras med vektordata.

10.2 Buffring i detalj

Buffring skapar vanligtvis två områden: ett område som ligger **inom** ett specificerat avstånd till utvalda funktioner i verkligheten och det andra området som ligger **utanför**. Området som ligger inom det angivna avståndet kallas **buffer zone**.

En **buffertzona** är ett område som har till syfte att hålla olika funktioner i den verkliga världen på avstånd från varandra. Buffertzoner inrättas ofta för att skydda miljön, skydda bostadsområden och kommersiella områden från industriolyckor eller naturkatastrofer eller för att förhindra våld. Vanliga typer av buffertzoner kan vara gröna bälten mellan bostadsområden och kommersiella områden, gränzoner mellan länder (se [Fig. 10.1](#)), bullerskyddszoner runt flygplatser eller föroreningskyddszoner längs floder.



Fig. 10.1: Gränsen mellan Amerikas förenta stater och Mexiko skiljs åt av en buffertzona. (Foto taget av SGT Jim Greenhill 2006).

I en GIS-applikation representeras **bufferzoner** alltid som **vektorpolygoner** som omsluter andra polygon-, linje- eller punktfunktioner (se Fig. 10.2, Fig. 10.3, Fig. 10.4).

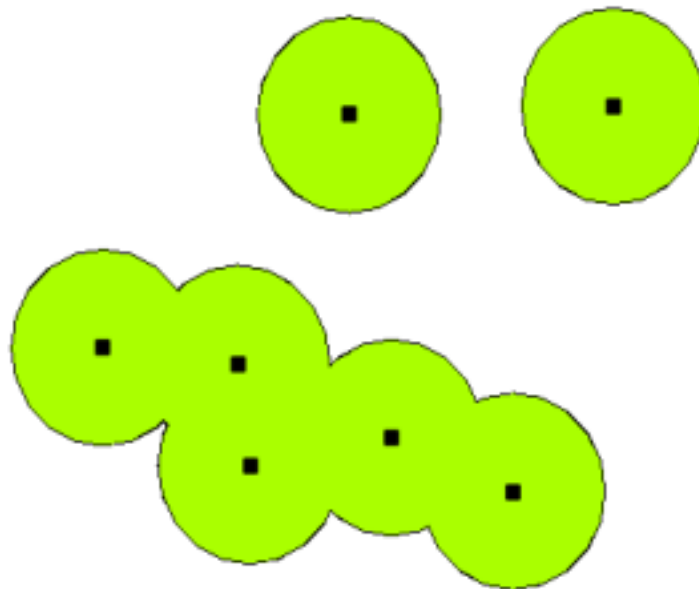


Fig. 10.2: En buffertzona runt vektorpunkter.

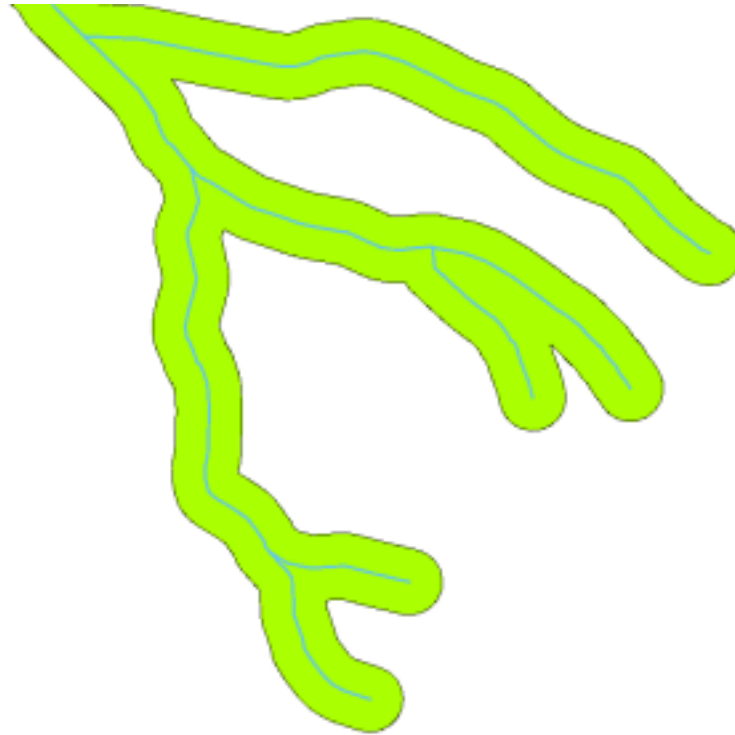


Fig. 10.3: En buffertzon runt vektorpolylinjer.

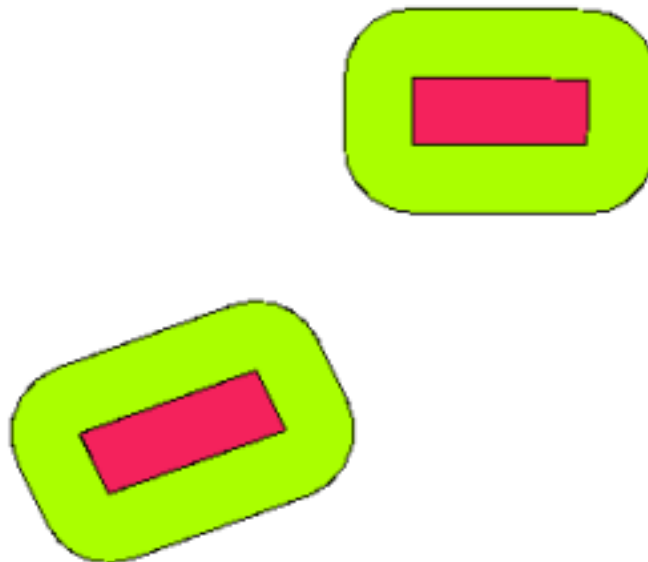


Fig. 10.4: En buffertzon runt vektorpolygoner.

10.3 Variationer i buffring

Det finns flera olika varianter av buffring. Buffertavståndet** eller buffertstorleken **kan variera** beroende på de numeriska värden som anges i attributtabellen för vektorlagret för varje funktion. De numeriska värdena måste definieras i kartenheter enligt det koordinatreferenssystem (CRS) som används med data. Bredden på en buffertzons längs en flod kan t.ex. variera beroende på intensiteten i den intilliggande markanvändningen. För intensiv odling kan buffertavståndet vara större än för ekologiskt jordbruk (se figur [Fig. 10.5](#) och tabell [table_buffer_attributes](#)).

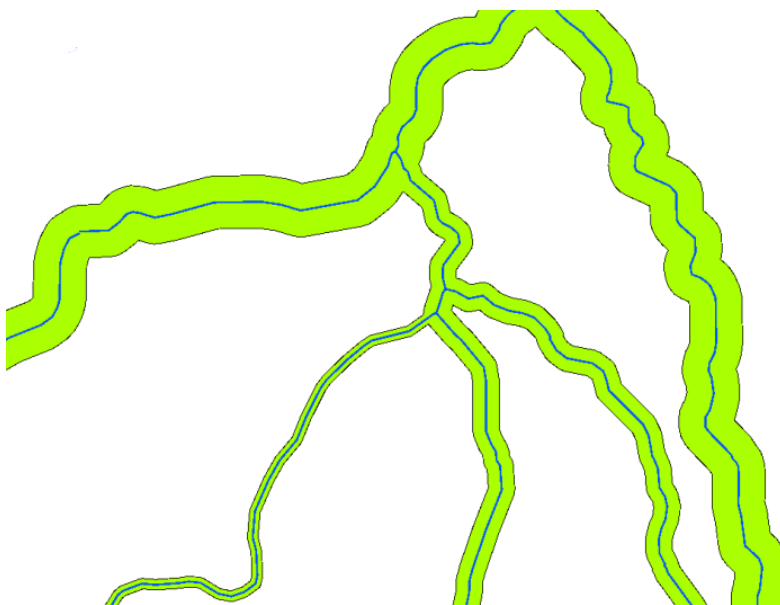


Fig. 10.5: Buffring av floder med olika buffertavstånd.

Floden	Intilliggande markanvändning	Buffertavstånd (meter)
Breede River	Intensiv odling av grönsaker	100
Komati	Intensiv bomullsodling	150
Oranje	Ekologiskt jordbruk	50
Telle älv	Ekologiskt jordbruk	50

Tabell Buffertattribut 1: Attributtabell med olika buffertavstånd till floder baserat på information om den intilliggande markanvändningen.

Buffertar runt polylinjeobjekt, t.ex. floder eller vägar, behöver inte ligga på båda sidor om linjerna. De kan ligga antingen på vänster eller höger sida av linjefunktionen. I dessa fall bestäms vänster eller höger sida av riktningen från linjens startpunkt till dess slutpunkt under digitaliseringen.

10.3.1 Flera buffertzoner

En funktion kan också ha mer än en buffertzona. Ett kärnkraftverk kan buffras med avstånd på 10, 15, 25 och 30 km, vilket bildar flera ringar runt anläggningen som en del av en evakueringsplan (se [Fig. 10.6](#)).

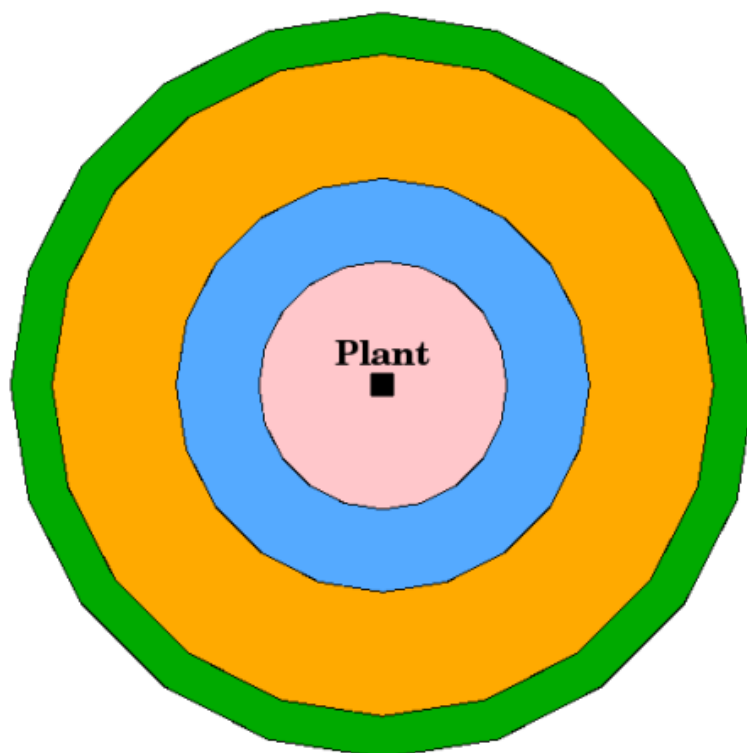


Fig. 10.6: Buffring av en punktfunktion med avstånden 10, 15, 25 och 30 km.

10.3.2 Buffring med intakta eller upplösta gränser

Buffertzoner har ofta upplösta gränser så att det inte finns några överlappande områden mellan buffertzonerna. I vissa fall kan det dock också vara användbart att gränserna för buffertzoner förblir intakta, så att varje buffertzon är en separat polygon och du kan identifiera de överlappande områdena (se figur Fig. 10.7).

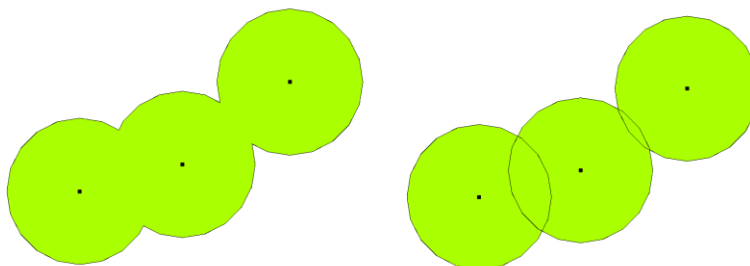


Fig. 10.7: Buffertzoner med upplösta gränser (vänster) och med intakta gränser (höger) visar överlappande områden.

10.3.3 Buffring utåt och inåt

Buffertzoner runt polygonelement sträcker sig vanligtvis utåt från polygonens gräns, men det är också möjligt att skapa en buffertzon inåt från polygonens gräns. Säg till exempel att turistdepartementet vill planera en ny väg runt Robben Island och att miljölagarna kräver att vägen ligger minst 200 meter in från kustlinjen. De skulle kunna använda en inåtriktad buffert för att hitta 200-meterslinjen inåt land och sedan planera sin väg så att den inte går utanför den linjen.

10.4 Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på

De flesta GIS-program erbjuder buffertskapande som ett analysverktyg, men alternativen för att skapa buffertar kan variera. Det är t.ex. inte alla GIS-program som tillåter att man buffrar på antingen vänster eller höger sida av en linjefunktion, att man löser upp gränserna för buffertzoner eller att man buffrar inåt från en polyongräns.

Ett buffertavstånd måste alltid definieras som ett heltal (heltal) eller ett decimaltal (flyttalsvärde). Detta värde definieras i kartenheter (meter, fot, decimalgrader) enligt vektorlagrets koordinatreferenssystem (CRS).

10.5 Fler verktyg för spatial analys

Buffring är ett viktigt och ofta använt verktyg för spatial analys, men det finns många andra som kan användas i ett GIS och utforskas av användaren.

Spatial overlay är en process som gör att du kan identifiera relationerna mellan två polygonfunktioner som delar hela eller delar av samma område. Det utgående vektorlagret är en kombination av informationen om de ingående funktionerna (se Fig. 10.8).

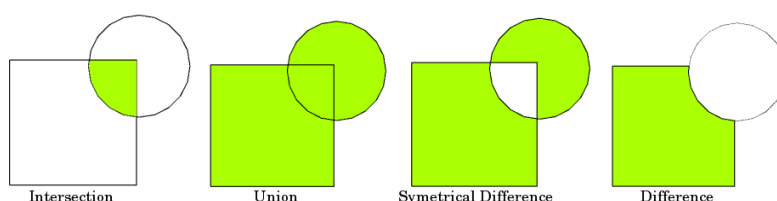


Fig. 10.8: Spatial överlagring med två ingående vektorlager (a_input = rektangel, b_input = cirkel). Det resulterande vektorlagret visas i grönt.

Typiska exempel på spatial överlagring är:

- **Intersektion:** Utmatningslagret innehåller alla områden där de båda lagren överlappar varandra (skär varandra).
- **Union:** det utgående lagret innehåller alla områden i de två ingående lagren kombinerade.
- **Symmetrisk skillnad:** Utmatningslagret innehåller alla områden i inmatningslagren utom de områden där de två lagren överlappar varandra (korsar varandra).
- **Differens:** Utmatningslagret innehåller alla områden i det första inmatningslagret som inte överlappar (skär) det andra inmatningslagret.

10.6 Vad har vi lärt oss?

Låt oss sammanfatta vad vi behandlat i det här arbetsbladet:

- **Buffertzoner** beskriver områden runt verkliga funktioner.
- Buffertzoner är alltid **vektorpolygoner**.
- En funktion kan ha **flera** buffertzoner.
- Storleken på en buffertzon definieras av ett **bufferavstånd**.
- Ett buffertavstånd måste vara ett **integer-** eller **floating point-**värde.
- Ett buffertavstånd kan vara olika för varje funktion inom ett vektorlager.
- Polygoner kan buffras **inåt** eller **utåt** från polyongränsen.
- Buffertzoner kan skapas med **intakta** eller **upplösta** gränser.

- Förutom buffering tillhandahåller ett GIS vanligtvis en mängd olika vektoranalysverktyg för att lösa spatiala uppgifter.

10.7 Nu får du försöka!

Här är några idéer som du kan prova med dina elever:

- På grund av den dramatiska trafikökningen vill stadsplanerarna bredda huvudvägen och lägga till ett andra körfält. Skapa en buffert runt vägen för att hitta fastigheter som faller inom buffertzonen (se [Fig. 10.9](#)).
- För att kontrollera protesterande grupper vill polisen upprätta en neutral zon för att hålla demonstranter minst 100 meter från en byggnad. Skapa en buffert runt en byggnad och färglägg den så att evenemangsplanerare kan se var buffertområdet finns.
- En lastbilsfabrik planerar att expandera. Enligt kriterierna för lokalisering måste en potentiell plats ligga inom 1 km från en väg för tunga fordon. Skapa en buffert längs en huvudväg så att du kan se var potentiella platser finns.
- Föreställ dig att staden vill införa en lag som föreskriver att inga flaskbutiker får finnas inom en 1000 meters buffertzon från en skola eller en kyrka. Skapa en buffert på 1 km runt din skola och gå sedan och se om det skulle finnas några flaskbutiker för nära din skola.

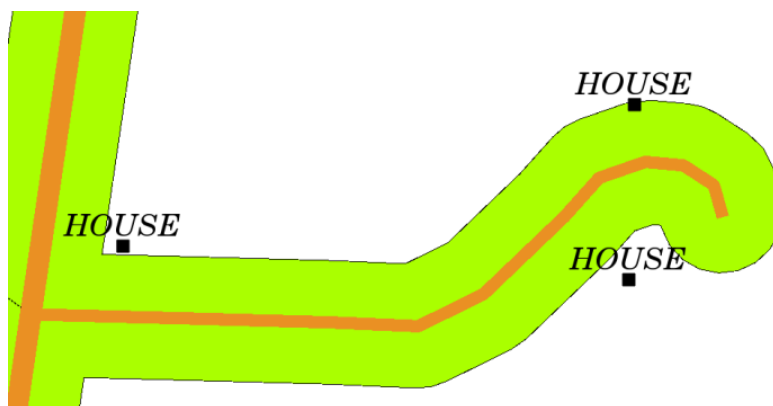


Fig. 10.9: Buffertzon (grön) runt en vägkarta (brun). Du kan se vilka hus som ligger inom buffertzonen, så nu kan du kontakta ägaren och prata med honom om situationen.

10.8 Något att tänka på

Om du inte har tillgång till en dator kan du använda ett toposblad och en kompass för att skapa buffertzoner runt byggnader. Gör små blyertsmarkeringar på lika avstånd längs hela objektet med hjälp av kompassen och anslut sedan markeringarna med en linjal!

10.9 Ytterligare läsning

Böcker:

- Galati, Stephen R. (2006). Geographic Information Systems Demystified. Artech House Inc. ISBN: 158053533X
- Chang, Kang-Tsung (2006). Introduction to Geographic Information Systems. 3rd Edition. McGraw Hill. ISBN: 0070658986
- DeMers, Michael N. (2005). Fundamentals of Geographic Information Systems. 3rd Edition. Wiley. ISBN: 9814126195

I QGIS User Guide finns också mer detaljerad information om hur man analyserar vektordata i QGIS.

10.10 Vad kommer näst?

I avsnittet som följer kommer vi att titta närmare på **interpolering** som ett exempel på spatial analys som du kan göra med rasterdata.

Spatial analys (interpolation)



Mål: Förståelse för interpolering som en del av spatial analys

Nyckelord: Punktdata, interpoleringsmetod, omvänt avståndsviktat, triangulerat oregelbundet nätverk

11.1 Översikt

Spatial analysis är processen att manipulera spatial information för att extrahera ny information och mening från originaldata. Vanligtvis utförs spatial analys med hjälp av ett geografiskt informationssystem (GIS). Ett GIS tillhandahåller vanligtvis verktyg för spatial analys för att beräkna statistik över funktioner och utföra geobearbetsaktiviteter som datainterpolering. Inom hydrologi kommer användarna sannolikt att betona vikten av terränganalys och hydrologisk modellering (modellering av vattnets rörelse över och i jorden). När det gäller viltförvaltning är användarna intresserade av analytiska funktioner som behandlar platser där vilda djur befinner sig och deras förhållande till omgivningen. Varje användare kommer att ha olika saker som de är intresserade av beroende på vilken typ av arbete de utför.

11.2 Spatial interpolation i detalj

Spatial interpolering innebär att man använder punkter med kända värden för att uppskatta värden på andra okända punkter. Om du till exempel vill göra en nederbörds-karta för ditt land kommer du inte att hitta tillräckligt många jämnt utspridda väderstationer för att täcka hela regionen. Spatial interpolering kan uppskatta temperaturen på platser utan registrerade data genom att använda kända temperaturavläsningar vid närliggande väderstationer (se [Fig. 11.1](#)). Den här typen av interpolerad yta kallas ofta för en **statistisk yta**. Höjddata, nederbörd, snöackumulering, grundvattennivå och befolkningstäthet är andra typer av data som kan beräknas med hjälp av interpolering.

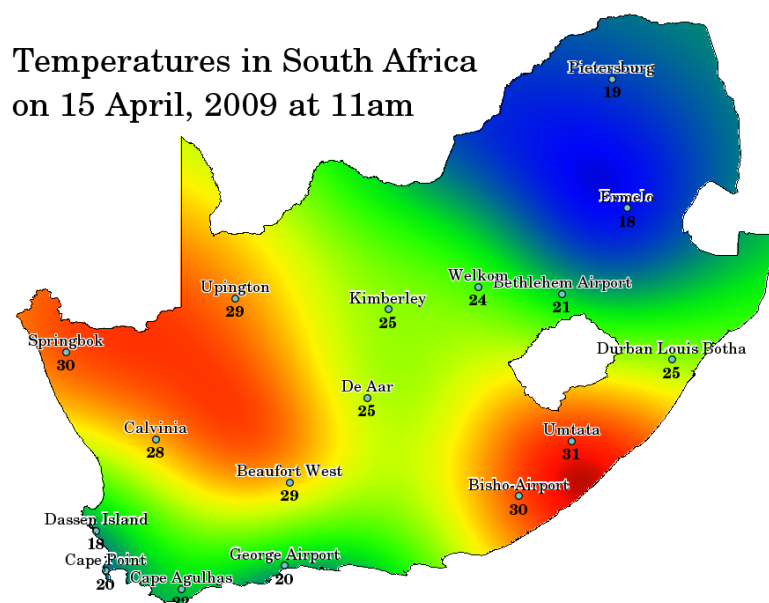


Fig. 11.1: Temperaturkarta interpolerad från sydafrikanska väderstationer.

På grund av höga kostnader och begränsade resurser utförs datainsamlingen vanligtvis endast i ett begränsat antal utvalda punkter. I GIS kan spatial interpolering av dessa punkter tillämpas för att skapa en rasteryta med skattningar för alla rasterceller.

För att generera en kontinuerlig karta, t.ex. en digital höjdkarta från höjdpunkter som mätts med en GPS-enhet, måste en lämplig interpoleringsmetod användas för att på ett optimalt sätt uppskatta värdena på de platser där inga prover eller mätningar har gjorts. Resultaten av interpoleringsanalysen kan sedan användas för analyser som täcker hela området och för modellering.

Det finns många olika interpoleringsmetoder. I den här introduktionen presenterar vi två allmänt använda interpoleringsmetoder som kallas **Inverse Distance Weighting (IDW)** och **Triangulated Irregular Networks (TIN)**. Om du letar efter ytterligare interpoleringsmetoder, se avsnittet "Ytterligare läsning" i slutet av detta ämne.

11.3 Invers distansviktad (IDW)

I IDW-interpolationsmetoden viktas provpunkterna under interpoleringen så att påverkan från en punkt i förhållande till en annan minskar med avståndet från den okända punkt som du vill skapa (se Fig. 11.2).

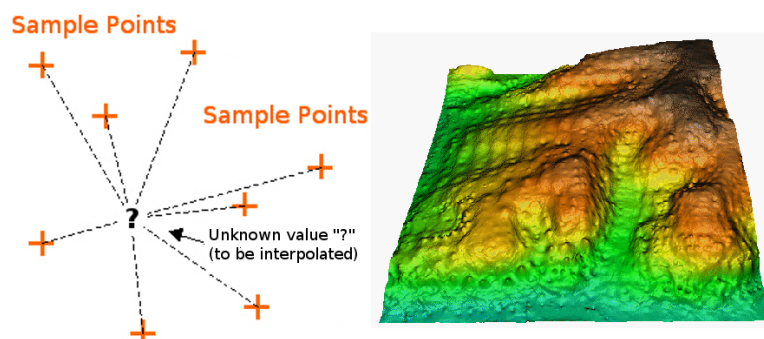


Fig. 11.2: Inverse Distance Weighted-interpolering baserad på viktat provpunktsavstånd (vänster). Interpolerad IDW-yta från höjdvektorpunkter (höger). Bildkälla: Mitas, L., Mitasova, H. (1999).

Viktning tilldelas provpunkterna med hjälp av en viktningskoefficient som styr hur viktningens inflytande minskar

när avståndet från den nya punkten ökar. Ju större viktningkoefficienten är, desto mindre effekt har punkterna om de ligger långt från den okända punkten under interpoleringsprocessen. När koefficienten ökar närmar sig värdet för den okända punkten värdet för den närmaste observationspunkten.

Det är viktigt att notera att IDW-interpoleringsmetoden också har vissa nackdelar: kvaliteten på interpoleringsresultatet kan försämrats om fördelningen av datapunkterna i urvalet är ojämn. Dessutom kan max- och minvärdena i den interpolerade ytan bara uppstå vid datapunkterna i urvalet. Detta resulterar ofta i små toppar och gropar runt provdatapunkterna, vilket visas i Fig. 11.2.

I GIS visas interpolationsresultat vanligtvis som ett 2-dimensionellt rasterlager. I Fig. 11.3 kan du se ett typiskt IDW-interpoleringsresultat, baserat på höjdprovpunkter som samlats in i fält med en GPS-enhet.

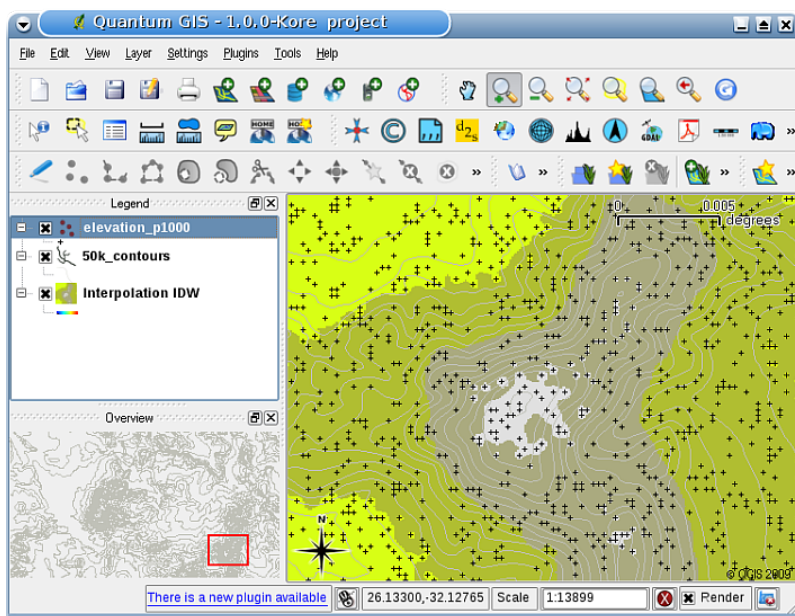


Fig. 11.3: IDW-interpolationsresultat från oregelbundet insamlade höjdprovpunkter (visas som svarta kors).

11.4 Triangulerat oregelbundet nätverk (TIN)

TIN-interpolering är ett annat populärt verktyg inom GIS. En vanlig TIN-algoritm kallas **Delaunay-triangulering**. Den försöker skapa en yta som bildas av trianglar från de närmaste grannpunkterna. För att göra detta skapas omkretsar runt utvalda provpunkter och deras skärningspunkter ansluts till ett nätverk av icke-överlappande och så kompakta trianglar som möjligt (se Fig. 11.4).

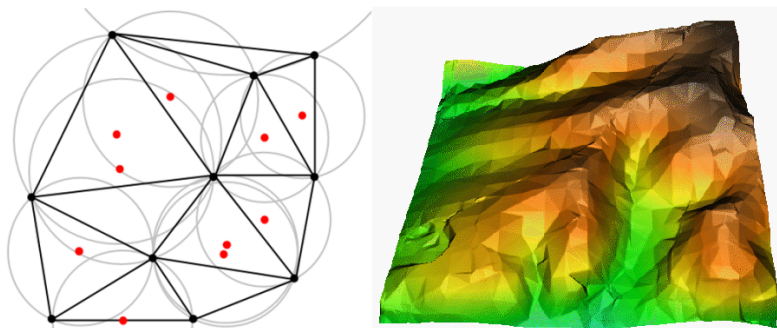


Fig. 11.4: Delaunay-triangulering med cirkel runt de röda provdatapunkterna. Den resulterande interpolerade TIN-ytan som skapats från höjdvektorpunkter visas till höger. Bildkälla: Mitas, L., Mitasova, H. (1999).

Den största nackdelen med TIN-interpolering är att ytorna inte är jämna och kan ge ett ojämnt utseende. Detta orsakas

av diskontinuerliga lutningar vid triangelkanterna och provdatapunkterna. Dessutom är triangulering i allmänhet inte lämplig för extrapolering bortom området med insamlade provdatapunkter (se Fig. 11.5).

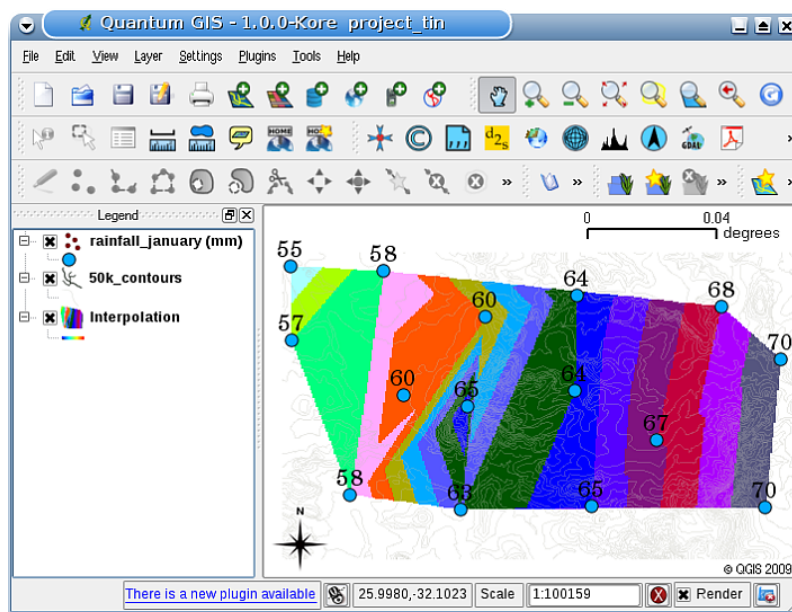


Fig. 11.5: Delaunay TIN-interpolationsresultat från oregelbundet insamlade regnprovpunkter (blå cirklar)

11.5 Vanliga problem / saker att vara uppmärksam på

Det är viktigt att komma ihåg att det inte finns någon enskild interpoleringsmetod som kan tillämpas i alla situationer. Vissa är mer exakta och användbara än andra, men tar längre tid att beräkna. De har alla sina fördelar och nackdelar. I praktiken bör valet av en viss interpoleringsmetod bero på provdata, vilken typ av ytor som ska genereras och toleransen för uppskattningsfel. I allmänhet rekommenderas ett trestegsförfarande:

1. Utvärdera exempeldata. Gör detta för att få en uppfattning om hur data är fördelade i området, eftersom detta kan ge ledtrådar om vilken interpoleringsmetod som ska användas.
2. Använd den interpoleringsmetod som är bäst lämpad för både urvalsdata och undersökningsmål. Om du är osäker ska du prova flera metoder, om sådana finns tillgängliga.
3. Jämför resultaten och hitta det bästa resultatet och den lämpligaste metoden. Detta kan se ut som en tidskrävande process i början. Men allteftersom du får erfarenhet av och kunskap om olika interpoleringsmetoder kommer den tid som krävs för att generera den lämpligaste ytan att minska avsevärt.

11.6 Andra interpoleringsmetoder

Även om vi koncentrerade oss på IDW- och TIN-interpolationsmetoder i detta arbetsblad finns det fler spatiala interpolationsmetoder som tillhandahålls i GIS, till exempel Regularized Splines with Tension (RST), Kriging eller Trend Surface-interpolation. Se avsnittet Ytterligare läsning nedan för en webblänk.

11.7 Vad har vi lärt oss?

Låt oss sammanfatta vad vi behandlat i det här arbetsbladet:

- **Interpolation** använder vektorpunkter med kända värden för att uppskatta värden på okända platser för att skapa en rasteryta som täcker ett helt område.
- Interpolationsresultatet är vanligtvis ett **raster**-lager.
- Det är viktigt att **finna en lämplig interpoleringsmetod** för att på bästa sätt uppskatta värden för okända platser.
- **IDW-interpolation** ger vikter till provpunkter, så att en punkts påverkan på en annan minskar med avståndet från den nya punkt som beräknas.
- **TIN-interpolation** använder provpunkter för att skapa en yta som består av trianglar baserade på information om närmaste grannpunkt.

11.8 Nu får du försöka!

Här är några idéer som du kan prova med dina elever:

- Jordbruksdepartementet planerar att odla upp ny mark i ditt område, men förutom markens beskaffenhet vill de veta om nederbörden är tillräcklig för en bra skörd. All information de har tillgänglig kommer från några väderstationer runt om i området. Skapa en interpolerad yta med dina elever som visar vilka områden som sannolikt kommer att få den högsta nederbörden.
- Turistbyrån vill publicera information om väderförhållandena i januari och februari. De har uppgifter om temperatur, nederbörd och vindstyrka och ber dig att interpolera deras uppgifter för att uppskatta platser där turisterna förmodligen kommer att ha optimala väderförhållanden med milda temperaturer, ingen nederbörd och liten vindstyrka. Kan du identifiera de områden i din region som uppfyller dessa kriterier?

11.9 Något att tänka på

Om du inte har tillgång till en dator kan du använda ett toposblad och en linjal för att uppskatta höjdvärden mellan höjdkurvor eller nederbördsvärden mellan fiktiva väderstationer. Om det t.ex. regnar 50 mm per månad vid väderstation A och 90 mm vid väderstation B, kan du uppskatta att det regnar 70 mm på halva avståndet mellan väderstation A och B.

11.10 Ytterligare läsning

Böcker:

- Chang, Kang-Tsung (2006). Introduction to Geographic Information Systems. 3rd Edition. McGraw Hill. ISBN: 0070658986
- DeMers, Michael N. (2005): Fundamentals of Geographic Information Systems. 3rd Edition. Wiley. ISBN: 9814126195
- Mitas, L., Mitasova, H. (1999). Spatial Interpolation. In: P.Longley, M.F. Goodchild, D.J. Maguire, D.W.Rhind (Eds.), Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications, Wiley.

Webbplatser:

- <https://en.wikipedia.org/wiki/Interpolation>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Delaunay_triangulation

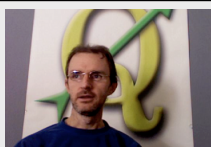
QGIS User Guide innehåller också mer detaljerad information om de interpolationsverktyg som finns i QGIS.

11.11 Vad kommer näst?

Detta är det sista arbetsbladet i den här serien. Vi uppmuntrar dig att utforska QGIS och använda den medföljande QGIS-handboken för att upptäcka alla andra saker du kan göra med GIS-programvara!

KAPITEL 12

Om författarna och de medverkande



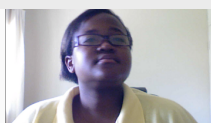
Tim Sutton — Redaktör och huvudförfattare. Tim Sutton är utvecklare och medlem i styrgruppen för QGIS-projektet. Han brinner för att se GIS vara fritt tillgängligt för alla. Tim är också en grundande medlem av Linfiniti Consulting CC. — ett litet företag som startats med målet att hjälpa människor att lära sig och använda GIS-programvara med öppen källkod. **Webb:** <https://kartoza.com> **E-post:** tim@kartoza.com



Otto Dassau — Biträdande författare. Otto Dassau är dokumentationsunderhållare och medlem i styrgruppen för QGIS-projektet. Otto har stor erfarenhet av att använda och utbilda människor i att använda GIS-programvara med fri och öppen källkod. **Webb:** <http://www.nature-consult.de> **E-post:** otto.dassau@gmx.de



Marcelle Sutton — Projektledare. Marcelle Sutton har studerat engelska och drama och är utbildad lärare. Marcelle är också en av grundarna av Linfiniti Consulting CC. — ett litet företag som startats med målet att hjälpa människor att lära sig och använda GIS-programvara med öppen källkod. **Webb:** <https://kartoza.com> **E-post:** marcelle@kartoza.com



Lerato Nsibande — Videopresentatör. Lerato går i årskurs 12 och bor i Pretoria. Lerato studerar geografi i skolan och har tyckt om att lära sig GIS med oss!



Sibongile Mthombeni — Videopresentatör. Sibongile bor nära Johannesburg med sin lilla dotter. Hennes mål är att fortsätta sina studier och bli sjuksköterska. Att arbeta med det här projektet var första gången Sibongile träffade oss!

GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 november 2008

Copyright 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc <https://www.fsf.org/>

Alla har rätt att kopiera och distribuera ordagranna kopior av detta licensdokument, men det är inte tillåtet att ändra det.

Inledning

Syftet med denna licens är att göra en manual, lärobok eller annat funktionellt och användbart dokument ”fritt” i betydelsen frihet: att garantera alla den faktiska friheten att kopiera och distribuera det, med eller utan att ändra det, antingen kommersiellt eller icke-kommersiellt. För det andra innebär denna licens att författaren och utgivaren kan få erkännande för sitt arbete utan att behöva ta ansvar för ändringar som gjorts av andra.

Denna licens är ett slags ”copyleft”, vilket innebär att härledda verk av dokumentet själva måste vara fria i samma mening. Den kompletterar GNU General Public License, som är en copyleft-licens avsedd för fri programvara.

Vi har utformat den här licensen för att kunna använda den för manualer till fri programvara, eftersom fri programvara behöver fri dokumentation: ett fritt program bör levereras med manualer som ger samma friheter som programvaran gör. Men denna licens är inte begränsad till programvaruhandböcker; den kan användas för vilket textverk som helst, oavsett ämne eller om det publiceras som en tryckt bok. Vi rekommenderar denna licens främst för verk vars syfte är instruktion eller referens.

1. TILLÄMPLIGHET OCH DEFINITIONER

Denna licens gäller för alla handböcker eller andra verk, oavsett medium, som innehåller ett meddelande från upphovsrättsinnehavaren om att de får distribueras enligt villkoren i denna licens. Ett sådant meddelande ger en världsomspännande, royaltyfri licens, obegränsad i tid, att använda det arbetet enligt de villkor som anges här.

Dokumentet nedan hänvisar till en sådan manual eller ett sådant verk. Varje medlem av allmänheten är en licenstagare och tilltalas som ”**du**”. Du accepterar licensen om du kopierar, ändrar eller distribuerar verket på ett sätt som kräver tillstånd enligt upphovsrättslagen.

Med ”**Modifierad version**” av Dokumentet avses varje verk som innehåller Dokumentet eller en del av det, antingen kopierat ordagrant eller med ändringar och/eller översatt till ett annat språk.

Ett ”**Sekundäravsnitt**” är ett namngivet appendix eller ett avsnitt på framsidan av Dokumentet som uteslutande behandlar förhållandet mellan utgivarna eller författarna till Dokumentet och Dokumentets övergripande ämne (eller relaterade frågor) och inte innehåller något som direkt kan hänföras till det övergripande ämnet. (Om Dokumentet delvis är en lärobok i matematik, får således ett sekundärt avsnitt inte förklara någon matematik) Förhållandet kan vara en fråga om historisk anknytning till ämnet eller till relaterade frågor, eller om juridisk, kommersiell, filosofisk, etisk eller politisk ståndpunkt beträffande dem.

”Invarianta avsnitt” är vissa sekundära avsnitt vars titlar betecknas som invarianta avsnitt i det meddelande som anger att dokumentet är utgivet under denna licens. Om ett avsnitt inte uppfyller ovanstående definition av sekundärt avsnitt får det inte betecknas som invariant. Dokumentet får innehålla noll invarianta avsnitt. Om dokumentet inte identifierar några invarianta avsnitt finns det inga.

***** Omslagstexter***** är vissa korta textavsnitt som anges som omslagstexter eller baksidestexter i det meddelande som anger att dokumentet är utgivet under denna licens. En framsidestext får innehålla högst 5 ord och en baksidestext får innehålla högst 25 ord.

En **”Transparent”** kopia av Dokumentet innebär en maskinläsbar kopia, återgiven i ett format vars specifikation är tillgänglig för allmänheten, som är lämplig för att revidera dokumentet enkelt med generiska textredigerare eller (för bilder som består av pixlar) generiska färgprogram eller (för ritningar) någon allmänt tillgänglig ritningsredigerare, och som är lämplig för inmatning till textformaterare eller för automatisk översättning till en mängd olika format som är lämpliga för inmatning till textformaterare. En kopia som gjorts i ett i övrigt Transparent filformat vars markering, eller avsaknad av markering, har arrangerats för att motverka eller avskräcka efterföljande modifiering av läsare är inte Transparent. Ett bildformat är inte genomskinligt om det används för en betydande mängd text. En kopia som inte är ”Transparent” kallas **Opaque**.

Exempel på lämpliga format för transparenta kopior är vanlig ASCII utan markering, Texinfo-ingångsformat, LaTeX-ingångsformat, SGML eller XML med hjälp av en allmänt tillgänglig DTD, och standardkonform enkel HTML, PostScript eller PDF utformad för mänsklig modifiering. Exempel på transparenta bildformat är PNG, XCF och JPG. Ogenomskinliga format inkluderar proprietära format som endast kan läsas och redigeras av proprietära ordbehandlare, SGML eller XML för vilka DTD och/eller bearbetningsverktyg inte är allmänt tillgängliga, och den maskingenererade HTML, PostScript eller PDF som produceras av vissa ordbehandlare endast för utmatningsändamål.

Med **”Titelsida”** avses, för en tryckt bok, själva titelsidan och de följande sidor som behövs för att läsligt återge det material som enligt denna licens skall finnas på titelsidan. För verk i format som inte har någon egentlig titelsida avses med ”titelsida” den text som ligger närmast den mest framträdande delen av verkets titel och som föregår början av brödtexten.

Med **”utgivare”** avses varje person eller enhet som distribuerar kopior av Dokumentet till allmänheten.

Ett avsnitt med **”Titel XYZ”** är en namngiven underenhet i dokumentet vars titel antingen är exakt XYZ eller innehåller XYZ inom parentes efter en text som översätter XYZ till ett annat språk. (Här står XYZ för ett specifikt avsnittsnamn som nämns nedan, till exempel **”Acknowledgements”**, **”Dedications”**, **”Endorsements”** eller **”History”**.) Att **”Bevara titeln”** på ett sådant avsnitt när du ändrar dokumentet innebär att det förblir ett avsnitt med **”Titeln XYZ”** enligt denna definition.

Dokumentet kan innehålla Warranty Disclaimers bredvid det meddelande som anger att denna Licens gäller för Dokumentet. Dessa garantifriskrivningar anses ingå genom hänvisning i denna Licens, men endast vad gäller friskrivning från garantier: varje annan innebörd som dessa garantifriskrivningar kan ha är ogiltig och har ingen inverkan på innebörden av denna Licens.

2. ORDAGRANN KOPIERING

Du får kopiera och distribuera dokumentet i vilket medium som helst, både kommersiellt och icke-kommersiellt, under förutsättning att denna licens, upphovsrättsmeddelandena och licensmeddelandet som anger att denna licens gäller för dokumentet återges i alla kopior och att du inte lägger till några andra villkor än de som anges i denna licens. Du får inte använda tekniska åtgärder för att hindra eller kontrollera läsning eller vidare kopiering av de kopior du framställer eller distribuerar. Du får dock ta emot ersättning i utbyte mot kopior. Om du sprider ett tillräckligt stort antal exemplar måste du även följa villkoren i avsnitt 3.

Du får också låna ut kopior, under samma förutsättningar som anges ovan, och du får visa kopior offentligt.

3. KOPIERING I MÄNGD

Om du publicerar tryckta kopior (eller kopior i media som vanligtvis har tryckta omslag) av Dokumentet, fler än 100 stycken, och Dokumentets licensmeddelande kräver omslagstexter, måste du bifoga kopiorna i omslag som tydligt och läsligt bär alla dessa omslagstexter: Framsida-omslagstexter på framsidan och baksida-omslagstexter på baksidan. Båda omslagen måste också tydligt och läsligt identifiera dig som utgivare av dessa exemplar. På omslagets framsida ska hela titeln anges och alla ord i titeln ska vara lika framträdande och synliga. Du får dessutom lägga till annat material på omslagen. Kopiering med ändringar begränsade till omslagen, så länge de bevarar Dokumentets titel och uppfyller dessa villkor, kan behandlas som ordagrann kopiering i andra avseenden.

Om de texter som krävs för båda omslagen är för omfattande för att få plats på ett läsbart sätt, bör du placera de först listade (så många som rimligen ryms) på det faktiska omslaget och fortsätta resten på intilliggande sidor.

Om ni publicerar eller distribuerar fler än 100 Opaka kopior av Dokumentet, måste ni antingen inkludera en maskinläsbar Transparent kopia tillsammans med varje Opak kopia, eller i eller med varje Opak kopia ange en plats i datornätverket från vilken den nätverksanvändande allmänheten har tillgång till att ladda ner en fullständig Transparent kopia av Dokumentet, fri från tillagt material, med hjälp av nätverksprotokoll av allmän standard. Om ni använder det senare alternativet måste ni vidta rimliga försiktighetsåtgärder, när ni börjar distribuera Opaka kopior i antal, för att säkerställa att denna Transparenta kopia förblir tillgänglig på den angivna platsen till minst ett år efter den sista gången ni distribuerar en Opak kopia (direkt eller genom era ombud eller återförsäljare) av den utgåvan till allmänheten.

Det är önskvärt, men inte nödvändigt, att du kontaktar dokumentets upphovsmän i god tid innan du distribuerar ett stort antal kopior, för att ge dem en chans att förse dig med en uppdaterad version av dokumentet.

4. ÄNDRINGAR

Du får kopiera och distribuera en modifierad version av dokumentet enligt villkoren i avsnitt 2 och 3 ovan, förutsatt att du släpper den modifierade versionen under just denna licens, där den modifierade versionen fyller dokumentets roll och därmed licensierar distribution och modifiering av den modifierade versionen till alla som innehar en kopia av den. Dessutom måste du göra följande i den Modifierade versionen:

- A. Använd på titelsidan (och på eventuella omslag) en titel som skiljer sig från dokumentets titel och från titlarna på tidigare versioner (som, om det finns några, ska anges i dokumentets historikavsnitt). Du får använda samma titel som en tidigare version om den ursprungliga utgivaren av den versionen ger sitt tillstånd.
- B. Ange på titelsidan, som författare, en eller flera personer eller enheter som ansvarar för författarskapet till ändringarna i den Modifierade versionen, tillsammans med minst fem av Dokumentets huvudförfattare (alla dess huvudförfattare, om det har färre än fem), såvida de inte befriar dig från detta krav.
- C. Ange på titelsidan namnet på utgivaren av den modifierade versionen, som utgivare.
- D. Bevara alla upphovsrättsmeddelanden i dokumentet.
- E. Lägg till ett lämpligt upphovsrättsmeddelande för dina ändringar bredvid de andra upphovsrättsmeddelandena.
- F. Inkludera, omedelbart efter upphovsrättsmeddelandena, ett licensmeddelande som ger allmänheten tillstånd att använda den modifierade versionen i enlighet med villkoren i denna licens, i den form som visas i tillägget nedan.
- G. Bevara i detta licensmeddelande de fullständiga förteckningarna över invariants avsnitt och erforderliga omslagstexter som anges i Dokumentets licensmeddelande.
- H. Inkludera en oförändrad kopia av denna licens.
- I. Bevara avsnittet med titeln "Historia", bevara dess titel och lägg till ett stycke som åtminstone anger titel, år, nya författare och utgivare för den modifierade versionen enligt titelsidan. Om det inte finns något avsnitt med rubriken "Historia" i dokumentet, skapa ett avsnitt med dokumentets titel, årtal, författare och utgivare som anges på titelsidan och lägg sedan till en post som beskriver den modifierade versionen enligt föregående mening.
- J. Bevara den nätverksplats, om någon, som anges i dokumentet för allmän tillgång till en transparent kopia av dokumentet, och likaså de nätverksplatser som anges i dokumentet för tidigare versioner som det baserades på. Dessa kan placeras i avsnittet "Historik". Du kan utelämna en nätverksplats för ett verk som publicerades minst fyra år före själva Dokumentet, eller om den ursprungliga utgivaren av den version som det hänvisas till ger sitt tillstånd.
- K. För varje avsnitt med titeln "Acknowledgements" eller "Dedications", bevara titeln på avsnittet och bevara i avsnittet allt innehåll och ton i var och en av de bidragsgivares erkännanden och/eller dedikationer som ges där.
- L. Bevara alla oförändrade avsnitt i dokumentet, oförändrade i sin text och i sina titlar. Avsnittsnummer eller motsvarande betraktas inte som en del av avsnittstitlarna.
- M. Ta bort alla avsnitt med rubriken "Endorsements". Ett sådant avsnitt får inte ingå i den modifierade versionen.
- N. Ändra inte titeln på något befintligt avsnitt så att det får titeln "Endorsements" eller så att titeln hamnar i konflikt med något oföränderligt avsnitt.

O. Bevara eventuella ansvarsfriskrivningar för garantier.

Om den modifierade versionen innehåller nya avsnitt på framsidan eller bilagor som kvalificerar sig som sekundära avsnitt och inte innehåller något material som kopierats från dokumentet, kan du efter eget val utse vissa eller alla dessa avsnitt som invarianta. Detta gör du genom att lägga till deras titlar i listan över Invariant Sections i den Modifierade Versionens licensmeddelande. Dessa titlar måste vara skilda från alla andra sektionstitlar.

Du kan lägga till ett avsnitt med titeln ”Stöd”, förutsatt att det inte innehåller något annat än stöd för din modifierade version av olika parter - till exempel uttalanden om peer review eller att texten har godkänts av en organisation som den auktoritativa definitionen av en standard.

Du får lägga till en passage på upp till fem ord som en framsidestext och en passage på upp till 25 ord som en baksidestext i slutet av listan över omslagstexter i den modifierade versionen. Endast ett avsnitt av omslagstexten på framsidan och ett avsnitt av omslagstexten på baksidan får läggas till av (eller genom arrangemang som görs av) en och samma enhet. Om dokumentet redan innehåller en omslagstext för samma omslag, som tidigare lagts till av dig eller genom arrangemang av samma enhet som du agerar på uppdrag av, får du inte lägga till någon annan; men du får ersätta den gamla, efter uttryckligt tillstånd från den tidigare förläggaren som lade till den gamla.

Dokumentets författare och utgivare ger inte genom denna licens tillstånd att använda deras namn för publicitet för eller för att hävda eller antyda stöd för någon Modifierad version.

5. KOMBINATION AV DOKUMENT

Du får kombinera Dokumentet med andra dokument som har släppts under denna Licens, enligt de villkor som anges i avsnitt 4 ovan för modifierade versioner, under förutsättning att du i kombinationen inkluderar alla Invarianta Avsnitt av alla originaldokumenten, omodifierade, och listar dem alla som Invarianta Avsnitt av ditt kombinerade verk i dess licensmeddelande, och att du bevarar alla deras Garantifriskrivningar.

Det kombinerade verket behöver endast innehålla ett exemplar av denna licens, och flera identiska invarianta avsnitt kan ersättas med ett enda exemplar. Om det finns flera invarianta avsnitt med samma namn men olika innehåll, skall titeln på varje sådant avsnitt göras unik genom att i slutet av titeln, inom parentes, lägga till namnet på den ursprungliga författaren eller utgivaren av avsnittet, om detta är känt, eller ett unikt nummer. Gör samma justering av avsnittstitlarna i listan över invarianta avsnitt i licensmeddelandet för det kombinerade verket.

I kombinationen måste du kombinera alla avsnitt med rubriken ”Historia” i de olika originaldokumenten och bilda ett avsnitt med rubriken ”Historia”; på samma sätt måste du kombinera alla avsnitt med rubriken ”Bekräftelser” och alla avsnitt med rubriken ”Dedikationer”. Du måste ta bort alla avsnitt med titeln ”Endorsements”.

6. SAMLINGAR AV DOKUMENT

Du får skapa en samling bestående av Dokumentet och andra dokument som utgivits under denna Licens, och ersätta de enskilda kopiorna av denna Licens i de olika dokumenten med en enda kopia som ingår i samlingen, förutsatt att du i övrigt följer reglerna i denna Licens för ordagrann kopiering av vart och ett av dokumenten.

Du får extrahera ett enskilt dokument från en sådan samling och distribuera det individuellt under denna licens, förutsatt att du infogar en kopia av denna licens i det extraherade dokumentet och följer denna licens i alla andra avseenden när det gäller ordagrann kopiering av dokumentet.

7. SAMMANSLAGNING MED OBEROENDE VERK

En sammanställning av Dokumentet eller dess derivat med andra separata och oberoende dokument eller verk, i eller på en volym av ett lagrings- eller distributionsmedium, kallas ”aggregat” om den upphovsrätt som följer av sammanställningen inte används för att begränsa de lagliga rättigheterna för sammanställningens användare utöver vad de enskilda verken tillåter. När Dokumentet ingår i en sammanställning gäller inte denna Licens för de andra verken i sammanställningen som inte själva är härledda verk från Dokumentet.

Om kravet på omslagstext i avsnitt 3 är tillämpligt på dessa exemplar av Dokumentet, och om Dokumentet utgör mindre än hälften av hela aggregatet, får Dokumentets omslagstexter placeras på omslag som omsluter Dokumentet inom aggregatet, eller den elektroniska motsvarigheten till omslag om Dokumentet är i elektronisk form. I annat fall måste de förekomma på tryckta omslag som omsluter hela aggregatet.

8. ÖVERSÄTTNING

Översättning anses vara en typ av modifiering, så du får distribuera översättningar av Dokumentet enligt villkoren i avsnitt 4. För att ersätta Invariant Sections med översättningar krävs särskilt tillstånd från deras upphovsrättsinnehavare, men du får inkludera översättningar av vissa eller alla Invariant Sections utöver

originalversionerna av dessa Invariant Sections. Ni får inkludera en översättning av denna Licens och alla licensmeddelanden i Dokumentet samt eventuella Ansvarsfriskrivningar, förutsatt att ni även inkluderar den engelska originalversionen av denna Licens och originalversionerna av dessa meddelanden och ansvarsfriskrivningar. I händelse av oenighet mellan översättningen och originalversionen av denna Licens eller ett meddelande eller en friskrivningsklausul, ska originalversionen ha företräde.

Om ett avsnitt i dokumentet har titeln "Acknowledgements", "Dedications" eller "History", kommer kravet (avsnitt 4) att bevara dess titel (avsnitt 1) vanligtvis att kräva att den faktiska titeln ändras.

9. AVSLUTNING

Du får inte kopiera, modifiera, underlicensiera eller distribuera dokumentet annat än vad som uttryckligen anges i denna licens. Varje försök att på annat sätt kopiera, modifiera, underlicensiera eller distribuera dokumentet är ogiltigt och innebär att dina rättigheter enligt denna licens automatiskt upphör att gälla.

Om du upphör med alla överträdelser av denna licens återinförs dock din licens från en viss upphovsrättsinnehavare (a) provisoriskt, såvida inte och tills upphovsrättsinnehavaren uttryckligen och slutgiltigt säger upp din licens, och (b) permanent, om upphovsrättsinnehavaren inte meddelar dig om överträdelsen på något rimligt sätt inom 60 dagar efter upphörandet.

Dessutom återställs din licens från en viss upphovsrättsinnehavare permanent om upphovsrättsinnehavaren meddelar dig om överträdelsen på något rimligt sätt, detta är första gången du har fått meddelande om överträdelse av denna licens (för något verk) från den upphovsrättsinnehavaren och du åtgärdar överträdelsen inom 30 dagar efter det att du har mottagit meddelandet.

Upphör era rättigheter enligt detta avsnitt upphör inte licenserna för parter som har erhållit kopior eller rättigheter från er enligt denna licens. Om dina rättigheter har upphört och inte återställts permanent, ger mottagande av en kopia av hela eller delar av samma material dig inte någon rätt att använda det.

10. FRAMTIDA REVIDERINGAR AV DENNA LICENS

Free Software Foundation kan från tid till annan publicera nya, reviderade versioner av GNU Free Documentation License. Sådana nya versioner kommer att ha samma anda som den nuvarande versionen, men kan skilja sig åt i detalj för att ta itu med nya problem eller frågor. Se <https://www.gnu.org/copyleft/>.

Varje version av Licensen har ett versionsnummer som skiljer den från andra versioner. Om det i Dokumentet anges att en viss numrerad version av Licensen "eller en senare version" gäller för Dokumentet, har du möjlighet att följa villkoren antingen i den angivna versionen eller i en senare version som har publicerats (inte som utkast) av Free Software Foundation. Om dokumentet inte anger något versionsnummer för denna licens, får ni välja vilken version som helst som någonsin har publicerats (inte som utkast) av Free Software Foundation. Om det i Dokumentet anges att en fullmaktshavare får bestämma vilka framtida versioner av Licensen som får användas, innebär fullmaktshavarens offentliga godkännande av en version att ni har permanent rätt att välja den versionen för Dokumentet.

11. OMLICENSIERING

med "Massive Multiauthor Collaboration Site" (eller "MMC Site") avses en World Wide Web-server som publicerar upphovsrättsligt skyddade verk och som också tillhandahåller framträdande möjligheter för vem som helst att redigera dessa verk. En offentlig wiki som vem som helst kan redigera är ett exempel på en sådan server. Med "Massive Multiauthor Collaboration" (eller "MMC") som ingår i webbplatsen avses varje uppsättning upphovsrättsligt skyddade verk som publiceras på MMC-webbplatsen.

"CC-BY-SA" avser Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0-licensen som publiceras av Creative Commons Corporation, ett icke-vinstdrivande företag med huvudkontor i San Francisco, Kalifornien, samt framtida copyleft-versioner av den licensen som publiceras av samma organisation.

"Inkorporera" innebär att publicera eller återpublicera ett Dokument, helt eller delvis, som en del av ett annat Dokument.

En MMC är "berättigad till återlicensiering" om den är licensierad under denna licens och om alla verk som först publicerades under denna licens någon annanstans än i denna MMC, och som därefter helt eller delvis införlivades i MMC, (1) inte hade några omslagstexter eller invarianter avsnitt och (2) införlivades före den 1 november 2008.

Operatören av en MMC-plats får återpublicera en MMC som finns på platsen under CC-BY-SA på samma plats när som helst före den 1 augusti 2009, förutsatt att MMC är berättigad till nylicensiering.

TILLÄGG: Så här använder du denna licens för dina dokument

För att använda denna licens i ett dokument som du har skrivit, inkludera en kopia av licensen i dokumentet och lägg till följande copyright- och licensmeddelanden strax efter titelsidan:

Copyright © ÅRET DITT NAMN. Tillstånd ges att kopiera, distribuera och/eller modifiera detta dokument enligt villkoren i GNU Free Documentation License, version 1.3 eller någon senare version publicerad av Free Software Foundation; utan invarianta avsnitt, utan texter på framsidan och utan texter på baksidan. En kopia av licensen finns i avsnittet med rubriken "GNU Free Documentation License".

Om du har invarianta sektioner, framsidestexter och baksidestexter, ersätt raden "med ... Texter." med detta:

där de invarianta avsnitten är LIST THEIR TITLES, där framsidans texter är LIST och där baksidans texter är LIST.

Om du har Invariant Sections utan Cover Texts, eller någon annan kombination av de tre, kan du slå samman de två alternativen för att anpassa dem till situationen.

Om ditt dokument innehåller icke-triviala exempel på programkod rekommenderar vi att du släpper dessa exempel parallellt under valfri licens för fri programvara, t.ex. GNU General Public License, så att de kan användas i fri programvara.