



AVDELNINGEN FÖR LANTMÄTERI
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
LUNDS UNIVERSITET

BS

DIGITAL BAKGRUNDSKARTA

UPPBYGGNAD FRÅN DATABAS TILL
UNDERLAG FÖR PRESENTATION

Ulrika Antonsson

ISRN LUTVDG/TVLM 97/5016 SE

Lund 1997

Avdelningen för
LANTMÄTERI
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet
Box 118
221 00 LUND



Department of
**SURVEYING AND REAL
ESTATE MANAGEMENT**
Lund Institute of Technology
Lund University
P.O. Box 118
S-221 00 LUND
SWEDEN

DIGITAL BAKGRUNDSKARTA

- Uppbyggnad från databas till underlag för presentation -

DIGITAL BACKGROUNDMAP

- Construction from database to support for presentation -

Detta examensarbete, omfattande 20 poäng, har utförts inom ramen för Lantmäteriutbildningen, Lunds Tekniska Högskola. Examensarbetet gjordes av Ulrika Antonsson under sommaren och hösten 1997 på Bofors AB i Karlskoga.

Handledare: Dataingenjör Ove Engström, Bofors AB
Examinator: Professor Bengt Rystedt

ISRN LUTVDG/TVLM 97/5016 SE

ABSTRACT: This Master of Science Dissertation discuss the construction of a digital background map, from database to support for the presentation. Symbolisation, colour and form, generalization, height model and dividing the map are tasks that have been considered.

KEY WORDS: Cartography, Digital map, Geodesy, Generalization

SÖK ORD: Kartografi, Digital karta, Geodesi, Generalisering

FÖRORD

I examensarbetet har jag eftersträvat att skriva så att även personer utan kartografiska och geodetiska erfarenheter skall kunna ta till sig och förstå det som skrivits. I möjligaste mån har jag försökt undvika fackord och då sådana trots allt förekommer (vilket är oundvikligt) har målet varit att de förklarar sig själva med anledning av sammanhanget.

Vissa av de problem som omnämns i arbetet finns inte längre. Detta beror på att den programvara som använts har utvecklats under hela arbetets gång och även efter det. T.ex. finns inte längre problemet att symboler och text som hamnar i kanten på en kartbild skrivs över av därefter utritad kartbild.

Jag skulle vilja passa på och tacka min examinator Bengt Rydstedt för den hjälp jag fått. Ett stort tack till min handledare Ove Engström på Bofors AB för allt stöd och all uppmuntran.

För all hjälp, utan vilken jag nog aldrig fått rätt på allt, skulle jag speciellt vilja tacka Lars Harrie, doktorand vid Avdelningen för Lantmäteri, LTH.

Till sist även ett tack till min lägenhetskompis, Henrietta Ridell, för sällskap, hjälp med korrekturläsning och för att hon orkat lyssna på allt mitt pladder.

Lund dec. 1997

Ulrika Antonsson

SAMMANFATTNING

Detta examensarbete syftar till att skapa ett underlag för presentation av bakgrundskarta till ett luftvärnssystem för medeldistans. Det främsta kravet är att bakgrundskartan skall vara enkel eftersom dess syfte är att ge ett översiktligt intryck av omgivande terräng.

Två olika referenssystem (RT 90/RH 70 och WGS 84) används för att ange en position på kartan varför transformationsformler mellan dessa system har beskrivits. För förståelse av transformationsformlerna förklaras några av de vanligaste grundläggande begreppen inom geodesin.

Symbolisering, ett av de många områdena inom kartografin, behandlas kortfattat eftersom det används mycket i arbetet med presentationsbestämning av kategorierna. Utgångspunkten för kartans presentation har varit en kartdatabas. Av GSD - Röda kartan och GSD - Gröna kartan valdes Röda kartans databas. Detta eftersom Gröna kartan ger för stora datamängder och Röda kartan lämpar sig bäst för de skalområden kartan skall presenteras i.

Presentationen av kategorierna (kartans framställning) har bestämts utefter kraven som ställts, möjligheterna hos programvaran och kommentarer från användarna.

Generaliseringar av olika slag har studerats och vissa jämförande tester har genomförts. Linjegenraliseringar har utförts på linjedata för att minska datamängden. För att öka läsbarheten i kartan har databaskategorier slagits samman, tagits bort eller bibehållits.

En uppdelning av kartan i kartrutor har gjorts för att öka realtidsprestandan. Denna uppdelning gäller för såväl den topografiska delen som för höjdmodellen. Uppdelningen i kartrutor är anpassad till den topografiska delen av kartan.

SUMMARY

The purpose of this paper is to support the presentation of a background map for a medium range surface to air missile system. The most important demand on the background map is that the map should be simple, because it's purpose is to give a survey view over the surrounding terrain.

Two different reference systems (RT 90/RH 70 and WGS 84) are being used to give the position on the map. For this reason transformation formulas between the systems have been described. For the understanding of these formulas some of the most common and basic concepts within the geodesy field are described.

One of the many fields within cartographic is symbolisation. Symbolisation is described shortly as it is used a lot in the work to decide how the objects on the map should be presented. The starting point for the map presentation has been a map database. Out of GSD - Röda kartan and GSD - Gröna kartan has the database of Röda kartan been selected. The reason is that Gröna kartan generates to much data and Röda kartan is more sufficient within the range of the scale were the map will be shown.

The presentation of the objects on the map have been decided with consideration to the demands that have been given, the possibilities given by the software and comments from the users.

Different kinds of generalizations have been studied and some comparing tests have been made. To reduce the amount of data a line generalization has been made on the line data. The readability of the map have been improved by merging, deleting or preserving selected categories.

The map has been divided (split) into map sections where each section covers a certain area, this is done to improve the real time performance. Both the topographic part and the altitude model part of the map are divided into map sections. The section sizes are adjusted after the conditions given by the topographic part of the map.

1	INLEDNING	3
1.1	Bakgrund.....	3
1.2	Problemställning	3
1.3	Avgränsning.....	4
1.4	Rapportindelning.....	4
2	KARTOGRAFI	6
2.1	Allmänt.....	6
2.1.1	Symboler	7
2.1.2	Färger	7
2.1.3	Text	8
3	GEODESI	9
3.1	Referensellipsoider.....	9
3.2	Geoiden	10
3.3	Höjder.....	10
3.4	Referenssystem	11
3.5	Koordinatsystem	12
3.6	Kartprojektioner	13
3.7	Meridiankonvergens.....	13
3.8	Transformationsformler	14
4	FÖRUTSÄTTNINGAR	16
4.1	Krav.....	16
4.1.1	Kartans ändamål	16
4.1.2	Kartfönstrets storlek	16
4.1.3	Skalor	17
4.1.4	Driftsfall	17
4.2	Databas.....	17
4.2.1	Topografiska data	17
4.2.2	Höjddata	18
4.3	Användarnas önskemål	18
4.3.1	Kategorier	18
4.3.2	Valmöjligheter för användarna	19
4.4	Programvara för framtagning av karta	19
4.4.1	Presentationsmöjligheter för kartan	20
4.5	Presentation.....	21
4.6	Minnesutrymme och realtidsprestanda	21
4.7	Uppdatering.....	21
5	ARBETSPROCESS	23
6	VAL AV KARTDATABAS	24
7	INDELNING AV KATEGORIER	25

8	KATEGORIPRESENTATION	26
8.1	Förfarande	26
8.2	Presentationsutformning.....	26
8.3	Presentationstillfälle	27
8.4	Problem	28
9	KARTRUTOR	30
9.1	Kartrutsuppdelning.....	30
9.1.1	Realtidstest	31
9.1.2	Problem	32
9.1.3	Resultat	32
9.2	Sökning efter kartrutor	33
10	GENERALISERING	34
10.1	Varför generalisera?	34
10.2	Olika typer av generaliseringar	34
10.3	Generaliseringsalgoritmer	35
10.3.1	Douglas & Peuckers metod	35
10.3.2	N:te punkten algoritm	36
10.3.3	Generaliseringsmetoder i MapLink	36
10.4	Val av generaliseringsalgoritm.....	39
10.4.1	Generaliseringstesterna	39
10.4.2	Problem	40
10.4.3	Resultat	41
11	PRESENTATION AV HÖJDINFORMATION	42
11.1	Format	42
11.2	Presentationsmöjligheter	42
11.3	Val av höjdpresentationssätt.....	43
11.4	Minnesminimering och förbättrad realtidsprestanda.....	44
11.5	Resultat.....	44
12	DISKUSSION	46
13	REFERENSER	49
14	BILAGOR	50
	A. BERÄKNING AV MERIDIANKONVERGENS	
	B. TRANSFORMATIONSFORMLER	
	C. KARTDATABASER	
	D. KATEGORIINDELNING	
	E. GRUPPERING AV KATEGORIER	
	F. KATEGORIPRESENTATION	
	G. SYMBOLER OCH TEXTFONTER	
	H. KRAV PÅ KARTAN	
	I. FÖRKORTNINGAR	

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Examensarbetet är en studie grundad på presentation av kartdata för en operatör i ett luftvärnssystem för medeldistans.

Arbetet är gjort åt Bofors Missiles som för närvarande arbetar med ett utvecklingsprojekt kallat RBS23 Bamse¹⁾, där visualiseringen är en del av projektet. Utvecklingsprojektet sträcker sig fram till 1998.

1.2 Problemställning

Utifrån en kartdatabas skall underlag till en färdig karta tas fram för ett luftvärnssystem. Någon utritning direkt från databasen är alltså ej önskvärd. Syftet är att kartan skall finnas som en bakgrund att orientera sig efter.

Vid uppbyggnaden av en karta är det mycket att beakta; en passande kartdatabas skall väljas, informationen i databasen skall behandlas och kategorier skall väljas ut och slås samman, allt efter syftet med kartan och användarnas önskemål.

Det programverktyg som finns att tillgå är MapLink.

Databas

Kartdatabas som kan användas är exempelvis GSD-Röda kartan eller GSD-Gröna kartan²⁾ från Lantmäteriverket (LMV). Beslut om vilken databas som passar bäst för ändamålet bör fattas på ett tidigt stadium.

Transformationsformler mellan olika referenssystem

Användarna skall, med hjälp av både plana koordinater i det svenska referenssystemet RT 90 och geodetiska koordinater i referenssystemet WGS 84, kunna centrera kartan i fönstret. Efter en markör i kartfönstret skall operatören dessutom kunna få koordinaterna för markörens läge angivna i de båda referenssystemen. För dessa ändamål behövs transformationsformler mellan systemen.

Indelning och gruppering av kategorier

Vid valet av vilken information som skall finnas på kartan kommer, för ändamålet, onödig information att sällas bort. En eventuell omklassificering av kategorierna i databasen kan behövas (främst hopslagning) för att passa syftet med kartan. Efter vissa förutbestämda kriterier skall operatören kunna släcka och tända olika objekt som presenteras på kartan.

1) RBS23 = Robotsystem 23

2) GSD = Geografiska Sverige Data

Skalor och driftsfall

Presentationen av kartan kommer att göras i olika skalor. Skalan bestäms av en cirkel som skall presenteras i kartfönstret, där cirkelns radie kan anta tre olika värden.

Kartan skall kunna presenteras vid två olika driftsfall, ett för eldförberedelse och ett för strid. I stridsfallet är kartinformationen mindre betydelsefull än i eldförberedelsefallet.

Realtidsprestanda och datamängd

Uppbyggnaden av kartan skall göras så att realtidsprestandan är så god som möjligt. En annan viktig faktor är att kartans totala datamängd bör vara så liten som möjligt

Begränsningen av minnet ligger i att den färdiga kartan skall få plats på en CD-skiva (storleksordningen 600 MB). Om det skulle visa sig att hela kartan (efter generalisering m.m.) inte får plats på en och samma CD-skiva måste en geografisk uppdelning av kartan göras på ett tillfredsställande sätt.

Generalisering

Generaliseringar kan komma att utföras på kartdata. Det skall beslutas vilken/vilka av de generaliseringsalgoritmer som finns att tillgå som lämpar sig bäst. Dessutom skall generaliseringsnivån bestämmas så att överensstämmelsen med ickegeneraliserade data visuellt blir så god som möjligt.

Höjdmodell

Det är av stor vikt att höjdinformationen klart framträder. Ställningstagande till vilken typ av höjdmodell som skall användas och hur denna utformas skall tas.

1.3 Avgränsning

I arbetet är det endast uppbyggnaden av bakgrundskartan som behandlas. Några studier över hur utritningstekniska lösningar kan påverka resultatet har ej gjorts, även om de ibland kan nämnas som exempel på hur ett problem kan lösas.

1.4 Rapportindelning

- Kapitel 2: Mycket kort om kartografin. Några av de områden som är viktiga vid presentation av en karta tas upp lite översiktligt.
- Kapitel 3: Några av de vanligaste begreppen inom geodesin förklaras kortfattat.
- Kapitel 4: Tar upp förutsättningarna som legat till grund för utformningen av kartan. De krav som ställts, de önskemål som lagts fram, det verktyg som finns att tillgå, etc. presenteras i tur och ordning.
- Kapitel 5: Behandlar kortfattat arbetsprocessen.
- Kapitel 6: Beskriver vilken kartdatabas som valts och varför valet föll på denna.

- Kapitel 7: Behandlar hur indelningen av databasens kategorier gjorts för att passa kartans syfte.
- Kapitel 8: Tar upp hur bestämningen av kategoriernas utformning gått till. Här behandlas även vid vilka tillfällen en kategori visas och de valmöjligheter som användarna skall ha att förändra vad som presenteras på kartan.
- Kapitel 9: Beskriver varför kartan delas upp i kartrutor och hur storleken på dessa bestäms.
- Kapitel 10: Inledningsvis behandlas det lite allmänt om generaliseringar. Olika generaliseringsalgoritmer beskrivs kortfattat. Till sist förklaras vilken typ av generalisering som utförs och varför denna algoritm valts.
- Kapitel 11: Beskriver de höjdmodeller som kan skapas med hjälp av MapLink. Förklarar varför en viss typ valts samt utformningen av denna höjdmodell. I kapitlet behandlas även generaliseringen av höjdmodellen.
- Kapitel 12: En kortfattad diskussion över de slutsatser och resultat som kommit fram under arbetets gång.
- Kapitel 13: Referenserna.
- Kapitel 14: Samling över bilagorna.

OBS! Hänvisningar till referenserna i kapitel 13 ges genom följande markering: ^[x].

2 KARTOGRAFI

Begreppet kartografi innefattar behandling av geografisk information i olika former. Formen kan vara analog, digital eller taktil³⁾. Behandlingen kan vara organisation, presentation, kommunikation och användning av geografisk information. Alla stadier från dataförberedelse till slutlig användning inkluderas i skapandet av kartor och relaterade informationsprodukter.

I *Cartography: Visualization of spatial data*^[c] på sidan 42 står det att kartografi idag ses som "*the conveying of spatial information by means of maps*", vilket innebär att inte bara skapandet av kartor, utan även deras användning räknas in i begreppet kartografi.

Goda kunskaper i kartografi innebär goda kunskaper inom en rad ämnen. Som exempel på några av de viktigaste ämnesområdena kan nämnas datalogi, allmän färglära, geografi och geodesi.

Målet för kartografiverksamheten är att skapa en för användarna lättläst karta som uppfyller sitt syfte.

2.1 Allmänt

En karta skall presenteras utifrån syftet med kartan och vilka användarna är. Detta skapar krav och önskemål för hur den slutgiltiga kartan skall se ut.

Det är även viktigt att ha kunskap om hur den ingångsdata som kartpresentationen bygger på ser ut. Det gäller alltså att sätta sig in i kartdatabasens uppbyggnad och innehåll för att dels kunna välja ut vilken databas som lämpar sig bäst för ändamålet och dels för att kunna göra en god presentation.

Hur själva presentationen av de olika objekten på kartan sker är upp till den enskilde att avgöra. Dock bör man tänka på att det är bra att följa det som är allmänt vedertaget, som att vatten är blått, kyrkor presenteras med svarta kors etc. Det finns en hel del litteratur från tiden då kartorna presenterades analogt, som kan vara till användning även idag då allt fler kartor skapas och presenteras digitalt, som exempel kan nämnas "*Elements of Cartography*" av Arthur H Robinson och "*Principles of Cartography*" av Erwin Raisz.

Kartframställning kan sägas bestå av tre huvudområden; insamling, generalisering och symbolisering. Insamlade data lagras i någon form av databas. Eftersom detta examensarbete utgår från redan färdiga databaser behandlas ej insamlingsprocessen. Generalisering behandlas utförligare i *kapitel 10* på sidan 34. Symbolisering innefattar hur de olika objekten på kartan presenteras. Utgångspunkten för presentationen är de tre grafiska elementen; punkt, linje och yta. Dessa element kan varieras i oändlighet genom att ändra mönster, form, färg etc. För att ytterligare förtydliga kartan används text som komplement till de grafiska elementen. Tre områden inom symbolisering som använts under arbetet förklaras här kortfattat. Områdena gäller symboler, färger och text.

3) Taktila kartor görs för blinda.

2.1.1 Symboler

För symboler finns det ingen fastlagd standard, därför är det viktigt att användarna av kartan har tillgång till en legend (teckenförklaring) där det står förklarat vad de olika grafiska elementen betecknar. För punktsymboler på kartor gäller ingen copyright, det är snarare att föredra att de symboler som används för olika objekt kopieras än att egna tas fram. Symbolerna på de allmänna kartorna som finns i Sverige kan sägas utgöra en så kallad "de facto"-standard som kan vara bra att följa.

Försök att skapa en SIS-standard för turistsymboler har gjorts. Dessa symboler skulle i så fall gälla inte bara för kartor, utan även för vägskyltar och i allehanda sammanhang. Projektet fullföljdes inte eftersom de inblandade parterna inte kunde enas, till stor del på grund av kostnaderna för att anpassa sig till standarden.

I HMK-Ka⁴⁾[i] Bilaga D finns rekommendationer för hur olika kartobjekt symboliseras på storskaliga kartor. Kartskalorna som rekommendationerna gäller för är 1:400/1:500, 1:1 000 samt 1:2 000. För småskaliga kartor (skala 1:5 000 eller mindre) finns det inga rekommendationer. I *Bilaga G* i detta dokument presenteras de symboler som använts i detta arbete.

2.1.2 Färger

Färgvalet för olika objekt beror på en rad faktorer. En av dessa är att vissa objekt associeras med vissa färger, det vill säga att vatten associeras med blått och växtlighet med grönt. En annan faktor att tänka på är färgers olika induktionsförmåga. Med induktionsförmåga menas färgers förmåga att påverka varandra så att färgton (kulörton), kulörthet (renhet) och svarthet förändras. Färgtonen anger om en färg är röd, grön, gul etc. Kulörtheten för en färg anger t.ex. hur röd den röda färgen är (klar röd eller blek röd). Med svartheten anges hur mörk respektive ljus en färg är. Begreppen kulörton, kulörthet och svarthet används i NCSs färgsystem (Natural Color System) för att beskriva en färg.

NCS är en standard för färger där alla färger anges med sin egen kod. De rätta färgerna för varje kod ges i SS 01 91 02 - Färgatlas. En kort beskrivning finns i HMK-Ka.

Induktion på färgen hos ett objekt uppstår främst hos mindre objekt som omges av en större yta. Färgtonsinduktion innebär att en yta ändrar färgton beroende på omgivande ytor, t.ex. kan en yta se grönare eller gulare ut än vad den egentligen är, allt beroende på omgivningen. Kulörthetsinduktion får till följd att den mindre ytan ändrar kulörthet, vilket innebär att den kan ses som klarare eller ljusare. Ljushetsinduktion påverkar färgytan så att en och samma färg ser mörkare eller ljusare ut.

Andra faktorer att beakta är vissa människors problem med att se skillnad på rött och grönt samt att en del färger är mer i ögonfallande än andra. Färgerna i kartan bör dessutom väljas så att de skapar harmoni i kartbilden. Mer om detta går att läsa i bland annat HMK-Ka kapitel 2.2.2 Färger.

4) HMK - Handbok i MätningKungörelsen - består av en hel serie.
Ka står i detta fall för Kartografi-boken i HMK-serien.

I bildskärmar används färgåtergivningssystemet RGB, där RGB står för rött, grönt och blått. De olika färgerna på bildskärmen skapas genom att de tre färgerna i RGB blandas. Tyvärr kan inte alla färger återges i RGB-systemet.

Varje enskild färg som skapas med RGB-systemet får en plats i en kub och anges med tre "koordinater". De tre koordinaterna är andelen rött, grönt och blått som den skapade färgen består av. Andelen av varje färg kan gå från 0 till 1, från 0 till 255 eller efter annan skalindelning. Detta innebär att gul färg kan anges som (1, 1, 0) eller (255, 255, 0). Mer om detta står i bland annat Elements of Cartography^[h]. Ett sammanfattande namn för de tre färgerna i RGB är additiva färger. Blandas de tre additiva färgerna fås vit färg, vilken anges som (1, 1, 1). Viktigt att tänka på när RGB används är att presentationsmediet kan påverka färgen. T.ex. så kan en färg variera något beroende på vilken bildskärm den presenteras på.

För fyrfärgstryck används Europaskalan som är definierad som europeisk standard. De fyra processfärgerna är cyan, magenta, gult och svart och förkortas CMYK. De tre färgerna cyan, magenta och gult kallas för de subtraktiva färgerna eftersom de vid blandning ger svart färg.

Det finns många olika färgsystem som används, här har bara några av de allra vanligaste tagits upp. Översättningstabeller mellan de olika färgsystemen finns det gott om, dock ej som någon antagen standard. En viss skillnad mellan en färg på skärmen och "samma" färg på en utskrift är ingen ovanlighet.

2.1.3 *Text*

Textsättning är det sista som görs på en karta och det är något av det svåraste om den skall bli snygg och lättläst. Olika stilar med varierande storlek kan väljas till olika objekt. Olika färg på texten kan vara önskvärt. Det är dock viktigt att ett och samma objektnamn i samma klass har samma stil, färg och storlek. Anledning till detta är att om man söker efter ett visst namn framgår det snabbt vilken typ av text som den objektklassen har. På så sätt kan sökningen snabbas upp genom att automatiskt sälla bort de andra texttyperna. Detta får dock mindre betydelse i och med dagens moderna kartor på datorer, där sökandet efter namnet görs i databasen. Variationer i textutformningen är bra men blir de alltför omfattande snarare försvårar det än underlättar läsligheten hos kartan.

Då text lagras i databaser får de en anknytning till kartan genom en textpunkt. Textpunkten kopplas till kartan genom sina koordinater. I de flesta karthanterings-system finns det ingen koppling mellan textpunkten (texten) och det geografiska objekt det representerar.

Textens läge i förhållande till textpunkten kan variera, den kan skrivas till höger om, mitt över, under etc. Anledningen till att variera en texts läge är att undvika att orden skrivs över varandra. Förutom detta kan text skrivas diagonalt, vertikalt etc.

Ett stort problem för utskriften av text är skarvar i kartor. Om texten skrivs ut horisontellt och går över en vertikal skarv uppstår problem. Skall texten skrivas till höger eller till vänster om skarven eller ska den kanske skrivas två gånger, en gång på var sida om skarven? Detta problem försvinner då kartan lagras utan skarvar i digital form.

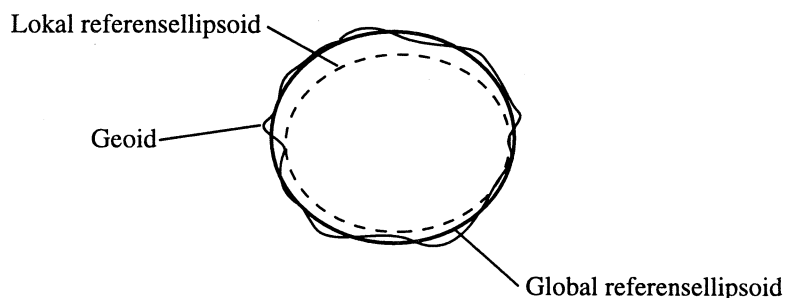
3 GEODESI

Geodesi betyder läran om mätning och modellering av jordens yta, vilket inkluderar forskning och undersökning av jordens form och storlek, gravitationsfältet runt jorden samt geodynamiska förändringar⁵⁾.

För förståelse av transformationsgången mellan olika referenssystem och skillnader mellan dem, förklaras här kortfattat några av de vanligaste geodetiska begreppen.

3.1 Referensellipsoider

För att underlätta matematiska beräkningar approximeras jordytan till en rotationsellipsoid, kallad referensellipsoid (se *Figur 1*). Att approximationen ej görs mot en sfär beror på att jorden är tillplattad vid polerna. Vid avbildning av hela jordklotet används en global referensellipsoid där överensstämmelsen med geoiden (se nedan i delkapitel 3.2) är så god som möjligt räknat över hela jorden. Då endast en del av jorden avbildas används en lokal referensellipsoid.



Figur 1: Överdriven modell över referensellipsoider och geoiden.

Två av de vanligaste globala referensellipsoiderna är GRS 80-ellipsoiden⁶⁾ och WGS 84-ellipsoiden⁷⁾ där GRS 80-ellipsoiden är den ellipsoid som antagits internationellt. WGS 84-ellipsoiden bygger på GRS 80, och skillnaderna mellan de båda ellipsoiderna är så små att de i vanliga mätningssammanhang kan räknas som en och samma ellipsoid. Skillnaden uppgår till 0,1 mm^[i] räknat över halva lillaxeln (halva lillaxeln är längden från jordens centrum ut till en av polerna, det vill säga halva rotationsaxeln).

De allmänna rikstäckande kartorna i Sverige bygger på en lokal referensellipsoid (se *Figur 1*), Bessels ellipsoid från 1841. Inplaceringen av Bessels ellipsoid lokalt i Sverige gör att överensstämmelsen med geoiden i Sverige är betydligt bättre än för den globalt inplacerade GRS 80-ellipsoiden. Den goda överensstämmelsen i Sverige leder dock till att skillnaderna mellan Bessels ellipsoid, sådant dess läge är i Sverige, och nivåytan i tyngdkraftfältet blir väldigt stora på andra sidan jordklotet, uppemot 1500 m^[d].

5) Exempel på geodynamiska förändringar är kontinentaldrift.

6) GRS 80 = Geodetic Reference System 1980

7) WGS 84 = World Geodetic System 1984

Alla referensellipsoider bestäms till storlek och form av två parametrar, ekvatorsradien (a), även kallad halva storaxeln, och avplattningen (f). Avplattningen bestäms av halva storaxeln och halva lillaxeln (b) enligt

$$f = \frac{a-b}{a} \quad (1)$$

(HMK-Ge:GPS, Bilaga B.1)

Det kan förekomma att referensellipsoider anges med ekvatorsradien och halva lillaxeln.

3.2 Geoiden

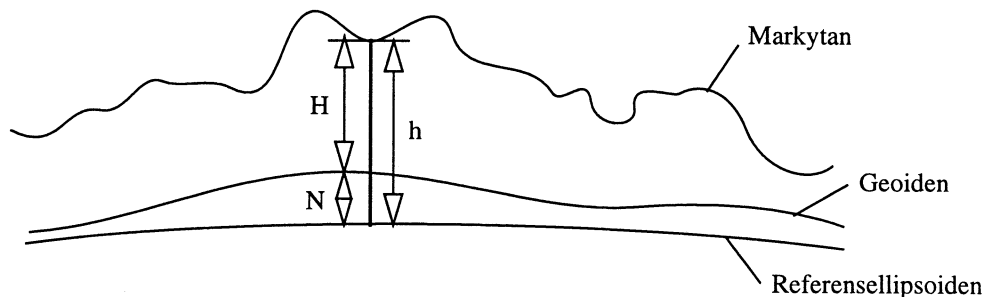
Den nivåyta för jordens tyngdkraftfält som sammanfaller med medelhavsytan kallas geoiden. Medelhavsytan definieras ur lägesenergin runt jorden. På grund av olika massfördelning i jordens inre är geoiden inte en helt jämn ellipsoid (se *Figur 1*) och därför anges geoiden som höjdskillnaden till en referensellipsoid, den så kallade geoidhöjden. I Sverige varierar geoidhöjden med ± 10 meter^[8] mätt mot Bessels ellipsoid. Över hela jorden är varierar geoidhöjderna, mätta mot en global referensellipsoid, med ± 100 meter^[d].

3.3 Höjder

Den höjd som anges på de flesta kartor är höjden över medelhavsytan, det vill säga höjden över geoiden. Vanligtvis kallar man det för höjden över havet (H).

Vid mätningar med GPS⁸⁾ fås höjden över referensellipsoiden (h), där det är ellipsoiden som används vid mätningen som gäller.

För att kunna passa in den mätta höjden (h) till kartans höjder (H) behövs även tillgång till uppgift om geoidhöjden (N) i den punkt som skall beräknas (se *Figur 2*).



Figur 2: Höjd över referensellipsoid (h), geoidhöjd (N) och höjd över geoiden (H).

8) GPS = Global Positioning System

Sambandet mellan de olika höjderna är

$$H = h - N \quad (2)$$

(*HMK-Ge:GPS*)

Det är i detta sammanhang viktigt att kontrollera att både geoidhöjden och höjden över referensellipsoiden grundar sig på samma referensellipsoid. Skulle så inte vara fallet måste en transformation av den ena höjden (vanligen höjden över referensellipsoiden) göras, så att båda höjderna grundar sig på samma ellipsoid.

3.4 Referenssystem

Grunderna för ett referenssystemet fastläggs genom att följande utförs:

- välj en referensellipsoid
- definiera en punkt på marken, vilket ger
- origos läge för referensellipsoiden i förhållande till jordens tyngdpunkt
- och rotationsaxelns orientering i förhållande till jordens rotationsaxel.

Utefter vad referenssystemet skall användas för kan tillägg göras till de ovan bestämda parametrarna, ett sådant tillägg kan vara att ange kartprojektion (se delkapitel 3.6 *Kartprojektioner* på sidan 13).

De i Sverige gällande referenssystemen är:

- RT 90 (rikets koordinatsystem 1990), vilket gäller för plana xy-koordinater och $\phi\lambda$ -koordinater
- RH 70 (rikets höjdsystem 1970), vilket används för höjder över havet (geoiden)
- RN 92 (rikets geoidhöjdsystem 1992), som anger höjdskillnaden mellan Bessels ellipsoid och geoiden (geoidhöjden)
- RR 92 (rikets referenssystem), är en sammansättning av de tre första referenssystemen som ger ett tredimensionellt referenssystem
- flertalet regionala och kommunala referenssystem.

De två vanligaste globala referenssystemen är WGS 84, vilket grundar sig på referensellipsoiden med samma namn, och ITRF⁹⁾ till vilket GRS 80-ellipsoiden används.

I Sverige används vid GPS-mätningar ett referenssystem kallat SWEREF 93¹⁰⁾. Det systemet är en förtätning av EUREF 89¹¹⁾ i Sverige. EUREF 89 bygger i sin tur på ett ITRF-system. Differensen mellan SWEREF 93 och WGS 84 är mindre än en meter.

9) ITRF = International Terrestrial Reference Frame

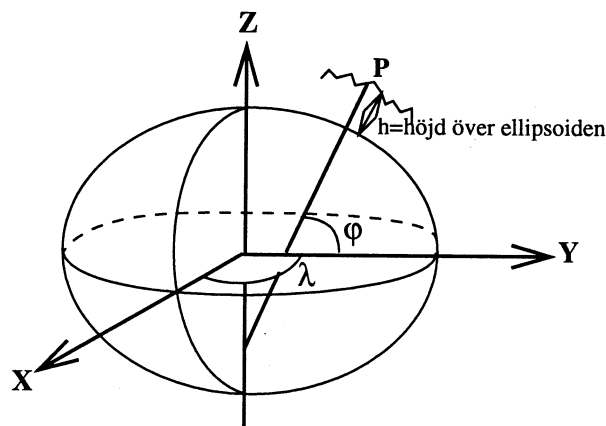
10) SWEREF 93 = Swedish Reference Frame 1993

11) EUREF 89 = European Reference Frame 1989

För de flesta tillämpningar kan man därför säga att i Sverige är SWEREF 93 WGS 84 "på marken". Detta därför att SWEREF 93 är definierat i ett 20-tal punkter i Sverige medan WGS 84 definieras av ett antal punkter kring ekvatorn.

3.5 Koordinatsystem

Det förekommer många olika typer av koordinater. Vanligast inom geodesin är de cartesiska geocentriska koordinaterna, de geodetiska koordinaterna och de plana koordinaterna. De cartesiska geocentriska och de geodetiska koordinaterna anger en punkts (P) läge i rummet, d.v.s. de är tredimensionella (se *Figur 3*). De plana koordinaterna däremot är tvådimensionella och de bygger alla på en kartprojektion. (Se delkapitel 3.6 *Kartprojektioner* på sidan 13.).



Figur 3: Cartesisk geocentriska koordinatsystemet (X,Y,Z) och geodetiska koordinatsystemet (φ , λ , h)

I geodetiska sammanhang och fortsättningsvis då cartesiska koordinater nämns i detta dokument är det de tredimensionella cartesiska geocentriska koordinaterna som åsyftas

De cartesiska koordinaterna (se *Figur 3*) brukar betecknas (X, Y, Z) och mäts längs tre rätvinkliga koordinataxlar i ett högerorienterat koordinatsystem där origo sammanfaller med referensellipsoidens origo. Z-axeln sammanfaller med referensellipsoidens rotationsaxel, X- och Y-axlarna ligger i ekvatorplanet med X-axeln genom korsningen mellan nollmeridianen och ekvatorn. (En meridian är en skärningslinje mellan ellipsoidens yta och ett plan genom rotationsaxeln.)

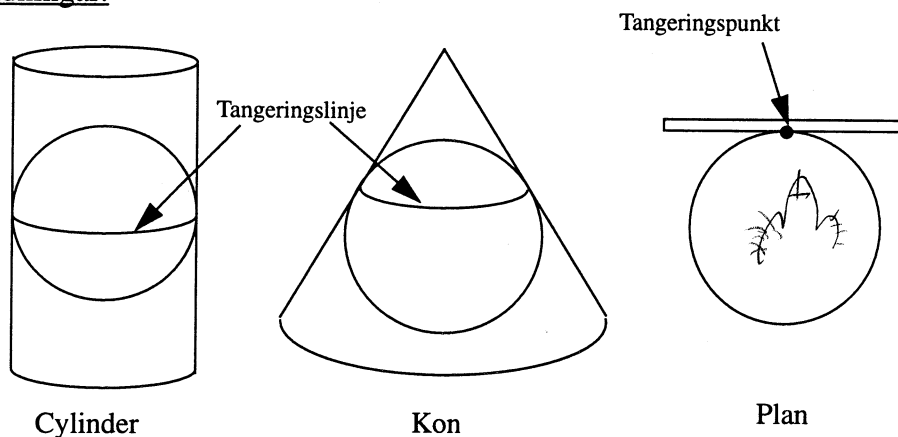
De geodetiska koordinaterna (se *Figur 3*) brukar betecknas (φ , λ , h) och uttrycks relativt någon referensellipsoid. Latituden (φ) är vinkeln mellan ekvatorplanet och normalen till ellipsoiden genom den punkt (P) som skall bestämmas. Longituden (λ) anger vinkeln i ekvatorplanet mellan nollmeridianen och den meridian som punkten ligger över. Den tredje koordinaten anger höjden över referensellipsoiden (h).

De plana koordinaterna betecknas (x, y) och anges i ett plant rätvinkligt koordinatsystem. I svenska geodetiska system, till skillnad från matematiska, pekar x-axeln uppåt (mot norr) och y-axeln åt höger (mot öster). Att ange koordinater i ett plant koordinatsystem kan dock inte ske förrän en projektion på planet av de geodetiska koordinaterna har utförts.

3.6 Kartprojektioner

Den ellipsoidformade avbildningen av jorden avbildas på olika sätt till plana koordinatsystem. Normalt avbildas ellipsoiden på en sfär som i sin tur avbildas på en cylinder, kon eller plan yta (se *Figur 4*). Sker avbildningen på en cylinder eller kon vecklas denna efter avbildningen ut till en plan yta. Olika avbildningar medför att olika egenskaper förändras respektive bibehålls. I Sverige används en avbildning som kallas Transversal Mercator (TM), även kallad Gauss konforma projektion¹²⁾. TM, som är en avbildning på en cylinder, har egenskaperna att vinklarna på kartan (inom ett begränsat område) hela tiden är korrekta och att längden är riktig längs med medelmeridianen (tangeringslinjen) medan areorna blir mer eller mindre felaktigt avbildade. Medelmeridianen är det samma som den linjen i vilken cylindern tangerar sfärens yta.

Avbildningar:



Figur 4: Projektion av sfär på cylinder, kon och plan.

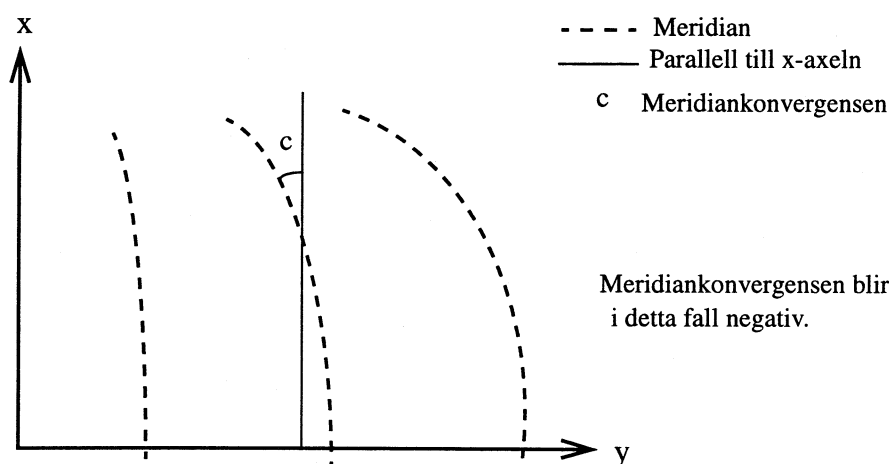
I Sverige används för landsomfattande kartor systemet RT 90 2,5 gon V¹³⁾. Denna beteckning innebär att med utgång från referenssystemet RT 90 görs Gauss konforma projektion utefter en meridian som ligger 2,5 gon väster om Stockholms gamla observatorium. Longituden (λ) för 2,5 gon V har värdet $15^{\circ}48'29'',8^{[i]}$.

3.7 Meridiankonvergens

På grund av jordens rundning får man en avvikelse mellan det plana koordinatsystemets norriktning (i detta fall RT 90 2,5 gon V) och den geografiska norriktningen. Den vinkel man får på grund av avvikelsen kallas meridiankonvergens. Meridiankonvergens mätts mellan en parallell till kartans x-axel (som pekar mot norr) och meridianen genom den punkt för vilken meridiankonvergens skall bestämmas (se *Figur 5*).

12) Andra namn är Gauss-Krügers projektion och Gauss hannoverska projektion.

13) 400 gon = 360 grader. Gon används istället för grader i de flesta geodetiska sammanhang.



Figur 5: Meridiankonvergens

Om man tittar på en karta, med kartprojektionen Transversal Mercator, där meridianlinjerna är utritade framgår det att avståndet mellan linjerna blir mindre och mindre längre norrut. Det är endast längs med medelmeridianen som en parallell till x-axeln sammanfaller med densamma. Ju längre norrut och desto längre bort från medelmeridianen desto större blir meridiankonvergensen (i Haparanda 9 gon^[d]). (Formler för beräkning av meridiankonvergensen i Sverige finns i *Bilaga A*.)

3.8 Transformationsformler

Vid användandet av olika referenssystem och olika kartprojektioner görs omräkningar, transformationer, av koordinaterna för att få ett inbördes sammanhang mellan punkterna i de olika systemen. I *Bilaga B* beskrivs transformationsformlerna från de plana koordinaterna i RT 90 2,5 gon V och höjd i RH 70 (höjd över havet i Sverige) till de geodetiska koordinaterna i WGS 84 (SCANDOC¹⁴) och vice versa. I detta transformationssamband är parametrarna skapade med förutsättningen att geoidhöjden är noll meter, d.v.s. höjden fås direkt i RH 70 utan omräkning med hjälp av geoidhöjden.

Då SWEREF 93 blev etablerat presenterades ett nytt transformationssamband, denna gång mellan RR 92 och SWEREF 93. (RR 92 är uppbyggt av RT 90, RH 70 och RN 92). Den nya transformationen ger en bättre noggrannhet i både plan och höjd men förutsätter att hänsyn tas till geoidhöjden.

Eftersom noggrannhetskravet ligger på max tio meter spelar det ingen roll vilken av de två transformationerna som används. Av beräkningsskäl (så kort beräkningstid som möjligt) har därför transformationen mellan RT 90/RH 70 och WGS 84 valts (se *Bilaga B: Transformationsformler*).

14) SCANDOC är en dopplerkampanj som utfördes för att bestämma punkter i WGS 84 i Sverige.

Förutom de båda transformationerna ovan finns det ett tredje transformationssamband som ännu ej är allmänt vedertaget. Medan transformationerna ovan gör beräkningarna i flera steg utför den nya transformationen samma sak i ett enda beräkningssteg. För den som vill läsa mer hänvisas till B-G Reit^[7].

Då transformationer görs fram och tillbaka flera gånger mellan olika referenssystem kan en förskjutning av koordinaterna ske. Detta innebär att ju fler gånger transformationen genomförs desto större blir felet till de ursprungliga koordinaterna. Detta inträffar dock inte om en sann invers till transformationsformeln i ena riktningen används för den andra riktningen.

4 FÖRUTSÄTTNINGAR

Innan själva arbetet med kartupbyggnaden börjar är det viktigt att de olika begränsningarna som finns och kraven som gäller är fastlagda. Har man dessa faktorer klara för sig redan från början underlättar det en hel del för det fortsatta arbetet.

4.1 Krav

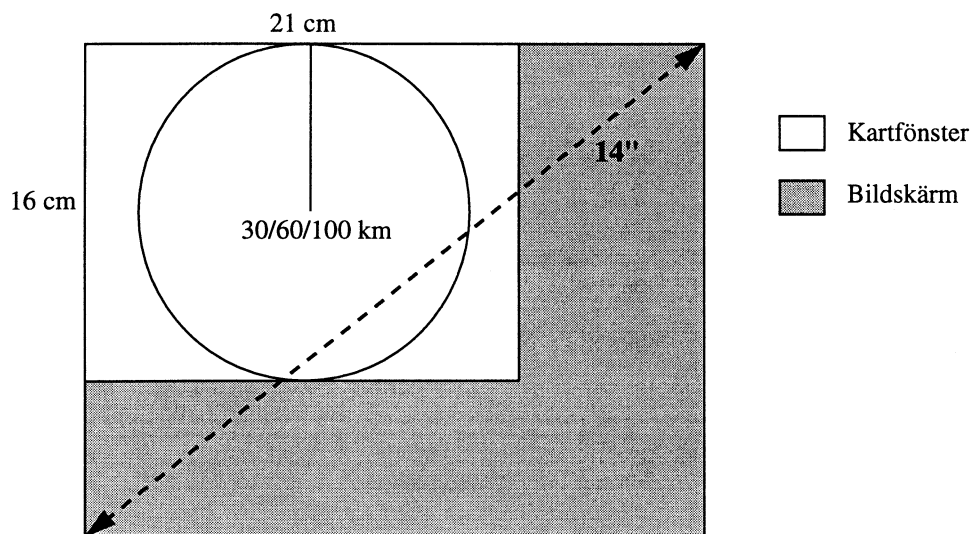
Kraven som presenteras nedan är mer eller mindre fullständigt specificerade. Det övergripande systemkravet är dock att kartbilden skall vara enkel. Vilket torde betyda att kartan skall vara lättförstådd/lättläst och inte skall innehålla för mycket information.

4.1.1 Kartans ändamål

Kartan skall finnas som en bakgrundskarta till rörliga objekt i ett operatörsgränssnitt till ett luftvärnssystem och dess syfte är att man skall kunna orientera sig efter den. Det är därför viktigt att kartan utformas på ett sådant sätt att målobjekten, som är det viktigaste, framträder klart och tydligt.

4.1.2 Kartfönstrets storlek

Fönstret i vilket kartan skall presenteras utgör en begränsad del av bildskärmen (se *Figur 6*). För olika skärmar blir dessutom fönstret olika stort. För en 14" skärm med pixelupplösningen 1024*768 blir måtten för kartfönstret i storleksordningen 21*16 cm då förhållandet för kartfönstret är cirka 4:3.



Figur 6: Schematisk figur över bildskärm och kartfönster.

4.1.3 Skolor

Tre olika presentationsfall föreligger. Dessa grundar sig på att den cirkel som skall få plats i kartfönstret har radien 100, 60 eller 30 km (se *Figur 6*). Har cirkeln radien 100 km skall ingen karta presenteras. I 60 km och 30 km fallen skall det vara möjligt för användarna att få en kartbild presenterad på skärmen. Kartbilden kommer i de båda fallen att täcka ett område på cirka 160*120 km respektive 80*60 km. Skalorna för kartan vid de olika radierna blir då cirka 1:740 000 respektive 1:370 000, om måtten för kartfönstret är de som angetts ovan (delkapitel 4.1.2).

Radierna är fasta men då bildskärmens storlek kan ändras kan även skalan för de två radierna bli annorlunda, det är därför viktigt att hålla i minnet att dessa värden är approximativa. Bästa sättet att ta reda på kartans skala (1:s) är att mäta höjden (h) på kartfönstret (höjden anges i mm) och använda följande formel:

$$s = \frac{x \cdot 2 \cdot 10^6}{h} \quad (3)$$

där x är radien på cirkeln angiven i km.

En pixel motsvarar cirka 100 meter i skala 1:370 000 under de förutsättningar som anses gälla. Detta får till följd att den bästa noggrannhet som då kan uppnås i kartan ligger på 100 meter.

En pixel är i detta fall ~0,28 mm (p). Beroende på skalan (1:s) motsvarar en pixel x antal meter.

$$x = \frac{s \cdot p}{1000} \quad (4)$$

Ändras bildskärmen och/eller pixelupplösningen ändras även den noggrannhet som kan fås i kartan även om skalan förblir den samma.

4.1.4 Driftsfall

Kartan skall även kunna presenteras i två olika driftsfall, ett eldförberedande samt ett för strid. I stridsfallet är kartan av mindre betydelse jämfört med all annan information som presenteras på skärmen medan den i eldförberedelsefallet är av större vikt. Ett sätt att låta kartan vara mer eller mindre framträdande kan vara att tona ner färgerna för stridsfallet.

4.2 Databas

4.2.1 Topografiska data

För uppbyggnad av en digital karta behövs en kartdatabas. Olika kartdatabaser är uppbyggda på olika sätt och för olika ändamål vilket gör att de lämpar sig för olika områden. I detta fall är det två kartdatabaser från Lantmäteriverket (LMV) som är av

intresse, GSD - Gröna kartan och GSD - Röda kartan. Båda databaserna är i vektorformat och innehåller topografiska data. Gröna kartans databas lämpar sig bäst för skalområdet 1:50 000 och Röda kartan för skalområdet 1:250 000. Informationen i de olika databaserna skiljer sig något åt vilket bör beaktas då valet av databas skall göras. Ett val som bör göras på ett tidigt stadium så att hänsyn kan tas till de förutsättningar och begränsningar som kartdatabasen ger i det fortsatta arbetet med kartuppbbyggnaden. En kort beskrivning av kartdatabaserna finns i *Bilaga C*.

4.2.2 Höjddata

GSD - Gröna kartan innehåller en kategori som representerar höjdkurvor med fem meters ekvidistans. Görs valet att Gröna kartan skall användas finns höjdrepresentationen redan tillgänglig. GSD - Röda kartan innehåller däremot inte denna kategori och om valet av kartdatabas faller på Röda kartan måste komplettering med höjddata göras. I Sverige har LMV byggt upp en databas med höjdpunkter i ett raster om 50*50 meter, Höjddatabanken. Genom någon typ av interpolering kan Höjddatabanken leveras med höjdpunkter i ett tätare eller glesare raster.

4.3 Användarnas önskemål

Användarnas önskemål på kartan har framkommit och förtydligats under arbetets gång. Nedan följer en beskrivning av dessa önskemål sådana de framställdes i inledningsskedet av arbetet.

4.3.1 Kategorier

Användarna har önskemål om vilka kategorier som skall finnas med på kartan. Dessa önskemål är uppdelade i två grupper, grundkarta och påtryck. Grundkartan, bestående av de kategorier som presenteras nedan, är ej ändringsbar medan påtrycken kan slås till och från, d.v.s. de kan göras synliga eller osynliga på kartan.

Kategorier i grundkarta:

- Vatten
- Myr (våt)
- Myr (torr)
- Kalhygge
- Gles barrskog
- Tät barrskog
- Lövskog
- Slyskog
- Gles bebyggelse
- Tät bebyggelse
- Öppen mark
- Berg

Kategorier för påtryck:

- Höjdkurvor
- Stora vägar (motorväg, trafikled, allmän väg 5-7 m)
- Små vägar (allmän väg < 5m)

Järnvägar
Fasta objekt (Kyrka, Mast, Torn m.fl.)
Tätortsnamn (liten, - 9 999)
Tätortsnamn (mellan, 10 000 - 49 999)
Tätortsnamn (stor, 50 000 -)
Namn på vattendrag
Namn på sjöar
Namn på öar

4.3.2 Valmöjligheter för användarna

Användarna av operatörsgränssnittet skall själva kunna välja huruvida bakgrundskartan skall synas på skärmen eller om en tonad bakgrund skall användas. Utöver denna valmöjlighet skall användaren i viss grad även kunna styra vilken information som visas på kartan. För dessa ändamål skapas en grundkarta, ett förval och egen inställning. Grundkartan, som alltid presenteras då en kartbild skall visas på skärmen, innehåller framförallt yttäckande grunddata (t.ex. sjöar och skogar).

Utifrån kategorierna för påtryck skall ett förval sättas samman. De kategorier som presenteras i förvalet är komplement till grundkartan för att öka orienteringsförmågan. Vilka kategorier som presenteras i förvalet kan skilja sig mellan alternativen 30 km och 60 km radie samt mellan eldförberedelse- och stridsfallet.

Olika informationsgrupper skall sättas samman utifrån kategorierna för påtryck. Tillsammans skall informationsgrupperna utgöra egen inställning. Grupsammansättningen kan variera mellan 30 och 60 km radierna. En "vägrupp" kan t.ex. bestå av kategorierna för de allmänna vägarna till 60 km radien medan "vägruppern" för 30 km radien även innefattar kategorien för enskilda vägar. Grupperna i egen inställning kan bestå av kategorier som även finns presenterad i förvalet. De olika grupperna skall kunna tändas och släckas enskilt, till skillnad från förvalet där allt tänds eller släcks samtidigt.

4.4 Programvara för framtagning av karta

Programmet som använts under arbetet för att ta fram kartan heter MapLink och är utvecklat av ett företag i England, Tenet System Ltd. MapLink bygger på SL-GMS¹⁵⁾ som är ett program bra på att hantera många rörliga objekt på skärmen samtidigt. MapLink används för att ta hand om kartorna som ligger i bakgrunden till de rörliga objekten i SL-GMS. Programmet används mycket inom den militära industrin.

MapLink är mycket lämpligt att använda då man utifrån en databas vill skapa flera olika kartor för olika ändamål i olika utföranden. Det är användarvänligt då man vill gå in och göra ändringar i layouten på kartan, eftersom det finns många och enkla knappfunktioner att välja bland.

MapLink är ett grafiskt program som utifrån både raster- och vektordata presenterar kartor. I detta fall används en vektordatabas (GSD - Gröna eller Röda kartdatabasen) för att skapa förprocesserade kartbilder.

15) SL-GMS = Sherrill-Lubinski Corporation, Graphical Modeling System

Innan programmet startas finns det vissa förberedelser som måste göras. Det ena är att skapa en fil med kategoriindelning och det andra är att bestämma om "hål i polygon"-funktionen skall användas.

Då filen skapas väljer man ut vilka kategorier som skall finnas med på kartan och vilken/vilka av databaskategorierna som varje kartkategori skall bestå av. Skapandet av filen innebär en del arbete eftersom alla kategorikoder från databasen samt de för kartan måste skrivas in i filen. Å andra sidan behövs det bara göras en gång om det är väl utfört.

Väljer man att utnyttja "hål i polygon"-funktion innebär det att programmet tar hänsyn till komplexa polygoner med hål. Exempel på hål i polygon är en sjö belägen mitt i ett stort skogsområde. Skogen bildar här en polygon där sjön är ett hål. Huruvida "hål i polygon"-funktionen behöver användas eller ej beror till största delen på hur databasen är uppbyggd. Funktionen hanterar även hål i hålen.

4.4.1 *Presentationsmöjligheter för kartan*

Hur de olika kategorierna presenteras på kartan bestäms inne i programmet. Här finns det möjlighet att välja mellan punkt- linje- och ytsymbolisering i olika utförande (mönster, färger etc.). En egen färgtabell kan skapas för att passa ändamålet. För text finns det olika stilar och storlekar att välja mellan samt olika placering i förhållande till textpunkten. Dessutom kan man i ett tillägsprogram, Draw2, skapa egna symboler för kartan.

Texter presenteras genom att man väljer läge i förhållande till textpunkten, fontnummer och storlek. Varje fontnummer representerar ett visst typsnitt i en viss utformning, t.ex. normal eller fet.

Det är möjligt att tända och släcka kategorien i den färdiga kartan. Detta görs med hjälp av att varje kategori får en visualiseringsvariabel.

Utifrån en höjddatabas kan höjdmodeller skapas i form av nivåkurvor, intervallytor, skuggning eller som en kombination av dessa (se *kapitel 11* på sidan 42). MapLink utgår för närvarande endast från DTED-data¹⁶⁾ vid skapandet av höjdmodellen.

MapLink tillhandahåller två linjegenraliseringsalgoritmer och en ytgeneraliseringsalgoritm, dessa förklaras närmare i *kapitel 10* på sidan 34.

Det finns även en funktion som innebär att den slutliga kartan, då den produceras, kan delas upp i rutor på samma sätt som papperskartor delas upp i kartblad. Storleken på de kvadratiska/rektangulära kartrutorna ställs in, liksom antalet rutor i varje riktning och origo för det rutnät som kartrutorna utgör.

I en parameterfil lagras alla värden och inställningar för de olika funktionerna som gåtts igenom här ovan. Med hjälp av denna parameterfil och av kategoriindelningsfilerna (feature.map och FEATURES) skapas ett filter. Genom att i första hand ändra i parameterfilen kan nya filter för andra applikationer tas fram.

För ytterligare information om programvaran hänvisas till användarmanualen^[S].

16) DTED = Digital Terrain Elevation Data

4.5 Presentation

Utifrån de kategorier som finns i kartdatabasen, den indelning av kategorierna som valts för kartan och de begränsningar och möjligheter som MapLink ger sker presentationen av olika objekt på kartan. Önskemålen kan komma att ändras under arbetets gång då förslag på kartpresentation visas för användarna.

Hur höjddata presenteras beror först och främst på vilken kartdatabas som används. Används GSD - Röda kartan, måste Höjddatabanken användas och presentationen avgörs då av de möjligheter MapLink ger. (Se kapitel 11 *Presentation av höjdinformation* på sidan 42). Blir det istället GSD - Gröna kartan som används så innehåller denna redan höjdkurvor.

4.6 Minnesutrymme och realtidsprestanda

Tillgången på minnesutrymme är begränsat till 600 MB och en önskan om snabba omritningar och uppdateringar föreligger. Ett sätt att förbättra förutsättningarna är att generalisera uppbyggnaden av de olika objekten i kartan så att minnesutrymmet som krävs på så sätt blir mindre och därmed realtidsprestandan bättre. Skulle det trots generaliseringen visa sig att datamängden är för stor måste en geografisk uppdelning göras av kartan över Sverige. Mer om generalisering finns i *kapitel 10* på sidan 34.

För att förbättra realtidsprestandan delas kartan upp i rutor. Detta medför att om en omritning av ett område på ca 160*120 km görs så behöver endast en begränsad omritning göras istället för att hela Sverige gås igenom. Hur stort området som behandlas blir beror dels på kartrutornas storlek och dels på kartfönstrets storlek och skala.

För snabb omritning rekommenderas att max nio rutor används åt gången och att datamängden för varje kartruta inte överstiger en MB. Mer om kartrutorna finns i *kapitel 9* på sidan 30.

4.7 Uppdatering

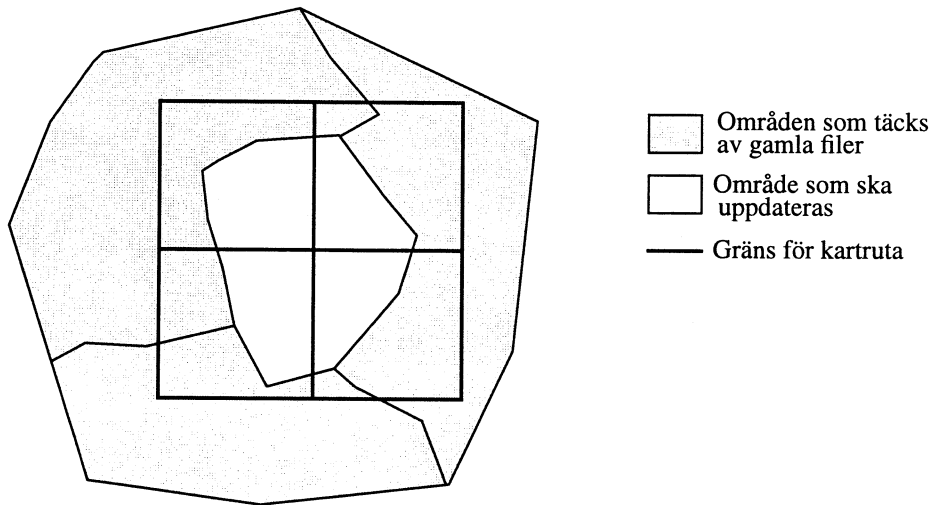
Geografiska data förändras ständigt och kontinuerliga uppdateringar av databaserna måste därför göras. För att hela tiden ha en så aktuell karta som möjligt är det därför viktigt att även kartan uppdateras då ändringar av databasen sker. Eftersom de ändringar som görs bara täcker ett begränsat område är det tacksamt om endast det aktuella området behöver arbetas om och inte hela Sverige.

För uppdateringar av kartor gjorda i MapLink behövs tillgång till de uppdaterade datafilerna. Det räcker alltså inte med en ändringsfil, där endast förändringarna är presenterade. Genom att ta de uppdaterade filerna och använda det filter som tidigare skapats görs en uppdatering endast av det aktuella området. I MapLink finns det möjlighet att välja område efter koordinater eller efter infiler. Då valet gjorts räknar MapLink själv ut vilka kartrutor som skall ersättas av nya.

För att göra en uppdatering behöver inte programmet startas, utan det går bra att köra uppdateringen som ett bakgrundsjobb, d.v.s. i "batch mode". Detta innebär att processen sköter sig själv då den startats. Körs programmet i "batch mode" bestäms uppdateringsområdet efter infiler som anges. I det fallet är det viktigt att

kartrutan/kartrutorna har exakt samma yttergränser som infilen/infilerna har. Är gränserna inte exakt lika så kommer endast de kartrutor som ligger helt inom området som infilerna täcker att uppdateras.

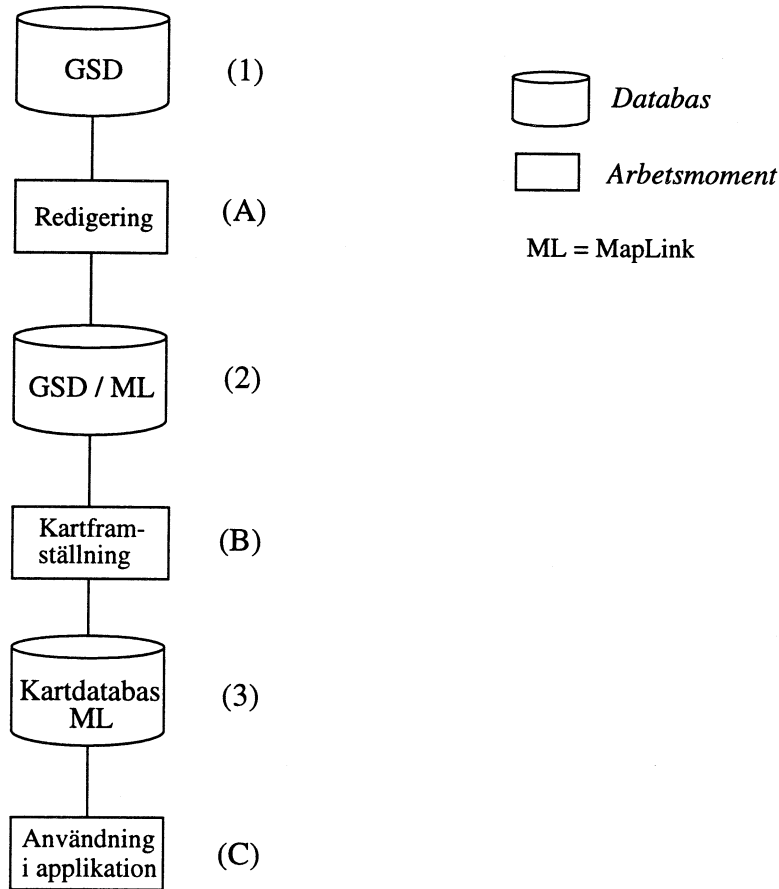
I de fall där kartrutorna inte täcker samma område som infilerna används alternativet att uppdatera område valt efter koordinater. I det fallet är det nödvändigt att programmet har tillgång även till de gamla filer som täcker områdena runt den nya filens område. (Se *Figur 7*.) Annars blir ytorna som inte täcks av de uppdaterade filerna tomma områden.



Figur 7: Uppdatering av begränsat område

5 ARBETSPROCESS

Arbetsprocessen börjar med kartdatabasen och slutar med att de färdiga kartorna läses in i någon applikation.



Figur 8: Arbetsprocessen

Arbetsprocessen utgår från en GSD-kartdatabas (1). Databasen redigeras (A) så att den är läsbar för MapLink (2). Sedan bestäms kartans utformning och de färdiga kartrutorna tas fram (B). Kartrutorna, som täcker hela kartan, lagras i en kartdatabas i MapLink-format (3). Då kartan skall användas i applikationen (C) läser denna in de kartrutor i kartdatabasen som är aktuella för det enskilda tillfället.

Det arbete som skall utföras i detta examensarbete är framförallt att en produkt för kartframställningen (B) skall tas fram. För att detta skall låta sig göras måste först beslut tas om vilken GSD-databas som skall användas som utgångsmaterial.

6

VAL AV KARTDATABAS

Inför valet av vilken av de två kartdatabaserna som skall användas jämförs leveransbeskrivningarna och kodlistorna för databaserna. (En kort sammanfattning över de båda databaserna finns i *Bilaga C: Kartdatabaser.*)

Vid en jämförelse mellan databasernas kodlistor framkommer det att Gröna kartans kategorier stämmer bättre överens med användarnas önskemål över vilka kategorier som skall presenteras på kartan. Å andra sidan ger Gröna kartan en mycket högre noggrannhet än vad som behövs med avseende på bildskärmsupplösningen. Detta framgår vid en jämförelse av pixelstorlekarnas motsvarighet i de olika skalorna. Vid användandet av formel (4) på sida 17 framkommer det att en pixel motsvarar 14 meter i Gröna kartans skala, 70 meter i Röda kartans skala och 100 meter i den största skalan som kartan visas i. Beräkningen har gjorts utifrån de skalor som de olika kartorna lämpar sig bäst för, 1:50 000 för Gröna kartan och 1:250 000 för Röda kartan.

Lämpligheten i de olika skalområdena påverkar det visuella resultatet på så sätt att Gröna kartan blir väldigt plottrig i de skalområden som den skall visas i.

Att Gröna kartan ger en högre noggrannhet än vad som behövs medför även att datamängderna för denna är onödigt stora. För Gröna kartan ligger datamängden för hela Sverige på cirka 9 000 MB^[q], att jämföra med Röda kartan som har en datamängd på cirka 260 MB^[r].

Trots att den Gröna kartans kategorier stämmer bättre överens med användarnas önskemål så väljs den Röda kartan. Den främsta orsaken till att Röda kartan väljs är att det skulle krävas mycket omfattande generaliseringar på den Gröna kartan för att minska datamängden. En annan orsak var det faktum att Gröna kartan i dag inte täcker hela Sveriges yta. Det gör däremot den Röda kartan.

Valet av Röda kartan medför begränsningar av indelningen i olika kategorier (se *kapitel 7* på sidan 25). En stor fördel däremot är att redan vid uppbyggnaden av kartdatabasen har generaliseringar av olika slag gjorts, så de generaliseringar som här behöver göras blir inte så omfattande. Se vidare om generaliseringar i *kapitel 10* på sidan 34.

För utförligare information om de båda kartdatabaserna från LMV hänvisas till Leveransbeskrivning: GSD - Röda kartan^[r] och Leveransbeskrivning: GSD - Gröna kartan^[q] samt kodlistorna^{[o][p]} för de båda databaserna.

"Hål i polygon"-funktion

GSDs kartor är uppbyggda på ett sådant sätt att det blir nödvändigt att använda "hål i polygon"-funktionen. Utnyttjas inte funktionen fås en informationsförlust i ytdata. Förlusten visar sig genom att mindre polygoner som ligger som öar i större försvinner. Exempel på detta är sjöar i skogsområden och skogstäckta öar i sjöar. Vilken kategori som försvinner beror på i vilken ordning kategorierna ritas ut. Ritas först sjöar och sedan skog försvinner sjöarna under skogsskiktet.

Då det fastställts vilken databas som skall användas som underlag för kartan studeras denna utifrån syftet med kartan och önskemålen från användarna. Databasens kategorier går igenom och kategorier passande kartans syfte skapas utifrån databasens. Det går inte att skapa kategorier som ej finns i databasen, däremot är det fullt möjligt att lägga ihop flera av databasens kategorier till en enda, så kallad klassificering (se delkapitel 10.2 *Olika typer av generaliseringar* på sidan 34). Ett exempel på klassificering är databasens, över 20 olika, kategorier för vattendrag som lagts samman till fyra för kartan. I detta arbete har de närmare 250 databaskategorierna delats upp på cirka 90 kartkategorier.

Utgångsmaterialet är kartdatabasens kodlista^[p] där kategorierna med tillhörande kod står uppräknade. Resultatet av indelningen av databaskategorierna i kartans kategorier skrivs in i två filer (se *Bilaga D*). Filerna används av MapLink för att läsa databaskoderna och presentera kartans kategorier (se *Figur 9*).



0	No feature	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	Hav, territor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Hav, intern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	O	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Sjö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Skog	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Öppen mark	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Kalfjäll	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Glacier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Sankmark	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Tatort,	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Annan konc bebyg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Kustlinje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Vattendrag, I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Vattendrag, II	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Vattendrag, III	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Vattendrag, IV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Motorväg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Motortrafikled	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0 No feature - motsvarar den gemensamma kartkategorien för "överflödiga" databaskategorier.

Figur 9: MapLinks presentation av kartans kategorier

I fall där tveksamhet råder huruvida kategorierna skall delas upp görs en översiktlig utritning av kategorierna och det visuella resultatet får ligga till grund för uppdelningen. Så många utritningar behöver dock inte göras eftersom användarnas önskemål och syftet med karta ger god vägledning. Utritningarna beror främst på oklarhet över betydelsen av namnen för de olika databaskategorierna.

De databaskategorier som uppenbart inte är av intresse samlas i en gemensam kartkategori vid indelningen (se *Figur 9*). I denna kategori samlar MapLink även de kategorier vars kod ej finns med i filerna över kategoriindelningen.

Indelningen av kategorierna görs på ett sådant sätt att det skall underlätta det fortsatta arbetet även om användarna skulle ändra sina önskemål vad gäller det samma.

Vid en jämförelse av kartans kategorier med användarnas önskemål framkommer det att alla deras önskemål inte kan tillgodoses då databasen ej har den uppdelningen av kategorier som är önskvärd. I *Bilaga H: Krav på kartan* finns en kort sammanfattning över om och hur användarnas ursprungliga önskemål om indelning av kategorier blir tillgodosedda. Målet är självklart att i största möjliga mån uppfylla önskemålen.

8 KATEGORIPRESENTATION

8.1 Förfarande

Vid presentationsbestämning av kartdata är det vanligt att använda ett iterativt förfarande. Så görs även i detta fall. Först görs indelningen av kategorierna varpå en översiktlig bestämning av presentationen följer innan det beslutats vad som skall finnas med på kartan eller ej. Till sist korrigeras den översiktliga presentationsbestämningen. Detta förfarande används för att översiktliga utritningar av kartan behövs vid bestämningen av vilka kategorier som skall presenteras på kartan.

Arbetsprocessen kan även anses vara iterativ i den bemärkelsen att en dialog förs med användarna om utformningen. Först kommer användarna med önskemål och krav om vad som skall finnas med på kartan. Ett förslag på utformning görs som användarna får titta på och tycka till om. Därefter görs ändringar och ett nytt förslag presenteras. Detta fortgår tills dess att användarna är nöjda med resultatet. Arbetssättet innebär att förutsättningarna för kartan kan komma att ändras under arbetets gång varför större eller mindre förändringar kan behövas.

8.2 Presentationsutformning

Vid bestämningen av kategoriernas presentation på kartan tas hänsyn till sådant som är allmänt vedertaget. Det är dock syftet med kartan och därmed vilken information som är intressant som får den största betydelsen vid presentationsutformningen. I vissa fall innebär detta att flera olika kategorier kan komma att presenteras på samma sätt i kartan. Ett exempel är de olika kategorierna för vattendrag som presenteras på ett och samma sätt eftersom det inte är av intresse att se skillnad på olika typer av vattendrag. Vattendragen presenteras i en vedertagen form d.v.s. med blå heldragna linjer.

Till en början skall det fastslås vilket grafiskt element (punkt, linje eller yta) som de olika kategorierna skall presenteras med. I detta fall är det redan vid uppbyggnaden av kartdatabasen fastslaget vilket det grafiska elementet är, så här är det utformningen av elementet för respektive kategori som skall bestämmas. Vid denna bestämning är det t.ex. viktigt att färgerna väljs på ett sådant sätt att det uppstår en klar kontrast mellan de olika kategorierna, detta för att ingen förväxling skall ske eller otydlighet uppstå. (Vilket är svårare i stridsfallet eftersom färgerna där är blekare.)

Vid bestämningen av färgvalet för ytkategorierna har användarna varit med och tagit fram färgtabellen. (Färger behandlades kortfattat i kapitel 2 *Kartografi* på sidan 6.)

Med anledning av de två driftfallen tas två färgtabeller fram (se *Figur 10*). För stridsfallet består färgtabellen av blekare färger än i eldförberedelsefallet. Detta för att kartan i stridsfallet är av underordnad betydelse medan det i eldförberedelsefallet är viktigt att bakgrundskartan framgår klart och tydligt.

Eldförberedelsefallet								Stridsfallet							
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	15	8	9	10	11	12	13	14	15

Figur 10: Färgtabeller för de olika driftfallen

MapLink sätter upp begränsningar vad gäller variationer av de grafiska elementen ytor och linjer. För punkter finns däremot stora variationsmöjligheter eftersom egna symboler kan skapas och läggas in. Vid framtagning av egna symboler är det viktigt att tänka på att de bör utformas på ett sådant sätt att en teckenförklaring blir mer eller mindre överflödigt, det vill säga så att överensstämmelsen med det verkliga objektet är så god som möjligt. Ett bra tips är att följa den så kallade "de facto"-standard som finns.

I detta fall har symbolerna valts så att de överensstämmer med symbolerna på LMVs tryckta karta i skala 1:50 000 (Gröna kartan, T5). Anledningen till detta är att Gröna kartan enligt användarna är den som kommer att användas i samband med bakgrundskartan i luftvärnssystemet. Dessutom utgör LMVs kartor en "de facto"-standard i Sverige. Symbolerna som används presenteras i *Bilaga G*.

All text inom en och samma textkategori presenteras på ett och samma sätt precis som för andra kategorier. Färgen på texten bestäms liksom ett fontnummer som anger typsnitt och form (fet/kursiv/normal). Utöver detta bestäms det om texten skall skrivas ut så att den läses vertikalt eller horisontellt. Texten presenteras till sist så som den är inlagd i databasen. Det vill säga att om texten är lagrad i två rader och med bindestreck så presenteras den även så.

Hur de olika kategorierna presenteras på kartan ges i *Tabell III*: i *Bilaga F*. Där är en uppdelning av presentationen gjord så att både färgerna för eldförberedelsefallet och stridsfallet anges. Tillhörande färgspecifikation finns i *Tabell IV*: i *Bilaga F*.

8.3 Presentationstillfälle

Huruvida en viss kategori skall presenteras på kartan eller ej avgörs först och främst av syftet med kartan och vilka användarna är. I andra hand, men nog så viktigt ändå, avgörs det av vilken skala som kartan presenteras i. Om alla kategorier som visas på en storskalig karta visas på en småskalig skulle de ge en alltför plottrig bild. De olika kategorierna får därför en visualiseringsvariabel så att de kan tändas och släckas då skalan ändras. Variablerna utnyttjas i programmet, som använder de förprocesserade kartbilderna, för att bestämma när en kategori skall tändas eller släckas. Visualiseringsvariablerna som används finns angivna i *Tabell III*: i *Bilaga F*.

Det är inte bara skalan som avgör när en kategori skall presenteras utan även användaren av kartan skall ha möjlighet att från förutbestämda grupper tända och släcka kategorier (se delkapitel 4.3.2 *Valmöjligheter för användarna* på sidan 19). Först sätts grundkartan samman av de viktigaste kategorierna. Därefter skapas fyra varianter för förvalet, ett för varje driftsfall i de olika skalorna. Förvalet skall vara möjligt att slå till eller från för användaren. Till sist görs gruppindelningen för egen inställning. Varje grupp kan finnas i två olika sammansättningar, en för varje skala.

Själva gruppindelningarna, inklusive de olika sammansättningarna, beskrivs i *Bilaga E*.

En och samma kategori presenteras alltid på samma sätt oavsett presentationstillfälle. Det enda som ändrar sig är färgen mellan de olika driftfallen och storleken på de grafiska elementen beroende på skaländringen.

8.4 Problem

Ett problem som upptäcktes då de olika kategorierna skulle ritas ut var att kodlistan ej överensstämmer med den levererade databasen. De administrativa gränserna presenteras i kodlistan med en kategorikod för linje, d.v.s. för själva gränslinjen. I databasen saknas denna kod. Istället är en unik kod för varje län, kommun och församling inlagd. Detta innebär att de administrativa gränserna ej kan visas på kartan.

Ett sätt att lösa problemet är att tillägsbeställa en fil med administrativa gränser som komplement till databasen. Filen skall i så fall innehålla de administrativa gränserna med kategorikod för varje gräns i enlighet med kodlistan.

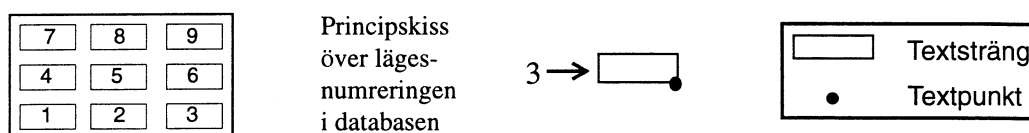
Vid utritningar av texten visar det sig att olika textsträngar i vissa fall skriver över varandra (se *Figur 11 A*). Liknande problem uppstår då ett ord är uppdelat på två rader (se *Figur 11 B*).



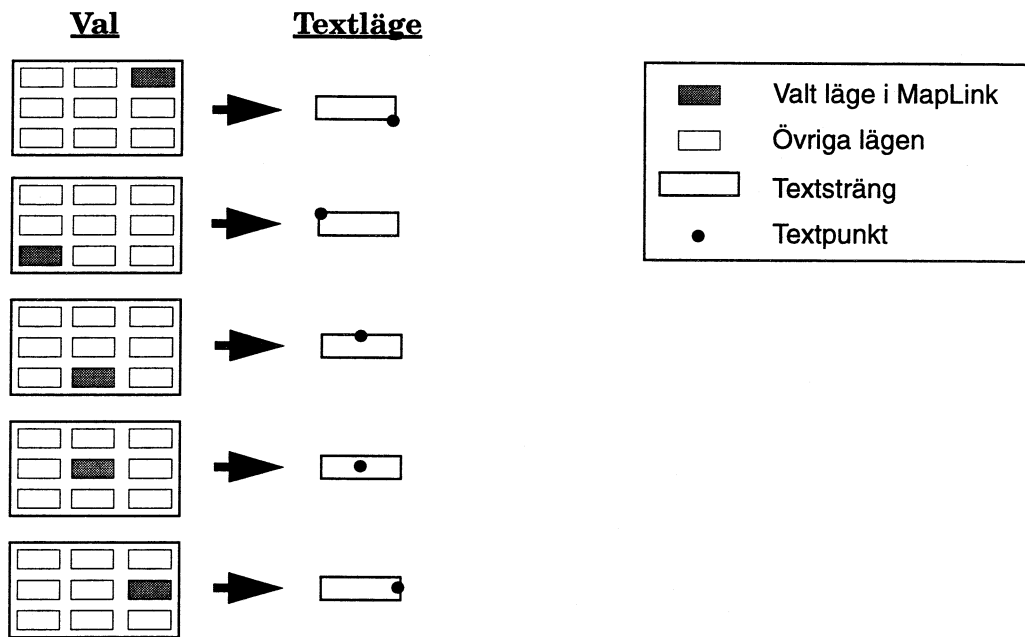
Figur 11: *Textproblem*

På grund av att bristfällig dokumentation, till textfilerna i databasen, har levererats används den möjlighet som finns i MapLink att bestämma textens läge. Detta innebär att för all text i en kategori bestäms textens läge i förhållande till textpunkten. Resultat blir då som i *Figur 11*.

Efter lite undersökningar framkom det att varje enskild textsträng har ett textläge angivet i databasen. Textläget anges med en siffra från ett till nio (se *Figur 12*) där siffran troligen anger textpunktens läge i förhållande till textsträngen. I MapLink bestäms textläget i enlighet med *Figur 13*.



Figur 12: *Numrering av textläge*



Figur 13: *Textläge i MapLink*

Lösningen kom då dokumentationen till databasen kompletterades med uppgifter om vilket läge varje siffra i databasen anger och att det är textpunktens läge i förhållande till textsträngen som anges av läget. En implementering av MapLink gjordes då så att varje enskild textsträng skrivs ut i det läge som anges av siffran i databasen. I och med denna implementering försvann problemen i *Figur 11 A* och *B*.

9 KARTRUTOR

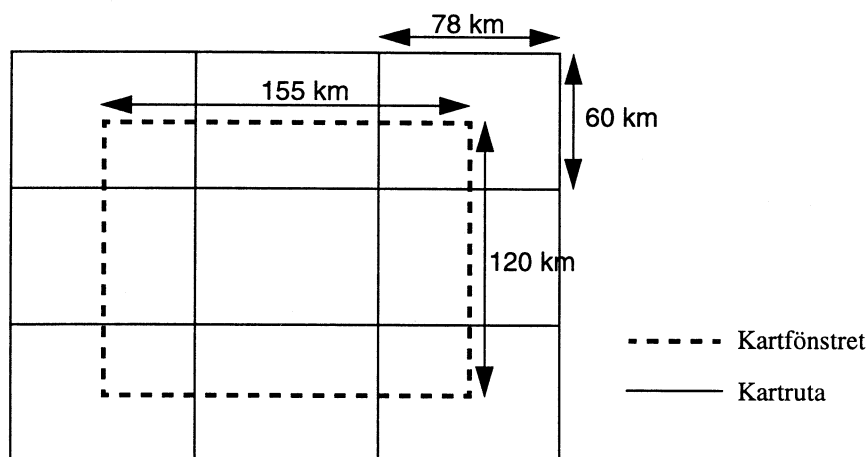
Om en karta över hela Sverige innehåller en stor mängd data och tar stor plats i minnet, så kan omritningsprocesserna ta lång tid liksom all annan bearbetning då hela kartan måste gås igenom för varje liten ändring. Då endast ett litet område av Sverige är aktuellt åt gången är det därför bättre om endast en liten del av hela Sverigekartan behöver läsas in, det vill säga den del som används.

9.1 Kartrutsuppdelning

Genom att dela upp kartan i rutor då den skapas gör MapLink det möjligt att behandla endast en liten del av kartan åt gången.

Vid uppdelning av kartrutorna bör de rekommendationer som finns hållas i minnet. Rekommendationerna för MapLink är att max nio kartrutor bör användas åt gången och att varje kartrutas datamängd ej bör överstiga en MB.

Med hänsyn till att en cirkel med radien 60 km skall få plats i kartfönstret, kartfönstrets bredd/höjd-förhållande och rekommendationen att max nio kartrutor bör användas åt gången, fås en minsta storlek för kartrutor på 78*60 km (se *Figur 14*).

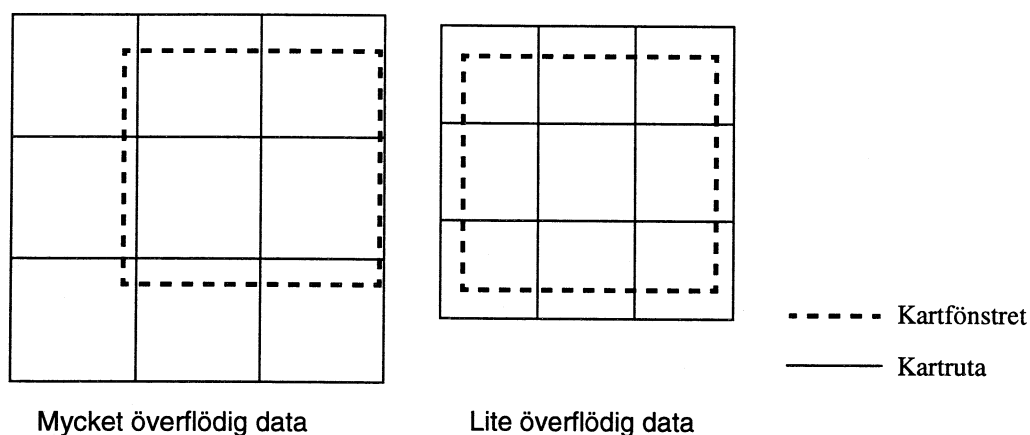


Figur 14: Storlek på kartrutorna i förhållande till kartfönstret.

Rekommendationen att datamängden för varje kartruta ej bör överstiga en MB innebär att kartrutorna ej bör vara större än storleksordningen 40*40 km.

Eftersom rekommendationerna i detta fall säger emot varandra, måste storleken på kartrutorna avgöras på annat sätt. Storleken skall väljas så att bästa resultat uppnås både avseende datamängden och realtidsprestandan.

Oavsett om stora eller små kartrutor väljs så bör de vara av sådan storlek att de inte ger en massa överflödig data (se *Figur 15*). Med detta menas att rutorna inte bör vara sådana att det i de flesta fall endast är en liten del av kartrutan som behövs. Hur stor del av varje kartruta som hamnar inom ett kartfönster beror på var centrumunkten för kartfönstret hamnar.



Figur 15: Sämre respektive bättre storleksförhållande på kartrutorna.

Att i de flesta fall få en så liten överflödig datamängd som möjligt åstadkoms lättast med små kartrutor.

Vid jämförelse av datamängden för små respektive stora kartrutor framgår det att ju mindre kartrutorna är desto större blir den totala datamängden. Detta beror på att ju fler kartrutor kartan är uppbyggd av desto större blir den totala datamängden.

9.1.1 Realtidstest

Vid realtidstesten jämförs tiderna för ändring av centrumpunktens placering i kartbilden, omritning av kartbilden samt byte av skala. Kartorna som jämförs täcker samma geografiska område. Storleken på de olika kartrutorna är 75*75, 50*50 och 25*25, vilket innebär att varje karta består av 4, 9 respektive 36 rutor. Alla kartorna innehåller samma data.

Av testerna framgår det att vid ändring av centrumpunktens placering i kartbilden så uppstår ingen tidsskillnad mellan de olika storlekarna på kartrutorna.

Däremot framgår det att små kartrutor tar mindre tid att rita om än få stora. Framst beroende på att den överflödiga datamängd som måste gås igenom vid omritningen är mindre. Av denna anledning är det bra att välja små kartrutor.

Emellertid tar det i många fall längre tid att ändra skalan från 30 till 60 km radien då små kartrutor används. Orsaken till detta är att applikationen oftare behöver läsa in nya kartrutor då skalförändringen sker eftersom de kartrutor som används för att täcka området med 30 km radien ej täcker hela 60 km området. Av denna anledning är det bättre att använda sig av stora kartrutor.

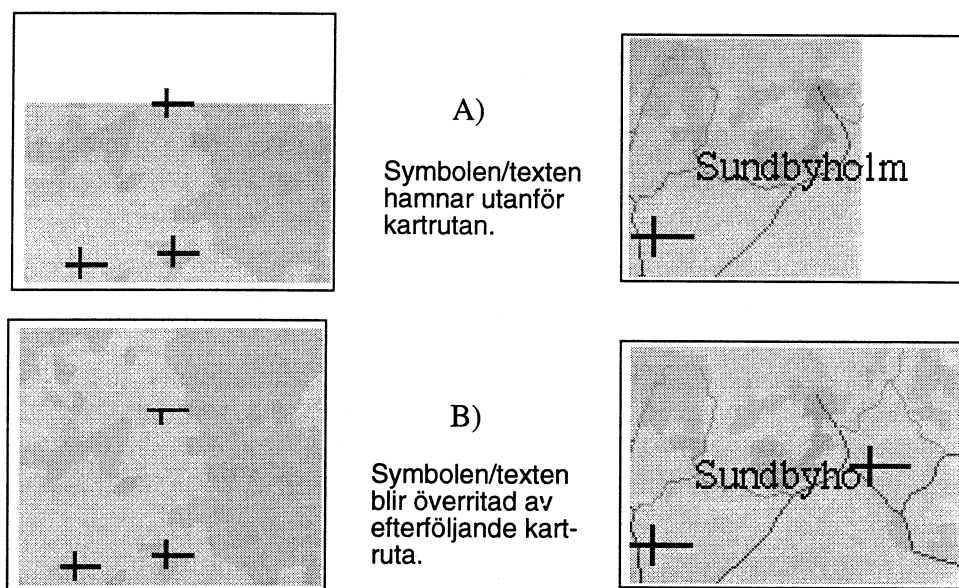
Eftersom resultaten för realtidstesterna beror på vilken handling som utförs blir de motsägelsefulla och avgörandet av vilken storlek på kartrutorna som bör används beror på annat än endast tidsresultaten. Då får bl.a. frekvens hos de olika handlingarna (vilket är omöjligt att med säkerhet avgöra) tas med i bedömningen.

Ett sätt att komma åt problemet med att nya kartrutor behöver läsas in då skalan minskas är att byta mellan två lagrade kartområden. Detta skulle få till följd att den första utritningen av kartan i en viss skala kanske skulle ta något längre tid, men

däremot skulle bytena mellan de olika skalorna gå lika snabbt som en omritning eftersom ingen ny inläsning av kartrutorna behöver göras. Huruvida denna lösning är möjlig att genomföra eller ej och resultatet av en sådan lösning behandlas ej i detta arbete utan får ses som en framtida eventuell förbättring.

9.1.2 Problem

Då flera kartrutor presenteras samtidigt i kartfönstret uppstår ett problem med symbolerna och texten. Symbolerna och texten ritas ut efter en koordinatpunkt på kartan. I de fall där koordinatpunkten hamnar nära en kartrutskant kan det hända att symbolens/textens utbredning är sådan att kanten passeras (se *Figur 16 A*). Då nästa kartruta sedan ritas ut blir den del av symbolen/texten som låg utanför den tidigare kartrutan överritad (se *Figur 16 B*).



Figur 16: Skarvproblem mellan kartrutor

Någon lösning till problemet har ännu inte framkommit. Ett försök att lösa problemet var att tända symbolkategorierna i kartan efter det att övriga kategorier ritats ut. Detta medförde dock ingen skillnad eftersom hela kartan och inte bara den kategori som tändes eller släcktes ritades om. Eventuellt kan problemet lösas genom en ändring av programmet som sköter uppdateringen och omritningen av kartan.

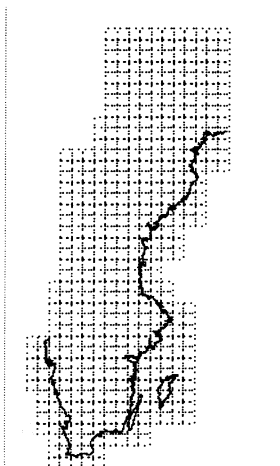
9.1.3 Resultat

Om databasfilerna levererats i filer om 50*50 km hade det underlättat uppdateringen om kartrutorna som genereras hade haft samma form och storlek. Eftersom databasfilerna levereras länsvis kan kartrutorna aldrig få exakt samma form som filerna. Därmed behöver ingen hänsyn tas till täckningsområdet för de levererade databasfilerna.

Av realtidstesterna framgår det inte med klarhet vilken storlek på kartrutorna som är lämpligast. Valet faller därför på rutstorleken 40*40 km, vilket följer rekommenda-

tionen att varje kartrutas datamängd ej bör överstiga en MB. Denna storlek på kartrutorna medför att den överflödiga datamängden minimeras, emellertid så kommer i nästan alla fall 20 kartrutor att läsas in. Valet grundar sig på att problemet med små kartrutor vid skalbyte eventuellt går att lösa genom en implementeringsteknisk åtgärd.

Det totala antalet kartrutor för den genererade kartan över Sverige blir 487 (se *Figur 17*).



Figur 17: *Kartrutor över Sverige*

9.2 Sökning efter kartrutor

Då MapLink skapar en karta skapas dels en grundfil och dels en fil för varje kartruta. Om en karta ges namnet Skåne får grundfilen detta namn medan varje kartruta får ett namn som anger dess läge utifrån det origo som angetts för rutnätet. SkåneR003B007 är tredje kartrutan till höger (Right) och sjunde nedanför (Below) origo i kartan med namnet Skåne. SkåneL004A001 är kartrutan som befinner sig fyra rutor till vänster (Left) och en ruta ovanför (Above) rutnätets origo för Skåne-kartan.

Området som skall presenteras på skärmen bestäms av koordinaterna för centrum punkten. Hur MapLink sedan bestämmer vilken/vilka kartrutor som skall visas framgår ej, men då det väl bestämts vilka går sökningen fort tack vare "namngivningen" av filerna.

10 GENERALISERING

Processen att reducera mängden detaljer i en karta på ett meningsfullt sätt kallas generalisering.

I HMK-Ka^[k], sidan 6, står följande förklaring till generalisering:

Förenkling av kartinnehåll genom borttagning, hopslagning, lägesjustering eller symbolisering av kartobjekt eller objektclasser.

I samband med de digitala kartornas intåg har generaliseringar av kartinformationen visats allt större intresse; bland annat för att minska datamängden, men även för att klara av de skalförändringar som zoomfunktionerna på datorerna medför. I det senare fallet utförs generaliseringar av olika slag främst för att öka läsbarheten i kartan.

Vid generalisering är det viktigt att hålla i minnet vilket syftet med kartan är och vilka användarna av den är. Generaliseringen bör göras så att grundmeningen med kartan bevaras.

10.1 Varför generalisera?

En terrängdatabas innehåller mycket information och tenderar därför att snabbt bli väldigt stor. Om databasen täcker ett stort område, som Sverige, kan de datamängder som måste behandlas bli enormt stora. Är minnesutrymmet dessutom begränsat kan datamängderna bli för stora. Dessa egenskaper plus det faktum att stora datamängder tar mycket kraft och lång tid att behandla gör det önskvärt att genomföra generaliseringar av olika slag. Generaliseringar som genomförs i syfte att förändra databasen (t.ex. minska datamängden) kallas med ett gemensamt namn för databasgeneraliseringar.

Ett annat tillfälle då man genomför generaliseringar är då skalan förändras (minskar). Att visa all information från en storskalig karta på en småskalig skulle ge en i det närmaste oläsbar karta eftersom all information inte skulle "få plats". Generaliseringen genomförs därför för att kartan skall bli mer lättläst. Kartografiska generaliseringar genomförs i syfte att förändra den färdiga kartans utseende (t.ex. genom förenklingar).

10.2 Olika typer av generaliseringar

Det finns många olika typer av generaliseringar som kan utföras på en uppsättning data och vilken/vilka typer man väljer beror på utgångsdata och önskat resultat. Nedan förklaras lite kort några olika typer av generaliseringar.

Selektering

En uppsättning data kan innehålla mycket information som inte är av något som helst intresse för den färdiga kartan, genom selektering väljs då de kategorier bort som ej är önskvärda. Denna typ av generalisering görs både då kartdatabasen byggs upp och då indelningen av databasens kategorier görs för att passa kartans syfte.

Förenkling

Genom att använda symboler för olika typer av objekt görs en förenkling av hur objekten ser ut i verkligheten. Det kan vara hus som presenteras av svarta kvadrater eller så kan hela städer representeras av en punkt, som på mycket småskaliga kartor. Denna förenkling genomförs oftast vid uppbyggnaden av databasen eftersom det i många fall är den som avgör om ett objekt skall representeras med en punkt, linje eller yta.

Klassificering

Då en uppsättning data innehåller väldigt många olika kategorier kan kartan bli rörig om varje kategori skall presenteras på sitt eget sätt, dessutom är det kanske inte av intresse att veta vilken typ av väg det är bara om den är stor eller liten. En klassificering medför att antalet olika kategorier minskas genom sammanslagning till nya kategorier. Klassificering genomförs i två steg. Första steget är då vissa av databasens kategorier tillsammans får bilda en ny kategori för kartan. (Resultatet av denna klassificeringen i detta arbete finns i *Bilaga D: Kategoriindelning*.) Andra steget är då närliggande kategorier vid presentationen sätts samman så att de presenteras på samma sätt. Exempelvis motorvägar och motortrafikleder som presenteras likadant på kartan.

Generalisering

Vid generalisering av en uppsättning data med bibehållet visuellt resultat är det uppbyggnaden av objekten som behandlas. Om man har vektordata där en linje är uppbyggd av ett stort antal punkter generaliseras linjen genom att minska antalet punkter som linjen är uppbyggd av. Detta görs efter en förutbestämd urvalsmetod, någon typ av generaliseringsalgoritm. Den visuella förändringen beror dels på urvalsmetoden och dels på graden av generalisering. Målet är en så liten visuell förändring som möjligt samtidigt som minskningen av datamängden är så stor som möjligt.

10.3 Generaliseringsalgoritmer

Det finns många algoritmer för att generalisera kartdata, här presenteras två av de vanligaste för jämförelse med algoritmerna i MapLink.

10.3.1 Douglas & Peuckers metod

Den kanske mest välkända algoritmen för linjegenralisering är Douglas och Peuckers metod. Metoden bevarar mycket bra karaktären på en linje. Hur den fungerar beskrivs kortfattat här nedan.

Steg 1: En rak linje dras mellan startpunkten och slutpunkten för den linje som skall generaliseras. Den dragna linjen utgör grunden till det som sedan skall bli den slutliga generaliserade linjen.

Steg 2: Avståndet från den generaliserade linjen till var och en av punkterna som inte ligger på denna beräknas.

Steg 3: Den punkt med det största avståndet till den generaliserade linjen läggs till den samma, förutsatt att avståndet är större än ett givet toleransvärde. Den generaliserade linjen innefattar nu startpunkt, slutpunkt och den/de tillagda punkterna. Den generaliserade linje består nu av linjesegment mellan startpunkten, tillagda punkter och slutpunkten.

Steg 4: Steg 2 och 3 upprepas tills dess att alla punkter för den ursprungliga linjen ligger inom toleransvärdet, det vill säga inom ett visst avstånd till den generaliserade linjen. Den generaliserade linje utvidgas hela tiden så att nya linjesegment bildas då en ny punkt läggs till.

Douglas och Peuckers metod presenteras i en artikel i *Canadian Cartographer*^[b].

10.3.2 N:te punkten algoritm

En mycket enkel och snabb metod, som däremot inte ger ett särskilt bra grafiskt resultat, är n:te punkten algoritmen. Metoden går helt enkelt ut på att var n:te punkt längs med linjen tas bort eller bevaras. Exempelvis så bevaras var tredje punkt på linjen medan övriga raderas.

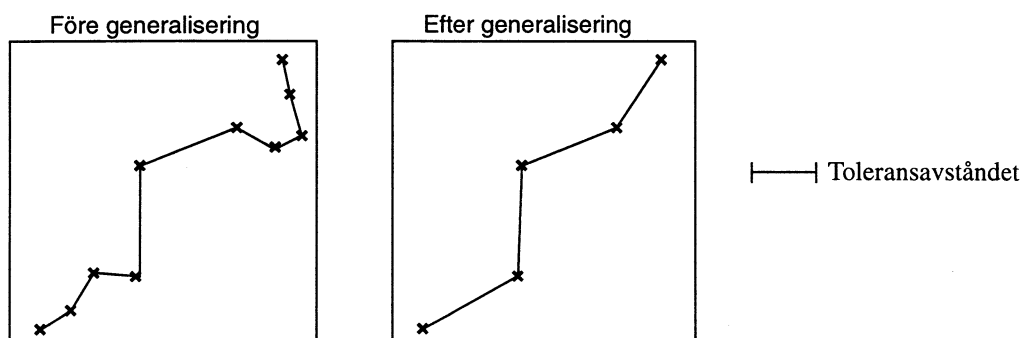
Metoden står omnämnd i flertalet böcker och artiklar. Två av böckerna där metoden finns presenterad är *Cartography - Visualization of spatial data*^[c] och *Map Generalization: making rules for knowledge representation*^[a].

10.3.3 Generaliseringsmetoder i MapLink

I MapLink finns det tre generaliseringsmetoder att välja mellan och de kan endast användas för vektordata. Metoderna behandlas kortfattat här under. För beskrivning av algoritmerna hänvisas till MapLink User Manual^[s].

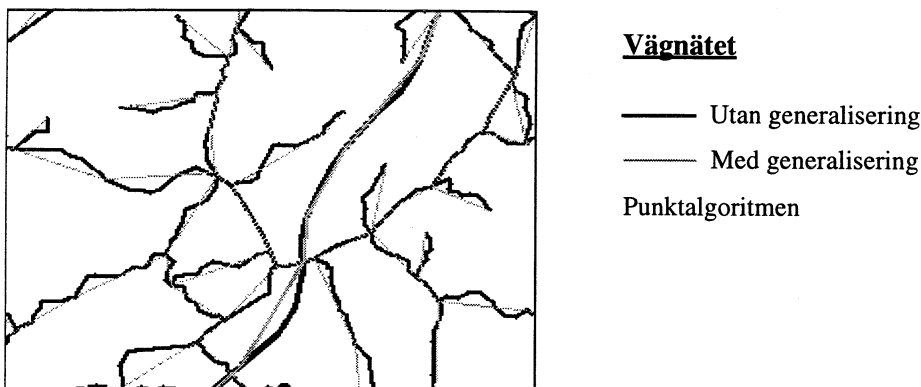
10.3.3.1 Punktalgoritmen

Punktalgoritmen är en generaliseringsalgoritm som utför generaliseringar på linjer, även linjer som bygger upp polygoner. Algoritmen innebär i princip att en punkt på linjen tas bort om avståndet till punkten innan, längs samma linje, är mindre än det toleransvärde man valt att använda (se *Figur 18*).



Figur 18: Linjegenralisering med punktalgoritmen

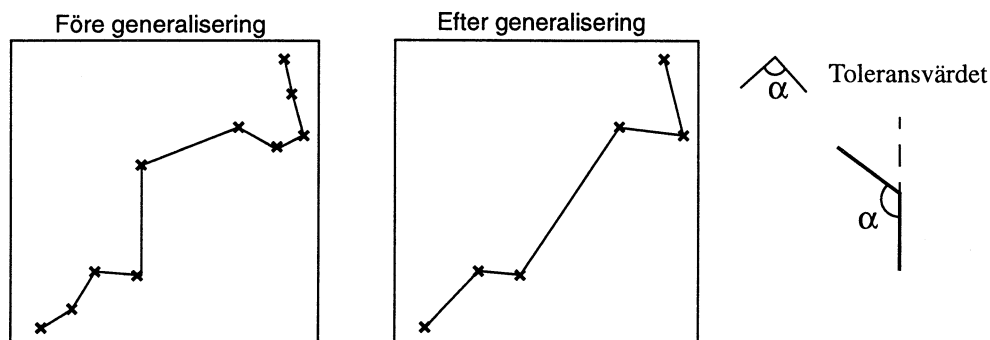
Resultatet blir dåligt om linjen som generaliseras består av många skarpa kurvor och toleransvärdena är satta för högt. Det visuella resultatet innebär då att den generaliserade linjen ofta tvärrar genom skarpare kurvor. För exempel se *Figur 19*.



Figur 19: Resultat av generalisering med punktalgoritmen

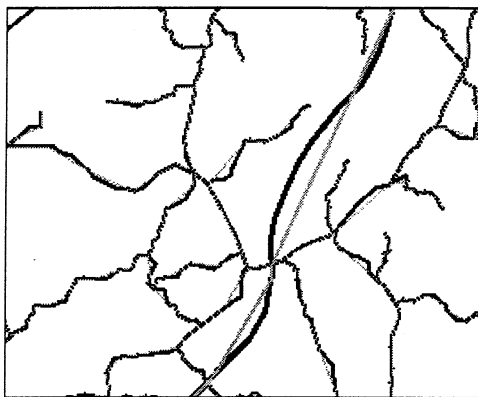
10.3.3.2 Vinkelalgoritmen

Även vinkelalgoritmen utför linjegenraliseringar. Algoritmen jämför vinkeln mellan två linjesegment som ansluter till varandra i en punkt. Om vinkeln mellan linjesegmenten är större än ett valt toleransvärde för denna så tas punkten som är gemensam för de båda linjesegmenten bort (se *Figur 20*). Även polygonernas linjer påverkas av algoritmen.



Figur 20: Linjegenralisering med vinkelalgoritmen

Om uppsättningen av data består av kurvor med stor radie ger vinkelalgoritmen inte så bra resultat. För exempel se *Figur 21*.



Vägnätet

— Utan generalisering

- - - Med generalisering

Vinkelalgoritmen

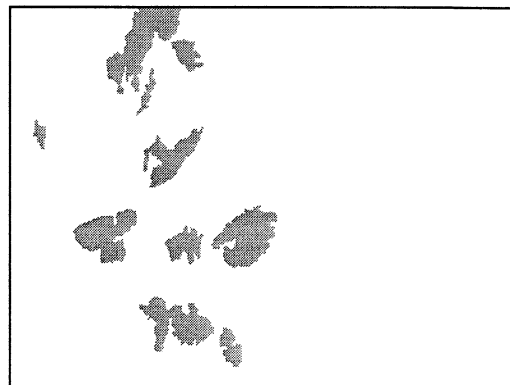
Figur 21: Resultat av generalisering med vinkelalgoritmen

10.3.3.3 Öalgoritmen

Öalgoritmen som utför generaliseringar av polygoner kan användas samtidigt som en av de ovanstående algoritmerna eller för sig själv. Alla polygoner med en diameter mindre än den för generaliseringen valda diametern tas bort, så kallad selektering. I *Figur 22* har alla polygoner med mindre diameter än den valda generaliserats bort. Den underliggande kategorien syns då på de ställen där de bortgeneraliserade polygonerna låg.



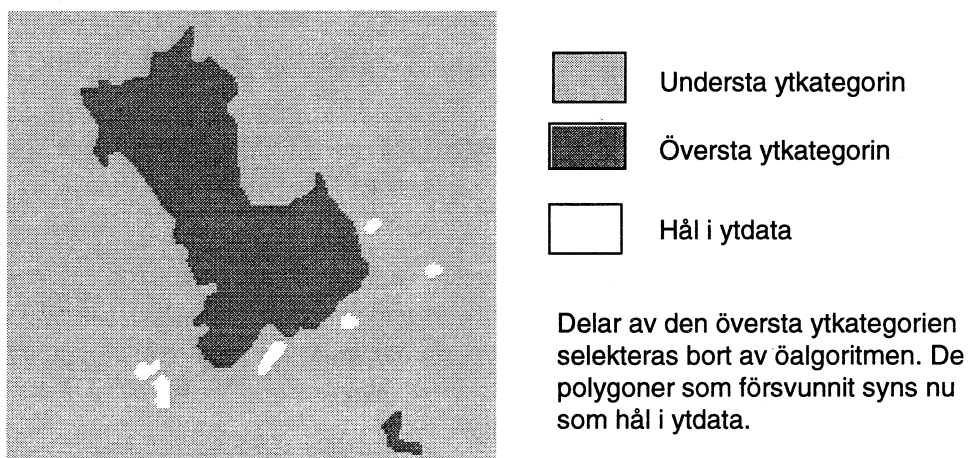
A) Före generalisering



B) Efter generalisering

Figur 22: Ögeneralisering av ytobjekt.

Problem med denna algoritm uppstår då funktionen som tar hänsyn till hål i polygoner används. Ögeneraliseringen behandlar då inte hålen i polygonerna. Följden blir att då en polygon tas bort syns hålet i underliggande ytakategori genom att bakgrundsfärgen lyser igenom (se *Figur 23*).



Figur 23: Hål i kartdata då öalgoritmen använts

I de fall där den bortgeneraliserade polygonen ligger som en ö i en annan yta fylls hålet igen av ytan om inte "hål i polygon"-funktionen används. Om den bortgeneraliserade polygonen däremot ligger som en yta mellan två andra sker ingen igenfyllnad. Detta problem med igenfyllnad tas upp i Schylbergs doktorsavhandling^[i], där behandlas även andra problem som kan uppstå i samband med generaliseringar av t.ex. ögrupper. Doktorsavhandlingen behandlar dock rasterdata men många problem i samband med generaliseringar är gemensamma för raster- och vektordata.

10.4 Val av generaliseringsalgoritm

Vid val av generaliseringsalgoritm och parametrarna för den samma skall det fastställas vilken algoritm och vilket parametervärde som är mest kostnadseffektiva. Med andra ord strävar man efter att få en så liten visuell förändring som möjligt samtidigt som datamängden för kartan skall vara minimal. Den visuella förändringen avgörs av det mänskliga ögat i den skala kartan skall presenteras medan datamängden avgörs av storleken på kartans fil.

För jämförelse av det visuella resultatet presenteras filerna ovanpå varandra på skärmen så att de kan jämföras. Då det blir svårare och svårare att jämföra resultaten ju fler kategorier som presenteras samtidigt (framförallt yttäckande kategorier) utförs generaliseringstesterna med fördel på en kategori åt gången.

Viktigt att tänka på är att dessa generaliseringstester endast ger en fingervisning om hur det slutliga resultatet efter generaliseringarna blir. Olika uppsättningar av data innehåller olika mycket information av olika slag och detta påverkar resultatet av generaliseringarna.

10.4.1 Generaliseringstesterna

För att avgöra vilken/vilka generaliseringsalgoritmer som ger det bästa resultatet jämförs data för de olika metoderna. Efter att ha hittat några uppsättningar som ger liknande visuellt resultat jämförs filernas datamängd. Den/de algoritmer som ger den

största minskningen vid samma visuella resultat väljs ut. Jämförelserna görs först på filer med linjedata (vägfiler) och därefter på ytdata (öfiler). Vid testerna används punkt- och vinkelgeneraliseringsalgoritmerna var för sig samt tillsammans med ögeneraliseringsalgoritmen.

Vid jämförelse av en och samma generalisering på olika uppsättningar av data framkom det att den största minnesvinsten fås genom att generalisera ytdata. Å andra sidan kan inte ytdata generalisera lika kraftigt som linjedata p.g.a. kopplingen mellan de olika ytkategorierna.

För att hitta rätt värde till parametrarna presenterades kartan i rätt skala och jämfördes med den icke generaliserade kartan. Även dessa tester gjordes på en kategori åt gången tills dess att bra värden för parametrarna ansågs vara funna. Då utfördes generaliseringen på flera kategorier samtidigt.

Ett annat test som gjordes i detta sammanhang var att ta bort alla sjö- och havsytor och istället ha en blå bakgrund. Förändringen i datamängd blev inte så stor som väntat. Denna generaliseringsmöjlighet uteslöts med anledning av användarnas senare önskemål om en vit bakgrund. Vit bakgrund innebär att geografiska områden som ej täcks av databasen, t.ex. Norge, blir vita.

10.4.2 Problem

Ett problem som uppstod vid generaliseringen av flera kategorier samtidigt var att det uppstod hål mellan de olika ytkategorierna (se *Figur 24*). Orsaken till detta torde vara att en gränslinje mellan två ytkategorier blir två linjer då de olika kategorierna lagras i vars en fil. Då kan det hända att linjerna generaliseras efter olika förutsättningar och därmed blir resultatet att linjerna får olika sträckning. Med olika förutsättningar avses t.ex. att en och samma linje kan generaliseras från två olika utgångspunkter (ändpunkterna). Att detta kan vara orsaken stöds av det faktum att inga "hål" uppstår mellan ytor som är lagrade i samma fil, vilket är fallet för skog, öppen mark och sankmark. På grund av fenomenet med hålen mellan ytorna blev det nödvändigt att ytterligare sänka generaliseringsgraden.



De vita fläckarna är hål som uppstår mellan ytorna.

Figur 24: Hål mellan ytor

En tänkbar lösning till problemet skulle vara att låta de olika objekten (kategorierna) dela geometri. Detta skulle innebära att gränslinjerna mellan ytorna är gemensamma, d.v.s. en gränslinje delas av två polygoner. På så sätt skulle inga hål kunna uppstå mellan de olika ytorna då generaliseringarna görs.

Det visade sig även att bakgrundsfärgen på kartan spelade roll då generaliseringsnivån skulle bestämmas. Om färgen på bakgrunden är den samma som t.ex. öppen mark märks inte de små "hål" i ytdata. Däremot märks även ytterst små "hål" om färgen på bakgrunden är klart avvikande. Av denna anledning fick generaliseringsgraden sänkas ytterligare då bakgrundsfärgen ändrades till vit.

10.4.3 Resultat

Eftersom det är nödvändigt att använda "hål i polygon"-funktionen (se kapitel 6 *Val av kartdatabas* på sidan 24) så kan öalgoritmen inte användas, detta eftersom det i så fall skulle uppstå vita ytor där polygoner blivit bortgeneraliserade. Härmed utförs endast linjegenralisering på databasen. Valet av vilken generaliseringsalgoritm som skall utnyttjas grundar sig på minskningen av datamängden. Den algoritm som ger den största minskningen vid samma visuella resultat är punktalgoritmen.

Generaliseringsnivån bestäms slutligen av "hål" mellan polygonerna eftersom det visat sig att detta är den begränsande faktorn. Då "hål" inte längre framträder på kartan, i 30 km fallet, har rätt nivå uppnåtts.

Tyvärr kan det konstateras att vinsten av generaliseringen inte blev så stor som önskat. Minskningen av datamängden blev ungefär 8%. (Procenttalet är framräknat efter en test på ett litet område. För hela Sverige är det mycket möjligt att minskningen av datamängden blir annorlunda.)

Att generaliseringsnivån blev så låg beror delvis på hålen som uppstår så tidigt mellan ytdata. En annan orsak är att LMV redan vid uppbyggnaden av kartdatabasen har genomfört omfattande generaliseringar. De generaliseringar som gjorts passar för skalan 1:250 00 och skillnaden mellan den skalan och skalan som kartan skall presenteras i (1:370 000) är i generaliseringssammanhang liten.

Av realtidstesterna kan ingen tidsvinst för den generaliserade kartan utläsas. Orsaken är troligen att generaliseringsnivån är för låg. Testerna utfördes för samma funktioner som realtidstesterna för storleken på kartrutorna (se delkapitel 9.1.1). I detta test låg skillnaden endast i att ena kartan var generaliserad enligt ovan och den andra inte alls.

11 PRESENTATION AV HÖJDINFORMATION

Till GSD - Röda kartan kan höjdkurvor med en ekvidistans på 25 meter beställas. Höjdkurvorna täcker hela Sverige och är anpassade till Röda kartan så att inga höjdkurvor passerar över vattenområden eller liknande. Ekvidistansen på 25 meter är dock för tätt i de flesta fall i de skalor som kartan kommer att presenteras i. Av denna anledning och det faktum att fler variationsmöjligheter föreligger om MapLink används bestämdes det att en höjdmodell ska tas fram med hjälp av programmet och Höjddatabanken från LMV.

11.1 Format

Höjddatabanken, som täcker hela Sverige, anger höjdvärdet för punkter i RH 70 i ett gridnät om 50*50 meter (finns även i 500*500 meter). Gridnätets referenssystem anges med plana koordinater i RT 90. Genom interpolering kan ett tätare eller glesare gridnät tas fram. Höjddatabanken kan levereras i olika filformat t.ex. ASCII och Arc/Info.

MapLink läser in ett format som kallas DTED. I DTED, som även anger ett sätt att lagra information, anges höjderna i WGS 84 med en gridtätthet på cirka 70*70 meter. LMV som levererar Höjddatabanken kan ej leverera den i DTED-format.

11.2 Presentationsmöjligheter

För att MapLink, som egentligen endast läser in höjddata i DTED-format, skall klara av att läsa in informationen i Höjddatabanken fick ett specialfilter till MapLink beställas.

I MapLink finns det tre alternativa sätt att presentera höjddata på, kurvor, intervall och skuggning. Var för sig eller i kombination kan dessa alternativ bilda en höjdmodell.

Kurvor

Efter eget valda höjdvärden (exempelvis 5, 10, 42 meter) skapar MapLink en fil med nivåkurvor. Varje höjdvärdes nivåkurvor lagras sedan som en egen kategori i vektorfilen som skapas. Filen med nivåkurvorna ligger sedan till grund för att skapa en höjdmodell med så kallade höjdkurvor. Efter eget val kan alla höjdkurvor ges samma färg eller så kan de ändra färg efter det höjdvärde de representerar. Höjdkurvorna behöver inte ha en bestämd ekvidistans. Om så önskas kan vissa eller alla höjdkurvor ges en hjälptext. Det innebär då att texten (höjdvärdet) skrivs inne på kurvan.

Intervall

Ett intervall skapas som en yta inom en nivåkurva. Intervall skapade efter nivåkurvor med högre höjdvärde hamnar ovanpå intervallytor gjorda efter lägre höjdvärde. Följden blir att det ser ut som om intervallen går från ett höjdvärde till ett annat, d.v.s. ligger mellan två nivåkurvor. Intervallen som skapas sparas som egna kategorier i en fil. MapLink använder sedan filen för att generera en höjdmodell. Valet av färger och

vilka höjdivtervall som skall finnas med görs på samma sätt som höjdkurvornas presentation.

Skuggning

Terrängskuggningen görs i ett steg. En tänkt sol får belysa de sluttningar som höjdinformationen i DTED-filen genererar. Om norr är uppåt på skärmen kan solen lysa antingen från nordväst eller nordöst, solens vinkel över horisonten är valfri. Höjdmodellen skapas av att skuggorna som uppstår då en höjd belyses bildar ytor. Ju högre topp, desto längre skugga. Resultatet blir en terrängskuggning som ger ett tredimensionellt intryck. Endast en färg kan väljas för skuggorna.

11.3 Val av höjdpresentationssätt

Efter en enkel utritning av ett litet område bestämdes det att höjdmodellen, i enlighet med användarnas tidigaste önskemål, endast skall utgöras av höjdkurvor. Ett senare önskemål om att två höjdmodeller skall finnas, höjdkurvor och skuggning, går ej att uppfylla på grund av det begränsade minnesutrymmet. Höjdmodellen skulle då själva uppta nästan hela det tillgängliga minnet på 600 MB. En kombination av olika presentationsalternativ skulle ge alltför stora datamängder varför endast ett alternativ kan bli aktuellt.

Av de enskilda alternativen utesluts intervallpresentationen eftersom den ger en dålig uppfattning av hur terrängen ser ut. Främsta orsaken till att presentationen blir dålig är att antalet färger är begränsad. Av de två andra alternativen valdes kurvorna eftersom de ger en mindre mängd data än skuggning.

Karaktären på terrängen varierar kraftigt i Sverige. I sydvästra Skåne är landskapet flackt och för ett begränsat område (motsvarande det som täcks av kartfönstret i 30 km fallet) varierar höjderna med max 200 meter. Detta kan ställas i kontrast till områden i fjällen där höjderna för ett område av samma storlek kan variera med 1 500 meter.

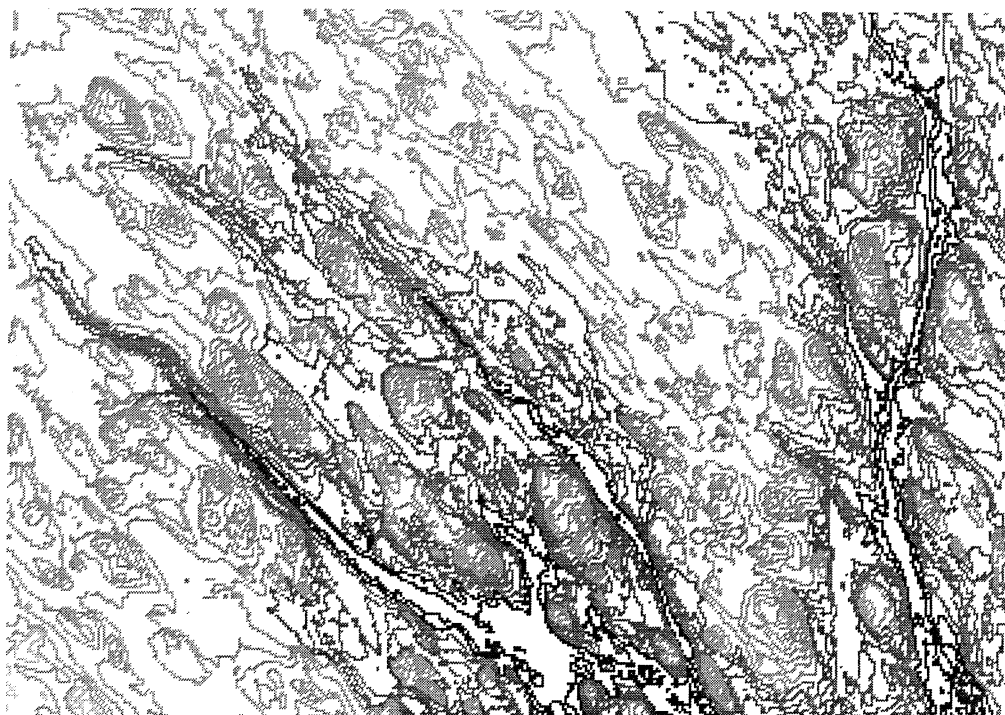
De olika karaktärerna på terrängen gör att små höjdskillnader i Skåne är av lika stort intresse som stora höjdskillnader i fjällen. För att lösa detta problem valdes en varierande ekvidistans för höjdkurvorna (se *Tabell I*).

Tabell I:

Höjd	Ekvidistans 30 km	Ekvidistans 60 km
0 -200 m	15 m	30 m
200 - 500 m	30 m	60 m
500 - 1 000 m	50 m	100 m
1 000 - 2 144 m	100 m	200 m

Det val av ekvidistanserna som gjorts innebär att varannan kurva släcks då skalan ändras från 30 till 60 km radie.

Höjdkurvornas ekvidistans har valts så att det inte är den enskilda nivåkurvan som är av intresse utan snarare hur tätt/glest som kurvorna kommer. Ju tätare mellan kurvorna desto brantare (se *Figur 25*).



Figur 25: Höjdkurvor

Den exakta höjden är inte av intresse utan det som är intressant är hur höjdförhållandena varierar, t.ex. var dalgångarna och åsryggarna kryper fram i landskapet. För att förstärka intrycket av höjdförhållandena ges höjdkurvorna en allt ljusare färg ju högre höjd de representerar (se *Figur 25*).

11.4 Minnesminimering och förbättrad realtidsprestanda

De höjdkurvor som genereras byggs upp från ett höjdraster med en punkttäthet på 50 meter. Det gör att även linjerna som genererar höjdkurvorna blir "punkttäta". Genom att generalisera höjdkurvorna med punktalgoritmen i MapLink kan datamängden minska med cirka 65% utan att någon märkbar visuell skillnad uppstår i de skalor kartan presenteras.

Ett alternativ till den höga generaliseringsgraden av de framtagna höjdkurvorna skulle vara att utgå från ett glesare höjdraster. Tyvärr har inget sådant funnits tillgängligt varför ingen test med detta har utförts. Glesare höjdraster finns dock att beställa från LMV.

11.5 Resultat

Då höjdkurvorna i höjdmodellen ofta ligger väldigt tätt presenteras modellen med fördel utan någon karta eller endast med grundkartan som bakgrund. Det som är minst

lämpligt att presentera samtidigt med höjdmodellen är vägarna, detta eftersom dessa är linjer och av samma färg som vissa av höjdkurvorna.

Totala datamängden för höjdmodellen över hela Sverige, efter generalisering med punktalgoritmen, beräknas bli cirka 220 MB.

12 DISKUSSION

Under arbetsgången har hela tiden syftet med kartan, kraven för den och användarnas önskemål legat till grund för olika beslut. Utöver detta har MapLink gett vissa möjligheter och vissa begränsningar, t.ex. för vilka generaliseringsalgoritmer som använts. Valet av kartdatabas har inneburit en stor påverkan på resultatet. Den största påverkan kommer dock från syftet med kartan. Syftet är att kartan skall finnas som en bakgrund att orientera sig efter i ett luftvärnssystem.

Databas

Valet mellan två av LMVs kartdatabaser, GSD - Röda kartan och GSD - Gröna kartan, gjordes på ett tidigt stadium. Att Röda kartan valdes framför den Gröna kartan berodde främst på att den Gröna kartan ger alltför stora datamängder. Om Gröna kartan använts skulle omfattande generaliseringar behövts. Dessutom lämpar sig Röda kartan bättre för de skalområden som kartan presenteras i. Eftersom Röda kartan inte innehåller alla de kategorier som användarna önskat från början har önskemålen fått "jämkas" med möjligheterna.

Transformationsformler mellan olika referenssystem

Några av de vanligaste begreppen inom geodesin behandlas kortfattat för att skapa förståelse för varför transformationsformlerna behövs. De transformationsformler som rekommenderas för transformationer av koordinater fram och åter mellan RT 90/RH 70 och WGS 84 beskrivs i *Bilaga B*.

Indelning och gruppering av kategorier

Av de kategorier som finns i databasen har vissa sållats bort medan andra har slagits samman till en ny gemensam kategori. Detta har gjorts för att kategorierna bättre skall stämma överens med syftet med kartan. Arbetet med indelningen av kategorierna har gått relativt smidigt då användarnas önskemål gett goda förutsättningar att arbeta utifrån.

De olika valen av vad som presenteras på kartan, som användarna skall kunna göra, innebär att kartans kategorier delas upp i grupper. Gruppernas sammansättning varierar med skalan på kartan och med vilket driftsfall som är aktuellt.

Skalor och driftsfall

Kartan kommer att presenteras i två olika skalor. Den faktiska skalan varierar med storleken på bildskärmen och kartfönstret. Det är dock radien på den cirkel som skall få plats i kartfönstret som främst avgör skalan. Radien på cirkeln kan anta värdena 30, 60 och 100 km. Då radien är 100 km visas ingen karta på skärmen eftersom kartan i denna skala tappar sin betydelse.

De två olika driftfallens varierande betydelse har inneburit att två olika färgtabeller tagits fram. Färgtabellen för stridsfallet, där informationen i kartan är av mindre betydelse än i eldförberedelsefallet, består av blekare och ljusare färger.

Att få fram de rätta färgerna har varit arbetsamt. På grund av färginduktion har flera utritningar och ändringar fått göras för att hitta färger som klart skiljer sig åt samtidigt som de harmonisierar med varandra.

Hur kartan ser ut är svårt att beskriva men i *Bilaga F: Kategoripresentation* finns en tabell som visar med vilket grafiskt element de olika kategorierna presenteras och utformningen av elementet. I bilagan presenteras även textkategoriernas och höjdkurvornas utformning.

Realtidsprestanda

Med god realtidsprestanda menas att uppdateringar och omritningar av kartan skall gå så snabbt som möjligt. Ett sätt att minska tiden för dessa moment är att dela upp kartan över Sverige i rutor. På så sätt behöver endast ett begränsat område och inte hela Sverige gås igenom vid en uppdatering eller omritning.

Ett problem som uppstår vid uppdelning i kartrutor är att symboler och text som ligger väldigt nära en rutas kant, och därför hamnar delvis utanför denna, blir överritade av efterföljande kartruta. Någon lösning på detta problem har inte framkommit utan får ses som en framtida utveckling av programvaran.

Generalisering

Generalisering av data utförs för att minska det minnesutrymme som krävs för att lagra den färdiga kartan. Av de generaliseringsalgoritmer som finns tillgängliga i MapLink används punktalgoritmen. Vid jämförelse av linjegenraliseringarna, då liknande visuellt resultat fås, ger punktalgoritmen den största minskningen av datamängden.

Ölgoritmen i MapLink går inte att använda sådan den idag fungerar. Orsaken är att databasens uppbyggnad medför att det är nödvändigt att utnyttja "hål i polygon"-funktionen. Användandet av funktionen medför att hål i ytdata uppstår om algoritmen och funktionen används samtidigt.

Generaliseringen av terrängdata blir väldigt låg på grund av att de yttäckande kategorierna är lagrade i olika filer i databasen. Härmed uppstår små hål mellan ytorna även vid ytterst små generaliseringsgrader. En annan orsak är att data är generaliserade redan vid uppbyggnaden av databasen.

Höjdmodell

Höjdmodellen byggs upp av höjdkurvor med olika ekvidistans och färg varierande med den faktiska höjden. Punktgeneralisering utförs på de höjdkurvor som skapas för att minska datamängden.

Datamängd

Resultatet av arbetet är en karta som täcker hela Sverige. Datamängden för terrängdata beräknas bli 350 MB. Lägg där till datamängden för höjdmodellen som beräknas till 220 MB. Eftersom den totala datamängden inte överskrider 600 MB behöver ingen geografisk uppdelning av kartan göras. Skulle det visas sig att den totala datamängden trots allt överstiger 600 MB kan filerna komprimeras istället för

att en geografisk uppdelning görs. Detta får till följd att de filer som behövs för tillfället måste packas upp innan de går att använda.

Övrigt

Sverige täcks av totalt 487 rutor vilka har en storlek på 40*40 km. En karta görs för terrängdata och en genomskinlig karta görs för höjdmodellen. Då varje kartruta sparas i sin egen fil och varje karta har en grundfil blir det totala antalet filer 976.

Kraven för kartan har uppfyllts och användarnas önskemål har tillgodosetts i den mån databasen och övriga förutsättningar tillåtit det. Resultatet blev en enkel bakgrunds-karta för ett operativsystem till ett luftvärnssystem.

Värdena på i MapLink använda parametrar för olika funktioner anges i *Bilaga I*.

- a) Buttenfield B.P. & McMaster R.B., *Map Generalization: making rules for knowledge representation*, 1991
- b) Dogulas D.H. & Peucker T.K., *Algorihtms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature*, Canadian Cartographer, 1973 10(2) : 112-122
- c) Kraak M.J. & Ormeling F.J., *Cartography - Visualization of spatial data*, 1996
- d) Olsson M, *Implementation of the Global Reference System WGS 84, for Worldwide Civil Aviation*, 199?
- e) Palm C, *Kartteknik, Kompendium i kartografi*, 1995
- f) Reit B-G, *A simple way of transforming coordinates between geodetic reference frames*, ICC 97, Proceedings, Volume 4, sid. 2234-2238, Gävle, 1997
- g) Reit B-G, *SWEREF - ett nytt svenskt referenssystem*, LMV-RAPPORT 1994:28, Gävle, 1994
- h) Robinson A.H. m.fl., *Elements of Cartography*, Sjätte upplagan, 1995
- i) Schylberg L, *Computational Methods for Generalization of Cartographic Data in a Raster Environment*, Photogrammetric Reports No 60, Royal Institute of Technology, Stockholm, 1993
- j) Ussisoo I, *Kartprojektioner*, Lantmäteriet, Tekniska skrifter 1977/6
- k) *HMK-Ka*, Handbok till mätningkungörelsen Kartografi, 1994, Lantmäteriverket
- l) *HMK-Ge:GPS*, första upplagan, Handbok till mätningkungörelsen Geodesi, GPS, 1993, Lantmäteriverket
- m) *HMK-Ge:GPS*, andra upplagan, Handbok till mätningkungörelsen Geodesi, GPS, 1996, Lantmäteriverket
- n) *HMK-Ge:S*, Handbok till mätningkungörelsen Geodesi, Stommätning, 1993, Lantmäteriverket
- o) *Kodlista för GSD - Gröna kartan*, Version 1.0, 1996, Lantmäteriverket, Landskaps- och fastighetsdata
- p) *Kodlista för GSD - Röda kartan*, Version 1.0, 1996, Lantmäteriverket, Landskaps- och fastighetsdata
- q) *Leveransbeskrivning: GSD - Gröna kartan*, Lantmäteriverket
- r) *Leveransbeskrivning: GSD - Röda kartan*, Lantmäteriverket
- s) *MapLink User Manual*, Tenet Systems Ltd., No UM-0010-12, 1996
- t) www.lm.se/lfddata/gssdata.html, oktober 1997

BILAGA	Del
Beräkning av meridiankonvergens	A
Transformationsformler	B
Kartdatabaser	C
Kategoriindelning	D
Gruppering av kategorier	E
Kategoripresentation	F
Symboler och textfont	G
Krav på kartan	H
Parametervärden	I
Förkortningar	J

Bilaga A Beräkning av meridiankonvergensen

Vid presentationen av en karta i RT 90 2,5 gon V på en dator kan det vara önskvärt att uppåt på skärmen sammanfaller med geografiskt norr istället för med den plana kartans "norriktning" på koordinatsystemet. Ett sätt att lösa detta är att rotera kartan runt centrumpunkten för den del av kartan som visas. Meridiankonvergensen (c) för centrumpunkten ger hur många gon kartan skall roteras.

x, y = punktens koordinater i km,
x räknat från ekvatorn och y från medelmeridianen

a = 6 377 397,154 m (halva storaxeln, Bessels ellipsoid)

$e^2 = 0,006\,674\,372\,231$ (första excentriciteten i kvadrat, Bessels ellipsoid)

$$\psi = \frac{x}{100,00856} \text{ gon}$$

$$\phi' = \psi + 0,1599 \cdot \sin 2\psi$$

$$N' = \frac{a}{\sqrt{1 - \left(e^2 \cdot \left(\sin \phi' \right)^2 \right)} \cdot 1000}$$

$$\tan c = \frac{y}{N'} \cdot \left(1 - \frac{y^2}{3N'^2} \right) \cdot \tan (\psi + 0,1599 \cdot \sin 2\psi)$$

Formlerna kommer från Ilmar Ussisoo, *Kartprojektioner* [1], sidan 84. I HMK - Ge:S^[n] finns formler för beräkning av meridiankonvergensen i bilaga C. I de formelerna utgår man från $\phi\lambda$ -koordinater istället för xy-koordinater.

Bilaga B Transformationsformler

I detta kapitel beskrivs transformationsformlerna mellan plana koordinater i RT 90 2,5 gon V och höjd i RH 70 och geodetiska koordinater i WGS 84. För de redovisade transformationsformlerna är grundmedelfelet i inpassningen 2,4 m per koordinat och passfelen varierar mellan 0,2 m och 1,0 m i plan respektive 0,2 m och 7,2 m i höjd (HMK-Ge:GPS, första upplagan).

De formler och värden som används i följande beskrivningar är alla hämtade ur HMK-Ge:GPS, första utgåvan, (det är denna utgåva som hänvisas till i detta kapitel om inget annat anges). Utförligare anvisningar om var i HMK-Ge:GPS uppgifterna hämtats anges löpande.

De beteckningar som används här följer de som anges i HMK-Ge:GPS.

I HMK-Ge:GPS, andra utgåvan, har transformationsformlerna mellan WGS 84 och RT 90/RH 70 bytts ut mot transformationsformlerna mellan SWEREF 93 och RR 92.

B.1 *Sammanfattning av transformationsgång*

De geodetiska koordinaterna, som fås från t.ex. mätningar med GPS, måste räknas om till cartesiska koordinater för att en övergång mellan de olika referenssystemen WGS 84 och RT 90/RH 70 skall kunna ske. Därefter måste de cartesiska koordinaterna, denna gång i RT90/RH70 åter räknas om till geografiska koordinater innan en övergång till plana koordinater i RT 90 2,5 gon V kan göras och höjden i RH 70 bestämmas. Eftersom formlerna bygger på att geoidhöjden är satt till noll skall inga geoidhöjder från RN 92 tas med i beräkningarna. I stora drag ser beräkningsgången ut enligt följande.

- 1) $(\varphi, \lambda, h)_{\text{WGS 84}} \Rightarrow (X, Y, Z)_{\text{WGS 84}}$
- 2) $(X, Y, Z)_{\text{WGS 84}} \Rightarrow (X, Y, Z)_{\text{RT 90/RH 70}}$
- 3) $(X, Y, Z)_{\text{RT 90/RH 70}} \Rightarrow (\varphi, \lambda, h)_{\text{RT 90/RH 70}}$
- 4) $(\varphi, \lambda)_{\text{RT 90}} \Rightarrow (x, y)_{\text{RT 90}}$
- 5) $(h)_{\text{RT 90/RH 70}} \Rightarrow H_{\text{RH 70}}$ (geoidhöjden = 0 för detta transformations-samband)

För en transformation från RT 90/RH 70 till WGS 84 blir beräkningsförfarandet det omvända.

B.2 Transformation från WGS 84 till RT 90/RH 70

B.2.1 Transformation från geodetiska till cartesiska koordinater, referenssystem WGS 84

Referenssystemet WGS 84 bygger på en referensellipsoiden med samma namn, vilken i sin tur utgår från GRS 80-ellipsoiden. (Se förklaring i delkapitel 3.1 *Referensellipsoider* på sidan 9.) I HMK-Ge:GPS används parametrarna för GRS 80-ellipsoiden och det är dessa som återges här nedan.

Halva storaxeln/ekvatorsradien:

$$a = 6\,378\,137 \text{ m}$$

Avplattningen:

$$f = 1: 298,257\,222\,101$$

Första excentricitetskvadranten:

$$e^2 = f(2-f) \sim 0,006\,694\,380\,0229$$

Tvärkrökningsradien:

$$N' = \frac{a}{\sqrt{1 - (e^2 \cdot (\sin \varphi)^2)}} \quad (1)$$

Värdena och formeln för variablerna är hämtade ur HMK-Ge:GPS, B.1.2 Referenssystem för GPS

Med användandet av ovan angivna variabler räknas de cartesiska koordinaterna fram ur de geodetiska koordinaterna med hjälp av följande tre formler:

$$X = (N' + h) \cdot \cos \varphi \cdot \cos \lambda \quad (2a)$$

$$Y = (N' + h) \cdot \cos \varphi \cdot \sin \lambda \quad (2b)$$

$$Z = \left(N' (1 - e^2) + h \right) \cdot \sin \varphi \quad (2c)$$

Se HMK-Ge:GPS, C.1 Transformationer mellan X, Y, Z och φ , λ , h .

B.2.2 Transformation från referenssystemet WGS 84 till RT 90/RH 70

Transformationen innebär att man byter referensellipsoid, från GRS 80 till Bessels ellipsoid.

Translationsvariablerna längs respektive axel:

$$\Delta X = -424,3 \text{ m}$$

$$\Delta Y = 80,5 \text{ m}$$

$$\Delta Z = -613,1 \text{ m}$$

Skalkorrektionen:

$$\delta = 0,0 \text{ mm/km}$$

Rotationen längs respektive axel:

$$\omega_x = -21,314\ 833\ 49 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$$

$$\omega_y = 9,631\ 308\ 59 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$$

$$\omega_z = -25,135\ 650\ 11 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$$

OBS! Alla vinklar som används är i radianer i dessa beräkningar.

Rotationsmatrisen (R):

$$R = \begin{bmatrix} 1 & \omega_x & -\omega_y \\ -\omega_z & 1 & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

x, y, z - cartesiska koordinater för WGS 84 ("från-system")

X, Y, Z - cartesiska koordinater för RT 90/RH 70 ("till-system")

Transformationsformeln:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + (1 + \delta) R \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \quad (4)$$

Formler och transformationsvariabler är hämtade från HMK-Ge:GPS, C.3 Transformationer mellan referenssystem för GPS och svenska referenssystem.

B.2.3 Transformation från cartesiska till geodetiska koordinater, referenssystem RT 90/RH70

Då det är Bessels ellipsoid som används av de svenska referenssystemen (i detta fall RT 90/RH70) fås följande värden på variablerna för referensellipsoiden:

Halva storaxeln/ekvatorsradien:

$$a = 6\ 377\ 397,155 \text{ m}$$

Avplattningen:

$$f = 1 / 299,152\ 8128$$

Första excentricitetskvadranten:

$$e^2 = f(2-f) \sim 0,006\ 674\ 372\ 2318$$

Tvärkrökningsradien, Se formel (1).

Variabelvärdena är hämtade ur HMK-Ge:GPS, B.1.1 Rikets referenssystem

Ingående i transformationsformlerna är även följande variabler som räknas fram:

$$p = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad (5a)$$

$$\theta = \operatorname{atan}\left(\frac{Z}{p\sqrt{1-e^2}}\right) \quad (5b)$$

Transformationsformlerna ser ut enligt följande:

$$\lambda = \operatorname{atan}\left(\frac{Y}{X}\right) \quad (6a)$$

$$\varphi = \operatorname{atan}\left(\frac{Z + \left(\frac{a \cdot e^2}{\sqrt{1-e^2}}\right) (\sin\theta)^3}{p - a \cdot e^2 \cdot (\cos\theta)^3}\right) \quad (6b)$$

$$h = \frac{p}{\cos\varphi} - N' \quad (6c)$$

Märk här att latituden (φ) först måste räknas fram innan höjden (h) kan bestämmas, då latituden behövs för att bestämma tvärkrökningsradien (N') (formel (1)).

Se HMK-Ge:GPS, C.1 Transformation mellan X, Y, Z och φ , λ , h

B.2.4 Transformation från geodetiska till plana koordinater

Vid projektion från geodetiska till plana koordinater går man vägen via geografiska koordinater (φ , $\delta\lambda$), detta för att hänsyn måste tas till medelmeridianen (tangeringslinjen).

För kartor över hela Sverige (RT 90 2,5 gon V) används en medelmeridian som ligger 2,5 gon väst om Stockholms gamla observatorium. Denna medelmeridian har longitudvärdet;

$$\lambda_0 = 15^\circ 48' 29'',8 \text{ (Se HMK-Ge.GPS, B.3.1 Projektionszoner)}$$

Vid omräkning från geodetiska till geografiska koordinater görs ingen omräkning av latituden däremot görs en korrektion av longituden enligt

$$\delta\lambda = \lambda - \lambda_0 \quad (7)$$

$\delta\lambda$ = skillnad från medelmeridianen

λ = geodetisk longitud

Beräkningsgången fortsätter med att latituden (φ) räknas om till isometrisk latitud (φ^0)¹. För denna formel används fyra koefficienter.

$$A = e^2 \quad (8a)$$

$$B = \frac{1}{6}(5e^4 - e^6) \quad (8b)$$

$$C = \frac{1}{120}(104e^6 - 45e^8) \quad (8c)$$

$$D = \frac{1}{1260}(1237e^8) \quad (8d)$$

(Se Första exentricitetskvadranten: $e^2 = f(2-f) \sim 0,006\ 674\ 372\ 2318$ på sidan 3)

Isometriska latituden:

$$\varphi^o = \varphi - \sin \varphi \cos \varphi \left(A + B \sin^2 \varphi + C (\sin \varphi)^4 + D (\sin \varphi)^6 \right) \quad (9)$$

De plana koordinaterna räknas sedan fram från den geografiska longituden och isometriska latituden med hjälp av förstoringsfaktorn,

$$k^o = 1,0$$

två parametrar

$$n = \frac{f}{(2-f)} \quad (10a)$$

$$\hat{a} = \frac{a}{(1+n)} \left(1 + \frac{1}{4}n^2 + \frac{1}{64}n^4 \right) \quad (10b)$$

(Se Halva storaxeln/ekvatorsradien: $a = 6\ 377\ 397,155$ m på sidan 3 samt Avplattningen: $f = 1 / 299,152\ 8128$ på sidan 3)

samt följande fyra β -koefficienter:

$$\beta_1 = \frac{1}{2}n - \frac{2}{3}n^2 + \frac{5}{16}n^3 + \frac{41}{180}n^4 \quad (11a)$$

$$\beta_2 = \frac{13}{48}n^2 - \frac{3}{5}n^3 + \frac{557}{1440}n^4 \quad (11b)$$

$$\beta_3 = \frac{61}{240}n^3 - \frac{103}{140}n^4 \quad (11c)$$

$$\beta_4 = \frac{49561}{161280}n^4 \quad (11d)$$

Till formlerna som ger de plana koordinaterna (x och y) används följande samband:

1) Isometriska latituden fås då en vinkelriktig avbildning av den geodetiska latituden görs på en sfär

$$\tan \xi' = \frac{\tan \varphi^\circ}{\cos \delta \lambda} \quad (12a)$$

$$\tanh \eta' = \frac{\cos \varphi^\circ}{\sin \delta \lambda} \quad (12b)$$

Formelerna för de plana koordinaterna blir då:

$$2\xi' \cdot \cosh 2\eta' + \beta_2 \cdot \sin 4\xi' \cdot \cosh 4\eta' + \beta_3 \cdot \sin 6\xi' \cdot \cosh 6\eta' + (13a)$$

$$2\xi' \cdot \sinh 2\eta' + \beta_2 \cdot \cos 4\xi' \cdot \sinh 4\eta' + \beta_3 \cdot \cos 6\xi' \cdot \sinh 6\eta' + (13b)$$

Formlerna och variablerna är hämtade ur HMK-Ge:GPS, C.2 Gauss konforma projektion.

B.2.5 Höjdberäkning

Eftersom de geodetiska koordinaterna anger höjden över referensellipsoiden måste även höjden räknas om, så att den stämmer med de höjder som anges i samband med plana koordinater, dvs höjden över havet. Detta görs enligt följande formel:

$$H = h - N \quad (14)$$

där

H = höjd över havet

h = höjd över ellipsoiden (i detta fall Bessels ellipsoid)

N = geoidens höjd över ellipsoiden (samma som ovan)

Formlerna som används för translationsberäkningarna mellan WGS 84 och RT 90/RH 70 har skapats med förutsättningen att geoidhöjden är 0,0 m. Tack vare detta behöver ingen hänsyn tas till den "verkliga" geoidhöjden vilket hade varit fallet om formelerna för translationen mellan SWEREF 93 och RR 92 hade använts (sådana de är i HMK-Ge:GPS, andra upplagan). I det senare fallet hade det då varit nödvändigt att räkna fram geoidhöjden med hjälp av x- och y-koordinaterna för punkten. Då den korrigerade geoidhöjden (= 0 m) används blir det relativa felet mellan punkter inom ett begränsat område väldigt litet, eftersom geoidhöjdens förändring inom området är av ringa betydelse.

I detta sammanhang får höjdberäkningen följande utformning:

$$H = h \quad (15)$$

B.3 Transformation från RT 90/RH 70 till WGS 84

För att räkna fram geodetiska koordinater i WGS 84 från plana koordinater i RT 90 2,5 gon V finns idag ingen vedertagen formel. Av denna anledning behövs därför även höjden för den aktuella punkten, vilken anges i RH 70, för att kunna genomföra transformationen.

Tillvägagångssättet här är omvänt det som angetts ovan för delkapitel B.2 Transformation från WGS 84 till RT 90/RH 70 på sidan 2.

B.3.1 Höjdberäkning

Någon höjdberäkning behöver ej göras då följande samband föreligger.

$$h = H \quad \text{Se (15)}$$

där

h = höjd över ellipsoiden (en av de tre geodetiska koordinaterna)

H = höjd över geoiden (höjd över havet)

För utförligare förklaring se delkapitel B.2.5 Höjdberäkning på sidan 6

B.3.2 Transformation från plana till geodetiska koordinater

Vid beräkningen från plana till geodetiska koordinater går man via geografiska koordinater (φ , $\delta\lambda$), precis som vid den omvända beräkningsgången (se delkapitel B.2.4 Transformation från geodetiska till plana koordinater på sidan 4).

Vid beräkning av den isometriska latituden (φ^0) och longitudskillnaden ($\delta\lambda$) behövs följande variabler (vilka gäller för Bessels ellipsoid);

Förstoringsfaktor: $k^0 = 1,0$

Avplattningen: $f = 1 / 299,152\ 8128$ på sidan 3

Halva storaxeln/ekvatorsradien: $a = 6\ 377\ 397,155$ m på sidan 3

samt formlerna nedan för beräkningar av variablerna:

$$n = \frac{f}{(2-f)} \quad \text{(Se 10a)}$$

$$\hat{a} = \frac{a}{(1+n)} \left(1 + \frac{1}{4}n^2 + \frac{1}{64}n^4 \right) \quad \text{(Se 10b)}$$

$$\xi = \frac{x}{k^0 \cdot \hat{a}} \quad \text{(16a)}$$

$$\eta = \frac{y}{k^0 \cdot \hat{a}} \quad \text{(16b)}$$

Värdena för de fyra koefficienterna som behövs beräknas enligt formlerna nedan:

$$\delta 1 = \frac{1}{2}n - \frac{2}{3}n^2 + \frac{37}{96}n^3 - \frac{1}{360}n^4 \quad \text{(17a)}$$

$$\delta_2 = \frac{1}{48}n^2 + \frac{1}{15}n^3 - \frac{437}{1440}n^4 \quad (17b)$$

$$\delta_3 = \frac{17}{480}n^3 - \frac{37}{840}n^4 \quad (17c)$$

$$\delta_4 = \frac{4397}{161280}n^4 \quad (17d)$$

De två slutliga parametrarna som behövs för att beräkna longitudskillnaden och isometriska latituden är;

$$\xi' = \xi - \delta_1 \cdot \sin 2\xi \cdot \cosh 2\eta - \delta_2 \cdot \sin 4\xi \cdot \cosh 4\eta - \delta_3 \cdot \sin 6\xi \cdot \cosh 6\eta - \delta_4 \cdot \sin 8\xi \cdot \cosh 8\eta \quad (18a)$$

$$\eta' = \eta - \delta_1 \cdot \cos 2\xi \cdot \sinh 2\eta - \delta_2 \cdot \cos 4\xi \cdot \sinh 4\eta - \delta_3 \cdot \cos 6\xi \cdot \sinh 6\eta - \delta_4 \cdot \cos 8\xi \cdot \sinh 8\eta \quad (18b)$$

Beräkning av longitudskillnaden ($\delta\lambda$):

$$\delta\lambda = \operatorname{atan}\left(\frac{\sinh \eta'}{\cos \xi'}\right) \quad (19)$$

Beräkning av isometriska latituden (φ^0):

$$\varphi^0 = \operatorname{asin}\left(\frac{\sin \xi'}{\cosh \eta'}\right) \quad (20)$$

I omräkningen från isometrisk latitud till geografisk latitud används ytterligare fyra koefficienter där Första excentricitetskvadranten: $e^2 = f(2-f) \sim 0,006\ 674\ 372\ 2318$ på sidan 3 är den som gäller för Bessels ellipsoid.

$$A^\circ = e^2 + e^4 + e^6 + e^8 \quad (21a)$$

$$B^\circ = -\frac{1}{6}\left(7e^4 + 17e^6 + 30e^8\right) \quad (21b)$$

$$C^\circ = \frac{1}{120}\left(224e^6 + 889e^8\right) \quad (21c)$$

$$D^\circ = -\frac{1}{1260} \cdot 4279e^8 \quad (21d)$$

Slutligen beräknas den geografiska latituden fram enligt:

$$\varphi = \varphi^\circ + \sin \varphi^\circ \cos \varphi^\circ \left(A^\circ + B^\circ (\sin \varphi^\circ)^2 + C^\circ (\sin \varphi^\circ)^4 + D^\circ (\sin \varphi^\circ)^6 \right) \quad (22)$$

I omvandlingen mellan geografiska och geodetiska koordinater ändras inte latituden (φ). Däremot behöver en enklare beräkning i enlighet med formel (7) utföras.

Alla ovanstående formler och variabler är hämtade från HMK-Ge:GPS, C.2 Gauss konforma projektion, där inget annat anges.

B.3.3 Transformation från geodetiska till cartesiska koordinater, referenssystem RT 90/RH 70

Variablerna för Bessels ellipsoid som skall användas är de samma som används i delkapitel B.2.3 *Transformation från cartesiska till geodetiska koordinater, referenssystem RT 90/RH70* på sidan 3. Dessa är halva storaxeln, avplattningen, första excentricitetskvadranten och tvärkrökningsradien.

Med användandet av ovan angivna variabler räknas de cartesiska koordinaterna fram ur de geodetiska koordinaterna med hjälp av följande formler:

$$X = (N' + h) \cdot \cos \varphi \cdot \cos \lambda \quad (\text{Se 2a})$$

$$Y = (N' + h) \cdot \cos \varphi \cdot \sin \lambda \quad (\text{Se 2b})$$

$$Z = \left(N' \left(1 - e^2 \right) + h \right) \cdot \sin \varphi \quad (\text{Se 2c})$$

(HMK-Ge:GPS, C.1 Transformationer mellan X, Y, Z och φ , λ , h .)

B.3.4 Transformation från referenssystem RT 90/RH 70 till WGS 84

Denna transformation innebär att man byter från Bessels ellipsoid till GRS 80-ellipsoiden.

Translationsvariablerna längs respektive axel:

$$\Delta x = 424,3 \text{ m}$$

$$\Delta y = -80,5 \text{ m}$$

$$\Delta z = 613,1 \text{ m}$$

Skalkorrekturen:

$$\delta = 0,0 \text{ mm/km}$$

Rotationen längs respektive axel:

$$\omega_x = 21,314\,833\,49 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$$

$$\omega_y = -9,631\,308\,59 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$$

$$\omega_z = 25,135\,650\,11 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$$

Vid en jämförelse med parametrarna för den omvända beräkningsgången framgår det klart och tydligt att dessa är de samma men med omvänt tecken.

Rotationsmatrisen (R);

$$R = \begin{bmatrix} 1 & \omega z & -\omega y \\ -\omega z & 1 & \omega x \\ \omega y & -\omega x & 1 \end{bmatrix} \quad (23)$$

Transformationsformeln blir enligt följande:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{bmatrix} + (1 + \delta) R \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (24)$$

där

x, y, z = cartesiska koordinater i WGS 84-systemet ("till-systemet")

X, Y, Z = cartesiska koordinater i RT 90-systemet ("från-systemet")

B.3.5 Transformation från cartesiska till geodetiska koordinater, referenssystem WGS 84

Variablerna som skall användas är de samma som används i delkapitel *B.2.1 Transformation från geodetiska till cartesiska koordinater, referenssystem WGS 84* på sidan 2. Dessa är halva storaxeln, första excentricitetskvadranten och tvärkrökningensradien för GRS 80-ellipsoiden.

Ingående i transformationsformlerna är även följande variabler som räknas fram:

$$p = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad (\text{Se 5a})$$

$$\theta = \text{atan}\left(\frac{Z}{p\sqrt{1-e^2}}\right) \quad (\text{Se 5b})$$

De tre transformationsformlerna ser ut enligt följande:

$$\lambda = \text{atan}\left(\frac{Y}{X}\right) \quad (\text{Se 6a})$$

$$\varphi = \text{atan}\left(\frac{Z + \left(\frac{a \cdot e^2}{\sqrt{1-e^2}}\right) (\sin \theta)^3}{p - a \cdot e^2 \cdot (\cos \theta)^3}\right) \quad (\text{Se 6b})$$

$$h = \frac{P}{\cos \varphi} - N' \quad (\text{Se 6c})$$

Märk här att latituden (φ) först måste räknas fram innan höjden (h) kan bestämmas, då latituden behövs för att bestämma tvärkrökningsradien (N').

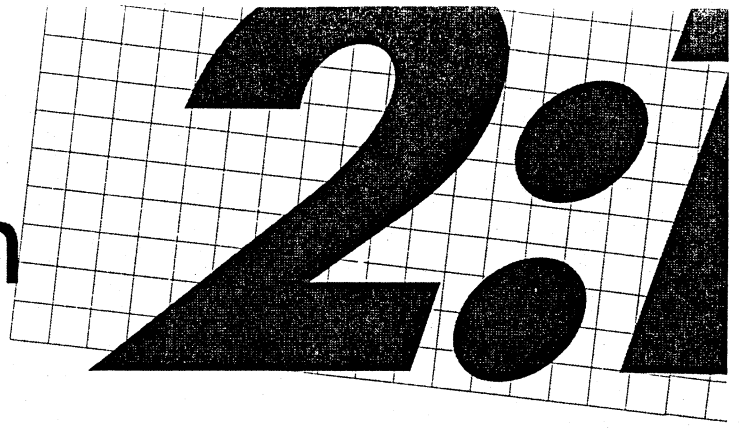
Se HMK-Ge:GPS, C.1 Transformation mellan X, Y, Z och φ , λ , h .

Bilaga C Kartdatabaser

En kort sammanfattning ges här över de två kartdatabaserna, GSD - Gröna kartan och GSD - Röda kartan. Sammanfattningen ges i forma av databasernas produktblad sådana de presenteras på Internet.

Adressen på Internet är www.lm.se^[1].

GSD Gröna kartan



GEOGRAFISK YTTÄCKNING

Under successiv uppbyggnad, täcker idag ca en fjärdedel av landet.

● Innehåll

GSD Gröna kartan innehåller följande data:

- *Administrativ indelning*

Riks-, läns-, kommun- och församlingsgränser.

- *Hydrografi*

Vattendrag i fyra storleksklasser.

- *Markslag och markanvändning*

Slutna områden kartbladsvist med referenspunkter och kombinationskodade begränsningslinjer för: Vattenytor, barr- och blandskog, lövskog, hyggen, odlad mark och annan öppen mark samt slutna bebyggelse, hög- och låghusbebyggelse, industriområden och fritidsbebyggelse.

Sankmark (3 klasser), torvtäkter, berg i dagen och fruktodlingar.

Blockmark.

- *Kommunikationer*

Allmänna vägar indelade i motorväg, allmän väg klass I, II och III samt genomfartsled, större gata, gata och gata inom slutna bebyggelse. Enskilda vägar är indelade i bättre bilväg, bilväg, sämre bilväg, traktorväg och uppfartsväg. Dessutom ingår parkvägar, vandringsleder, stigar, elljusspår, vändplaner och vägbommar.

Normal- och smalspåriga järnvägar uppdelade på enkel- eller dubbelspår samt uppgift om elektrifiering. Övriga spårvägar och tunnelbana ovan mark samt symbolpunkter för stationer.

Kraftledningar, transformatorområden och transformatorer. Kraftledningarna är indelade i

stamledningar och regionledningar.

Flygbanor och linbanor.

Vägar, järnvägar och ledningar är inte nätverksbildade.

- *Bebyggelse*

Anläggningsområden för produktion respektive fritidsverksamhet. Bostadshus och andra byggnader (7 klasser), kyrkor, master, torn m m som punktobjekt.

- *Bestämmelser*

Nationalparker, naturreservat, naturvårdsområden, övriga reservat, djurskyddsområden, fornlämningar samt militära övningsområden, skyddsområden och skjutfält.

- *Text*

Karttext i form av bebyggelsenamn, naturnamn, upplysningstext samt höjduppgifter ingår i databasen. Texten är kartografisk och således inte fysiskt kopplad till respektive objekt.

- *Nivåkurvor*

Djupkurvor i vatten vid kusten levereras på speciell begäran. Höjdkurvor finns som särskild produkt.

● Aktualitet och ajourhållning

Innehållet i GSD Gröna kartan uppdateras vid revidering av den tryckta kartan. Revidering planeras ske vart femte år.

● Insamlingsmetod

Databasen har byggts upp med hjälp av ortogeometri. De flesta linjeobjekten och punktobjekten har bordsdigitaliserats. Markslag och markanvändning har framställts genom scanning av underlag i 1:10 000 respektive 1:25 000.

● Basstruktur

Databasen är lagrad kartbladvis, 25x25 km och omfattar ca 15 Mb. Databaserna är endast kartografiskt konnekterade med varandra.

● Användning

GSD Gröna kartan kan användas som bakgrund vid tematiska presentationer samt vid översiktlig fysisk planering.

● Leverans

GSD Gröna kartan levereras enligt dess bladindelning. Huvudformaten för leverans är ARC/INFO, MapInfo eller KF85 med koordinater i rikets system. Kundenpassade leveranser och koordinattransformationer kan ske mot särskild ersättning. Leveransmedia bestäms efter överenskommelse med kund.

● Förmedling

GSD säljs och distribueras via kontor inom Metria, som ingår i Lantmäteriverket.

Malmö, Box 50590, 202 15 Malmö,
tel 040-660 81 70.

Göteborg, 403 40 Göteborg,
tel 031-701 31 50.

Karlstad, Box 1068, 651 15 Karlstad,
tel 054-14 04 50.

Katrineholm, Köpmangatan 18, 2 tr,
641 30 Katrineholm,
tel 0150-160 50.

Kartcentrum, Box 511, 162 15 Vällingby,
tel 08-687 98 00.

Märsta, 195 85 Märsta,
tel 08-59 12 62 14.

Gävle, 801 82 Gävle,
tel 026-63 30 00.

Falun, Trotskatan 37B, 791 72 Falun,
tel 023-73 30 30.

Östersund, Box 366, 831 25 Östersund,
tel 063-14 65 00.

Härnösand, Box 154, 871 23 Härnösand,
tel 0611-881 70.

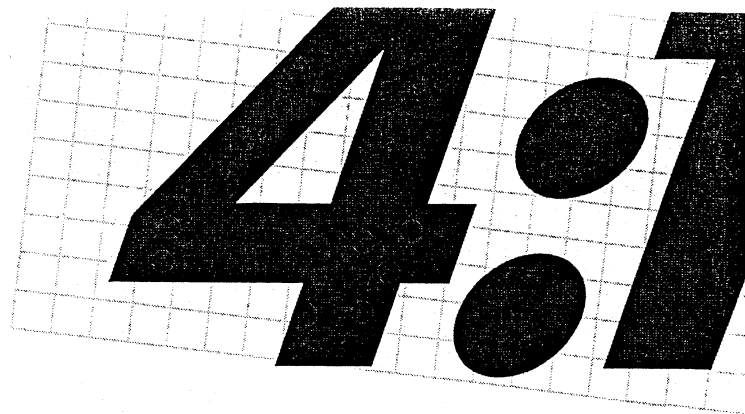
Umeå, Box 3044, 903 02 Umeå,
tel 090-10 75 50.

Luleå, Box 847, 971 26 Luleå,
tel 0920-967 00.

L A N T M Ä T E R I V E R K E T



GSD Röda kartan



GEOGRAFISK YTTÄCKNING
Rikstäckande.

● Innehåll

GSD Röda kartan innehåller följande information:

• *Bebyggelse*

Begränsningslinje för tätorter från SCB:s tätortsavgränsningar samt annan koncentrerad bebyggelse, t ex tät fritidshusbebyggelse.

Övriga byggnader, t ex slott, kyrkor, akutsjukhus, kärnkraftverk, vindkraftverk m m.

• *Kommunikationer*

Allmänna och enskilda bilvägar samt trafikplatser.

De allmänna vägarna är indelade i motorväg, motortrafikled, riks-, läns- och övriga vägar.

Järnvägar och stationer. Järnvägarna är indelade i enkelspår, dubbelspår, smalspår och industrispår.

Flygplatser indelade i tre klasser samt helikopterlandningsplatser.

Kraftledningar indelade i tre klasser.

Vandringsled, linbana, skidlift m m.

• *Mark och vegetation*

Begränsningslinje och identitetspunkt för skog, öppen mark, kalfjäll, glaciär större än 6 ha samt sankmark större än 36 ha.

• *Hydrografi*

Begränsningslinje och identitetspunkt för hav, sjö större än 6 ha samt vattendrag bredare än 100 m.

Begränsningslinje för öar större än 5 ha.

Vattendrag längre än 5 km och med avrinningsområde större än 1 km².

Dammar, slussar mm.

• *Administrativ indelning*

Riks-, territorial, läns-, kommun- och församlingsgräns större än 1 km² redovisas.

• *Bestämmelser*

Begränsningslinje och identitetspunkt för alla nationalparker.

Begränsningslinje och identitetspunkt för naturreservat, privata reservat, naturvårdsområden, domänreservat, fågelskydds- och sälskyddsområden större än 1 km².

Begränsningslinje och identitetspunkt för alla militära skyddsområden och militära övningsområden större än 1 km².

Begränsningslinje för militära skjutfält större än 1 km².

• *Text*

Texten, uppdelad på olika kategorier, är kartografisk och innehåller bebyggelse- och naturnamn samt upplysningstext.

• *Nivåkurvor*

Höjdkurvor finns som separat produkt.

● Aktualitet och ajourhållning

Administrativ indelning ajourhålls en gång per år.

Övriga objekt ajourhålls i samband med revidering av de tryckta kartorna.

● Insamlingsmetod

Databasen består huvudsakligen av data från GSD Blå kartan, GSD Översiktlig väg och GSD Naturvårdsobjekt. Underlag från Översiktskartan och Blå kartan har digitaliserats manuellt eller automatiskt. Innehållet i databasen är kartografiskt anpassat för skalområdet.

● Basstruktur

Objekten är uppdelade i skikt. All information är kodad objektvis och lagrad i vektorform. Samtliga ytor har en identitetspunkt och är lagrade som slutna områden med kodade begränsningslinjer enligt hierarkisk indelning.

● Datamängd

Hela databasen omfattar ca 257 Mb.

● Användning

GSD Röda kartan är lämplig som bakgrund för olika typer av tematiska presentationer i skalområdet 1:100 000 – 1:500 000.

● Leverans

GSD Röda kartan levereras länsvis. Huvudformaten för leverans är KF85, ARC/INFO, DXF, MapInfo eller ett generellt ASCII-format, samtliga med koordinater i rikets system. Kundenpassade leveranser och koordinattransformationer kan ske mot särskild ersättning. Leveransmedia bestäms efter överenskommelse med kund.

● Förmedling

GSD säljs och distribueras via kontor inom Metria, som ingår i Lantmäteriverket.
Malmö, Box 50590, 202 15 Malmö,
tel 040-660 81 70.

Göteborg, 403 40 Göteborg,
tel 031-701 31 50.

Karlstad, Box 1068, 651 15 Karlstad,
tel 054-14 04 50.

Katrineholm, Köpmangatan 18, 2 tr,
641 30 Katrineholm,
tel 0150-160 50.

Kartcentrum, Box 511, 162 15 Vällingby,
tel 08-687 98 00.

Märsta, 195 85 Märsta,
tel 08-59 12 62 14.

Gävle, 801 82 Gävle,
tel 026-63 30 00.

Falun, Trotsgatan 37B, 791 72 Falun,
tel 023-73 30 30.

Östersund, Box 366, 831 25 Östersund,
tel 063-14 65 00.

Härnösand, Box 154, 871 23 Härnösand,
tel 0611-881 70.

Umeå, Box 3044, 903 02 Umeå,
tel 090-10 75 50.

Luleå, Box 847, 971 26 Luleå,
tel 0920-967 00.

L A N T M Ä T E R I V E R K E T



Bilaga D Kategoriindelning

De två filer i vilka kategoriindelning skrivs in för användning i MapLink programmet heter features.map och FEATURES.

I den första filen, feature.map, skrivs först koden för kartkategorien sedan koden för databaskategorien och sist en förklaring till databaskategorien. En kartkategori kan bestå av flera databaskategorier, däremot kan det omvända inte förekomma.

För utförligare beskrivning av databasens kategorikoder hänvisas till Röda kartans kodlista^[p].

FEATURES består av en uppräkningslista av de olika kartkategorierna och även en namngivning av dem, så att användaren av MapLink vet vilken kategori det rör sig om. Innehållet i filen presenteras inne i programmet och används då presentationen skall bestämmas.

69	No feature	N Station, hamn, linbana, fpl
70	Hav	N Flygplats
71	O	N Laen
72	Sjo	N Landskap
73	Skog	N Kommun
74	Oppen mark	N Naturreseervat
75	Kaifjall	N Nationalpark
76	Glacier	N Naturnamn
77	Sankmark	N Upplysningstext, liten
78	Taort	N Upplysningstext, stor
79	Annan konc bebyggelse	N Hojdsiffror
80	Kustlinje	N Vaegnamn
81	Vattendrag, I	N Vaegnummer
82	Vattendrag, II	N Vattenytor
83	Vattendrag, III	N Vattenytor, stora
84	Vattendrag, IV	N Myr
85	Motorvag	N Vattendrag
17	Motortrafikled	N Kommuncentrar
18	Allmanna vagar	N Kommuncentrar, stort
19	Allmanna vagar, sma	N Taortsdelar
20	Enskilda vagar	N Hojdkurvesiffror
21	Vag-Faerja	N Djupvaerden
22	Vag-Faerja, sma	
23	Jarnvag	
24	Jarnvag, smalsparig	
25	Jarnvag, industrispar	
26	Led	
27	Militara omraden	
28	Nationalpark	
29	Naturreseervat	
30	Naturvards omrade	
31	Reservat	
32	Fagelskydds omrade	
33	Saelskydds omrade	
34	Reservat, sma	
35	Riksgraens	
36	Territorialgraens	
37	Landskapsgraens	
38	Lansgraens	
39	Kommungraens	
40	Forsamlingsgraens	
41	Stam- och regionlednig	
42	Regionlednig	
43	Dammar	
44	Flygplats	
45	Polcirkeln	
46	Hojdpunkter	
47	Jarnvagstation	
48	Vindkraftverk	
49	Fyrrar	
50	Slott	
51	Kyrka	
52	Karnkraftverk	
53	Torn	
54	Pylon	
55	Telemaster	
56	Skorsten	
57	Akutsjukhus	
60	N By	
61	N Taort, liten	
62	N Taort, mellan	
63	N Taort, stor	
64	N Bebyggelse, liten	
65	N Bebyggelse, stor	
66	N Taortsdel, liten	
67	N Taortsdel, stor	
68	N Kyrka	

```

#####
# Copyright (c) 1997 by TENET SYSTEMS LTD
# =====
# This configuration file details the mapping between Shapefile feature
# codes and MapLink feature codes.
#
# The format for each entry is
# <MapLink feature code> <Shapefile feature code> <Optional Comment>
# e.g. 1 1234 Motorway
#      1 2345 Dual Carriageway
#      1 3456 A Road
#      1 4567 B Road
#
# This example would map the Shapefile feature codes 1234, 2345, 3456, 4567
# to MapLink Feature Code 1 ("Roads").
# The dbf file field containing the feature code can be defined in
# the configuration file dbf_field.config
#
#####
# - MapLink F/C - Shapefile F/C - Comment -
# e.g 1 5551 River
# e.g 1 5552 Stream
# e.g 1 5553 Estuary
# e.g 2 5554 Motorway
#
0 0 511 Trafikplats
0 0 512 Flygplats, <1200m
0 0 5810 Linbana
0 0 321 Gruva
0 0 331 Hus, strl 1
0 0 332 Hus, strl 2
0 0 333 Hus, strl 3
0 0 334 Hus, vinkelbyggnad
0 0 341 kåta
0 0 421 Fast fornlämning
0 0 571 Flygplats, gräsfält
0 0 572 Helikterlandingsplats
0 0 591 Skidlift
0 0 921 Sluss
0 0 1 Namn Enstaka hus, gård
0 0 2 Namn Liten by
0 0 17 Namn Annan kyrka, kapell
0 0 19 Namn Församlingskyrka inom tätort
0 0 27 Namn Offentlig byggnad (skola mfl)
0 0 43 Namn Nationalpark, liten
0 0 51 Namn Vandringsled
0 0 52 Namn Naturnamn, små omr
0 0 53 Namn Naturnamn, litet omr
0 0 71 Namn Industri, gruva, fyr, sluss mm
0 0 74 Namn Fornlämning
0 0 82 Namn Vattenytor, mycket små
0 0 83 Namn Vattenytor, litet omr
0 0 92 Namn Vattendrag, små
0 0 93 Namn Vattendrag, mellan
0 0 98 Myrmark, liten
0 0 105 Namn tätort, kommun 200 - 1 999 inv
1 1 902 Hav, territorialt
1 1 903 Hav, internationellt
2 2 801 O
3 3 Vattenyta, sjö
4 4 Skogsmark
5 5 Oppen mark
6 6 Kaifjäll
7 7 Glacier
8 8 Sankmark
9 9 Tätort
10 302 Annan koncentrerad bebyggelse
#####
11 9000 Strandkontur, hav
11 9009 Stängning kust
12 9021 Kanal, Klass I
12 9110 Vattendrag, " -
12 9120 Vattendrag, " -
12 9130 Vattendrag, " -
12 9140 Vattendrag, " -
12 9150 Vattendrag, " -
12 9240 " -
12 9250 " -
12 9340 " -
12 9350 " -
12 9450 " -
12 9550 " -
13 9160 Vattendrag, Klass II
13 9260 " -
13 9360 " -
13 9460 " -
13 9560 " -
14 9660 " -
14 9770 Vattendrag, Klass III
14 9270 " -
14 9370 " -
14 9470 " -
14 9570 " -
14 9670 " -
14 9770 " -
14 9870 " -
14 9022 Kanal, liten " -
15 9180 Vattendrag, Klass IV
15 9280 Vattendrag, " -
15 9380 Vattendrag, " -
15 9480 Vattendrag, " -
15 9580 Vattendrag, " -
15 9680 Vattendrag, " -
15 9780 Vattendrag, " -
15 9880 Vattendrag, " -
16 5011 Motorvag
16 5021 Motorvag
16 5031 Motorvag
16 5012 Motorvag, underfart
16 5022 Motorvag, underfart
16 5032 Motorvag, underfart
16 5013 " - , tunnel
16 5023 " - , tunnel
16 5033 " - , tunnel
17 5111 Motortrafikled
17 5112 Motortrafikled, u
17 5113 Motortrafikled, t
17 5121 Motortrafikled
17 5122 Motortrafikled, u
17 5123 Motortrafikled, t
17 5131 Motortrafikled
17 5132 Motortrafikled, u
17 5133 Motortrafikled, t
18 5211 Allmänna vägar, >7m
18 5212 Allmänna vägar, >7m
18 5213 Allmänna vägar, >7m
18 5221 Allmänna vägar, >7m
18 5222 Allmänna vägar, >7m
18 5223 Allmänna vägar, >7m
18 5231 Allmänna vägar, >7m
18 5232 Allmänna vägar, >7m
18 5233 Allmänna vägar, >7m
18 5311 Allmänna vägar, 5-7m
18 5312 Allmänna vägar, 5-7m
#####

```

18	5313	Allmänna vägar, 5-7m	34	413	Privat reservat, mindre
18	5321	Allmänna vägar, 5-7m	35	4110	Riksgrans
18	5322	Allmänna vägar, 5-7m	36	4120	Territorialgräns
18	5323	Allmänna vägar, 5-7m	37	4410	Landskapsgräns
18	5331	Allmänna vägar, 5-7m	38	4130	Lansgrans
18	5332	Allmänna vägar, 5-7m	38	4131	-, -, ej fastställt
18	5333	Allmänna vägar, 5-7m	39	4140	Kommungräns
18	5334	Allmänna vägar, 5-7m	39	4141	-, -, ej fastställt
19	5411	Allmänna vägar, <5m	40	4150	Församlingsgräns
19	5412	Allmänna vägar, <5m	40	4151	-, -, ej fastställt
19	5413	Allmänna vägar, <5m	41	4510	Stamledning
19	5421	Allmänna vägar, <5m	41	4530	Stam- och regionledning
19	5422	Allmänna vägar, <5m	42	4520	Regionledning
19	5423	Allmänna vägar, <5m	42	3610	Danmark
19	5431	Allmänna vägar, <5m	44	5710	Flygplats, >1200m
19	5432	Allmänna vägar, <5m	45	1610	Policirkeln
19	5433	Allmänna vägar, <5m	46	101	Höjdpunkter
20	5551	Enskild väg	47	561	Järnvägsstation
20	5552	Enskild väg	48	361	Vindkraftverk
20	5553	Enskild väg	49	581	Fyr
21	5015	Motorväg, färja	50	335	Slott
21	5025	-, -, -	51	351	Forsamlingskyrka
21	5035	-, -, -	51	352	Annan kyrka
21	5115	Motortrafikled, färja	52	362	Kärnkraftverk
21	5125	-, -, -	53	322	Torn
21	5135	-, -, -	54	514	Pylon
21	5215	Allmän väg >7, färja	55	323	Telemast
21	5225	-, -, -	56	326	Skorsten
21	5235	-, -, -	57	381	Akutsjukhus
21	5315	Allmän väg 5-7, färja	60	3	Namn Stort by
21	5325	-, -, -	61	5	Tätort, 200 - 1 999 inv
21	5335	-, -, -	62	7	Tätort, 2 000 - 9 999 inv
22	5415	Allmän väg <5, färja	62	8	Tätort, 10 000 - 49 999 inv
22	5425	-, -, -	63	9	Tätort, > 50 000 inv
22	5435	-, -, -	64	10	Namn Anna konc bebyggelse, liten
22	5555	Enskild väg, färja	65	11	Namn Annan konc bebyggelse, stor
23	5611	Järnväg, enkelspårig	66	12	Namn Tätortsdelar, små
23	5612	Järnväg, enkelspårig	66	13	Namn Tätortsdelar, mellan
23	5613	Järnväg, enkelspårig	67	14	Namn Tätortsdelar, stora
23	5621	Järnväg, dubbelspårig	68	18	Namn Forsamlingskyrka
23	5622	Järnväg, dubbelspårig	69	21	Namn Station, hamn, linbana, fpl
23	5623	Järnväg, dubbelspårig	70	25	Namn Flygplats med rullbana
23	5651	Järnväg, byggnation	71	30	Namn Läns namn
23	5652	Järnväg, byggnation	72	33	Namn Landskap
23	5653	Järnväg, byggnation	73	31	Namn Kommun, vanlig
24	5631	Järnväg, smalspårig	73	32	Namn Kommun, stor
24	5632	Järnväg, smalspårig	74	32	Namn Naturreservat
24	5633	Järnväg, smalspårig	75	44	Namn Nationalpark, mellan
24	5641	Järnväg, industrispår	75	42	Namn Nationalpark, stor
25	5642	Järnväg, industrispår	76	45	Namn Nationalpark, stort omr
25	5643	Järnväg, industrispår	76	54	Namn Naturnamn, regionalt omr
26	5561	Fjälled	77	55	Namn Naturuppsättningstext, liten
26	5566	Fjälled längs annan linje	78	61	Namn Naturuppsättningstext, stor
26	5571	Vandringstled	79	76	Namn Höjdsiffr
26	5576	Vandringstled	80	77	Namn Vägnummer
27	432	Militära övningsområden	81	79	Namn Vattenytor, stort område
27	433	Militära skyddsområden	82	84	Namn Vattenytor, regionalt omr
27	4310	Militära skyttfält	85	85	Namn Vattenytor, stort reg omr
28	428	Nationalpark	86	83	Namn Myrmark, stor
28	422	Naturreservat	86	99	Namn Vattendrag, stora
29	424	Naturvårds omr	85	94	Namn Vattendrag, stora
30	424	Naturvårds omr	85	94	Namn Vattendrag, stora
31	423	Privatägt reservat	86	107	Namn Tätort, kommunc 2000 -9999 inv
31	425	Domänreservat	86	108	Namn Tätort, kommunc 10000 -49999 inv
32	426	Fagelskydds omr	87	109	Namn Tätorter, kommunc > 50 000 inv
33	427	Salskydds omr	88	114	Namn Tätortsdelar
34	411	Naturreservat, mindre	89	75	Namn Höjdkurvesiffror
34	412	Doman, mindre	90	91	Namn Djupvärde

Bilaga E Gruppering av kategorier

Tre valmöjligheter med olika detaljeringsgrad (en grundkarta, ett förval och egna inställningar) erbjuds användaren att välja bland.

Grundkarta

Då användaren valt att karta skall visas kommer grundkartan alltid att synas. För presentation av de andra alternativen (förval och egna inställningar) ligger grundkartan hela tiden i botten, dvs under eventuell annan kartpresentation.

För grundkartan har nedan uppräknade kategorier valts ut från kartans kategorier. Denna indelning gäller för kartor med såväl 30 km som 60 km radie och för de båda driftsfallen eldförberedelse och strid. Undantaget är vattendrag där klass IV endast presenteras för 30 km radien.

Kategori:

- Hav
- Sjöar
- Skog
- Sankmark
- Öppen mark
- Kalfjäll
- Glaciär
- Tätort
- Annan koncentrerad bebyggelse
- Riksgräns och Territorialgräns¹⁾
- Vattendrag

För att få en karta med heltäckande ytdata utan hål, måste alla ovanstående kategorier, utom de två sistnämnda, tas med. Öar är ej medtagna eftersom de täcks av skog, öppen mark och sankmark samt eventuella sjöar som finns på öarna.

Förval

Förvalet ökar orienteringsförmågan i kartan. Vad som presenteras på kartan i förvalet varierar med den valda skalan och driftsfall.

Användarna har haft önskemålet att inget förval skall finnas i stridsfallet varför det endast blir två varianter för förvalet. En variant för 30 km och en för 60 km radie i eldförberedelsefallet.

Med grundkartan som bakgrund presenteras följande kategorier för både 30 och 60 km radierna:

- Järnvägar
- Motorväg

1) Riksgräns och Territorialgräns presenteras endast på kartan om tillgång till databasfiler innehållande dessa kategorier levereras.

Motortrafikled
Allmänna vägar (>7, 5-7 och <5 m)

För 30 km radien till kommer:
Enskilda vägar

Egna inställningar

Operatören kan utifrån givna grupper välja vilken information som önskas på kartan utöver grundkartans information. Istället för att välja förval kan man alltså göra egna inställningar utifrån de grupper som finns. De givna grupperna väljs ut var för sig till skillnad från förvalet där alla kategorier presenteras tillsammans. Vilka kategorier som ingår i vilken grupp och i vilken skala anges i *Tabell II*.

Ingen variation mellan grupperna i de båda driftfallen finns.

Tabell II:

Gruppnamn	Kategorier för 60 km	Kategorier för 30 km
Stora vägar	Järnvägar Motorväg Motortrafikled Allmänna vägar >7m Allmänna vägar 5-7m	Järnvägar Motorväg Motortrafikled Allmänna vägar >7m Allmänna vägar 5-7m
Små vägar	Allmänna vägar <5m	Allmänna vägar <5m Enskilda vägar
Vattendrag	Vattendrag klass I, II och III	Vattendrag klass I, II, III och IV
Fasta objekt	Akutsjukhus Fyr Kyrka Kärnkraftverk Pylon Skorsten Telemast Torn Vindkraftverk Kraftledning	Akutsjukhus Fyr Kyrka Kärnkraftverk Pylon Skorsten Telemast Torn Vindkraftverk Kraftledning
Militära områden	Militära områden	Militära områden
Höjdpresentation	Höjdkurvor	Höjdkurvor
Tätortsnamn (liten)	Namn Små tätorter 2000-9999 inv	Namn Små tätorter 2000-9999 inv
Tätortsnamn (mellan)	Namn Mellan tätorter 10000-49999 inv	Namn Mellan tätorter 10000-49999 inv
Tätortsnamn (stor)	Namn Stora tätorter >50000 inv	Namn Stora tätorter >50000 inv

Bilaga F Kategoripresentation

Presentation

Nedan följer en presentation av hur de olika kategorierna presenteras på kartan, oavsett skala. Först anges med vilket grafiskt element som kategorierna symboliseras (punkt/linje/yta) och utformningen på det (heldragen/streckad/rastrerad/symbol m.m.). Därefter kommer färgen för kategorin i eldförberedelsefallet respektive stridsfallet. Färgen är alltså det enda som varierar vid presentation av en och samma kategori i alla de olika presentationsfallen som föreligger. Till sist är visualiseringsvariabeln för kategorin inskriven. Det är den variabeln som används då inställningarna för förvalet och de egna inställningarna görs.

Märk väl att även kategorier som ej presenteras på kartan finns med i tabellen, de är då markerade med grå färg. Anledningen till att kategorierna finns med i tabellen är för det fall att användarna skulle ändra sina önskemål.

Färgerna i tabellen är närmre beskrivna i *Tabell IV* på sidan 4 i denna bilaga. Där preciseras de olika färgerna med sina RGB-värden.

Symbolerna som nämns presenteras med bild i *Bilaga G: Symboler och textfonter*. Där presenteras även beskrivningen av fonterna.

Tabell III:

Kategorier	Symbolisering	Färg Eldförberedelse	Färg Strid	Variabel
Hav, Sjö	Yta, heltäckande	LjusBlå	BlekBlå	-
ö	Yta, heltäckande	LjusGrå	BlekLjusGrå	-
Skog	Yta, heltäckande	GulGrön	BlekMintGrön	-
Öppen mark	Yta, heltäckande	KhakiGul	LjusGråBeige	-
Kalfjäll	Yta, heltäckande	LjusGrå	BlekLjusGrå	-
Glaciärer	Yta, heltäckande	Vit	Vit	-
Sankmark	Yta, heltäckande	GrönBrun	KhakiGrön	-
Tätort, Annan koncentrerad bebyggelse	Yta, heltäckande	AprikosBrun	LjusRödGrå	-
Kustlinje	Linje, heldragen, smalaste	HimmelsBlå	BabyBlå	vis_kust
Vattendrag klass I, II, III	Linje, heldragen, smalaste	LjusBlå	BlekBlå	vis_flod
Vattendrag klass IV	Linje, heldragen, smalaste	LjusBlå	BlekBlå	vis_sma_flod
Motorvägar, Motortrafikleder	Linje, heldragen, näst smalaste	BrunGrå	Grå	vis_vag
Allmänna vägar >7m, Allmänna vägar 5-7m	Linje, heldragen, smalaste	BrunGrå	Grå	vis_vag

Tabell III:

Kategorier	Symbolisering	Färg Eldförberedelse	Färg Strid	Variabel
Allmänna vägar <5m	Linje, heldragen, smalaste	BrunGrå	Grå	vis_sma_vag
Enskilda vägar	Linje, heldragen, smalaste	BlåGrå	BlekGrå	vis_min_vag
Vägfärja	Heldragen linje (smalaste)	BlåGrå	BlekGrå	vis_farja
Vägfärja, liten	Heldragen linje (smalaste)	BlåGrå	BlekGrå	vis_sma_farja
Järnväg vanlig, smalspårig och industrispår	Linje, streckad, näst smalaste	BrunSvart	GrönGrå	vis_jv
Led (Fjäll, Vandring)	Linje, prickad, smalaste	BlåGrå	BlekGrå	vis_led
Militära områden	☒ Yta, genomskinlig, linjerastrerad ☒ Linje, heldragen, smalaste	Lila	LjusLila	vis_Momr
Nationalpark, Naturresevat, Naturvårdsområde, Reservat, Fågelskyddsområde, Sältskyddsområde	Yta, genomskinlig, korslinjerastrerad	GrönBrun	KhakiGrön	vis_reserv
Små reservat	Punkt, stjärnformad	GrönBrun	KhakiGrön	vis_reserv
Riksgräns, Territorialgräns	Linje, punkt-streckad, tjockaste	Röd	Rosa	vis_svgr
Landskapsgräns	Linje, punkt-streckad, smalaste	Röd	Rosa	vis_lsgr
Stamledning, Stam/regionledning, Regionledning	Linje, punkt-streckad, smalaste	BrunGrå	Grå	vis_ledn
Dammar	Linje, heldragen, näst smalaste	HimmelsBlå	BabyBlå	vis_damm
Flygplats	Linje, heldragen, näst smalaste	Svart	MörkGrå	vis_flyg
Höjdpunkter	Punkt, symbol: -	Svart	MörkGrå	vis_hpkt
Järnvägsstation	Punkt, symbol: -	Svart	MörkGrå	vis_jvst
Vindkraftverk	Punkt, symbol: vindkraftverk	Svart	MörkGrå	vis_vind
Fyrar	Punkt, symbol: fyr	Svart och Vit	MörkGrå och Vit	vis_fyr
Slott	Punkt, symbol: -	Svart	MörkGrå	vis_slott
Kyrka	Punkt, symbol: kyrka	Svart	MörkGrå	vis_kyrka
Kärnkraftverk	Punkt, symbol: skorsten	Svart	MörkGrå	vis_karnkr
Torn	Punkt, symbol: torn	Svart	MörkGrå	vis_torn
Pylon	Punkt, symbol: torn	Svart	MörkGrå	vis_pylon
Telemast	Punkt, symbol: telemast	Svart	MörkGrå	vis_mast

Tabell III:

Kategorier	Symbolisering	Färg Eldförberedelse	Färg Strid	Variabel
Skorsten	Punkt, symbol: skorsten	Svart	MörkGrå	vis_skors
Akutsjukhus	Punkt, symbol: sjukhus	Svart och Vit	MörkGrå och Vit	vis_sjkh
Namn, Tätort mini och liten Annan bebyggelse liten	Text, font 4 (strl. 0.025)	Svart	MörkGrå	vis_sma_ort
Namn, Tätort mellan Annan bebyggelse stor	Text, font 8 (0.027)	Svart	MörkGrå	vis_mel_ort
Namn, Tätort stor ¹⁾	Text, font 8 (strl. 0.03)	Svart	MörkGrå	vis_ort
Namn, Tätort/Kommun- centra mini och liten	Text, font 1 (strl. 0.03)	Svart	MörkGrå	vis_sma_ort
Namn, Tätort/Kommun- centra mellan, Tätortsdel/ Kommuncentra	Text, font 1 (strl. 0.03)	Svart	MörkGrå	vis_mel_ort
Namn, Tätort/Kommun- centra stor	Text, font 12 (strl. 0.035)	Svart	MörkGrå	vis_ort
Namn, Vattendrag	Text, font 10	HimmelsBlå	BabyBlå	vis_N_flod
Namn, Vattenytor	Text, font 10	Svart	MörkGrå	vis_N_sjo
Höjdkurvor 0 - 80 m 90 - 190 200 - 390 400 - 690 700 - 1190 1200 - 2200	Heldragen linje	Svart BrunSvart BrunGrå Blå Grå BlekBlåGrå LjusGrå	MörkGrå GrönGrå Grå BlekGrå LjusGråGrön BlekLjusGrå	vis_hojd vis_hojd_30 ²⁾

1) Kategorin finns i dagsläget ej med i databasen

2) Vis_hojd är alltid tillslagen då höjdkurvorna visas. Varannan kurva släcks/tänds då skalan ändras. I 30 km fallat, som innehåller dubbelt så många höjdkurvor, är vis_hojd_30 tänd.

RGB-tabell

RGB-värdena för de namngivna färgerna ges i tabellen nedan. RGB står för rött, grönt och blått, vilket är de tre additiva grundfärgerna som alla färger nedan är sammansatta av.

Tabell IV:

Nr	Färgbenämning	R (Röd)	G (Grön)	B (Blå)
0	Svart	0.0	0.0	0.0
1	BrunSvart	0.38	0.38	0.38
2	BrunGrå	0.54	0.53	0.56
3	MörkGrå	0.60	0.64	0.64
4	BlåGrå	0.62	0.66	0.68
5	GrönGrå	0.68	0.75	0.74
6	Grå	0.78	0.80	0.78
7	BlekBlåGrå	0.76	0.82	0.82
8	BlekGrå	0.82	0.84	0.82
9	LjusGrå	0.86	0.88	0.86
10	BlekLjusGrå	0.92	0.94	0.94
11	LjusGråGrön	0.82	0.88	0.84
12	Vit	1.0	1.0	1.0
13	Röd	1.0	0.28	0.28
14	Rosa	1.0	0.68	0.70
15	LjusRödGrå	0.92	0.88	0.85
16	HimmelsBlå	0.60	0.78	1.0
17	LjusBlå	0.71	0.84	0.94
18	BabyBlå	0.81	0.88	0.94
19	BlekBlå	0.85	0.90	0.96
20	GrönBrun	0.64	0.66	0.58
21	GulGrön	0.72	0.82	0.64
22	KhakiGrön	0.81	0.86	0.76
23	BlekMintGrön	0.85	0.90	0.83
24	Lila	0.62	0.60	0.94
25	LjusLila	0.80	0.74	0.92
26	AprikosBrun	0.84	0.67	0.61
27	KhakiGul	0.86	0.86	0.69
28	LjusGråBeige	0.92	0.92	0.88
29	-	-	-	-
30	-	-	-	-
31	-	-	-	-

Färgtabell till de olika färgerna ovan.








Tänk på att färgerna på verkas av sin omgivning. Färgerna i färgtabellen kan därför se annorlunda ut på kartan.

	1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	31

Figur 26: Färgtabell

Bilaga G Symboler och textfonter

De symboler som används på kartan presenteras i bild här nedan eftersom de ej finns fördefinierade i MapLink.

	Sjukhus
	Fyr
	Kyrka
	Skorsten (gäller även för kärnkraftverk)
	Telemast
	Torn (gäller även för pylon)
	Vindkraftverk

Fonterna för texten i kartan anges med ett fontnummer. Nedan presenteras de fontnummer som används i kartan.

Font 1: Helvetica Medium Regular

Font 4: Times Medium Regular

Font 8: Helvetica Medium Oblique

Font 10: Times Medium Italic

Font 11: Helvetica Bold Oblique

Font 12: Courier Bold Oblique

Bilaga H Krav på kartan

Denna bilaga behandlar de skriftliga krav och önskemål som ställts på kartan i inledningsskedet. Bilagan användes vid ett möte med användarna för att visa hur kraven och önskemålen tillgodosetts. Efter mötet "jämkade" användarna sina krav och önskemål så att de nästan till fullo överensstämde med det förslag som tagits fram.

Uppställningen och kapitelhänvisningarna nedan följer den tekniska rapport i vilken kraven och önskemålen är framställda. Eftersom rapporten är sekretessbelagd kan ingen hänvisning till denna göras utan läsaren får helt förlita sig på det som anges här nedan.

KAPITEL 5: KRAVEN PÅ KARTAN

I kapitel 5 finns några av kraven på kartan skrivna. Dessa krav tas upp här nedan och hur de har tillgodosetts.

Kapitel 5.1 Storleken:

Här står det angivet att kartan skall presenteras i två skalor 30 och 60 km, vilket innebär att kartan skall presenteras i kartfönstret så att minsta radien kring centrumpunkten är 30 respektive 60 km. Kraven är till fullo uppfyllda.

Kapitel 5.2 Terrängdata:

En av anledningarna till att kartklasserna (läs kategorierna) inte presenteras så som det står i rapporten beror på att dessa inte finns med i GSD - Röda kartans databas. OM GSD - Gröna kartan valts istället hade kategoriuppdelningen stämt något bättre överens med den i rapporten. Å andra sidan hade kartan då inte blivit enkel, utan den hade bestått av många små områden, vilket hade lett till en rörig kartbild och cirka 10 gånger mer data.

Tabell V:

Kartklass i rapporten	Kategori i databasen	Kommentar
Vatten	Hav, Sjö, Vattendrag	Vattendragen är uppdelad i fyra olika kategorier.
Myr (våt), Myr (torr)	Sankmark	Den enda motsvarande kategori som finns.
Kalhygge	--	Kategorin finns ej med. Områdena är oftast små och efter 5 - 10 år ser omgivningen annorlunda ut. (Inaktuella uppgifter i databasen.)
Gles barrskog, Tät barrskog, Slyskog, Lövskog	Skog	Den enda motsvarande kategori som finns.

Tabell V:

Kartklass i rapporten	Kategori i databasen	Kommentar
Gles bebyggelse, Tät bebyggelse	Bebyggelse, Annan koncentrerad bebyggelse	Kategorierna stämmer ej överens och därför föreslås att de två kategorierna i kartan slås samman till en.
Öppen mark	Öppen mark	
Berg	Kalfjäll	Den klass som ligger närmst till hand i kartan är kalfjäll. Någon annan motsvarighet finns ej.

Kapitel 5.3 Påtryck:

Anger en uppräknig av vilka kategorier som skall finnas valbara för operatören i de två olika skalorna.

Tabell VI:

Data i rapporten	Kategori	Kommentar
Höjdkurvor	Höjdkurvor	
Stora vägar (motorväg, trafikled, allmän väg 5-7m)	Stora vägar (motorväg, trafikled, allmän väg >7 m, allmän väg 5-7 m)	
Små vägar (allmän väg <5 m)	Små vägar (allmän väg <5 m)	Det är möjligt att även lägga till enskilda vägar här.
Järnvägar	Järnvägar (enkelspår, dubbelspår, smalspår, industrispår, spår under byggnad)	
Fasta objekt (Kyrka, Mast, Torn m.fl.)	Fasta objekt (Kyrka, Mast, Torn m.fl.)	
Tätortsnamn, liten (- 9 999)	Tätortsnamn, liten (200 - 1 999, 2 000 - 9 999)	
Tätortsnamn, mellan (10 000 - 49 999)	Tätortsnamn, mellan (10 000 - 49 999)	

Tabell VI:

Data i rapporten	Kategori	Kommentar
Tätortsnamn, stor (50 000 -)	Tätortsnamn, stor (50 000 -)	
Namn på vattendrag	Namn på vattendrag (stora)	Finns även för små och mellan vattendrag.
Namn på sjöar	Namn på sjöar (Vat- tenytor: stort område, stort regionalt område, regionalt område)	Finns även Vattenytor: litet område, mycket små områden.
Namn på öar		En kategori kallad Önamn finns ej.

Övriga kategorier av intresse

Nedan följer en uppräknig av kategorier som finns men ej finns med i rapporten.

Glaciärer

Allmän väg >7 m (- Nämns ovan)

Enskild väg (- Nämns ovan)

Vägfärjor för olika väglklasser

Fjälled, Vandringsled

Militära områden (övningsområden, skyddsområden, skjutfält)

Nationalpark, Naturresevat, Djurskyddsområden e.t.c.

Landskapsgräns (övriga administrativa gränser finns ej tillgängliga för tillfället)

Kraftledningar (Stam- och regionledningar)

Namnuppdelning, Höjdsiffror m.m.

Följande två klasser finns, men de framträder ej i samband med de övriga klasserna då de blir "överritade".

Kustlinje

Öar

Bilaga I Parametervärden

De värden som använts på olika parametrar i MapLink anges i programmets koordinater. Detta innebär att programmet ser till att de filer som används precis får plats i ett fönster som har storleken 75*100 enheter. För filerna över Sverige får det till följd att Sverige, räknat i programmets koordinater, blir 75 längdenheter långt. De parametrar som använts i MapLink vid olika tillfällen får då följande värden:

Parametrarna för punktalgoritmen vid generalisering av terrängdata:

Avstånd mellan två punkter = 0,002 enheter (motsvarar ~40 m)

Totalt avstånd mellan en serie av punkter = 0,006 enheter (motsvarar ~125 m)

Parametrarna för punktalgoritmen vid generalisering av höjdmodellen:

Avstånd mellan två punkter = max 0,1 enheter (motsvarar ~ 2 050 m)

Totalt avstånd mellan en serie av punkter = max 0,3 enheter (motsvarar ~ 6 200 m)

Parametrar för uppdelning i kartrutor:

Bredd på kartruta = 1,94*1,94 enheter (ger en geografisk täckning på 40*40 km)

Nedre vänstra hörnet på kartan i vk: x=28, y=-1

Antal kartrutor i x-led = 25, i y-led = 42

Med de parametervärden som angetts ovan täcks Sverige av totalt 487 rutor. En karta görs för terrängdata och en genomsnittlig karta görs för höjdmodellen. Då varje kartruta sparas i sin egen fil och varje karta har en grundfil blir det totala antalet filer 976.

Bilaga J	Förkortningar
DTED	Digital Terrain Elevation Data
EUREF 89	European Reference Frame 1989
GGD	Grundläggande Geografiska Data
GPS	Global Positioning System
GRS 80	Geodetic Reference System 1980
GSD	Geografiska Sverige Data
IERS	International Earth Rotation Service
ITRF	IERS Terrestrial Reference Frame
LMV	Lantmäteriverket
MB	Mega Byte
RBS23	Robotsystem 23
RH 70	Rikets höjdsystem 1970
RN 92	Rikets geoidhöjdsystem 1992
RR 92	Rikets referenssystem 1992
RT 90	Rikets triangelnät 1990
SWEREF 93	Swedish Reference Frame 1993
SL-GMS	Sherill-Lubinski Corporation, Graphical Modeling System
WGS 84	World Geodetic System 1984

Storskalig karta - Kartor med hög lägesnoggrannhet (exempel på skalområden från 1:200 till 1:5 000).

Småskaliga kartor - Kartor med lägre lägesnoggrannhet som täcker större områden (exempel röda kartan skala 1:250 000).

