FÖRSVARSMAKTEN

Lärobok

Soldaten och kartan

2023

Lärobok
Soldaten och kartan

L SOK 2023

© Försvarsmakten har upphovsrätt till detta verk.

Bilder på omslaget:	Jimmy Croona, Försvarsmakten
Grafisk bearbetning:	FMLOG Försörjning, Grafisk Produktion, samt övlt Anders Karlsson, HKV FST STÖD LEDUND Gf
Produktionsid:	221125017
Produktionsformat:	Word, A4, 2022 års typografi
M-nr:	M7735-354018
Publikationsområde:	FST STÖD LED PUBL
Tryck:	Försvarsmakten, FMLOG Försörjning

VIDAR-handling: FM2022-20729:2

Beslut om fastställande av Lärobok Soldaten och kartan 2023

Lärobok Soldaten och kartan 2023 (L SOK 2023) Version 2.0 fastställs att gälla från och med 2023-03-01. Publikationens registrerade M-nummer är M7735-354018.

Följande upphävs 2023-03-01:

Lärobok Soldaten och kartan 2017 Version 1.0, gällande från 2017-12-18

De övriga publikationerna i soldaten och kartan serien revideras inte vid detta tillfälle.

Publikationen tillgängliggörs genom publicering på intranätet Emilia och www.forsvarsmakten.se.

Publikationen distribueras och lagerhålls vid FMCL/FBF.

Detta beslut är fattat av brigadgeneral Mattias Hanson. I den slutliga handläggningen har deltagit överstelöjtnant Anders Karlsson, kommendörkapten Magnus Kedeby och överste Johan Magnusson, den sistnämnda tillika som föredragande.

Mattias Hanson
Ledningssystemchef

Johan Magnusson

ÄNDRINGAR

Version	Ändring nr	Gäller från	Vidarhandling för beslut	Anmärkning
1.0	0	2017-12-18	FM2016-10415:11	Beslut av Ledningssystemchefen (LSC)
2.0	0	2023-03-01	FM2022-20729:2	Utgivningsår 2023

Förslag på ändringar och förtydliganden etc sammanställs publikationsområdesvis insänds linjevägen till hkv-geoinfo@mil.se.

Skriv i ämnesraden: Lärobok Soldaten och kartan 2023 – Ändringsförslag.

Upptäckta felaktigheter i handboken avvikelserapporteras i PRIO. Se FM2022-20729 vem som är huvudhandläggare.

FÖRORD

Lärobok Soldaten och kartan utgör en teoretisk grund i Soldaten och kartan-serien. Läroboken grundar sig på Faktabok Soldaten och kartan 1993, som sedan blev den första versionen av Lärobok Soldaten och kartan 2017. Nu har hela innehållet i läroboken setts över och uppdaterats genom en revidering till Lärobok Soldaten och kartan 2023. Bland annat har fokus flyttats från orienteringsutbildning till soldatutbildning. Läroboken har också anpassats till moderna hjälpmedel och kartor.

Målgrupp för läroboken är i första hand chefer och instruktörer för användning inom ramen för Soldaten och kartan-serien. Läroboken ska även kunna användas för vidareutbildning och som referensverk av soldater och officerare under utbildning. Läroboken innehåller beskrivningar, förklaringar och fakta som bygger på vetenskaplig grund eller beprövade erfarenheter.

Syftet med läroboken är att tillgodose såväl teoretiska som praktiska kunskaper inom kartläsning, positionsangivning och terrängförståelse oavsett befattning. Att hantera karta, navigatorisk utrustning och geografisk information är, och förblir, en av de viktigaste kompetenserna inom Försvarsmakten.

Övriga delar av Soldaten och kartan-serien omfattar

- interaktiv utbildning på Försvarsmaktens lärportal
- övningsunderlag
- fickminne
- presentationsunderlag för lärarledd utbildning.

Innehållet har reviderats och utarbetats med stöd av Lantmäteriets (LM) och Försvarsmaktens Stödenhet Geografisk Information (Geo SE) i samverkan med Försvarsmakten.

Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet respektive Sveriges geologiska undersökning (SGU).

Läroboken gäller i fred och hela konfliktskalan.

Innehållet i denna lärobok omfattas inte av sekretess.

SAMMANFATTNING

Läroboken utgör referensverk i Soldaten och kartan-serien.

Kapitel 2 ger en kort introduktion till varför kartan är viktig för soldaten och den militära verksamheten.

Kapitel 3 återger grunderna för kartor och kartläsning.

Kapitel 4 går igenom de viktigaste kartorna som används i Försvarsmakten samt i stort vilken information dessa ger.

Kapitel 5 - 8 ger en fördjupad beskrivning av metoder för kartläsning och vägval.

Kapitel 9, 10 och 11 ger teoretiska grunder för geodesi, positionsangivning samt satellitpositionering och bör användas som fördjupning.

Kapitel 12 beskriver hur man ritar och hanterar skisser.

Kapitel 13 beskriver kartläsning under särskilda förhållanden.

Kapitel 14 ger en beskrivning av vilka förhållningsregler som gäller vid verksamhet i skog och mark.

Den här versionen av handboken har följande nyheter jämfört med tidigare version:

Kapitel 2 - 8

Felaktigheter har rättats, text har granskats och vid behov omformulerats. Flertal bilder och beskrivningar av produkter har uppdaterats.

Kapitel 9 - 11

All text och bild har granskats och rättats samt justerats för utdaterade fakta och vid behov förtydligats. Information gällande positionsangivning med hjälp av kartbilden eller utifrån gemensam utgångspunkt har flyttats till kapitel 8.

Kapitel 12 - 14

Felaktigheter har rättats, text har granskats och vid behov omformulerats. Flertal bilder och beskrivningar av produkter har uppdaterats.

Se även den redaktionella informationen i slutet av handboken.

INNEHÅLL

1 Begrepp 9
2 Varför behöver soldaten kartan? 10
2.1 Befattningens krav 11
2.2 Terränginformation från kartan 13
3 Kartan och kartläsningens grunder 17
3.1 Kartskalor 17
3.2 Generalisering och undanhållning 20
3.3 Karttecken 21
3.4 ”Passa kartan” 23
3.5 ”Tumgreppet” 25
4 Kartor för olika syften 26
5 Grundläggande kartläsning och stegning 33
5.1 Avståndsmätning genom stegning 33
5.2 ”Läsa i förväg och pricka av” 34
5.3 Kartläsning längs ”ledstänger” 35
5.4 Gena/snedda 38
5.5 Säkra och osäkra kartläsningsföremål 40
6 Att använda kompassen 42
6.1 Kompassen som hjälpmedel 42
6.2 Hur du tar ut kompassriktning 42
6.3 Kompassgång 46
7 Grov- och finkartläsning samt vägval 48
7.1 Grovkartläsning 48
7.2 Finkartläsning 49
7.3 Vägvalsplanering 50
7.4 Förenklingar av kartbild och mål 52
7.5 Kartläsningsteknik då du har gått fel 54
8 Angivningsmetoder 56
8.1 Positionsangivning med hjälp av kartbilden 56
8.2 Målangivning utifrån gemensam utgångspunkt 58
8.3 Punktangivning utifrån känd observationsplats 58
9 Geodetisk infrastruktur 62
9.1 Jordens form 62
9.1.1 Referensellipsoid 63
9.1.2 Geoiden 64
9.2 Referenssystem och deras koordinatsystem 65
9.2.1 Globalt anpassade tredimensionella referenssystem 65
9.2.2 Regionalt anpassade tvådimensionella referenssystem 70
9.2.3 Höjdsystem 70
9.2.4 Geoidmodeller 72
9.3 Kartprojektioner 74
9.4 Indexsystem 76
9.5 Referensnivåer för djup 77
10 Metoder för positionsangivning 79
10.1 UTM och UPS 79

10.1.1 Bakgrund ... 79
10.1.2 Uppbyggnad av UTM och UPS ... 79
10.1.3 Ange position i UTM ... 80
10.2 Military Grid Reference System ... 81
10.2.1 Grid Zone Designator ... 82
10.2.2 Bigram för 100-kilometers ruta ... 82
10.2.3 Östlig och nordlig koordinat ... 84
10.2.4 Ange position i MGRS, UTM grid ... 84
10.3 Latitud och longitud ... 85
10.3.1 Att ange en position i latitud/longitud ... 85
10.3.2 Att ange en position i World Geographic Reference System ... 87
10.3.3 Att ange en position enligt LOLA ... 89
10.4 SWEREF 99 TM ... 89
10.4.1 Att ange en position i SWEREF 99 TM ... 89
10.4.2 Att ange enligt med SWEREF 99 TM indexsystem ... 90
11 Satellitpositionering ... 91
11.1 GPS och andra GNSS ... 91
11.2 Vad behöver man? ... 92
11.3 Hur fungerar det? ... 92
12 Skissritning ... 94
12.1 Allmänt om skissritning ... 94
12.2 Skisser för olika ändamål ... 94
12.3 Framställning av skiss ... 96
13 Kartläsning under särskilda förhållanden ... 101
13.1 Kartläsning i mörker ... 101
13.2 Kartläsning i skärgårdsterräng ... 106
13.3 Kartläsning under vintertid ... 106
13.4 Kartläsning i fjällen ... 108
13.5 Lägesbestämning i fjällterräng ... 110
13.6 Kartläsning från fordon ... 113
13.7 Kartläsning i urban terräng ... 120
13.8 Kartläsning i öknen ... 121
13.9 Kartläsning i djungel ... 122
14 Natur och miljö ... 124
14.1 Allemansrätten ... 124
14.2 Naturvårdsverkets rekommendationer ... 125
14.3 Uppträdande med fordon ... 125
14.4 Säkerhetsfaktorer ... 126
14.5 Håll rent i naturen ... 126
Redaktionell information ... 127
Bildförteckning ... 128
Källförteckning ... 132

1 BEGREPP

I denna publikation definieras flera begreppen i den löpande texten. Uppställningen är gjord i bokstavsordning.

Begrepp	Förklaring och exempel
Anvisad produkt	Centralt fastställda och kvalitetssäkrade geografiska informationsprodukter som är godkända för användning inom Försvarsmaktens verksamhet och rapportering samt som referens i exempelvis orderverk och planer.
Ekvidistans	Nivåskillnaden i meter mellan två höjdkurvor på kartan.
Finkartläsning	En orienteringsteknik som innebär förflyttning i lågt tempo under noggrann kartläsning. Kombineras ofta med noggrann kompassgång och stegning.
Grovkartläsning	En teknik där du förflyttar dig i högt tempo och läser, prickar av, endast stora och tydliga terrängdetaljer under sin förflyttning. Tekniken bör användas större delen av en sträcka fram till sista utgångspunkten.
Hållpunkt	Stora terrängföremål som exempelvis åkrar, höjder, korsningar, sankmarker eller dylikt som kan användas som uppfångande inläsningspunkter vid vägval.
Ledstång	Benämning på terrängföremål som var för sig eller i kombination bildar ett sammanhängande stråk vid förflyttning.
Meridian	Kartans nord-syd linjer mot geografiska nordpolen, inte samma som magnetiska norr.
Military Grid Reference System (MGRS)	Benämning på det system för positionsangivning som utgör standard för Försvarsmaktens verksamhet.
NMK	Nationell Militär Kartserie.
NMK50	Nationell Militär Kartserie i skala 1:50 000. Militärt anpassad version av Lantmäteriets allmänna kartunderlag. Är normerande karta för lägre förband, så kallad fältkarta.
NMK MO	Nationell Militär Kartserie Militära Områden. Utgör en serie kartor som täcker Försvarsmaktens skjutfält och övningsområden. Innehåller ytterligare karttecken för Försvarsmaktens verksamhetsobjekt som till exempel skjutvallar och värn. Har en varierande skala.
Replipunkt	Terrängföremål, som är tydligt både i terrängen och på kartan, på kort avstånd bakom eller vid sidan av målet. Replipunkten ska kunna användas som ny utgångspunkt om du missat målet.
Restriktionskartor	Vanlig benämning på kartor för en särskild verksamhet som beskriver begränsningar i rörelsefriheten inom aktuellt område.
Särtryck	Benämningen används normalt för kartor som skapas för särskilda ändamål och som inte utgör del av någon standardiserad kartserie med förrådsbeteckning.
Topografi	Beskrivning av terrängförhållanden och dess relationer på en plats eller i ett område.
Uppfång	Benämning av tydliga terrängföremål i närheten eller bakom en kontroll eller passerpunkt.
Utgångspunkt På Kartan (UPK)	Ett system med platser som används som utgångspunkt på kartan för angivning av positioner.
Utbildningskarta	Karta i benficksformat, ofta inplastad, över förbandets övningsområde som alltid bör medföras av soldaten. Den är avsedd för kontinuerlig kartläsningsträning och ordergivning.

2 VARFÖR BEHÖVER SOLDATEN KARTAN?

I dagens miljö använder de flesta någon form av digitalt stöd i form av applikationer i mobila enheter för att söka information, hitta rätt eller få stöd med navigering. I de förhållanden du som soldat uppträder går det inte att helt förlita dig på tekniska verktyg. De utgör ett bra stöd, men ersätter aldrig den tryckta kartan. De flesta har någon gång kommit i kontakt med kartor och kartläsning. Som soldat krävs att du kan förlita dig på din förmåga att läsa och tolka kartan för din uppgift.

Bild 1 Navigering via smartphone. Hanna Torneheim, Försvarsmakten.

Bild 2 Kartläsning av soldat. Anton Thorstensson, Försvarsmakten.

Militär grundutbildning syftar till att ge en tillräcklig bas för säker och effektiv militär verksamhet. För att uppnå det är det av stor vikt att dra nytta av de kunskaper som eleverna på olika sätt har med sig. Ett av de första momenten i kartläsningsutbildningen bör därför vara att ta reda på hur mycket eleverna redan kan genom att genomföra ett praktiskt test.

Den militära grundutbildningen bedrivs till stor del på övningsområden, där soldaterna efter en tid lär sig terrängen utantill. Träning i kartläsning under fältmässiga förhållanden sker därför inte alltid i tillräcklig utsträckning. De övningar som genomförs specifikt i kartläsning kan därför med fördel genomföras i mindre känd terräng.

I ett beredskapsläge är det som regel inte många i krigsförbanden som har lokalkännedom. För ett bra resultat vid krigsförbandens insatser är det därför av vikt att soldater och chefer på olika nivåer har goda kartläsningskunskaper.

Bild 3 Ordergivning med stöd av karta. Johan Lundahl, Försvarsmakten.

2.1 Befattningens krav

Olika befattningar kräver olika kunskaper i kartläsning och det är utbildarens skyldighet att se till att soldaterna får rätt utbildning. Kunskaperna bör därefter vidmakthållas genom repetitionsutbildning, både i förband och enskilt.

Både enskilda soldater och förband måste hitta rätt väg under förflyttningar och de måste också hitta till rätt mål. Felorienteringar kan få svåra konsekvenser för förbandets möjligheter att lösa sin uppgift. Om förband och materiel inte finns på rätt plats och i rätt tid fördröjs, eller hindras ofta, planerad verksamhet. Om du inte hittar till platser där till exempel skadad personal ska hämtas eller lämnas, kan detta få livsavgörande betydelse. Stridsmoralen vid förbandet kan därigenom försämras.

Bilförare och fordonschefer måste kunna läsa kartan längs vägar. Spanings- och jägarförband måste kunna hitta i väglös terräng och kunna ange upptäckta mål på kartan.

Bild 4 Jägarsoldater i väglös terräng. Jimmy Croona, Försvarsmakten.

Eldledare, till exempel vid artilleriförband, måste kunna leda elden med hjälp av kartan. Från observationsplatser eller eldställningar ska soldaterna kunna ange mål både i terrängen och på kartan. Med hjälp av kartan ska de också kunna mäta avstånd till målen.

Bild 5 Eldledare vid observationsplats. Kim Svensson, Försvarsmakten.

Fältarbetsförband ska kunna bedöma framkomlighet och fältarbetsbehov, betjäningsförband ska kunna hitta lämpliga ledningsplatser, underhållsförband ska kunna hämta och lämna materiel på rätt platser och stridande enheter ska kunna bedöma framkomlighet och skydd längs sina framryckningsvägar.

Stabs- och ledningsfunktioner behöver planera, leda och följa upp egna förband, samverka med andra förband, bedöma fiendens möjligheter, följa upp civilläget, etc. I stabsmiljö krävs därför god förmåga att hantera flera olika typer av kartor, även flygkartor och sjökort och behärska olika lägesangivningsmetoder.

Bild 6 Kartanvändning i bataljonsstab. Anna Norén, Försvarsmakten.

Stridsledningsunderlag används för samordning och för att underlätta lägesangivningar av egna förband. Stridsledningsunderlag baseras ofta på en terrängkarta med ett eller flera lager i form av genomskinliga plastskikt, så kallat oleat, där stridsplan, samordningslinjer, utgångspunkter på kartan

eller funktionsspecifik information kan ritas in. Stridsledningsoleat är ett ofta använt begrepp och förkortas SLO.

Bild 7 Stridsledningsoleat. Örjan Wallers, Lantmäteriet Geo SE.

2.2 Terränginformation från kartan

En förbandschef måste ha goda kunskaper om den terräng och den miljö inom vilken förbandet ska lösa sina uppgifter. All tid som disponeras före och under ett uppdrag för att skaffa mer information om aktuellt område bör därför nyttjas.

Som planeringsunderlag är kartan och övrig geografisk information den viktigaste informationskällan. Informationen som kartan kan ge måste dock alltid kontrolleras och kompletteras genom terrängrekognosering. Geografisk information, som kan visas via elektroniska verktyg, kan ge mer information om enskilda objekt på kartan och därmed ge ytterligare information om terrängen. De tekniska hjälpmedlen kan stödja genom att koppla rekognoseringsunderlag mot objekt på kartan och därmed bättre samla tillgänglig kunskap om terrängen.

Geografisk information ur militärgeografiskt verk (MGV) är utformat för att kunna ge kompletterande information till objekt och områden jämfört med vad terränginformationen i topografiska kartor normalt gör.

FAKTA!
Sveriges har en aktiv utveckling av geografisk information vilket skapar mer detaljerad geografisk information som är öppen och direkt tillgänglig. Högre detaljnivå för informationen ökar kraven på aktualitet.

Kartan kan vara föråldrad och därför måste särskild uppmärksamhet läggas på att bedöma vissa detaljer såsom till exempel:

1. vägnätet, nya vägar, bärighet, bredd och så vidare
2. broar, bärighet, bredd

3. trädens stamtäthet
4. nygjorda hyggen
5. observationsmöjligheter
6. fältarbetsförutsättningar, markförhållanden, grundvattennivå
7. istjocklek
8. snödjup.

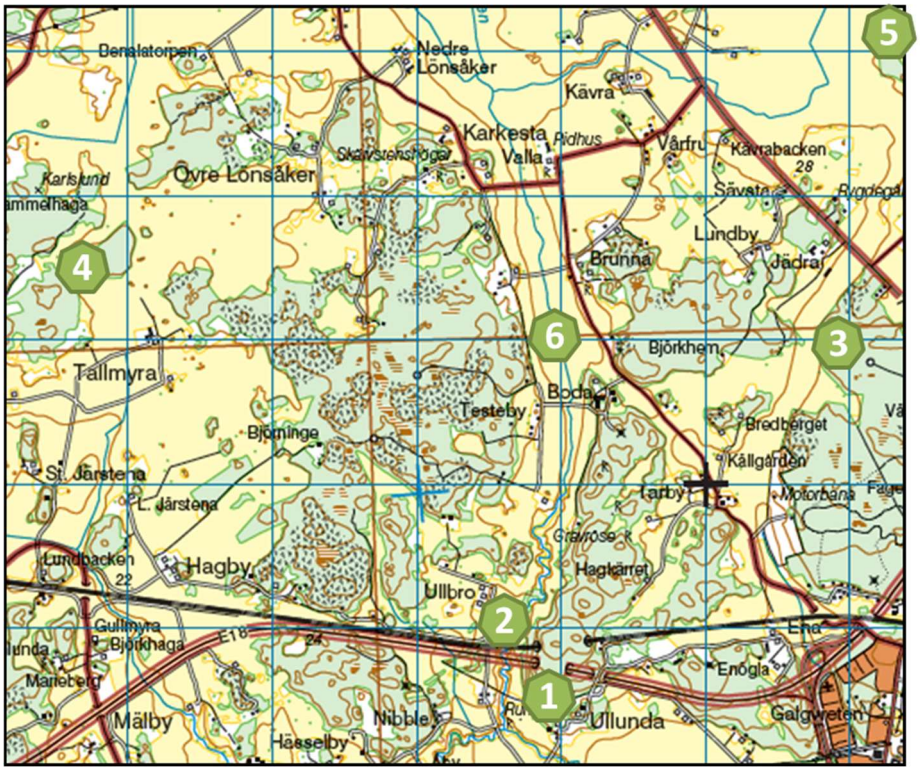


Bild 8 Exempel på detaljer att vara uppmärksam på. Lantmäteriet Geo SE.

All personal måste kunna hjälpa till med terrängrekognosering. Rekognoseringsuppgifter till ett förband ska vara klart formulerade och de kan även innehålla spaningsfrågor för att ge underlag till högre chefs stridsplan.

Bild 9 Dokumentation under fordonsrekognosering. Örjan Wallers, Lantmäteriet Geo SE.

KOM IHÅG!
Kartläsning måste kompletteras med rekognosering!

Rekognoseringsobjekten ritas ofta in på kartan och de olika objekten förses med rekognoseringsfrågor. För att klara uppgiften krävs både förmåga att läsa kartan och att kunna ge svar på frågorna i aktuellt terrängområde.

Exempel på frågor:

1. Är vägnätet användbart?
2. Luftskydd - insyn?
3. Kan fienden observera området från .....?
4. Fältarbetsmöjligheter?
5. Vilken bärighet har vägen?
6. Kringgångsmöjligheter?

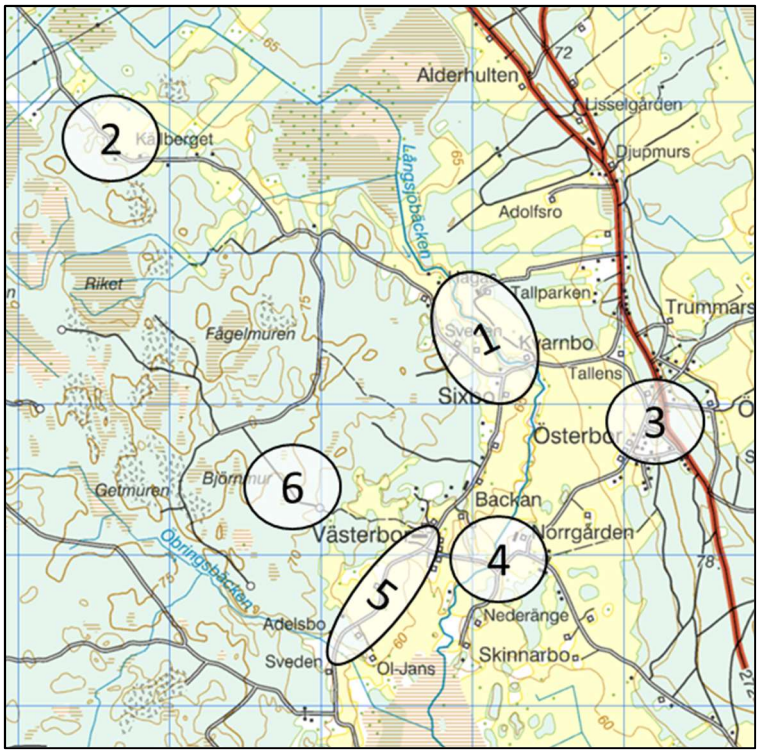


Bild 10 Exempel på karta med markerade rekognoseringsfrågor. Lantmäteriet Geo SE.

Eldplanläggning

Genom att studera kartan och ta hänsyn till vegetation samt höjdskillnader vid eldplanläggning, kan slutsatser dras om fiendens och egna möjligheter till direktriktad eld i olika områden. Lämpliga grupperingsområden för indirekt eld kan bedömas. Dessa slutsatser bör kontrolleras genom terrängrekognoseringar.

Bedömning av framkomligheten för fordon

Framkomligheten bestäms av vägarnas antal, kvalitet och bärighet, av vattendrag, kärr och sankmarker, höjdskillnader i terrängen, trädbestånd och markens ytstruktur. Det går inte att enbart förlita sig på den information kartan visar. En rekognosering kan identifiera avvikelser jämfört med kartbilden vilket kan medföra stora överraskningar. En åker till exempel, som på kartan ser ut att

lämpa sig som framryckningsväg för stridsfordon, kan ha blivit oframkomlig på grund av dålig väderlek. En sankmark som ser ut att vara svårframkomlig enligt kartan, kan på grund av dikning ha torkat upp och blivit lättframkomlig eller kan kanske till och med vara en luftlandsättningsyta.

Möjligheter till skyl och skydd

Genom att studera kartan kan du preliminärt ta reda på om en viss plats ger möjligheter till skyl och skydd. Höjder, svackor och vegetation ger skydd mot insyn.

De standardiserade kartorna innehåller dock sällan någon mer detaljerad information om vegetationen eller marktypen. Detta kan kompletteras genom att använda information från MGV, utöver rekognoseringar. Baserat på data ur MGV kan geografiska analyser göras med stöd av särskild personal som ytterligare kan erbjuda ett bra beslutsunderlag avseende terrängens beskaffenhet.

Möjligheter till befästningsarbeten

Med hjälp av en terrängkarta och dess beskrivning av terrängen kan du i viss mån sluta dig till om ett område är lämpat för befästningsarbete. Använder du jordartskartor som komplement får du mer användbar information om markytans beskaffenhet och grundvattennivån.

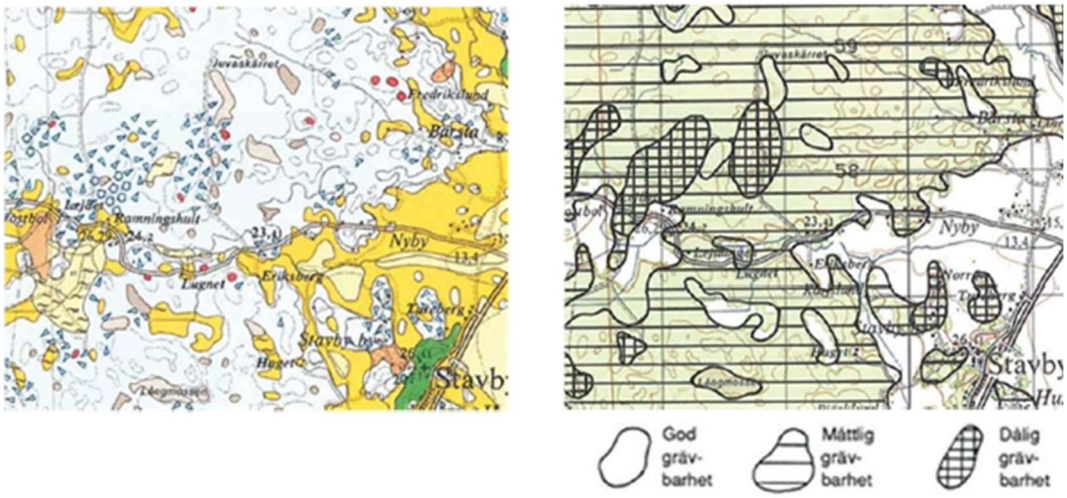


Bild 11 Exempel på en jordartskarta, till vänster, samt skissad grävbarhetskarta över motsvarande område. © Sveriges geologiska undersökning.

3 KARTAN OCH KARTLÄSNINGENS GRUNDER

Det finns många olika typer av kartor. Ingen är den andra lik vad gäller skalor, färger och karttecken. Alla utgår från samma princip – Att ge en förminskad och förenklad bild av jordytan sedd uppifrån.

Vid utbildning och träning i kartläsning bör en blandning av olika kartor och skalor användas.

3.1 Kartskalor

Kartan är som sagt en förminskad och förenklad bild av verkligheten sedd uppifrån. Hur mycket verkligheten förminskas framgår av skalan, som ska finnas på alla kartor.

Skalan anges på två sätt, dels som ett förhållandetal, dels som ett skalmått. Med hjälp av skalmåttet kan du mäta avstånd på kartan.

På Nationell Militär Kartserie (NMK) anges skalmåttet både i kilometer och nautiska mil.

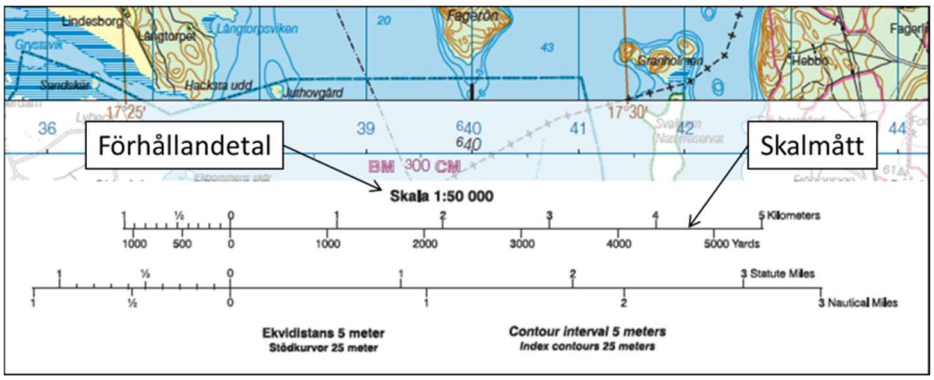


Bild 12 Skalmått och förhållandetal i Nationell Militär Kartserie i skala 1:50 000. Lantmäteriet Geo SE.

TIPS!
En enkel tumregel vid omvandling av skalan är: Stryk de två sista nollorna i skalan, så får du centimeter på kartan översatt till meter i terrängen. 1:50 000 (1 centimeter = 500 meter).

Storskaliga och småskaliga kartor

Storskaliga kartor visar mycket detaljer och återfinns normalt bara över särskilt viktiga områden såsom viktig terräng, tätorter eller runt särskilda objekt.

Småskaliga kartor kan visa större områden men med färre detaljer.

En karta i skala 1:10 000 är mer storskalig än en karta i 1:100 000.

Förhållande skala, utbredning och pappersstorlek

Vid kartproduktion är önskemålet ofta att kartan ska ha en viss skala, täcka ett visst område, utbredning, och få plats på en viss pappersstorlek. Vanligtvis går det inte att få ihop dessa tre

önskemål på en och samma karta utan en parameter får nedprioriteras. Antingen får skalan ändras, området som ska täckas minskas eller pappersstorleken ökas.

Från bild till karta

Vid framställning av kartor utgår tolkningen i vissa fall från fotografier tagna rakt uppifrån. Ju högre höjd bilden är tagen ifrån, desto större område syns på bilden och detaljerna blir svårare att urskilja. På kommande sidor redovisas hur foton kan omarbetas till kartor i olika skalor.

Genom modern teknik kan mer detaljer avbildas i terrängen än förr i tiden. Exempelvis genomförs numera över hela landet flygburen laserskanning vilket erbjuder underlag för 3D-visualisering av terrängen i hög upplösning. Tekniken ger underlag till höjdmodeller för såväl marknivå som ytor över hus, trädkronorna med mera. Sådana data har inarbetats i dagens kartor och gör dem mer tillförlitliga.

OBSERVERA!
För kartor som framställts genom att flygbilder tolkas till objekt som symboliserats på kartan finns en risk att objektet tolkats fel. Något annat kan ha representerats på kartan än vad som egentligen finns där i verkligheten.

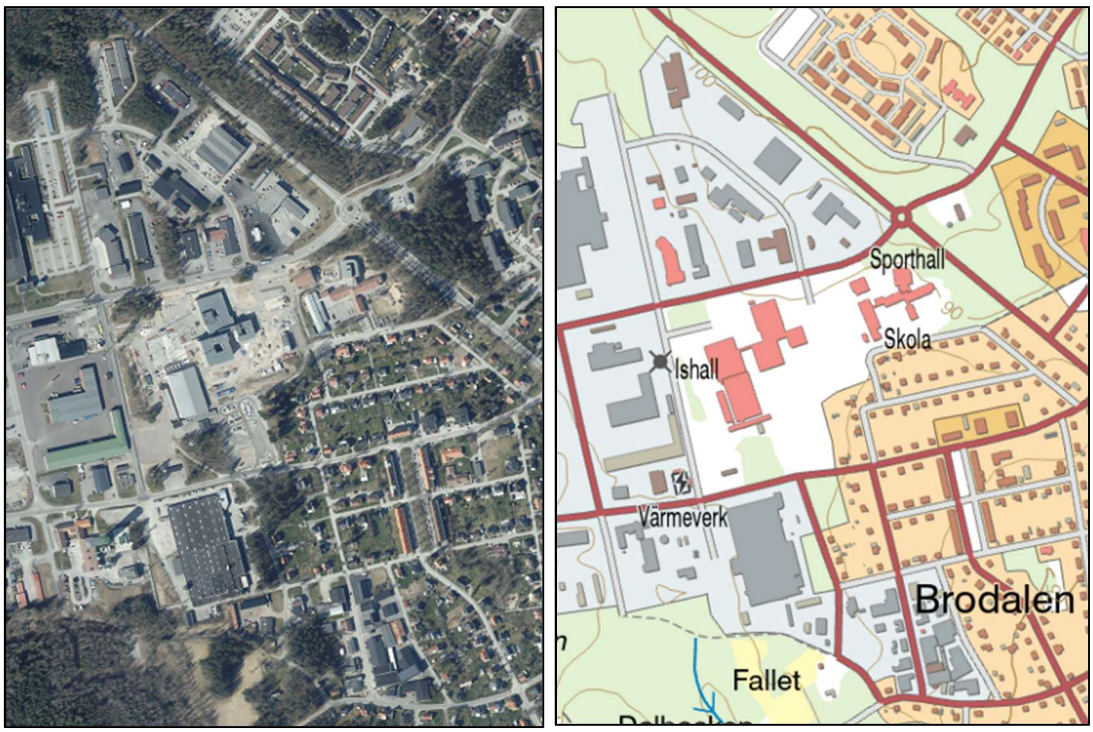


Bild 13 Exempel på skalriktig flygbild samt karta över samma område. Lantmäteriet Geo SE.

Bilden ovan till vänster är en skalriktig flygbild, vanligtvis kallad ortofoto. Flygbilder är i sitt råformat inte skalriktiga utan genomgår en process för att bli skalriktiga, så kallad ortorektifiering. Sådana bildunderlag ligger ofta till grund vid kartframställning. I bilden ovan till höger har ortofotots olika företeelser och objekt tolkats och ritats av, digitaliserats, för att skapa en karta.

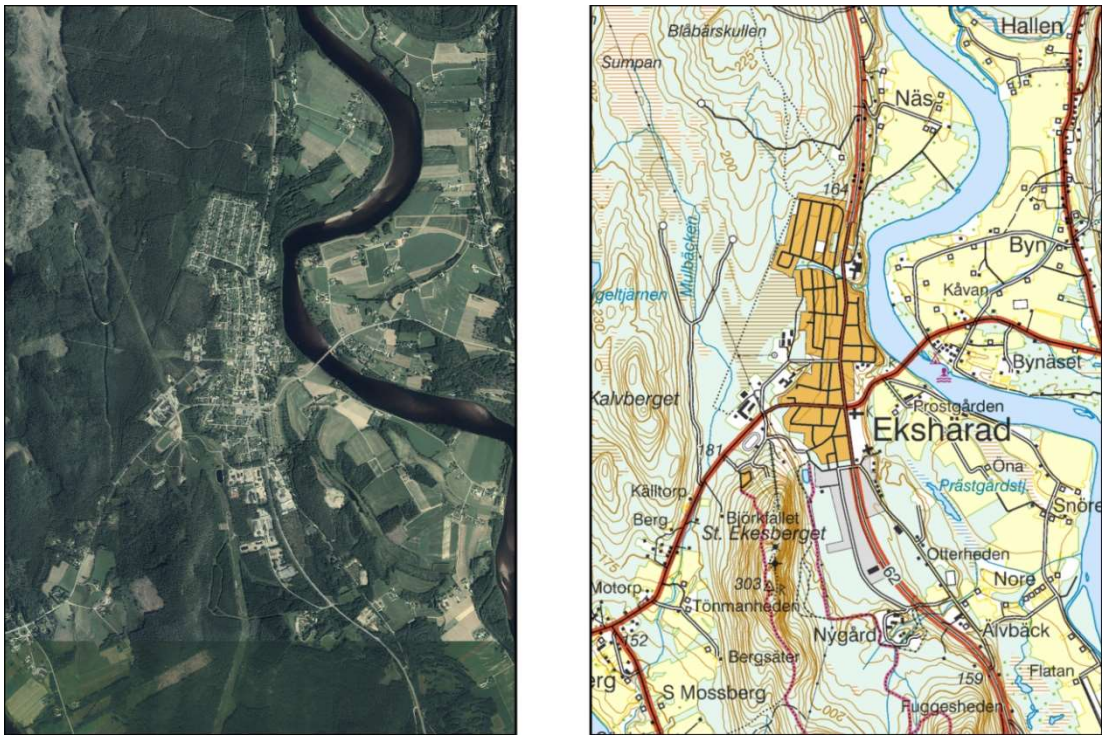


Bild 14 Ortofoto jämfört med en karta, NMK50, i samma skala och över samma område. Lantmäteriet Geo SE.

Ett ortofoto i större skala ger inte samma överblick. Här framkommer det stora värdet med kartografin som ger en tydligare beskrivning av terrängen, även om inte alla detaljer framgår.

Bild 15 Ortofoto i skala 1:2 000. Lantmäteriet Geo SE.

Ortofoton har god kvalitet och utgör en bra grund för skisser. En av nackdelarna med ortofoto är att de bara utvisar en bild. Det kan finnas viktiga detaljer såsom diken eller byggnader täckta av vegetation som är svåra att uttyda eller är dolda. Skissen bör kompletteras med denna information.

3.2 Generalisering och undanhållning

En karta kan inte bestå av alla företeelser i verkligheten utan när kartan skapas sker generalisering och undanhållning.

Generalisering består av urval och förenkling, vilka ofta används samtidigt. Urval innebär att informationen behöver gallras på grund av utrymmesskäl. Förenkling innebär att kartobjekt slätas ut. En strandlinje kan exempelvis bli rakare och kortare, eftersom det inte är möjligt att få med alla vikarna.

Undanhållning innebär att kartobjekt måste flyttas från sitt verkliga läge, eftersom de ligger för nära andra objekt. Detta i sin tur beror på att vägar och andra symboler för tydlighetens skull måste redovisas med överdriven storlek på kartan. Det syns inte på kartan var undanhållningen gjorts, men det går att räkna ut var riskerna för undanhållning är störst och undvika att mäta där.

En ökad tillgång till skalriktiga flyg- och satellitbilder har gjort så kallade ”bildkartor” vanligt förekommande. Det är kartor med en fotografisk bildbakgrund, oftast med vägnät och annan information påtryckt. I dessa fall har ingen generalisering eller undanhållning gjorts. Det kan då vara svårt att korrekt identifiera objekt som tydliggjorts i en vanlig karta.

I nedanstående exempel går järnväg, väg och kraftledning parallellt. För att kunna visualisera dessa tre objekt på kartan har de tvingats isär.

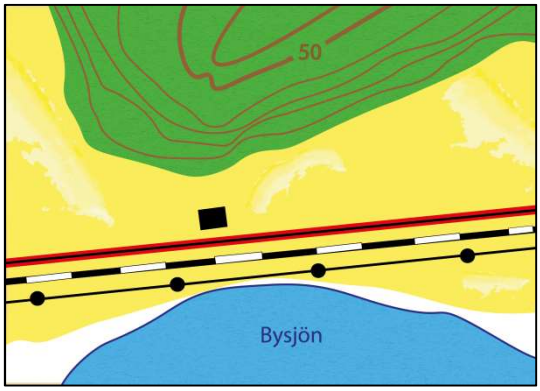


Bild 16 Exempel på kartutsnitt där undanhållning är nödvändig. Hanna Torneheim, Försvarsmakten.

På kartan är det 2 millimeter mellan huset och sjön på grund av undanhållning, vilket i verkligheten motsvarar 100 meter i skala 1:50 000 ... men egentligen är det bara fråga om 40 meter.

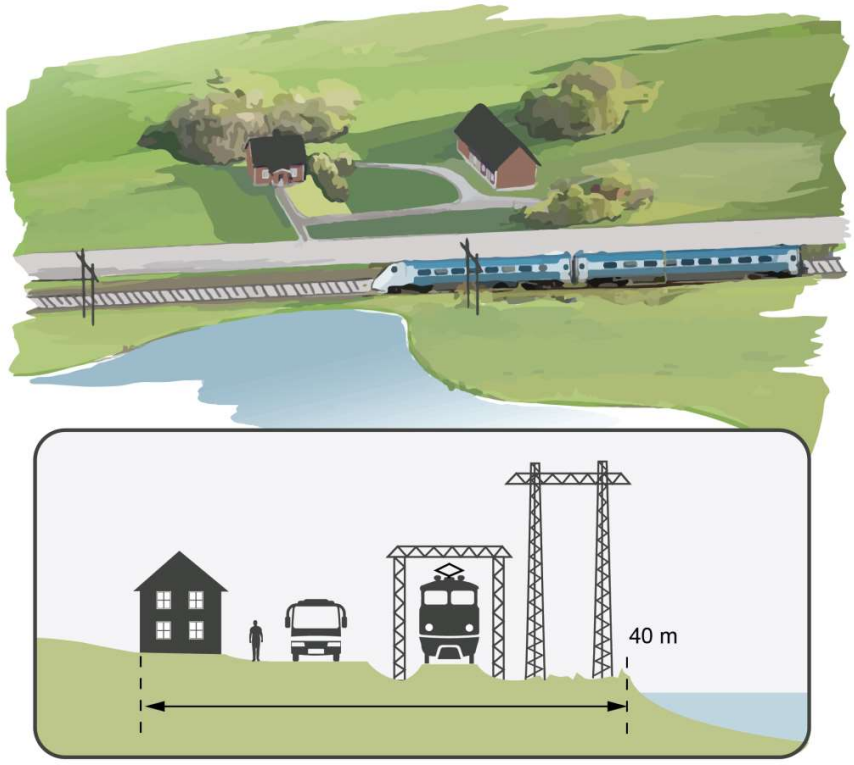


Bild 17 Exempel på effekten av undanhållning i karta. Autotech Teknikinformation.

3.3 Karttecken

Kartan består av olika symboler och färger. Beroende på kartans syfte används olika symboler och färger. I Nationell Militär Kartserie i skala 1:50 000, NMK50, beskrivs färgernas betydelse enligt bilden nedan. Produkten beskrivs närmare i nästa kapitel, *4 Kartor för olika syften.*

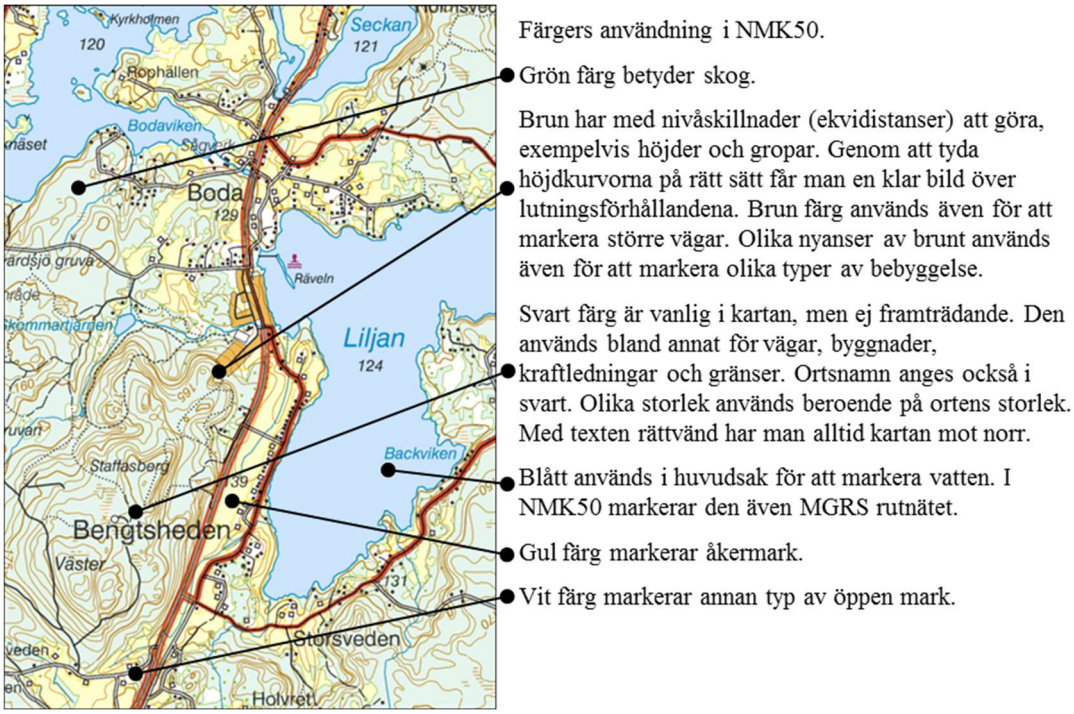


Bild 18 Färganvändning i NMK50. Lantmäteriet Geo SE.

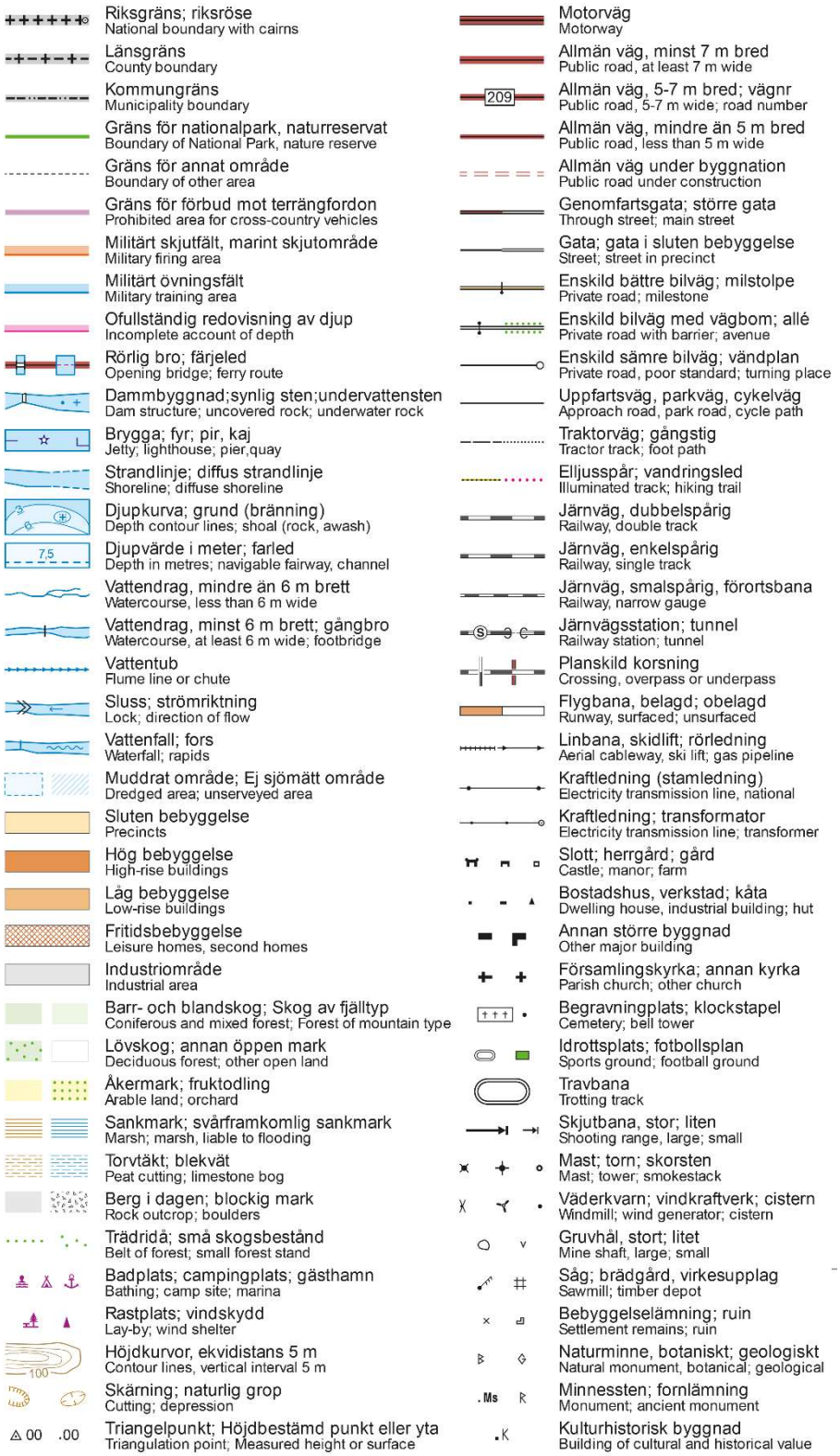


Bild 19 Teckenförklaring för NMK50. Lantmäteriet Geo SE.

Höjdkurvor

På de nationella militära kartorna är höjdskillnaden, ekvidistansen, mellan höjdkurvorna vanligen 5 meter, andra ekvidistanser förekommer också. Ekvidistansen finns angiven på kartan. Oavsett vilken ekvidistans som används, innebär det att ju fler höjdkurvor det är, desto högre är höjden.

Kom ihåg följande:

- av höjdkurvorna framgår också hur brant höjden är
- om kurvorna ligger tätt är det brant
- om de däremot ligger glest sluttar terrängen svagt
- oftast är höjderna oregelbundna på något sätt, vilket innebär att det kan finnas mer än en topp på höjdens översta platå
- om en höjdkurva går ”inåt” mot stigningen betyder det att där finns en sänka
- om en eller flera kurvor går ”utåt” visar det att där finns en utstickande ås eller avsats
- höjdkurvor som är försedda med små streck, lutningsstreck, anger en naturlig försänkning eller grop i terrängen
- om det finns tätt med ”taggar” på höjdkurvorna anger dessa ett grustag eller grusgrop.

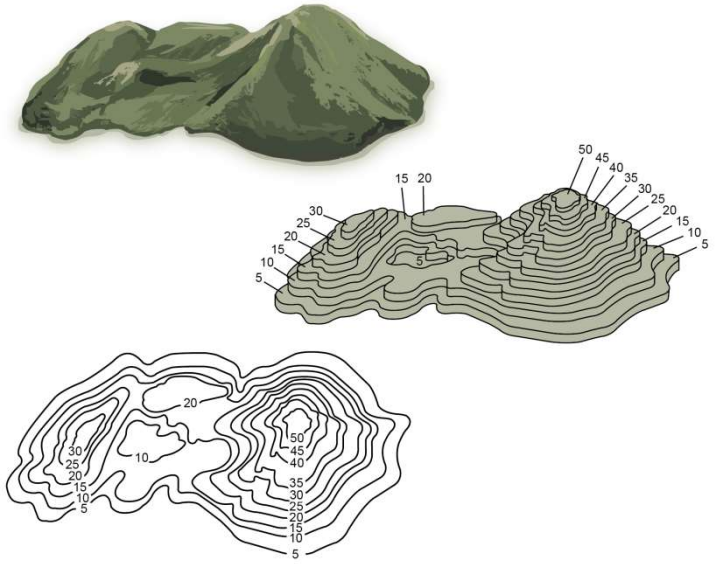


Bild 20 Figur över hur höjdkurvor utifrån fastställd 5 meters nivåskillnad, ekvidistans, byggs upp. Autotech Teknikinformation.

3.4 ”Passa kartan”

Före varje förflyttning är det viktigt att ”passa kartan” vilket är ett grundläggande moment i kartläsningstekniken. Med detta menas att du ska vända kartan för att den ska stämma överens med terrängen. Det vill säga att hålla kartan så att det som ligger rakt fram i terrängen också ligger rakt fram på kartan.

Kartan kan i regel passas enbart med hjälp av terrängen.

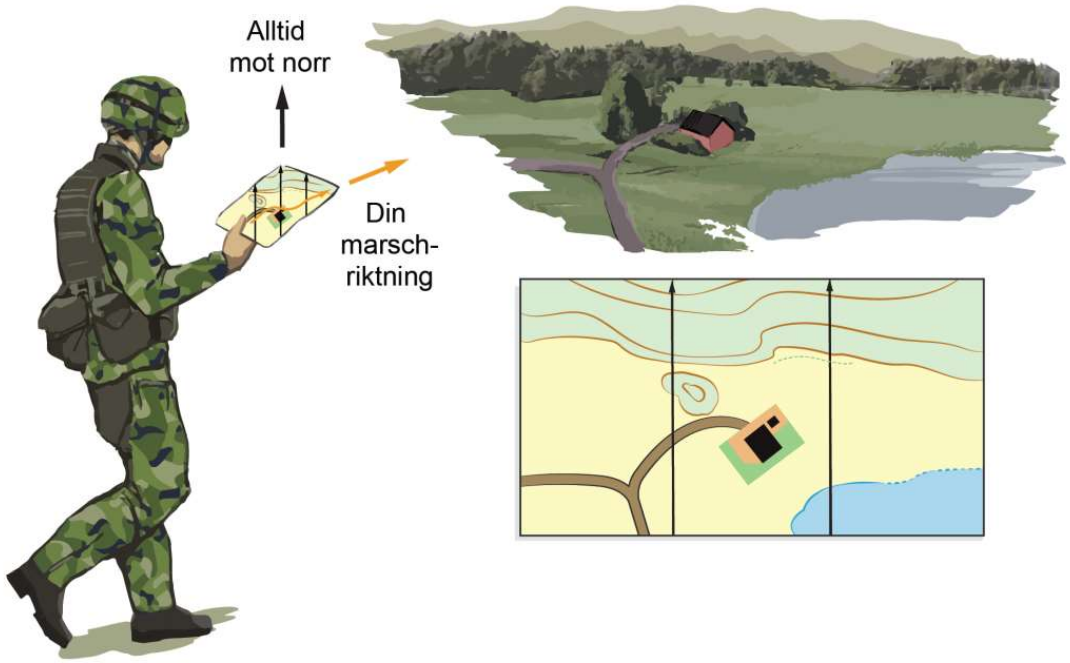


Bild 21 Den hopvikta kartan är passad med hjälp av terrängen. Sjön ska ligga till höger om gården/vägförgreningen. Autotech Teknikinformation.

TIPS!
Med kartans text rättvänd har du normalt alltid norr uppåt på kartan.

Du kan alltid passa kartan med hjälp av kompassen. Du lägger kompassen på kartan så att meridianerna i kartans gradnät blir parallella med kompassnålen. Kartan blir därmed passad efter terrängen. Eftersom kompassnålens röda ände alltid pekar mot norr ser du nu var norr är i terrängen.

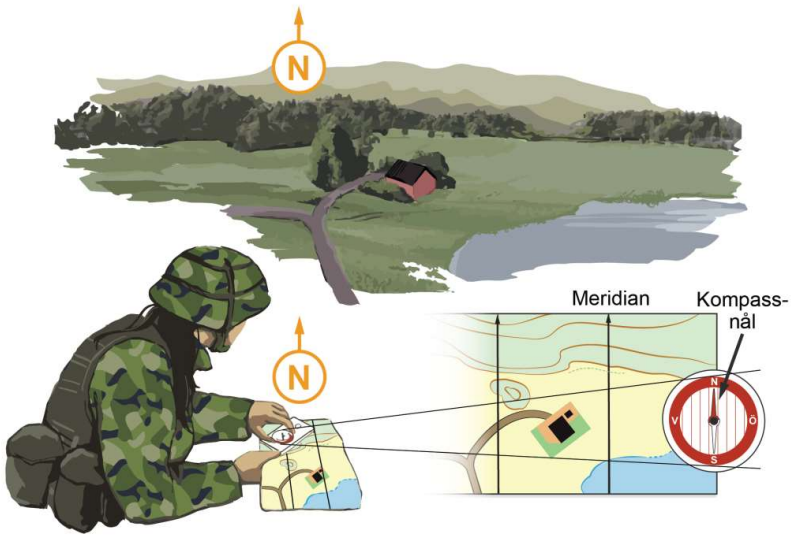


Bild 22 Kartan är passad med hjälp av kompassnålen. Autotech Teknikinformation.

3.5 ”Tumgreppet”

Vid förflyttning och vid förändringar i riktningen måste du ofta byta grepp på kartan, eftersom kartan alltid ska vara passad. För att enklare hålla reda på var du befinner dig på kartan ska du därför lära dig att alltid hålla tummen på det ställe på kartan där du är. Detta kallas för ”tumgreppet”.

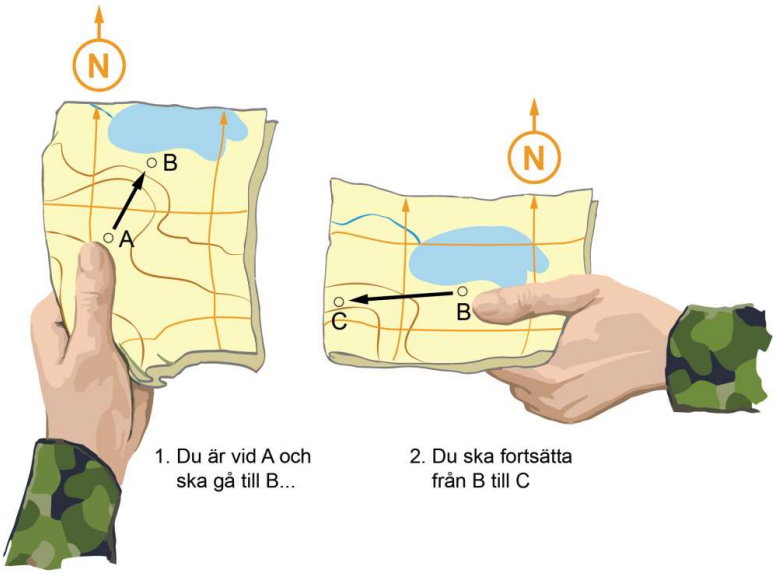


Bild 23 Med hjälp av tumgreppet markerar du var på kartan du befinner dig. Autotech Teknikinformation.

TIPS!
Vrid inte på kartan! Förflytta dig själv runt kartan i stället!

4 KARTOR FÖR OLIKA SYFTEN

Bild 24 Papperskarta och digital karta i ledningsvagn. Örjan Wallers, Lantmäteriet Geo SE.

Lantmäteriet är den myndighet i Sverige som har huvudansvar för framställning och förvaltning av geografisk information. Inom Lantmäteriet finns en enhet som hanterar Försvarsmaktens kartor, Lantmäteriet Geo SE, vilket tillika är Försvarsmaktens Stödenhet Geografisk Information.

Tidigare gav Lantmäteriet ut nationella kartserier som tillika var standardkartor inom Försvarsmakten. Lantmäteriet upphörde efter hand att ge ut sådana kartor varför Geo SE numera vidmakthåller NMK, särskilt utformad för Försvarsmaktens behov. Kartserien består av kartblad i olika skalor.

Beroende på befattning kan det bli aktuellt att använda kartor kombinerad med specifik militär information. I regel används någon av NMK-kartorna som grundkarta med tillförd tilläggsinformation. Den kartläsningsteknik du lärt dig tidigare kan även tillämpas vid användningen av dessa kartor.

Geografisk informationsmängd och karta

Utvecklingen och användningen av geografisk informationsteknik har medfört en förskjutning från kartan till den informationsmängd som bygger upp kartan. Informationsmängden kan användas för att bygga upp flera olika typer av kartprodukter med samma informationsmängd fast med varierade bakgrundskartor.

NMK50 – skala 1:50 000

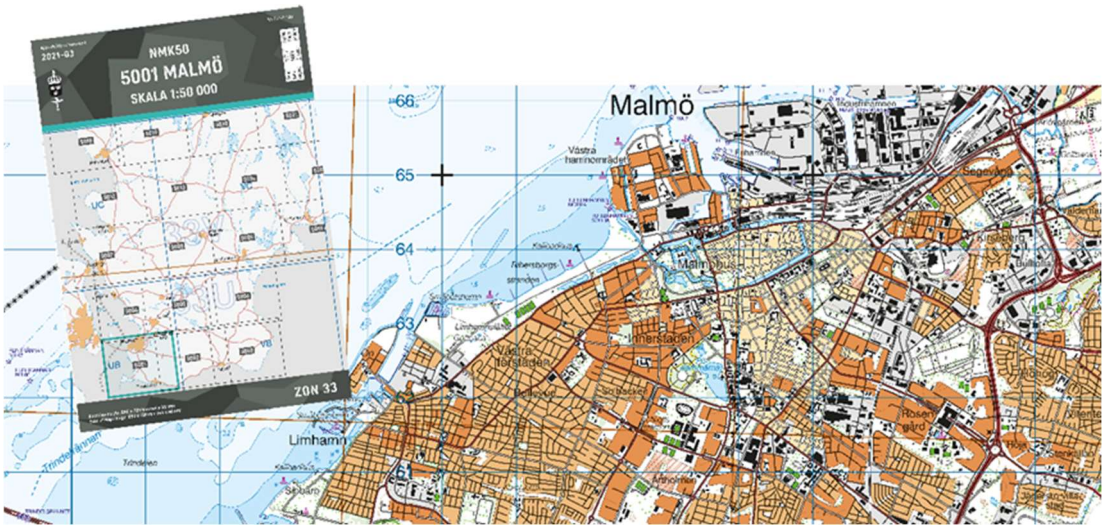


Bild 25 Urklipp ur NMK50. Lantmäteriet Geo SE.

NMK50 kallas också fältkartan och är den av Försvarsmaktens anvisade produkter som plutonen, kompaniet och bataljonen kommer mest i kontakt med. Ur NMK50 kan du utläsa terränginformation såsom blockterräng, berg i dagen och lövskog. Även utökad sjöinformation från Sjöfartsverket ingår. Kartan har en detaljerad redovisning av små vägar, stigar och vägbommar. Kartan innehåller även rutnät för positionsangivning med Military Grid Reference System (MGRS), vilket är normalförfarande för positionsangivning inom Försvarsmaktens markförband. NMK50 finns också för utskrift i formatet A3.

Detaljer som du måste ta hänsyn till när NMK50 används:

- Mindre men ändå i terrängen tydliga höjder redovisas inte eftersom de hamnar mellan två 5-meterslinjer.
- Kartan redovisar i regel endast ett hus, boningshuset, i en hussamling.
- Gränser och staket finns i regel inte markerade.
- Stigar ritas ut i mindre omfattning.
- Relativt orienteringskartor finns stenar, branter, punkthöjder, detaljer i kurvbilden, små sankmarker, diken och liknande inte med. Kraftledningsstolpar är inte markerade, punkterna utgör enbart symbol för linjeobjektet.

NMK100 – skala 1:100 000

Bild 26 Urklipp ur NMK100. Lantmäteriet Geo SE.

NMK100 är stabernas detaljkarta för ledning av bataljon och högre förband. De allmänna vägarna är indelade i fem grundklasser och enskilda vägar redovisas i fem klasser. Även utökad sjöinformation från Sjöfartsverket ingår. NMK100 innehåller rutnät för positionsangivning med MGRS. Ett tjugotal blad ur NMK100 innehåller kompletterande fjällinformation.

NMK250 – skala 1:250 000

Bild 27 Urklipp ur NMK250. Lantmäteriet Geo SE.

NMK250 utgör planeringsunderlag för högre ledning. För bataljon och lägre förband är den ett bra underlag för truppförflyttning. NMK250 finns också för utskrift i formatet A3. Detta är en ersättningsprodukt som delvis täcker användningsområden för Försvarsmaktens Vägatlas. Det som främst saknas är ortsnamnsregister och garnisonskartor. NMK250 A3 Atlas har dock en annan skala på kartbilderna som täcker norra Sverige.

NMK20 – skala 1:20 000

NMK20 är en detaljerad topografisk fältkarta och används bland annat som bakgrundskarta för specialprodukter såsom exempelvis Försvarsmaktens kartor över skjutfält och övningsområden (NMK MO). NMK20 fungerar även väl i en webbaserad portallösning. NMK20 ger en mer detaljerad bild av topografi och byggnader än exempelvis NMK50. NMK20 är datamässigt rikstäckande i likhet med de ovanstående NMK-kartorna. NMK20 är en anvisad produkt men kommer inte att lagerhållas utan kommer att tryckas på begäran.

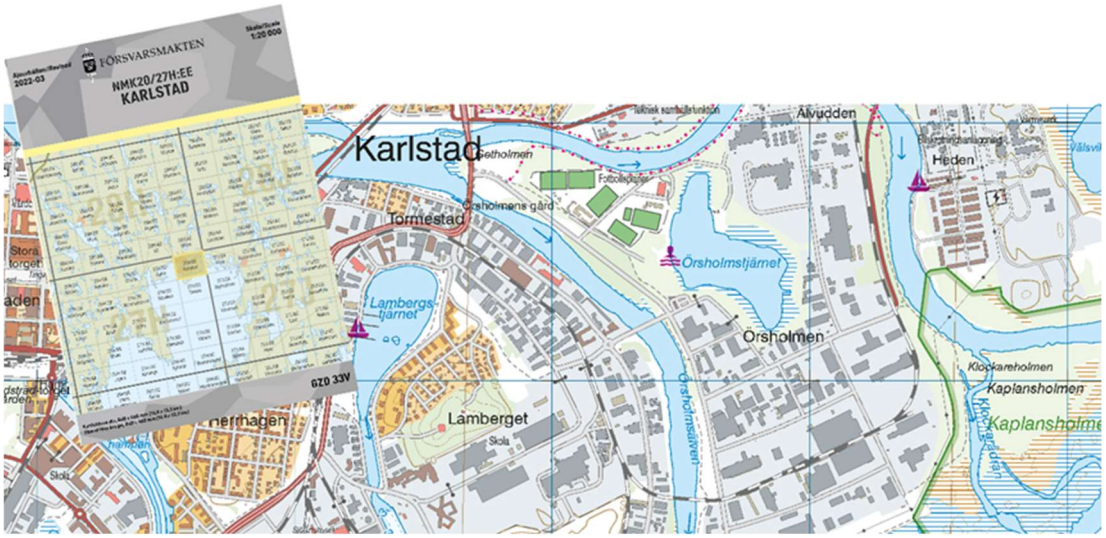


Bild 28 Urklipp ur NMK20. Lantmäteriet Geo SE.

NMK MO (Militära Områden)

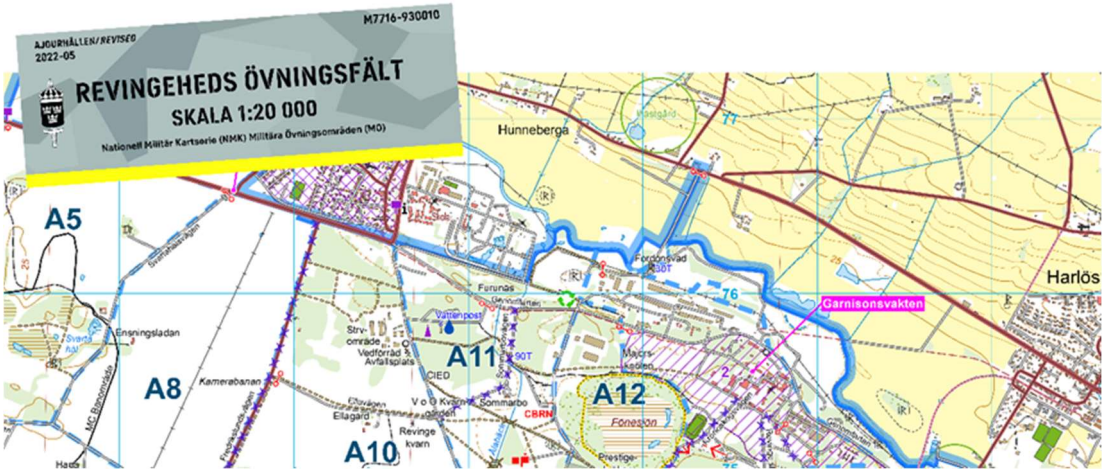


Bild 29 Urklipp ur NMK MO. Lantmäteriet Geo SE.

NMK MO innefattar tryckta kartor över Försvarsmaktens skjutfält och övningsområden, från skala 1:5 000 till 1:50 000 beroende av fältets eller områdets storlek. Terränginformation motsvarar NMK20 men är kompletterad med verksamhetsobjekt. Exempel på militära verksamhetsobjekt är gräns för skjutfält, gräns för övningsområde, spärrat område, vägbom och skjutbana.

Sjökort

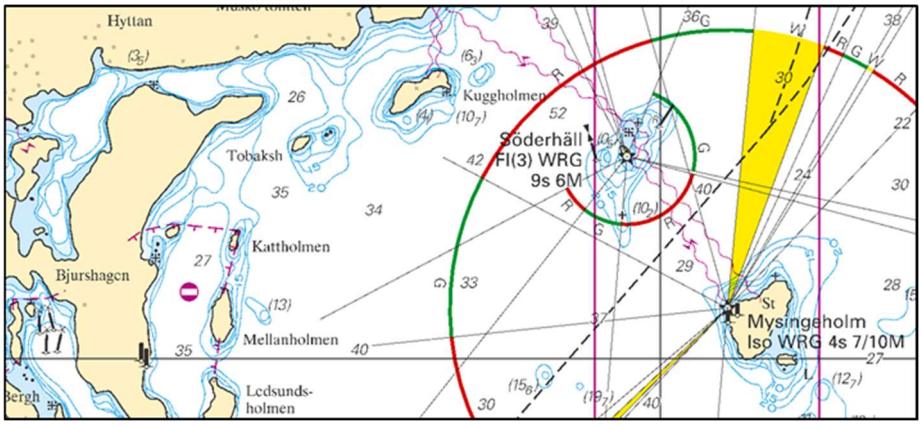


Bild 30 Urklipp ur sjökort. Lantmäteriet Geo SE.

Sjökort är framtagna för navigation, för orientering på öppet hav samt över mer svårnavigerad skärgård. På sjökorten redovisas exempelvis djupförhållanden och grund samt navigationsstöd såsom exempelvis fyrar och sjömärken. Sjökort framställs i olika skalor beroende på ändamål, alltifrån småskaliga översiktskort till detaljerade och storskaliga specialkort över exempelvis hamnar.

Flygkartor

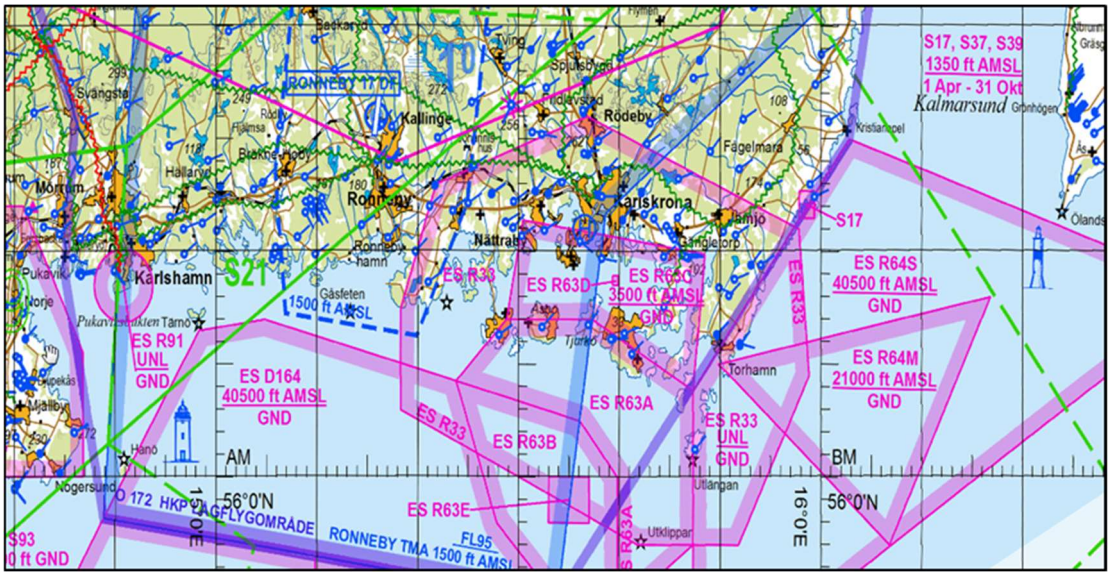


Bild 31 Urklipp ur flygkartan 1:500 000. LFV Flyginfo SE.

Navigering i luften baserar sig i hög grad på användning av elektroniska kartor. Stridsflyg kan utföra sin uppgift utan att se målet eller motståndaren. Det behövs dock fortfarande papperskartor för flygverksamhet. FM Flygkarta 1:100 000 lämpar sig för långsamtgående flyg. För stridsflyg finns specialframtagna flygkartor i skalområde 1:250 000 upp till 1:1 miljon för beskrivning av luftrummet.

Jordartskartan

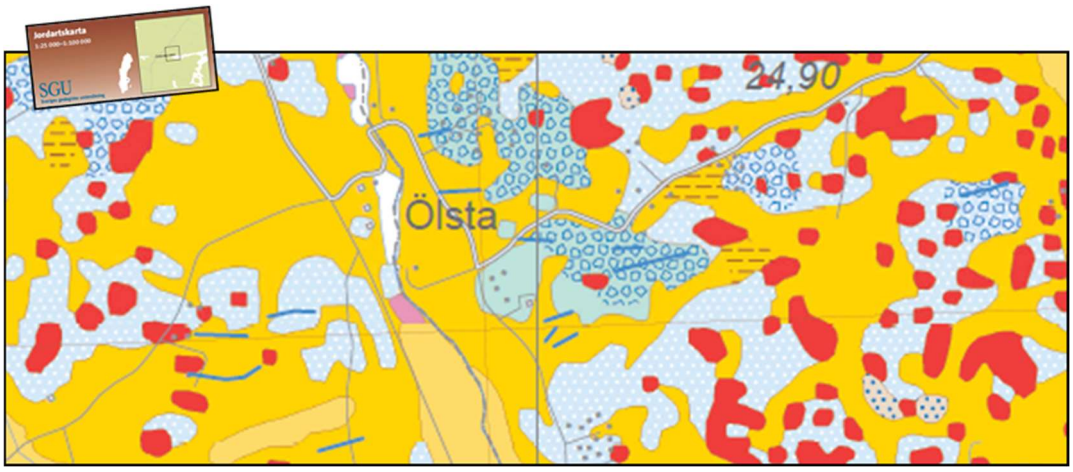


Bild 32 Urklipp ur Jordartskartan. © Sveriges geologiska undersökning.

Det finns olika typer av geologiska kartor. Den mest användbara kartan i Försvarsmakten är jordartskartan. För att kunna använda och förstå en jordartskarta måste du ha vissa kunskaper om hur jordarter bildas, hur de ser ut och vilka egenskaper de har. Detta för att du ska kunna tolka innehållet vad gäller framkomlighet, grävbarhet och möjligheter att göra massauttag.

TIPS!
För detaljer se Lärobok Jordartskartor.

Skalriktig flygbild (ortofoto) med påtryck, ”bildkarta”

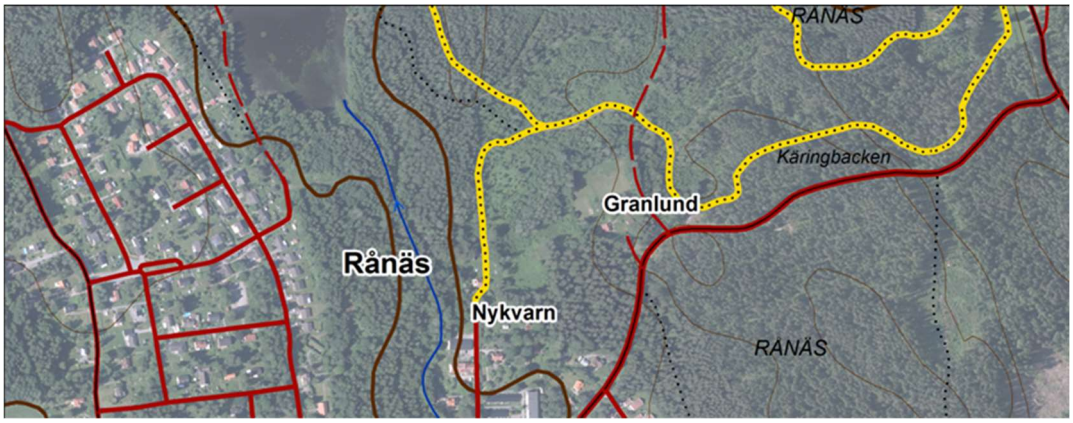


Bild 33 Vy av en enkel bildkarta i skala 1:10 000. Lantmäteriet Geo SE.

Bildkartan är en kartprodukt som oftast tas fram som kompletterande underlag för verksamhet med kort varsel eller där särskilt hög detaljrikedom önskas. Finns det tillgång till ”färsk” flygbilds- eller satellitinformation kan en geooperatör på beställning enkelt ta fram kartunderlaget, vilket är exempel på ett särtryck.

Skillnader mellan storskalig karta (NMK20) och småskalig karta (NMK50)

De stora skillnaderna mellan en storskalig karta och en småskalig karta är detaljredovisningen. NMK20 är ett exempel på en storskalig karta och innehåller fler detaljer än NMK50 som är en relativt småskalig karta.

Utöver NMK20 finns det en mängd storskaliga kartor i olika former. Orienteringskartor återger normalt mest detaljer som även karterats genom rekognosering. Dessa kan införskaffas via exempelvis orienteringsklubbar. Över tätbebyggda områden finns normalt också olika typer av storskaliga kartor i olika former för bland annat kommunala ändamål.

En annan skillnad är kartstecknen. Med flera detaljer tillkommer ytterligare symboler och vägar som redovisas på ett annat sätt.

Nedanstående utsnitt av NMK20 och NMK50 visar skillnaden i detaljredovisning.

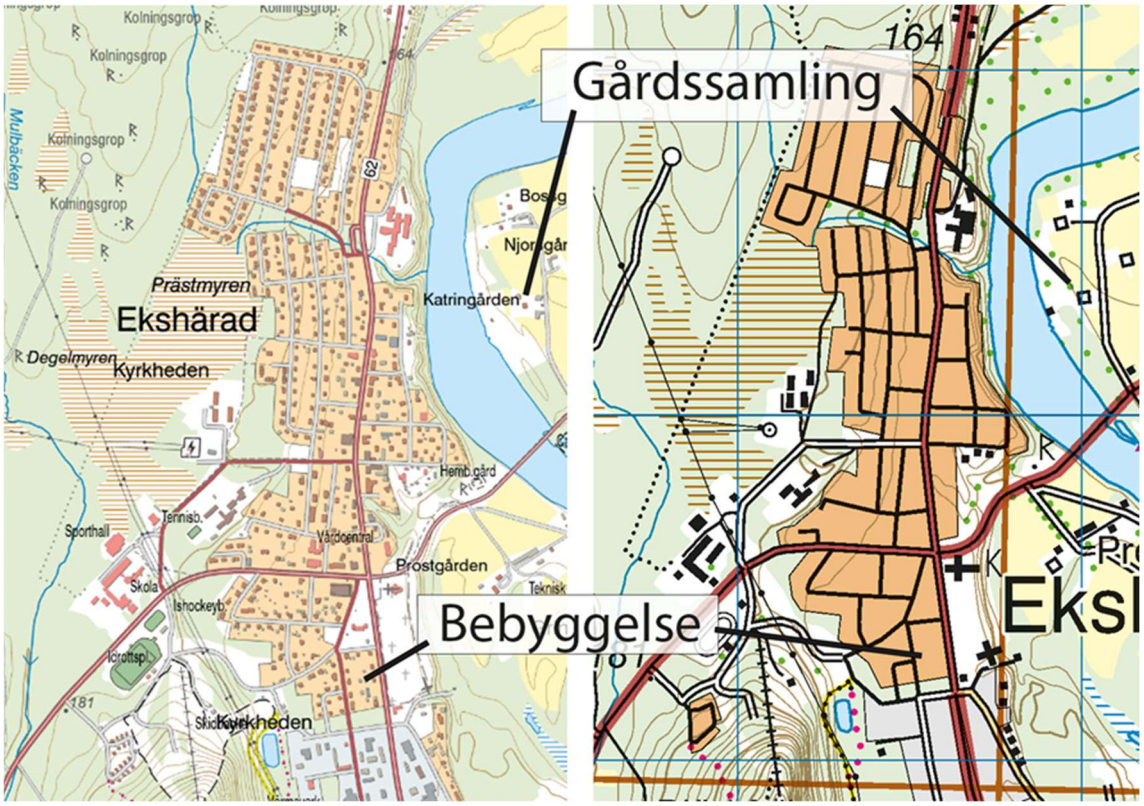


Bild 34 Exempel på skillnader mellan NMK20 och NMK50. Lantmäteriet Geo SE.

5 GRUNDLÄGGANDE KARTLÄSNING OCH STEGNING

5.1 Avståndsmätning genom stegning

I militär verksamhet är det viktigt att kunna mäta avstånd. Vid kartläsning och orientering sker avståndsmätning genom stegning. Vid stegning förflyttar du dig, gående eller springande, med normal steglängd. Antalet steg räknas som ”dubbelsteg”, det vill säga du räknar varje gång exempelvis vänster fot sätts ned i marken.

Varje individ bör känna till sitt eget stegmått på 100 meter, gående respektive springande, och sedan lägga till alternativt dra ifrån dubbelsteg beroende på vilka förhållanden som gäller. Genom träning kan du uppnå en noggrannhet på +/− 10 %.

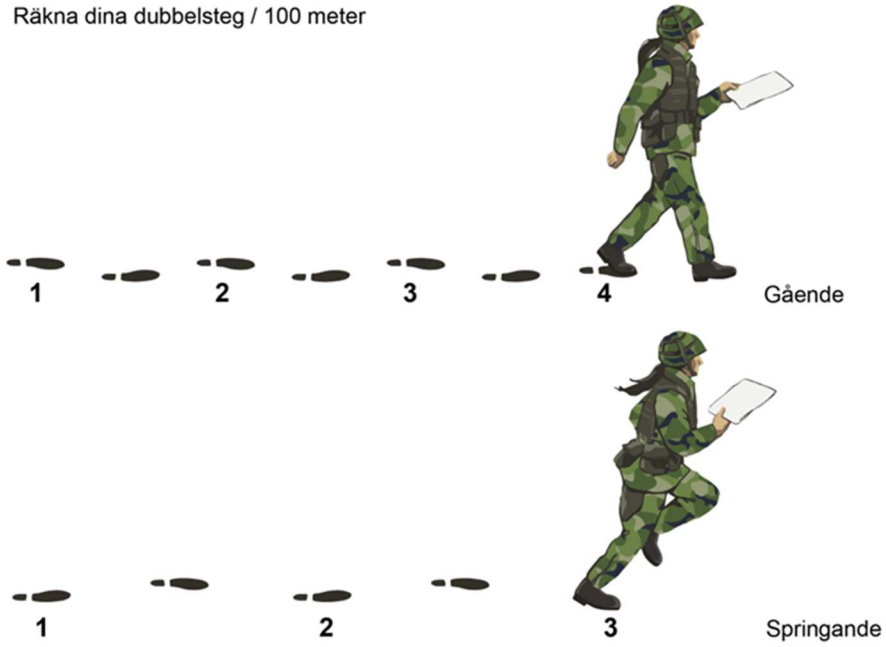


Bild 35 Metod för att räkna dubbelsteg. Autotech Teknikinformation.

Faktorer som påverkar ditt stegmått är

- fotbeklädnad
- hur tränad du är
- hur trött du är
- terrängens utseende, lätt eller svår terräng, samt utför eller uppför
- vilken utrustning du bär
- årstids och klimatförhållanden.

5.2 ”Läsa i förväg och pricka av”

Vid förflyttning mellan olika kartläsningsplatser är det viktigt att du använder dig av rätt kartläsningsteknik, vilket bland annat innebär att du ”läser i förväg” före varje förflyttningssträcka och ”prickar av” under förflyttningen.

”Läsa i förväg”

Bild 36 Soldat läser in kommande förflyttningssträcka. Mats Carlsson, Försvarsmakten.

Före varje förflyttningssträcka ska du göra följande:

1. Markera kartläsningsplatsen, det vill säga den plats på kartan där du befinner dig – använd ”tumgreppet”.
2. Bestäm målet, det vill säga var nästa kartläsningsplats ska vara.
3. Bestäm riktningen genom att ”passa kartan”, ta ut en kompasskurs vid behov. Håll kartan med tumgreppet och vänd dig i förflyttningsriktningen relativt kartan.
4. Läs in terrängen. Välj ut några tydliga terrängföremål på kartan som du ska passera på väg till nästa kartläsningsplats, memorera dessa.
5. Mät avståndet på kartan från den plats där du befinner dig till terrängföremålen och nästa kartläsningsplats. Avstånden omvandlas till dubbelsteg om behov av stegning finns.

”Pricka av”

Pricka av i minnet de terrängföremål som du passerar och som du memorerade vid starten av förflyttningssträckan.

Stega under förflyttningen för att mäta avståndet om situationen kräver. På detta sätt får du en hjälp att efterhand pricka av de tydliga terrängföremål du valt ut och att bestämma nästa kartläsningsplats.

Vid längre förflyttningar

Vid längre förflyttningar måste sträckan ofta delas upp i delförflyttningar, det vill säga ett antal kortare kartläsningssträckor.

Vid varje sådan delförflyttning ska du genomföra de moment som ingår i ”läsa i förväg och pricka av”.

Längden på delsträckorna bestäms av:

- kartläsningens svårighetsgrad
- din egen kartläsningsförmåga
- kravet på hastighet under förflyttningen.

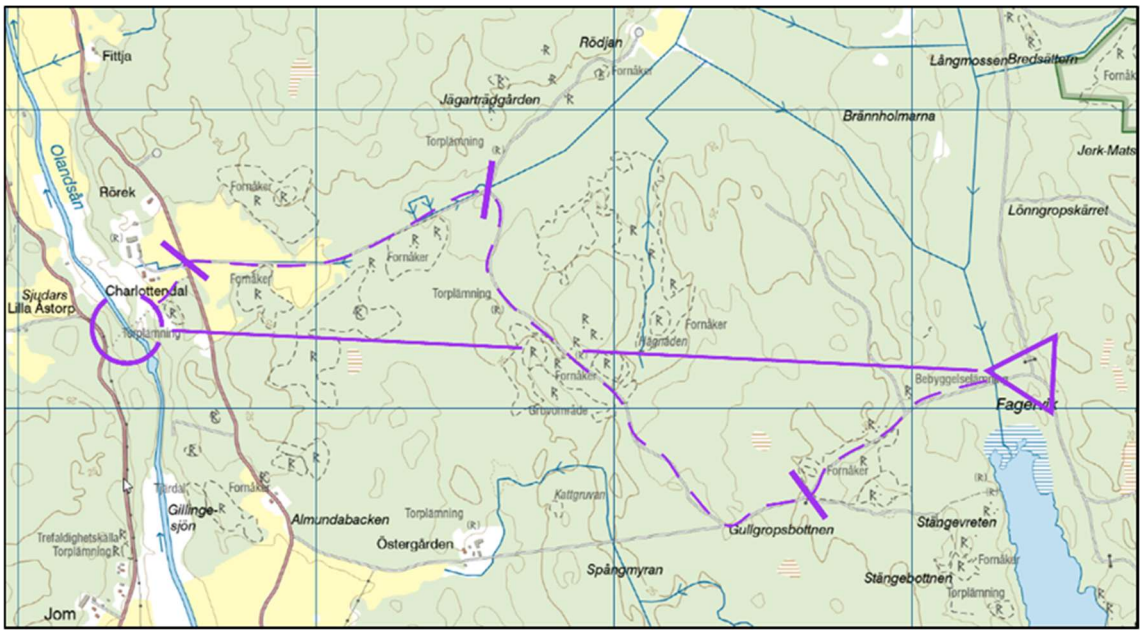


Bild 37 Lämpliga platser för kartläsning är markerade med tvärstreck. Lantmäteriet Geo SE.

TIPS!
Öva momenten ”läsa i förväg och pricka av” ofta så att de ”sitter i ryggmärgen”.

5.3 Kartläsning längs ”ledstänger”

Den enklaste kartläsningen är när du förflyttar dig längs tydliga ”ledstänger” till exempel vägar, stigar, bäckar, ledningar och åkerkanter som finns angivna på kartan. Förflyttningen måste alltid anpassas relativt det taktiska läget.

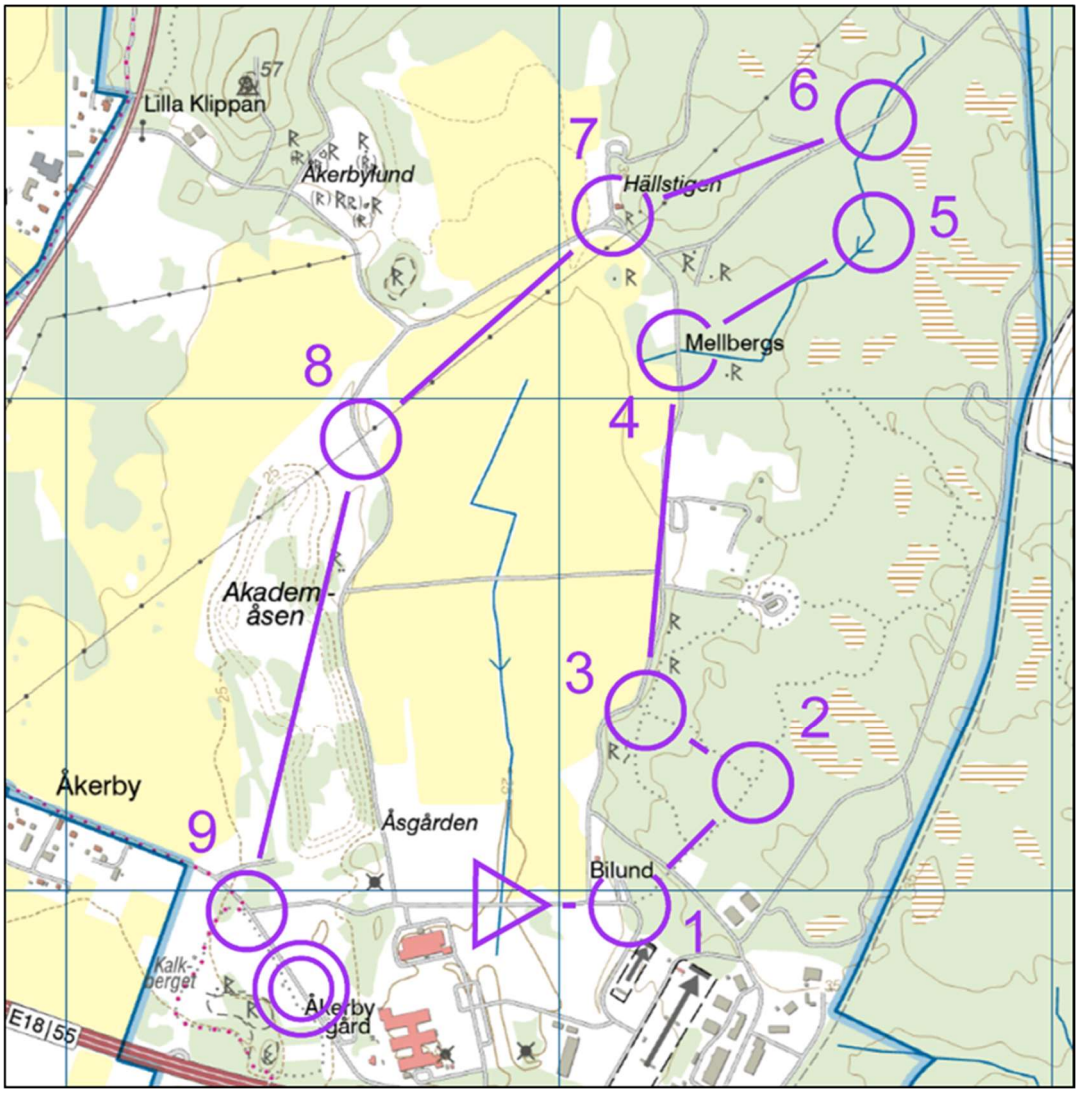


Bild 38 Exempel på sträckor där enkla och tydliga ”ledstänger” utgör naturliga vägval. Lantmäteriet Geo SE.

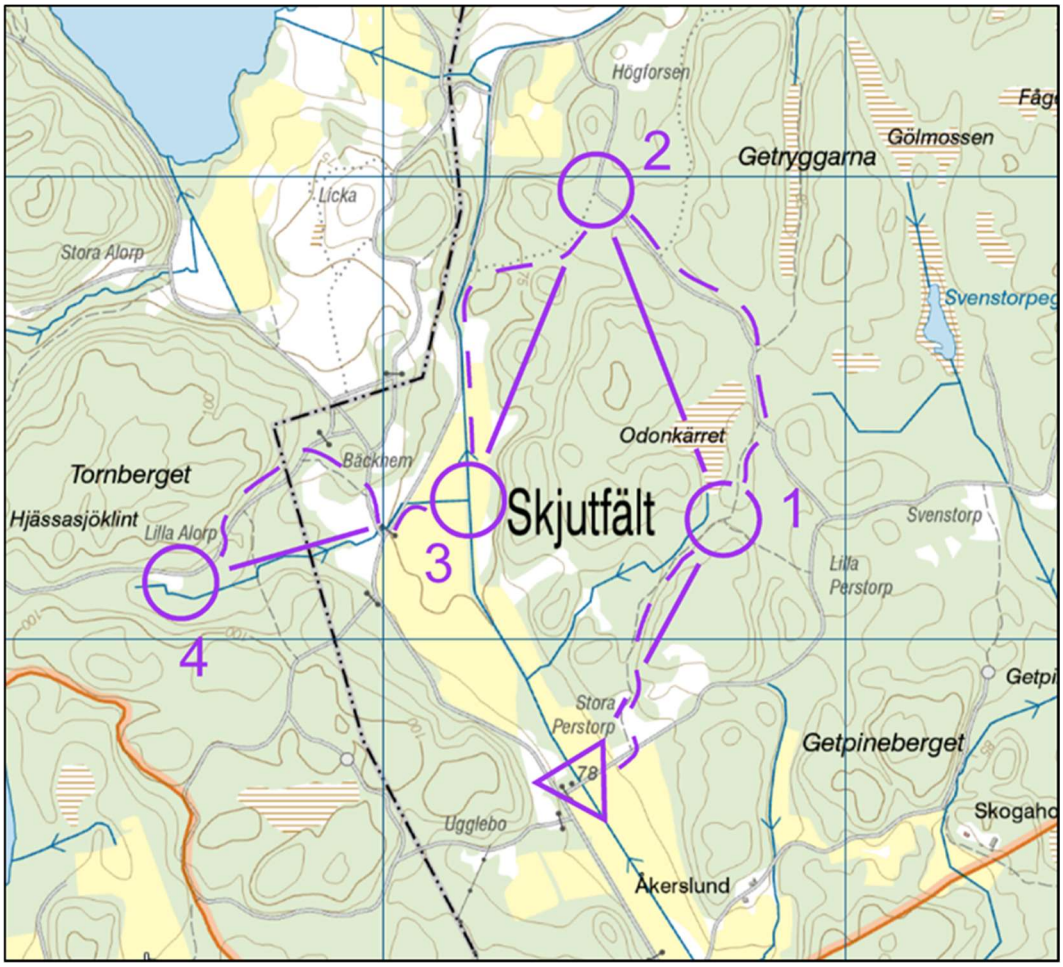


Bild 39 Exempel där kartläsningen är något svårare jämfört med det förra exemplet, eftersom sträckorna har flera "ledstångsbyten". Lantmäteriet Geo SE.

TIPS!
Vid kartläsning nyttjar du vanligtvis förenklade begrepp som "höger", "rakt fram" och "vänster om strecket" i stället för att använda väderstreck.

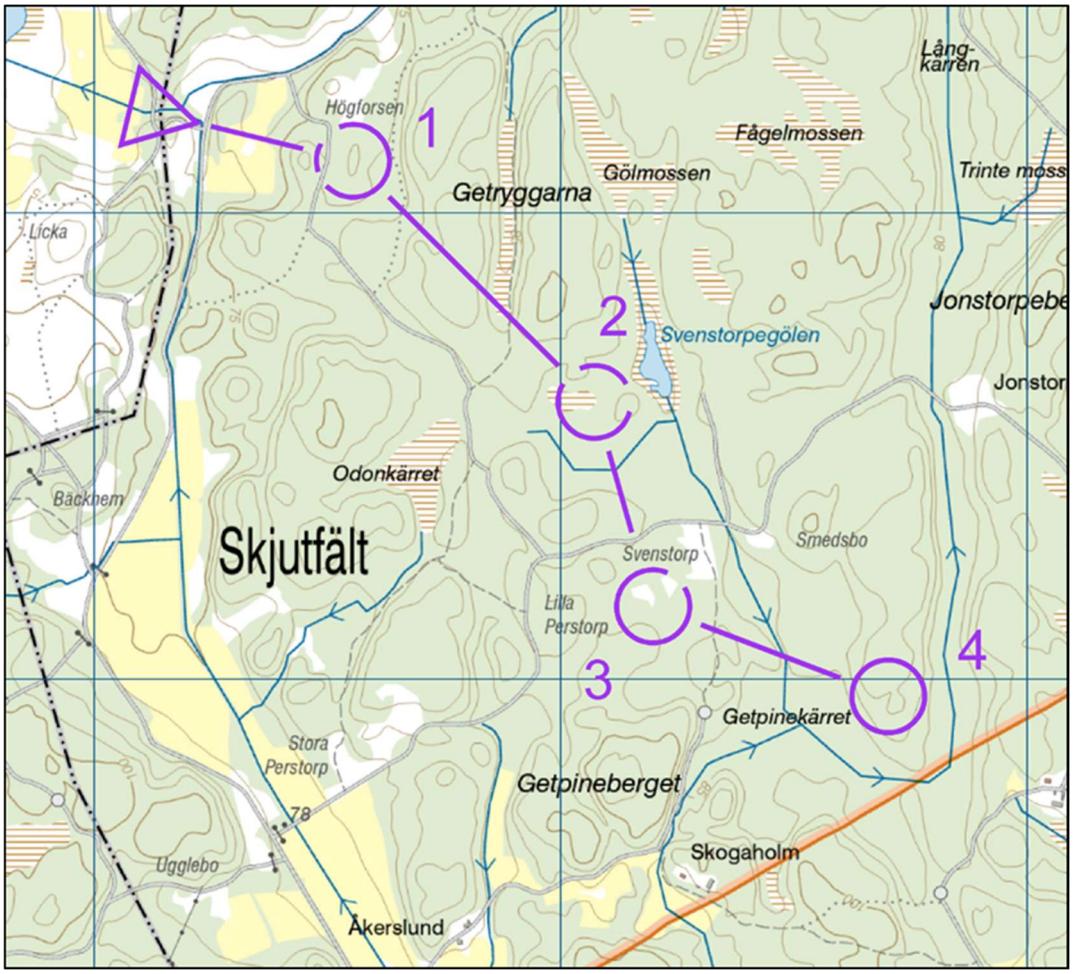


Bild 40 Terrängföremål vid sidan av ”ledstänger”. Lantmäteriet Geo SE.

Om terrängföremålet som ska sökas upp finns vid sidan av ”ledstången” blir kartläsningen svårare. På ”ledstången” bör det då finnas en tydlig inläsningspunkt, sista säkra, som kan användas som utgångspunkt för att hitta terrängföremålet.

5.4 Gena/snedda

Om det inte är nödvändigt att exakt följa ”ledstängerna” kan du ofta tjäna tid genom att gena eller snedda.

När du ska gena eller snedda gör du så här:

1. Passa kartan och vänd dig i sneddningsriktningen.
2. Välj ut en syftpunkt, ögonmärke, i terrängen så långt bort som möjligt i sneddningsriktningen.
3. Påbörja förflyttningen.

Bild 41 Tillvägagångssätt för att gena eller snedda. Autotech Teknikinformation.

Det är enklast och säkrast att gena eller snedda när du befinner dig i terräng där sikten är god att du ser delmål eller målet för sneddningen. Riktningen får du genom att ”passa kartan”.

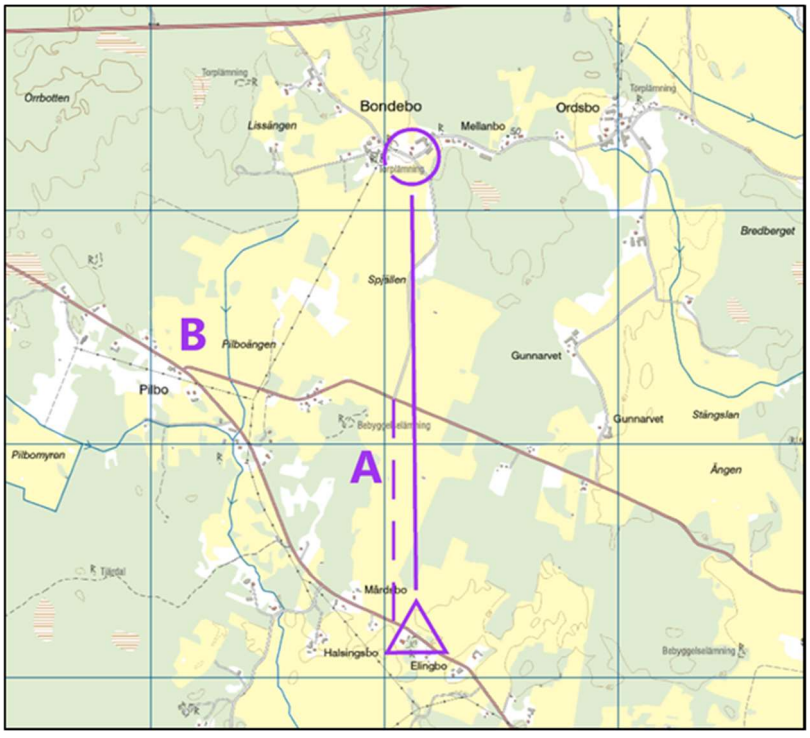


Bild 42 Sneddning vid god sikt. Lantmäteriet Geo SE.

Exemplet ovan visar hur du vid god sikt kan snedda. Istället för att följa den planerade sträckan längs ”ledstången” (B) kan du snedda över åkern mot vägkorsningen (A).

Du kan också gena eller snedda i terräng, där sikten inte är god, men terrängföremålet du sneddar mot är tydligt enligt kartan. Sträckan bör inte vara alltför lång, helst inte mer än 200 - 300 meter. Det är viktigt att vara noga med riktningen.

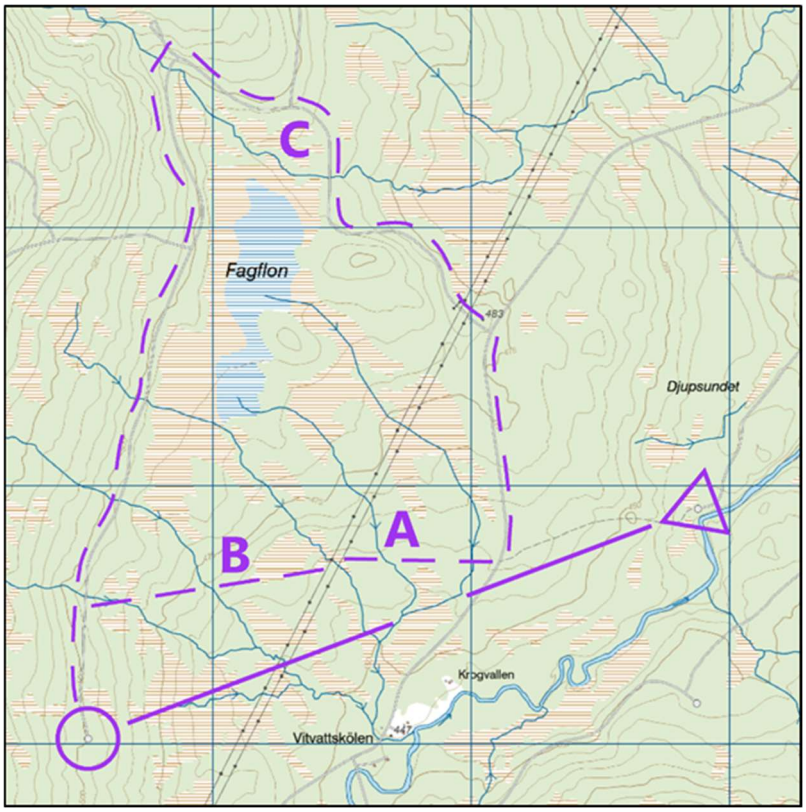


Bild 43 Sneddning genom terrängen. Lantmäteriet Geo SE.

Exemplet ovan visar hur du kan snedda från vägkorsningen mot kraftledningen (A) och från kraftledningen mot vägen (B), i stället för planerad sträcka (C).

5.5 Säkra och osäkra kartläsningsföremål

I terrängen finns det många olika terrängföremål som ger stöd vid kartläsning. Vissa är tydliga och säkra, medan andra är otydliga, diffusa och osäkra att förlita sig på. Efterhand som kartläsningsförmågan ökar och du skaffar dig större erfarenhet kommer emellertid fler och fler kartläsningsföremål att upplevas som säkra.

Säkra kartläsningsföremål

Några exempel på säkra kartläsningsföremål:

- väg

- körväg
- stor stig
- stängsel
- kraftledning
- heldragen beståndsgräns
- öppen mark
- dike, till exempel ett grävt dike som syns tydligt i terrängen
- sankmark, öppen
- höjd, högsta delen.

Osäkra kartläsningsföremål

Några exempel på osäkra kartläsningsföremål:

- skogsavverkningsväg, kanske har det tillkommit några vägar sedan kartan ritades?
- liten stig, kartritaren måste någonstans dra gränsen för vilka stigar som ska tas med
- rågång och gräns, lätt att passera utan att se dem
- liten kraftledning och telefonledning, är den med på kartan? Kan vara svår att se på natten
- hygge och halvöppen mark, är det samma gränser nu som då de ritades?
- bäck, då den slingrar sig fram
- sankmark, bevuxen
- sumpskog
- blockstensområden, diffus utsträckning.

Kartläsningsteknik specifikt för NMK50

Kartläsningstekniken för NMK50 är densamma som på storskaliga kartor exempelvis NMK20. Grovkartläsningen måste dock i större utsträckning ske längs ”ledstänger” och den sista utgångspunkten måste vara mycket tydlig.

Från den sista utgångspunkten måste du ofta gå kompassgång och stega till målet om det ligger vid sidan av ”ledstången”. Eftersom du vid kompassgång och stegning inte har större noggrannhet än cirka 10 - 15 % av sträckans längd blir små mål som inte syns från minst cirka 50 meter ofta för svåra att hitta. Välj alltså stora mål.

TIPS!
Orientering och navigering kräver mycket övning för att få erfarenhet av kartläsning vid alla förhållanden, såväl terräng som yttre omständigheter. Nyttja därför varje tillfällighet som ges till träning!

6 ATT ANVÄNDA KOMPASSEN

6.1 Kompassen som hjälpmedel

Vid militär kartläsning har kompassen större betydelse än i civil orientering. Militär kartläsning sker i regel på småskaligare kartor, till exempel NMK50 som har sämre detaljredovisning än orienteringskartor, som är rekognoserade. Kompassen utgör då ett oumbärligt hjälpmedel för att passa kartan efter terrängen.

Kompassen är också nödvändig vid förflyttning i dålig sikt, till exempel i rök, mörker eller dimma. Ett annat exempel på när kompassen är oumbärlig är vid observationstjänst och eldförberedelser, då det gäller att kunna ange riktningar till utgångspunkter, särskilda terrängavsnitt eller upptäckta mål. Dessutom måste du använda kompassen för att kunna lägga in punkter eller mål på kartan som upptäcks eller pekas ut i terrängen.

Vid skissritning använder du kompassen för att skissen ska bli avstånds- och riktningsanpassad.

6.2 Hur du tar ut kompassriktning

Det finns många typer av kompasser, alla med sitt speciella utseende, oftast utrustade med olika mätskalor och graderingar. Alla har en sak gemensamt, kompassnålen, vars röda del alltid pekar mot magnetiska nordpolen.

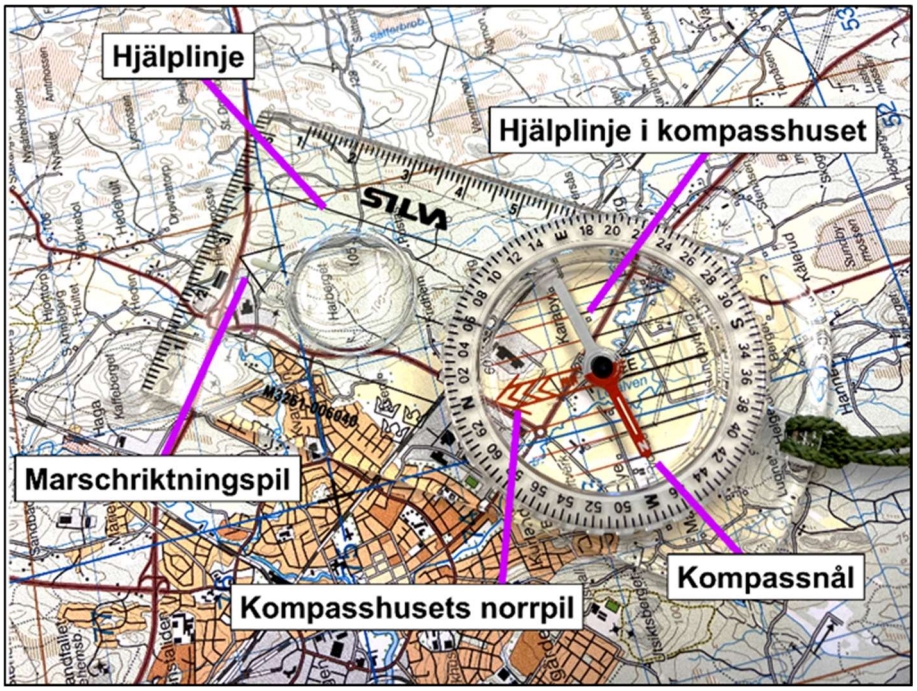


Bild 44 Kompassens delar. Lantmäteriet Geo SE.

Den militära kompassen kan ha en gradering i både grader och mils, och graderas i 360 grader (°) och/eller 6400 mils. Du anger riktningar med tre siffror för grader eller fyra siffror för mils, till exempel 1600 mils = E (öster) som utläses sexton - noll - noll.

På kartan anges nord-sydriktningen med hjälp av meridianerna. Genom att lägga kartan så att meridianerna på kartans gradnät ligger parallellt med kompassnålen och med kartans övre kant i den röda pilens riktning, blir kartan passad mot norr, magnetiska norr - det vill säga kompassnorr.

Genom att följa den rödmärkta delen av nålen kan du förflytta dig rakt norrut och genom att följa den vita delen av nålen förflyttar du dig rakt söderut. Det går också att med ganska stor säkerhet gå rakt mot öster eller väster genom att gå mitt emellan röd och vit riktning på motsvarande sätt.

Vi har tidigare förklarat att du får en relativt bra kurs genom att passa kartan och ställa dig i förflyttningsriktningen. Denna kurs bibehålls genom att kompassriktningen successivt kontrolleras under förflyttning, kompassgång.

Gör så här när du ska ta ut kompassriktningen:

1. Lägg kompassen på kartan med ena hjälplinjen eller kanten av kompassen över den punkt där du står och över den punkt dit du ska. Marschriktningspilen längst fram ska peka åt det håll du vill förflytta dig.
2. Vrid kompasshuset så att ”N” på kompasshuset pekar mot kartans norr. Kompasshusets hjälplinjer blir då parallella med meridianerna.
3. Ta bort kompassen från kartan och håll kompassen vågrätt framför dig. Du har nu överfört önskad riktning i kartan till kompassen. Vrid hela kroppen så att kompassnålen pekar mot ”N” på kompasshuset och överensstämmer med kompasshusets norrpil.
4. Välj ut en syftpunkt, ett ögonmärke, i terrängen, i den riktning marschriktningspilen visar.

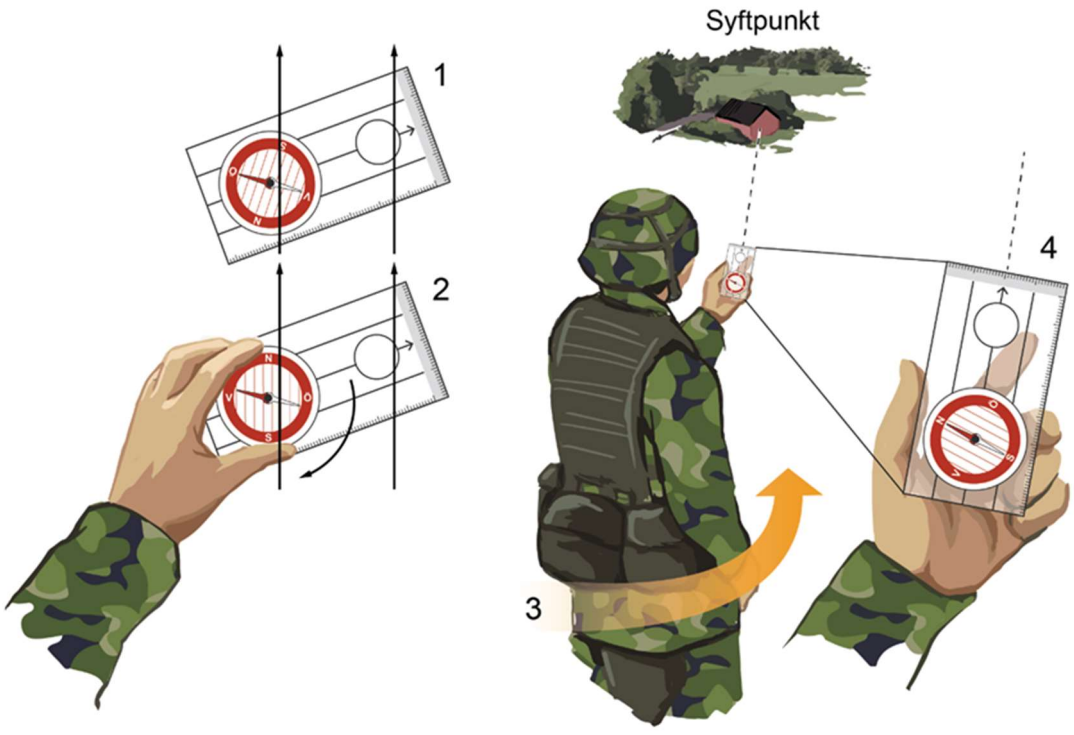


Bild 45 Att ta ut kompassriktning. Autotech Teknikinformation.

När du tar ut en kompassriktning ska du sträva efter att använda meridianerna och inte kartans rutnätslinjer vid inställning av kompasshuset. Rutnätet är avsett för positionsangivning. Skillnaden är marginell, oftast knappt märkbar, om det inte rör sig om kilometerlånga avstånd. Utöver det kan missvisningen, deklinationen, i vissa landsdelar av Sverige bidra till ytterligare avvikelse eftersom

magnetiska norr och kartans norr inte är samma sak. I andra länder kan missvisningen ge ett relativt stort utslag.

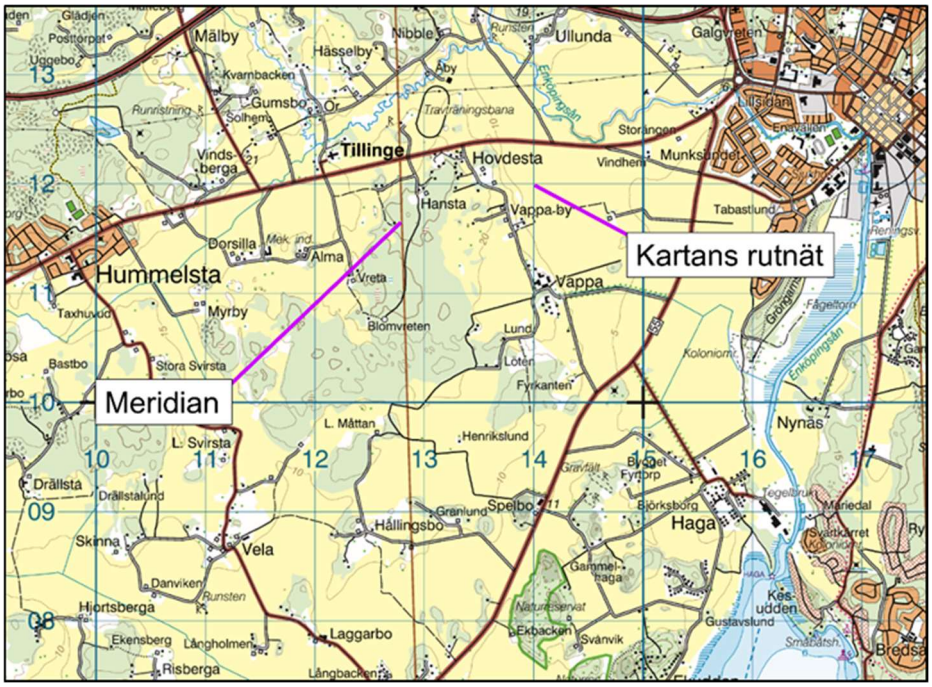


Bild 46 Skillnad mellan rutnät och meridian. Lantmäteriet Geo SE.

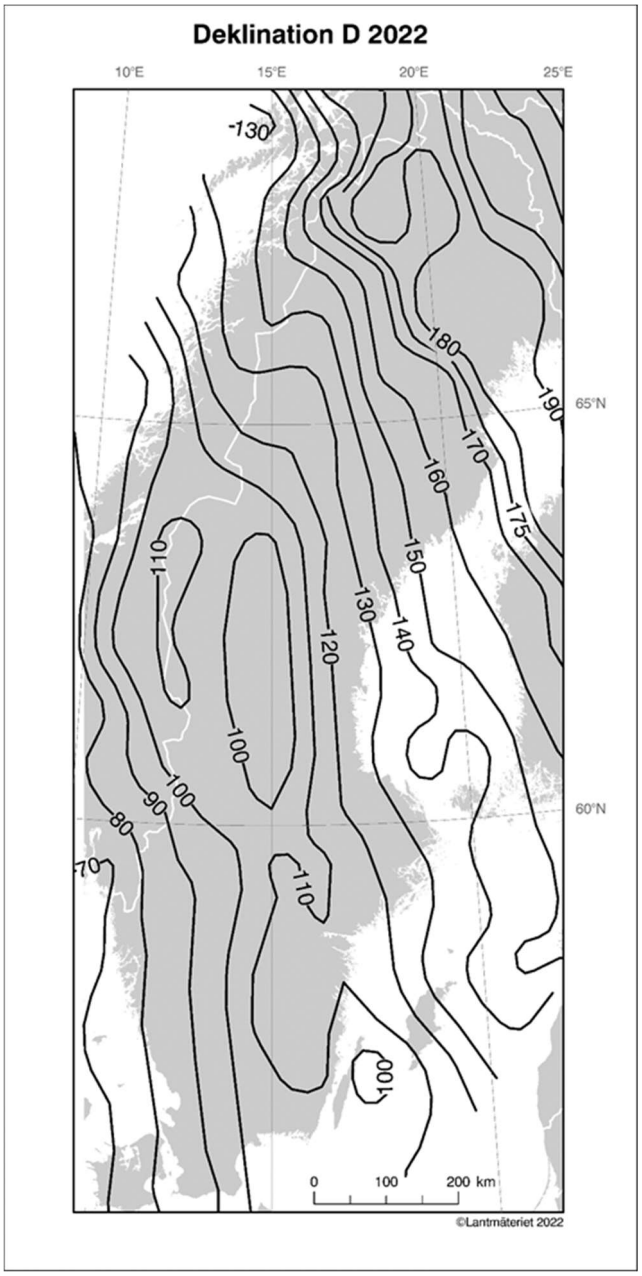


Bild 47 Deklinationen, missvisningen, över Sverige i mils, positivt österut. Lantmäteriet Geo SE.

Problemen med så kallad meridiankonvergens och missvisning har endast betydelse för långa kompassträckor, flera kilometer, när du inte successivt kan korrigera utifrån kartans innehåll. I Sverige samverkar ofta båda fenomenen och den totala skillnaden är liten.

Missvisning och meridiankonvergens samt hur du gör för att korrigera kompassriktningen mot kartans rutnät finns angivet i marginalinformationen till NMK-kartorna.

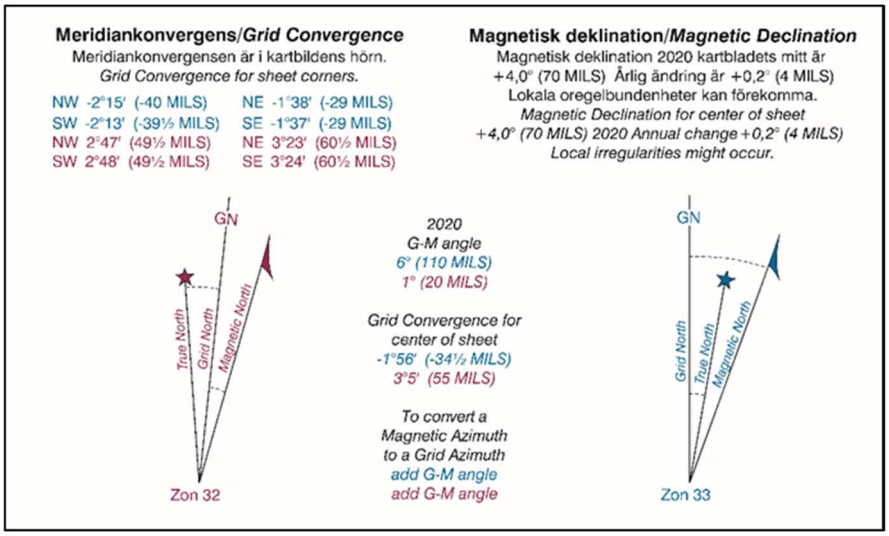


Bild 48 Exempel på marginalinformationen för meridiankonvergens och missvisning på en NMK-karta innehållandes två UTM-zoner. Lantmäteriet Geo SE.

6.3 Kompassgång

När du förflyttar dig till fots i en viss riktning med hjälp av kompassen kallas tekniken kompassgång. Vid kompassgång förflyttar du dig mellan syftpunkter. Det är viktigt att vara medveten om den grad av precision du kan uppnå och välja mål som stämmer med denna. Med träning kommer du ganska snabbt upp till en nivå där felmarginalen blir maximalt cirka 10 % av sträckans längd vid marsch.

Noggrann kompassgång, även kallat finkompass, innebär att du står stilla vid varje syftpunkt, håller kompassen framför dig och utser en ny syftpunkt, och så vidare. Det är viktigt att välja en syftpunkt som inte ligger för långt borta. Lämpliga avstånd till syftpunkter i terrängen är 50 - 75 meter. Mindre inställnings- eller syftfel förstoras nämligen med stora avstånd. Vid upprepade syftningar tar felen ofta ut varandra.

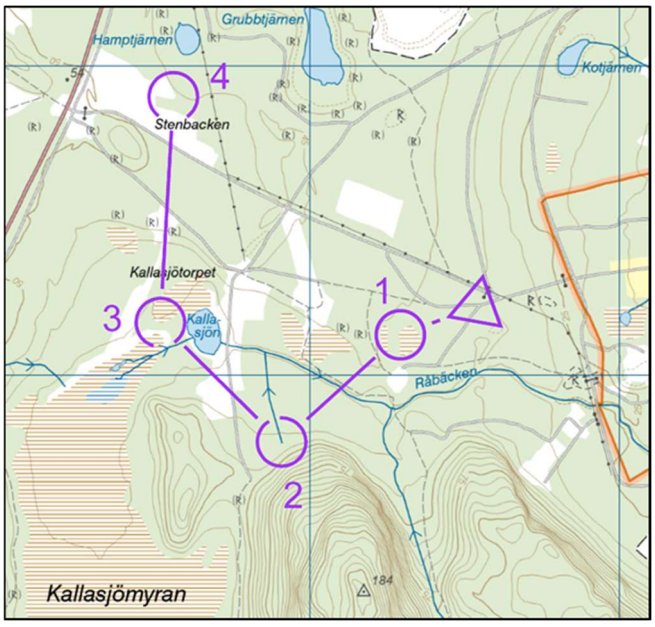


Bild 49 Övning av uppfång vid noggrann kompassgång. Lantmäteriet Geo SE.

Vid grov kompassgång, även kallat grovkompass, behöver du inte stanna upp vid syftpunkterna. Felmarginalen blir därför något större än vid noggrann kompassgång. Grov kompassgång innebär också att du väjer för mindre terränghinder och detta kan förstora felet om du inte ”tar tillbaka” eventuella sidoförflyttningar. Det uppfångade terrängföremålet för grov kompassgång måste därför vara större än vid noggrann kompassgång. Lämpliga uppfångade terrängföremål är sådana som har utbredning i sidled. Om du väljer mål med för liten utbredning, särskilt i sida, finns en risk att målet missas.

Troliga orsaker till större fel vid kompassgång

Följande orsaker är vanliga

- slarvig syftning - Detta är det vanligaste felet. Du har för bråttom och ger dig inte tid att utse en syftpunkt. Ett annat fel kan vara att du väljer en syftpunkt som ligger alltför långt bort.
- fel inställning eller slarvig uttagning av kompassriktningen - Att felaktigt ställa in kompasshuset eller angiven kompassriktning får naturligtvis följder vid efterföljande kompassgång. Det kan bli riktigt problematiskt om du vrider kompasshuset mot motsatt riktning, mot söder. Det resulterar i en så kallad kontrakurs, 180° fel i motsatt kompassriktning.
- metallföremål påverkar kompassen - En soldat har i regel många metallföremål i sin utrustning eller i sin omedelbara närhet, fordon, vapen och liknande, som påverkar den magnetiska kompassnålen och resulterar i felaktig riktning.
- du håller kompassen fel - Vid syftning ska kompassen hållas vågrätt mitt framför kroppen och du ska vrida på hela kroppen, flytta på fötterna, relativt din kompassriktning.
- fel på kompassen - Kompassen är inget precisionsinstrument, men den fungerar tillfredsställande om den inte är trasig, till exempel större luftblåsor i kompasshuset.
- lokal missvisning - Inom små, begränsade områden kan det finnas järnhaltiga bergarter som påverkar kompassen. Detta är inte samma sak som deklination beskriven ovan.

Bild 50 Vapen på bröstet kan påverka kompassen. Erik Falck, Försvarsmakten.

7 GROV- OCH FINKARTLÄSNING SAMT VÄGVAL

7.1 Grovkartläsning

Grovkartläsning är en kartläsningsteknik där du inte bryr dig om detaljer på kartan för att förenkla kartläsningen. Därmed kan du hålla ett högre tempo. Antingen förflyttar du dig längs med tydliga ”ledstänger” eller mot stora uppfångande terrängföremål med stöd av grov kompassgång. Med uppfångande terrängföremål menas sådana terrängföremål som är så vidsträckta och stora att du vid förflyttningen ”fångas upp” av dem, till exempel åker, väg, sjö, kraftledning eller större sankmark.

Kartläsningsmomenten vid grovkartläsning ska vara så lätta att du bara behöver läsa av stora och tydliga, grova, terrängföremål för att vara säker på att du är på rätt väg.

Grovkartläsning längs ”ledstänger” – ”ledstångsvägval”

Vid grovkartläsning förflyttar du dig som nämnts ofta längs ”ledstänger” som var för sig eller tillsammans bildar ett sammanhängande stråk i terrängen. Ett sådant stråk kallas ”ledstångsvägval”. Du läser i förväg in grova terrängföremål som finns längs vägen och prickar av dem under förflyttningen. Du nyttjar således inte all den information som kartan ger. Avstånden kan i regel uppskattas.

Grovkartläsning längs ”ledstänger” genomförs med hjälp av passad karta. Vid orientering från fordon är det genomgående grovkartläsning efter ”ledstångsvägval” som är aktuellt.

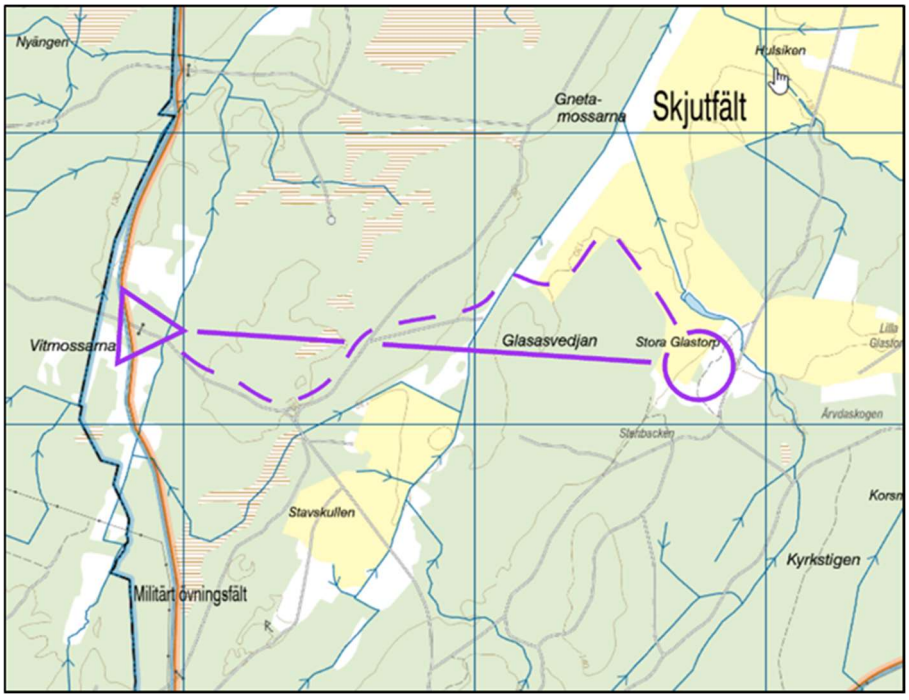


Bild 51 Exempel på ”ledstångsvägval”, streckad linje. Lantmäteriet Geo SE.

Grovkartläsning mellan hållpunkter - ”hållpunktsvägval”

I terräng som saknar så kallade ”ledstänger” kan du nyttja stora uppfångande terrängföremål, till exempel stora åkrar, höjder, korsningar, sankmarker eller dylikt som hållpunkter, inläsningspunkter. Ett sådant vägval kallas ”hållpunktsvägval”.

Grovkartläsning mellan hållpunkter genomförs i huvudsak med hjälp av grov kompassgång. Som tidigare nämnts blir felmarginalen då större än vid noggrann kompassgång. Eftersom hållpunkterna ska vara grova, tydliga, och avstånden mellan dem relativt korta betyder inte detta något för vägvalets säkerhet.

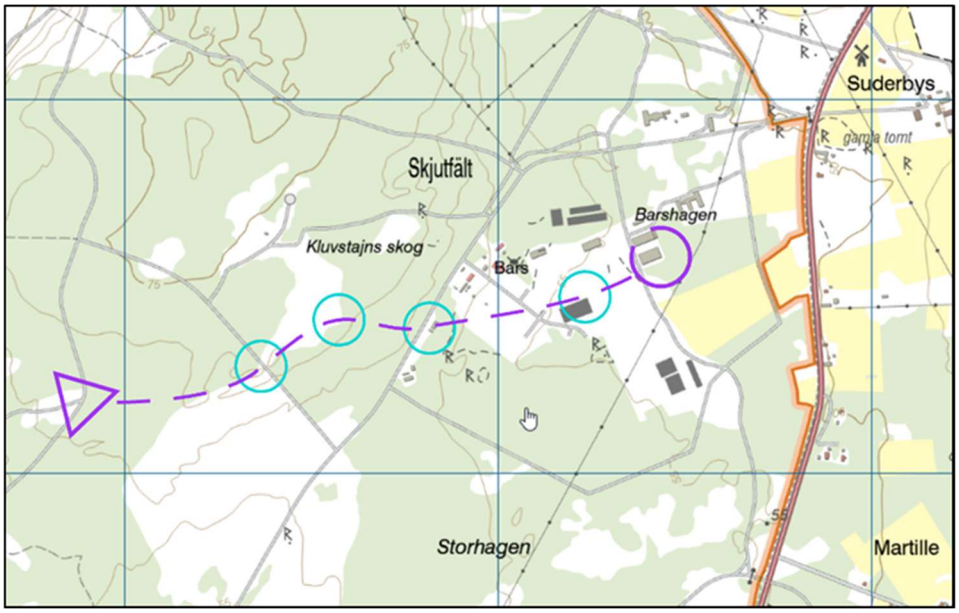


Bild 52 Exempel på "hållpunktsvägval". Hållpunkterna är markerade med ljusblå cirklar. Lantmäteriet Geo SE.

7.2 Finkartläsning

Finkartläsning är en kartläsningsteknik, som innebär noggrann kartläsning. Under förflyttningen sker avläsningen i detalj med stöd av noggrann kompassgång och stegning. Förflyttningen sker därmed i lågt tempo.

I terräng som är detaljfattig, eller på småskaliga kartor som inte redovisar alla detaljerna, sker finkartläsningen enbart med hjälp av noggrann kompassgång och stegning. Felmarginalen i sida och längd blir ringa efter det att du har tränat upp förmågan.

Kartans detaljrikedom avgör om du måste lägga tyngdpunkten vid kartläsning eller noggrann kompassgång och stegning.

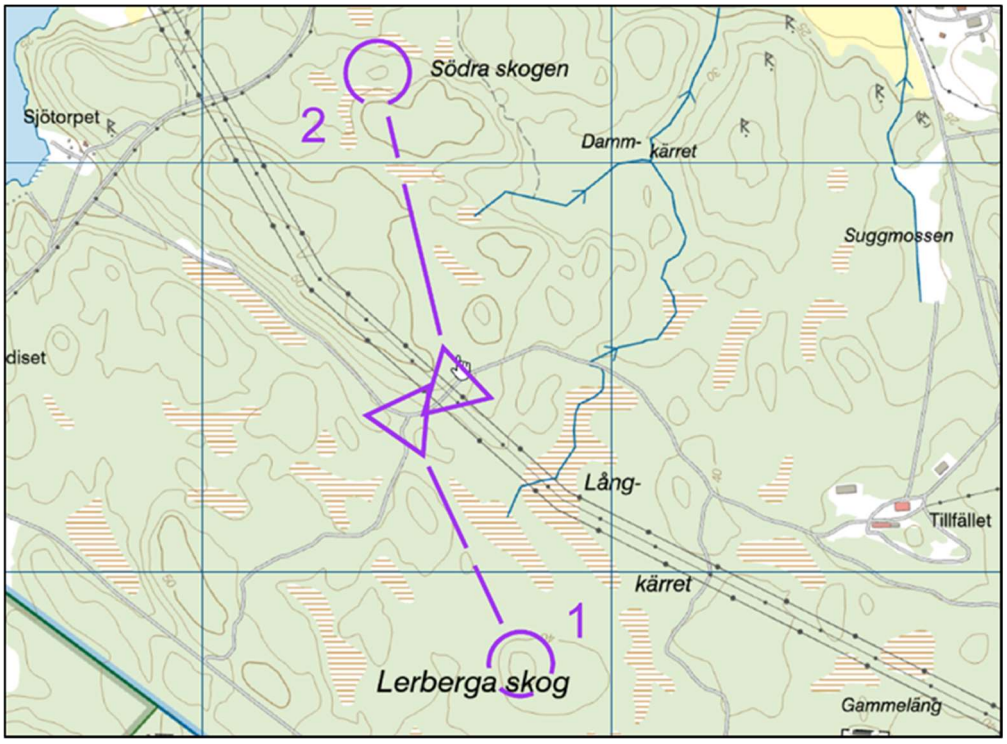


Bild 53 Val av kartläsningsteknik. Lantmäteriet Geo SE.

Kartläsningstekniken för att komma till terrängföremål 1, i bilden ovan, är i huvudsak noggrann kompassgång och stegning. För terrängföremål 2 däremot läggs vikten vid finkartläsning med stöd av kompassen och stegning.

7.3 Vägvalsplanering

När du ska bestämma vägen till ett mål finns det ofta mer än en valmöjlighet. När du jämför alternativen bör du fråga dig om vägvalet måste vara säkert eller snabbt, eller kanske till och med både och.

Den snabbaste vägen är emellertid inte alltid den säkraste. Du måste således väga krav på snabbhet och säkerhet mot varandra. Här är det den egna kartläsningsförmågan som är avgörande.

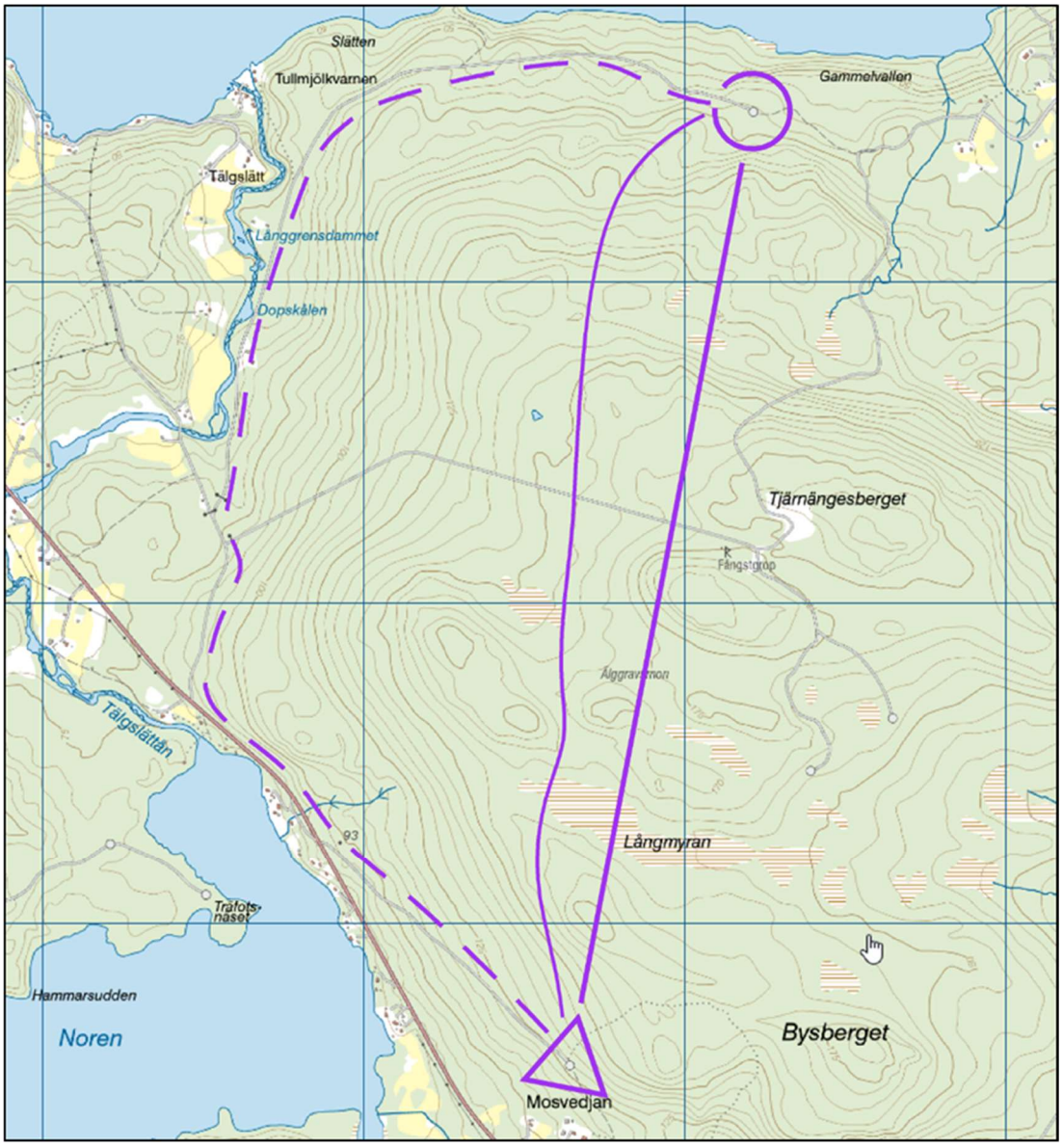


Bild 54 Vägval och kartläsningssäkerhet. Lantmäteriet Geo SE.

Tänk efter: ”Är jag en tillräckligt säker kartläsare för att klara den närmaste vägen över berget eller ska jag välja den längre men säkrare vägen längs vägförbindelserna?”.

Vid kartläsning under fältmässiga förhållanden kan även andra faktorer spela in, till exempel krav på skyddad eller dold förflyttning relativt det taktiska läget.

För att tillgodose kravet på snabbhet, gäller det att förflytta sig med grovkartläsningstekniken så lång bit som möjligt av en sträcka. Grovkartläsning ska kunna ske fram till ett terrängföremål som är lätt att hitta, den så kallade sista utgångspunkten. Det är därför viktigt att bestämma dig för en sista utgångspunkt som ligger så nära målet som möjligt. Från sista utgångspunkten till målet använder du dig av finkartläsning. Vid finkartläsningen måste du hålla ett betydligt lägre tempo.

När du ska planera ditt vägval kan du vara hjälpt av att ställa dig följande frågor:

- Vad ska jag välja som sista utgångspunkt?

- Vilken väg och teknik ska jag ta till sista utgångspunkten? ”Ledstångsvägval” eller ”hållpunktsvägval”?
- Är vägvalet snabbt, säkert och anpassat till det taktiska läget?

KOM IHÅG!
Vägvalsplanering innebär inte bara val av väg utan även val av kartläsningsteknik!

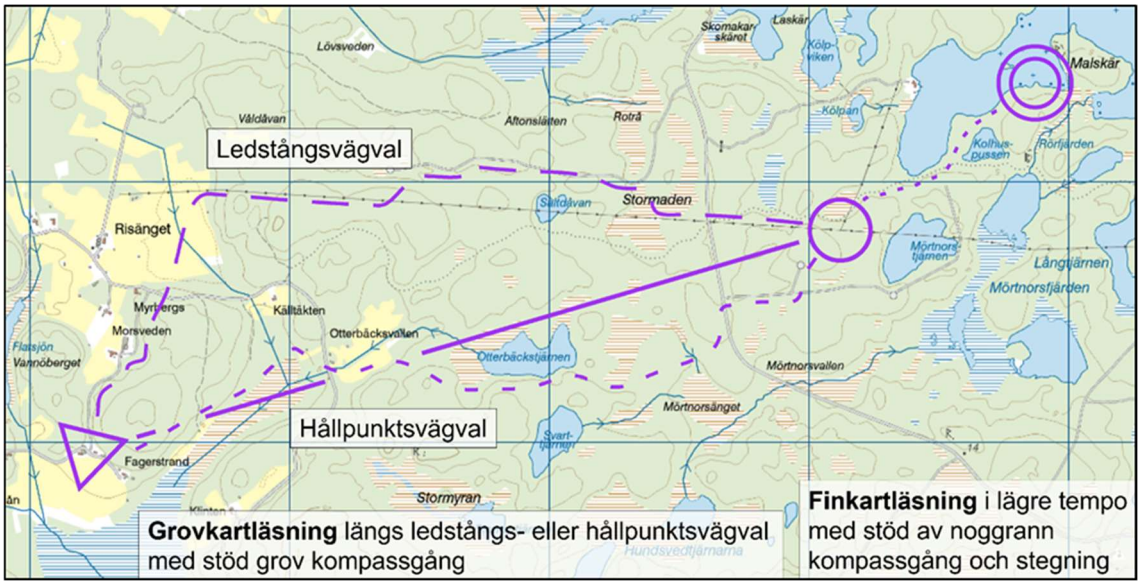


Bild 55 Exempel på vägvalsplanering och uppdelning av sträckan. Lantmäteriet Geo SE.

TIPS!
Att förflytta sig en sträcka kräver ofta tempoväxling.

Lätta delsträckor = grovkartläsning i högt tempo.
Svåra delsträckor = finkartläsning i lågt tempo.

Det är som vid bilkörning:
Bra väg = hög fart
Dålig väg eller terräng = låg fart/växla ner.

7.4 Förenklingar av kartbild och mål

Vid en hastig blick på kartan kan en sträcka mellan två punkter i terrängen verka mycket besvärlig. Därför är det viktigt att du försöker förenkla kartläsningsproblemen och kartbilden. Se nedanstående exempel.

Förläng terrängföremålet

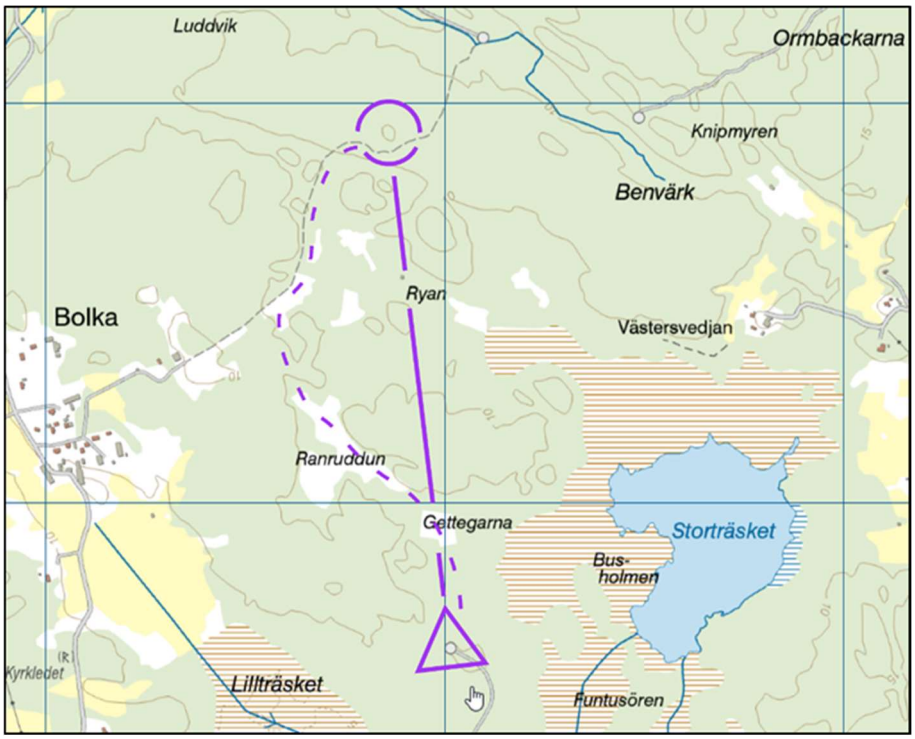


Bild 56 Exempel på förlängning av terrängföremål. Lantmäteriet Geo SE.

Målet är ”höjden” och traktorvägen kan ses som en förlängning av målet, eftersom den löper fram till punkten och gör en tydlig krök innan. Håll dig till vänster om målet, längs inägorna och följ sedan traktorvägen åt höger. Välj en sida om målet med marginal så att du med säkerhet vet åt vilket håll du ska följa förlängningen.

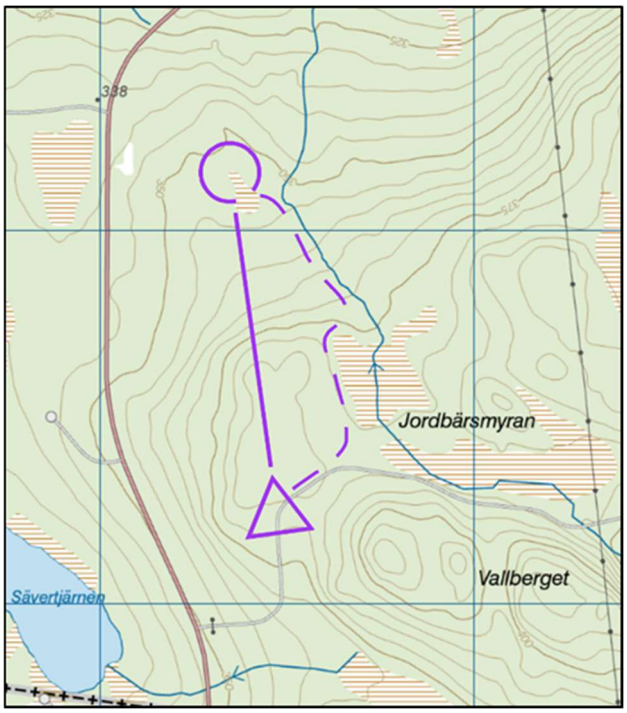


Bild 57 Annat exempel på förlängning av terrängföremål. Lantmäteriet Geo SE.

Eftersom målet, sankmarken, ligger i omedelbara förlängningen av bäckkröken förenklas sträckan. Börja med att gå mot kanten av sankmarken som ligger till höger, sedan bäcken och följ därefter bäcken till kröken.

Ta en tydlig punkt först – sista säkra

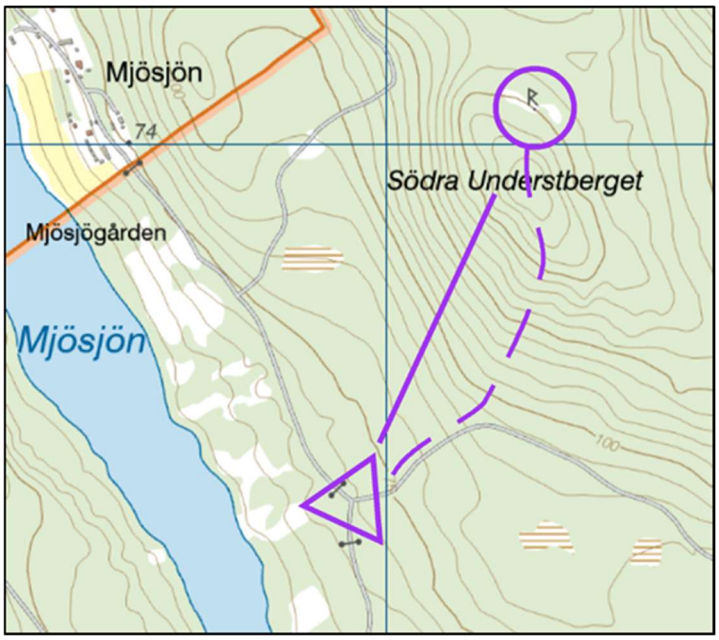


Bild 58 Exempel på att ta en tydlig punkt först. Lantmäteriet Geo SE.

Terrängföremål som ligger på en höjdsluttning kan ses som en del av höjden. Den tydligaste punkten på höjden är i regel högsta punkten. Gå till högsta punkten på höjden och därifrån med stöd av kompassen till terrängföremålet. Terrängföremål på höjdsluttningar tas lättast uppifrån.

7.5 Kartläsningsteknik då du har gått fel

Även om du läst kartan noggrant händer det att du går fel och missar ditt kartläsningsmål. Då gäller det att arbeta systematiskt och inte planlöst leta dig fram.

Stanna upp och tänk efter:

- Finns det något tydligt terrängföremål i närheten som jag kan läsa in mig på?
- När var jag senast säker på var jag befann mig på kartan?
- Hur har terrängen därefter sett ut? Försök att plocka fram minnesbilder!
- Hur långt har jag förflyttat mig sedan dess?

Om du kan få svar på någon eller några av dessa frågor kan du ofta klara ut var du befinner dig och gå till rätt punkt.

Om du fortfarande inte kan fastställa vad du gjort för fel, behöver du förflytta dig till en tydlig inläsningspunkt där kartläsningsplatsen kan identifieras, ofta bakom eller vid sidan av terrängföremålet. Från punkten går du till terrängföremålet och eftersom sträckan i regel är kort och lätt, kan tidsförlusten begränsas.

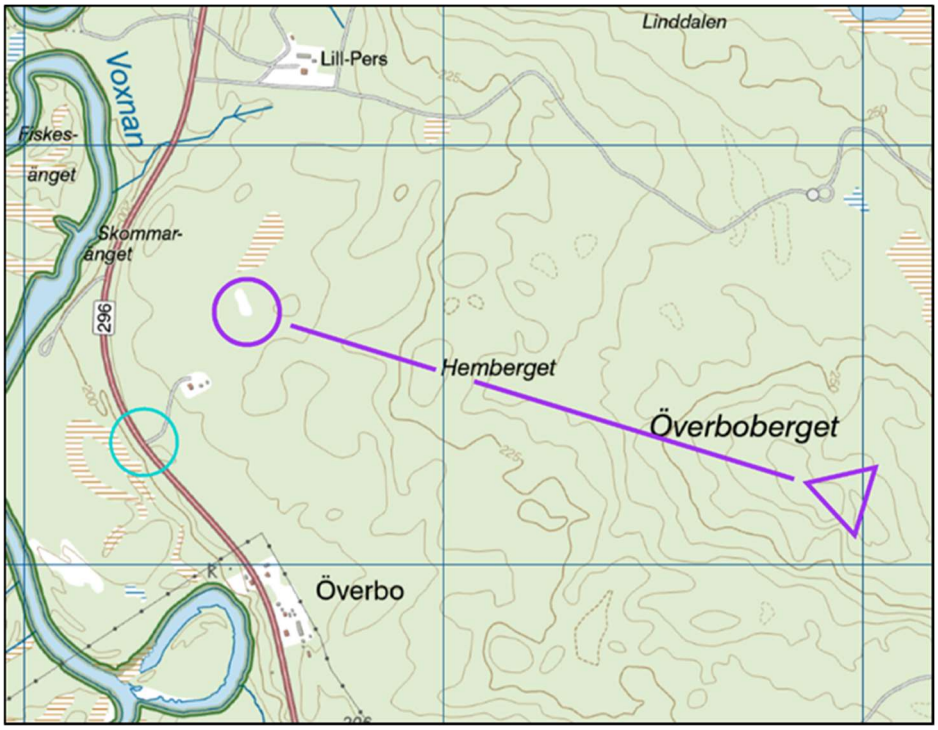


Bild 59 Exempel på inläsningspunkt, även kallad replipunkt. Lantmäteriet Geo SE.

Om du missar målet ”den sydöstra delen av gläntan”, i bilden ovan, kan du söka efter vägskälet sydväst om gläntan, ljusblå cirkel, och därifrån återigen eftersöka målet.

8 ANGIVNINGSMETODER

Det finns olika metoder inom karttjänst för att ange position i fält utan att ange koordinater. Metoderna används exempelvis vid

- eldförberedelser
- stridssignalering
- observations- och spaningstjänst
- skissritning
- terrängorientering, till exempel i samband med ordergivning.

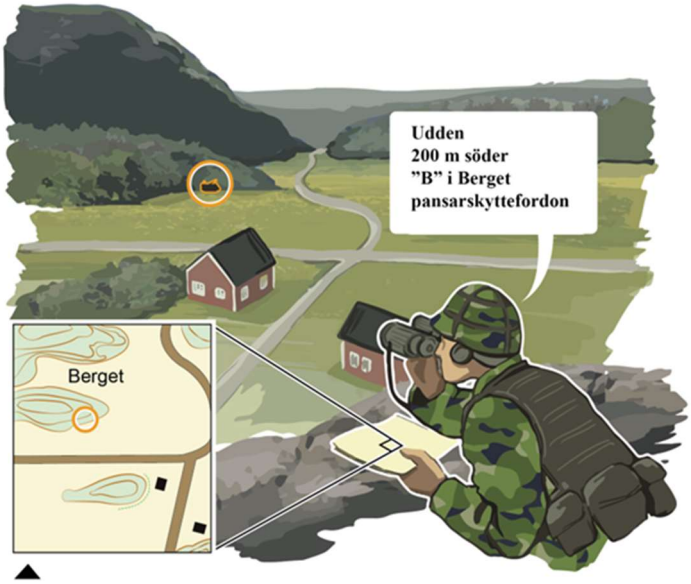


Bild 60 Exempel på metod inom karttjänst för positionering vid verksamhet i fält. Positionsangivning med hjälp av kartbilden. Autotech Teknikinformation.

8.1 Positionsangivning med hjälp av kartbilden

Vid angivning av positioner med kartbilden är det viktigt att avsändare och mottagare har samma kartunderlag. Därför ska du alltid försäkra dig om detta om du använder denna metod. Vid kommunikation via radio, telefon och så vidare, bör du vid behov ange ”Jag använder karta…” följt av en exakt benämning på kartbladet, så att mottagaren kan kontrollera att samma karta används.

Exempel
”Jag använder karta NMK5023, Kalmar, revideringsdatum 2021-03”

Du ska undvika positionsangivning i kartbilden som metod när tekniska system med kartunderlag används. Detta eftersom kartinformation i tekniska system kan presenteras på flera olika sätt som är optimerade för respektive system och det inte är säkert att informationen ser identisk ut för andra användare, eller ens kommer från samma system.

Vid angivning i kartbild ska hänsyn tas till att karttecknen påverkar koordinatbestämningens noggrannhet dels genom att de inte är skalriktiga, dels genom den förskjutning av tecknen som måste ske för kartans läsbarhet, särskilt i närheten av vägar.

Avstånd anges alltid efter måttet i verkligheten, inte enligt kartbilden. Måttet från ett karttecken räknas från dess rätta läge enligt kartan, i regel tecknets mitt. Måttet från en bokstav eller en siffra tas så att det blir så kort som möjligt. Det är ofta bättre att utgå från ett tydligt objekt i kartbilden som ett vägskäl, en höjd eller en gård.

I taktiska sammanhang nyttjas ofta ett system vid namn Utgångspunkt På Kartan (UPK), som tilldelas och tillförs till förbandets kartunderlag. UPK skapas för platser som är sannolika passager utifrån den verksamhet förbandet skall bedriva. Platserna som väljs för UPK ska vara tydliga på kartan, som till exempel broar, master och vägskäl. Angivning av positionen blir likartat som för nedanstående exempel, exempelvis 300 meter norr om UPK 13 etcetera.

Utgångspunkten i nedanstående exempel är trevägskälet HALNA där gårdssamlingen ALGOTS ska anges.

Bild 61 Positionsangivning med hjälp av kartan. Underlag för exempel nedan. Lantmäteriet Geo SE.

Exempel
Markering 1, se bild 61 ovan.
”VÄGSKÄLET HALNA nordöst 1200 meter, gårdssamling ALGOTS”.

En icke namngiven plats anges med avstånd och väderstreck från en annan tydlig punkt på kartan.

Exempel
Markering 2, se bild 61 ovan.
”VÄGSKÄLET HALNA väst 1,5 kilometer, gård”.

Riktning kan även anges, utöver väderstreck, utifrån ”kartnorr”, det vill säga rakt uppåt på kartan längs koordinatnätets x-axel. Denna vinkel kan anges antingen i mils eller i grader till sjöss. För detta används kompass eller mätskiva M21 som hjälpmedel. Att ange vinkel och avstånd utifrån en

punkt brukar benämnas polära koordinater. På kartan anger du alltid vinkeln medurs utifrån ”kartnorr”.

Exempel
Markering 1, se bild 61 ovan.
”VÄGSKÄLET HALNA, riktning 450 mils, avstånd 1200 meter, gårdssamling ALGOTS”.

8.2 Målangivning utifrån gemensam utgångspunkt

Om du sitter i ett fordon eller ligger i eldställning där det finns en tydlig gemensam färdlinje eller siktlinje eller om siktlinjen är förutbestämd kan du utifrån detta ange riktning och avstånd till ett objekt, speciellt vid målangivning. Här använder du ofta klockmetoden som är intuitiv till skillnad mot att använda grader, polära koordinater.

Klockmetoden[1] fungerar på följande vis. Sitter du i ett fordon eller ligger i eldställning, är kurslinjen eller siktlinjen, rakt fram, klockan tolv, och då anger du exempelvis ”fientligt fordon klockan tre, avstånd 2 000 meter”.

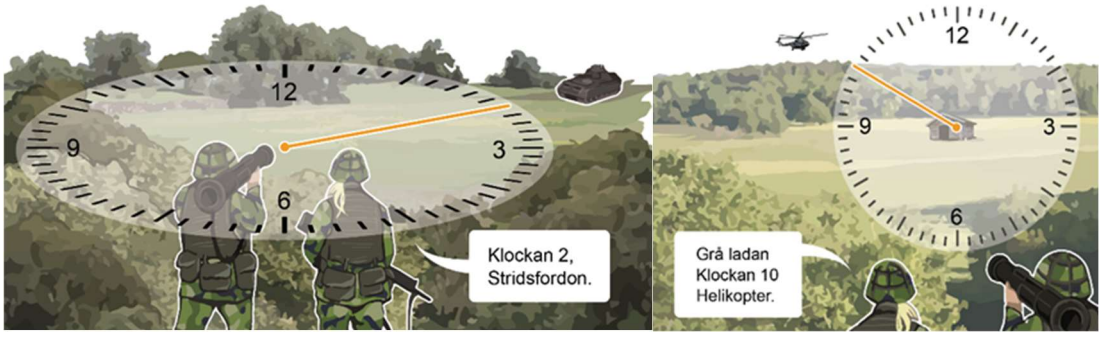


Bild 62 Klockmetoden från din egen plats samt från utgångspunkt. Autotech Teknikinformation.

8.3 Punktangivning utifrån känd observationsplats

Följande hantering förutsätter att du vet var på kartan du befinner dig. Nedan beskrivs en hantering för att kunna lägga in punkter på kartan utifrån terrängen, och tvärtom.

[1] Se Handbok Markstrid – Taktiska/Fältmässiga Grunder 2016.

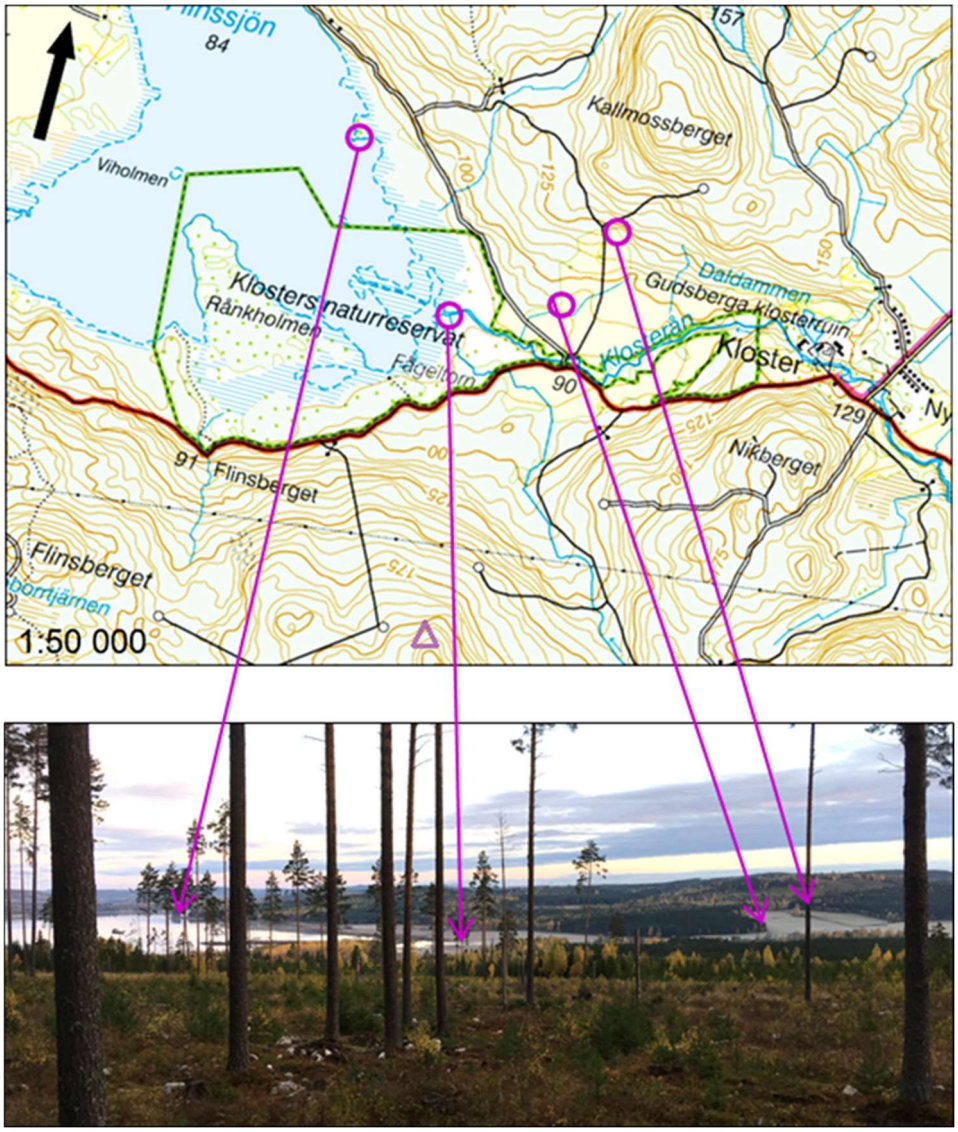


Bild 63 Jämförelse mellan terrängen och NMK50. Observatören står i mitten, på höjden, i södra delen av kartbilden. Stefan Sundvall, Försvarsmakten.

Punkter i terrängen som ska läggas in på kartan

När punkter eller mål i terrängen ska läggas in på kartan kan följande metod underlätta för att ge god precision i den slutliga målangivelsen. Du arbetar då på följande sätt:

1. Syfta med kompassen – när du syftar ska du först:
- Rikta kompassens riktningspil som används vid förflyttning mot målet.
- Vrida kompasshuset tills kompassnålen sammanfaller med pilen i kompasshuset.

2. Rita in riktningen genom att:
- Lägga kompassen med ena kanten över kartläsningsplatsen på kartan.
- Vrida hela kompassen tills meridianerna blir parallella med kompasshusets linjer. N på kompasshuset ska peka mot norr på kartan.
- Rita en svag linje på kartan från kartläsningsplatsen mot målet. Nyttja kanten på linjalkompassen.

På detta sätt får du en riktning, en linje, längs vilken målet ska ligga. Små avvikelser i sidled kan godtas, beroende på hur noggrann du varit vid riktningsuttagningen.

Bild 64 Identifiering av mål i terräng. Autotech Teknikinformation.

Identifieringen av det aktuella huset görs med hjälp av kompassen.

3. Identifiera målet genom att:

- Leta längs linjen på kartan var verklighet och karta stämmer överens.
- Markera ett längsta och ett kortaste avstånd vid behov. Försök göra en bedömning, avståndet till målet kan inte understiga xx meter och inte överstiga yy meter.
- Fastställ målet.

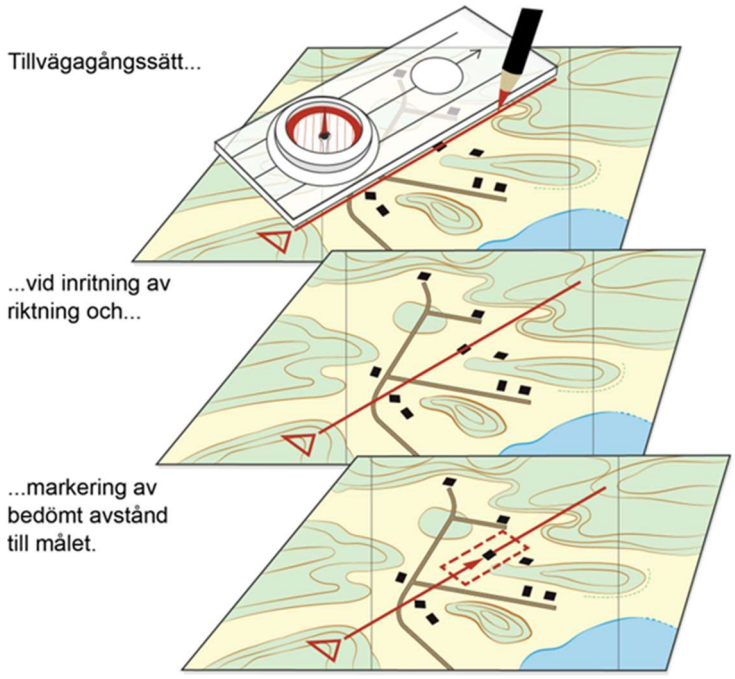


Bild 65 Identifiering av mål med stöd av karta och kompass. Autotech Teknikinformation.

Punkter på kartan som ska identifieras i terrängen

Detta är ett omvänt förfarande jämfört med ovan:

1. Ta ut kompassriktningen på kartan från kartläsningsplatsen, observationsplatsen, till målet.
2. Håll kompassen framför kroppen och vänd dig i rätt riktning. Utse en syftpunkt i terrängen så långt bort som möjligt. På detta sätt har du fått riktningen mot målet. Längs syftlinjen ska målet finnas i terrängen. Du kan godta smärre avvikelser i sida.
3. Leta upp det terrängområde som stämmer med kartbilden. Genom att mäta avståndet på kartan vet du hur långt bort målet ska vara. Genom avståndsbedömning bör du hamna så nära att rätt punkt kan anges.

TIPS!
Några tips för att underlätta vid punktangivning utifrån känd observationsplats:

- Passa kartan och börja med att jämföra karta och terräng och läs in den terräng som ligger närmast kartläsningsplatsen.
- Läs därefter in tydliga terrängdetaljer i området, som till exempel kraftledningar, vattendrag (broar), ensamliggande hus och vägar.
- Var uppmärksam på sådant som kan underlätta att bekräfta inläsningspunkter, till exempel trafik på vägar.
- Jämför avstånd med ”säkra” punkter (avstånd).
- Ta hänsyn till höjdskillnader och växtlighet som kan skärma av terrängföremål. Till exempel syns troligen inte ett hus som ligger på baksidan av en höjd eller bakom en skogsdunge.
- Tänk på de generaliseringar som kan finnas på kartan. I en hussamling (till exempel en bondgård) är det ofta endast ett hus inritat på NMK50 (boningshuset).
- Vid kartläsning kan du ofta fastställa mål och riktningar enbart med hjälp av passad karta.

9 GEODETISK INFRASTRUKTUR

Geodesi är läran om jordens form och uppmätning. Geodesins huvuduppgift är förutom att bestämma jordens storlek och form, att genom olika typer av mätningar bestämma punkters läge på jordytan, deras höjd över havsytan och deras tyngdkraftsvärden.

För att hantera detta har det tagits fram olika typer av geodetiska referenssystem tillhörande olika typer av koordinatsystem. Geodetiska referenssystem är en förutsättning för att ange punkters läge på jordytan. Referenssystemet definierar bland annat koordinatsystemets läge och orientering i förhållande till jorden. Skillnaden mellan begreppen referenssystem och koordinatsystem är att begreppet koordinatsystem förutom själva referenssystemet även beskriver vilket koordinatformat som används. Se vidare avsnitt 9.2.

I detta kapitel beskrivs vad referenssystem och koordinatsystem är för något samt vilka som används på en svensk nationell nivå samt deras nordiska, europeiska och globala motsvarigheter och relationerna till dessa. Kapitlet kommer också beskriva lite kring referensnivåer för djup, vilket strikt inte faller inom området geodesi men har beröringspunkter och är naturligtvis viktigt för många militära verksamheter.

TIPS!
För ytterligare information om geodetisk infrastruktur, stommätning och så vidare, se Lantmäteriets HMK[2]-samling, finns tillgänglig via Lantmäteriets hemsida (lantmateriet.se/hmk).

9.1 Jordens form

Det vi försöker uppnå är att så exakt som möjligt kunna ange en position någonstans på eller relativt nära jordytan, så exakt det bara går. När man ser till jordytan respektive havsytan har jorden en ganska oregelbunden och komplicerad form. För att kunna avbilda jorden, göra en karta, måste vi ha en enklare modell av jordens grundläggande form, på vilken ett referenssystem kan grundas. Som en första approximation[3] kan man betrakta jorden som en sfär. För noggrannare tillämpningar så kommer vi behöva en bättre modell för att ange positioner, vilket beskrivs i avsnitt *9.1.1 Referensellipsoid*.

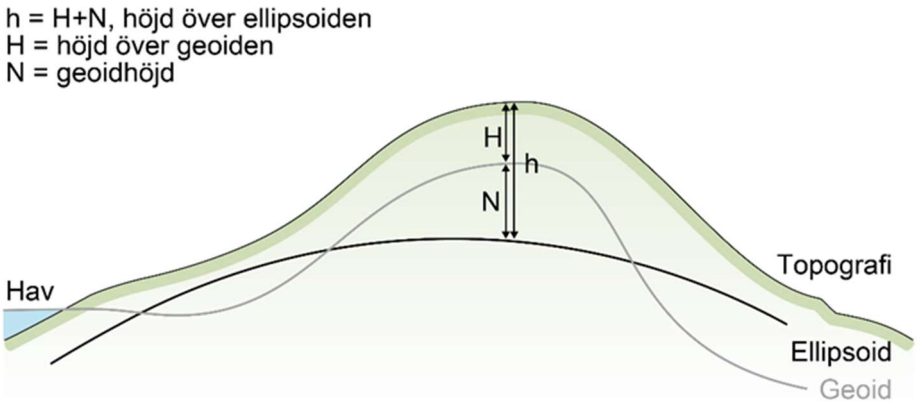


Bild 66 Hur jordytan, ellipsoiden och geoiden förhåller sig till varandra. Autotech Teknikinformation.

[2] Handbok i mät- och kartfrågor (HMK).
[3] Uppskattning, ungefärligt värde.

I den geodetiska beskrivningen av jorden används, förutom jordytan, två andra grundläggande ytor. Dessa är referensellipsoiden och geoiden. Geodetiska referenssystem bygger på dessa tre ytor, deras inbördes relationer och deras ändringar med tiden. Det är alltså centrala begrepp för att förstå vad referenssystem och koordinatsystem är.

9.1.1 Referensellipsoid

Jorden är nästan sfärisk, den är dock något avplattad vid polerna[4]. Polradien är ungefär 21 kilometer kortare än ekvatorsradien. Den jordmodell som har kommit att användas är en så kallad rotationsellipsoid, vilken är den tredimensionella figur som genereras om man låter en ellips rotera runt sin lillaxel. Denna yta kallas också ofta för jordellipsoid, referensellipsoid eller bara ellipsoid.

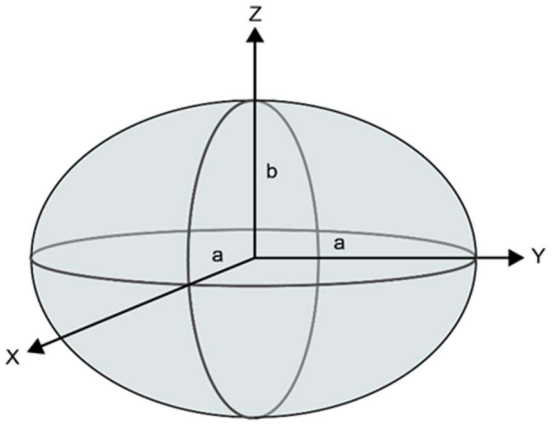


Bild 67 Jordellipsoiden med halva storaxeln a och halva lillaxeln b. Autotech Teknikinformation.

En referensellipsoid approximerar havsytan och dess tänkta förlängning under kontinenterna mycket bättre än en sfär. Den maximala avvikelsen minskar från cirka 10 kilometer till under 100 meter när sfären ersätts av en ellipsoid. Det är dock inte självklart att man ska stanna vid att använda en ellipsoid. Genom att ytterligare komplicera ytan kan man få ned avvikelserna ännu mer. Priset för detta är dock att alla beräkningar blir mer komplicerade.

[4] Att jorden är avplattad vid polerna har varit känt sedan länge och är en följd av dess rotation. Redan i början av 1700-talet utfördes mätningar för att lösa den vetenskapliga tvisten om huruvida jorden var avplattad vid polerna eller vid ekvatorn. De avgörande geodetiska mätningarna utfördes både nära nordpolen, Tornedalen i Sverige, och nära ekvatorn, Peru.

Jordellipsoid	Exempel på användning	Halva storaxeln a (m)	Halva lillaxeln b (m)	1/avplattning (1/f)
Bessel 1841	I Sverige från ca 1900 fram till 2006. Är en jordmodell lämplig för regionalt bruk.	6 377 397,155	6 356 078,96281...	299,1528128
Hayford 1910	Rekommenderades för internationellt bruk 1924 av IUGG (Internationella Unionen för Geodesi och Geofysik), har för Sveriges del varit aktuell i samband med ED 50 (European Datum 1950). Kallas också för Internationella ellipsoiden 1924. Är en jordmodell lämplig för regionalt bruk.	6 378 388,000	6 356 911,94612...	297
Krassovsky	Använd i det ryska nationella referenssystemet SK-42. Regional jordmodell.	6 378 245,000	6 356 863,01877...	298,3
GRS 80	Globalt anpassad jordmodell, skiljer sig väldigt lite från WGS 84. Används i SWEREF 99.	6 378 137,000	6 356 752,31414...	298,2572221
WGS 84	Globalt anpassad jordmodell. Används i det amerikanska satellitsystemet GPS.	6 378 137,000	6 356 752,31424...	298,2572236
PZ-90	Globalt anpassad jordmodell. Används i det ryska satellitsystemet Glonass.	6 378 136,000	6 356 751,36174...	298,2578393
GSK-2011	Parametrar för ellipsoid använd inom det ryska nationella referenssystemet GSK-2011. Global jordmodell. GSK-2011 ersätter SK-42 samt SK-95.	6 378 136,5	6 356 751,75795...	298,2564151

Bild 68 Några jordellipsoider. Lantmäteriet Geo SE.

Under århundradenas lopp har det funnits många olika jordellipsoider. I tabellen ovan listas halva storaxeln a, halva lillaxeln b och den inversa[5] avplattningen[6] (1/f) för ett antal vanliga jordellipsoider genom tiderna. Som synes har storleken och formen på jordellipsoiderna varierat genom åren, vilket beror på inverkan av mätosäkerheter och att fördelningen av de geodetiska observationer som använts inte varit jämn över hela jorden. Jordens form medför att jordkrökningen är ungefär 7,8 centimeter/kilometer och att den ökar med kvadraten på avståndet, vilket innebär att det på 10 kilometer blir cirka 7,8 meter. Vid fri sikt, ut över exempelvis havet, böjs ljusets bana i atmosfären på grund av lufttryck och skillnader i temperaturen. Detta fenomen gör att den "synbara" effekten av jordkrökningen blir något mindre. Vilket innebär att en person faktiskt ser ungefär 15 % längre på grund av böjningen av ljusets bana.

9.1.2 Geoiden

Om vi vill bestämma höjder behöver vi en tänkt yta med höjd ”noll” någonstans under oss. Den angivna höjden på en godtycklig punkt är det vertikala avståndet från denna tänkta yta. Även när vi talar om höjd i vardagliga relativa termer förutsätter vi att denna yta finns.

Eftersom vi med ökade höjder avser ”uppåt” och minskade höjder är ”nedåt” innebär det att referensytan för höjd måste vara en horisontell yta, det vill säga överallt i rät vinkel mot tyngdkraftens riktning. För att kunna bestämma höjder för platser över hela jorden, måste referensytan ha en sluten form, och den kommer att likna en ellipsoid. Ytans exakta utformning fastställs av kravet på att överallt vara vinkelrät mot tyngdkraftens riktning som varierar på ett komplext sätt. Det innebär att en referensyta för höjd inte är en enkel geometrisk figur, som ellipsoiden, utan att den är mer oregelbunden.

En lämplig referensyta för höjd är den horisontella yta som ligger närmast havets lugna och ostörda medelnivå. Det är ett naturligt val eftersom vi vill tänka oss att havet har höjden noll. Vi kallar denna oregelbundna tredimensionella yta för geoiden, vilket är en komplicerad yta som inte kan

[5] Omvända.

[6] Avplattning f definieras som $\frac{a-b}{a}$.

uttryckas med någon enkel matematisk formel. Geoiden är trots det förhållandevis slät och avviker maximalt ungefär ± 100 meter från en globalt anpassad jordellipsoid.

9.2 Referenssystem och deras koordinatsystem

I detta avsnitt kommer vi att gå igenom olika referenssystem samt olika koordinatsystem kopplade till dessa referenssystem.

9.2.1 Globalt anpassade tredimensionella referenssystem

De olika tredimensionella koordinatsystemen

Ett globalt anpassat tredimensionellt referenssystem utgörs primärt av ett så kallat kartesiskt koordinatsystem (X, Y, Z) med origo så nära jordens tyngdpunkt som möjligt. Z-axeln går genom nord- och sydpolen, det vill säga sammanfaller med jordens rotationsaxel. Även om ett geocentriskt tredimensionellt kartesiskt koordinatsystem är enkelt att förklara och är väl anpassat för många tillämpningar har det också en klar nackdel. Ingen av axlarna har någon koppling till jordytan, vilket gör koordinaterna svårtolkade och direkt olämpliga för flertalet tillämpningar, exempelvis för att göra en karta. Genom att knyta en referensellipsoid till det kartesiska systemet kan den tredimensionella positionen också uttryckas med geodetiska koordinater (φ, λ, h).

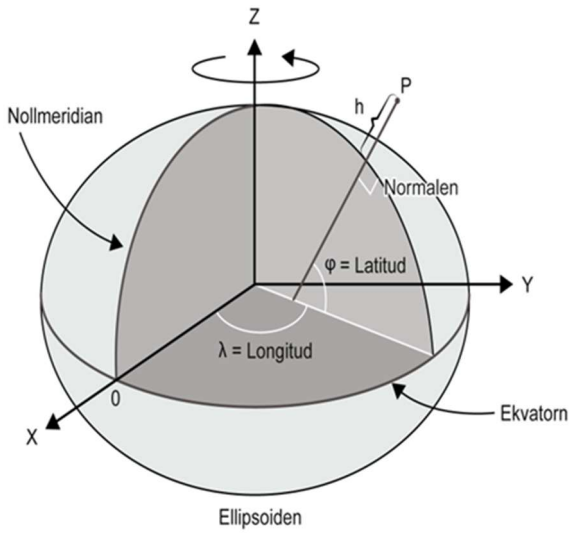


Bild 69 Kartesiskt koordinatsystem X,Y, Z och geodetiskt koordinatsystem latitud (φ), longitud (λ) och h. Autotech Teknikinformation.

Det geodetiska koordinatsystemet, för kartläggning av jorden, definierar två vinklar. Den ena kallas latitud eller breddgrad (φ), och är vinkeln mellan Normalen[7], ellipsoidnormalen, i punkten och ekvatorsplanet (XY-planet). Den andra vinkeln, som kallas longitud eller längdgrad (λ), är vinkeln mellan meridianplanet som går genom Greenwich utanför London i Storbritannien (XZ-planet, nollmeridianen) och meridianplanet genom den aktuella punkten. Nätet av meridianer och parallellcirklar, se bild 70, kallas för gradnät.

[7] Normal = linje (vektor) som är vinkelrät mot en yta eller kurva; i det här fallet ellipsoidens yta.

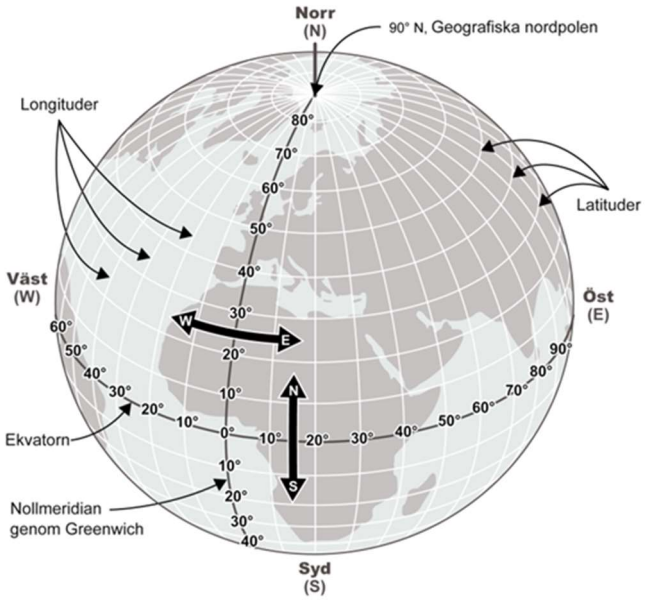


Bild 70 Longitud kan även benämnas längdgrad eller meridian. Latitud kan även benämnas breddgrad eller parallellcirkel. Ekvatorn är en speciell breddgrad och Greenwich, nollmeridianen, är en speciell längdgrad. Autotech Teknikinformation.

Om lillaxeln sammanfaller med Z-axeln i det tredimensionella kartesiska systemet erhålls jordellipsoiden enligt bild 67. Halva storaxeln betecknas här med a och halva lillaxeln med b. Följande ekvation uttrycker då jordellipsoidens yta i matematisk form:

$$\frac{X^2+Y^2}{a^2}+\frac{Z^2}{b^2}=1$$

Observera att punktens normal inte går igenom jordmodellens centrum när en ellipsoid används. När jordmodellen är en sfär så går punktens normal alltid igenom jordmodellens centrum. Jämför normalen i bild 69 med normalen i bild 71.

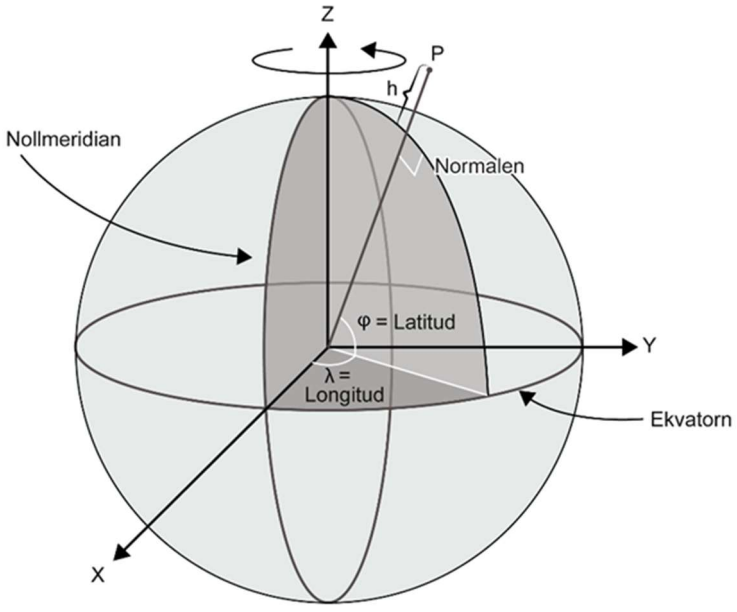


Bild 71 Om man förenklar jordmodellen till en sfär så kan man använda sfäriska koordinater. Punkten P har koordinaterna φ_P, λ_P och $(r + h_P)$, där r = radien. Lägg märke till att Normalen för punkten i detta fall går genom origo. Autotech Teknikinformation.

Slutligen, för att få läget i tre dimensioner, behövs ytterligare en koordinat. Det är här naturligt att välja höjd över ellipsoiden (h), som är avståndet längs ellipsoidnormalen mellan ellipsoidens yta och punkten P, se bild 71.

Känner man till jordmodellens storlek och form kan man utföra konvertering mellan systemen enligt:

$$X = \left(R_N + h\right)\cos\varphi\cos\lambda$$
$$Y = \left(R_N + h\right)\cos\varphi\sin\lambda$$
$$Z = \left(R_N\left(1-e^2\right)+h\right)\sin\varphi$$

Där den första så kallade excentricitetskvadraten e^2 kan beräknas ur avplattningen med $e^2 = 2f - f^2$ och R_N är den så kallade tvärkrökningsradien, som ges av:

$$R_N = \frac{a}{\sqrt{1-e^2\sin^2\varphi}}$$

Geodetiska koordinater och tredimensionella kartesiska koordinater är dock inte jämförbara när det gäller användbarhet. Det är mycket lättare att tolka geodetiska koordinater genom att de separerar läget i horisontal- och vertikalled.

Olika tredimensionella referenssystem

De referensellipsoider som nästan alltid används för de moderna, globalt anpassade referenssystemen heter GRS 80 eller WGS 84. Ett annat sätt att uttrycka hur systemet placerats in är att säga att ellipsoiden anpassats för att den ska avvika så lite som möjligt mot geoiden över hela jorden.

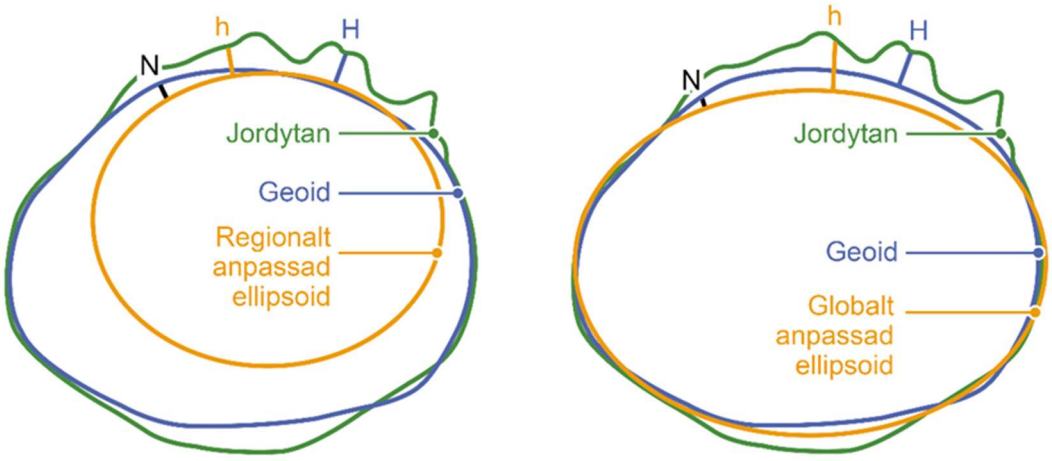


Bild 72 Regional respektive global anpassning av jordellipsoiden till geoiden. Autotech Teknikinformation.

Historiskt har det endast varit möjligt att ta fram ellipsoider med bra passning i det regionala område (kontinent) som täcktes in av geodetiska observationer. Satellitbaserade mätmetoder har, sedan uppskjutningen av den första konstgjorda satelliten, Sputnik 1, för drygt sextio år sedan, gjort det möjligt att lägga fast en ellipsoid i global mening.

Jorden är inte statisk, vilket blir ett problem med globalt anpassade referenssystem. Viktigast i sammanhanget är kontinentalplattornas rörelser i förhållande till varandra. Idag kan man med satellitmetoder bestämma denna rörelse. Sverige befinner sig på den eurasiska plattan, vilken rör sig med ungefär 2,2 centimeter per år i nordostlig riktning[8].

International Terrestrial Reference Frame (ITRF) är det globalt anpassade tredimensionella referenssystem som har högst status idag[9]. ITRF är så kallat realisering av International Terrestrial Reference System (ITRS), som betecknar den teoretiska definitionen av referenssystemet. För att hantera plattrörelserna används hastighetsvektorer, som gör det möjligt att räkna om koordinaterna X, Y, Z, som publiceras för en viss referenstidpunkt, epok, till vilken annan epok som helst.

Läget representeras alltså av koordinater som förändras med tiden, vilket inte är så lämpligt för praktiska tillämpningar. Vill man ha fasta koordinater i ett så kallat statiskt system så måste epoken fixeras. Noggrannheten för koordinaterna i ITRF är mycket bra med en standardosäkerhet på cirka 1 - 2 centimeter i horisontalled och några centimeter i höjd.

Om man betänker att noggrannheten är på denna nivå för två punkter på olika sidor om jordklotet, förstår man vilka exakta system det är.

Gemensamt för i princip alla globalt anpassade referenssystem idag är att de utgår ifrån något ITRF system.

Skillnaderna mellan dessa system är därför relativt små och de kan därför i många fall anses vara ett och samma system. Det gäller för alla tillämpningar med noggrannhetskrav på meternivå eller sämre, vilket ofta är fallet i geografisk informationsbehandling, navigation etcetera. Att systemen inte skiljer sig mycket åt kan åskådliggöras med följande. Plattepoken för det svenska globalt anpassade referenssystemet med beteckningen SWEREF 99 är 1989.0. Under de drygt 30 år som har passerat sedan år 1989 har den eurasiska plattan rört sig cirka 75 centimeter. Eftersom WGS 84, referenssystemet för Global Positioning System (GPS), i aktuell epok är ungefär lika med det senaste ITRF i aktuell epok, är detta också skillnaden mellan WGS 84 och SWEREF 99.

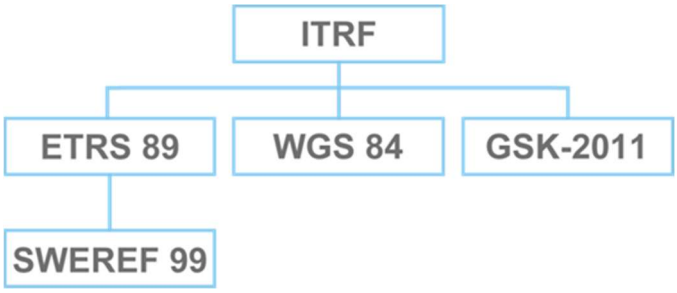


Bild 73 Relation mellan några globalt anpassade referenssystem. Lantmäteriet Geo SE.

Europeiskt anpassade tredimensionella system

För praktiskt bruk innebär det svårigheter att arbeta med koordinater som förändras över tiden. Om man skulle använda ITRFyyyy med aktuell epok i Europa skulle koordinaterna ändra sig ungefär 2,2 centimeter per år. Inom Europa har man för att få statiska referenssystem därför valt att använda ITRFyyyy för beräkningen. Vill man ha fasta koordinater i ett så kallat statiskt system så måste epoken fixeras. För att systemen sedan ska vara jämförbara har man valt att räkna tillbaka koordinaterna och låsa dem till plattepok 1989.0, det vill säga referenssystemet följer med den

[8] Det bör dock påpekas att hastigheten beror på vad som antas vara fast kontinentalplatta.
[9] ITRF beräknas av International Earth Rotation Service, IERS. Data från fyra olika rymdgeodetiska tekniker används som underlag, däribland det amerikanska satellitbaserade navigationssystemet GPS och nya versioner tas fram löpande. Lösningarna betecknas ITRFyyyy, där yyyy anger det sista året med observationer.

eurasiska kontinentalplattans generella rörelser. Definitionen som referenssystemen utgår från går under beteckningen ETRS 89 och liksom för ITRS tas olika lösningar fram, realiseringar, som benämns ETRFyyyy.

Flertalet länder i Europa har sedan ganska lång tid tillbaka realiserat ETRS 89 inom sitt territorium, så även Sverige i och med SWEREF 99. Om det inte finns någon nationell realisering av ETRS 89 har Reference Frame Sub Commission for Europe (EUREF) Governing Board (GB) tidigare rekommenderat att koordinater anges i ETRF 2000, men att man också med ITRF 2014 framfört ETRF2014.

SWEREF 99 – Det svenska tredimensionella referenssystemet

SWEREF 99 är den svenska realiseringen av ETRS 89. Den är genomförd enligt EUREF:s riktlinjer och definieras av de tredimensionella kartesiska koordinaterna på ett urval av stabila fasta referensstationer för Global Navigation Satellite Systems (GNSS) i Sverige och grannländerna. För att få geodetiska koordinater används ellipsoiden GRS 80. Sedan januari år 2007 används den horisontella delen av SWEREF 99 som nationellt referenssystem i Lantmäteriets databaser och produktionslinjer.

I samband med det inleddes även ett införande av SWEREF 99 i landets kommuner och år 2020 hade i princip landets alla 290 kommuner infört systemet. Till SWEREF 99 finns även ett antal plana koordinatsystem definierade, där det för nationell kartläggning heter SWEREF 99 TM. De koordinater som realiserar SWEREF 99 är bestämda med en standardosäkerhet runt 1 centimeter i plan och något större standardosäkerhet i höjd, över ellipsoiden.

WGS 84 – Referenssystemet för GPS

World Geodetic System 1984 (WGS 84) är ett av amerikanska myndigheter konstruerat globalt referenssystem för realtidsbestämning av koordinater med det satellitbaserade navigationssystem GPS. Om positionen bestäms enbart med data från GPS-satelliterna blir den uttryckt i WGS 84. Det kan tilläggas att WGS 84 använder en referensellipsoid med samma namn, vilket är något förvirrande.

Numera är WGS 84 knutet till senaste ITRF med aktuell epok. WGS 84 uppdateras med jämna mellanrum, liksom ITRF, men inte samtidigt. Precis som ITRF är WGS 84 ett dynamiskt system som består av både koordinater och hastigheter och därmed kan uttryckas i valfri epok. WGS 84 uppdateras när kontinentalplattornas rörelser i förhållande till varandra gör att en uppdatering blivit nödvändig. ”Skarpa” WGS 84-koordinater på våra fasta referensstationer ”uppdateras” alltså med den rörelse som Sverige har.

PZ-90 – Referenssystemet för GLONASS

Parametry Zemli 1990 (PZ-90) är ett av ryska myndigheter konstruerat system för satellitnavigationssystemet GLONASS. Systemet är moderniserat i två omgångar, år 2007 och år 2014, där den senaste versionen heter PZ-90.11 och är anpassad till ITRF 2008 med epoken 2010.0 så att origo, axlarnas riktningar och skala överensstämmer på centimeternivå.

GTRF – Referenssystemet för Galileo

Galileo Terrestrial Reference Frame (GTRF) är referenssystemet för det europeiska satellitnavigationssystemet Galileo. Krav från European Space Agency (ESA) är att systemet ska avvika mindre än 3 centimeter från senaste ITRF.

CGCS 2000 – Referenssystemet för BeiDou

Det kinesiska satellitnavigationssystemet BeiDou använder sig av China Geodetic Coordinate System 2000 (CGCS 2000) som även det följer ITRS.

9.2.2 Regionalt anpassade tvådimensionella referenssystem

Innan satellitmetoder som GPS blev tillgängliga gjordes separata mätningar för att bestämma horisontella läget respektive för att bestämma höjden. Horisontella referenssystem och höjdsystem var därför åtskilda från varandra, vilket de fortfarande är då det för praktiskt bruk bara är de horisontella komponenterna i de tredimensionella referenssystemen som används. Ursprungliga tvådimensionella regionalt anpassade referenssystem etablerades genom att använda vinkel- och avståndsobservationer kompletterade med astronomiska observationer.

Med dylika mätningar är det dock inte möjligt att göra en global anpassning av ellipsoiden. I stället utfördes en regional anpassning av ellipsoiden i det område där det fanns tillgängliga observationer. Därför användes också en uppsjö olika ellipsoider där man enbart såg till anpassningen på det regionala området. I Sverige hade vi referenssystemet RT 38 som moderniserades till RT 90, bägge dessa använde Bessels ellipsoid från år 1841. Eftersom latitud och longitud definieras som positionen på ellipsoiden kommer värdena på dessa att skilja sig mellan SWEREF 99 och RT 90. Denna skillnad kan vara flera hundra meter.

Slutsatsen blir därför att man tillsammans med koordinatangivelser för latitud och longitud, liksom för alla andra typer av koordinater, alltid måste ange vilket geodetiskt referenssystem som avses. I Europa användes referenssystemet ED 50 och ED 87 med internationella ellipsoiden 1924, Hayford 1910. I Ryssland och forna Sovjetunionen användes SK-42, Pulkovo 1942, som numera betecknas System 1942, med Krassovskys ellipsoid. Sedan moderniserades det till SK-95 men fortfarande med Krassovskys ellipsoid. Detta har numera ersatts med ett globalt anpassat system som heter Geodezicheskaya Sistema Koordinat 2011 (GSK-2011). Skillnaden mellan GSK-2011 och PZ-90.11 är i princip försumbar.

9.2.3 Höjdsystem

Höjd över havet och geoidhöjd

Av de geodetiska koordinaterna, φ, λ, h, är det höjd över ellipsoiden (h) som anger läget i vertikalled. Vanligen används dock inte höjd över ellipsoiden (h) för höjdangivelser, utan man använder istället höjd över geoiden (H). I mer vardagligt tal brukar den kallas höjd över havet (H).

Geoiden definieras som den så kallade ekvipotentialyta, nivåyta, i jordens tyngdkraftsfält som så bra som möjligt ansluter till havsytans medelnivå. En ekvipotentialyta är en yta med konstant lägesenergi, potential, vilket innebär att en stillastående, och i övrigt opåverkad, vattenyta kommer att sammanfalla med en sådan yta. Förenklat kan man se geoiden som havsytan och dess tänkta förlängning in under kontinenterna. Vi använder alltså begreppet höjd över havet som synonymt med höjd över geoiden.

I avsnitt *9.1.2 Geoiden* framfördes att geoiden är lämplig att använda som referens för höjdangivelser, det finns flera anledningar till detta. Höjdangivelser används ofta för att på något sätt beskriva hur vattnet rinner. Ska till exempel en avloppsledning byggas i ett flackt område är det viktigt att se till att vattnet verkligen rinner i rätt riktning, vilket kräver noggrann höjdbestämning. Använder man geoiden som höjdreferens rinner vattnet alltid från högre höjd till lägre höjd, detta är inte fallet om man använder höjd över ellipsoiden (h). Det är också naturligt att höjden för havsytan är noll, bortsett från havets variationer. Den noggrannaste höjdbestämningsmetoden, avvägning[10], resulterar också i höjdskillnader relativt geoiden.

[10] Avvägning är en optisk mätningsteknik för bestämning av relativa höjdskillnader.

Höjden i förhållande till geoiden betecknas med H. Geoidhöjden (N) är avståndet mellan ellipsoiden och geoiden, mätt längs ellipsoidnormalen. Genom att studera bild 66, under avsnitt *9.1 Jordens form*, inses att följande samband råder:

$$h = H + N$$

En geoidmodell är en modell för hur geoidhöjden (N) varierar. Vilken kan användas för att omvandla höjd över ellipsoiden (h) till höjd över havet (H).

För att fastlägga ett höjdsystem, referenssystem för höjder över geoiden, behöver man bestämma höjdsystemets nollnivå i en punkt, eller område, och för en viss epok som får vara utgångspunkt för ”havsytans medelnivå”. När detta är gjort kan noggranna höjdskillnader, mätta med mätningstekniken avvägning, användas för att bestämma höjden över havet för alla referenspunkter i höjdnätet. Dessa referenspunkter brukar kallas för höjdfixar.

Havsytans medelnivå kan bestämmas med hjälp av vattenståndsobservationer i en så kallad mareograf, som i princip består av en fast monterad skala på vilken havsytans nivå avläses automatiskt. Studerar man en tidsserie av vattenståndsobservationer, kan man se att havsytan varierar kraftigt på grund av en mängd faktorer, framförallt orsakade av vågor, tidvatten och vindar. Fenomenet Vindvatten kan uppstå, som är en ansamling av vatten i samband med eller efter kraftiga vindar. För att definiera havsytans medelnivå måste observationerna av vattenytans variationer pågå tillräckligt länge för att kunna bilda ett tillförlitligt medelvärde. Genom att använda en eller flera mareografer kan därmed höjdsystemets nollnivå definieras.

Valet av nollnivå innehåller även andra aspekter. Det är ofta önskvärt att höjdsystemet överensstämmer med andra system, exempelvis grannländernas. I Europa har en mareograf i Amsterdam kommit att accepteras som nollpunkt för många höjdsystem. Denna nollpunkt är känd som Normaal Amsterdams Peil (NAP) och anger havsytans medelnivå vid högvatten, åren 1683 - 1684. Trots att den anger havsytans läge för så länge sedan, används den fortfarande för att ange nollnivån för det gemensamma europeiska höjdsystemet European Vertical Reference System (EVRS), se nedan. En av anledningarna att den används är att NAP fortfarande ger en hyfsad approximation av havsmedelytan längs Europas kuster.

EVRS – Det europeiska höjdsystemet

Genom åren har flera gemensamma utjämningar gjorts av Europas höjdnät. Huvudsyftet har varit att relatera de nationella höjdsystemen till varandra. Detta behövs till exempel för mättekniskt arbete över gränserna. I vardagligt tal benämns system beräknade i överensstämmelse med denna ofta för EVRS-system. I en mer strikt mening så betecknar dock EVRS bara själva definitionen. Alla höjdsystem som är beräknade i enlighet med denna definition sägs vara realiseringar av EVRS. EVRS finns med olika epoker, exempelvis EVRF2007 och EVRF2019.

Behovet av harmonisering i Europa har ökat, också på höjdsidan. I dokument från den Europeiska unionen (EU) står det uttryckligen att vid datautväxling inom Europa ska höjd anges i EVRS.

RH 2000 – Det svenska nationella höjdsystemet

Vårt nuvarande nationella höjdsystem, RH 2000, introducerades av Lantmäteriet under år 2005 och de flesta kommuner och myndigheter har infört det i sin verksamhet.

RH 2000 är den svenska delen av resultatet från en gemensam utjämning av avvägningsdata från länderna runt Östersjön, Baltic Levelling Ring (BLR), med bland annat följande definitioner:

- Nollnivån är NAP.
- Landhöjningskorrigering med den nordiska landhöjningsmodellen NKG2005LU till referensepoken 2000, landhöjningen efter den senaste istiden, är ett särskilt problem för

Skandinavien. Den varierar mellan ungefär 10 millimeter/år vid Bottenvikskusten och cirka 0 millimeter/år i Skåne.

Skillnaderna mellan RH 2000 och EVRF-lösningarna är därför små. Allt detta innebär att RH 2000 är en mycket bra realisering av EVRS. Skillnaderna mellan RH 2000 jämfört med våra nordiska grannars höjdsystem är mycket små. Längs gränserna mot Norge, NN2000, och Finland, N2000, är skillnaden i båda fallen inom 2 millimeter. Jämfört med Danmark, DVR90, är det inte mer än cirka 20 millimeters skillnad vid gränsen.

9.2.4 Geoidmodeller

I avsnitt *9.2.3. Höjdsystem* introducerades begreppet höjd över havet (H) och i avsnitt *9.2.1 Globalt anpassade tredimensionella referenssystem* introducerades begreppet höjd över ellipsoiden (h). Det finns ofta behov av att konvertera mellan dessa två höjdtyper, och då måste geoidhöjden (N) vara känd.

Ett sätt att bestämma geoidhöjden (N) är att bestämma en noggrann höjd över ellipsoiden (h) med satellitpositionering och bestämma höjden över havet (H) med mätningstekniken avvägning. Genom att använda ekvationen på sidan 71 kan geoidhöjden (N) bestämmas.

Ett annat sätt att bestämma geoidhöjden (N) är att använda en geoidmodell, det vill säga en modell för hur geoidhöjden (N) varierar. Eftersom geoiden är en ekvipotentialyta, nivåyta, i jordens tyngdkraftsfält, så beror geoidhöjden (N) på massfördelningen i jordens inre och hur densiteten varierar etcetera. Det innebär att en geoidmodell kan beräknas ur observationer relaterade till jordens tyngdkraftsfält, exempelvis tyngdkraftsobservationer.

En kombination av dessa metoder ger i allmänhet det bästa resultatet.

Geoidmodellen SWEN17_RH2000

Eftersom geoidhöjden (N) refererar både till ellipsoiden och till geoiden, är den beroende såväl av det globalt anpassade tredimensionella referenssystemet som av höjdsystemet. I Sverige lanserades under år 2017 en uppdaterad nationell geoidmodell för att relatera höjd över ellipsoiden (h) i SWEREF 99 till höjd över havet (H) i RH 2000. Föregångaren till SWEN17_RH2000 hette SWEN08_RH2000. I bild 74 nedan kan vi se att geoiden avviker avsevärt från ellipsoiden och att de två ytorna inte är parallella. Skillnaden mellan väst och öst är ungefär 20 meter och beror på densitetsvariationer i jordens inre.

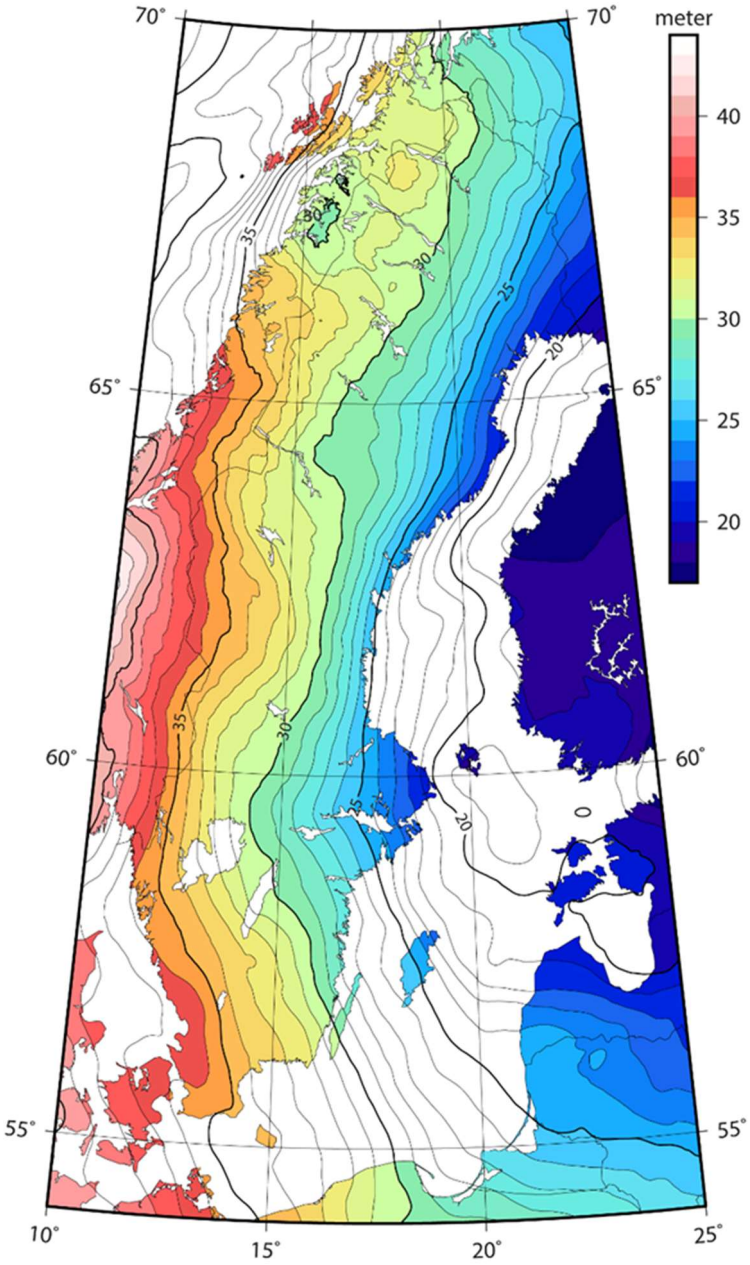


Bild 74 Geoidhöjder (N) ur geoidmodellen SWEN17_RH2000. Lantmäteriet Geo SE.

Geoidmodellen SWEN17_RH2000 har en standardosäkerhet på ungefär 8 - 10 millimeter överallt i landet utom nära den norra delen av gränsen mot Norge och utmed kusterna där osäkerheten är något större. Modellen representeras av geoidhöjder i ett rutnät, grid, som sträcker sig från 54° till 70° i nordlig latitud och från 10° till 25° i östlig longitud. Rutnätets latituder och longituder är uttryckta i SWEREF 99. Geoidhöjden (N) för en godtycklig punkt beräknas genom interpolation[11] från de fyra närmaste punkterna i rutnätet.

EGM-baserade geoidmodeller - EGM84, EGM96 och EGM2008

Baserad på Earth Gravitional Model (EGM) kan bland annat geoidhöjder beräknas. National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) har skapat en geoidmodell, baserad på den senaste EGM, som kan användas för att konvertera höjd över ellipsoiden (h) i WGS 84 till höjd över havet (H). Liksom för SWEN17_RH2000, se ovan i detta avsnitt, består modellen av geoidhöjder i ett rutnät

[11] Generera nya datapunkter från en diskret mängd av befintliga datapunkter.

ur vilket geoidhöjden (N) för en godtycklig punkt kan interpoleras. Den senaste modellen härrör från år 2008 och betecknas EGM2008, föregångare till denna modell är EGM84 och EGM96. Osäkerheten, uttryckt som RMS[12], i rutnätpunkternas geoidhöjder är för EGM84 cirka 2 - 6 meter, EGM96 cirka 0,5 - 1 meter och för EGM2008 ≈ 0,15 meter.

9.3 Kartprojektioner

För att uttrycka läget i horisontalled används ofta latitud φ och longitud λ, vilka är definierade på referensellipsoiden. Latituder och longituder är emellertid krångliga att arbeta med i vissa sammanhang. För kartframställning och för att presentera kartan på en bildskärm måste den buktiga ytan avbildas på ett plan med hjälp av en kartprojektion. Med en kartprojektion avbildas latitud φ och longitud λ på ett plan, i ett tvådimensionellt kartesiskt koordinatsystem med beteckningarna N, E (Northing, Easting). Eventuellt ersätts N och E med gemena x och y, men N och E ger en tydligare bild av koordinataxlarnas riktning.

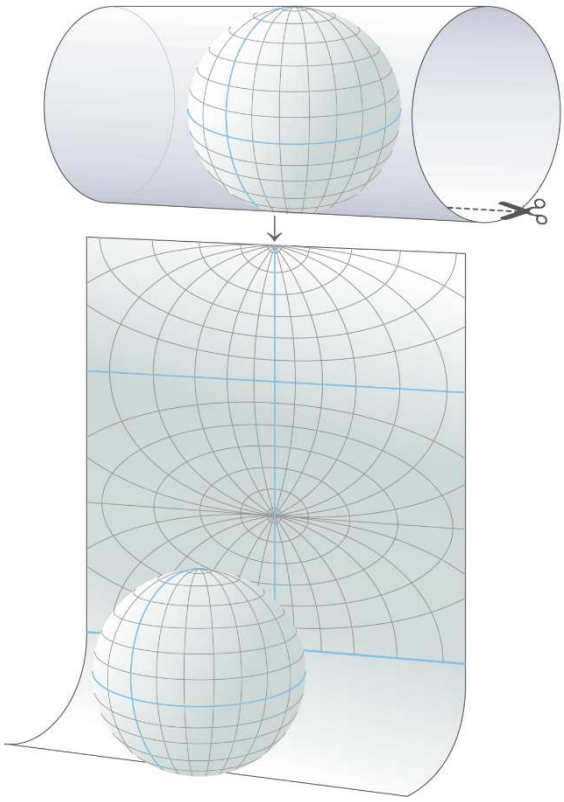


Bild 75 Exempel på en kartprojektion. Latitud φ och longitud λ projiceras till plana koordinater N, E. Lantmäteriet Geo SE.

Det är omöjligt att avbilda en ellipsoid på ett plan utan avbildningsfel. Bild 75 illustrerar en kartprojektion i detta fall en så kallad Transversal Mercator. Något förenklat uttryckt kan vi förklara principen på följande sätt: Ett plant papper lindas runt jorden för att bilda en cylinder som tangerar ellipsoiden längs den så kallade medelmeridianen. Medelmeridianen väljs så att den ligger centralt i, eller nära, det område som ska avbildas. Om man sedan projicerar varje punkt på ellipsoiden längs linjer från ellipsoidens centrum och därefter klipper upp pappret, har man hamnat i det plana kartesiska koordinatsystemet till höger.

Matematiskt kan alla kartprojektioner uttryckas på följande vis:

$$N = f_N(\varphi, \lambda)$$
$$E = f_E(\varphi, \lambda)$$

Andra vanliga projektionstyper är koniska och azimutala. Azimutala projektioner innebär att kartan är platt och ligger an mot jorden i endast en punkt. Koniska projektioner innebär att kartans yta är hoprullad till en kon som ligger mot jordytan och används företrädelsevis för att avbilda större, på bredden långsträckta, områden.

På samma sätt som det är möjligt att gå fram och tillbaka mellan koordinatsystemen X, Y, Z och φ, λ, h med matematiska formler, kan man räkna mellan φ, λ och de plana kartesiska koordinaterna N, E. Inom ett referenssystem, med en given placering av referensellipsoiden, kan man uttrycka det

[12] Root Mean Square, kvadratiskt medelvärde.

horisontella läget med antingen φ, λ eller N, E. Det innebär inte att alla kartprojektioner avbildar på samma sätt, utan bara att man kan räkna mellan koordinatsystemen med exakta formler.

Ingen projektion är fri från avbildningsfel, valet av projektion görs utifrån de olika egenskaper som dessa har. Varje kartprojektion orsakar deformationer som till sin storlek växer med avståndet från någon centralpunkt eller centrallinje. För att begränsa deformationernas storlek är det vanligt att göra en zonindelning, det vill säga ett system av projektioner.

Valet av projektion gör att kartan får vissa egenskaper som påverkar hur jorden avbildas. Man brukar dela in projektioner i vinkelriktiga, konforma, ytriktiga och ibland även längdriktiga.

Vinkelriktighet innebär att en vinkel från en punkt på jordytan blir densamma på kartan. Det innebär inte att vinkeln på en rät linje mellan två punkter på jordytan får samma vinkel när den avbildas på kartan. På en vinkelriktig karta får en mycket liten figur samma förstoring i alla riktningar och behåller därmed sin form.

Ytriktig innebär att en figur behåller samma yta eller area på kartan som den hade på ellipsoidytan, oavsett storlek. En karta kan inte vara både vinkelriktig och ytriktig samtidigt.

Längdriktighet innebär att avståndet mellan två punkter är detsamma i kartans avbildning som på jordytan, men denna egenskap kan inte gälla allmänt, utan endast längs vissa linjer, till exempel längs en meridian.

För Sverige bör vi även använda oss av en projektion med små deformationer för områden utsträckta i nordsydlig riktning. En sådan projektion är en transversal Mercator-projektion, Gauss-Krügers projektion, där jorden avbildas på en liggande cylinder. Deformationen är relativt liten nära medelmeridianen, vilket är fördelaktigt för områden som har nordsydlig utbredning. Transversal Mercator-projektion vilken används som standardprojektion för Sveriges nuvarande officiella referenssystem SWEREF 99, och även för det tidigare RT 90.

Projektionen är vinkelriktig och ges av fyra parametrar:

- Medelmeridianens longitud.
- Förstoringsfaktorn, skalfaktorn längs medelmeridianen.
- Koordinattillägg i N-led, nord-sydlig riktning. Om tillägget saknades, så är N = 0 vid ekvatorn.
- Koordinattillägg i E-led, öst-västlig riktning. Om tillägg saknades, så är E = 0 vid medelmeridianen, 15:e längdgraden.

Det system av projektioner som heter Universal Transverse Mercator (UTM) bygger på samma projektion. För de polära områdena finns Universal Polar Stereographic (UPS), vilket är en vinkelriktig, azimutal projektion med projektionscentrum i tangeringspunktens nadirpunkt. Det vill säga när tangeringspunkten är Nordpolen så ligger projektionscentrum vid Sydpolen och vice versa. Mer om SWEREF 99 TM, UTM och UPS beskrivs i kapitel *10 Metoder för positionsangivning*.

Lamberts koniska konforma projektion, Lambert Conformal Conic (LCC) Projection, är en vinkelriktig projektion som ofta används för flygkartor[13]. Formen för projektionen bildar en kon. Konen tangerar ellipsoiden på två ställen för att minimera skalfelet inom täckningsområdet. Dessa två skärningslinjer kallas för standardparalleller.

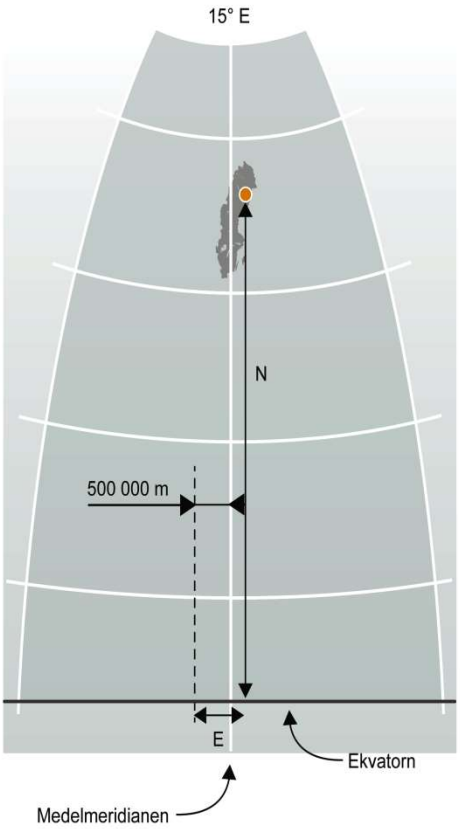


Bild 76 Visualisering av ”origo” för koordinater i det nationella systemet SWEREF 99 TM. Autotech Teknikinformation.

9.4 Indexsystem

Indexsystem är ett sätt att ange var en företeelse, exempelvis en plats, finns med olika grad av geografisk osäkerhet. Indexsystem för kartor byggs normalt upp av ett rutnät, där de olika rutorna benämns enligt något fastställt hierarkiskt system. Vanligtvis används någon form av numerisk eller alfanumerisk beteckning för de olika rutorna.

Stora rutor ger stor osäkerhet i var företeelsen finns och med mindre rutor minskar osäkerheten. Vanligt är att rutbeteckningar använder sig av koordinatvärdena för det sydvästra karthörnet, numeriskt avrundade till det antal siffror som krävs för respektive rutstorlek. Någonstans i följden övergår således ”rutan” till att bli en punkt och indexrutebeteckningen till att bli koordinater för punkten ifråga. Ett indexsystem är inte detsamma som en bladindelning av en karta.

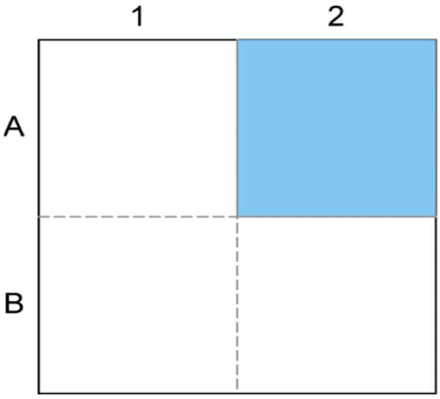


Bild 77 Enklaste formen av index. Här är ruta A2 blåmarkerad. Lantmäteriet Geo SE.

Exempel på indexsystem är Military Grid Reference System (MGRS), World Geographic Reference System (GeoRef) och ett indexsystem för SWEREF 99 TM.

[13] Lamberts koniska konforma projektion är på ett ungefär en storcirkel om man ritar en rät linje mellan två punkter samt att den passar bra för områden som har en stor utsträckning i öst-västlig led.

9.5 Referensnivåer för djup

De flesta tolkar djupangivelser i hav, sjöar och andra vattendrag som avståndet från vattenytan till botten men eftersom vattenytans nivå varierar över tid, till följd av vindar, strömmar, lufttrycksförändringar, tidvatten, landhöjning med mera, så behövs en väldefinierad nivå som referens för djupangivelser i exempelvis sjökort. Att nivån varierar får till följd att det dagsaktuella djupet i ett område ofta inte stämmer helt överens med vad som anges i sjökortet.

Skillnaden är sällan mer än 30 - 50 centimeter i Sverige[14], men är man beroende av mer noggranna djupuppgifter måste sjökortsdjupen korrigeras för aktuellt vattenstånd.

I juni 2019 gick Sjöfartsverket över till att använda RH 2000, se avsnitt *9.2.3 Höjdsystem*, som referenssystem för vattenstånd i havet. Samtidigt gick Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) över till att visa oceanografiska prognoser, observationer och varningar i samma system.

Djupuppgifter i nyare svenska sjökort anges alltså i det nationella höjdsystemet RH 2000, som i internationella sjöfartssammanhang kallas Baltic Sea Chart Datum 2000 (BSCD2000). Arbetet med att byta referensnivå i sjökorten pågår och förväntas vara slutfört under år 2024. Under en övergångsperiod kommer därför både gamla och nya sjökort att finnas.

Det traditionella sättet att referera djupuppgifter i svenska sjökort är i förhållande till ett årligt medelvattenstånd, även kallat medelvattenyta (MVY). Oftast avses då medelvattenytan för sjökortets produktionsår. Eftersom det längs större delen av den svenska kusten pågår en kontinuerlig landhöjning blir dessa djupuppgifter långsamt alltmer inaktuella.

Skillnaden mellan RH 2000 och medelvattenståndet varierar längs kusten och kommer att vara 17 centimeter eller mindre under de närmaste 10 åren.

När både sjökort och aktuellt vattenstånd refererar till nollplanet i RH 2000 är vattenståndet det enda man behöver hålla reda på för att räkna ut aktuellt djup, till skillnad mot tidigare, då man måste hålla reda på skillnaden mellan vattenståndet, nuvarande medelvattenyta samt sjökortets referensnivå.

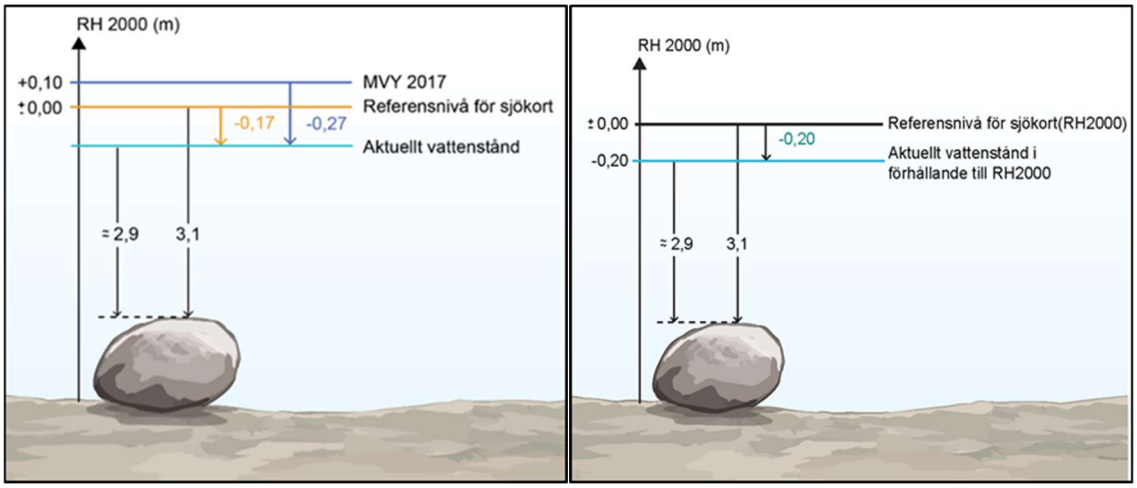


Bild 78 Relationer mellan 3 olika referensnivåer för djup, bild vänster. Alla dessa måste man hålla reda på. Vid övergång till nollplan RH 2000 som referensnivå för sjökort så behöver man bara korrigera för aktuellt vattenstånd, bild höger. Autotech Teknikinformation.

[14] https://www.sjofartsverket.se/sv/tjanster/sjokortsprodukter/kopa-sjokort2/sjokort/referensnivaer/, åtkomlig 2022-08-15.

Vid de stora oceanernas kuster påverkas vattenståndet av tidvatten och i dessa vatten refereras sjökortens djupuppgifter i allmänhet till den lägsta tidvattennivån, Lowest Astronomical Tide (LAT). Detta innebär att det här mycket sällan är grundare än vad sjökortets djupsiffror anger. I områden där det inte förekommer tidvatten i någon större omfattning tillämpas, enligt rekommendationer från International Hydrographic Organisation (IHO), en referensnivå som ligger nära medelvattenytan. Detta innebär att det här ibland kan vara grundare än vad sjökortets djupsiffror anger. I Östersjön är det mer eller mindre försumbart men kan uppgå till några decimeter på västkusten.

10 METODER FÖR POSITIONSANGIVNING

Inom Försvarsmakten används ett antal metoder för positionsangivning, vilka använder lite olika sätt för att ange en position. I detta kapitel kommer vi att gå igenom respektive metod och beskriva hur de är uppbyggda, hur de används och vilka olika problem eller utmaningar som finns med de olika metoderna. De olika metoderna beskrivs främst utifrån de begrepp som finns i kapitel *9 Geodetisk infrastruktur*.

10.1 UTM och UPS

10.1.1 Bakgrund

Under andra världskriget använde de allierade en uppsjö av olika projektioner och rutsystem (grid). Det var problematiskt med att hålla reda på alla olika system och deras koordinater. Ett behov av ett enhetligt världstäckande projektionssystem, inom militär verksamhet, var därför påtagligt. Behovet tillgodosågs genom den första versionen av Universal Transverse Mercator (UTM) och Universal Polar Stereographic (UPS) som används över polområdena, vilka publicerades år 1950 i en av amerikanska arméns publikationer[15]. Till publikationen fanns även information om indexsystemet MGRS, se vidare avsnitt *10.2 Military Grid Reference System*.

UTM och UPS har använts för flera olika referenssystem och i september år 1990 publicerade Defense Mapping Agency (DMA) den första officiella versionen av DMA TM 8358.1 som hanterade UTM/UPS/MGRS tillsammans med WGS 84. Vid denna tidpunkt gjordes också en översyn av bland annat de så kallade 100 kilometers-bigrammen. Då konstaterades att det fanns olika versioner som främst var knutna till olika rotationsellipsoider. Resultatet av översynen blev två scheman för UTM där den ena skulle gälla för GRS 80, Internationella ellipsoiden och WGS 84-ellipsoiden, medan den andra skulle gälla för Bessel 1841. Skillnaden mellan de olika UTM-schemana är att man har förskjutit bokstaven för den nordliga komponenten 10 steg, det vill säga 1 000 kilometer.

Det är viktigt, när det gäller äldre kartor, att man vet vilken version eller variant av UTM/UPS/MGRS, tillsammans med geodetiskt referenssystem, som används i en karta innan man börjar med att jämföra koordinater från olika källor.

10.1.2 Uppbyggnad av UTM och UPS

Utförlig information om projektionssystemen UTM och UPS finns i senaste utgåvan av dokumenten *Universal Grids and Grid Reference Systems* samt *The Universal Grids and the Transverse Mercator and Polar Stereographic Map Projections* från NGA[16].

UTM är en, med vissa smärre modifikationer, jordomspännande serie av 6° breda zoner med tillhörande plana koordinatnät, projektioner, enligt transversal Mercator-projektionen. UTM används mellan breddgraderna 84° i norr och 80° i söder medan UPS används norr och söder därom.

[15] Army Map Service Technical Manual No.36, Grids and Grid References, januari 1950.
[16] År 2014 gavs nya versioner ut gällande UTM/UPS/MGRS från National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) och dessa benämns NGA.STND.0037_2.0.0_GRIDS (Version 2.0.0 - February 28, 2014) och NGA.SIG.0012_2.0.0_UTMUPS (Version 2.0.0 - March 25, 2014).

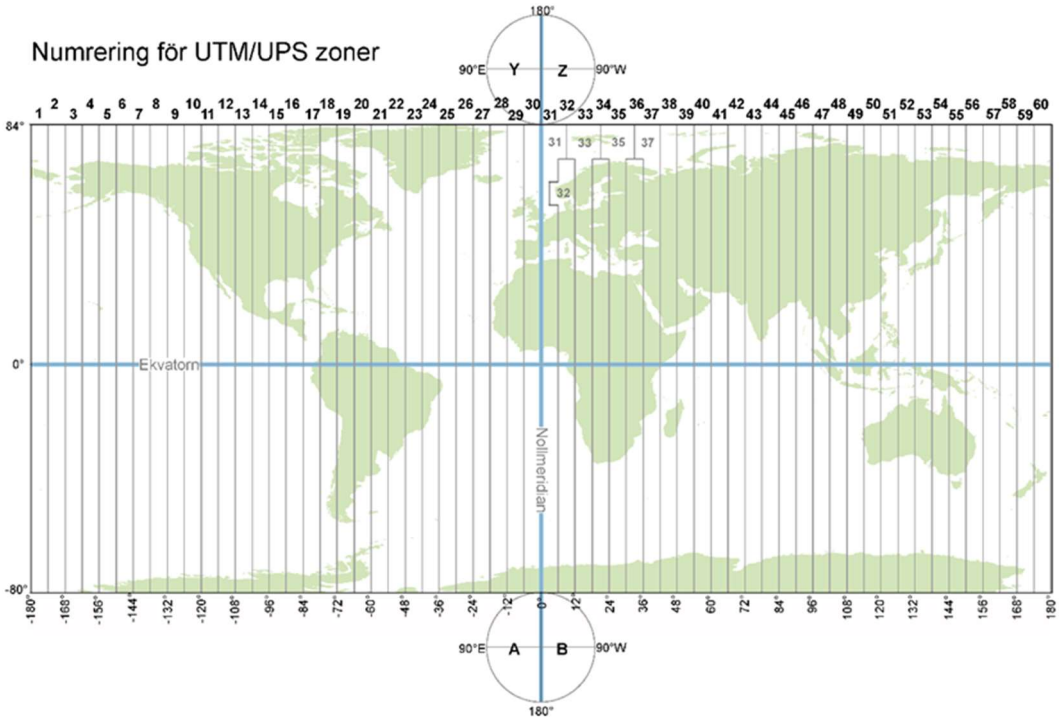


Bild 79 UTM/UPS zonnummer. De 60 UTM-zonerna numreras från väster till öster och för UPS används zonbeteckningarna A, B, Y och Z. Lantmäteriet Geo SE.

Allmänna parametrar för UTM i alla zoner är:

- Medelmeridianen som räknas från Greenwich (Gr) och ligger centralt i respektive zon. Exempelvis har zon 33 medelmeridianen 15°. Medelmeridian i grader, från Greenwich räknat, beräknas enligt formeln zonnummer * 6 - 183.
- Koordinattillägg i N-led, false northing, som är 0 meter norr om ekvatorn och 10 000 000 meter söder om ekvatorn.
- Koordinattillägg i E-led, false easting, som är 500 000 meter.
- Skalfaktor som på medelmeridianen är 0,9996.

Zonerna startar 180° väster Greenwich, vilket medför att zon 0° - 6° öster om Greenwich, Ost Gr, har beteckningen 31. Fler exempel på zoner är 6° - 12°, 12° - 18° och så vidare Ost Gr, varvid Sverige berörs av de fyra zonerna 32 – 35, se bild 79, med indelningen enligt: 6° - 12°, 12° - 18°, 18° - 24° och 24° - 30°. Medelmeridianerna för dessa zoner är 9°, 15°, 21° och 27° Ost Gr.

Observera att UTM enbart är ett system av projektioner och kan användas med olika referenssystem och att referenssystemet alltid måste anges för att man ska kunna uttyda UTM-koordinater. På nyare kartor används UTM sällan för något annat än globalt anpassade referenssystem som ITRF, WGS 84 eller någon realisering av ETRS 89. Observera att i avsnitt *10.1.3 Ange position i UTM* och avsnitt *10.2 Military Grid Reference System* förutsätts att referenssystemet som tillsammans med UTM är något av de globalt anpassade referenssystemen.

10.1.3 Ange position i UTM

Det finns inget strikt standardiserat sätt att ange en UTM-koordinat. Inom Försvarsmakten är det mycket sällan man kommer ha behov av att ange en UTM-position utan istället ska man normalt använda det tillägg till UTM som kallas MGRS, se avsnitt *10.2 Military Grid Reference System*. Om det saknas information på en karta för att ange en position i MGRS eller om man vill ange positionen i

koordinatform måste följande information finnas med vid positionsangivning för att den ska vara entydig:

- projektionszon, det vill säga zonnummer
- vilken hemisfär, det vill säga om man är på norra, north, eller södra, south, halvklotet av jorden
- E-koordinaten, öst, och N-koordinaten, norr.

Exempelvis kan man skriva enligt följande modell - Zone 34 north 336663mE 6580727mN. Istället för 34 north kan man även skriva +34. Observera att man inte ska använda förkortningen 33N eller 33S då detta kan förväxlas med den indelning hörande till MGRS som heter Grid Zone Designator (GZD), se avsnitt *10.2.1 Grid Zone Designator*. GZD 33N och 33S ligger bägge på norra halvklotet. Ibland ser man skrivsättet 33N 336663mE 6580727mN vilket är en hybrid mellan UTM och MGRS.

En korrekt UTM-koordinat har alltid sex siffror i E-koordinaten medan N-koordinaten kan variera mellan en och sju siffror, faktiskt kan det vara 8 siffror men bara på ett ställe under särskilda förutsättningar. Värdet för N-koordinaten utgår från ekvatorn det vill säga den närmar sig 0 om man närmar sig ekvatorn från norra hemisfären, men om man kommer från den södra hemisfären kommer ekvatorn att ha värdet 10 000 000 på grund av tillägget i N-led. Detta gör man för att undvika negativa koordinater. UTM i Sverige har dock alltid sju siffror i N-koordinaten.

10.2 Military Grid Reference System

Military Grid Reference System (MGRS) är ett sätt att entydigt ange en plan position. MGRS är dock inget referenssystem av samma slag som de geodetiska referenssystemen i tidigare kapitel, utan består av två indexsystem, UTM grid och UPS grid. UPS grid är uppbyggt enligt ungefär samma struktur som UTM grid men använder sig av polar stereografisk projektion som grund.

Bild 80 MGRS UTM grids fyra olika beståndsdelar. Lantmäteriet Geo SE.

I detta avsnitt kommer vi i princip enbart beskriva UTM grid[17].

UTM grid är ett tillägg till UTM och kan enklast beskrivas om man utgår från de fyra olika delarna som bygger upp en MGRS-position.

[17] För mer information om UPS grid eller UTM grid se NGA.STND.0037_2.0.0_GRIDS (Version 2.0.0 - February 28, 2014 utgiven av National Geospatial-Intelligence Agency).

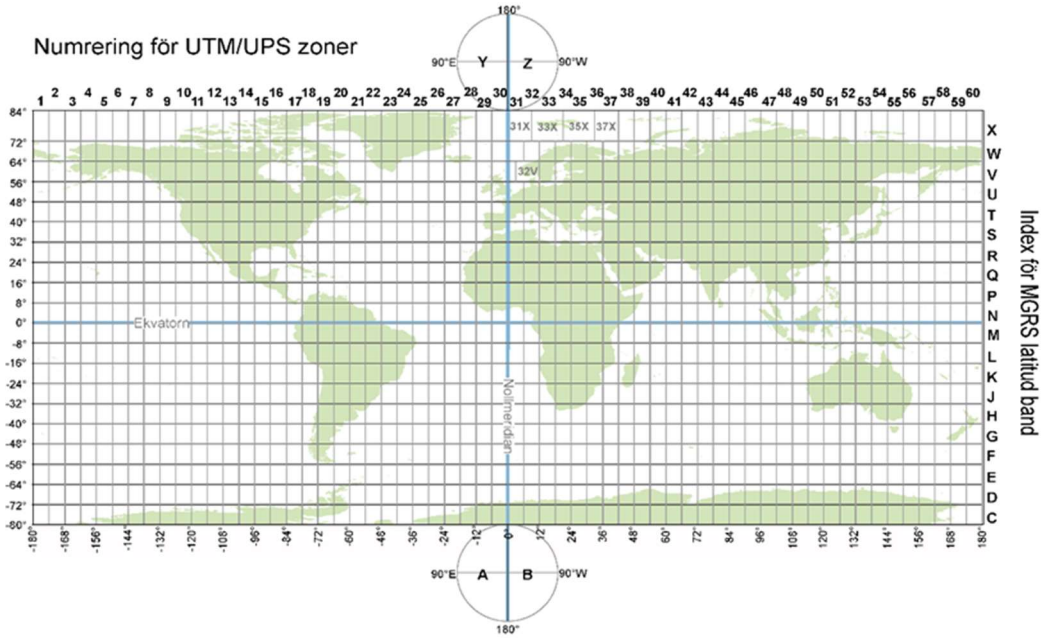


Bild 81 MGRS UTM grid med zoner och MGRS latitudband, dessa bildar tillsammans Grid Zone Designator (GZD). Lantmäteriet Geo SE.

10.2.1 Grid Zone Designator

Indelning med latitudband är en del av indexsystemet MGRS, men kan även användas tillsammans med zonindelningen som förtydligande vid koordinatangivelse. Varje UTM-zon indelas mellan latituderna 80º syd och 84º nord i 8º latitudband. De betecknas med en bokstav C i söder till X i norr, se bild 81. Bokstäverna I och O används inte då de kan förväxlas med siffrorna 1 och 0. Bokstäverna A och B i söder samt Y och Z i norr tillhör UPS grid. Varje geografisk ruta som bildas av zonindelningen och latitudbanden kallas Grid Zone Designator (GZD). Sverige berörs av de geografiska rutorna 32V, 33V, 34V, 33U, 33W, 34W och 35W, se bild 82.

10.2.2 Bigram för 100-kilometers ruta

Varje geografisk ruta är sedan indelad i plana kvadrater med 100 kilometers sida vilka har respektive UTM-projektion som bas. Varje sådan ruta tilldelas en tvåställig bokstavskombination, bigram, vilken är unik inom respektive UTM-zon, se bild 82, för bigram över Sverige.

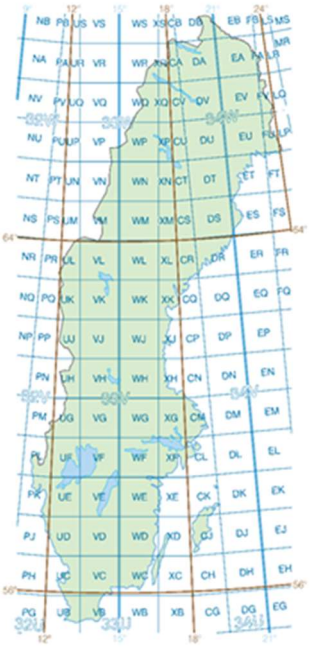


Bild 82 GZD och 100 kilometers rutor över Sverige. Notera att de rutor som bildas av de bruna strecken, GZD, baseras på gradnätet medan rutorna som bildas av de blå linjerna baseras på respektive UTM-projektion, 100 kilometers ruta. Dessa följer således inte varandra. Lantmäteriet Geo SE.

Det finns sex stycken olika tabeller, set, se bild 83, som beskriver dessa bigram för hela systemet. Varje sådan tabell är en 8 × 20 matris med bokstavskombinationer. De åtta rutorna i en rad representerar ett intervall från 100 000 mE till 900 000 mE. De tjugo rutorna i en kolumn representerar ett block på 2 000 000 meter som kan repeteras så många gånger som det behövs i nordlig riktning. Det vill säga det är samma rutor mellan 0 mN och 2 000 000 mN som det är mellan 2 000 000 mN och 4 000 000 mN och så vidare. Detta gäller för bägge hemisfärerna.

ZON	SET 3							
	3 9 15 21 27 33 39 45 51 57							
	100000	200000	300000	400000	500000	600000	700000	800000
1900000	SV	TV	UV	VV	WV	XV	YV	ZV
1800000	SU	TU	UU	VU	WU	XU	YU	ZU
1700000	ST	TT	UT	VT	WT	XT	YT	ZT
1600000	SS	TS	US	VS	WS	XS	YS	ZS
1500000	SR	TR	UR	VR	WR	XR	YR	ZR
1400000	SQ	TQ	UQ	VQ	WQ	XQ	YQ	ZQ
1300000	SP	TP	UP	VP	WP	XP	YP	ZP
1200000	SN	TN	UN	VN	WN	XN	YN	ZN
1100000	SM	TM	UM	VM	WM	XM	YM	ZM
1000000	SL	TL	UL	VL	WL	XL	YL	ZL
900000	SK	TK	UK	VK	WK	XK	YK	ZK
800000	SJ	TJ	UJ	VJ	WJ	XJ	YJ	ZJ
700000	SH	TH	UH	VH	WH	XH	YH	ZH
600000	SG	TG	UG	VG	WG	XG	YG	ZG
500000	SF	TF	UF	VF	WF	XF	YF	ZF
400000	SE	TE	UE	VE	WE	XE	YE	ZE
300000	SD	TD	UD	VD	WD	XD	YD	ZD
200000	SC	TC	UC	VC	WC	XC	YC	ZC
100000	SB	TB	UB	VB	WB	XB	YB	ZB
0	SA	TA	UA	VA	WA	XA	YA	ZA

Bild 83 Exempel på en av sex bigram-tabeller, set. Denna är för bland annat zon 33. Lantmäteriet Geo SE.

Den första av tabellerna, seten, används för zon 1, 7, 13, 19, 25 och så vidare upp till 55, den andra används för 2, 8, 14, 20, 26 och så vidare upp till 56. Detta fortsätter sedan på motsvarande vis för resterande tabeller, det vill säga 3, 4, 5 och 6.

10.2.3 Östlig och nordlig koordinat

Resterande del av indexsystemet baseras på en indelning med 100 kilometers rutor som grund. Varje 100 kilometers ruta indelas i 100 stycken 10 kilometers rutor och varje 10 kilometers ruta indelas i 100 stycken 1 kilometers rutor och så vidare. Rutorna betecknas med koordinatvärdena utgående från det sydvästra hörnet, numeriskt trunkerat till det antal siffror som krävs för respektive rutstorlek. Därför används de sista fem siffrorna i UTM-koordinaten, exempelvis 336663mE 6580727mN. Angivelsen sker parvis med samma antal siffror det vill säga 5+5, 4+4 och så vidare. Har man angivit 2+2 siffror, 1 000 meter, ska målet, objektet, befinna sig inom denna 1 000-metersruta. E-koordinaten anges alltid först. Observera att det är ett bra sätt att ange noggrannheten i sin positionsangivelse, se bild 84.

10.2.4 Ange position i MGRS, UTM grid

MGRS, UTM grid, anges i en följd utan blanksteg, från vänster till höger, enligt:

- Ange Grid Zone Designator (GZD), vilket består av zon (1 eller 2 siffror) och en bokstav för latitudband.
- Lägg till bigram, två bokstäver, för 100 kilometers ruta.
- Lägg till värde österut, E-koordinat (0 till 5 siffror beroende på precision).
- Lägg till värde norrut, N-koordinat (0 till 5 siffror, alltid samma antal som E-koordinat).

Tänk på följande:

- Kontrollera att rutnätet på kartan är WGS 84/UTM och innehåller bigraminformation för 100 kilometers rutor. EUREF/ETRS89 och SWEREF 99 tillsammans med UTM kan likställas med WGS 84/UTM. Notera att SWEREF 99 TM inte kan likställas med WGS 84/UTM.
- Vid uttagning av koordinater på en karta anger man inte mer noggrant än man kan ta fram ur den, vilket sällan är bättre än cirka 1 millimeter.

KOM IHÅG!
Om man vill omvandla avstånd på kartan till avstånd i verkligheten så stryk de sista tre nollorna i skalan. Det värdet motsvarar vad 1 millimeter på kartan är i verkligheten. Exempelvis 1 millimeter på en karta med skalan 1:50 000 motsvarar 50 meter i verkligheten. Vill man istället översätta vad 1 centimeter på kartan motsvarar så stryk bara de två sista nollorna.

- Kom ihåg att angivelsen alltid anger en ruta med utgångspunkt från nedre vänstra hörnet.
- För zoner som har ett nummer mindre än tio rekommenderas att man tar med en inledande 0:a, men det är inte obligatoriskt. Exempelvis för 5NAB123123 rekommenderas det att man istället skriver 05NAB123123. I kartmarginaler etcetera står det dock sällan skrivet med en inledande nolla.

- Om man önskar minska på precisionen, vilket kan vara fallet om man har en tabell som innehåller olika precision och dessa ska ha samma precision. Så ska man inte avrunda siffror utan dessa ska trunkeras, avkortas, det vill säga man stryker E- respektive N-koordinatens minsta värdesiffra, exempelvis 34VCL789789 blir 34VCL7878.

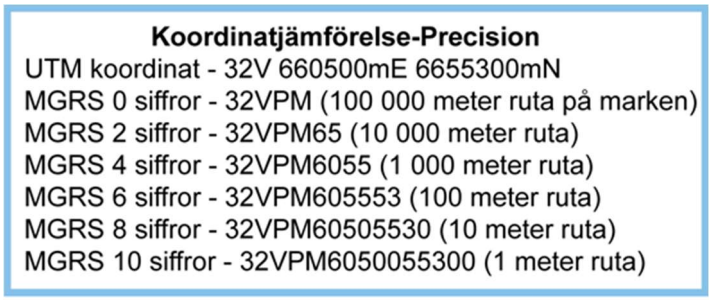


Bild 84 Vilken storlek är rutan som anges i MGRS? Detta är beroende på antal siffror i MGRS koordinaten och ger dess precision. Lantmäteriet Geo SE.

OBSERVERA!
Det finns dock tillfällen då man måste vara uppmärksam vid trunkering, detta är om en 100-kilometers ruta korsar en latitudbandsgräns. Då tillhör en 100-kilometers ruta två GZD-områden på grund av olika bas, latitud/longitud för GZD respektive UTM-zon för 100-kilometers rutorna, för indexeringen. Vid trunkering kan det således innebära att GZD blir felaktigt.

10.3 Latitud och longitud

Latitud/Longitud är det allmänt använda systemet för positionsangivning vid navigering, såväl nationellt som internationellt. Latitud och longitud är så kallade geografiska koordinater och anges i vinklar. Jordens gradnät bygger på cirkelns indelning i 360 grader (°). Varje grad är 60 minuter (') som i sin tur är indelad i 60 sekunder (").

Detta rutnät består av meridianer som går från pol till pol samt latitudparalleller som är parallella med ekvatorn, se bild 69 och 70. Latitud, är som tidigare nämnts, vinkeln i meridianplanet mellan Normalen i en godtycklig punkt och ekvatorsplanet. Longitud är vinkeln i ekvatorsplanet mellan planet för nollmeridianen och meridianplanet för den aktuella punkten. Longituden anges åt ost eller väst. Nollmeridianen är för de flesta moderna samhällen idag den meridian som går genom observatoriet i Greenwich utanför London.

Positionsangivning med hjälp av latitud och longitud är inte entydig utan beror av valt geodetiskt referenssystem, geodetiskt datum. Skillnaden på en punkt med identisk uppsättning siffror angivet i exempelvis Sveriges gamla referenssystem RT 90 (lat/long) och WGS 84 (lat/long) är cirka 200 - 300 meter i Sverige. Skillnaden mellan SWEREF 99 (lat/long) och WGS 84 (lat/long) är under en meter. För praktiska tillämpningar kan de två sistnämnda referenssystemen anses lika.

10.3.1 Att ange en position i latitud/longitud

Observera att det finns flera olika sätt för angivande av läge i latitud/longitud och att upplösningen kan variera. Skrivningen av syntaxen för koordinaten, exempelvis DDD,dd anger inte de nödvändiga antal decimaler. Antalet decimaler styr noggrannheten på koordinaten.

Exempel på olika sätt att ange en position för en enskild punkt:

DDD,dd (grader med delar av grader, exempelvis 56,2402°N) (a)

DDD MM (grader/minuter, exempelvis 56°14´N) (b)

DDD MM,mm (grader/minuter med delar av minuter, exempelvis 56°14,4´N) (c)

DDD MM SS (grader/minuter/sekunder, exempelvis 56°14´25”N) (d)

DDD MM SS,ss (grader/minuter/sekunder med delar av sekunder, exempelvis 56°14´24,6”N).

Exempel
Omräkning från DDD MM SS.ss till DDD,dd
Formeln är: grader + minuter/60 + sekunder/3600.
Vi använder 56°14´24,6”N (noggrannhet på meternivå) för omräkning.

- *Ta minuterna och dividera med 60*
  14/60 ≈ 0,23333333

- *Ta sekunderna och dela med 3600*
  24,6/3600 ≈ 0,00683333

- *Addera heltalsgraderna (56) med resultaten från divisionerna ovan*
  56 + 0,23333333 + 0,00683333 ≈ 56,240166 (noggrannhet på meternivå)

Omvänt gör man enligt:

- *Ta startvärdet 56,240166 och drag ifrån och ”spara undan” heltalsgraderna, alltså 56 i det här fallet.*
- *Du får kvar 0,240166 som du multiplicerar med 60, det blir 14,40996 minuter, drag ifrån och spara heltalsdelen (14) av detta värde.*
- *Ta resultatet (0,40996) och multiplicera med 60, du får svaret 24,5976 (sekunder).*
- *Montera ihop: 56° 14' 24,5976" och avrunda till lämpligt antal decimaler d.v.s. meternivå.*
  56°14'24,6"N. En sekund i nord-sydlig led är knappt 31 m det vill säga en decimal motsvarar en upplösning på cirka 3 m. I öst-västlig är en sekund. ungefär 31 m vid ekvatorn men minskar allteftersom man närmar sig polerna.

Gradtalet kan bestå av 2 eller 3 siffror och antalet decimaler kan variera beroende på verksamhet. Decimaltecknet kan antingen vara en punkt eller ett komma. Punkt är vanligt i exempelvis Nordamerika men kommatecken som decimalavskiljare är svensk standard, enligt SS-ISO 31. Kommatecken används även inom de flesta andra europeiska länder, bland annat Norge, Tyskland, Danmark, Frankrike och Finland. Om man inte ska överföra positionen till ett geografiskt informationssystem så räcker det oftast att man anger enligt något av exemplen ovan: (b), (c) eller (d), och då med kommatecken som decimalavskiljare.

Bokstav för huvudsakligt väderstreck kan ersättas av plustecken (+) för N (nord) och E (ost) samt minustecken (−) för S (syd) och W (väst). Bokstav för angivande av huvudsakligt väderstreck sätts normalt efter koordinaten medan tecken sätts framför. Tecken och huvudsakligt väderstreck ska aldrig användas i kombination.

Exempel på koordinatangivelser för de olika riktningarna[18]:

- 56,2402°N = 56°14´N= 56°14,4´N = +56°14.4´ = 56°14.41´N = 56°14´24,6”N = 56°14´25”N
- 13°24,9´S= 13°24,90´S = −13°24,9´ = 13°24´54”S
- 12°23,7´E= 12°23,70´E = +12°23,7´ = 12°23´42”E
- 156°51,9´W = 156°51,90´W = −156°51,9´ = 156°51´54”W.

De rekommenderade varianterna när man rapporterar enskild position, om inget har beordrats, är enligt följande exempel:

- 56°14´N 12°24´E
- 56°14,4´N 12°23,7´E
- 56°14´25”N 12°23´42”E.

I geografiska informationssystem och i tabeller skriver man sällan enligt ovanstående utan då används plus- eller minustecken och grader med decimaler (±DDD,ddd) men då utan gradsymbolen. För olika tabeller skriver man ofta ihop allt utan några enhetssymboler, exempelvis 12°23´42”E blir 122342E, E122342 eller helt utan riktning enligt 122342. De helt sammanskrivna varianterna är inte att rekommendera! Om det inte tydligt framgår av sammanhanget, det vill säga tilläggsinformation, så kan 122342 lika gärna vara 12,2342°, eller 12° 23,42'. Förväxlingar av koordinatformaten ger fel som är helt slumpmässiga till sin karaktär, beroende på vilka siffrorna råkar vara i olika fall. Det skulle också kunna tas för en E-koordinat i någon av de lokala SWEREF 99-zonerna.

Ibland förekommer flera olika varianter i samma publikation eller dokument. I exempelvis MIL-AIP används tre varianter enligt följande exempel:

- 654921N 0203110E
- 65°52'31"N 020°09'00"E
- N 65 45.52 E 020 10.11.

10.3.2 Att ange en position i World Geographic Reference System

World Geographic Reference System (GeoRef) är trots namnet inget referenssystem av samma slag som de geodetiska referenssystemen utan ett indexsystem, likt MGRS, men som enbart använder sig av latitud/longitud som bas. GeoRef används inom flyget och ibland inom marinen. Systemet bygger på en indelning i 15°-rutor, som betecknas med ett bigram, bokstavspar.

Bigrammen är sammansatta:

- dels av bokstav för läge i väst–ost led

[18] OBS! Det förekommer avrundning i exemplen, vilket påverkar noggrannheten avsevärt.

- dels av bokstav för läge i syd–nord led.

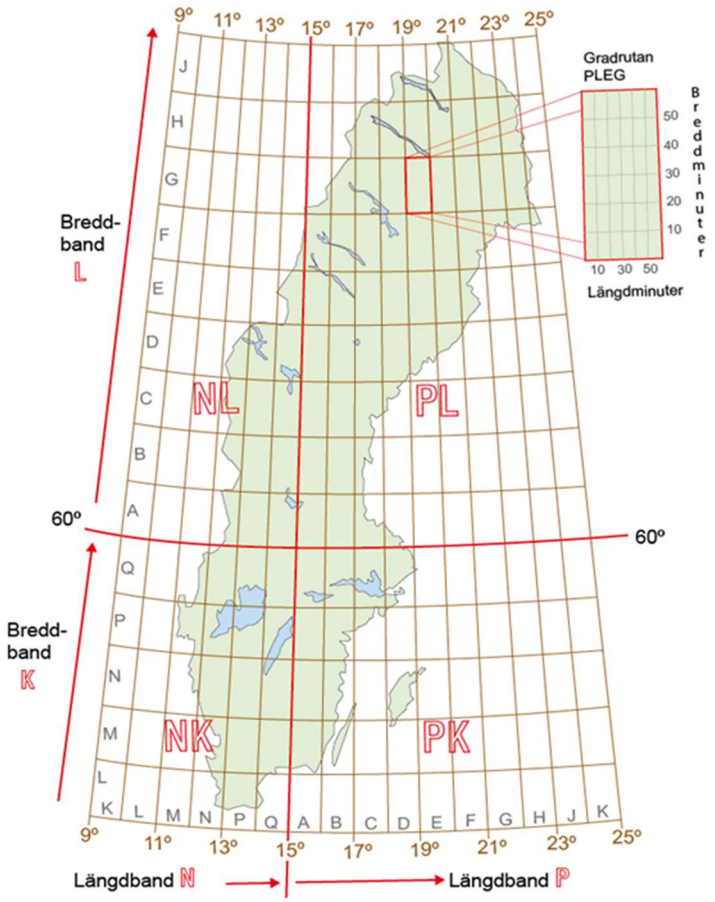


Bild 85 GeoRef över Sverige, ruta PLEG är markerad. Lantmäteriet Geo SE.

Sverige berörs av 15°-rutorna NK, NL, PK och PL, se bild 85. Varje 15°-ruta indelas i 15 × 15 stycken engradsrutor, som i längd österut och bredd norrut littereras A–Q, utom I och O. Även varje gradruta betecknas således med ett bigram av dels bokstav för längd, dels bokstav för bredd. En grad indelas i 60’ (minuter) och en minut indelas i tiondelar och hundradelar.

En punkts läge anges genom:

- bigrammet för 15°-rutan
- bigrammet för gradrutan
- antalet minuter, samt 10-dels och 100-dels minuter beroende på noggrannhet, från gradrutans sydvästra hörn, först längdminuterna i ost, sedan breddminuterna i norr.

Värdena skrivs i en följd utan mellanrum. Noggrannheten anges normalt med fyra siffror men kan även vara sex eller åtta. Lika många siffror används för såväl längd- som breddangivningen. Exempel: PLEG0809 eller för tiondels minuter PLEG084097.

Inom svenska flygvapnet stryks nästan alltid 15°-rutan då det slumpar sig så att inga bigram för gradruta återupprepar sig över Sverige för 15°-rutorna NK, NL, PK och PL.

10.3.3 Att ange en position enligt LOLA

LOLA är ett alternativ till latitud/longitud-systemet för allmän positionsangivning av flygvapnet. Skillnaden består i att longitud läses före latitud för att förenkla omvandlingen till positionsangivning enligt GeoRef. Upplösningen anges normalt med fyra siffror för respektive längd- och breddangivning (DDMM).

Exempel
LOLA-strängen O 1725 – N 5640 motsvarar N 56° 40´och O 17° 25´ eller om man anger det enligt GeoRef CM2540 (angivning utan 15°-ruta).

10.4 SWEREF 99 TM

SWEREF 99 TM är den nuvarande allmänna kartprojektionen för civila kartor över Sverige. Det är normalt den metod för positionsangivning som ska användas vid civil samverkan. Det finns även ett indexsystem kopplat till SWEREF 99 TM.

För olika tillämpningar på nationell nivå är det en fördel om hela landet kan avbildas skarvlöst, det vill säga i en enda projektion, och att läget i planet anges i ett enda koordinatsystem.

Genom att definiera en transversal Mercator-projektion utgående från medelmeridianen 15 grader öster om Greenwich och med en skalreduktionsfaktor lika med 0,9996 samt låta N-koordinaten utgå från ekvatorn och E-koordinaten utgå från medelmeridianens bild, dock med ett tillägg på 500 000 meter, se bild 76, fås likhet med UTM i större delen av landet.

Den projektion och de värden, parametrar, som används för SWEREF 99 TM är detsamma som för UTM-zon 33. Zonen är dock utvidgad för att kunna avbilda hela landet i ett sammanhang. Det innebär att UTM inte kan likställas med SWEREF 99 TM, även om värdena är detsamma inom zon 33. En strikt tillämpning av UTM över Sverige medför, som tidigare nämnts, en uppdelning av landet i fyra zoner.

Till referenssystemet SWEREF 99 finns, förutom SWEREF 99 TM, även tolv lokala projektionszoner, vilka behövs bland annat i kommunalteknisk verksamhet för att minimera avbildningsfel. Det mest påtagliga felet, avbildningsfelet, är skalförändringen, som växer med avståndet från medelmeridianen. Genom att begränsa projektionens giltighetsområde i öst-västlig riktning kan även förstoringen begränsas till en rimlig nivå. De lokala projektionszonerna benämns efter longitudvärdet, angivet som grader och minuter, för respektive medelmeridian, till exempel SWEREF 99 12 00 eller SWEREF 99 18 45[19].

10.4.1 Att ange en position i SWEREF 99 TM

För SWEREF 99 TM räknas N-koordinaten från ekvatorn, positiv mot norr, och E-koordinaten från medelmeridianen, positiv mot öster, vilket ger att ett koordinatpar ska anges enligt följande: N6511000 E584000. Det finns ett koordinattillägg i E-led, öst-västlig riktning, på 500 000 meter.

[19] För mer information om de lokala projektionszonerna, se Lantmäteriets hemsida, www.lantmateriet.se.

Northing består alltid av 7 siffror och Easting av 6. Ordningen är således omvänd jämfört med UTM. SWEREF 99 TM används bara i Sverige.

Angivningen av SWEREF 99 TM kan sammanblandas med angivning av latitud/longitud, därför är det viktigt att ange enhetssymboler för grader, minuter och sekunder för just lat/long-koordinater.

10.4.2 Att ange enligt med SWEREF 99 TM indexsystem

Indexsystemet för SWEREF 99 TM baseras på en rutindelning i 100 kilometer × 100 kilometer-rutor. Varje 100 kilometers ruta indelas i 100 stycken 10 kilometers rutor och varje 10 kilometers ruta indelas i 100 stycken 1 kilometers rutor och så vidare. Indelningen i rutor utgår från en punkt med koordinaterna N = 6 000 000 meter och E = 200 000 meter.

Rutorna betecknas med koordinatvärdena för det sydvästra hörnet, numeriskt avrundade till det antal siffror som krävs för respektive rutstorlek. För Sveriges territorium blir det en sifferserie med ett udda antal siffror, varav ”nordkoordinaten” N ska anges först och alltid innehålla en siffra mer än ”ostkoordinaten” E. Komponenterna skiljs åt med ett understrykningstecken, se exempel i bild 86. Det finns även möjlighet att underindela i kvarts- respektive sextondelsrutor.

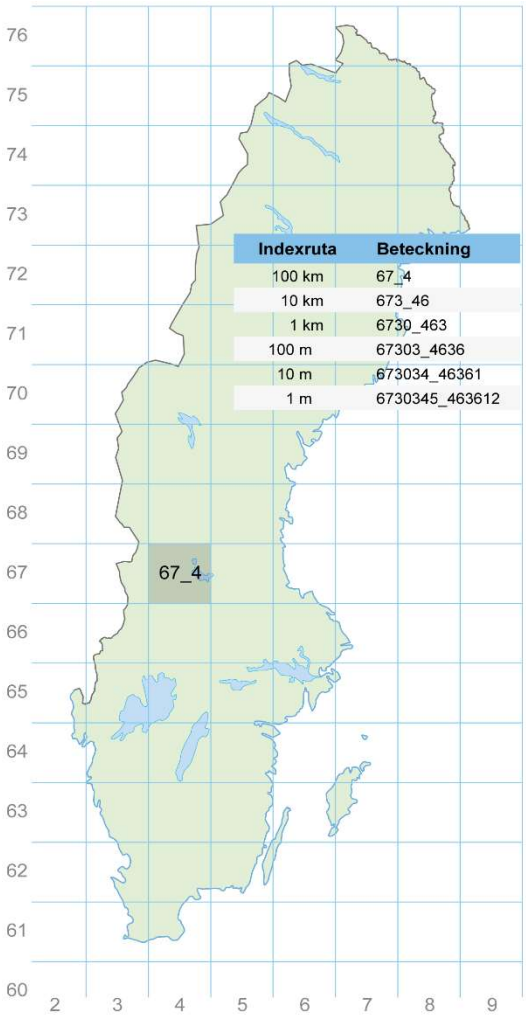


Bild 86 Storrutor, 100 kilometer, för index SWEREF 99 TM, i bilden visas ruta 67_4 om man bryter ned den i mindre och mindre rutor anges de enligt tabell. Lantmäteriet Geo SE.

11 SATELLITPOSITIONERING

Satellitpositionering omfattar de metoder och tekniker som används för att bestämma en punkts läge genom avståndsmätning mot flera satelliter. Idag är någon form av satellitpositionering det vanligaste sättet att göra en positionsbestämning.

OBSERVERA!
Det är lätt att störa signalerna från satelliterna och det rekommenderas att man har kunskap och mätinstrument för alternativa, helst autonoma och fristående, lösningar eller metoder beroende på vilka förutsättningar som finns för att fastställa sin position. Exempel på sådana lösningar är allt ifrån astronomisk navigering, tröghetsnavigering, radiopejling, radionavigering eller radarnavigering samt navigering med enbart sjökort eller karta och kompass.

De satellitsystem som används för navigation och positionsbestämning går under samlingsnamnet Global Navigation Satellite Systems (GNSS), där det amerikanska Global Positioning System (GPS) är det bäst kända exemplet på ett sådant system. Satellitpositionering och GNSS-mätning med en GNSS-mottagare används ofta som synonyma begrepp.

11.1 GPS och andra GNSS

Satellitbaserade GNSS som har – eller i det närmaste har – global täckning är det amerikanska Global Positioning System (GPS), det ryska Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS), det europeiska Galileo och det kinesiska BeiDou. Dessutom finns det ett japanskt tilläggssystem till GPS, Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) - även kallat Michibiki, och ett indiskt regionalt system, Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS) – även kallat NavIC.

GPS, ursprungligen NAVSTAR GPS, förvaltas och utvecklas av USA och var ursprungligen avsett för militära tillämpningar. Idag har dock tekniskspridningen och den stora marknaden för GPS gjort det allt viktigare att garantera även civila tillämpningar. GPS var det första GNSS som utvecklades, med början på 1970-talet, och det blev fullt utbyggt med minst 24 satelliter år 1993. GPS-systemet är designat för att garantera tillgång till minst fyra satelliter oavsett var man befinner sig på jorden. Detta är viktigt då minst fyra satelliter också är minimikravet för att en GPS-mottagare ska kunna bestämma sina fyra grundläggande parametrar – mottagarens tredimensionella koordinater i GPS-referenssystemet WGS 84 samt mottagarklockans osäkerhet.

GPS-satelliterna kontrolleras och styrs via ett kontrollsegment med ett antal markstationer, ursprungligen i form av fem stycken utplacerade längs ekvatorn, men numera kompletterade med ytterligare elva stycken med global täckning. Markstationerna följer satelliternas banor och från driftledningscentralen i Colorado Springs kan dessa vid behov korrigeras. Kontrollsegmentet styr dessutom vilken information som GPS-satelliterna ska sända ut, inklusive information om satelliternas banor som GPS-mottagare sedan använder vid positionsbestämningen.

GLONASS var, likt GPS, ursprungligen avsett för militära tillämpningar. Den civila användningen sker framför allt i kombination med GPS. GLONASS motsvarighet till referenssystemet WGS 84 heter PZ-90, som kom i sin tredje version, PZ-90.11, år 2013.

Galileo är ett europeiskt GNSS som i det närmaste är fullt utbyggt. ”Initial Services” med 18 satelliter i bana uppnåddes år 2016 och det beräknas bli fullt utbyggt med 30 satelliter en bit in på 2020-talet. Till skillnad från GPS och GLONASS ska Galileo ytterst vara under civil kontroll, via EU genom European Union Agency for the Space Programme (EUSPA) och European Space Agency (ESA). Galileo är kompatibelt med GPS och GLONASS.

Förutom rena navigationssignaler som är tillgängliga för alla användare, så omfattar Galileo även särskilda tjänster. Ett exempel är så kallade Search and Rescue-funktioner, som ska möjliggöra kommunikation vid räddningsuppdrag. En annan tjänst är Public Regulated Service (PRS), som främst är avsedd för polis och räddningstjänst, men som också kan komma att användas militärt.

Kinesiska **BeiDou** blev först utbyggt för regional användning över östra Asien och Stilla havsområdet. Sedan år 2020 är det fullt utbyggt till global täckning.

11.2 Vad behöver man?

För satellitpositionering krävs relativt fri signaltäckning mot satelliterna och GNSS-mottagaren för att kunna ta emot de radiosignaler som GPS-satelliterna sänder ut. GNSS-mottagare finns i många olika utföranden och prisklasser. Enklare och billigare mottagare används till exempel i klockor, bilnavigeringssystem och mobiltelefoner. Mer avancerade mottagare används inom bygg- och anläggningsbranschen och andra produktionstillämpningar med höga precisionskrav. För att öka precisionen och tillförlitligheten kombineras ofta GNSS med markbaserade stödsystem. Såsom SWEPOS som är det svenska nationella nätet av fasta referensstationer för GNSS.

11.3 Hur fungerar det?

Grundprincipen för alla GNSS-mottagare är densamma. De kodade radiosignalerna som sänds ut från satelliterna jämförs med identiska signaler som genereras i själva mottagaren vid samma tidpunkt.

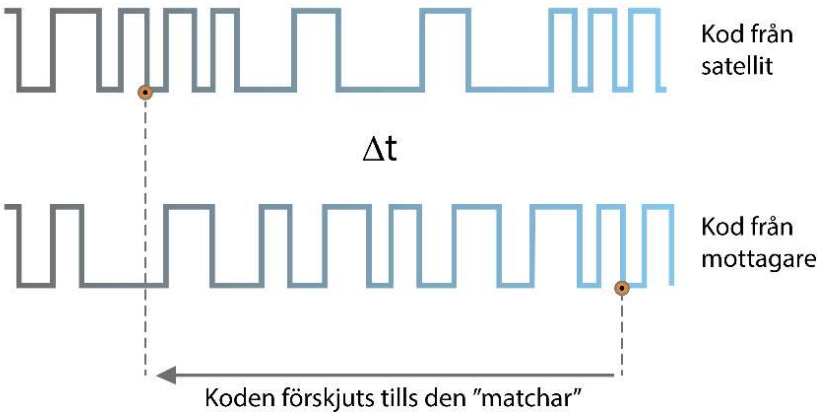


Bild 87 Principen för kodmätning. Lantmäteriet Geo SE.

Vid kodmätning kan den uppmätta skillnaden mellan mottagen och genererad kod översättas till en tidsskillnad som ger information om hur lång tid det tog för signalen att nå fram till GNSS-mottagaren. I och med att både tid och hastighet, det vill säga ljusets hastighet, då är kända kan sträckan mellan satellit och GNSS-mottagare räknas ut. Ett slags avancerat måttband alltså!

GNSS-satelliterna befinner sig i på förhand kända banor runt jorden och är därmed vid varje tidpunkt kända i ett globalt referenssystem. Genom att mäta avståndet till flera satelliter kan GNSS-mottagarens läge därför geometriskt bestämmas i samma referenssystem. Information om GNSS-satelliternas positioner skickas ut i satelliternas så kallade navigationsmeddelande tillsammans med status- och tidsangivelser.

GNSS-mätning påverkas av flera felkällor som fördröjning av signalerna under passagen genom atmosfären, osäkerhet i satellitbanorna och lokala förhållanden runt mottagaren. Detta gör att

positionsosäkerheten vid kodmätning direkt mot GNSS-satelliterna vanligtvis ligger på flera meter. Denna mätmetod kallas även absolut positionering. Positionssäkerheten kan ökas genom att använda så kallad relativ positionering, vilken bygger på att positionen bestäms relativt en annan GNSS-mottagare uppsatt på en punkt med känd position, en så kallad referensstation.

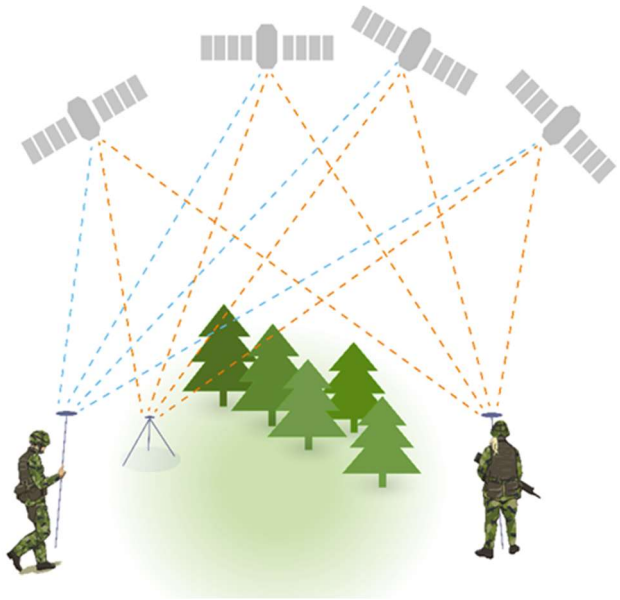


Bild 88 Skillnad mellan absolut positionering, blåstreckade linjer, och relativ positionering, brunstreckade linjer. Lantmäteriet Geo SE.

Positionssäkerheten kan också ökas genom att använda själva radiosignalen vid avståndsbestämningen mot satelliterna, en mätmetod som kallas bärvågsmätning. Bärvågsmätning kräver mer avancerade GNSS-mottagare än kodmätning.

Real Time Kinematic (RTK) och Differential GNSS (DGNSS) är två termer för relativ bärvågsmätning i realtid respektive relativ kodmätning i realtid. Satellite Based Augmentation System (SBAS) är speciella, regionala, stödsystem för DGNSS där stationer på marken mäter felet i den vanliga signalen och skickar ut korrigering via geostationära satelliter. Det europeiska SBAS heter European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS), vilket använder både GPS och GLONASS-signalen. Det amerikanska heter Wide Area Augmentation System (WAAS), vilket använder GPS-signalen.

	Kodmätning	Bärvågsmätning
Tidsåtgång	Kort observationstid (sekunder).	Kort till lång observationstid (fåtal sekunder till timmar), beroende på tillämpning.
Mottagare	Enkla GNSS-mottagare.	Avancerade GNSS-mottagare.
Mätosäkerhet (i plan)	Meternivå vid absolut positionering. Decimeternivå vid relativ positionering.	Centimeternivå vid relativ positionering med bestämning av periodobekanta.
Känslighet för signalavbrott	Mindre känslig, eftersom mätperioden är kort.	Mer känslig, eftersom bestämning av periodobekanta kräver oavbruten mätning (ibland över lång tid).

Bild 89 Jämförelse mellan kod- och bärvågsmätning. Lantmäteriet Geo SE.

12 SKISSRITNING

12.1 Allmänt om skissritning

En skiss är en mycket enkel karta. Den är ofta en hastigt utförd avbildning av ett område. Generellt är den avsedd att användas endast vid ett visst tillfälle eller under en kortare tid.

I fält behöver skisser användas som ett komplement till kartor. Den vanligaste orsaken till detta är bristen på kartor vid förbanden eller för att förtydliga detaljer i form av småskaliga skisser. Det är därför nödvändigt att lägga in träningsmoment i skissritning i övrig kartläsningsutbildning. Dessutom visar det sig att förståelsen för hur en karta är uppbyggd och hur den ska användas ökar om du övar skissritning.

Inför skissritning är det viktigt att veta syftet med skissen för att anpassa den efter ändamålet, exempelvis en uppförstorad del av NMK50.

Det finns tre huvudgrupper av skisser:

- Planskiss – som visar terrängen rakt uppifrån, syftet avgör mängden detaljer.
- Perspektivskiss – som är en schematiserad landskapsteckning.
- Profilskiss – som är en skärning av en del av markytan.

12.2 Skisser för olika ändamål

Vägskiss

När du ritar vägskisser behöver du bara ta med de delar av terrängen som ligger inom 100 – 1 000 meter från vägen på ömsom sida. Skisserna får därför ett långsmalt utseende. Vägskisser bör ritas i marschriktningen med norrpil inkluderad.

Skisser för speciella ändamål, till exempel för vägrekognosering eller framryckningsvägar förses ofta med förklarande text.

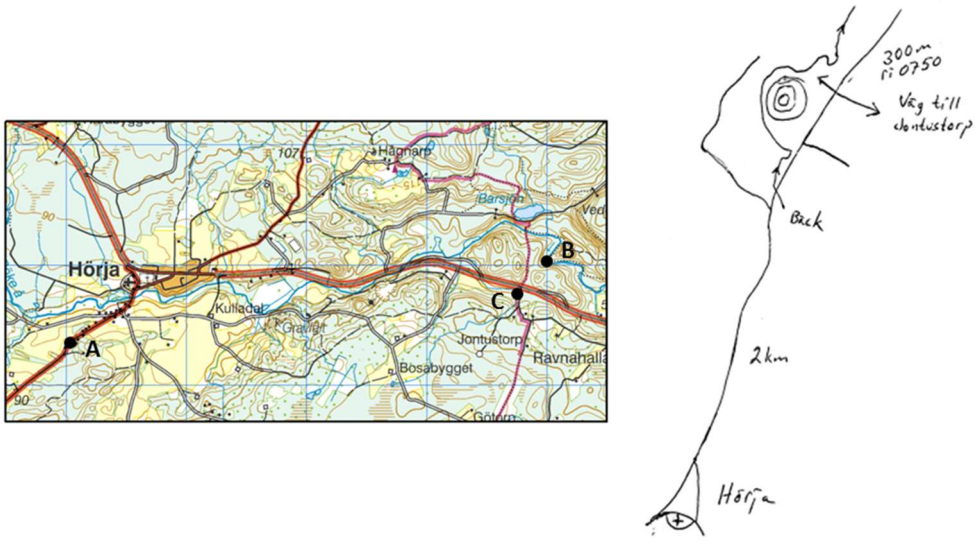


Bild 90 Exempel på skiss i marschriktning. Utgå från punkt A, via punkt C mot punkt B. Stefan Sundvall, Försvarsmakten.

Förläggningsskiss

Vid upprättande av förläggningsskisser ska endast den terräng tas med som bedöms vara nödvändigt ur orienteringssynpunkt. Terrängens ytformer avbildas i regel inte.

Byggnader och andra för förläggningen betydelsefulla terrängföremål samt viktigare anordningar för skydd, förplägnad med mera framhävs däremot tydligt på skissen.

Skiss över observationsområde

Vid vissa tillfällen kan du behöva upprätta en skiss över ett observationsområde, för att särskilt framhäva observationsmöjligheterna för en post, postering eller observationsplats. De viktigaste delarna av observationsområdet, sett från observationsplatsen, bör ramas in, till exempel med en grov heldragen linje i rött.

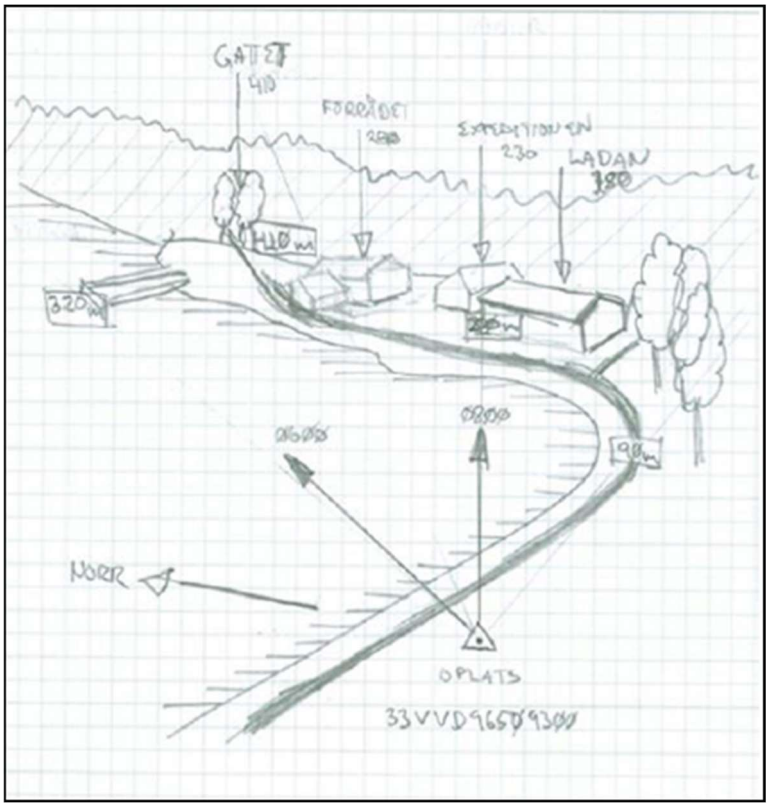


Bild 91 Exempel på skiss över ett observationsområde. Klas Karlsson, Försvarsmakten.

Skiss vid eldförberedelser

I regel framställs skisser vid eldförberedelser i samband med:

- målangivning
- avståndsberäkning från utgångspunkter
- utgångspunkter för observation.

Terrängmodell

En terrängmodell är en skiss som tillverkas av tillfällig materiel och som byggs i terrängen för att åskådliggöra viss verksamhet, till exempel bevakning, eldöverfall eller marsch.

Uppbyggnaden sker enligt samma principer som när du gör en planskiss. Skalan är ofta mycket stor.

Bild 92 Exempel på terrängmodell. Mats Nyström, Försvarsmakten.

12.3 Framställning av skiss

En skiss ska redovisa terrängen som den är vid tillfället och bör tydligt framhäva det som är skissens syfte. Oväsentliga detaljer kan uteslutas.

Du bör sträva efter enkelhet och tydlighet, eftersom skissen också ska kunna läsas av andra. Ett fåtal klara huvudlinjer ger ofta en bättre bild än ett flertal detaljer.

Ritmaneret måste vara kraftigt för att skissen ska tåla fältlivets slitage. Den ska kunna läsas även vid dålig belysning. Avbildningens riktighet är av större värde än dess prydlighet.

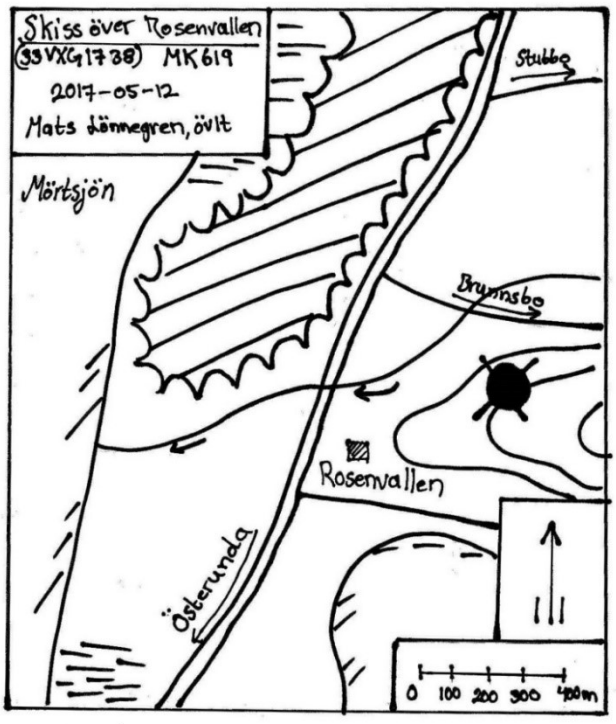


Bild 93 Exempel på skiss. Hanna Torneheim, Försvarsmakten.

Symboler

I stort sett kan samma symboler, karttecken, användas som finns på NMK50. Eftersom en skiss oftast enbart ritas i en färg måste dock viss anpassning ske.

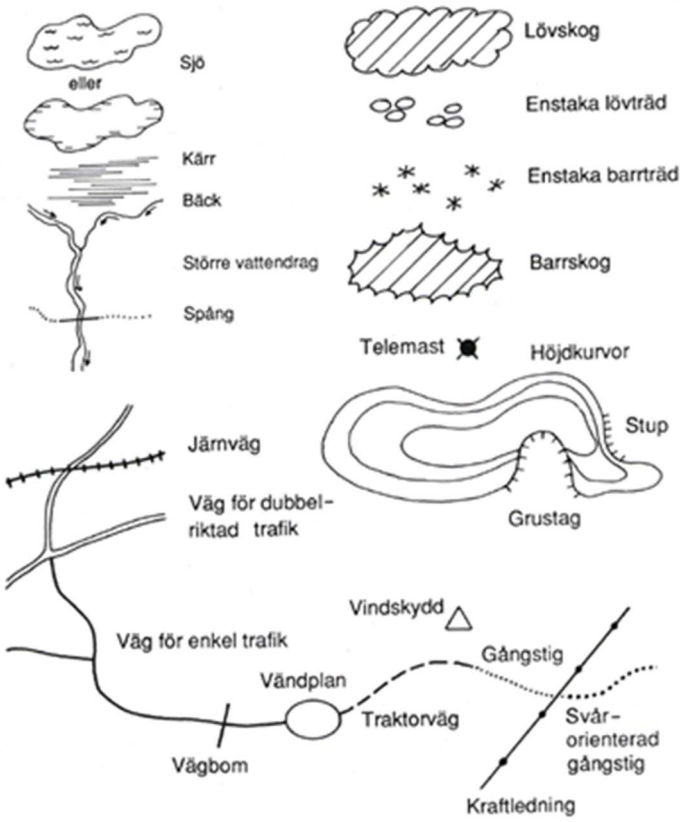


Bild 94 Symboler för skisser. Lantmäteriet Geo SE.

Enstaka träd och små dungar ritas med tecken enligt ovan, olika tecken för barrträd respektive lövträd. Sammanhängande skogspartier ritas med konturlinje och snedstreck, uppifrån höger och snett nedåt vänster.

Höjdkurvor används i regel för att ange höjder, eftersom du lätt kan rita var det är brant, antal toppar och så vidare.

Lutningsstreck kan användas för till exempel grustag eller vägbankar.

”Passa skissen”

Skisser som ansluter till taktisk verksamhet ska ritas i front- eller marschriktningen, så att de kan läsas rättvänt, till exempel vägskisser. Skisser som däremot inte ansluter till någon taktisk verksamhet, till exempel förläggningsskisser, ritas orienterade mot norr.

Skala

Det är ofta lämpligt att rita skissen i skala 1:10 000, 1 centimeter = 100 meter. Den skalan är lätt att använda, både då du ritar skissen och då den ska användas. Om du ska göra en skiss genom att rita av och förstora upp NMK50, skala 1:50 000, innebär det fem gångers förstoring.

Ska du rita en skiss över ett begränsat område, till exempel en förläggningsskiss, krävs ofta en stor skala, 1:5 000 eller större, för att få tillräcklig tydlighet.

Vägskisser där du ska få plats med en längre sträcka kräver en mindre skala för att få plats med hela vägavsnittet på papperet.

I vissa fall kan skalan variera. Avståndet skrivs då ut på skissen. Ett exempel är en vägbeskrivning, där långa sträckor inte kräver någon detaljbeskrivning. Sista biten av vägen bör däremot ges fler detaljer.

Förenkling vid skissritning

I brådskande fall kan du förenkla skissritningen genom att endast rita konturlinje och skriva vad det är för ett föremål. Det är viktigt att framhäva det som är väsentligt med hänsyn till syftet med skissen.

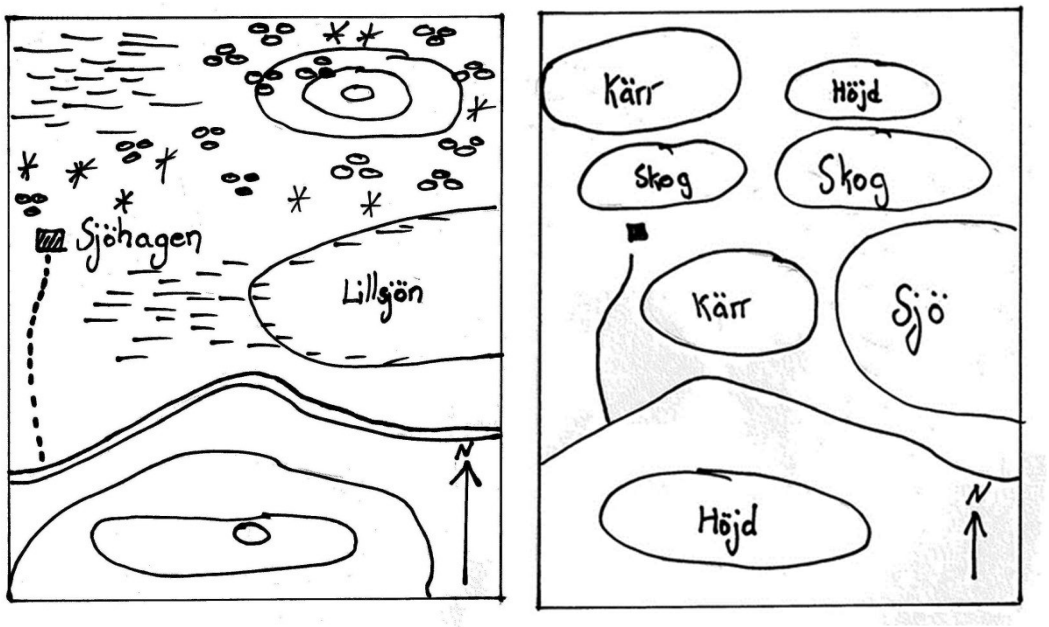


Bild 95 Exempel på förenkling vid skissritning. Hanna Torneheim, Försvarsmakten.

Skissritning med kartan som förebild

Ett vanligt sätt att rita en skiss är att rita av en karta, till exempel NMK50. Ofta har chefen som ger uppgiften en karta, medan de som ska utföra uppgiften saknar kartor.

Bild 96 Ordergivning med stöd av skiss. Alexander Karlsson, Försvarsmakten.

I snabba lägen ritar du snabbt av de detaljer som är av vikt för att kunna lösa uppgiften. Det kan till exempel vara vägar, ledningar eller hus. Om det handlar om en vägskiss eller en vägbeskrivning ska du vara extra noga vid de platser där du ska byta ”ledstång”. Avstånd bör skrivas in i skissen och vid behov även riktningar.

I de flesta fall ska skissritaren själv använda skissen omedelbart och därför kan en del information från kartan finnas kvar i minnet.

Här nedan visas ett exempel på en enkel skissritning med kartan som förebild.

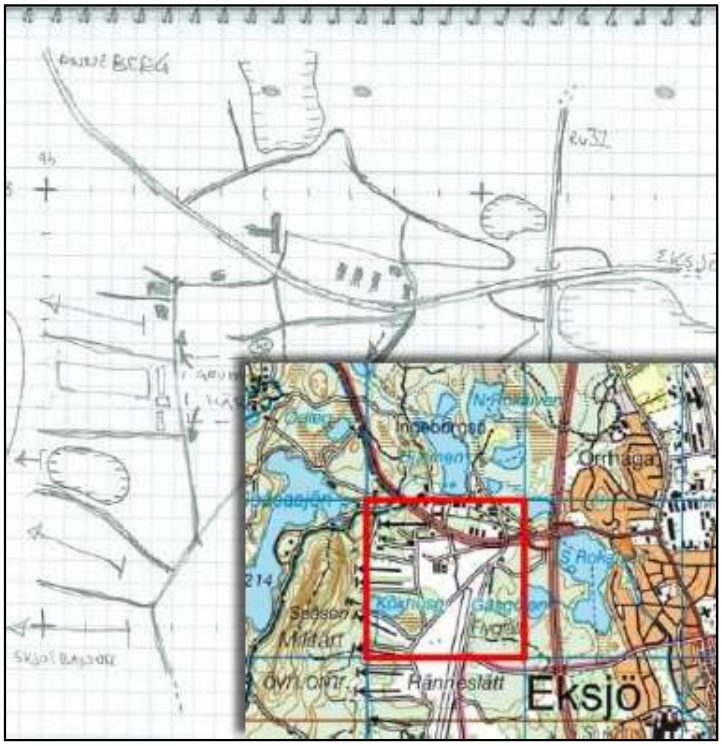


Bild 97 Exempel på skiss med karta som förebild. Klas Karlsson, Försvarsmakten.

KOM IHÅG!
Vägskisser bör ritas i marschriktningen. Inkludera en norrpil.

Om du har mera tid till förfogande kan du göra på följande sätt för att göra i ordning en skiss till rekognoserings- och spaningsuppgifter:

- Bestäm området på kartan och lägg ett rutnät över. Rutorna bör vara 10 × 10 millimeter.
- Rita lika många rutor på ett skisspapper. Rutorna förstoras så mycket som behövs för skissens ändamål. Skalan i skissen bestäms av hur mycket rutorna förstoras.
- För över terrängen, ruta för ruta, på skisspapperet. Ta endast med viktiga föremål.
- Gör en vinjett, se nedan, på skissen.
- Skissen är klar att använda.

Skissritning utan kartunderlag

Nedanstående punkter kan utgöra en slags checklista när du ska rita en skiss utan karta som underlag.

- Bestäm gränserna för det område som ska avbildas.
- Bestäm skala och rita ett skalmått.
- Studera terrängen noga och klargör med tanke på syftet med skissen vad som ska tas med samt vad som kan utelämnas.
- Bestäm huvudriktning och rita ut norrpilen.
- Välj lämplig utgångspunkt för skissritningen.
- Ta ut kompassriktningar till framträdande föremål, lägg in dessa på ritpapperet.
- Stega, eller bedöm, avstånd. Rita därefter med hjälp av skalmåttet in dessa punkter på ritpapperet.
- Komplettera skissen med att rita in övriga delar av terrängen med ögonmåttsteckning.
- Skriv in namn på orter och terrängföremål, om möjligt.
- Gör en vinjett, se nedan, på skissen.

Vinjett

En skiss bör alltid förses med vinjett som omfattar:

- plats, datum och namn
- norrstreck eller annan tydlig orientering
- skala eller skalmått
- vid behov en teckenförklaring eller andra upplysningar.

13 KARTLÄSNING UNDER SÄRSKILDA FÖRHÅLLANDEN

13.1 Kartläsning i mörker

Bild 98 Soldater under nattorientering. Mattias Nurmela, Försvarsmakten.

Vid kartläsning i mörker används samma grundläggande teknik som vid kartläsning i dagsljus. Synfältet är emellertid begränsat till det område som lyses upp av lampan.

Det är därför svårare att:

- Se terrängföremål, i synnerhet om de ligger en bit bort.
- Överblicka terrängen och få en helhetsbild.
- Läsa kartan, en lampa kan aldrig ersätta dagsljusets ljusstyrka.
- Förflytta dig, du ser inte hinder och ojämnheter.

Exempel på svårigheter vid kartläsning i mörker:

- Det är lätt att passera en stig utan att lägga märke till den.
- Det är lätt att passera under en ledning utan att se den.
- Du ser inte hur stora höjder eller sankmarker är.
- Det är svårt att upptäcka förbjudna områden innan du står i dem, i fredstid exempelvis besådda fält.
- Du ser inte var det är lättframkomligt respektive besvärligt att ta sig fram.
- Det är svårt att orientera sig på öppna fält och vattenytor, eftersom du inte ser några konturer eller gränser. Det är nödvändigt att använda kompasskurs om du ska gå till en bestämd position.

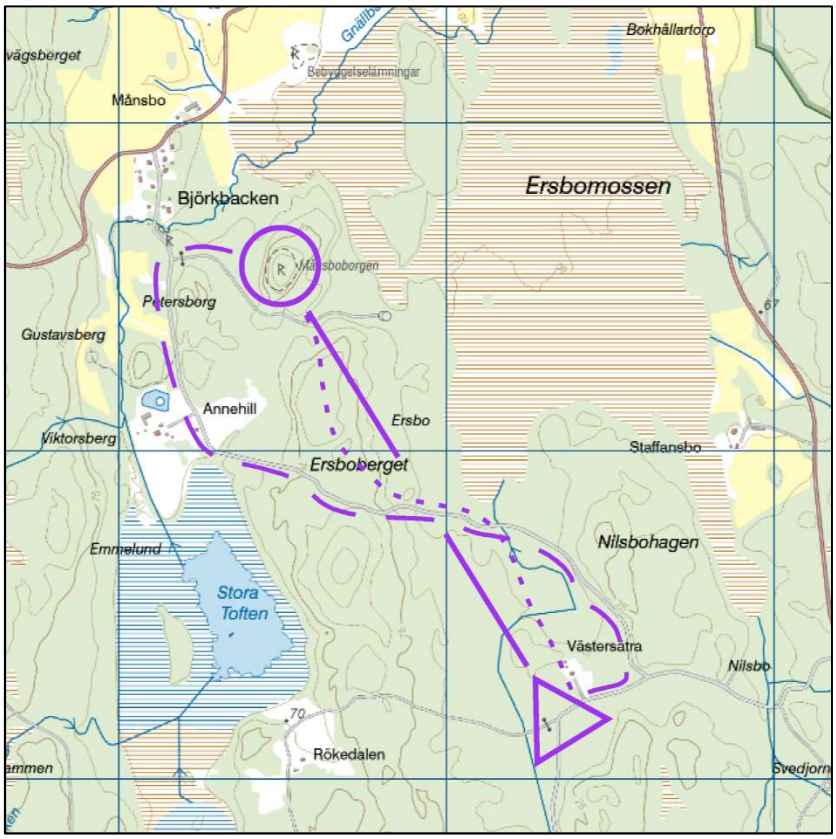


Bild 99 Vägval i dagsljus och mörker. Ett naturligt vägval i dagsljus är längs den prickade linjen. I mörker är det streckade vägvalet att föredra. Kontrollera alltid riktning på vägar och stigar. Lantmäteriet Geo SE.

Förflyttningen försvåras avsevärt i mörker och det är enbart på vägar och bättre stigar som det går att hålla dagsljustempo. När du använder ”ledstänger”, även enkla sådana, är det nödvändigt att kontrollera riktningen ofta.

Vid kartläsning i mörker bör du sträva efter att ”gå runt problemen”. Det är ofta bättre att gå en längre sträcka längs vägar och stigar, där kartläsningen blir enklare och tempot högre. I mörker bör du inte snedda mellan ”ledstänger” om du inte tjänar avsevärd tid på det. Det taktiska läget ska dock alltid beaktas.

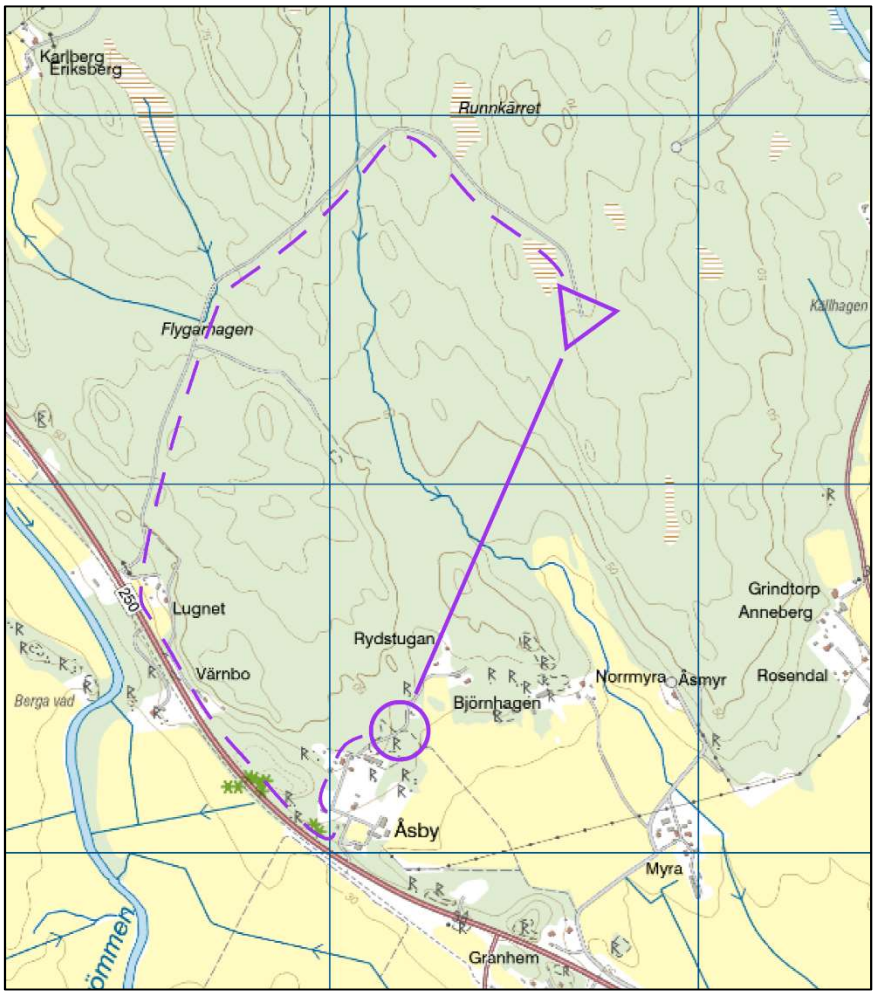


Bild 100 Exempel på säkert vägval i mörker. Det streckade vägvalet på den här sträckan, runt alla svårigheter, är längre men säkrare. I mörkret bör du inte snedda över till exempel skog eller åkrar. Lantmäteriet Geo SE.

Vid fältmässigt uppträdande måste du ta hänsyn till kravet på ljusdisciplin. Kartminnesträning är därför en viktig bit i utbildningen. Det är nödvändigt att ha gjort alla förberedelser innan förflyttningen påbörjas, det vill säga avståndsmätning, riktningsbestämningar och inläsning av sträckan. Tänk också på att varje gång du tvingas tända lampan försämras mörkerseendet.

Bild 101 Kartläsning med ljusdisciplin. Autotech Teknikinformation.

Orientering med bildförstärkare

Beroende på kravet på signatur måste du i vissa lägen helt förlita dig på passiva system, exempelvis bildförstärkare eller Infrared Vision- (IRV) system. När du använder bildförstärkare går det att läsa kartan och se i terrängen. Men du ska vara medveten om de begränsningar som finns i systemet.

Den största utmaningen är att kartan inte uppfattas likadant i en bildförstärkare som när du endast använder ögonen. Detta kan du åtgärda genom att förbereda kartan, för att säkerställa att den fungerar tillsammans med bildförstärkaren. Hur det kan göras beskrivs senare i detta kapitel.

Då ett IRV-system endast detekterar värmestrålning, går det inte att läsa ut informationen från en karta. Däremot är ett IRV-system bra för att observera i terrängen och kan fungera som ytterligare ett stöd vid orientering med bildförstärkare.

Bild 102 Soldater med bildförstärkare. Mats Nyström, Försvarsmakten.

En bildförstärkare förstärker det ljus som finns i omgivningen upp till 80 000 gånger och är ett bra hjälpmedel för att kunna se i mörker. Känsligheten beror på vilket bildförstärkarrör som bildförstärkaren är utrustat med och det kan skilja en del prestanda mellan olika typer av bildförstärkare, men också på förmågan att avbilda det du tittar på. Då den också har olika känslighet i olika våglängder kan vissa färger helt försvinna när du tittar på din karta. Även upplösningen kan skilja mot vad ett öga har i upplösning, vilket kan göra att för små tecken eller linjer på kartan försvinner.

Bild 103 Vy genom bildförstärkare. Jimmy Croona, Försvarsmakten.

Då soldaten ska använda bildförstärkare finns det ett antal saker att tänka på. Det viktigaste är att bildförstärkaren projicerar en bild som endast består av olika nyanser av grönt. Du kan alltså inte se olika färger men däremot nyansskillnader.

Det är inte bara så att vissa färger kan vara svåra att se, utan de kan även variera utifrån det utskrivna eller tryckta underlaget. Detta gäller även för pennor, både färgnyans och kontrast relativt bakgrunden på pappret. NMK-kartornas färger och utseende är anpassade för att fungera med bildförstärkare.

I alla lägen gäller det att du gör en noggrann kontroll innan och att du vidtar de förberedelser som krävs.

Åtgärder före orientering/navigering i mörker

Kontrollera på kartan vilken information som du har svårt att uppfatta och vilka delar som eventuellt helt försvinner. Med detta som utgångspunkt kan du förbereda kartan. På många kartor försvinner alla höjdkurvor och vattendrag vilka är mycket viktiga delar av en karta.

Har du tillgång till kartan digitalt, kan du ändra färger, förstärka viktiga platser och linjer och skriva ut en bättre karta för mörkernavigering innan uppdraget påbörjas. Kontrollera att den nya kartans färger, platser och linjer uppfattas i en bildförstärkare.

Använd lämplig penna för att förstärka en papperskarta. Dock är det viktigt att bara förstärka de delar som behövs för navigeringen, annars är det lätt att det blir plottrigt och svårorienterat på grund av för mycket information. Kontrollera att det du har förstärkt uppfattats i bildförstärkaren.

Att rita en skiss över området som du ska verka i kan vara en annan metod. Kontrollera att färgerna du använder uppfattas i bildförstärkaren.

Vid lägre krav på signatur

Är det möjligt att titta på kartan med vitt ljus är detta att föredra, då kommer ögonen både att uppfatta rätt färger och allt annat som finns presenterat på kartan. Dock måste du vara medveten om att bara några sekunders lysande med en ficklampa kan uppfattas på flera kilometer i mörker. Är motståndaren utrustad med bildförstärkare ökar upptäcktsavståndet avsevärt.

Bild 104 Kartläsning i rött ljus för att bibehålla mörkerseendet. Bezav Mahmod, Försvarsmakten.

Använd så lite uteffekt som möjligt på ficklampan och försök att dämpa ljusskenet alternativt använd en jacka eller annat plagg som du täcker över dig med för att minska risken för upptäckt.

Ljusskenet från bildförstärkarens okular, det närmast ögat liggande linssystemet, kan användas för att snabbt titta på kartan. Det ger ett svagt ljus som är svårt att upptäcka. Det svaga ljuset räcker oftast till för att urskilja de olika delarna på kartan. I detta fall tar du av dig bildförstärkaren, samt låter den vara på, och vänder den med okularsidan mot det underlag som ska belysas.

Många bildförstärkare är utrustade med en Infrared (IR) diod som är osynlig för ögat men syns i bildförstärkaren. Den går att använda för att lysa upp en karta så att du lättare ser detaljer i bildförstärkaren. Det är svårt att utskilja färgnyanser men ofta lättare att urskilja detaljer.

Tänk även på att en motståndare som är utrustad med bildförstärkare kan upptäcka dig på långa avstånd när du använder IR-dioden.

Utbildning

För att bli skicklig på att kunna orientera eller navigera i mörker med bildförstärkare krävs utbildning på systemet. Samt en förståelse för skillnaden mellan att genomföra en orientering i dagsljus och att göra samma sak i mörker med bildförstärkare.

13.2 Kartläsning i skärgårdsterräng

Skärgårdsterrängen har en varierande karaktär med holmar och skär, stora och små öar tillsammans med öppet vatten samt arkipelager med omfattande grundområden.

Detta inverkar på lägesbestämning och karttjänsten genom att personal vid Försvarsmaktens enheter som skall uppträda i skärgårdsterräng ofta har behov av att kunna använda och förstå både fältkartor och sjökort.

13.3 Kartläsning under vintertid

Att nyttja kartan under vinterförhållanden är annorlunda än under barmarksperioden. I framförallt norra Sverige, där förband uppträder i vägfattig eller väglös terräng, krävs både kunskap och erfarenhet för att omsätta den information som kartan ger.

Bild 105 Soldater under skidmarsch i vintermiljö. Anna Norén, Försvarsmakten.

Kartan som underlag vid planering

Även vintertid är kartan det viktigaste planeringsunderlaget. Fienden och våra egna förbands förutsättningar ändras med snö och kyla. För att kartinformationen ska kunna tolkas på rätt sätt måste du ta hänsyn till faktorer som snömängd, snökonsistens och isförhållanden. Särskilt gäller detta när du ska bedöma framkomligheten. Svårframkomliga stråk enligt kartan, kan under snöförhållanden bli lättframkomliga.

Bild 106 Samma terrängavsnitt i september respektive januari. Erik Falck, Försvarsmakten.

Vägar kan vintertid istället bli svårframkomliga. Du kan inte ta för givet att de är snöröjda. Enskilda vägar utgör ungefär två tredjedelar av det totala vägnätet i norra Sverige och plogas eller snöröjs endast vid behov. För att klarlägga aktuellt förhållande måste du terrängrekognosera eller ta kontakt med berörda markägare.

Bild 107 Plogning av väg. Niklas Ehlén, Försvarsmakten.

Kartläsning på skidor eller till fots

Landskapet tappar lätt ”karaktär” på grund av snö, som ofta utplånar konturerna av exempelvis diken, bäckar, raviner och övergången mellan sankmarker och sjöar. Terrängdetaljer, stigar samt mindre körvägar kan vara svåra att urskilja. Ur kartläsningssynpunkt blir således antalet säkra kartläsningsföremål färre jämfört med barmarksförhållanden. Välj hellre ett längre och säkrare vägval än att snedda eller gena.

Kartläsningstekniken under snöförhållanden är i stort sett densamma som vid barmark. Dock måste grovkartläsning ske efter tydliga och med hjälp av skidor framkomliga ”ledstänger” eller stråk. Vidare bör du vara extra noggrann att kontrollera förflyttningsriktning och avstånd. ”Ledstänger” som är tydliga kan längre fram bli svåra att följa på grund av snön.

Grov avståndsbestämning med skidor kan ske genom att antalet stavsättningar räknas på samma sätt som antalet steg vid stegning.

Vid längre sträckor kan du beräkna avståndet om du tar tiden för sträckan och försöker bedöma din förflyttningshastighet. Till exempel om du har varit ute i 1,5 timmar och bedömer att du förflyttat dig 5 kilometer per timme, är den sträcka du förflyttat dig: 1,5 timmar × 5 kilometer = 7,5 kilometer.

Kartläsning från fordon

På vintern kan vägskäl, vägskyltar, broar med mera vara översnöade. Dessutom kan plogvallarna vara så höga att du får en begränsad sikt över omgivande terräng, vilket gör det svårt att hålla reda på var du är. Därför bör du göra en noggrann avståndsmätning på kartan och jämföra den med körd sträcka på vägmätaren.

Bild 108 Kartläsning med fordon. Mattias Nurmela, Försvarsmakten.

Kontrollera också att riktningen på den väg som ska köras stämmer överens med riktningen på kartan. Kartläsningstekniken är i övrigt densamma som under barmarksförhållanden vilket beskrivs i ett senare avsnitt.

Vid kartläsning från fordon i terrängen är tillvägagångssättet detsamma som för kartläsning på skidor eller till fots.

För att framföra fordonet på ett säkert sätt samt lättare kunna hitta rätt, kan andreföraren gå på skidor eller till fots 50 - 100 meter framför fordonet och läsa kartan.

13.4 Kartläsning i fjällen

OBSERVERA!
Karta och kompass ska alltid medföras vid verksamhet i fjällen.

Lantmäteriets fjällinformation är anpassad till skalan 1:100 000 och täcker fjällområdet från Sälen i söder till Treriksröset i norr. Informationen finns med i NMK100.

Kartläsning och förflyttningsteknik i fjällterräng är olika beroende på om sikten är god eller dålig.

Bild 109 Framryckning i fjällterräng. Jimmy Croona, Försvarsmakten.

När sikten är god

När vädret är bra är överblicken i fjällterrängen en helt annan än i skogslandskapet och ofta kan du se hela färdvägen från en och samma punkt. Den storslagna terrängen gör grovkartläsningen enklare, eftersom du kan se markanta fjällryggar, fjälltoppar, dalar och sjöar förutsatt god sikt. Förflyttningen sker som regel i anslutning till dalgångar. I lägre terräng, exempelvis dalgångar, samlas normalt mera snö. Det kan då vara mer kraftbesparande att välja ett vägval på något högre höjd längs en dalsida än i själva dalen.

Finkartläsning, som till exempel sker vid kartläsning i skogslandskapet, får mindre betydelse. Vägvalet i detalj sker genom att du ”läser av” terrängen och väljer stråk. Vid vägvalsbestämning är det viktigt att välja en väg som är kraftbesparande. Detta sker genom att du ”håller höjd” och om möjligt följer höjdnivån även om förflyttningssträckan kan bli avsevärt längre.

Bild 110 Vägval i fjällterräng vid god sikt. Vägval för att ”hålla höjden”, det vill säga att gå så plant som möjligt och runda sänkor och höjder med mera, är kraftbesparande. David Gernes, Försvarsmakten.

När sikten är dålig

FARA!
Chansa aldrig!
Vid dåliga väderförhållanden måste alla i gruppen hjälpas åt för att klara kartläsningsproblemen. Lägg således inte allt ansvar på en enda person!

I snöstorm, vid dimma eller låg molnhöjd, samt när sikten är ringa eller obefintlig ställs stora krav på omdömet vid förflyttning. Om du måste förflytta dig och inte kan invänta bättre väderförhållanden är det viktigt att planera vägvalet för att undvika plötsligt uppdykande faror i form av raviner och stup. Vid förflyttning kommer det också att ställas stora krav på noggrann kompassgång och stegning, eller avståndsuppskattning. Kompasskursen måste kontrolleras ofta så att du håller riktningen. För att underlätta förflyttningen ska du sträva efter att nyttja ”ledstänger” såsom markerade leder, telefonledningar och renstängsel. Observation och avläsning av terrängdetaljer som bäckar och raviner, samt stegning, ska ske fortlöpande för att hela tiden veta var du befinner dig och planera kommande terrängavsnitt.

Bild 111 Soldater vid dålig sikt. Vädret och sikten kan snabbt förändras, speciellt i fjällvärlden. Niklas Englund, Försvarsmakten.

13.5 Lägesbestämning i fjällterräng

För att fastställa terrängföremål

Vid bra sikt, när du har en god överblick över terrängen, syns fjäll och dalgångar miltals bort. Vet du var du befinner dig på kartan och vill identifiera ett terrängföremål, till exempel en fjälltopp i fjärran, blir resultatet i regel bra om du gör på följande sätt:

1. Syfta mot fjälltoppen - genom att:

- Hålla kompassen stadigt framför ögat med marschriktningspilen mot fjälltoppen.
- Vrida kompasshuset, så att kompasshusets nordmarkering sammanfaller med kompassnålens norr.

2. Rita in riktningen på kartan - genom att:

- Lägga kompassen med ena kanten över den plats där du befinner dig på kartan.
- Vrida hela kompassen tills meridianerna blir parallella med kompasshusets linjer. N på kompasshuset ska peka mot norr på kartan.
- Rita en svag linje på kartan från platsen där du befinner dig efter kanten på kompassen. I denna riktning finns fjälltoppen.

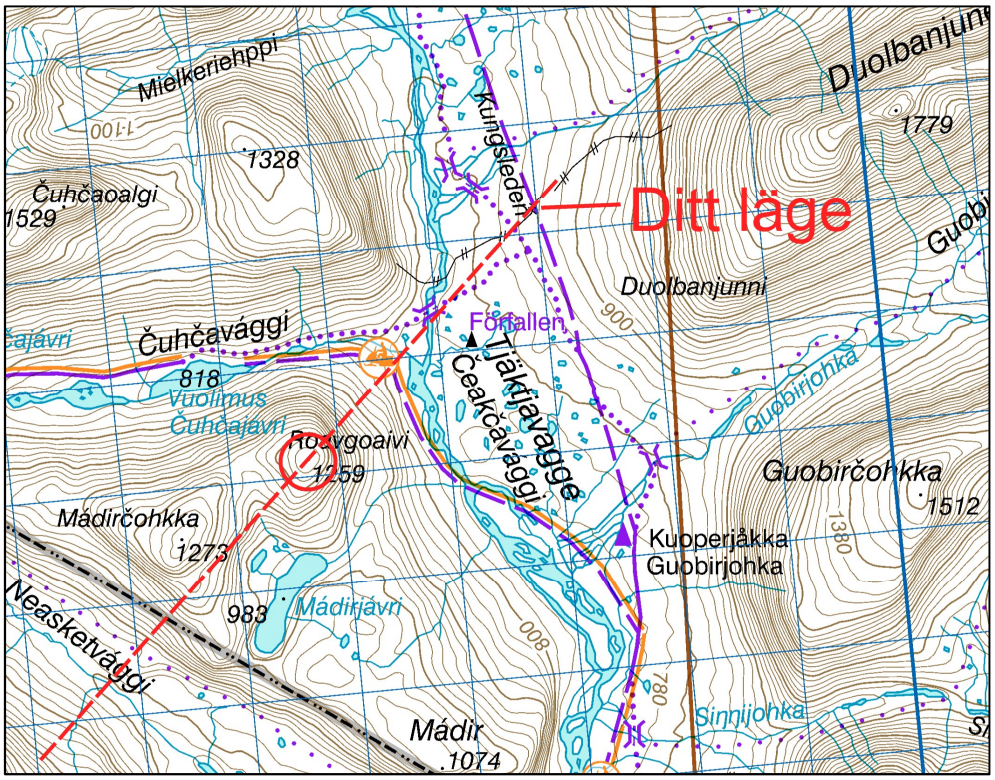


Bild 112 Inritning av riktning på NMK100. Lantmäteriet Geo SE.

3. Identifiera fjälltoppen så här:

- Bedöm avståndet till fjälltoppen. Var uppmärksam på att avståndet vid klart väder ofta bedöms för kort.
- Mät in det bedömda avståndet efter linjer på kartan och gör en liten markering med pennan.
- Jämför kartan efter den inritade linjen. Läs in närliggande terrängformationer.
- När du fått riktning, karta, terräng och avstånd att stämma överens bör du på kartan kunna fastställa fjälltoppen.

Tekniken som beskrivs ovan är densamma som beskrivs i avsnitt *8.3 Punktangivning utifrån känd observationsplats - Punkter på kartan som ska identifieras i terrängen*, när punkter eller mål i terrängen ska läggas in på kartan.

För att fastställa sin egen position

I princip kan samma tillvägagångssätt som beskrivs ovan användas när du genomför en förflyttning över fjällhedar eller annan detaljfattig terräng och du vill veta var du befinner dig på kartan. Kan du på kartan bestämma två, eller helst tre, fjälltoppar eller andra terrängföremål du ser i omgivningen, kan du med dessa som utgångspunkter ganska enkelt bestämma din position.

Du syftar mot utgångspunkterna och ritar därefter på kartan in riktningen från dessa mot din kartläsningsplats. I det område där linjerna skär varandra befinner du dig.

Samma teknik, att syfta, används till sjöss när du bestämmer ditt läge genom att pejla.

För att få ett bra resultat vid syftningen bör vinkeln mellan riktningarna och utgångspunkterna vara 45 - 120 grader. Ju fler utgångspunkter som kan användas, desto säkrare blir positionsbestämningen. Här nedan följer ett exempel på lägesbestämning med tre utgångspunkter, så kallad trepunktsyftning.

Exempel på trepunktssyftning

Du förflyttar dig på skidor i TJÄKTJAVAGGE och det är svårt att bestämma var du befinner dig. Sikten är dock god och du ser tre fjälltoppar som du kan bestämma på kartan och därmed använda som utgångspunkter.

1. Toppen ROAVGOAIVI (1259).
2. Toppen DUOLBANJUNEČOHKKA (1779).
3. Toppen SIŊŊIČOHKKA (1683).

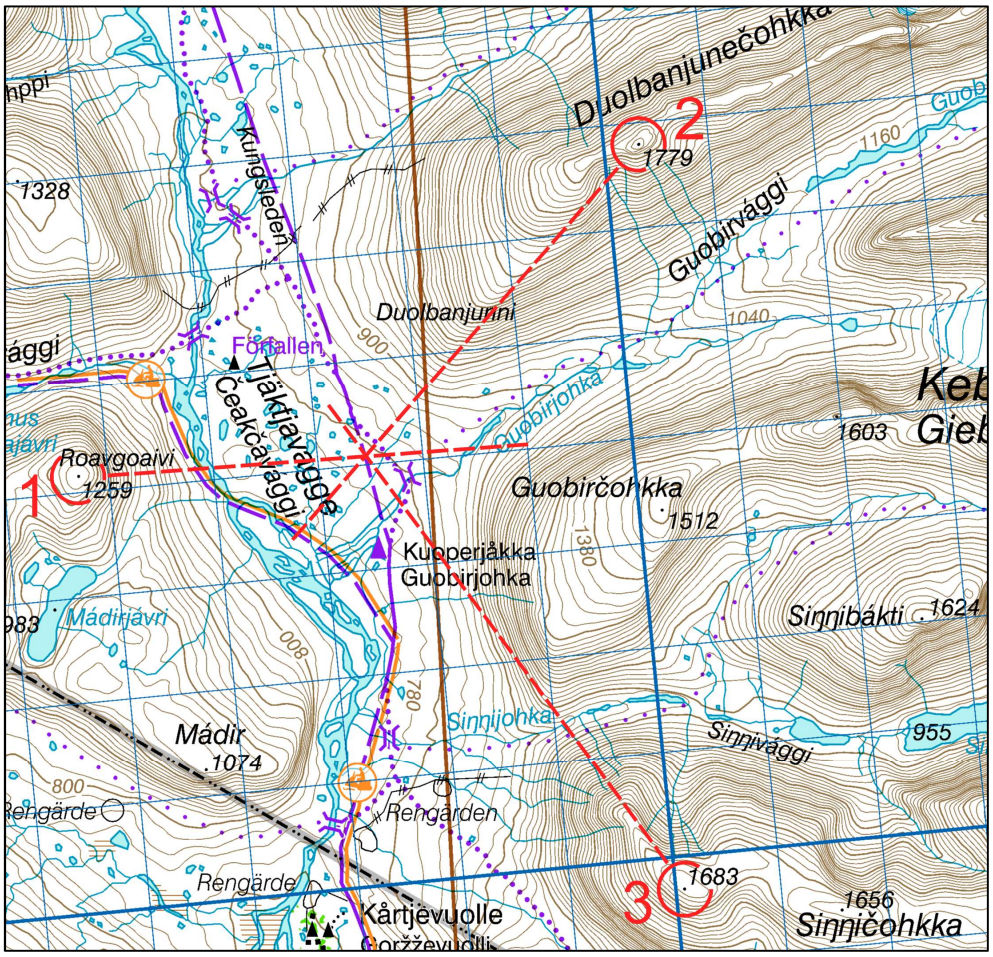


Bild 113 Exempel på trepunktssyftning på NMK100. Lantmäteriet Geo SE.

För var och en av dessa gör vi följande:

- Syfta in utgångspunkterna.
- Lägg kompassen med ena kantens främre del över utgångspunkten.
- Vrid hela kompassen tills meridianerna blir parallella med kompasshusets linjer. N på kompasshuset ska peka mot norr på kartan.
- Rita en svag linje på kartan från målet mot kartläsningsplatsen.

Där de inritade riktningarna från utgångspunkterna korsar varandra befinner du dig, din position.

Markerade leder

För att underlätta förflyttning i fjällområdet har Naturvårdsverket finansierat cirka 550 mil fjälleder. Lederna är markerade såväl i terrängen som i Lantmäteriets kartdata över fjällområdena. Sommar- och vinterleder skiljs åt både i terrängen och på kartan.

Sommarlederna är bland annat markerade med rösen, som består av staplade små stenblock, eller så är de utstakade eller målade eller markerade på träd.

Sommarlederna går i terräng där det är bäst framkomlighet med hänsyn till mark, vegetation och stigning vid barmarkförhållanden. De är som regel anpassade till att använda broar, vadställen och båtlämningar där sådana finns.

Vinterlederna är markerade med stolpar med röda så kallade ledkryss i toppen. Stolparna är mellan 2,5 - 3 meter höga, för att vara synliga även vid stort snödjup.

Kraven på markering och sträckning av vinterleder är mycket stor. Vinterlederna är som en ”ledstång” att ”hålla sig i” vid mörker och dåligt väder. Markeringarna, ledkryssen, har utformats och placerats med tanke på att de ska vara lätta att följa och upptäcka. Avståndet mellan markeringarna ska inte vara längre än 40 meter. Vinterlederna är som regel raka, går över hedar och myrar samt över terräng där risken för laviner är ringa.

När lederna ändrar riktning markeras brytpunkten med två kryss på stolpen. De ska vara uppsatta så att ett kryss alltid är vänt vinkelrätt mot var och en av ledens riktningar.

Bild 114 Exempel på markering för vinterled. Jörgen Hallström, Försvarsmakten.

Där sommar- och vinterleder har gemensam sträckning gäller vinterledens markering på kartan.

13.6 Kartläsning från fordon

Grunder

Den grundläggande tekniken vid kartläsning från fordon är densamma som vid kartläsning till fots. Det innebär att följande grundmoment ska tillämpas:

- Passa kartan – eftersom det är svårt att använda kompassen i ett fordon, måste kartan passas efter terrängen. Kartan ska alltid läsas i körriktningen.
- Tumgreppet – vid förflyttning efter ”kartminnet” hålls tummen på den plats där förflyttningen började.
- ”Läsa i förväg och pricka av” – kartläsningsproblemen begränsas ofta till att följa med på kartan, det vill säga ”pricka av” terrängdetaljer. Vid kartläsning från motorcykel och skoter måste sträckan läsas in i förväg och förflyttningen ske efter kartminnet.

Det gäller då att inte ta för dig längre sträckor än du med säkerhet klarar av. Kartminnet kan emellertid tränas upp. Registrera, pricka av, under förflyttningen tydliga terrängdetaljer som passeras. Dessa kan vara till god hjälp när du ska fastställa var du är efter en felorientering.

För träning inför fältmässiga situationer är det i regel NMK50 som används, men även andra karttyper och skisser bör ingå i träningen. Beroende på fordonstyp och omständigheter kan sättet att använda såväl karta som kartläsningsteknik variera. Följande är dock gemensamt för alla fordon:

- Förflyttningen sker i allmänhet längs vägar, i vissa fall stigar.
- Förflyttningen sker snabbare än vid förflyttning till fots. Den högre hastigheten gör det svårare att hinna läsa av alla terrängdetaljer som finns på kartan. Därför gäller det att förenkla kartbilden genom att särskilja tydliga terrängdetaljer och sålla bort stora delar av övrig information. Var därför uppmärksam på korsande vattendrag, kraftledningar, vägförgreningar och annan tydlig terränginformation. Tänk också på att avståndsmätningen kan vara besvärlig om du inte kan nyttja fordonets vägmätare.

Vägval

Småvägar

Om du vid en förflyttning själv har möjlighet att välja väg bör du tänka på att småvägar kan ha dålig framkomlighet och bärighet för tyngre fordon. Dessutom är kartläsningen längs små vägar ofta besvärligare än längs större vägar på grund av följande:

- Vägkrökar och detaljer längs vägen kan vara svåra att fastställa på grund av generalisering vid kartritningen.
- Det finns ofta anslutningsvägar och spår i terrängen som inte finns på kartan. För att vara säker måste du kontrollera kompassriktningen på stråken.
- Säkra hållpunkter saknas ofta, du får läsa på vägkrökar och höjder.
- Det finns ibland grindar för betesdjur samt sönderkörda eller igenväxta avsnitt längs vägarna som inte markerats på kartan.
- Vägarna går ofta upp och ner för höjdpartier, vilket gör att förflyttningen blir långsam.
- Du måste läsa kartan betydligt oftare längs mindre vägar med många förgreningar, och detta tar tid.

Större vägar

Dessa är betydligt enklare att följa på grund av följande:

- Vägarna är rakare och i bättre skick.
- Längs vägarna finns ofta terrängdetaljer som är lätta att läsa av, exempelvis hus, åkrar, skogsdungar, ledningar, diken och vägförgreningar. Du behöver således inte läsa kartan så ofta.
- Ortsnamn på vägskyltar längs marschvägen kan vara till stor hjälp. Studera därför kartan i förväg längs marschvägen för att känna igen namnen.

Tre exempel på lämpliga vägval

Exempel 1:

Båda vägvalen i exempel 1 är ungefär lika långa. Det högra vägvalet är dock mest lättorienterat eftersom det i huvudsak går längs större vägar.

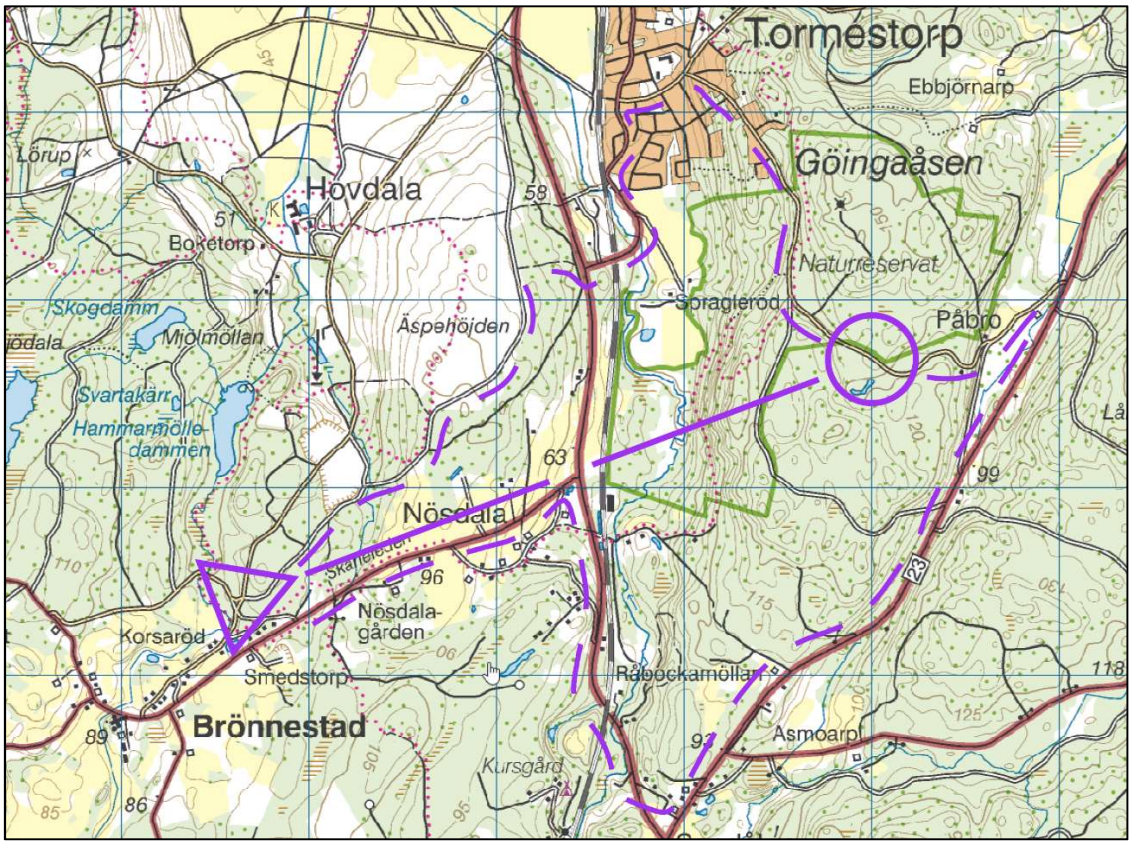


Bild 115 Exempel 1 på vägval. Lantmäteriet Geo SE.

KOM IHÅG!
Var försiktig då kompassen används i fordon! Metall, särskilt motordelar, i fordonet påverkar kompassnålen och medför felaktiga utslag. Lämna därför fordonet när du ska använda kompassen.

Exempel 2:

Båda vägvalen i exempel 2 innebär enkel kartläsning. Vid förflyttning med motorfordon kan du använda båda vägvalen. Det längre streckade vägvalet går längs större vägar medan det punktade vägvalet är kortare men går längs mindre vägar. Det sistnämnda vägvalet kräver dessutom nyckel till en bom, om det inte handlar om exempelvis motorcykel som transportmedel.

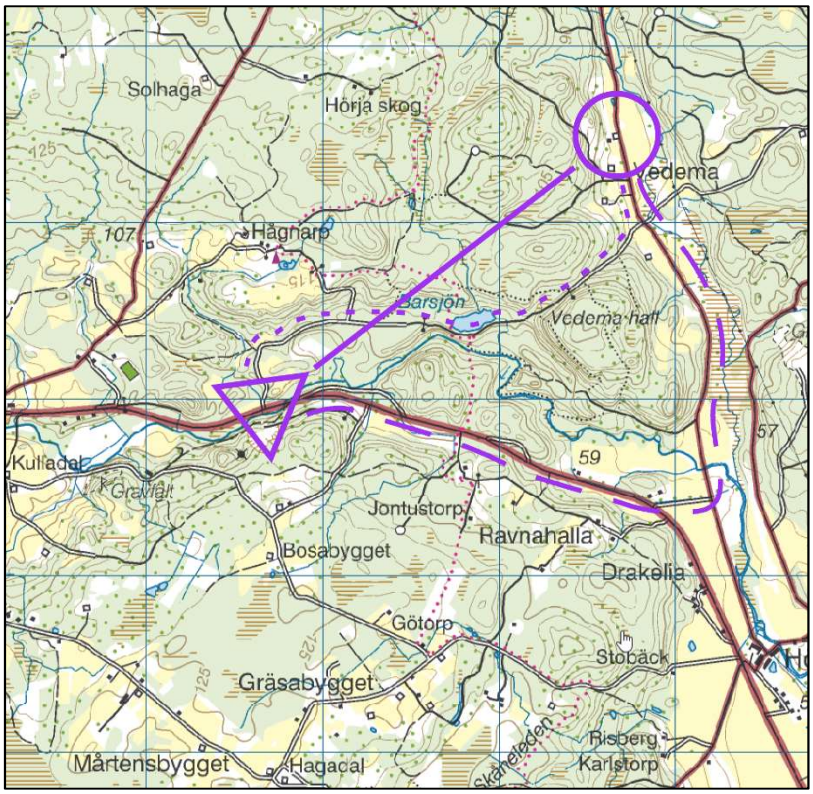


Bild 116 Exempel 2 på vägval. Lantmäteriet Geo SE.

Exempel 3:

Det punktade vägvalet i exempel 3 längs mindre vägar och en traktorväg är ett svårt alternativ. Risken för felorientering är stor. Vägvalet är troligen inte framkomligt för större typer av motorfordon.

Det streckade högra vägvalet kan innehålla vissa kartläsningsproblem i samhället. Dessa kan dock underlättas med hjälp av järnvägen, de stora byggnaderna och dammen. Trafiksituationen kan utgöra ett problem.

Det vänstra vägvalet längs vägarna är förhållandevis lättorienterat och troligen också den säkraste vägen till T-korsningen mellan traktorvägen och vägen.

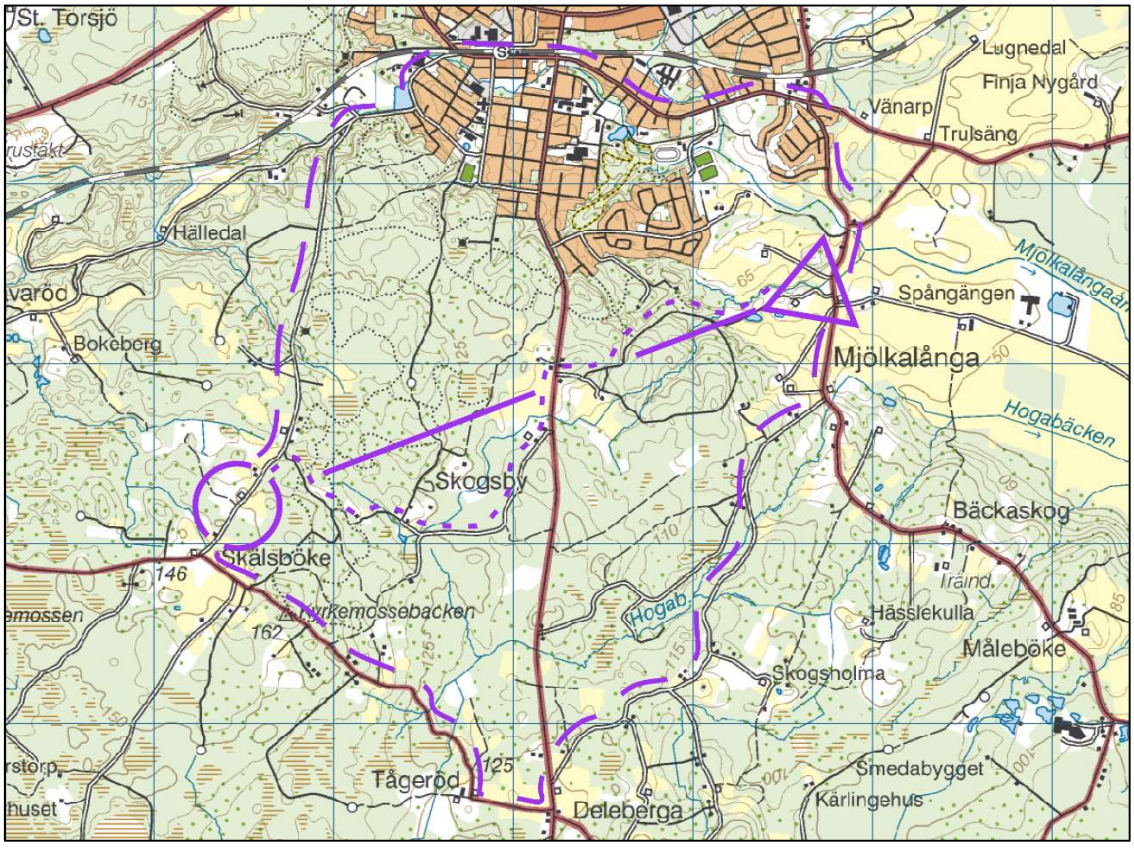
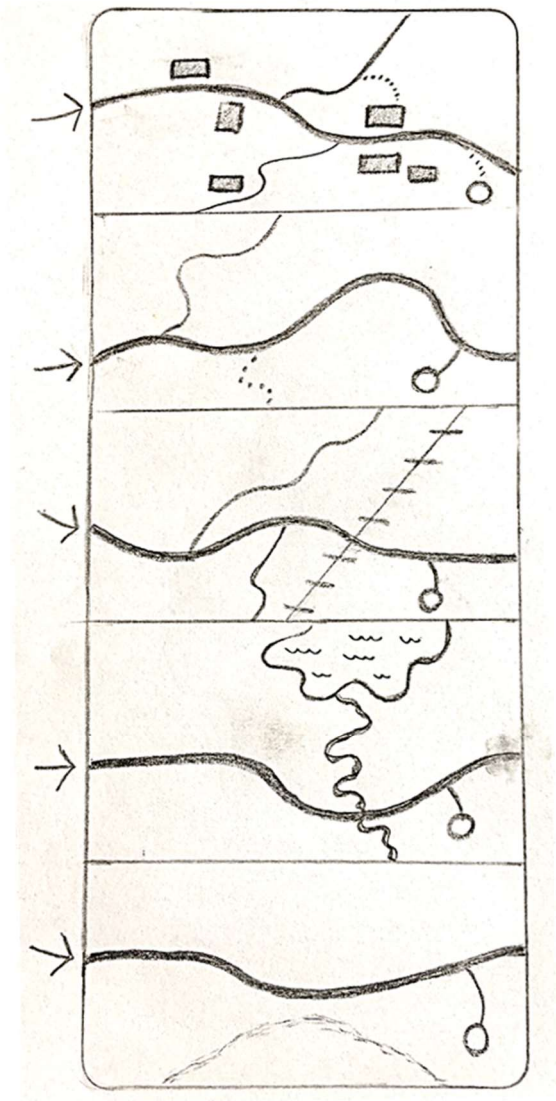


Bild 117 Exempel 3 på vägval. Lantmäteriet Geo SE.

Kartläsningsteknik vid förflyttning



Håll utkik efter två hus till höger och ett hus till vänster. Omedelbart efter dessa ska du svänga till höger och in på en stig! (Läs alltid av ungefärligt avstånd på trippmätaren!)

Håll utkik efter den skarpa kurvan!

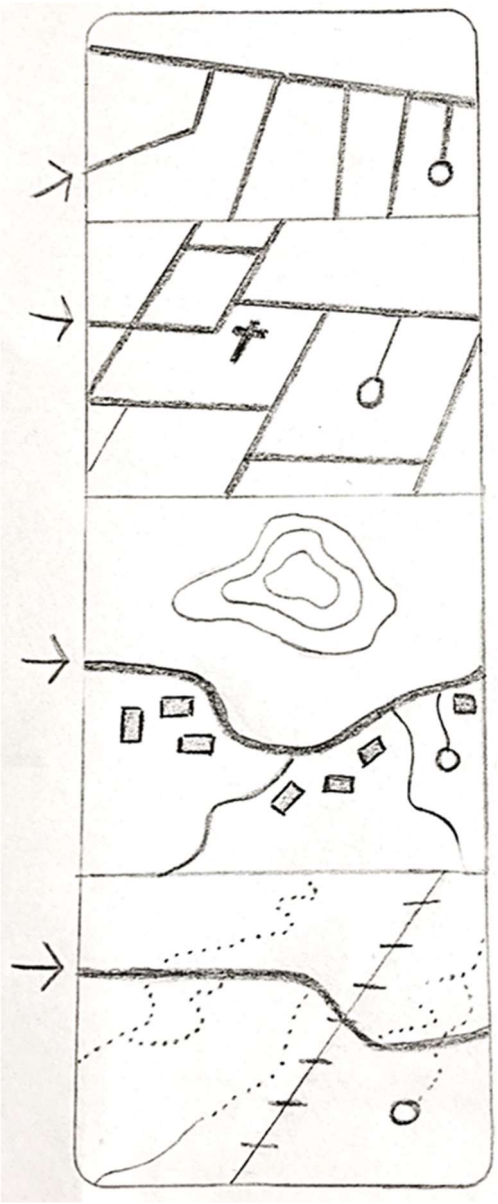
Håll utkik efter kraftledningen!

Håll utkik efter bäcken! Förmodligen finns det broräcken!

Håll utkik efter åkern till höger om vägen!

Bild 118 Exempel på kartläsningsteknik vid förflyttning med fordon enligt skisskarta. Stefan Sundvall, Försvarsmakten.

Om kartan saknar tydliga terrängdetaljer bör du vara extra noga med avståndsbedömningen. Bedöm inte avståndet på kartan utan mät exakt med kompasslinjalen istället.



Första vägen till höger!

Ibland kan du räkna vägar, till exempel inne i samhällen. Observera dock att småskaliga kartor inte alltid redovisar alla vägar och gator.

Ta till höger vid andra vägen bortom kyrkan.

Vid kartläsning inne i samhällen kan du ofta ta hjälp av byggnader som är stora och lätta att känna igen, exempelvis kyrkor, fabriker och skolor.

Läs inte på husen söder om vägen utan orientera dig efter höjden norr om vägen.

Om det finns många likadana terrängföremål eller detaljer markerade på kartan, bör du undvika att använda dessa som inläsningspunkter. Risken för felläsning är stor. Välj istället detaljer som det inte finns så många av eller detaljer som på motsatta sidan av vägen.

Läs inte på stigarna utan på kraftledningen!

Välj om möjligt mer än en inläsningspunkt. Hus, kraftledningar och dylikt kan vara borta. Vägar och stigar kan ha ändrat sträckning och så vidare. En karta har alltid brister! Var extra uppmärksam i närheten av tätorter då förändringstakten normalt är högre där. Håll reda på hur gammal kartan är!

Bild 119 Exempel på inläsningsdetaljer vid kartläsning från fordon enligt skisskarta. Stefan Sundvall, Försvarsmakten.

Samarbete mellan förare och kartläsare

Vid kartläsning från bil finns det ofta förutom föraren en särskild kartläsare eller fordonschef. Samarbetet mellan dessa personer är betydelsefullt och måste tränas. En bra modell är att kartläsaren läser kartan högt, det vill säga beskriver hur terrängen kommer att se ut samt anger avstånd till olika terrängdetaljer. Föraren läser av vägmätaren och beskriver, prickar av, terrängen högt. Det måste således vara en dialog mellan förare och kartläsare.

Vid körning i mörker måste kartläsaren ha en belysning som inte bländar föraren.

Bild 120 Exempel på samarbete mellan förare och kartläsare. Autotech Teknikinformation.

13.7 Kartläsning i urban terräng

Bild 121 Exempel på fordonskörning i urban miljö, Bamako i Mali. Mats Nyström, Försvarsmakten.

Vid kartläsning i urban miljö är terrängen i hög utsträckning tredimensionell. Din förflyttning kan ske inne i byggnader, uppe på tak samt i olika typer av kulvertar och gångar under jord. Vissa städer är uppbyggda som ett rutnät vilket underlättar både orientering samt vid beräkning eller mätning av längden på din framryckning. I krigstid kan denna begränsas av rasmassor.

För att fastställa din position i urban miljö kan du mäta vinklar och avstånd i relation till kända eller synliga punkter och byggnader. Dessa möjligheter är det ofta gott om i en urban miljö.

I en stad kan du utläsa väderstrecken på många sätt. Till exempel är kyrkor, moskéer och synagogor vända mot bestämda riktningar. Hur byggnaderna är byggda kan också vittna om den huvudsakliga riktningen. Ofta har vi stora fönster och uteplatser vända mot solen, söderut på norra halvklotet och tvärtom på södra halvklotet. Även parabolantenner är vända på samma sätt, mot ekvatorn.

För framryckning under marknivå, där sikten är begränsad, kan du använda dig av ett så kallat Armékompasståg, AK-tåg, för att uppskatta din position i tunnlar etcetera. Detta är en enkel metod för att ta ut en säker koordinat för en punkt i omgivningen, utgående från en säker punkt, men metoden kräver övning för att bli exakt. Riktning och avstånd från startpunkten mäts och adderas ihop så att du sedan kan räkna ut var slutpunkten är belägen.

Det kan finnas kartor ute i samhället som du kan använda för att orientera dig på, till exempel busshållplatser, informationsplatser, vid infarten till städer och industriområden och så vidare. För att hitta riktningen mot stadens centrum kan du i många fall använda dig av husnumreringar. Då städerna oftast vuxit från centrum och utåt är gatorna oftast numrerade med de lägsta numren närmast centrum.

Kartunderlaget som krävs är storskaligt och NMK50 är oftast inte tillräckligt. Stora huskroppar gör att GNSS-täckning generellt är dålig och opålitlig.

13.8 Kartläsning i öknen

Bild 122 Exempel på ökenmiljö. Mats Nyström, Försvarsmakten.

Generellt råder i de flesta av världens öknar en extremt hög temperatur dagtid. Skillnaden mellan dags- respektive nattemperatur är dessutom extremt stor. Förutsatt bra väder är sikten god och det är relativt lätt att ta ut en referenspunkt i fjärran som uppfång vid kartläsning.

Däremot är kartunderlaget för det mesta dåligt och objekt kan ligga flera kilometer fel, framförallt på äldre kartor. Ofta är referenspunkterna också väldigt få och det är lätt att missbedöma avstånd i den öppna terrängen och på grund av ”värmedaller”.

Öknen är ett glesbefolkat område och därför är kartorna ofta småskaliga eller gamla. Närmast större städer eller andra intressanta områden, som till exempel oljefält, kan kartunderlaget vara bättre och modernare. Speciellt i sandöknar där sanddynerna ”vandrar” ändrar terrängen karaktär väldigt snabbt och därför kan nytagna flygfoton för det mesta vara det bästa navigeringsverktyget.

Många gamla kartor har dessutom referenssystem som skiljer sig från vår militära standard. En del länder i Mellanöstern som varit under brittiskt styre använder fortfarande exempelvis Palestine Grid System.

En viktig referenspunkt är det faktum att vägar i öknen ofta går från en vattenkälla till en annan.

Orienteringsteknik

Längre förflyttningar till fots genomförs med fördel nattetid eftersom temperaturen då är gynnsammare. Förflyttning vid sandstorm bör undvikas eftersom sikten då i princip är obefintlig och det är lätt att gå vilse.

Tack vare den goda sikten fungerar syftning med kompassgång bra vid förflyttning över långa sträckor, då det är möjligt att sikta mot en referenspunkt i fjärran.

För att bedöma avstånd används med fördel stegning eller trippmätare i fordon. GNSS fungerar oftast väldigt bra i öknen eftersom det inte finns något som hindrar satelliternas signaler.

13.9 Kartläsning i djungel

Bild 123 Framryckning i djungelmiljö. Jonas Svensson, Försvarsmakten.

Det som utmärker djungeln är en konstant hög temperatur i kombination med hög luftfuktighet. Dessutom finns det i djungeln många farliga djur och växter.

På grund av den täta vegetationen är sikten i djungeln starkt begränsad. För det mesta är sikten bara 50 meter, men i tät djungel begränsas den ända ned till cirka 15 - 20 meter. Terrängen i djungeln kan också variera kraftigt från helt platt, exempelvis i flodbäddar, till starkt kuperad.

De kartor som finns att tillgå är ofta producerade utifrån flyg- eller satellitfoton tagna mot djungeln i ”trädtoppshöjd”. I de flesta fall har ingen rekognosering på marken gjorts innan kartorna har producerats. GNSS mottagare är ett bra hjälpmedel men dess funktion är i de flesta fall starkt nedsatt i djungeln på grund av att signalerna inte når genom de täta trädkronorna.

Den täta vegetationen gör att du inte kan göra framryckning med fordon i djungeln, med undantag för de fåtaliga vägarna och stigarna. Därför måste taktisk framryckning för det mesta göras till fots vilket gör att framryckningen blir väldigt långsam, maximalt cirka 3 till 5 kilometer per dag.

Orienteringsteknik

Framryckning görs dagtid på grund av hotet från farliga djur och växter samt den begränsade sikten. I många fall är det enklast att framrycka på åsarna varifrån det också är enklare att orientera dig eftersom vegetationen blir glesare ju högre upp du kommer. Ofta tjänar du både tid och kraft på att välja ett längre ”runt omkring vägval” på åsar jämfört med att gå rakt genom djungeln.

Kartunderlaget för djungeln är oftast inte rekognoserat på marken utan baserar sig enbart på flygfoton tagna på trädtopparna. Detta medför att kartan inte alltid överensstämmer med den verkliga terrängen och att kartan ofta är väldigt detaljfattig, till exempel är små stigar och mindre vattendrag sällan utritade. Detsamma gäller kartans ekvidistans, höjdskillnad, eftersom höjden på

träden kan variera från ställe till ställe i djungeln. Höjdredovisningen är mycket god om det är laserskanning den baserar sig på.

Om kartan är detaljfattig kan du använda dig av en metod som kallas för ”död räkning”. Metoden innebär att du utgår från en känd position för att sedan gå på kompasskurs och uppskattar den tillryggalagda sträckan genom stegning. På den nya positionen tas en ny kompassriktning ut.

För att underlätta stegräkningen kan du med fördel använda dig av en manuell stegräknare. Du måste också veta hur många steg du tar på en viss sträcka i olika terrängtyper och lutningsförhållanden. I vissa fall bör var tionde meter räknas på grund av den begränsade sikten.

För orientering i djungeln kan du också ta hjälp av GNSS, höjdmätare och klocka. Däremot kan du inte helt förlita dig på GNSS eftersom mottagningen kan hindras av det täta lövverket. Även tillgången på batteriström till mottagaren kan vara en begränsning.

14 NATUR OCH MILJÖ

Försvarsmaktens övningsverksamhet bör normalt bedrivas på något av Försvarsmaktens övningsområden, eller på någon annan mark som är godkänd för sådan verksamhet genom avtal. För att natur och miljö inte ska skadas av övningsverksamhet är det viktigt att stor hänsyn tas. Naturen ska vara i samma tillstånd efter övningsverksamheten som före övningen. I de fall verksamhet bedrivs på civil mark sker det normalt enligt särskilt framtagna riktlinjer. Oftast tas restriktionskartor fram som visar vilken verksamhet som får bedrivas och var den får bedrivas.

Bild 124 Visa alltid hänsyn till markägare. Autotech Teknikinformation.

Vid verksamhet i Försvarsmaktens regi måste alltid hänsyn tas till markägaren samt lagar och regler. Vid osäkerhet om vad som är lämpligt att göra, ta alltid i god tid innan övning kontakt med förbandets miljöhandläggare för att diskutera lämpligheten och om någon särskild hänsyn måste tas.

14.1 Allemansrätten

OBSERVERA!
Allemansrätten är inte tillämpbar vid övning. Övningens riktlinjer gäller.

Allemansrätten har en vidsträckt innebörd. Den innebär att oavsett de juridiska ägandeförhållandena är naturen allas vår egendom. Vi har ett gemensamt ansvar för vår natur och vår miljö, på samma sätt som släktled gjort före oss. Vi är dessutom skyldiga att lämna över vår natur i bästa möjliga skick till dem som kommer efter oss. Detta kräver ett visst mått av kunskap, men framför allt eftertanke, förståelse och hänsyn.

14.2 Naturvårdsverkets rekommendationer

Naturvårdsverket har utarbetat allmänna råd för hur orientering och andra former av organiserat friluftsliv ska bedrivas, så att skadlig påverkan på växt- och djurliv så långt möjligt undviks. Vid förbandsövningsverksamhet i Försvarsmaktens regi finns normalt särskilda riktlinjer framtagna. Vid utbildning och träning i kartläsning separat från förbandsövningar utgör nedanstående punkter viktiga riktlinjer.

De allmänna råden betonar vikten av samråd mellan markägare, eller brukare, och den som arrangerar en aktivitet. Därutöver skiljs det mellan generell hänsyn och särskild hänsyn. Om särskild hänsyn ska tas beror på ett antal faktorer. För att säkerställa samråd och grad av hänsyn, kontakta alltid lokal miljöhandläggare i god tid innan planerad verksamhet.

Undvik större kartläsningsaktiviteter eller orienteringsevenemang i samband med viltets ynglingstid, under vår och sommar. Tidpunkten varierar beroende på landsdel, så kontrollera detta med Försvarsmaktens lokala miljöprövningsenheter.

14.3 Uppträdande med fordon

Vid uppträdande med motorfordon begränsar terrängkörningslagen möjligheterna att nyttja vägar och markområden. Allmänna vägar får trafikeras utan särskilt tillstånd, medan all trafik utan tillstånd är förbjuden på enskilda vägar. Sådana vägar är ofta skyltade, men även oskyltade vägar finns. Det är den enskilde föraren eller fordonschefen som måste förvissa sig om att vägen får trafikeras.

Utöver att otillåten trafik med motorfordon stör och irriterar ägaren, kan trafiken orsaka direkta kostnader, till exempel för skador på vägar, broar och vägrenar samt genom att markägarens egen trafik för jordbruk och skogsbruk hindras.

KOM IHÅG!
Kör aldrig i motionsspår eller skidspår!

Terrängkörningslagen innebär att det i princip är förbjudet att på barmark framföra motorfordon vid sidan av allmän väg. Undantag finns för tävlingsområde och övningsområde. För militära övningsområden finns särskilda bestämmelser. Förbudet gäller även på snötäckt mark med ungskog eller planteringar, om det inte är uppenbart att körningen kan ske utan risk för skada på skogen. Det är tillåtet att parkera eller ställa upp fordon i anslutning till en väg, men du bör vara uppmärksam för att inte hindra markägarens egen trafik eller arbete.

Du måste alltid respektera vägbommar och skyltar. På militär mark är dessa ofta uppsatta av säkerhetsskäl för att hindra trafik att köra in i riskområden där det pågår skjutning, sprängning, handgranatkastning, gasövningar eller dylikt. Det kan då vara förenat med livsfara att köra förbi avstängningen. Övningsledaren har ett stort ansvar för att kartläsningsövningar inte läggs i ett område där det är förbjudet att köra. Dessutom har varje individ ansvar för sitt eget uppträdande. Det går inte att gömma sig bakom ”uniformen” och det faktum att det är en militär övning.

14.4 Säkerhetsfaktorer

Många övningar genomförs på militärt område. Inom dessa områden finns säkerhetsfaktorer som begränsar möjligheten att röra sig fritt. Riskområden för skjutning, sprängning, handgranatkastning, gasövningar eller dylikt får självklart inte beträdas. Övningsledaren måste informera soldaterna om förekomsten av sådana riskområden samt se till så att exempelvis terrängkörningsbanor inte frestar till ”övertramp”. Det kan också finnas andra områden som du bör undvika, till exempel områden med taggtråd, värnsystem eller motsvarande.

Särskilt vid mörkerövningar kan övertramp av säkerhetsfaktorer orsaka stora skador. Körplaner och terrängkörningsbanor kan vara olämpliga att passera. På militära skjutfält kan det finnas farliga rester från oexploderad ammunition (OXA) eller målanordningar, som använts vid förevisningar och dylikt.

14.5 Håll rent i naturen

Alla rester efter en övning ska städas bort. Det kan vara snitslar eller andra markeringar, men även skräp som till exempel kapsyler, flaskor, papper eller plast.

Bild 125 Skräpa inte ner i naturen. Autotech Teknikinformation.

Utöver att det ser illa ut, kan kvarvarande rester och skräp ställa till stort lidande, och stora ekonomiska skador, när betande djur får i sig skräp.

KOM IHÅG!
Om en skada skulle uppstå, ta kontakt med markägaren och försök göra rätt för dig. Anmäl till övningsledaren eller din chef. Visa respekt för markägare och brukare.

REDAKTIONELL INFORMATION

Den här versionen av läroboken är en revision av version 1.0, Lärobok Soldaten och kartan 2017.

Revideringen har utförts för att rätta felaktigheter och för att uppdatera text och bilder.

Nya ingångsvärden som legat till grund för beredningen är bland annat ändrat fokus från orienterings- till soldatutbildning samt att läroboken anpassats till modernare produkter.

Publikationsofficer och redaktör: övlt Anders Karlsson, HKV FST STÖD LEDUND Gf.

Publikationshandläggare: Cynthia Succar, HKV FST STÖD Stab.

Publikationssamordnare LSC publikationsområde: Anders Melin, LedR LedSS.

Uppdragsledare från Lantmäteriet Geo SE: Olof Smitt.

I arbetet med Lärobok Soldaten och kartan 2023 har följande personer bidragit med underlag:

Lantmäteriet Geo SE: Dan Ekström, Caroline Lindhe, Fredrik Svahn och Lars Karlsson.

Lantmäteriet Geodesienheten: Christina Kempe och Dan Norin.

Arbetet vid Lantmäteriet med revideringen av läroboken har utförts inom Försvarsmaktens årliga beställning till Lantmäteriet, FM2020-24872:3.

Begäran om synpunkter har först skickats från Lantmäteriet Geo SE och svar har inkommit från LedR, MSS, LSS, internt Geo SE samt från andra delar av Lantmäteriet.

En remiss har genomförts under tidsperioden 2022-11-17 – 2022-12-08 och svar har inkommit till HKV PROD RPE Ledsyst från HvSS, MarinB, Lantmäteriet Geo SE samt SSS.

Ledningssystemschefen fick läroboken föredragen den 2022-12-15.

C LedSS fick läroboken föredragen den 2023-02-10.

Granskning av Försvarsmaktens publikationssamordnare har utförts den 14 februari år 2023.

BILDFÖRTECKNING

I den här publikationen förekommer följande bilder med verkshöjd.

Fotograf, illustratör anges med namn och organisatorisk tillhörighet. I flera fall anges bara organisation.

Bild nr	Fotograf, illustratör	Hur FM säkrat rätten att använda bilden
Omslag	Jimmy Croona, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank. Grafisk bearbetning: Anna-Karin Wetzig, Jonas Arevärn, FMLOG Försörjning, Grafisk Produktion
1	Hanna Torneheim, Försvarsmakten	Avtal enligt FM2016-10415
2	Anton Thorstensson, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
3	Johan Lundahl, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
4	Jimmy Croona, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
5	Kim Svensson, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
6	Anna Norén, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
7	Örjan Wallers, Lantmäteriet Geo SE	Enligt överenskommelse med fotografen
8	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
9	Örjan Wallers, Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415
10	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
11	Sveriges geologiska undersökning	Enligt avtal FM2016-10372. Copyright Sveriges geologiska undersökning
12-15	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
16	Hanna Torneheim, Försvarsmakten	Avtal enligt FM2016-10415
17	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinfomation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet
18-19	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
20-23	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinformation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet
24	Örjan Wallers, Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415

Bild nr	Fotograf, illustratör	Hur FM säkrat rätten att använda bilden
25-30	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
31	LFV Flyginfo SE	Produktionsavtal enligt FM2015-7135
32	Sveriges geologiska undersökning	Enligt avtal FM2016-10372. Copyright Sveriges geologiska undersökning
33-34	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
35	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinfomation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet
36	Mats Carlsson, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
37-40	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
41	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinfomation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet
42-44	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
45	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinfomation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet
46-49	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
50	Erik Falck, Försvarsmakten	Avtal enligt FM2016-10372
51-59	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
60	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinfomation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet
61	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
62	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinfomation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet
63	Stefan Sundvall, Försvarsmakten	Avtal enligt FM2016-10415
64-67	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinfomation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet

Bild nr	Fotograf, illustratör	Hur FM säkrat rätten att använda bilden
68	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
69-72	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinfomation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet
73	Anette Junerud, Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
74	Dan Norin, Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
75	Anette Junerud, Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
76	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinformation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet
77	Anette Junerud, Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
78	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinfomation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet
79-86	Anette Junerud, Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
87-89	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
90	Stefan Sundvall, Försvarsmakten	Avtal enligt FM2016-10415
91	Klas Karlsson, Försvarsmakten	Avtal enligt FM2016-10415
92	Mats Nyström, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
93	Hanna Torneheim, Försvarsmakten	Avtal enligt FM2016-10415
94	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
95	Hanna Torneheim, Försvarsmakten	Avtal enligt FM2016-10415
96	Alexander Karlsson, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
97	Klas Karlsson, Försvarsmakten	Avtal enligt FM2016-10415
98	Mattias Nurmela, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
99-100	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet

Bild nr	Fotograf, illustratör	Hur FM säkrat rätten att använda bilden
101	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinformation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet
102	Mats Nyström, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
103	Jimmy Croona, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
104	Bezav Mahmod, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
105	Anna Norén, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
106	Erik Falck, Försvarsmakten	Avtal enligt FM2016-10372
107	Niklas Ehlén, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
108	Mattias Nurmela, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
109	Jimmy Croona, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
110	David Gernes, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
111	Niklas Englund, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
112-113	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
114	Jörgen Hallström, Försvarsmakten	Avtal enligt FM2016-10415
115-117	Lantmäteriet Geo SE	Avtal enligt FM2016-10415. Kartor och kartutsnitt copyright Lantmäteriet
118-119	Stefan Sundvall, Försvarsmakten	Avtal enligt FM2016-10415
120	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinformation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet
121-122	Mats Nyström, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
123	Jonas Svensson, Försvarsmakten	Försvarsmaktens bildbank
124-125	Johanna Lundberg, Autotech Teknikinfomation	Vår upphovsrätt säkrad genom att beställda produktioner tillhör Försvarsmakten genom ramavtalet

KÄLLFÖRTECKNING

I den här versionen av läroboken har följande källor använts:

Källor utanför Försvarsmakten

Handbok i mät- och kartfrågor (HMK), 2017, Lantmäteriet.

Källor inom Försvarsmakten

Utbildningsanvisning PM Burna sensorer och mörkerstrid 3.5, 2016, MSS.

Nätbaserade delar av utbildningspaketet Soldaten och kartan, 2016, FM LOPE.

Regler, bestämmelser och handböcker som påverkat innehållet i denna lärobok

Handbok Markstrid – Taktiska/Fältmässiga Grunder 2016, gällande från och med 2016-07-01.

Läroboken omfattar kartkunskap, kartläsning, användning av kompass, geodesi, positionsangivning, satelitpositionering, skissritning samt natur och miljö.

FÖRSVARSMAKTEN

107 85 STOCKHOLM
www.forsvarsmakten.se

L SOK 2023
M7735-354018
Versionsnr: 2.0 Ä0