

Kartlære

Tekster til faget Kartlære ved Høgskolen i
Nord-Trøndelag

**Ivar Svare Holand
Guri Markhus
Dag Ystad**

Kartlære

Tekster til faget Kartlære ved Høgskolen i
Nord-Trøndelag

Ivar Svare Holand

Guri Markhus

Dag Ystad



Høgskolen i Nord-Trøndelag

Kompendium

Avdeling for landbruk og informasjonsteknologi

ISBN 978- 82-7456-529-6

Steinkjer 2007

INNHOOLD

1	KARTET SOM MEDIUM	5
1.1	Innfallsvinkler til kart.....	6
1.2	Kartet som behov, det mentale kartet	8
1.3	Kart - en av flere former for representasjon av kunnskap.....	12
1.4	Fellestrekk ved konkrete kart	16
1.5	Definisjoner av hva kart er.....	19
1.6	Det konkrete kartets grunnleggende funksjoner	21
2	KARTTYPER	24
2.1	Inndeling av kart etter hvordan de er laget	25
2.1.1	Analoge og digitale kart	25
2.1.2	Kart i stor og liten målestokk.	25
2.1.3	Ulik projeksjon	26
2.1.4	Metriske og ikke-metriske kart.....	29
2.2	Topografiske kart og tematiske kart	31
2.3	Inndeling i typer kart etter hva slags funksjon kartet har	34
2.4	Univariate, bivariate og multivariate kart	35
3	TRE TEKNIKKER FOR FRAMSTILLING AV TEMATISKE KART	37
3.1	Koropletkart	37
3.2	Isolinjekart.....	38
3.3	Prikkekart.....	41
3.4	Valg av klasseinndeling.....	43
3.5	Etikk for kartografer	47
4	KARTETS GRUNNLEGGENDE GEOMETRISKE EGENSKAPER.....	50
4.1	Målestokk.....	50
4.2	Referanserammer.....	52
4.2.1	Jordas form	53
4.2.2	Det geografiske referansesystem	55
4.2.3	Projeksjoner.....	58
4.2.4	Koordinatsystemer.....	68
4.3	Symbolisering	73
5	KARTETS INNHOOLD OG HVORDAN VI OPPFATTER DET	74
5.1	Innholdet i kartet:er objekter	74
5.1.1	Hvordan oppfatter vi objektene i kartet?	74
5.1.2	Objekter med egenskaper er symboler	78
5.2	Kartlesning og oppfattelse av romlig struktur	81
5.3	Objektene i kartet, deres egenskaper og målenivå	87
5.4	Kartanalyse og karttolkning	90
6	GENERALISERING – TILPASSE INNHODET I KARTET ETTER FORMÅLET	93
6.1	Generaliseringsmodeller	95

6.2	Utvalg	98
6.3	Klassifisering	98
6.3.1	Aggregering	98
6.3.2	Typifisering	98
6.3.3	Kollaps	99
6.4	Forenkling.....	100
6.4.1	Fjerning av detaljer.....	100
6.4.2	Glatting.....	101
6.5	Forflytting	102
6.6	Utheving	103
6.6.1	Forstørring.....	103
6.6.2	Forsterking	103
6.7	Symbolisering	104
6.8	Induksjon.....	104
7	KARTSPRÅKET	106
7.1	Kartets egenart som bilde og kommunikasjonsredskap	108
7.2	Persepsjon.....	109
7.3	Grafisk semiologi.....	111
7.4	Visuelle variabler	112
7.4.1	Form	113
7.4.2	Retning	115
7.4.3	Farge.....	117
7.4.4	Tekstur, korning	120
7.4.5	Tetthet.....	122
7.4.6	Størrelse.....	123
7.5	Hvilken visuell variabel egner seg til å framstille forskjellige typer geografiske data? .	124
7.5.1	Redundans	126
7.6	Bakgrunnsinformasjon.....	127
7.7	Støy	128
7.8	Tekst i kart.....	129
7.9	Relieff – Framstilling av høyde i kart.....	135
7.9.1	Høydekurver, isolinjer.....	135
7.9.2	Bakkestreker – hachures.....	137
7.9.3	Effektsymboler	137
7.9.4	Høydslag	138
7.9.5	Skyggelegging, terrengskygge	140
7.9.6	Digitale terrengmodeller.....	141
7.10	Noen råd.....	143
8	KART I EN DATAVERDEN.....	145
8.1	Innledning.....	145
8.2	Modellering av verden med bruk av GIS.....	147
9	KART SOM INFRASTRUKTUR	150
9.1	Kart på internett	150
9.1.1	GIS Brukergrensesnitt	151
9.1.2	Interaktive digitale kart og data infrastruktur	151
9.1.3	Norge digitalt.....	153
9.1.4	Informasjon om data og datasett – metadata	154

9.2	Kartforvaltning	155
9.2.1	GIS i miljøforvaltning og planlegging.....	155
9.3	Norske kartserier og databaser.....	158
9.4	Standarder	159
9.4.1	Distribusjon av geodata (brukernes adgang) - PORTAL.....	159

1 Kartet som medium

Ivar Svare Holand

I Norge er det tradisjon for å bruke navnet *kartlære* om grunnkurs om kart. Vi kunne ha brukt ordet *kartografi* uten at det ville ha forandret bildet vesentlig. Begrepet *kartlære* er godt fordi det gir rom for all den kunnskap som vi kan knytte til fenomenet kart. Betegnelsen *kartografi* (av gresk *chartis* = kart og *graphein* = skrive) kan snevert forståes som den aktiviteten som gjelder utformingen av kart, men i praksis så blir også denne betegnelsen brukt på en vid måte.

I internasjonal litteratur blir ofte International Cartographic Association (ICA) sin definisjon av kartografi som «the art, science, and technology of making maps, together with their study as scientific documents» brukt. Oversatt skulle dette bli noe i retning av at kartografi er den kunsten og det faget som er å lage kart, den vitenskapen som ligger bak dette, og studiet av kart som vitenskapelige og kunstneriske dokumenter.

Kartlære og kartografi handler om kunnskap og aktiviteter knyttet til alt fra det å gjøre målinger i terrenget som gjør at vi nøyaktig kan stedfeste hus, elver og alle andre typer objekter, og i neste omgang få de innmålte objektene inn i kartet, via det som handler om å forstå kartspråket, som gjør oss i stand til å gi kartet et uttrykk som kommuniserer med kartleseren på en god måte, til det å beherske de dataprogrammene som i dag er våre redskap i arbeidet med kart.

Vårt *Kartlære* omfatter

- kartet som fenomen
- kartets grunnleggende geometriske egenskaper
- det å gi kartet et innhold som passer til formålet med kartet, og gi kartet et visuelt uttrykk som samsvarer med kartspråket
- litt om den teknologien som er aktuell i sammenheng med kart.

Vårt *Kartlære* gir et møte med de dataprogrammene, *geografiske informasjonssystemer* (GIS), som vi bruker i arbeidet med kart, men vi gir ikke en dyp innføring i dem. For å lære seg å beherske GIS må en ta kurs som tar for seg dette spesielt.

I dette kapittelet skal vi se på de helt grunnleggende spørsmålene knyttet til kartet som fenomen: Hva er kart? Hva er det som kjennetegner kartet som språk? Hva slags typer kart har vi?

1.1 Innfallsvinkler til kart

MAP

It tells the truth by lying, like a poem
With bold hyperbole of shape and line
A masterpiece of false simplicity.
Its secret meanings must be mulled upon,
Yet all the world is open to glance.
With colors to fire the mind, a song of names,
A painting that is not at home on walls
But crumpled on a station wagon floor,
Worn through at folds, tape patched and chocolate smudged
(What other work of art can lead you home?)
– A map was made to use.

Juliana O. Muehrcke.

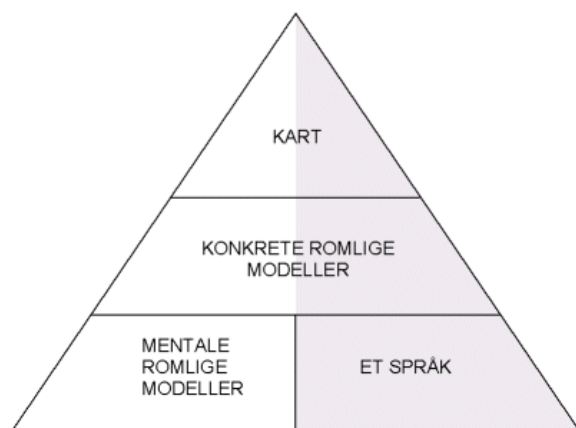
Fra Kimerling, Muehrcke & Muehrcke, 2005. Map use: Reading, Analysis, and Interpretation.

Det er mange svar på spørsmålet om hva kart er, og svaret avhenger av hvilken innfallsvinkel vi har. Et poetisk svar har vi i diktet av Juliana O. Muehrcke som viser både et kjærlighetsforhold til kart og et praktisk, jordnært forhold, «et kart er laget for å brukes». Vi skal ikke dvele lenge ved poesi om kart, men det er på sin plass å nevne at mange har et kjært forhold til kart. Det kan ha sammenheng med at kartet er et umiddelbart språk som en ikke behøver å detalj-lese. Gode kart kan hjelpe oss til å forstå sammenhenger og mønstre som ellers er vanskelig gjennomtrengelige, uten at vi må anstrenge oss – vi ser det. Kart gjør også at vi kan gjøre mentale reiser i områder som vi i det daglige ikke har anledning til å utforske. Mange av oss har sittet i timer med kart og drømt oss bort i de landskapene vi ser i kartet. Reiser planlegger vi også bøynd over kartet. Vi bygger opp forventninger om hvordan det skal bli, hvor vi skal gå, seile eller kjøre, og hva vi skal oppleve. Vi kan oppleve kartet som en venn og veileder, men vi kan også oppleve frustrasjon og redsel når vi oppdager at vi har oversett en viktig detalj i kartet (et stup eller en elv som gjør at vi må gå en lang omvei), at kartet ikke stemmer med virkeligheten (enveiskjørt vei der vi ikke kunne lese det av kartet), eller at vi rett og slett har gått oss vill. Vi vet ikke hvor vi er på kartet.

Vårt fokus i denne boka er i hovedsak på det vanlige kartet, papirkartet eller kartbildet på dataskjermen. Dette er konkrete kart, som gir et bilde av den delen av verden og den situasjonen som vi har bruk for. Vi skal imidlertid ta oss tid til å se på kartet helt fra grunnen.

Vår første innfallsvinkelen er at *kartet er et grunnleggende behov*. Kartet er en måte å organisere kunnskap på som er en del av det å være menneske. Vi organiserer kunnskap om rommet omkring oss, og vi bruker denne kunnskapen hele tiden. Vi kan si at vi bruker *mentale kart* hele tiden.

Den andre innfallsvinkelen til kartet har nær sammenheng med vår bruk av mentale kart. Det handler om hva som kjennetegner *kart som representasjon av kunnskap*. Vi snakker om representasjon av kunnskap når vi ikke bare går med kunnskapen i hodet, men tar grep som gjør at vi kan kommunisere om kunnskapen, reprodusere den og gi den videre. Kart er én måte å organisere kunnskap på – et språk, som er vesensforskjellig fra andre måter å representere kunnskap på (tale og skriftspråk, numerisk språk).



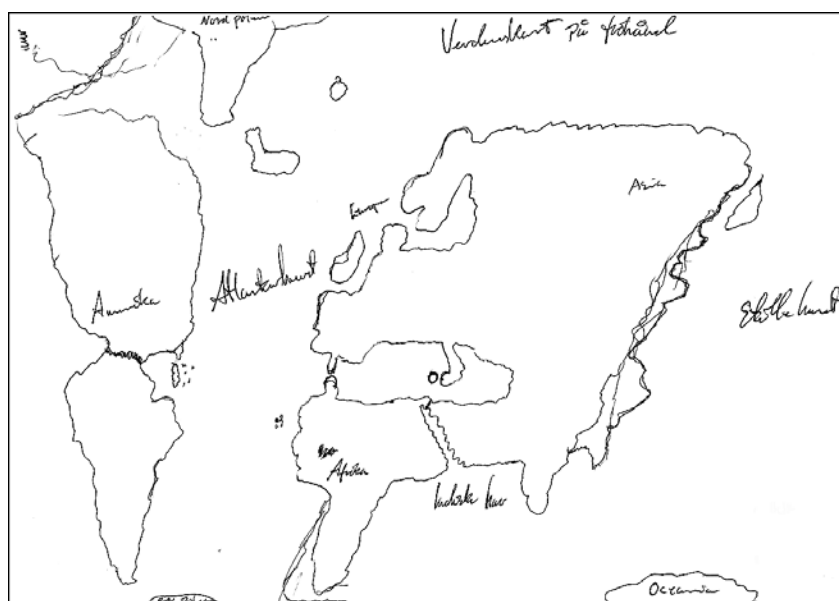
Figur 1-1 Kart som flate avbildninger av hele verden, eller deler av verden, er vårt hovedfokus i denne boka, selv om kart som fenomen omfatter alle modeller (konkrete eller mentale) av våre romlige omgivelser. Det er viktig å forstå at basisen for vårt arbeid med kart er at kart er et grunnleggende menneskelig behov for å organisere kunnskap om romlige forhold, og at vi har utviklet et eget grafisk språk for å kunne kommunisere om romlige forhold.

Når vi har utforsket hva kart helt grunnleggende er, og hva som kjennetegner kart som språk, da er vi klare til å ta tak i *det konkrete kartet*. Også når det gjelder konkrete kart har vi flere innfallsvinkler. Først skal vi utforske det faktum at kart kan utformes på mange forskjellige måter, og at konkrete kart på samme måte som mentale kart, helt grunnleggende er *modeller* av romlige forhold. Dernest skal vi ta for oss *konvensjonelle kart* slik vi kjenner dem fra dagliglivet. Dette er (som regel, men ikke alltid) kart av hele eller deler av jordoverflata, laget på papp, eller laget for visning på en dataskjerm eller i andre medier. Disse kartene har noen helt grunnleggende fellestrekk, det gjelder bestemte konvensjoner for hvordan de skal utformes, og vi kan kategorisere dem i forskjellige typer.

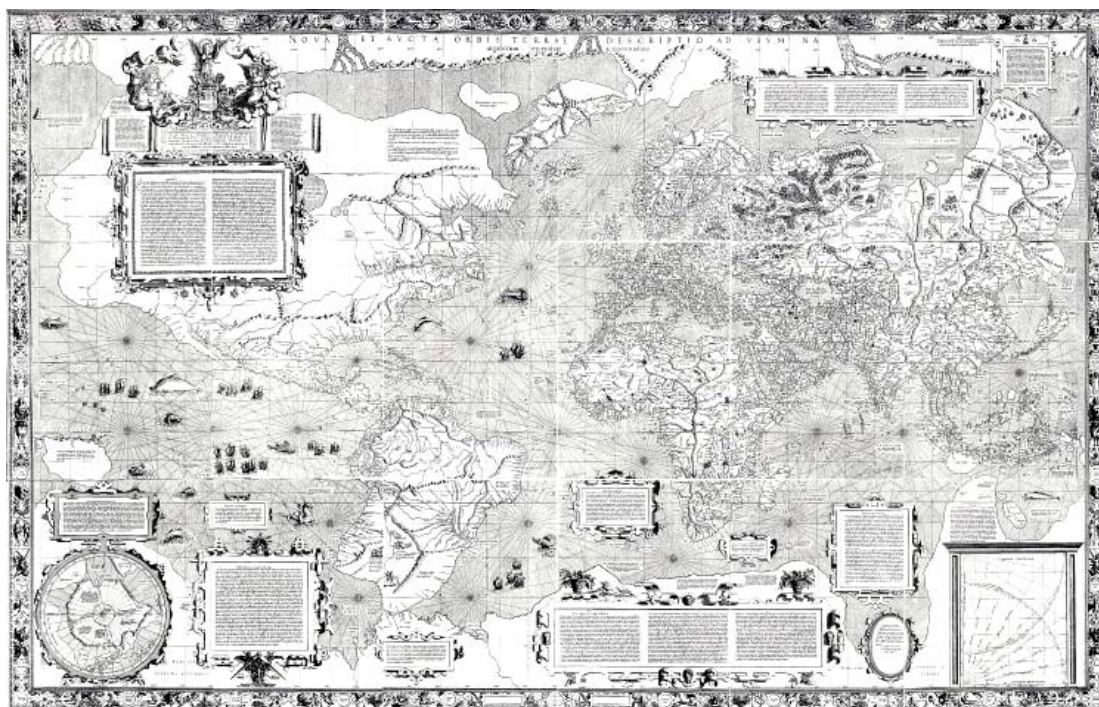
1.2 Kartet som behov, det mentale kartet

Fra vi blir født bygger vi opp en oppfatning – et bilde av våre omgivelser. Dette er en nødvendig forutsetning for at vi skal kunne orientere oss i omgivelsene. Slike romforestillinger kaller vi *mentale kart* eller *kognitive kart*. Vi vet lite om hvordan slike mentale kart blir lagret i hjernen, men vi vet at de er nødvendige for at vi skal kunne handle/virke i rommet. Betydningen av våre mentale kart blir tydelig når de delene av hjernen som behandler geografisk informasjon blir svekket. Forskere har lokalisert bestemte deler av hjernen, *enthorinal cortex* og *hippocampus*, som viktige organer for holde orden på vår romlige plassering og lagring kunnskap om romlige forhold. *Enthorinal cortex* er noe av det første som blir skadet ved Alzheimers sykdom, noe som medfører at stedssansen ofte blir svekket (Lautgeb et al, 2005). Personer som blir rammet får svekket orienteringssans og vanskelig for å orientere seg i omgivelsene.

Mennesket er et sosialt vesen som behøver å kommunisere med andre mennesker om stedlige forhold og omgivelsene. Førhistoriske jegerfolk måtte for eksempel kunne gi informasjon om beite og jaktmarker, hvordan en fant veien tilbake til leiren, eller forklare hvilken rute som kunne følge for finne andre grupper av mennesker, for eksempel for å drive byttehandel med. Folk som hadde sin ferdsel på kysten var avhengige av informasjon om skipsleier, farlige områder, skjær o.l.



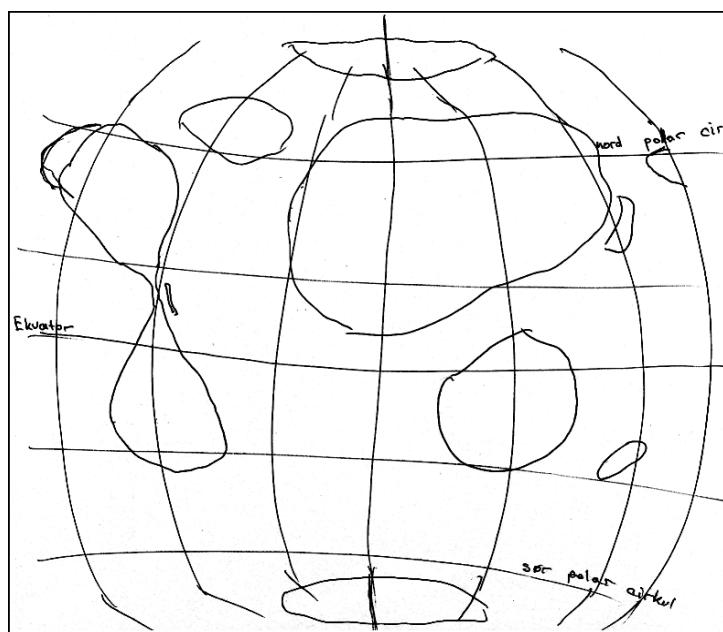
Figur 1-2 Verdenskart tegnet på frihånd. Kartet er en frihands framstilling av en persons mentale kart av verden. Legg merke til at kartet er tegnet i et kjent perspektiv. Veldig få mennesker har hatt anledning til å se verden på avstand, så vårt mentale bilde av hvordan verden ser ut er formet av de kartene vi har sett før. Dette kartet er preget av en bestemt måte å tegne kart, en *projeksjon* som kalles Mercators projeksjon. I kartet er den skandinaviske halvøy like stor som hele det sørlige Afrika. Europa er større enn Afrika.



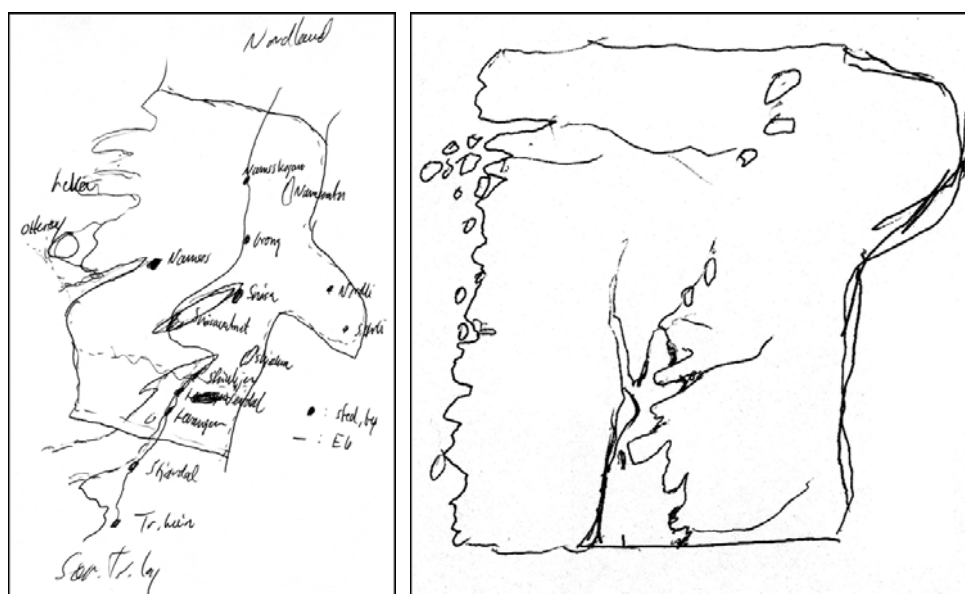
Figur 1-3 Mercators verdenskart fra 1569. Den teknikken som Gerardus Mercator brukte for å lage verdenskart gjorde kartet godt egnet til navigasjon, noe som også gjorde at framstillingsmåten ble mye brukt. I kart laget med denne teknikken blir områdene nært polene overdimensjonerte i forhold til deres virkelige areal. Kilde: en.wikipedia.org/wiki/Mercator_projection.

Alle har behov for å organisere kunnskap om romlige forhold, og vi antar at så lenge det har eksistert mennesker, så har vi også hatt behov for å kunne kommunisere egne kunnskaper om omgivelsene til andre. Vi kan derfor si at alle mennesker er kartbrukere.

Våre mentale bilder av verden er forskjellige. En skal være forsiktig med å si at et frihåndskart, tegnet på ti minutter (Figur 1-2), gir et fullgodt bilde av vår mentale representasjon av romlig kunnskap – våre kognitive kart. Likevel gir det et inntrykk av hva en vil ta med i kartet først, hvor en vil begynne, hvordan en vektlegger de enkelte elementene i forhold til hverandre, hvor detaljrikt bilde en har av verdens fysiske geografi, hva slags perspektiv en vil bruke osv. For personer som har vokst opp i Norge vil det antagelig være naturlig å starte med omrisset av Norge, deretter føye til resten av Skandinavia, Europa og Verden.



Figur 1-4 Dette kartet er mindre detaljrikt enn Figur 1-3. Europa, Asia og Afrika er for eksempel en stor klump med Japan som et vedheng i øst. Den relative plasseringen av elementene gjør at vi kan se at det er et verdenskart. Fasongen på kartet ligner på en globus og tyder på at inspirasjonskilden er kart som forsøker å etterligne jordas form, men samtidig avbilde både framsida og baksida av jorda.



Figur 1-5 To frihåndstegnede kart av Nord-Trøndelag. Det første kartet er sentrert om Snåsa. Bildet er diffust sørover mot Stjørdal og Trondheim, men ganske detaljrikt i nordøst. Det andre kartet er mest detaljrikt på strekningen Stjørdal-Verdal, på sørsida av Trondheimsfjorden, men har færre detaljer i fylket ellers.

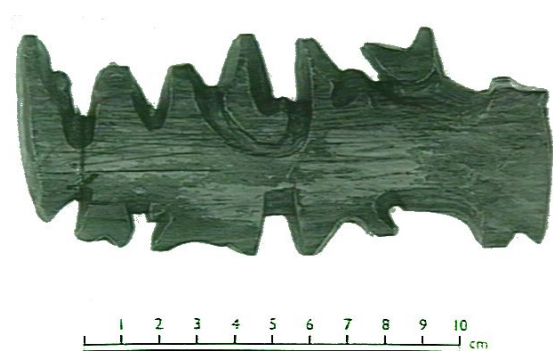
Frihåndtegninger som vist over, gir tankevekkende bilder av hvordan vi oppfatter våre geografiske omgivelser. Mentale kart kan også ha praktisk anvendelse. Innenfor arkitektur og byplanlegging er det ofte snakk om å ha tydelige linjer og landemerker som skal lette orienteringen i bylandskapet. Dette har sammenheng med at vi må ha noen klare fyrtårn som vi kan plassere andre elementer i forhold til i våre mentale kart. Mentale kart kan også brukes som en teknikk i analyser av hva folk opplever

som barrierer i et landskap, hvilke elementer som er viktige, hvilke elementer som er med på å skape positive omgivelser osv. Ved at personer tegner kart, der de vurderer steder i sine omgivelser ut fra om de oppfatter stedene som eksempelvis trivelige, trygge, skumle, tiltrekkende eller spennende, kan en få fram kunnskap om hvor godt de fysiske omgivelsene er laget for å skape trivsel for forskjellige grupper av mennesker, kvinner, menn, barn og ungdom. Dette kan igjen brukes til å planlegge omgivelsene på en bedre måte.

Evnen til å kunne lagre og formidle informasjon om romlige forhold er ikke en egenskap som er eksklusivt forbeholdt mennesket. Som eksempler kan det nevnes at det er vanlig atferd blant dyr å markere revir ved å legge signaler i terrenget, og bier kan med sitt kroppsspråk gi informasjon om hvor det er nektar å finne. Mennesket skiller seg fra dyrene ved å ha utviklet noen egenskaper som er viktige for utviklingen av det vi kan kalle konkrete kart.

«För det första var det förmågan att kontrollera sine impulser, vilket fremjade eftertanke och gav tid till utförrskning. För det andra var det formögan att spara och minnas den insamlade informationen. För det tredje förmågan att skapa abstraktioner och generalisera utifrån en komplicerad verklighet. För det fjärde att med innsamlad kunnskap fatta beslut och genomföra handlingar baserade på dessa. Kartan kan ses som en direkt följd av denna utveckling» (Hall, Alm, Ene, Jansson 2003: 75).

Mennesket har altså med utgangspunkt i sine mentale kart begynt å lage grafiske framstillinger og modeller av sine omgivelser. Dette har gitt mennesket muligheten til å kommunisere om kart, og til å forandre og forbedre dem med akkumulert kunnskap.

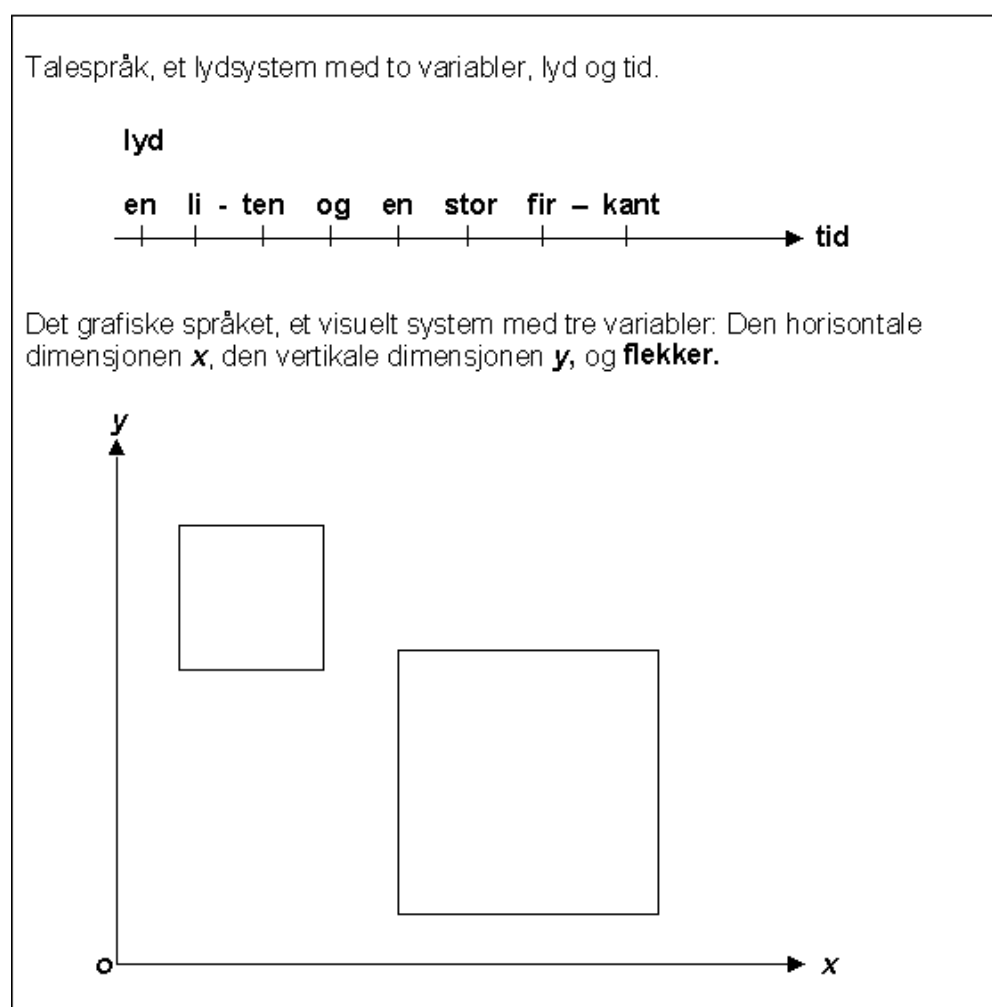


Figur 1-6 Eksempel på kart som vi umiddelbart identifiserer som en modell av omgivelsene. Det er et kart, men det er utformet på en annen måte enn det vi er vant med. Kartet, som er skjært ut av drivved, viser kystlinja på en strekning på Grønland. Kilde: Arktisk instituts fotosamling, Dansk Polarcenter, <http://www.arktiskebilleder.dk/siulleg/>, 2005-08-25.

1.3 Kart - en av flere former for representasjon av kunnskap

Kart er en av flere former for *representasjon av kunnskap*, det vil si måter å gjengi og kommunisere kunnskap og mentale forestillinger på.

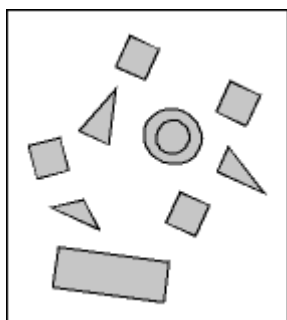
Talespråket er én form for representasjon av kunnskap. Det som kjennetegner talespråket er at det er basert på lyder. Lyder satt sammen i sekvens over tid gir en bestemt mening. Ved å framføre ordene i tidsmessig sekvens kan vi formidle avanserte budskap. *Skriftspråket* er en direkte følge av talespråket. I skriftspråket er lyder eller hele ord gitt spesielle tegn, som når de ordnes i sekvens kan formidle det samme budskapet som i det muntlige språket. Tale og skrift er lineære, tidsavhengige kommunikasjonsformer. Lyd/skriftsystemet bruker to variabler: bokstav/lyd og tid (Baudouin, 1980).



Figur 1-7 Talespråket og det grafiske språket som forskjellige kommunikasjonssystemer. Talespråket er et system med to informasjonsvariabler, lyd og tid. Det grafiske språket er et kommunikasjonssystem med tre variabler. De to dimensjonene **x** og **y** i det visuelle systemet angir objektenes plassering i en flate. Dette tilsvarer de geografiske koordinatene i et koordinatsystem. *Origo*, **o**, er null-punktet i koordinatsystemet. **Flekkene**, i dette eksempelet to kvadrater, er de objektene som vi kommuniserer i det grafiske bildet/kartet. Etter Axel Baudouin, Grafisk kommunikasjon – en innledning til grafikk som vitenskap, Trondheim 1980, s 8.

Bildespråket, eller det grafiske språket har helt andre egenskaper enn tale- og skriftspråket. I det grafiske språket er det rommet som er mediet, vi kommuniserer ved hjelp av visuelle elementer plassert i rommet, i x og y-retningen. Det betyr at i bildespråket har vi tre variabler. Vi har retningen x og retningen y, og flekker plassert i det rommet som dannes av x og y. Bildet har et innhold av flekker (prikker, linjer og arealer), og all informasjon blir presentert i ett. Når bildet blir presentert i ett, så muliggjør det også en umiddelbar oppfattelse av helheten i bildet.

Vi skal i et eksempel se på to eksempler på hvordan tale/skrift og bildespråket egner seg til å formidle kunnskap om romlige former. Vi tar utgangspunkt i et bilde som består av 9 flekker som er regelmessig formet (9 geometriske figurer).

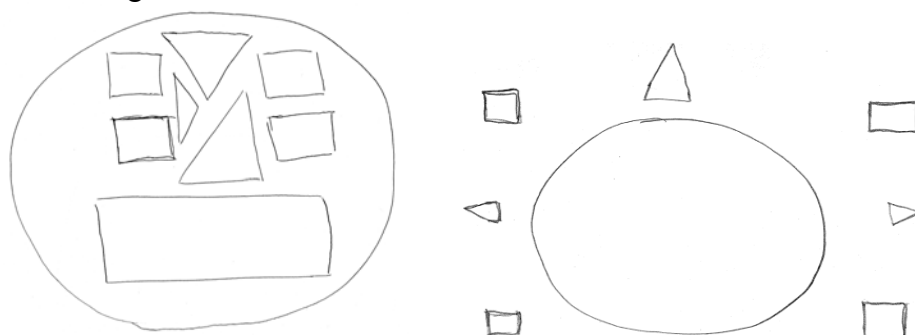


Figur 1-8 Et bilde av noen geometriske figurer.

Her er et forsøk på å beskrive med ord, innholdet i bildet (Figur 1-8):

En dobbel sirkel omgitt av fire små firkanter, et stort rektangel og tre trekantene av ulik størrelse. Trekantene er plassert mellom firkantene.

Er det mulig å gjenskape originalfiguren med grunnlag i denne beskrivelsen? De to bildene i Figur 1-9 er tegnet med utgangspunkt i teksten som beskrev innholdet i bildet i Figur 1-8.



Figur 1-9 To bilder laget med utgangspunkt i beskrivelsen over.

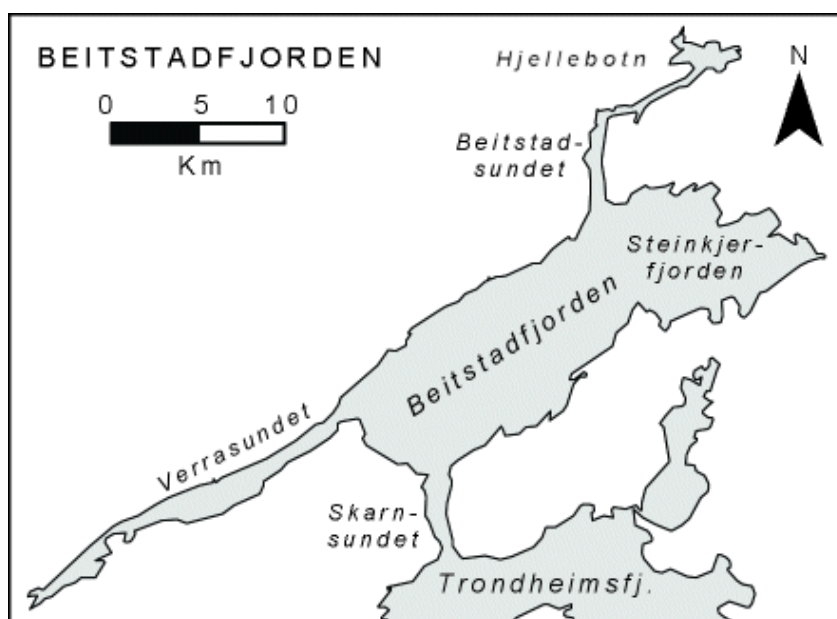
Figuren 1-9 viser hva to personer fikk ut av beskrivelsen av bildet med geometriske figurer. Beskrivelsen kunne selvsagt ha vært mer presis og omfattende. Likevel: Vi ser at god kommunikasjon om romlige forhold ikke er lett når en bruker talespråk eller skriftspråk. En må være svært detaljert og presis i språkbruken hvis en skal klare å forklare innholdet i et bilde med enkelt innhold, på en måte som gjør det mulig å gjenskape innholdet. Bildet derimot, det gir en helt umiddelbar oppfattelse av

objektene form, hvordan elementene i bildet er orientert i forhold til hverandre, og mønstre i bildet. Bildet viser posisjonen til objektene, det forteller oss om innbyrdes avstand mellom objektene, retning, hvordan objektene er orientert, objektene gruppering og deres størrelse. Aller mest viktig: Vi slipper å lese. Vi ser det med en gang.¹

Å beskrive virkelige geografiske fenomener med ord er mer komplisert enn det å beskrive geometriske figurer. Her er en beskrivelse av Beistadfjorden fra et geografisk leksikon.

«Det 5 km lange Skarnsundet fører fra Trondheimsfjorden inn til Beistadfjorden. Denne har mot sørvest den smale armen Verrasundet, lengde 22 km, mot nord Beistadsundet inn til Hjellebotn, lengde tils. 15 km, og mot øst Steinkjerfjorden. Beistadfjorden er 56,5 km lang fra botnen av Verrasundet til Steinkjer.» (Brøgger 1963)

Er det lett å danne seg et bilde av Beistadfjordens geografi med grunnlag i teksten over? De fleste vil si nei. Det krever stor konsentrasjon for å kunne danne seg et bilde med grunnlag i teksten, og uansett så vil bildet bli svært grovt og unøyaktig.



Figur 1-10 Kart over Beistadfjorden.

Ved å se på et kart av Beistadfjorden så får vi den samme informasjonen umiddelbart, og vi får informasjonen som et *bilde* som er lett å huske. Den nøyaktige lengden på fjorden må vi måle selv. Til gjengjeld får vi med en gang og uten å anstrenge oss, et mye mer komplett bilde av kystlinjen, proporsjonene og orienteringen på de forskjellige delene av fjorden, og hvordan de henger sammen. Kart har oppstått i forlengelsen av bildespråket, det grafiske språket. Kart er bilder

¹ Ved å ta i bruk det *nummeriske* språket, som vi regner som en egen kommunikasjonsform om abstraksjoner, så kan vi overføre kunnskap om romlige former presist. Vi kan sette bildet inn i et koordinatsystem og tilordne alle figurene og linjene som omkranser dem verdier eller posisjon i dette koordinatsystemet. Dette er en helt sentral teknikk i sammenheng med kart, og det skal vi komme tilbake til.




som viser objekters plassering i rommet. Noen kart har den egenskapen at du ser helheten med en gang. Vi ser et bilde som klart forteller oss hvordan noe henger sammen, eller hvordan et fenomen er distribuert. Dette er kart som har én *informasjonsvariabel*. I dagligtale omtaler vi den type kart som formidler kunnskap om ett tema, som *tematiske kart*. I gode tematiske kart kan vi *se* budskapet umiddelbart. Vi kan kalle slike kart *se-kart*. Andre kart fungerer som lagringsmedier for informasjon. Da kan vi analysere kartet for så å finne ut hvor steder eller andre objekter er, hvordan vi skal komme oss fra ett sted til et annet osv. Dette er kart der elementene er plassert i et bilde, men det er så mange informasjonsvariabler med, at vi ikke umiddelbart kan se en helhet. Vi må bruke tid, vi må lese kartet. Vi kan kalle slike kart for *lese-kart*.

Det er i bruk av *se-kart* – kart der vi oppfatter en helhet som i et bilde, at vi virkelig utnytter det potensialet for umiddelbar kommunikasjon som ligger i bruk av kart. Når det er sagt så skal vi huske at vi også har bruk for *lese-kart*, som referanseverk når vi for eksempel skal foreta beslutninger om planlegging av arealbruk, når vi skal orientere oss i terrenget mm. Topografiske kart er det vanligste eksempelet *lese-kart*.

Hva er en informasjonsvariabel?

Kart inneholder objekter. Objektene kan være land, kommuner, elver, byer, fjell – hva som helst som vi kan framstille i et kart. Disse objektene er enhetene i kartet.

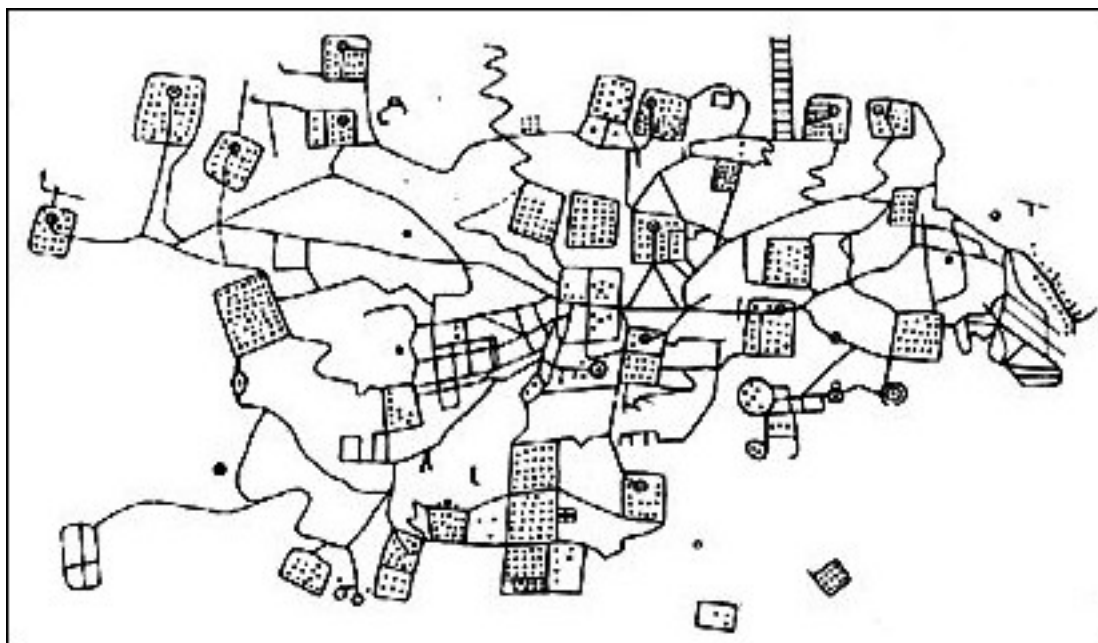
En informasjonsvariabel er en opplysning om objektene i kartet. I sammenheng med kart er det vanlig å snakke om egenskaper eller attributter knyttet til objektene i kartet. Vi kan se på et eksempel.

Objekt KOMMUNE	Info.- variabel 1 KOMMUNENAVN	Info.- variabel 2 ANTALL INNBYGGERE	Info.- variabel 3 ANDEL BOSATT I TETTBEBYGGELSE
	Steinkjer	20 477	61,9 %
	Verdal	13 900	65,1 %
	Levanger	18 080	64,2 %

Kommunene er i dette eksempelet, de objektene som vi kan tegne i kartet. Selve *kommunen* er enheten. *Kommunenavnet, antall innbyggere og andel bosatt i tettbebyggelse* er informasjon om kommunene. Det er egenskaper knyttet til kommunene, det er avhengige variabler. Disse avhengige variablene er det vi omtaler som informasjonsvariabler. I eksempeltabellen er det tre informasjonsvariabler.

For å oppsummere dette så kan vi si at det er vanskelig å gjengi informasjon om romlige forhold ved hjelp av tale eller skrift. Når en person får muntlig eller skriftlig informasjon om romlige forhold, så er det sannsynlig at det mentale bildet som denne personen danner seg, blir svært forskjellig fra de romlige forhold som var forsøkt beskrevet. Når en skal gi informasjon om romlige (geografiske) forhold, så bør en bruke kart.

1.4 Fellestrekk ved konkrete kart



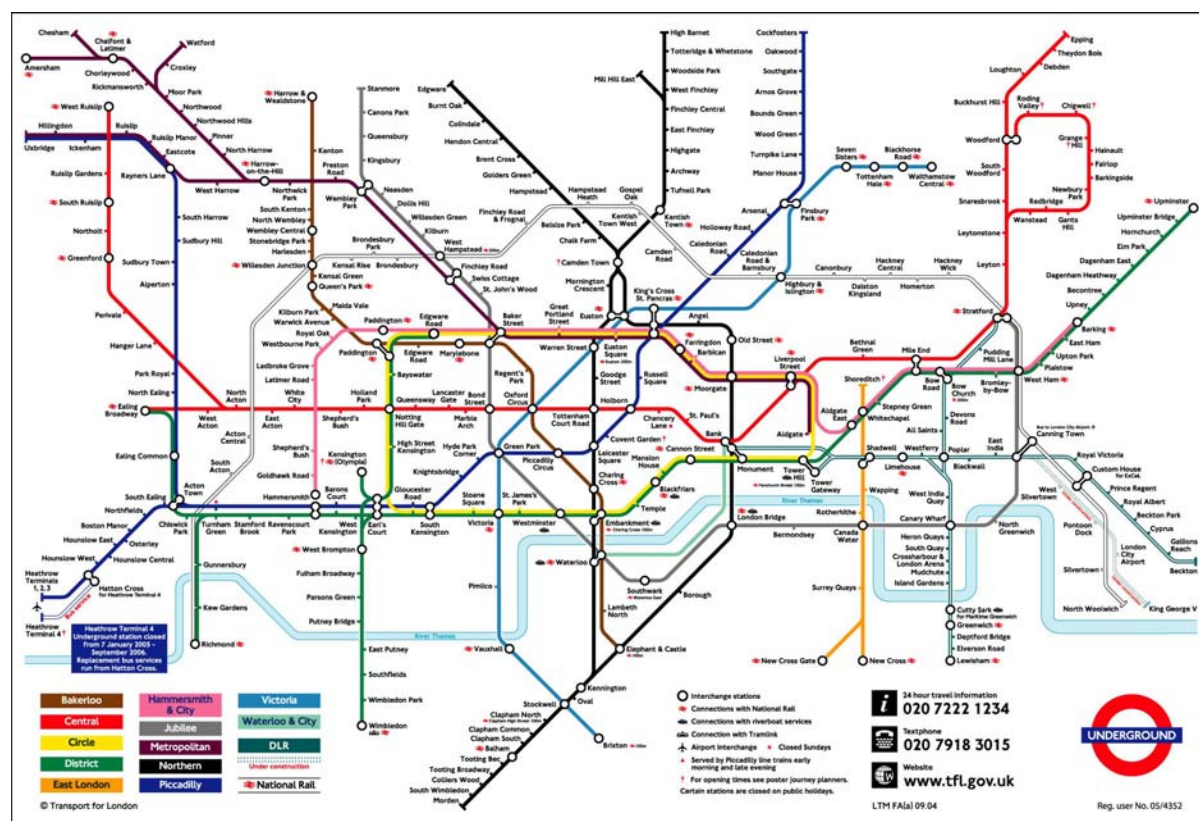
Figur 1-11 Dette bildet er av en 4000 år gammel helleristning, fra Valcamonica i Nord-Italia. Helleristningen regnes som et av verdens eldste kart. Hva er det som gjør at vi identifiserer det som et kart?

Tidlige kart som ga en skjematisk framstilling av romlige forhold som var aktuelle for flere tusen år siden, og det siste i digitale online kart- og bilde-databaser som gjør oss i stand til å utforske hele verden fra luften, både i vertikal-perspektiv og i 3-dimensjonalt fly-gjennom-perspektiv, har det fellestrekket at de har grunnlag i vårt behov for å organisere og kommunisere kunnskap om våre romlige omgivelser. Selv om det teknologisk er et hav av utvikling mellom det forhistoriske kartet fra Valcamonica (Figur 1-11), og 3D visualiseringen av dalen Valcamonica og kartet over undergrunnsbanen i London (Figur 1-12 og 1-13), så er det flere grunnleggende trekk som gjør at vi kan identifisere dem som det samme fenomenet:

- Alt er ikke med. Det er noen objekter som er tatt med i kartene, mens andre ting er utelatt. Det er ikke mulig å gjengi den fulle kompleksiteten i våre omgivelser, så den som lager et kart må alltid foreta et *utvalg*. Det som er tatt med i kartet er valgt ut for et bestemt formål.
- Kart er i stedet for det som er virkelig. Innholdet i et kart representerer fenomener i den virkelige verden på en abstrakt måte. Alle kart *abstraksjoner* av omgivelsene.
- Alle kart har et perspektiv. Vi ser det som er med i kartet fra en bestemt vinkel. Den valgte vinkel og teknikk som er brukt for å avbilde den delen av verden som vi har med i kartet kaller vi *projeksjon*.
- Kart er skalerte. Kartet er ikke like stort som den delen av verden som vil ha med i kartet. Den faktoren virkelighetene er forminsket med i kartet kaller vi kartets *skala*.

Alle kart er altså abstraksjoner av virkeligheten, som viser et utvalg av elementer, gjengitt i en skala, med et perspektiv. Hvis kartografen har gjort jobben sin godt så gir kartet en mer forståelig presentasjon av et fenomen, enn om fenomenet blir presentert konkret, nøyaktig slik de er i den virkelige verden.

I det at kart er abstraksjoner, så er det underforstått at vi framstiller romlige forhold ved hjelp av *symboler*, tegn som representerer de objektene eller fenomenene i våre romlige omgivelser som vi velger å ha med i kartet.



Figur 1-12 Kart av undergrunnsbanen i London. Dette er et godt eksempel på et kart der det ikke er gjort forsøk på å vise objektene i kartet (tunnelbane-linjer og stasjoner) på deres korrekte geografiske posisjoner. I stedet så er det lagt vekt på å skape et så enkelt visuelt uttrykk som mulig. Kartet viser posisjonen til baner (med ulik farge på ulike linje) og stasjoner (med navn) i forhold til hverandre. Det viser hvordan banene henger sammen i et nettverk. Hensikten med kartet er å hjelpe reisende i å finne ut hvilke stasjoner som er aktuelle for på og avstigning, og hvilke ruter som kan brukes for å forflytte seg fra start til mål. Kartet gjør ikke noe forsøk på å vise hvor langt det er til neste stasjon eller hva som er den nøyaktige himmelretning til denne stasjonen. Kilde: Transport for London, <http://www.tfl.gov.uk/tube/>.

Hensikten med kartet er å kommunisere om romlige forhold. Hensikten med kart er ikke å gjengi verden på en mest mulig naturtro måte, men å lage et produkt som på enklest mulig måte kommuniserer informasjon. Kartet av undergrunnsbanen i London (Figur 1-12) er et godt eksempel på nettopp det. Dette kartet fordreier den fysiske virkeligheten, for å få fram informasjonen bedre enn om det hadde vist undergrunnsbanen geografisk korrekt. Av alle mulige ting som kunne ha vært vist i kartet, så er det bare to informasjonsvariabler som er tatt med, banene og stasjonene.

For at kartet skal være forståelig må vi bruke kjente symboler, ikke vilkårlige symboler. For at andre skal forstå vår symbolbruk og vårt kart, så må vi forholde oss til de konvensjonene (konvensjonell = styrt av konvensjoner, noe som det er overenskomst om) som eksisterer for symbolbruk i den kulturen vi ønsker å kommunisere i, og vi må forholde oss til det faktum at mennesker helt intuitivt leser symboler på en bestemt måte.



Figur 1-13 Er dette et kart? 3D visualisering av dalen Valcamonica i Italia. Illusrasjonen er laget i Google Earth. Dette er et program som kan lastes ned fra Internett. Med dette programmet kan en få tilgang til digitale databaser med satellittbilder, kartdata og terrengmodeller for hele verden, og lage framstillinger som den vist i bildet over.

I kartet eller 3D-visualiseringen fra Google Earth (Figur 1-13) så er verken det utvalget som er gjort, eller symbolikken, så tydelig som i de to andre karteksemplene, og det er opplagt at vi er i grenselandet mellom bilde og kart. Formålet med kartet er heller ikke så tydelig som i kartet av Londons nettverk av undergrunnsbaner. Delvis så er utvalget i 3D-visualiseringen basert på tekniske begrensninger som hvor detaljerte bilder som er tilgjengelige fra forskjellige deler av verden, og hvor detaljert den digitale terrengmodellen er. Det er den digitale terrengmodellen som gjør det mulig å skape perspektivbilder. På noen områder er det tydelig at det er gjort utvalg også her. Det utvalget av bilder som er brukt er for eksempel nesten uten skyer. En sann gjengivelse av verden sett fra lufta vil også omfatte skyer, men ettersom hensikten er å vise terrenget på bakken, så er bilder med skyer valgt bort. I Google Earth inngår det også andre typer kartdata som landegrenser, byer og veier, som skaperne av dette kartprogrammet har valgt ut, og som vi i neste omgang kan velge om vi vil ha med eller ikke i vår visualisering. Disse objektene har en symbolikk på samme måte som i andre kart.

1.5 Definisjoner av hva kart er

Det er mange definisjoner av hva kart er. Definisjonen som blir brukt i en av de ganske fåtallige skandinaviske grunnbøkene i kartografi er denne: «Med en *karta* menar vi en grafisk representation av en viss del av omgivningen» (Hall, Alm, Ene, Jansson 2003: 12). Internett-leksikonet Wikipedia har denne definisjonen: «Et kart er en representasjon av et fysisk rom, objektene i det og relasjonene mellom disse. De fleste kart er en todimensjonal representasjon av et tredimensjonalt rom» (<http://no.wikipedia.org/wiki/Kart>).

J. H. Andrews gjorde en innsamling av engelskspråklige definisjoner av hva ordet *map* betyr til en artikkel han skulle skrive om emnet i fagtidsskriftet *Cartographica*. Han fikk en liste med 321 forskjellige definisjoner. Her er et utvalg av elementer fra noen av de nyeste definisjonene i Andrews liste, der et fellestrekk er at definisjonene både sier noe om hva kart er, og hva innholdet i kart er.

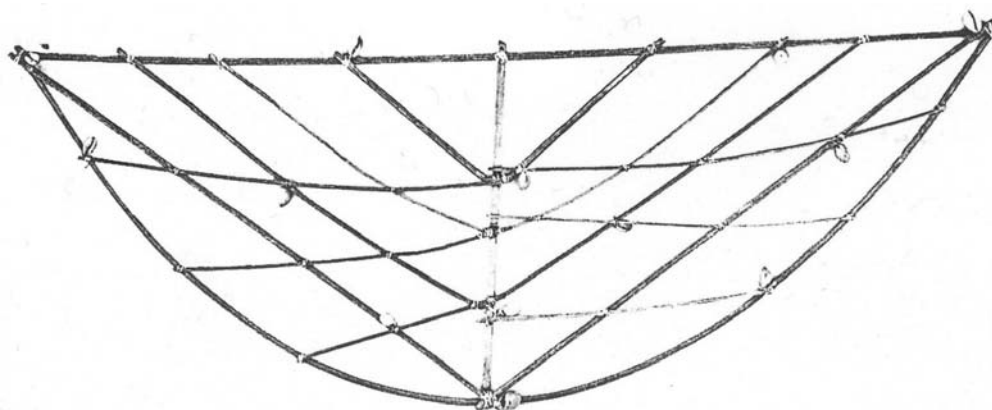
<i>Et kart er</i>	<i>Kartet viser eller skal gi kunnskap om</i>
- en tegning	- sosialt rom
- en representasjon	- geografiske omgivelser
- en representasjon, vanligvis på en plan flate	- noe som gir forståelse av romlige forhold
- en grafisk representasjon	- hele eller deler av jordoverflata
- et grafisk bilde	- romlige objekter
- 2- eller 3-dimensjonale innretninger	- utvalgt informasjon om romlige forhold
- en strukturert kartografisk representasjon, presentert fysisk (for eksempel klassiske topografiske kart), virtuelt (for eksempel på en dataskjerm) eller språklig (muntlig eller skrevne instruksjoner)	- objekters plassering i relasjon til hverandre
- en abstraksjon av den reelle verden	- objekters relative størrelse og posisjon
- et fugleperspektiv	- noe som kan tolkes geografisk
- et redskap for kommunikasjon, med kartografiske symboler, der symbolenes plassering sammen med skala og valgt projeksjon for det temaet som vises, korresponderer med den virkelige romlige strukturen til de objektene som er representert	- fysiske og sosiale fenomener på jordas overflate, deres lokalisering, egenskaper og relasjoner
	- informasjon om romlige tema
	- geografiske fenomener, men ikke alltid geografiske fenomener.

Figur 1-14 Tabell med sentrale elementer fra definisjoner som sier hva kart er og hva kart viser eller skal gi kunnskap om. Etter Andrews, *Definitions of the word 'map'*, 1998.

Mange av definisjonene sier at kart er representasjoner av romlige forhold. Noen velger å presisere at et kart er en plan flate, men i så fall så sier vi også at en globus

ikke er et kart, eller at en 3-dimensjonal modell ikke er et kart. Noen presiserer også at det dreier seg om jordas overflate, men da utelukker vi kart av månen og fantasikart over Midgard og Mordor.

Hva kartet er laget av, eller hvor varige de er, det skal ikke ha noen spesiell betydning. Kart kan være på papir, pergament eller metallplate, det kan være brodert, skåret i tre eller tegnet i sand. Kart tegnet i sand eller på en dataskjerm er flyktige og forsvinner med første regnskur eller tastetrykk.



Figur 1-15 Pinnekart fra Marshall-øyene i Stillehavet. Pinnene representerer strømmer og retningen på dønningene. Skjell eller steiner som er festet til pinnene, representerer øyer og atoller. Slike kart har blitt brukt i opplæring i navigering. Illustrasjon fra David Turnbull, *Maps are territories - science is an atlas – a portfolio of exhibits*, 1993.

I bokverket *The History of Cartography* er det er det en lengre diskusjon rundt begrepet kart, som konkluderer med en formulering som verken skal være for smal, eller så vid at den blir meningsløs:

«Maps are graphic representations that facilitate a spatial understanding of things, concepts, conditions, processes, or events in the human world.»
(Harley & Woodward 1987)

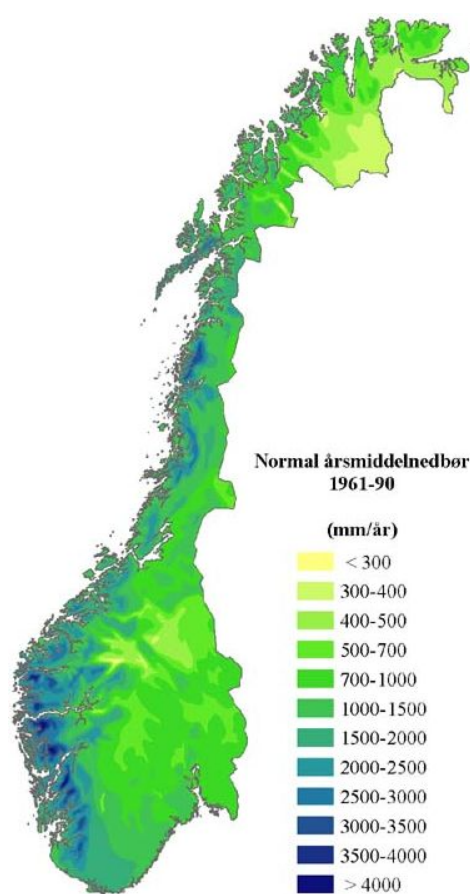
Vi er helt sikre på at vi får med oss alle varianter av konkrete kart hvis vi sier at et kart er modeller av omgivelsene. Modellen inneholder et utvalg av objekter, og den lages ved bruk av tegn/symboler.

1.6 Det konkrete kartets grunnleggende funksjoner

Vi kan skille mellom to grunnleggende funksjoner som konkrete kart har:

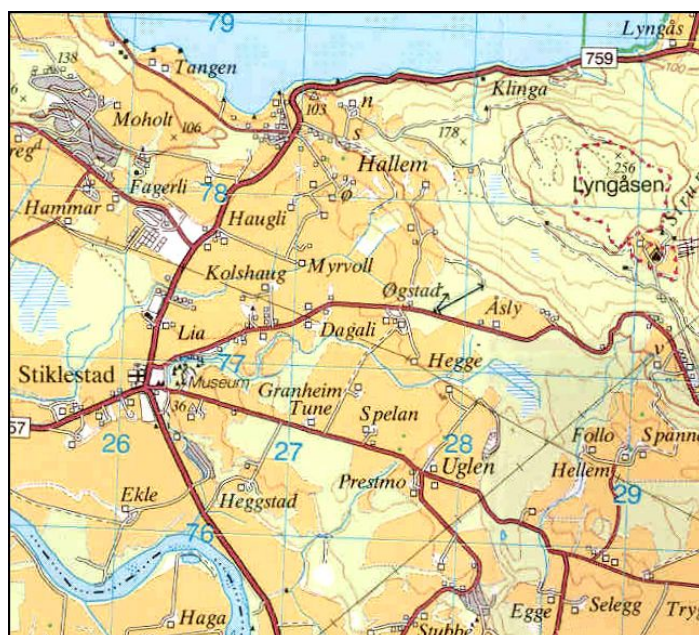
- 1) Kartet gir et bilde av verden som hjelper oss til å forstå romlige mønster, sammenhenger og kompleksitet i det miljøet vi lever i.
- 2) Lagring av informasjon som vi har bruk for.

Den første funksjonen, å hjelpe oss til å forstå romlige mønster, det er en funksjon som vi først og fremst assosierer med tematiske kart. Tematiske kart presenterer enkelttema. Når det tematiske kartet presenterer bare ett forhold (en informasjonsvariabel), så kan det vise geografisk mønster på en god måte, og vi kan umiddelbart forstå sammenhenger som gjelder romlige forhold.



Figur 1-16 Kart som viser gjennomsnittlig nedbørsmengde i Norge (nedbørsnormalen). Kartet er et godt eksempel på et kart som gir et bilde som hjelper oss til å forstå et romlig mønster i miljøet vi lever i. Kartet gir et klart bilde av at det er mest nedbør i vest, mindre i øst. Kilde: Det norske meteorologiske institutt, <http://met.no>.

Ofte inneholder tematiske kart informasjon om flere ting samtidig. Vi sier da at kartet har mange informasjonsvariabler. Bruk av flere informasjonsvariabler i ett kart, gjør det vanskelig å se romlige mønster i kartet. Da blir kartet mer å oppfatte som et lagringsmedium for geografisk informasjon.



Figur 1-17 Utsnitt av topografisk kart fra Stiklestad. Kartet er ikke ment å gi informasjon om et bestemt tema. Kartet er et generelt oppslagsverk om geografiske forhold i området, og det er et hjelpemiddel til å orientere seg. Kartets funksjon er først og fremst å være en geografisk database. Kilde: Statens kartverk, Norge 1:50000, kartblad 1722IV.

Topografiske kart er det klassiske eksempelet på kart der funksjonen er å være lagringsmedium for geografisk informasjon. Det topografiske kartet skal ikke belyse et bestemt tema, men være et generelt oppslagsverk om hva som er i et område, og hvor det ligger (se figur 8). Topografiske kart i liten målestokk kalles også generalkart eller referansekart. Det er kart som har et topografisk innhold, infrastruktur, bosetning mm. som i topografiske kart, men på et mer overordnet, generalisert nivå. Slike kart kan dekke regioner, hele land eller enda større områder (se Figur 2-9).

Med den digitale revolusjonen som vi står mitt oppe i, er det konkrete kartet i ferd med å miste sin funksjon som lagringsplass for geografisk informasjon. Grunnen til det er at det ikke lenger er i det konkrete kartet at originaldataene ligger. Før måtte den som arbeidet på teknisk etat i en kommune gå til sitt kartarkiv, og lete fra det korrekte papirkartet som for eksempel viste ledningsnett i kommunen, og se på det, for å finne ut hvor en kum eller en ledning var. Det var i det analoge originalkartet at denne informasjonen var lagret. I dag erstatter digitale geografiske databaser papirkartet som lagringsmedium. Personen i teknisk etat setter seg i dag til sin PC, åpner den digitale databasen, og får presentert innholdet i denne som et kart på dataskjermen. Kanskje lager vedkommende en utskrift på papir til bruk ute, men originalen er den digitale databasen.

En annen følge av utviklingen i datateknologi er at kartografiske dataprogram baker kartografisk kunnskap inn i programvaren. Til en viss grad erstatter dette den fagkunnskap om å lage analoge kart som den kartografiske profesjon tidligere forvaltet. Det å lage kart har blitt alminnelig. Digitale kartprogrammer har gjort det så lett å lage kart at alle kan gjøre det. Dette åpner for større frihet til å utnytte kartets egenskaper som redskap for kommunikasjon. Ved bruk av moderne kartografiske dataprogrammer, som regel kalt geografiske informasjonssystemer (GIS), blir kartene visualiseringer av data som ligger i digitale databaser. Det kan raskt lages mange forskjellige kart fra det samme datagrunnlaget, hvert kart med ulikt design og innhold etter hva som er formålet med kartet.

Referanser og videre lesing:

Andrews, J. H. (1998): *Definitions of the word 'map', 1649-1996*,
<http://www.usm.maine.edu/~maps/essays/andrews.htm>, 2005-08-25.

Axel Baudouin (1980): *Grafisk kommunikasjon – en innledning til grafikk som vitenskap*, Trondheim.

Baudouin, A (1995), *Behandling av geografiske informasjon, I: Bilder og Kart*, Geografisk institutt, Universitetet i Trondheim.

Hall, O., Alm, G., Ene, S. og Jansson, Ulf. (2003): *Introduktion till Kartografi och geografisk information*, Studentlitteratur.

Kap. 1 er en introduksjon om hva kart er. Kap. 4 er en kort innføring i karthistorie.

Harley & Woodward, red. (1987): *The History of Cartography, Volume one*. Side xvi.

Kvinneuniversitetet Nord, *Kjønnsperspektiv i planlegging – en veileder*

Mook, R. (1998): *Fra kartografiens historie*. Artikkel i *Ottar*, 3-98, Tromsø : Tromsø museum, Universitetet i Tromsø.

Kimerling, Muehrcke & Muehrcke (2005): *Map use: Reading, Analysis, and Interpretation*, Madison, Wis. : JP Publications.

Kap. 25, Maps and reality er perspektivrikt om kart og den virkeligheten som kart søker å avbilde.

Lautgeb et al (2005): *Independent Codes for Spatial and Episodic Memory in Hippocampal Neuron Ensembles*, *Science*, vol 309, 2005.

Lenker til populærvitenskapelige (og forståelige) artikler om emnet ved Centre for the Biology of Memory, NTNU, <http://www.cbm.ntnu.no/media>.

Monmonier, M. (1996): *How to Lie with Maps*, 2. utgave, The University of Chicago Press.

Brøgger, W. (1963): *Norge: Geografisk leksikon*, Bind 3, Oslo, Cappelen.

Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrcke, P.C., Kimberling, A.J. og Guptill, S.C. (1995): *Elements of Cartography*, 6th. ed., John Wiley&sons.

Kap. 1-3 om kartografi og kartografihistorie.

Transport for London, <http://www.tfl.gov.uk/tube/>, 2005-08-25.

Turnbull, D. (1993), *Maps are territories - science is an atlas – a portfolio of exhibits*, The University of Chicago Press.

2 Karttyper

Ivar Svare Holand

Det er mange måter å dele kart inn i kategorier. Hver måte å kategorisere kart på er et perspektiv på fenomenet kart. Kart har svært ulike anvendelser, og forskjellige bruksmåter gir forskjellige innfallsvinkler til hva kart er og hvilke egenskaper ved kartet som er viktige. Det som er et godt kart i en sammenheng, det kan være et ubrukelig kart i en annen sammenheng. Det blir derfor feil å si at den ene måten å kategorisere dem på er mer korrekt enn en annen. Vi kan likevel kommentere den ulike inndelingen. De fire første måtene å kategorisere kart på, som jeg har tatt med her, har det til felles at inndelingen har med hvordan kartet er konstruert. Dette er inndelig i kart etter

- om det er laget med *analoge* eller *digitale* teknikker
- om kartet er laget i *stor* eller *liten målestokk*
- hva slags *projeksjon* kartet har
- om det er kart som forsøker å gjengi landskapet som det er, eller om det fordreier den fysiske virkeligheten med hensikt, for bedre å kunne illustrere bestemte tema.

Den neste typen inndeling har sammenheng med hva slags bruk kartet er beregnet på.

- Skillet mellom *topografisk* kart og *tematisk* kart følger et skille mellom kart som fungerer som database for geografisk informasjon og kart som skal kommunisere bestemte problemstillinger.
- Med et *funksjonelt* perspektiv kategoriserer vi kart etter bruksområde, og gir dem navn etter dette (turkart, veikart osv.).

En inndeling etter om kart viser ett eller flere tema (informasjonsvariabler) i det samme kartet er nyttig, både fordi det er en inndeling basert på informasjonsinnholdet i kartet, og den hjelper oss til å si noe om hvor godt et kart kan kommunisere med kartleseren.

I en analyse av et kart bør det inngå elementer fra flere av perspektivene over. En bør redegjøre for måten kartet er laget på, hvilken projeksjon og målestokk det har, om det er et metrisk eller ikke-metrisk kart, og hva som er bruksområdet eller målgruppen for kartet. I tillegg så bør en se på hva slags objekter kartet inneholder (punkt, linje, areal), hvor mange informasjonsvariabler som er med og hva slags organiseringnivå informasjonsvariablene har, og vurdere det i forhold til hvordan informasjonen er symbolisert.

2.1 Inndeling av kart etter hvordan de er laget

2.1.1 Analoge og digitale kart

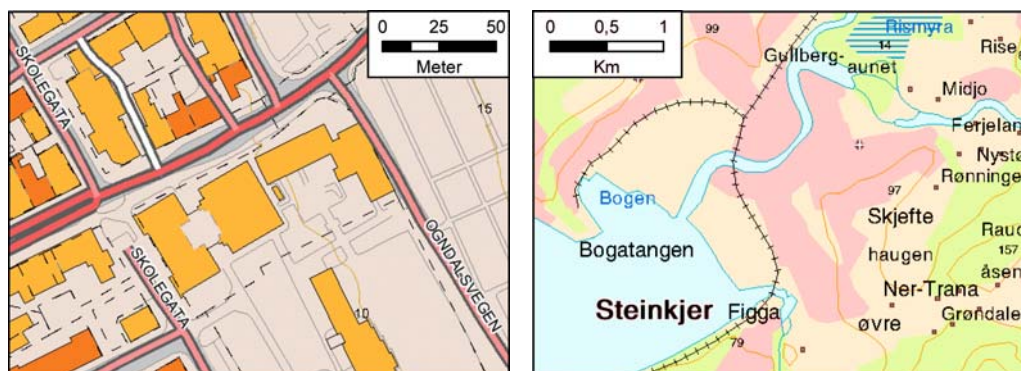
Det er vanlig å skille mellom kart ut fra hvilken teknikk som er brukt for å framstille dem, og på hvilket medium det foreligger, selv om dette sier lite om hva kartet inneholder.

Analoge kart er kart som er produsert med tradisjonelle ikke-digitale teknikker. Begrepet brukes også om kart på analogt medium (papir), selv om det er produsert i et digitalt system.

Digitale kart er produsert med bakgrunn i digitale kartdata. Kartene, som de framstår for brukeren, kan finnes på analogt medium, som digitale kartbilder, eller som visning i et GIS. Helt nye betegnelser er internett-kart og internett-/web-GIS.

2.1.2 Kart i stor og liten målestokk.

Det er vanlig å snakke om kart i stor og liten målestokk. Målestokken er forholdet mellom avstander på kartet, og avstander i virkeligheten. Det eksisterer ingen regler som sier at en spesiell målestokk er stor, mens en annen målestokk er liten, det vil komme helt an på sammenhengen.



Figur 2-1 Steinkjer i stor målestokk og liten målestokk. Kilde: WMS karttjeneste fra Statens kartverk.

Med en målestokk på 1:10000 vil et hus med grunnflate på 10 x 10 meter ha en flate på 1 x 1 mm. Økonomisk kartverk er den mest detaljerte nasjonale kartserien. Den viser bygninger, ledninger, veier, eiendomsgrenser med mer, og er vanligvis etablert i målestokk 1:5000. I en norsk sammenheng kan et kart i denne målestokken trygt omtales som kart i stor målestokk.

Den nasjonale topografiske kartserien i størst målestokk, er etablert i målestokk 1:50000. Innholdet er her betydelig forenklet i forhold til i de økonomiske kartene.

2.1.3 Ulik projeksjon

Projeksjonen er vår måte å få den uregelmessige tilnærmet runde jorda avbildet på en plan flate. Hvilken projeksjon vi bruker når vi lager kart har betydning for fasongen på objektene i kartet, og det har betydning for hvordan kartene kan anvendes.

Kart med *konforme* egenskaper gjengir vinkler mellom objekter i den virkelige verden med de samme vinklene i kartet. For eksempel så vil vinkelen mellom to steder i et kart laget med Mercators projeksjon, være den samme som i den virkelige verden. Vi kan altså bruke kartet i Mercators projeksjon til å ta ut en kompasskurs, og hvis vi følger denne kompasskursen i terrenget, så vil vi komme fram til målet.



Figur 2-2 Mercators konforme projeksjon er en vinkelriktig rposjeksjon, som har den egenskapen at hvis du trekker en rett strek mellom to punkter i karet, så vil du kunne bevege deg langs denne streken, fra det ene stedet til det andre, med en konstant kompasskurs. Dette gjør kart med denne projeksjonen godt egnet til navigasjon. Områder nær polene blir veldig forstørret i Mercators projeksjon. For eksempel så ser Grønland større ut enn Australia, men i virkeligheten er Australia tre ganger større enn Grønland.

Avstandsriktige projeksjoner viser korrekte avstander fra et punkt eller linje. Mercators projeksjon er for eksempel avstander riktig langs ekvator.

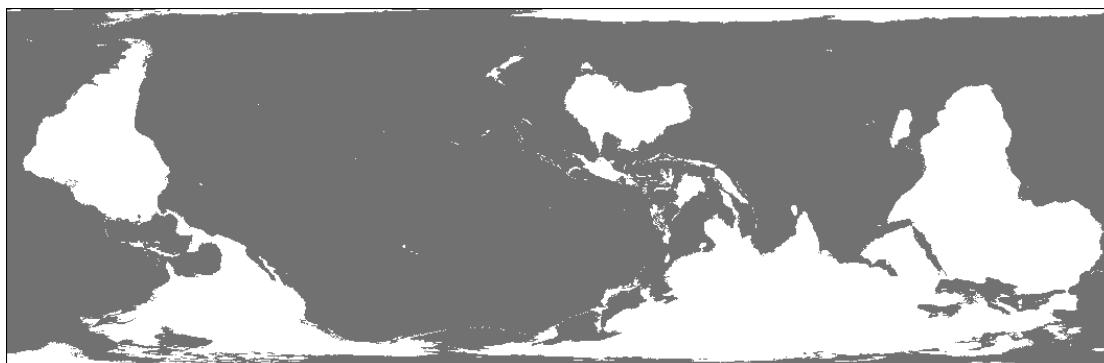
En *arealriktig* projeksjon gjengir korrekt størrelse på arealene.

I kart i mindre målestokker, som dekker store områder, så vil det uansett bli store forvregninger i noen deler av kartet, men vi kan velge hvilke egenskaper (arealriktig, vinkelriktig eller avstandsriktig) vi vil bevare best gjennom vårt valg av projeksjon.

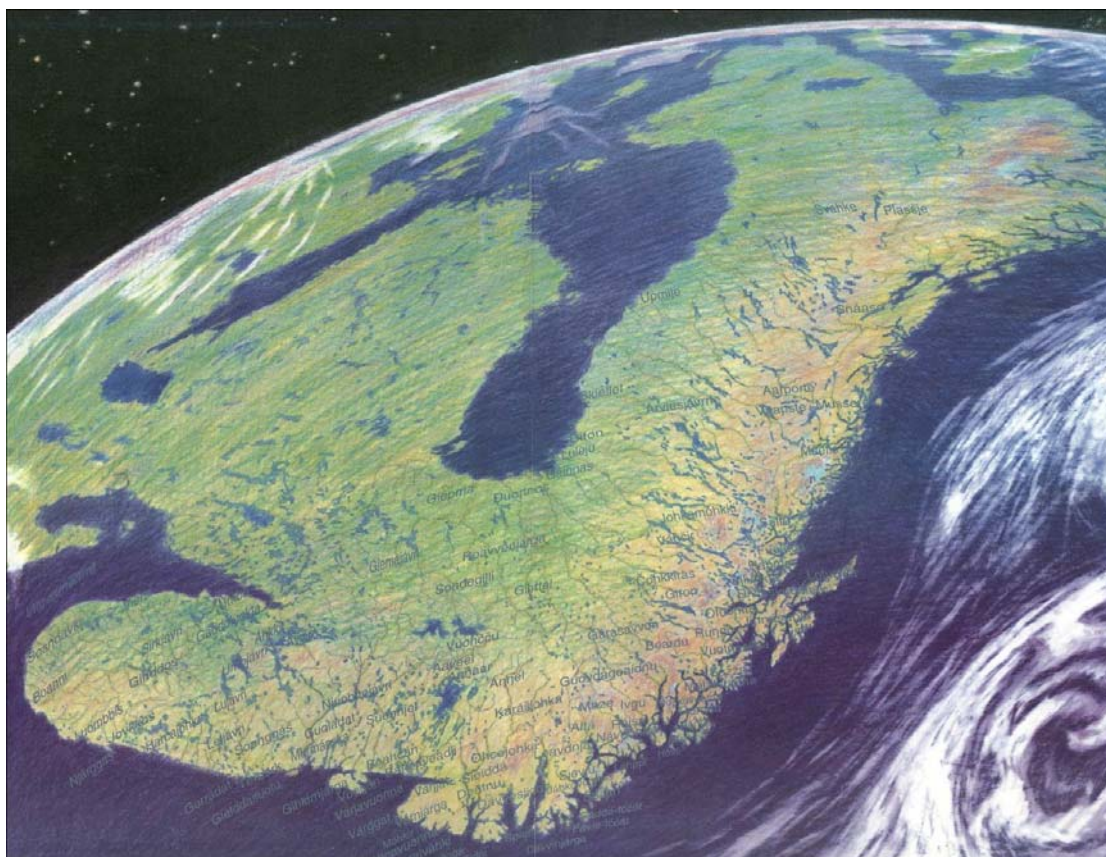


Figur 2-3 Perspektivet blir noe annerledes hvis vi bruker en projeksjon der størrelsen på arealene blir bevart som i virkeligheten. Her er det brukt en sylindrisk projeksjon som viser korrekte arealer.

Valg av projeksjon er valg av perspektiv. Slik sier projeksjonen noe om kartografens ståsted og verdisyn. Til vanlig så tenker vi ikke så mye over dette, fordi det eksisterer konvensjoner for hva som er den rette måten å se verden på. Vi er vant med å se verdenskartene sentrert på Europa, vi er vant med å se nord øverst i kartet, og vi er til og med vant med å se vår del av verden forstørret helt ut av proporsjon som i Mercators projeksjon. Derfor ser vi det tydelig at valg av projeksjon gjenspeiler et verdisyn, først når vi støter på kart laget i uvante projeksjoner. Det er gjengitt to eksempler på kart i uvante projeksjoner under.

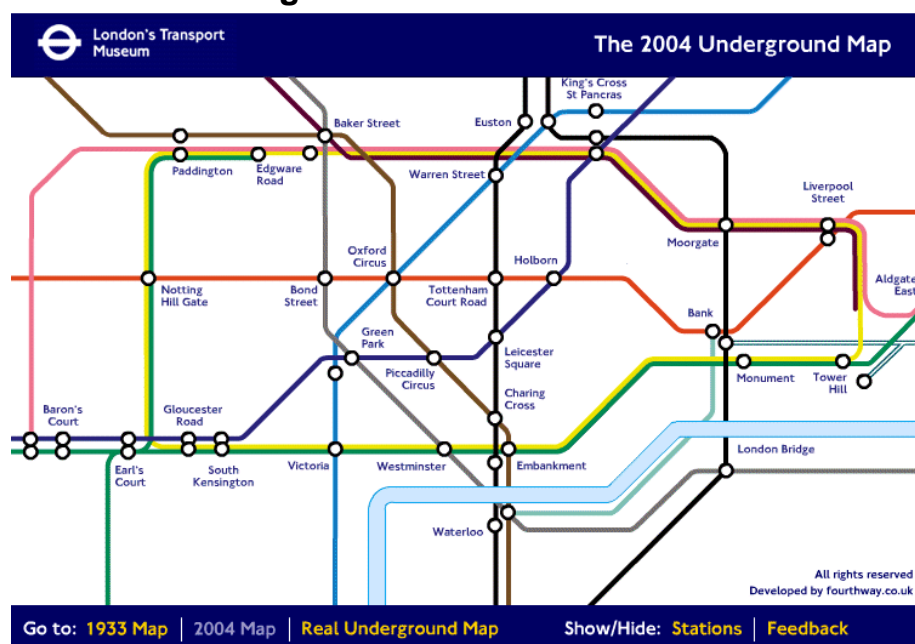


Figur 2-4 Hvis vi vender den arealriktige projeksjonen 180 grader og sentrerer den i Stillehavet, så får vi et helt nytt perspektiv på verden.

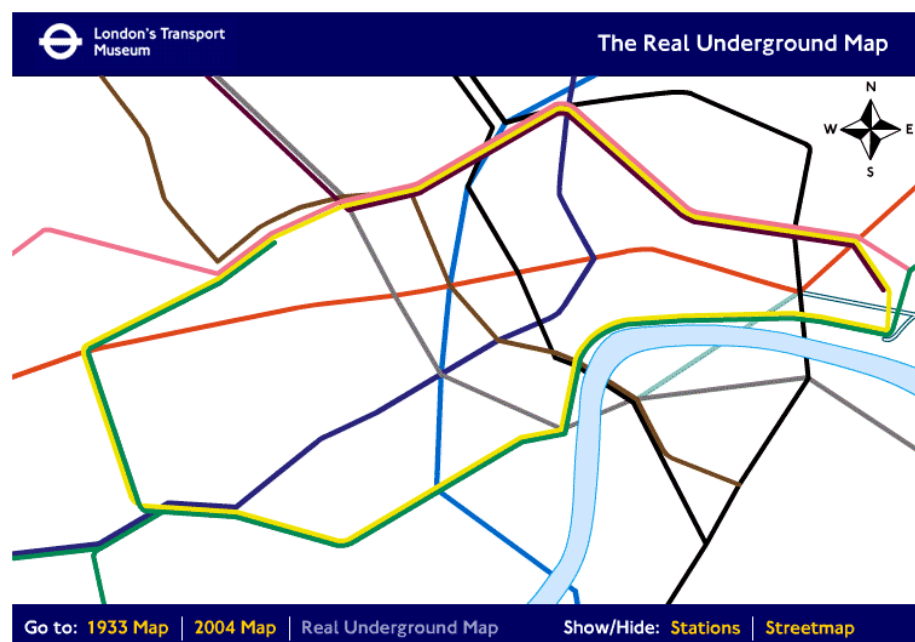


Figur 2-5 Kunstneren Hans Ragnar Mathisen har spesialisert seg på å lage kart med et samisk perspektiv og med samiske stedsnavn. Her er perspektivet sentrert på det samiske kjerneområdet. Med den vinkelen som er valgt får han likevel med hele Finland, Sverige og Norge. Utsnitt av kart i omslaget på Mathisen, Aikio & Henriksen, *Sámi Atlas, Gaográfalaš ja historijjálaš kárttat*, 1996.

2.1.4 Metriske og ikke-metriske kart



Figur 2-6 Kartogram eller ikke-metriske kart av undergrunnsnettet i London. . Kilde: Transport for London, <http://www.tfl.gov.uk/tube/>.



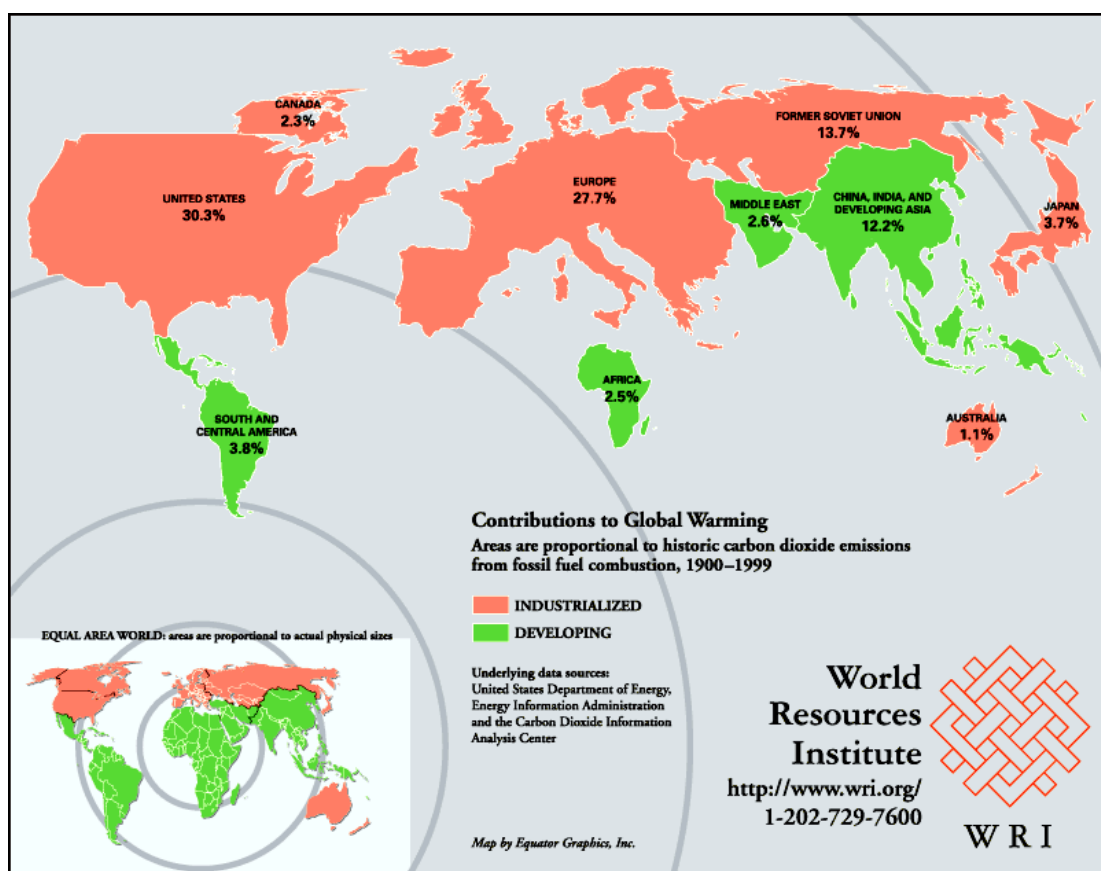
Figur 2-7 Metrisk kart av det samme nettverket av tunnelbaner som vist i Figur 2-6. Kilde: Transport for London, <http://www.tfl.gov.uk/tube/>.

Kartet øverst (Figur 2.6) viser en del av Londons nettverk av tunnelbaner. Designet til denne type kart ble opprinnelig laget av Harry Beck i 1933. Han arbeidet med tegning av ledningskretser for undergrunnen i London, og tok utgangspunkt i hvordan slike ledningskretser blir tegnet da han laget kartet av undergrunnsbanen. Dette er i dag en vanlig måte å presentere nettverk av bussruter og tunnelbaner. Det er ikke gjort noe forsøk på å få kartet til å være korrekt geometrisk, det er ikke mulig å relatere

retninger og avstander i kartet til retning og avstand i virkeligheten. Vi kan heller ikke foreta målinger i kartet. Det er et *ikke-metrisk kart*. Slike kart kaller vi også *kartogrammer*.

Det neste kartet (Figur 2-7) er et *metrisk-kart*. I dette kartet er det mulig å måle avstand og retning. Nettverket av tunnelbaner er det samme i de to kartene, men det andre kartet har avstander og retninger som er i samsvar med virkeligheten. Vi kan si at det andre kartet er mer romlig korrekt enn det første, men det er det første kartet som er lettest å bruke.

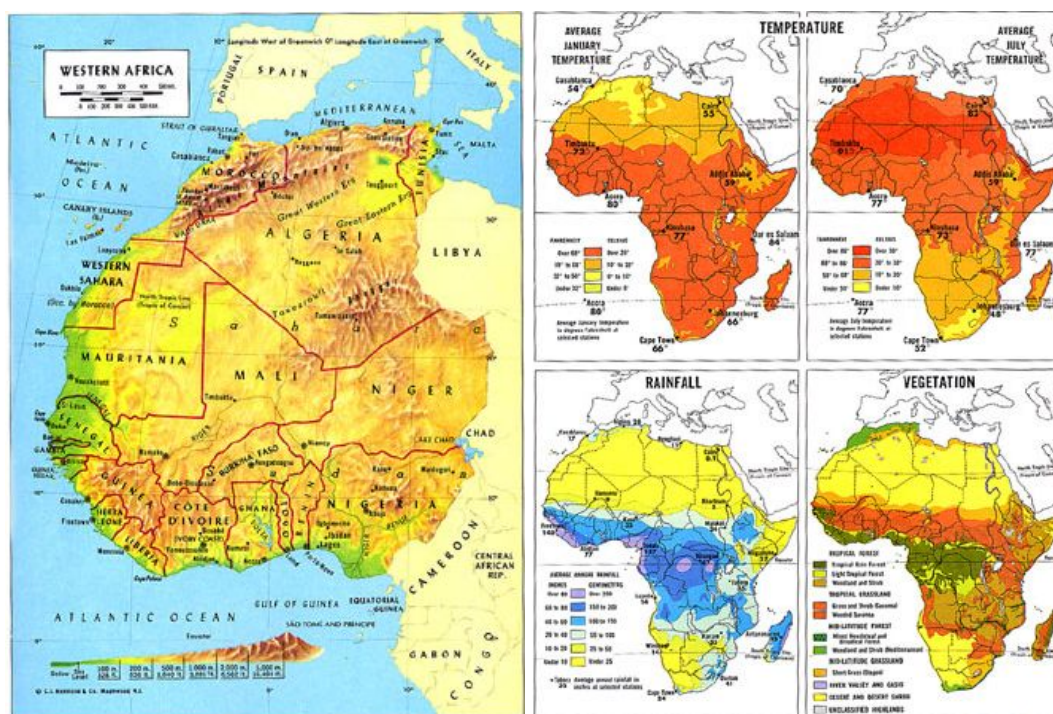
Kartogrammer er kart der den fysiske virkeligheten er fordreid for å vise andre fenomener mer tydelig. I dette tilfellet så er hensikten at folk skal finne fram i et nettverk av undergrunnsbaner, ikke at folk skal finne nøyaktig avstand og kurs fra stasjon til stasjon.



Figur 2-8 Kartogram kan være slående visualiseringer av problemstillinger som har en geografisk dimensjon. Dette kartogrammet viser verdensdelenes akkumulerte bidrag til en global oppvarming ved utslipp av karbondioksid. Kilde: World Resources Institute, http://newsroom.wri.org/wrifeatures_print.cfm?NewsletterID=83, 2005-09-01.

2.2 Topografiske kart og tematiske kart

Distinksjonen mellom *temakart/tematisk kart* og *topografiske kart* er kanskje den mest vanlige når vi snakker om forskjellige typer kart. Topografiske kart viser et områdes topografi, dvs. at en søker å framstille terrenget med et utvalg av elementer på en mest mulig balansert måte slik at ingen elementer i kartet blir dominerende i forhold til andre. Topografiske kart i liten målestokk blir også kalt generalkart. På svensk brukes betegnelsen *referenskart*, på engelsk brukes *general reference map*, som begge er gode betegnelser ettersom det sier noe om at hensikten ikke er å belyse et spesielt tema, men heller å være et generelt oppslagsverk om forhold som har med geografien i et område å gjøre. Dette kan være terrengformasjoner, sjøer og elver, infrastruktur, bosetning osv. Ettersom topografiske kart viser terrenget, så er høydeforskjeller et sentralt element. Som regel framstilles dette med høydekurver, men terrengskygge, høydelag og andre metoder, eller kombinasjoner av disse, er også brukt.



Figur 2-9 Topografisk kart av Vest-Afrika og tematiske kart av Afrika. Terrengformer og høydeforskjeller i det topografiske kartet er framstilt med høydelag og terrengskygge. Kilde: *The Intermediate World Atlas*, Hammond 1993.

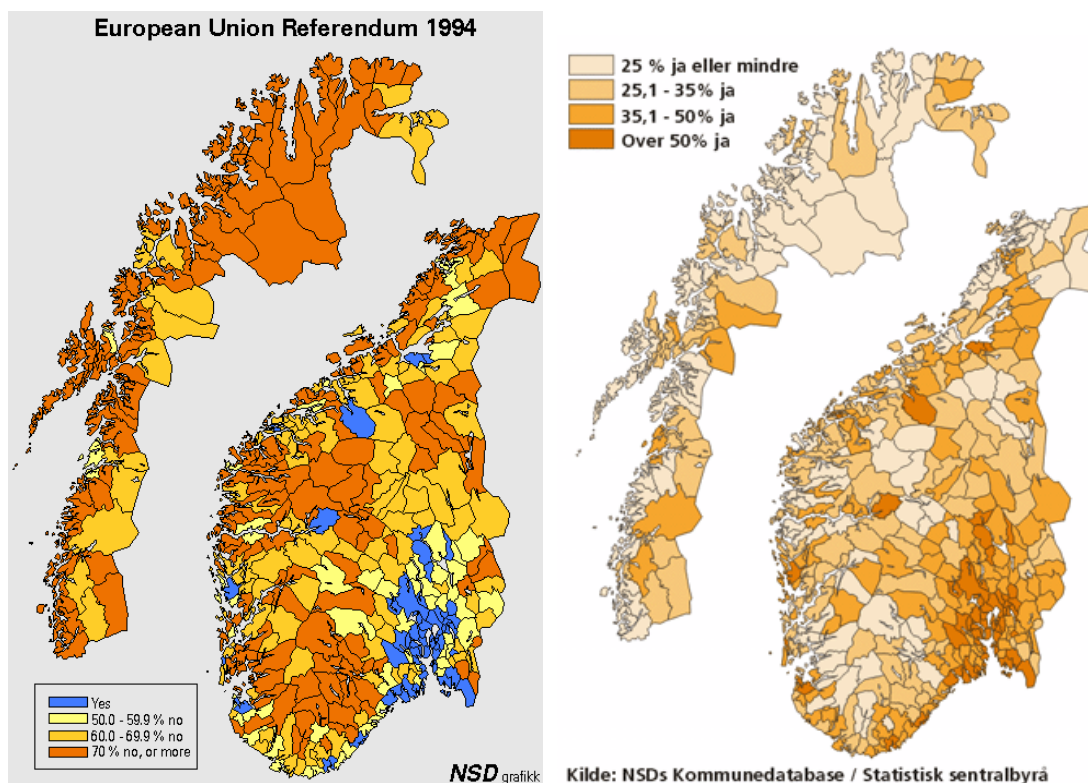
Hensikten med *tematiske kart* er å belyse et bestemt fenomen. Det tematiske kartet viser det romlige mønsteret eller fordelingen av et fenomen eller tema. Tematiske kart kan vise kvalitative fenomener eller kvantitative fenomener.

Grunnleggende så er utviklingen av kart nært knyttet til det å løse offentlige oppgaver. Hvilke oppgaver som kartene skal bidra til å løse har variert. Historisk så har oppgaven med å lage topografiske kart ligget hos nasjonale kartetater. De nasjonale kartetatene har som regel en historie knyttet til militærvesenet, og opprinnelsen til topografiske kart i stor målestokk har gjerne vært å legge til rette for militær planlegging. Detaljert kunnskap om terrenget er viktig i militære sammenhenger.

Derfor er også detaljerte topografiske kart i noen land fortsatt regnet som militære hemmeligheter som allmennheten ikke har tilgang til. I dag er topografiske kart et sentralt redskap i sammenheng med mange forskjellige oppgaver, som planlegging og forvaltning av miljøet. I tillegg så har det topografiske kartet blitt allemannseie til bruk til fritidsformål.



Figur 2-10 Utsnitt av topografisk kart i en karttjeneste på Internett, *Topografisk_norgeskart*, Statens kartverk.

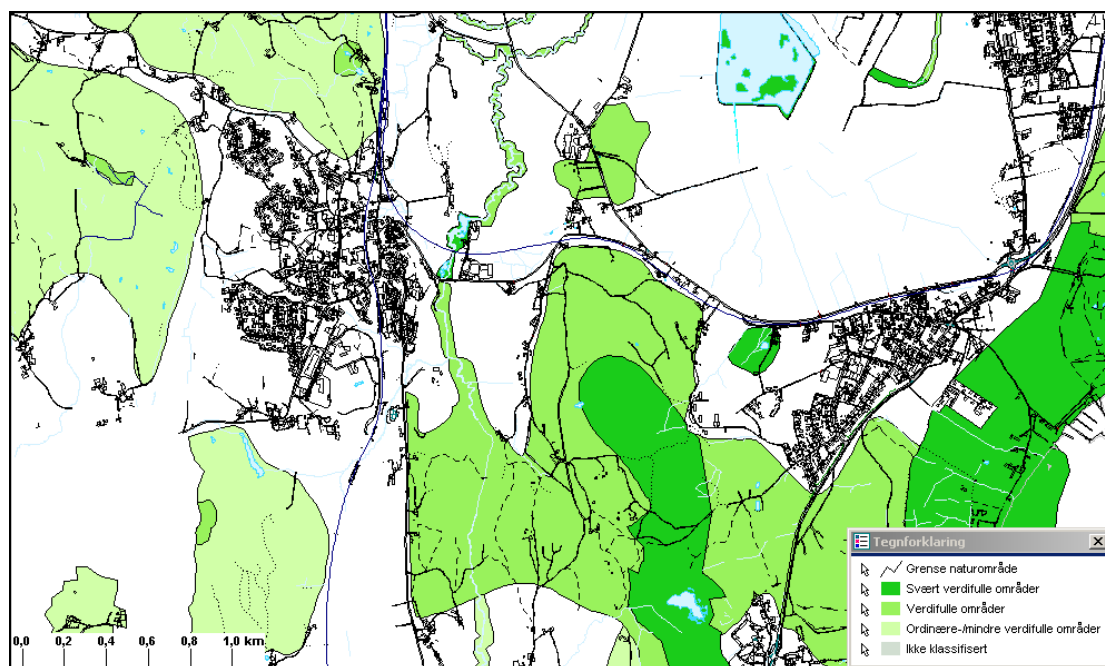


Figur 2-11 Hva forteller de totematiske kartene? Gir de to kartene det samme bildet av situasjonen? Begge kartene har grunnlag i det samme datamaterialet, og det blir vist på det samme kartgrunnlaget. Kartene viser resultatet av folkeavstemningen om medlemskap i EU i 1994. Legg merke til inndelingen med en klasse for «Ja til EU», og tre klasser som viser varierende andel av nei-stemmer i de områdene som hadde flertall mot medlemskap. Kilder: Statistisk sentralbyrå og S-vev, www.s-vev.no.

Tematiske kart har som regel ikke den samme detaljrikdommen som topografiske kart. I dette ligger nettopp noe av hensikten med tematiske kart. Tematiske kart er forenklinger, med den hensikt å belyse et bestemt tema.

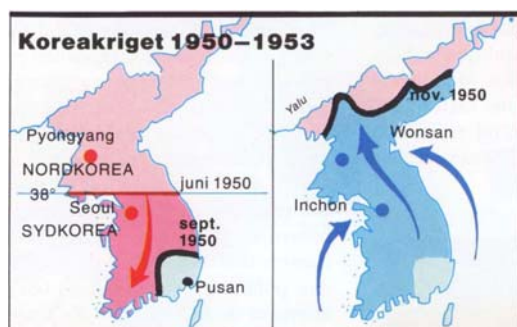
Her er noen andre betegnelser på tematiske kart med forklaring:

- *Analytiske kart.* Framstiller enkeltvis aspekter ved en større enhet som undersøkes.
- *Syntesekart.* Kart der flere tema eller informasjonsvariabler er sammenføyd i ett kart.



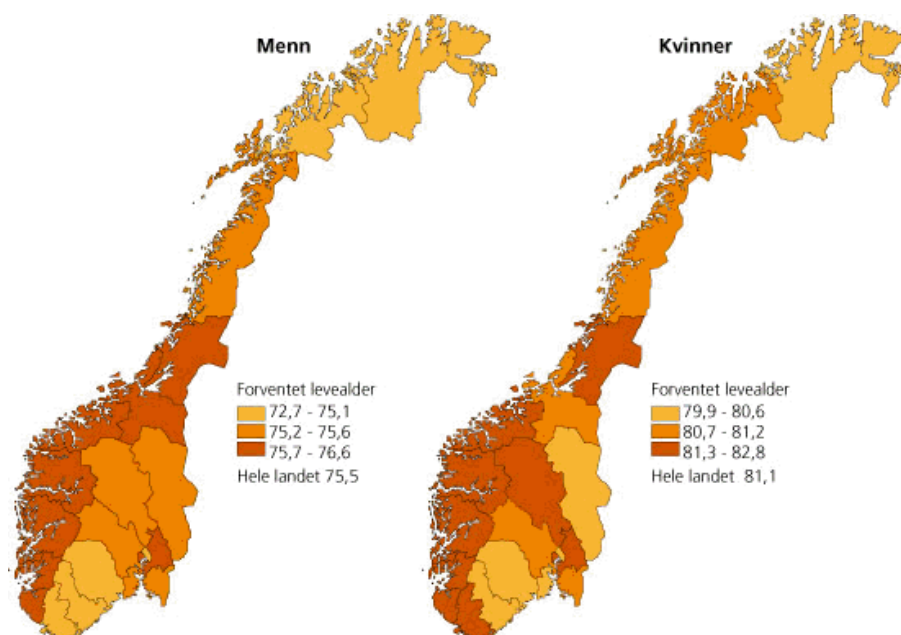
Figur 2-12 Kart som viser naturverdi. Kartet inngår i det norske arealdokumentasjonsprogrammet Arealis. Områder som regnes som svært verdifulle er de med mørkest grønnfarge. Kartet er en syntese av flere andre kart som hver for seg dokumenterer et aspekt ved dette områdets naturverdi. I Arealis inngår det spesifikasjoner på flere syntesekart. Kart som viser naturverdi er en syntese av kart som viser biologisk mangfold, sårbarhet, sjeldenhet, biologisk produksjon, og betydningen av områder som naturressurs. Kilde: Arealis temakartliste, www.statkart.no/arealis.

- *Typologi kart.* Kart der et fenomen eller tema er framstilt som en typologi. En kan for eksempel bruke et kart som viser befolkningsstrukturen i én kommune, som et eksempel for å illustrere befolkningsstrukturen i mange kommuner.
- *Dynamisk kart.* Kart som framstiller fenomener som forandres over tid eller beveger seg i rommet.



Figur 2-13 Dynamisk kart som viser forløpet i Koreakrigen i 1950. Kilde Vidal-Naquet, & Bertin red. (1991), *Atlas över mänsklighegens historia*, Stockholm: Bonnier.

- *Statistisk kart*. Kart som viser kvantitative (ofte sosioøkonomiske) fenomener.



Figur 2-14 Kart fra Statistisk sentralbyrå (SSB) som viser forventet levealder. Dette kartet må kunne betegnes som et *statistisk kart* fordi det framstiller et kvantitativt sosioøkonomisk fenomen. Vi kan også kalle det et *kvantitativt kart*, fordi det viser et kvantitativt tema.

- *Kvantitativt kart*. Kart som framstiller kvantitative fenomener.
- *Kvalitative kart*. Kart som viser ikke-kvantitative fenomener.

I Kapittel 3 blir framstilling av koropletkart, isollinjekart og prikkkart forklart. Dette er tre av de mest brukte teknikkene for framstilling av tematisk informasjon i kart.

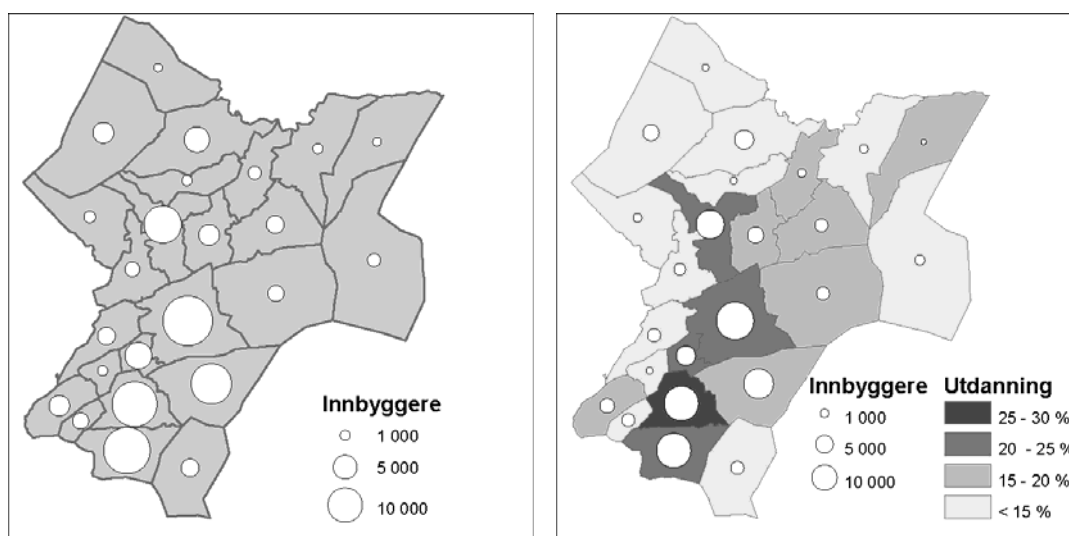
2.3 Inndeling i typer kart etter hva slags funksjon kartet har

Det er vanlig å snakke om forskjellige typer kart etter hva slags funksjon eller bruksområde kartene har. Eksempel på bruksområder kan være at kartet er laget for at vi skal måle verdier i det, kartet kan være laget for orientering på land eller på sjøen, kartet kan være laget for analyseformål eller som illustrasjon til tekst. Navnet på

karttypen peker direkte på bruksområdet. *Vegkart* bruker vi for å orientere oss i ett vegnett, et *bykart* bruker vi til å orientere oss i en by med, *turkart* bruker vi til å orientere oss med i naturen osv.

2.4 Univariate, bivariate og multivariate kart

Et kart som presenterer informasjon om ett tema, eller for å være mer nøyaktig, et kart som viser én informasjonsvariabel, det kaller vi et *univariat* kart. Et kart som presenterer to informasjonsvariabler er *bivariat*, og et kart med flere informasjonsvariabler er *multivariat*.



Figur 2-15 Univariat (med én informasjonsvariabel) og bivariat (med to informasjonsvariabler) kart som viser henholdsvis innbyggertall i Nord-Trøndelag (venstre) og innbyggertall og andelen av voksne personer som har utdanning på høgskolenivå (høgre).

Referanser og videre lesing:

Baudouin, A (1995), *Behandling av geografiske informasjon, I: Bilder og Kart*, Geografisk institutt, Universitetet i Trondheim.

Baudouin, A (2001), *Informasjonsbehandling og kartdesign, kart og Bilde, bd. 2*, Geografisk institutt, Universitetet i Trondheim.

Jones, M. Og Rød, J. K. (1997): *Prikkekart, koropletkart og isolinjekart*. Geografisk institutt, Universitetet i Trondheim.

Kraak, M.-J. Og Ormeling, F. (2003): *Cartography: Visualization of Spatial Data*, Harlow : Prentice Hall
Kap. 3.4 om forskjellige karttyper.

Mathisen, Aikio & Henriksen (1996): *Sámi Atlas – Gaográfalaš ja historijjálaš kárttat*, Romsa/Tromsø.

Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrche, P.C., Kimberling, A.J. og Guptill, S.C. (1995): *Elements of Cartography*, 6th. ed., John Wiley&sons.
Kap. 2 om forskjellige karttyper.

3 Tre teknikker for framstilling av tematiske kart

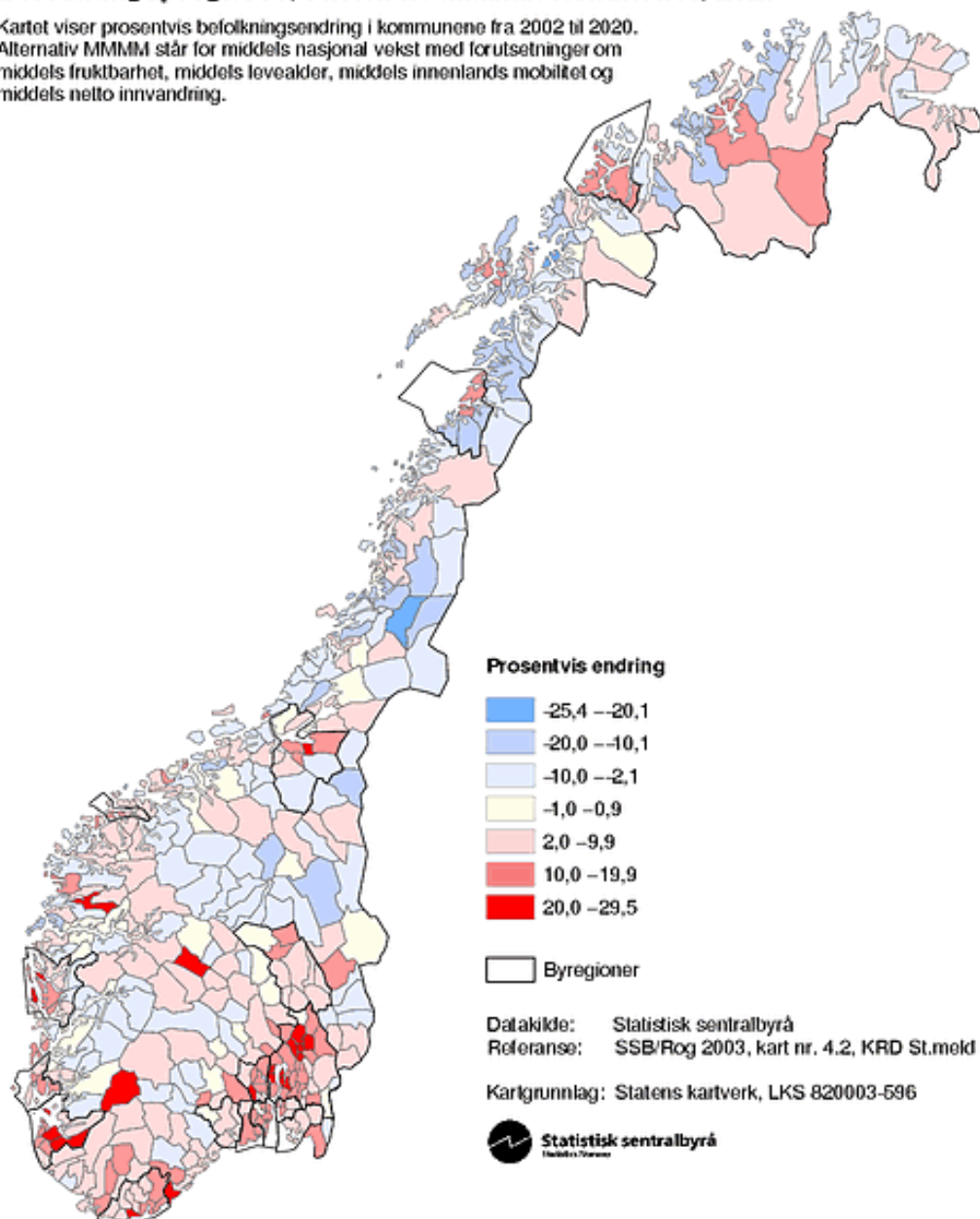
Ivar Svare Holand

Koropletkart, prikkekart og isolinjekart er tre mye brukte teknikker for framstilling av temakart på grunnlag av et tallmateriale. Spørsmålet om hvordan en deler et datamateriale inn i klasser, *klasseinndeling*, er et sentralt tema i forbindelse med det å lage slike kart.

3.1 Koropletkart

Befolkningsprognose, alternativ MMMM. Kommuner, 2020

Kartet viser prosentvis befolkningsendring i kommunene fra 2002 til 2020. Alternativ MMMM står for middels nasjonal vekst med forutsetninger om middels fruktbarhet, middels levealder, middels innenlands mobilitet og middels netto innvandring.



Figur 3-1 Koropletkart fra Statistisk sentralbyrå med prognose for befolkningsutviklingen fram til 2020.

Koropletkart er kart som viser den geografiske fordeling av forekomster/ forhold ved hjelp av *koropleter*. Koropleter er kvantitative arealsymboler som refererer seg til administrative eller andre statistiske enheter, som fyller hele enhetens kartareal.

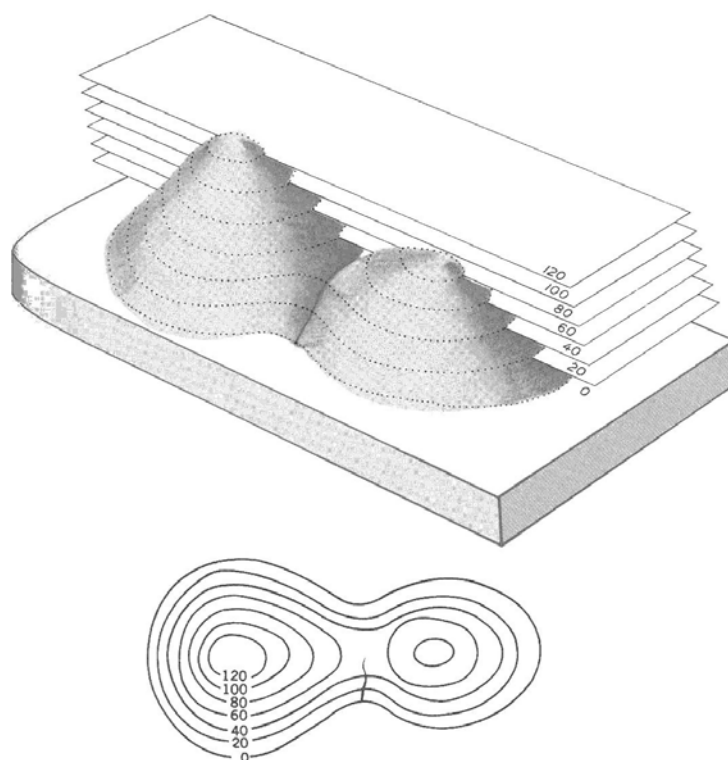
Utbredelseskart har de samme kjennetegn som koropletkart, men i utbredelseskart er informasjonsvariabelen kvalitativ.

Hver arealenhet i kartet fylles med et arealsymbol som angir mengden av forekomsten. Denne mengden skal helst være relativ i forhold til arealet, for eksempel personer per kvadratkilometer, eller poteter per dekar. Konstruksjonen av koropletkart omfatter tre operasjoner.

- 1) Beregning av relative verdier
- 2) Valg av klasseinndeling
- 3) Valg av visuell variabel og grafisk utforming av arealsymbolene.

Kvantiteten på hver arealenhet er representert som en gjennomsnittsverdi for hele enheten, dvs. at man antar at forholdet er ensartet innenfor hver arealenhet. Arealenhetene kan være administrative enheter, eller en annen inndeling, f.eks. ruter i et rutenett.

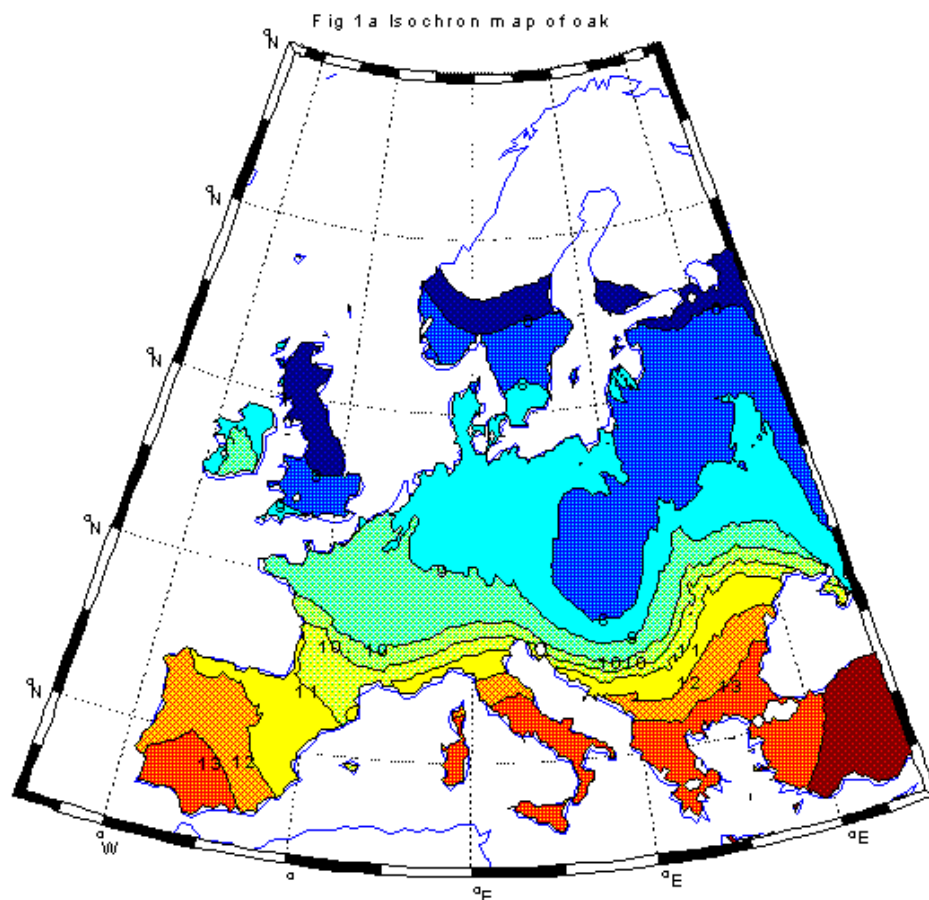
3.2 Isolinjekart



Figur 3-2 Framstilling av topografi ved bruk av isolinjer (Robinson et al.1995).

Et *isolinjekart* er et kart som viser den geografiske fordeling av en kontinuerlig (eller antatt kontinuerlig) variabel ved hjelp av isolinjer. Isolinjer er linjer der alle punkt på

linja har samme (eller antatt samme) verdi. Isolinjer (også kalt *isaritme*) er en måte å gjenskape en 3 dimensjonal virkelighet på en 2-dimensjonal flate. Eksempler på slike 3-dimensjonale fenomener er høyde, nedbørmengde og befolkningstetthet.



Figur 3-3 *Isokronkart, et isolinjekart som viser tidsavstand. Kartet viser eikas spredning i Europa etter siste istid. Tallene på isolinjene viser antallet 1000 år før vår tid at eiketrær fikk fotfeste i de forskjellige områdene. Kart fra prosjektet Synthetic maps of gene diversity and provenance performance for utilization and conservation of oak genetic resources in Europe, <http://www.pierroton.inra.fr/Fairoak/pomap.html>.*

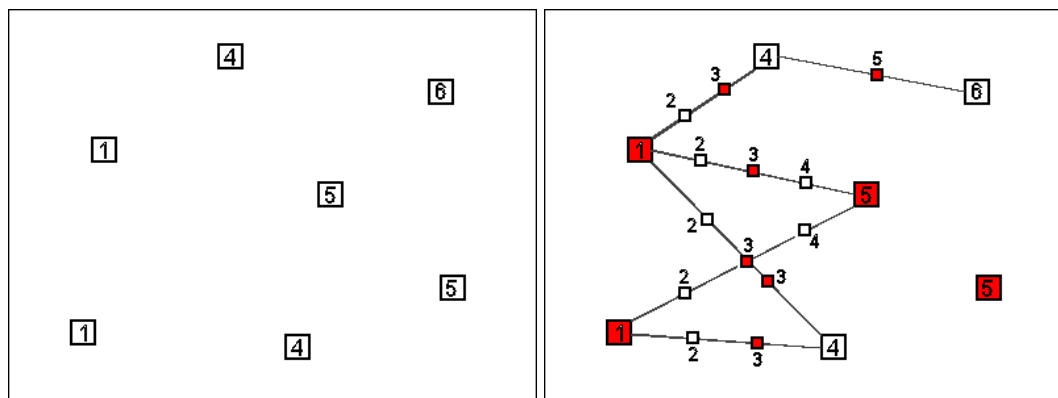
Isolinjekart forutsetter at variabelen er kontinuerlig, dvs. at vi ikke har plutselige sprang i verdi når vi beveger oss rundt i området, og at alle posisjoner har en verdi. Som regel har vi bare målinger fra bestemte steder (stasjoner, punkter) For å finne verdiene mellom målingene må vi interpolere mellom de verdiene som finnes.

Høydekurver er ett eksempel på isolinjer. Ulike typer isolinjer har egne navn, basert på hva de framstiller. Her er noen eksempler:

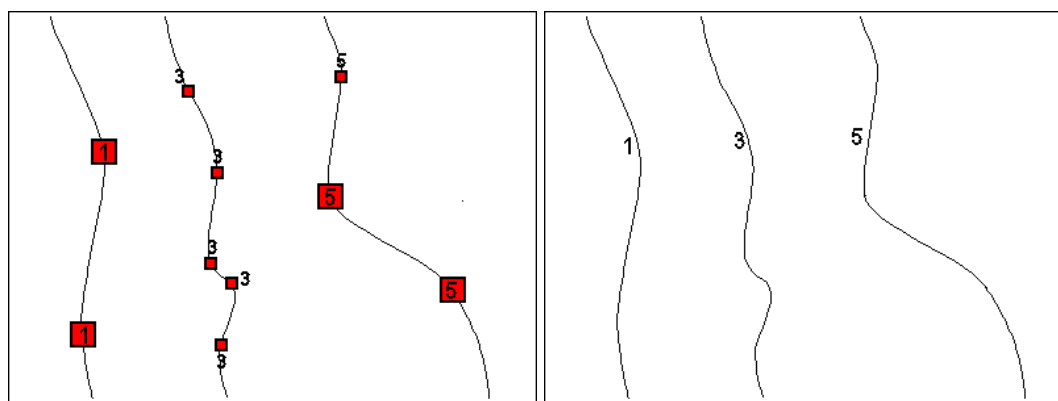
- Isobar – lufttrykk
- Isobase – landhevingshastighet
- Isobat – dybde (batymetrikart er kart som viser havdybde)
- Isogon – magnetisk avvik fra sann nord
- Isokron – tidsavstand
- Isoterm – temperatur
- Isohyet – nedbør

Ved konstruksjon av isolinjekart må tre problemer betraktes:

- 1) Lokalisering av målepunkter
- 2) Valg av isolinjeverdier
- 3) Trekking av isolinjer (interpolering)



Figur 3-4 Eksempel på hvordan isolinjer kan etableres med utgangspunkt i 7 målepunkter med verdier fra 1 til 6. Vi har bestemt oss for at vi skal ha isolinjer der verdien er 1, 3 og 5. Noen av målepunktene har akkurat denne verdien og kan brukes direkte (markert som store røde firkanter), men vi må interpolere mellom målepunktene for å kunne fastslå hvor isolinjene i sin helhet skal trekkes. Ved å tegne en linje mellom målepunktene med 4 og 6 som verdi, øverst i området, kan vi med den antagelsen at verdiene langs denne linjen stiger lineært fra 4 til 6, fastslå at vi har et punkt med verdi 5 mitt mellom de to målepunktene (markert med liten rød firkant). Slik fortsetter vi å interpolere til vi har informasjon til å kunne trekke de tre isolinjene.



Figur 3-5 Isoliner trekkes gjennom alle målepunkt og punkt etablert ved interpolering, som har lik verdi.

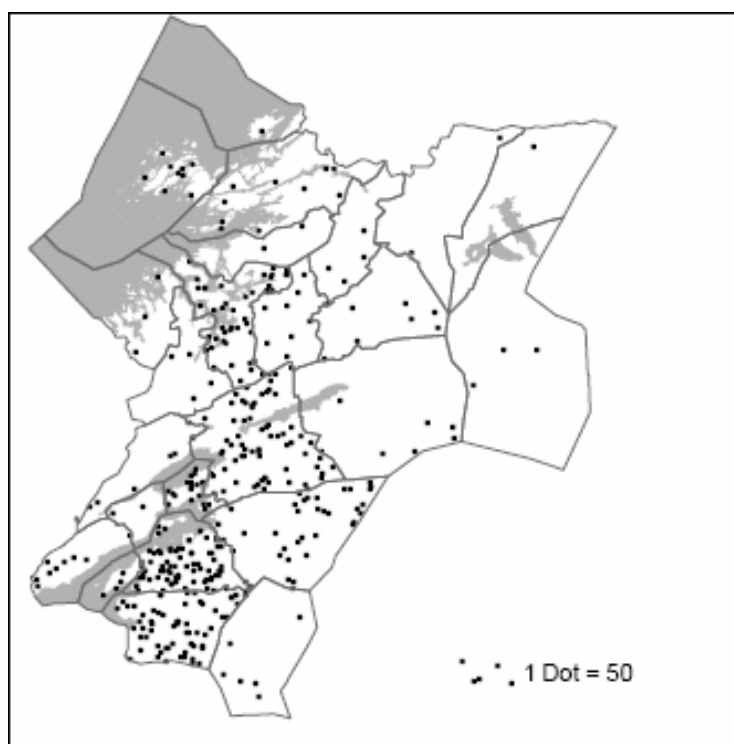
Prinsippet ved isolinjekart er at en 3-dimensjonal intensitetsvariasjon projiseres ned på en todimensjonal flate. Første og andre dimensjon er x og y, altså den geografiske lokaliseringen, mens den tredje dimensjonen er de varierende verdiene for det aktuelle fenomenet, for eksempel høyde eller temperatur. Isoliner kan framstille både faktiske verdier og utledede verdier som gjennomsnittsverdier og prosentfordelinger.

Isoliner gir et godt visuelt inntrykk av kontinuerlige variabelers geografiske fordeling, man unngår «lappeteppe-effekten» som man får ved bruk av koropleter, og isolinjer letter lesing av kart i mindre målestokk gjennom at lokale variasjoner blir generalisert.

En ulempe ved bruk av isolinjer er at lokale variasjoner som ikke kommer fram i det utvalget av målinger som er tatt med, eller som ligger mellom verdiene i isolinjene, ikke kommer fram i kartet.

3.3 Prikkekart

Prikkekart er kart som viser geografisk fordeling av forekomster/forhold ved bruk av gjentatte prikkesymboler med angitt verdi. En prikk kan representere en bestemt mengde, eller størrelsen på prikken kan symbolisere en kvantitet, viktighet, eller annen orden.



Figur 3-6 Antallet innbyggere i kommuner i Nord-Trøndelag (16 år og over) som har utdanning på høgskolenivå, frmlstilt med prikker som hver representerer 50 personer.

Tre hensyn som en må ta ved tegning av prikkekart der en prikk tilsvareer en bestemt verdi:

- 1) Valg av prikkeverdi
- 2) Valg av prikkestørrelse
- 3) Prinsipp for lokalisering av prikkene

Prikkeverdi og størrelse har gjensidig betydning for hverandre. Vi må velge verdi og størrelse slik at prikkene ikke flyter for mye sammen, og slik at de viser fordelings karakter.

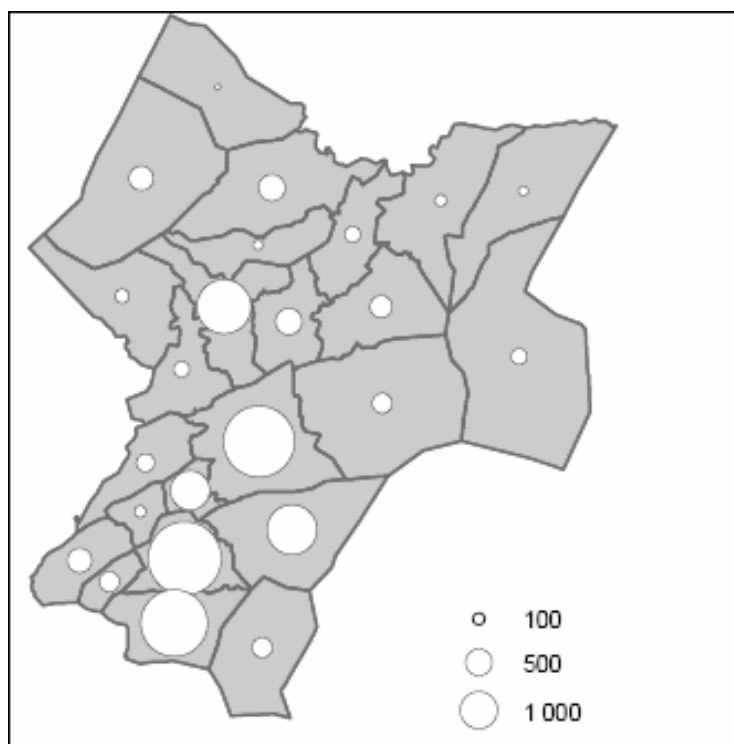
I prikkekart der hvert punkt representerer en bestemt mengde skal det i teorien være mulig å telle prikkene, for å finne der absolutte antallet som prikkene representer, men dette gjøres ikke i praksis. For å få en best mulig visuell framstilling kan en velge en

prikkestørrelse og verdi slik at prikkene akkurat begynner å smelte sammen i de tetteste områdene.

Den beste løsningen for lokalisering av prikkene er at hver prikk er lokalisert der forekomsten befinner seg. Ofte har vi data som er basert på areal. Når en prikk representerer et eller flere areal, plasseres prikken i tyngdepunktet.

To muligheter ved plassering av flere prikker i et areal:

- 1) Prikkene plasseres jevnt fordelt innenfor hvert areal
- 2) Prikkene plasseres etter kjennskap til forekomster innenfor arealenheten.



Figur 3-7 Antallet innbyggere i kommuner i Nord-Trøndelag (16 år og over) som har utdanning på høgskolenivå, framstilt med mengdeproporsjonale prikker. Prikkene størrelse varierer proporsjonalt med antallet personer i kommunen som har utdanning på høgskolenivå.

3.4 Valg av klasseinndeling

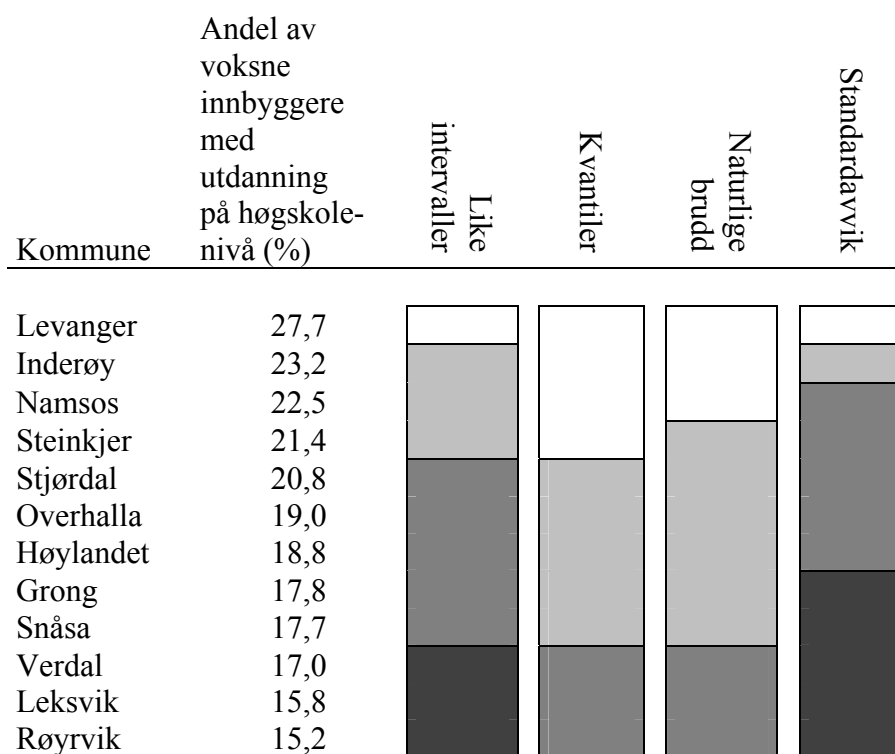
Kart som er laget med et moderat visuelt uttrykk framstår som tillitsvekkende. Kartet er ikke bare et kart, det oppfattes også ofte som en direkte og objektiv avspeiling av virkeligheten. Kart er visuelle budskap som kan ha stor gjennomslagskraft. Dette stiller noen krav om redelighet til oss kartografer.

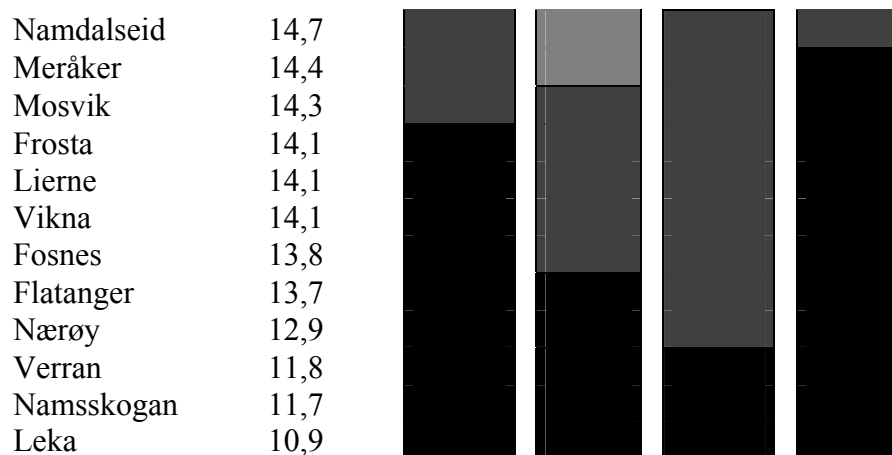
En problemstilling kartografer ofte møter er hvilket antall klasser vi skal dele et datamateriale inn i, og hvordan vi skal vi sette klassegrenser i dette datamaterialet. Dess færre klasser en velger å bruke i et kart, dess større er generaliseringen. Hvis antallet klasser er for stort så kommuniserer kartet dårligere. En bruker å si at det ideelle er 5-6 klasser, at 10-11 klasser er absolutt maksimum, men at det bør være minst 4 klasser. Uansett så må en vurdere dette i hvert enkelt tilfelle.

En generell regel er at vi søker en klasseinndeling som best mulig gjenspeiler datagrunnlaget. Dette gjør vi best med en klasseinndeling der det er størst mulig homogenitet innad i klassen, og størst mulig heterogenitet mellom i klassene. Klasseinndelingen skal altså være slik at det er minst mulig sprik mellom verdiene i én klasse, og at det er størst mulig sprik mellom klassene.

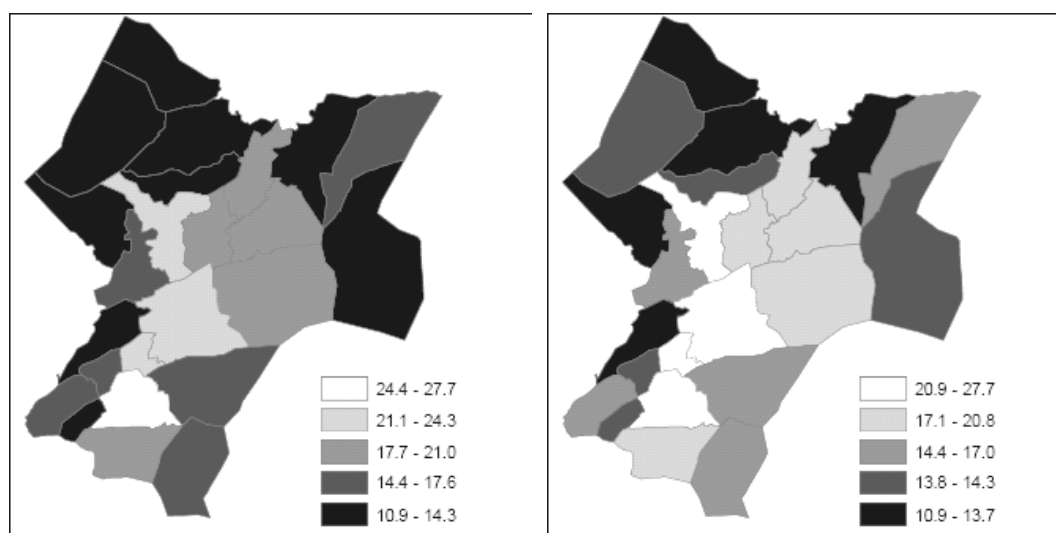
Det bør ikke være klasser uten forekomster, og klassene bør ha omtrent lik størrelse, altså at det er like mange forekomster i hver klasse. I et kart som viser de 24 kommunene i Nord-Trøndelag bør det etter en klasseinndeling være omtrent like mange kommuner i hver klasse, og det bør ikke være klasser uten kommuner.

Tabellen under og påfølgende kart er et eksempel på hvor forskjellige kart kan bli når et datamateriale blir klassieinndelt med forskjellige standard metoder.

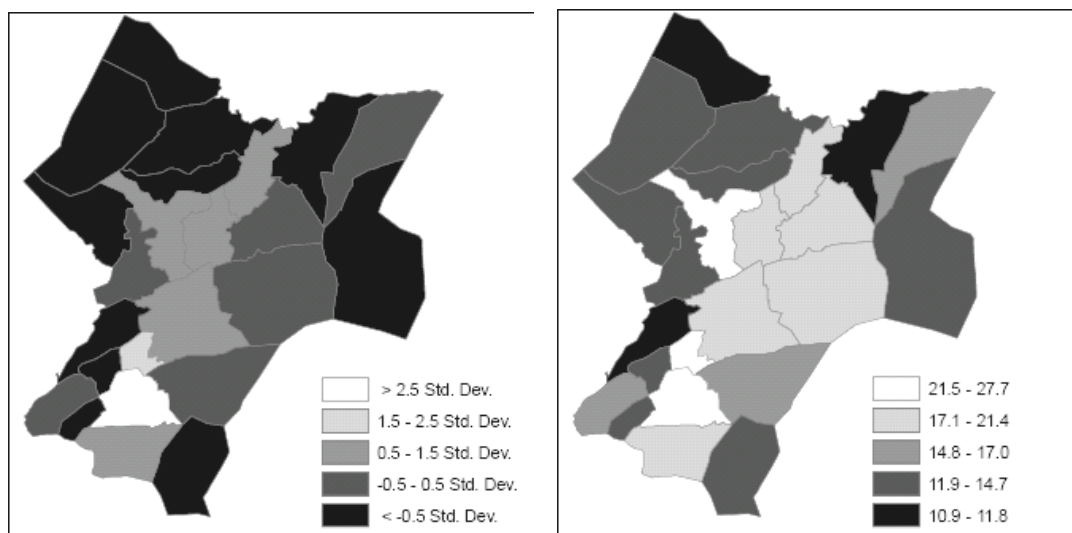




Figur 3-8 Tabell som viser prosent-andelen av innbyggerne i Nord-Trøndelag som har utdanning på høgskolenivå. De skraverete kolonnene viser hvordan tallmaterialet blir inndelt ved bruk av klasseinndelingsmetodene like intervaller, kvantiler, naturlige brudd og standardavvik-metoden.



Figur 3-9 Prosent-andelen av innbyggerne i kommuner i Nord-Trøndelag (16 år og over) som har utdanning på høgskolenivå, frmtilt med henholdsvis like intervall- (venstre) og kvantil- (høyre) inndeling.



Figur 3-10 Prosent-andelen av innbyggerne i kommuner i Nord-Trøndelag (16 år og over) som har utdanning på høgskolenivå, frmlstilt med henholdsvis naturlig brudd, Jenks- (venstre) og standardavvik- (høyre) inndelling.

Noen viktige metoder for å sette klassegrenser er:

Manuell

Klasseinndeling med manuell metode går ut på at en setter klassegrensene selv, manuelt. Det er naturlig å bruke denne metoden når det er et poeng å bruke verdier som er kjente for den som skal lese kartet. I et kart som viser temperaturvariasjon vil en for eksempel ønske å bruke hele gradeverdier i stedet for desimaltall.

Like intervaller

Klasseinndeling etter *likt intervall metoden* går ut på å dele datamaterialet inn i like intervaller. Det er en aritmetisk inndeling med like intervall mellom minimumsverdien og maksimumsverdien i hver klasse. Klassegrensene settes ved at en først finner intervallbredden (maksimumsverdien i datamaterialet minus minimumsverdien), deretter finner en klassebredden ved å dele intervallbredden på det antallet klasser en vil dele datamaterialet inn i.

Intervallbredden i eksempelet over: $27,7 - 10,9 = 16,8$

Klassebredden med 5 klasser: $16,8 / 5 = 3,36$

Klassegrense 1: $10,9 + 3,36 = 14,26$ (klassegrense mellom Frosta og Mosvik)

Klassegrense 2: $14,26 + 3,36 = 17,62$ (klassegrense mellom Verdal og Snåsa)

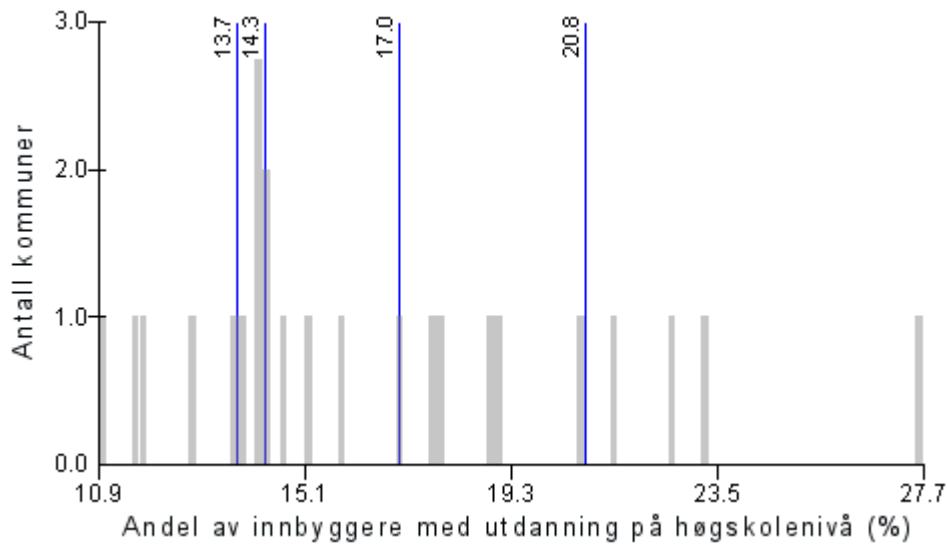
Klassegrense 3: $17,62 + 3,36 = 20,98$ (klassegrense mellom Stjørdal og Steinkjer)

Klassegrense 4: $20,98 + 3,36 = 24,32$ (klassegrense mellom Inderøy og Levanger)

Kvantiler

Klasseinndeling etter *kvantil metoden* går ut på å dele sette klassegrensene slik at det blir likt antall enheter i hver klasse.

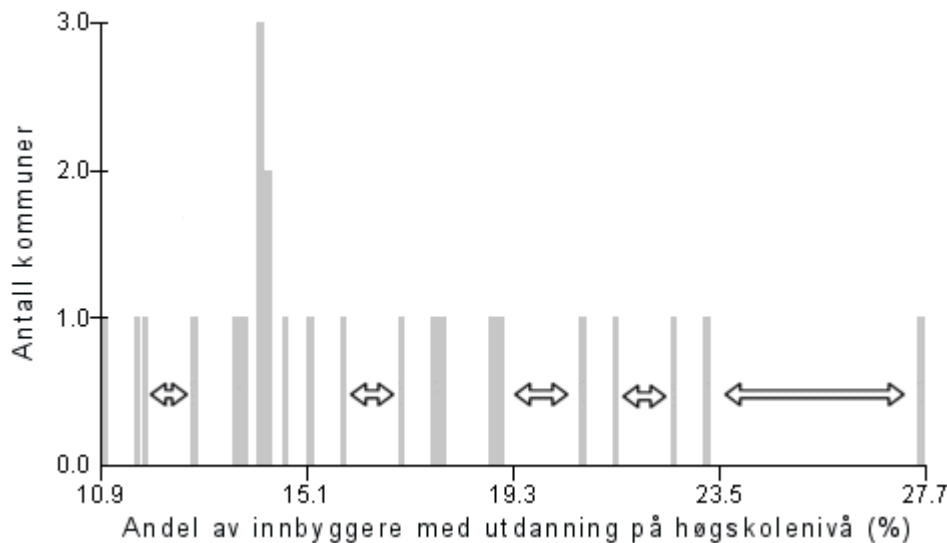
I eksempelet over er det 24 kommuner. Når dette datamaterialet blir delt i 5 klasser får vi fire klasser med 5 kommuner i hver klasse og 4 kommuner i den siste klassen med de høyeste verdiene.



Figur 3-11 Spredningsdiagram (frekvensdiagram) som med grå søyler viser antallet kommuner som har de forskjellige prosentverdiene. De blå strekene viser klassegrensene satt med kvantil metoden.

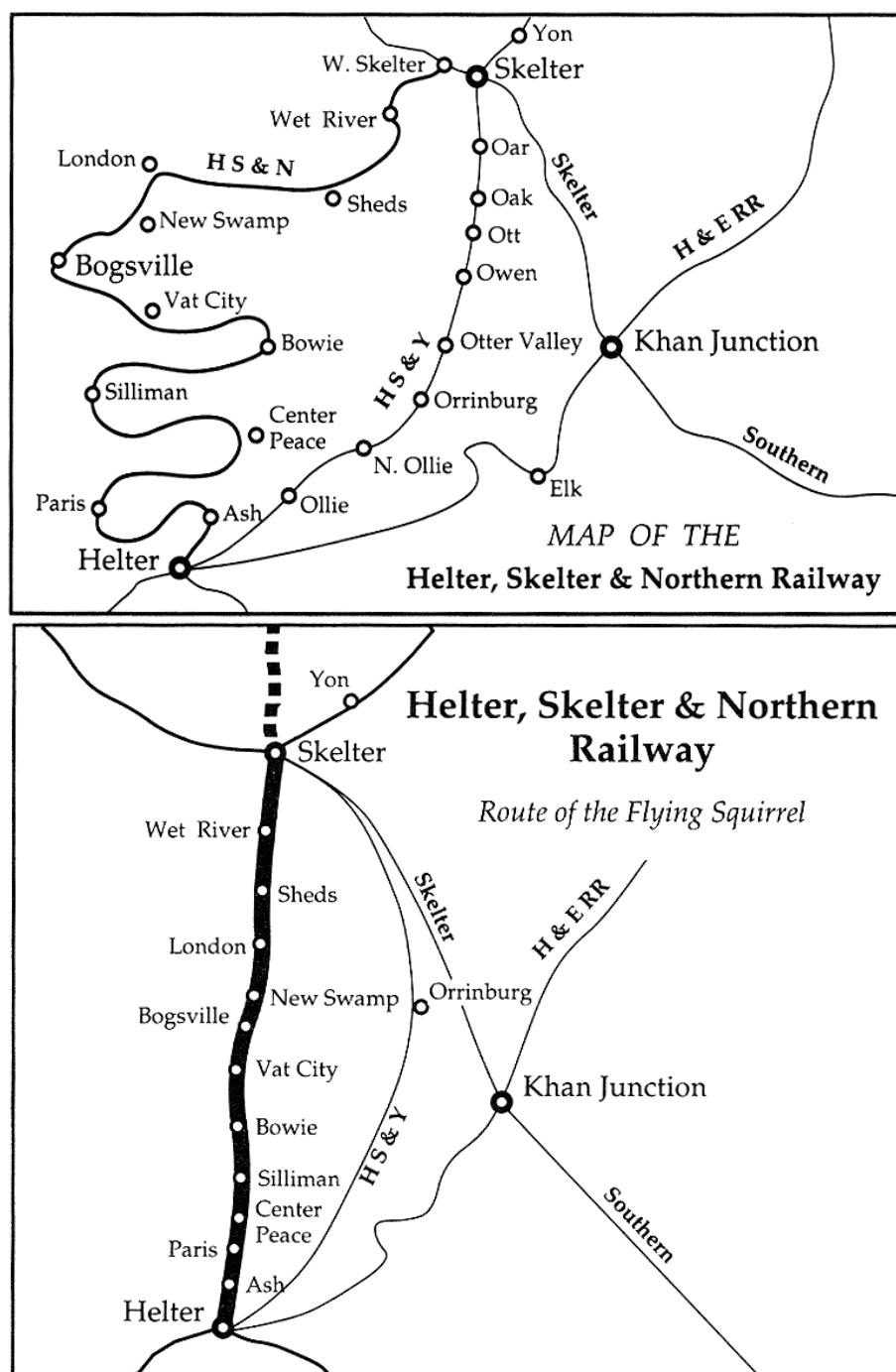
Naturlige brudd

Klasseinndeling etter *naturlige brudd-metoden* går ut på at en først studerer datasettet, og deretter setter klassegrensene der det er store sprang mellom verdiene til enhetene.



Figur 3-12 Spredningsdiagram som viser naturlige brudd i datasettet fra eksempelet over. Brudd i datamaterialet med et sprang på over 1 % er markert med piler. Grå søyler viser antallet kommuner som har de forskjellige prosentverdiene som sier hvor stor andel av befolkningen som har tatt utdanning på høgskolenivå.

En variant av naturlig brudd-metoden er *Jenks metode*. Med Jenks metode blir klassegrensene satt på en måte som gjør at det blir minst mulig forskjell mellom verdiene i hver klasse, samtidig som at det er størst mulig forskjell mellom klassene. Metoden er også kalt *goodness of variance fit* (GVF). Det er denne metoden som er brukt i kartet der kommunene er inndelt med etter naturlige brudd (Figur 3-10).



Figur 3-14 To kart laget for å illustrere hvordan en kan lyve med kart. Det øverste er laget av «jernbane-forvaltningsavdelingen i Helter & Skelter Northern Railway», det nederste av «markedsavdelingen». Kartene er et konstruert eksempel på hva resultatet kan være når etikken ikke er det som står i høysetet hos kartografen. Kartene viser de samme jernbanelinjene, men jernbanelinjene er noe forskjellig utformet i de to kartene. Dette er ett av mange illustrative og til dels morsomme eksempler fra M. Monmonier, How to Lie with Maps, 1996.

Referanser og videre lesing:

Baudouin, A (2001), *Informasjonsbehandling og kartdesign, kart og Bilde, bd. 2*, Geografisk institutt, Universitetet i Trondheim.

Bjørke, J.T 2005. *Kartografisk kommunikasjon*.
www.geoforum.no/forskOgUtdan/kartografisk-litteratur/kartografisk_kommunikasjon.pdf

Dent, B. D (1999): *Cartography, Thematic Map Design*, 5ht edition, Boston : W.C. Brown Publishers.

Jones, M. Og Rød, J. K. (1997): Prikkekart, koropletkart og isolinjekart. Geografisk institutt, Universitetet i Trondheim.

Kimerling, Muehrcke & Muehrcke (2005): *Map use: Reading Analysis Interpretation*. Part I. Map Reading.

Kraak, M.-J. Og Ormeling, F. (2003): *Cartography: Visualization of Spatial Data*, Harlow : Prentice Hall
Kap. 7.3 om klasseinndeling. Kap 7.5 om forskjellige metoder for å lage kart.

Monmonier, M. (1996): *How to Lie with Maps*, 2. utgave, The University of Chicago Press.

Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrche, P.C., Kimberling, A.J. og Guptill, S.C. (1995): *Elements of Cartography*, 6th. ed., John Wiley&sons.
Kap. 25 og 26 om symbolisering i kart.

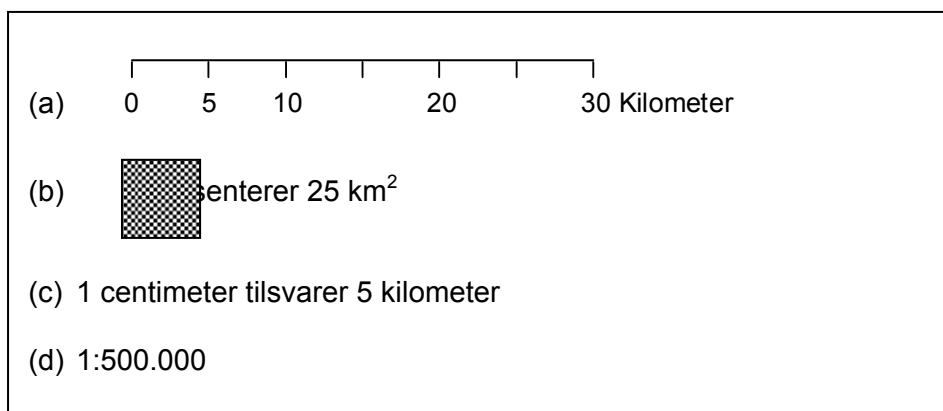
4 Kartets grunnleggende geometriske egenskaper

Guri Markus

Når man skal lage kart over jordoverflata vil det være en avbildning av jorda i en eller annen form. Alle objekter som skal inn i kartet må lokaliseres og overføres til kartet ved hjelp av symboler. Vi må ha et system som angir alle posisjoner på jordoverflata uten at det er noen tvil om hvor det er. Vi må også på en eller annen måte kunne måle vinkler og avstander i kartet for så å finne ut hvilken retning det er og hvor langt dette er på jordas overflate. Til slutt må vi ha et system for hvordan de forskjellige objektene skal symboliseres i kartet. De fleste vet at jorda ikke er flat slik et kart vanligvis er. Jorda er en dobbeltkrum flate som ikke lar seg brette ut uten at vi må deformere overflata. Dette har vært en utfordring helt siden man begynte å lage kart som dekker større områder. Kart vil derfor få en del geometriske egenskaper som er avhengig av hvordan vi overfører posisjoner fra jordoverflata til kartet. Det finnes ikke en enkeltstående løsning på denne utfordringen. Dette kapitlet vil ta for seg for de geometriske egenskapene i kartet, bakgrunnen for egenskapene og følgene disse egenskapene kan få for bruken av kartet.

4.1 Målestokk

En vesentlig egenskap i ethvert kart er Målestokken (også kalt skala). Tilnærmet alle geografiske kart er en forminskning av jordoverflaten. Målestokken er målet på forholdet mellom en lengde i kartet og den tilsvarende lengden i terrenget (horisontalprojeksjonen til lengden). Dersom vi har en målestokk på 1:500 vil dette bety at en cm på kartet tilsvarer 500 cm = 5 m i terrenget. Skala til et kart kan vises på forskjellige måter. **Feil! Fant ikke referanseskilden.** viser fire forskjellige måter å angi skala. **Feil! Fant ikke referanseskilden.** (a) viser grafisk hvor lang distansen er. **Feil! Fant ikke referanseskilden.**(b) viser grafisk et areal i kartet med angivelse av hvor stort areal dette tilsvarer på jordoverflaten. **Feil! Fant ikke referanseskilden.**(c) viser en verbal beskrivelse av målestokken og **Feil! Fant ikke referanseskilden.**(d) viser det matematiske forholdstallet som utgjør kartets målestokk.



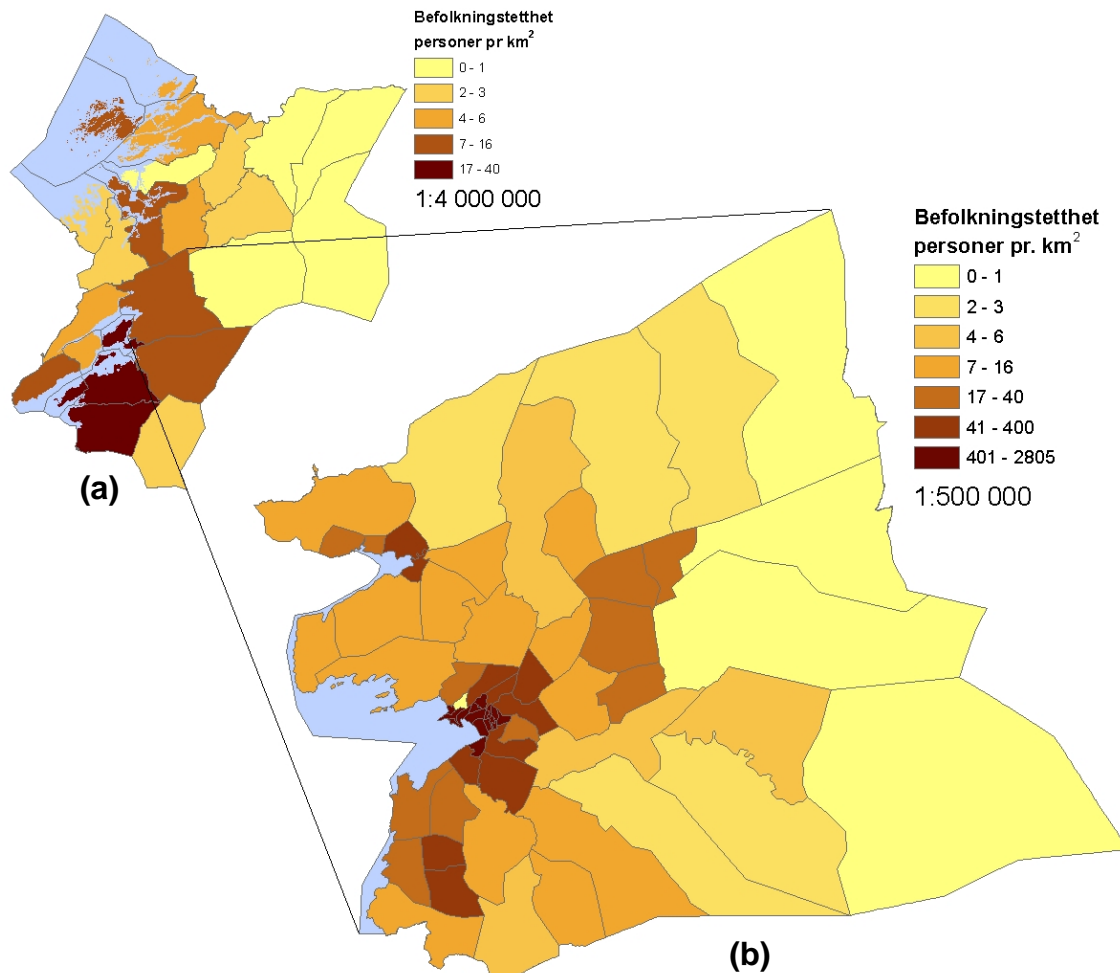
Figur 4-1 Fire forskjellige måter å vise skalaen i kartet: (a) og (b) er grafiske, (c) er verbal og (d) forholdstall

Det kan oppstå forvirring omkring begrepene liten og stor målestokk. Vanligvis når man snakker om stor skala, vil man assosiere med store arealer. Tilsvarende assosiasjon vil man få med liten skala og lite areal. Når man snakker om skala i et kart er det snudd på hodet. Relativt store arealer som skal inn på et lite kart vil gi liten målestokk, og relativt små arealer som skal inn på store kart gir stor målestokk. Denne forståelsen kan best forklares matematisk :

Betegnelsen 1:500 er et forholdstall som også kan skrives som $\frac{1}{500} = 0,002$.

Dette er et større tall enn ved målestokken $1:100.000 = \frac{1}{100000} = 0,00001$.

Vi sier derfor at 1:500 er en større målestokk enn 1:100.000. Figur 4-2 viser et oversiktskart over Nord-Trøndelag i forholdsvis liten målestokk, og et mer detaljert kart over en utvalgt kommune i større målestokk. Et kart i stor målestokk vil ha bedre plass til detaljer og detaljene i kartet kan gjengis med en bedre nøyaktighet enn i et kart med liten målestokk. Jo større målestokk vi har jo mer detaljert kan kartet være.



Figur 4-2 Befolkningstetthet i kommuner i Nord-Trøndelag vist i målestokk 1:4.000.000 (a) og befolkningstetthet i grunnkretser i Steinkjer kommune vist i målestokk 1:500.000 (b)

Det at vi bruker digitale kartgrunnlag er en utfordring i denne sammenhengen, fordi brukerne selv kan velge hvilken skala kartet skal skrives ut i. Digitale kartdata er ofte laget tilpasset en bestemt skala. Dersom vi har kartgrunnlaget til Norge 1:50000 er innholdet i kartet naturlig nok tilpasset å skulle skrives ut i målestokk 1:50000. Men kartet vil fungere innenfor målestokkene 1:20000 – 1:100000. Blir målestokken mindre enn dette vil detaljene flyte inn i hverandre og bli uoversiktlige. Ved større målestokker vil detaljene bli for grove og vi får for få detaljer med i kartet. Digitale løsninger for zoombare² kart organiserer ofte dette slik at det i databasen er lagret kartdetaljer som er tilpasset flere forskjellige skalaer. De detaljene som blir hentet frem på skjermen er de som er best tilpasset den målestokken brukeren velger. Dette gjelder både kartmotorer som finnes på internett og andre digitale innsynsløsninger.

Det er viktig å merke seg at kart som er en plan avbildning av jordoverflaten alltid vil ha forskjellig målestokk i ulike deler av kartet. Dette er fordi jordoverflaten er en dobbeltkrumm flate som ikke lar seg brette ut til et plan. Dette er beskrevet nærmere i kap.4.2.3. Dersom det er et kart i relativt stor målestokk vil det være mindre forskjeller enn for et kart med liten målestokk.

4.2 Referanserammer

Det som gjør at geografisk informasjon har en særegenhet i forhold til andre typer informasjon er at informasjonen er stedfestet. Stedfesting av objekter og fenomener i tilknytning til jordkloden kalles *georeferering*. I kartleggingsprosessen trenger vi verktøy for å lokalisere objekter og fenomener på jordoverflata, slik at vi kan få overført disse til kartet på en entydig måte. Verktøyet må også kunne brukes til å lokalisere de objektene som er i kartet og finne igjen plasseringen på jordkloden. Dette verktøyet kalles *referanseramme*, og det finnes mange forskjellige referanserammer. Dersom vi skal kombinere flere kart, må disse ha felles referanseramme eller muligheter for å transformere mellom de ulike referanserammene³. Kunnskap om jordas form og størrelse er viktig i denne sammenhengen og betegnes *geodesi*. En matematisk tilnærming av jordas form kalles for *geodetisk datum*, og dette vil ofte ha en form som en ellipsoide (en flattrykket kule). Detaljer som kan plasseres på denne modellen av jordkloden må gjennom en *projeksjon* for å kunne tegnes ned på et flatt kart.

Vi kan skille mellom *diskrete referanserammer* og *kontinuerlige referanserammer*.

Diskrete referanserammer

Diskrete referanserammer knytter objektene opp mot faste enheter som deler inn jordoverflaten på en bestemt måte. Dette kan være stedsnavn, adresser, administrative enheter som skolekrets, grunnkrets eller kommune. Andre eksempler er inndeling i rutenett, med indeksering (nummerering og koding av rutene). Objektet kan da fastsettes til å ligge innenfor grensene til en enhet, men plassering innenfor enheten vil være ukjent.

² At et kart er zoombart betyr at det er mulig å endre skalaen i kartet.

³ Mange GIS-systemer har integrert transformasjonsformler for å kunne transformere mellom kjente referanserammer.

Kontinuerlige referanserammer

Kontinuerlige referanserammer baserer seg på at vi skal kunne bestemme posisjoner til objekter og fenomener der det i utgangspunktet kan være ubegrenset nøyaktighet. Dvs. nøyaktigheten er ikke avhengig av referansesystemet, men av målemetoden. En global kontinuerlig referanseramme er bygd opp slik at alle punkter på jordoverflaten kan defineres, og være unik slik at det er gjenfinnbart både på kartet og i virkeligheten.

En kontinuerlig referanseramme består av:

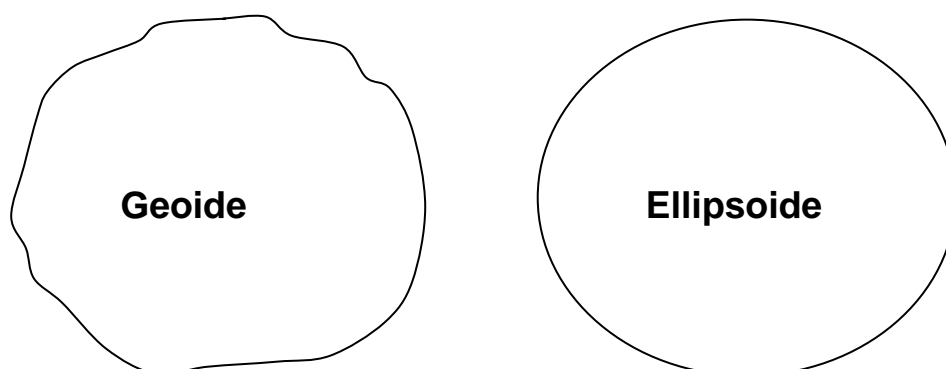
Enten bredde og lengdegrader (Det geografiske referansesystem) og datum

Eller X-, Y- og Z-verdi i et tredimensjonalt koordinatsystem, for eksempel et geosentrisk system med origo i jordas sentrum.

Eller rettvinklet koordinatsystem (øst-vest-verdi, nord-sør-verdi og evt. høyde-verdi), kartprojeksjon og datum

Kapittel 4.2.1 til 4.2.4 tar for seg elementene som kan inngå i en kontinuerlig referanseramme.

4.2.1 Jordas form



Figur 4-3 Jordas form som en geoid. Geoiden har en uregelmessig form som er tilnærmet lik en rotasjonsellipsoide (formasjonsvariasjonene i geoiden er sterkt overdrevet). Ellipsoiden som vi bruker når vi lager kart, har en regelmessig form.

«If the earth were the size of a bowling ball, it would be smoother than any bowling ball yet made.» (A. H. Robinson et al., 1995)

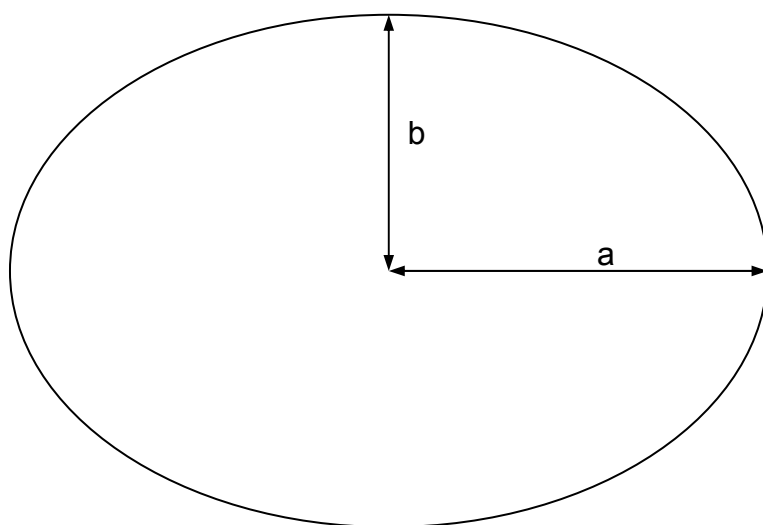
Likevel er det behov for å finne en enda mer presis form på jorda. Jorda har ikke en matematisk bestemt form. Den er tilnærmet en kule som er flattrykket ved polene. I realiteten har jorda en uregelmessig form som gjør at avstand fra midten av jorden til jordoverflata varierer rundt hele kloden. Jorda er heller ikke en konstant form, men den forandrer seg etter hvert som tida går. Men for at vi skal kunne lage kartprojeksjoner og angi eksakte posisjoner trenger vi et referanseplan som er matematisk bestemt.

Geoide

På grunn av at jordas indre masser og jordskorpen varierer rundt jordkloden, vil gravitasjonen variere. Dette fører til at jordens overflate vil få en uregelmessig form. Geoiden er en flate som dannes av middelvannstanden rundt hele kloden, der flaten fortsetter under landområdene i det nivået havet ville vært dersom vannet fikk flyte fritt. Det er gravitasjonskreftene som påvirker geoidflatens form.

Ellipsoide

Den matematisk bestemte formen som er mest lik geoiden er en rotasjonsellipsoide. Denne dannes ved at vi tar en ellipse og roterer denne rundt den lille halvaksen (se Figur 4-4). For å tilpasse rotasjonsellipsoiden til jordkloden må rotasjonsaksen gå gjennom begge polpunktene og jordas sentrum (jordaksen).



Figur 4-4 Ellipse med stor halvakse a og liten halvakse b

Ellipsoiden blir ofte angitt med målene a = ellipsoidens store halvakse og f = ellipsoidens flattrykning, som er gitt ved formelen $f = (a-b)/a$, der b = ellipsoidens lille halvakse.

Datum

Et datum er en fastsatt matematisk bestemmelse av et referanseplan som skal representere jordoverflaten.

Et datum er en tilnærming og en forenkling. For mindre områder kan det opprettes datum som er plane (jorda er flat..). Skal man kartlegge store arealer, slik som kontinenter og verdenskart kan man bruke en kule som referanseplan. Men i tilfeller der det er avgjørende at vi får presise kart, slik som sjøkart og topografiske kart er det mest vanlig å ha et referanseplan formet som en rotasjonsellipsoide. Det finnes en hel mengde definerte datum og ingen er akkurat like. Ellipsoiden kan ha forskjellig orientering i forhold til jordrotasjonsaksen. Sentrum av ellipsoiden kan være plassert på forskjellig sted. Store og lille halvakse kan være forskjellig. Det finnes både regionale datum og globale datum. De regionale datum er opprettet for å fungere bare på deler av jordoverflaten, mens de globale datum er tilpasset brukt over hele jordkloden.

Da det norske NGO-koordinatsystemet ble opprettet ble et NGO –datum definert. Dette kalles for NGO1948. Det bygger på en modifisert Bessels⁴ ellipsoide som er gitt ved $a = 6.377.492,0176\text{m}$ og flattrykning: $1/299,1528$. Ellipsoiden er knyttet til jordoverflaten (geoiden) i et gitt punkt i Oslo Dette datumet er spesielt tilpasset norske forhold. De vil si at ellipsoiden ligger nær geoiden i Norge, men vil i andre deler av verden kunne avvike mye. Dette har i mange år vært Norges offisielle datum og det har tradisjonelt vært brukt bl. a. på økonomisk kartverk.

I Europa ble det opprettet et datum som ble kalt ED50. (Europeisk datum 1950). Denne baserer seg på *den internasjonale ellipsoide* fra 1924 der $a = 6.378.388,0\text{m}$ og $f = 1/297$. Det knyttes til geoiden i et punkt i Postdam. Det norske forsvaret ble gjennom NATO-samarbeidet pålagt å bruke ED50. Kart i hovedkartseriene «Norge 1:50.000» (tidligere M711) og «Norge 1:250.000» (1501) baserte seg derfor på dette datumet.

Etter at GPS-teknologien gjorde sitt inntog i oppmålingssammenheng blir det globale WGS84 (World Geodetic System 1984) opprettet. Ellipsoiden til WGS84 har $a = 6.378.137\text{m}$ og $f = 1/298,257$. Ellipsoiden er knyttet til jorden i jordsentrum og orientert i forhold til satellitter som går i bane rundt jorden. I Europa har vi en egen tilpasning av WGS84. I 1989 ble det gjennomført en storstilt innmålingsaksjon i flere europeiske land. En hel del punkt ble målt inn og *låst fast* i forhold til WGS84. Denne spesialversjonen kalles EUREF89. Dette er nå det offisielle datum i Norge og alle nyere kart i de offisielle kartseriene kommer ut i dette datumet. Det er også et mål at alle kommuner etter hvert skal bruke dette datumet i sine kartsystemer.

Dersom vi bruker feil datum. For eksempel koordinater med ED50 sammenlignes med koordinater med EUREF89, kan vi få feil på flere hundre meter.

4.2.2 Det geografiske referansesystem

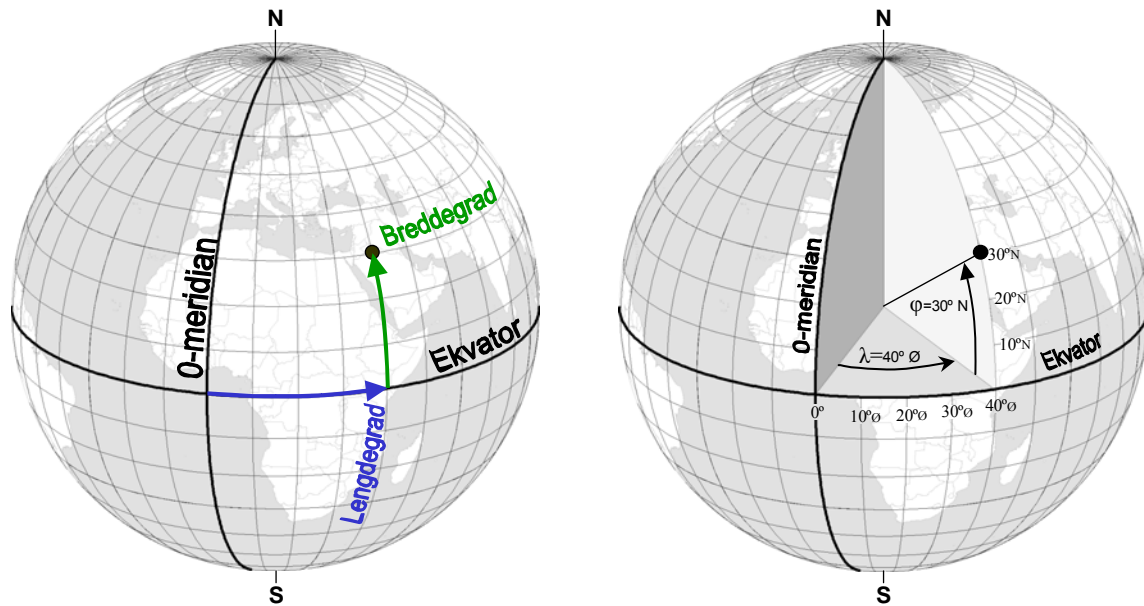
Geografiske koordinater definerer et sted på jordas 3-dimensjonale overflate, med utgangspunkt i et gitt datum (kule eller ellipsoide). Breddegrader og lengdegrader blir målt som vinkler med utgangspunkt i ekvatorplanet og planet som går gjennom 0-meridianen.

Ekvator er linjen som dannes av alle punktene på kula/ellipsoiden som ligger like langt fra begge polpunktene. *Ekvatorplanet* er det planet som dannes når man legger en plan flate som går gjennom hele ekvatorlinjen. Ekvatorplanet står vinkelrett (90°) på jordaksen. *0-meridianen* er linjen som går fra nordpolpunktet til sørpolpunktet gjennom Greenwich i England.

Måleenhet for det geografiske gradnettet er angitt i grader ($^\circ$), minutter ($'$) og sekunder ($''$), der $1 \text{ grad} = 60 \text{ minutter}$ og $1 \text{ minutt} = 60 \text{ sekunder}$. Dersom vi tar utgangspunkt i at datum dannes av en kule vil vi ha en beskrivelse av vinkelen fra jordas sentrum.

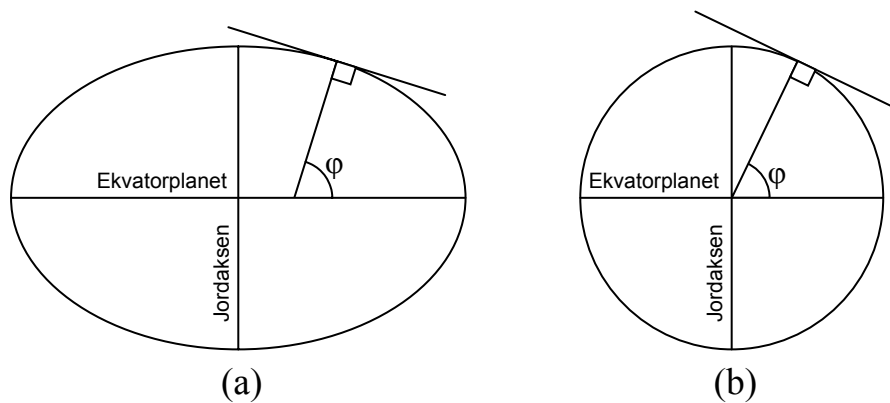
⁴ Bessels ellipsoide fra 1841 med $a=6.377.397,155$ og $f=1/299,1528$. Denne er modifisert i NGO48 pga. at «oppmålingsmeteren» som ble brukt i Norge på den tiden avviker fra den «internasjonale meteren».

Med koordinater menes et sett av tallverdier som definerer et punkts beliggenhet i et koordinatsystem. Med geografiske koordinater mener vi koordinater angitt ved breddegrader(φ) og lengdegrader (λ), se Figur 4-5.



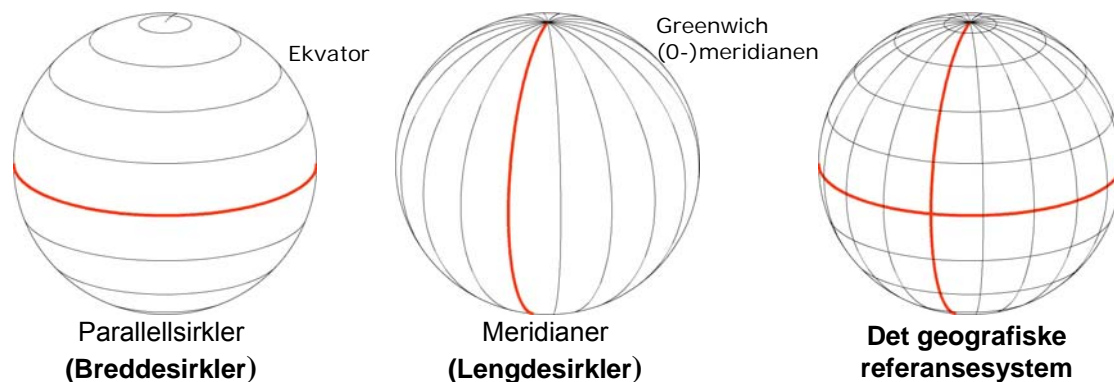
Figur 4-5 Det geografiske koordinatsystemet baserer seg på lengde- og breddegrader

Breddegrader angir hvor langt nord eller sør for ekvator posisjonen ligger. Ekvator ligger ved 0° , polenes breddegrad er 90° . Vi må da angi om det er nordlig eller sørlig bredde for å vite om punktet ligger nord eller sør for ekvator. Vi opererer altså med breddegrader innenfor intervallet $0-90^\circ$ Sør eller $0-90^\circ$ Nord. *Parallelsirkler* (breddesirkler) er sirkler som er parallell med ekvator. Langs en parallelsirkel ligger vi hele tiden ved samme breddegrad. Ethvert punkt på jordoverflaten ligger ved en parallelsirkel. Diameteren på parallelsirklene blir mindre og mindre jo lengre fra ekvator en kommer. Vinkelen som danner breddegraden finner vi dersom vi tenker oss en linje som går vinkelrett på referanseplanet gjennom det aktuelle punktet. Når denne linjen treffer ekvatorplanet dannes vinkelen. Dersom referanseplanet er en kule vil linjen treffe sentrum av jordkloden. Er derimot referanseplanet en ellipsoide vil linjen treffe ekvatorplanet et annet sted enn jordsentrum (se Figur 4-5 og 4-6)



Figur 4-6 Breddegrader(φ) målt på en ellipsoide(a) og på en kule(b). Flatrykkingen på ellipsen er sterkt overdrevet

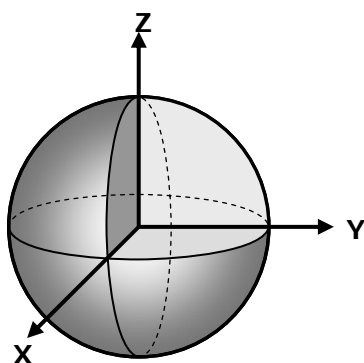
Lengdegrader angir hvor langt øst eller vest for nullmeridianen en posisjon ligger. *Meridianer*⁵ eller lengdesirkler går korteste veg fra nordpolen til sørpolen og danner en halv sirkel/ellipsebue. Meridianene står vinkelrett på ekvator og parallellsirklene. Langs en meridian ligger vi hele tiden ved samme lengdegrad. Ethvert punkt på jordoverflaten ligger ved en meridian. Lengdegradene rundt hele jorda er delt inn i 360°. Den meridianen som går gjennom Greenwich i England ligger ved 0° og kalles nullmeridianen. Vi angir lengden i grader øst for nullmeridianen eller vest for nullmeridianen, altså innenfor intervallet 0-180° vest eller 0-180° øst. Vi kan si det slik at vinkelen som angir en lengdegrad dannes ved en linje som går fra punktet der ekvator treffer 0-meridianen og vinkelrett inn mot jordsentrum og tilbake langs ekvatorplanet til det punktet der ekvator treffer den lokale meridianen (se Figur 2-5).



Figur 4-7 Parallellsirkler og Meridianer danner det geografiske referansesystemet

Til sammen danner de koordinatsystemet som vi bruker for å angi et steds beliggenhet på jorda (se Figur 2-7). Det betyr at ethvert sted så går det en meridian og en parallellsirkel. Breddegraden skal alltid angis først, - slik at en unngår misforståelser. De geografiske koordinatsystemet er et meget gammelt referansesystem. Grekerne benyttet dem noen hundre år før f. Kr.

3-dimensjonalt koordinatsystem



Figur 4-8 Geosentrisk koordinatsystem.

Punktet på jordoverflaten kan bestemmes ved at vi danner et tredimensjonalt koordinatsystem. Hvert punkt blir bestemt ved at det får X-, Y- og Z- verdi fra dette koordinatsystemet. Dersom man velger å plassere origo i jordas sentrum kalles dette for et geosentrisk koordinatsystem. Denne typen referanseramme brukes ved GPS-målinger.

⁵ Ordet meridian kommer fra det greske ordet merides som betyr noon eller midt på dagen. Opprinnelsen kommer antageligvis fra Anaximander (ca. 500 år f.Kr.) som gjorde en rekke forsøk med solstråler. Blandt annet plasserte han en straur vertikalt på flat bakke, da observerte han at solen kastet kortest skygge midt på dagen og da gikk skyggen i en nord/syd retning.

Verken det geografiske referansesystemet eller det 3-dimensjonale systemet kan overføres direkte til et plant kart. Derfor trenger vi også et referansesystem som kan overføre de tredimensjonale punktene til en todimensjonal flate. Til dette trenger vi projeksjoner.

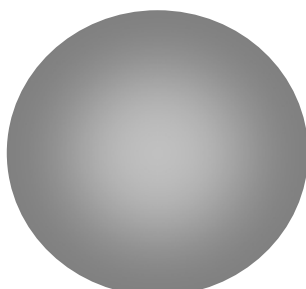
4.2.3 Projeksjoner

En sylinder eller kjegle er enkeltkrumme flater som lett lar seg brette ut til plane todimensjonale flater. Jorda har derimot en tredimensjonal form som har krumninger langs to retninger. Vi sier at jordoverflaten er dobbelkrum. En dobbelkrum flate lar seg ikke brette ut uten at den blir deformert.

Dette kan illustreres tydelig med skrellet fra en appelsin, - det vil ikke kunne ligge plant uten at skallet revner og flatene i skallet rives fra hverandre. Det vil derfor være helt umulig å danne en sammenhengende plan flate av hele appelsinskallet. Vi kan heller ikke lage en sammenhengende plan flate av jordoverflaten. Uansett hvordan det gjennomføres vil det oppstå feil.

Globusen har også en dobbelkrum form og er derfor en type kart som kan avbilde store områder uten at vi deformerer jordoverflata vesentlig. Men globusen har bare begrensede bruksfelt, og kan kun lages innenfor begrensede målestokker. Man er derfor avhengig av å lage plane kart.

Dersom vi lager kart over relativt små områder vil jordkrumningen ha lite å bety, men jo større område som skal kartlegges, jo mer vil jordkrumningen innvirke på kartet.



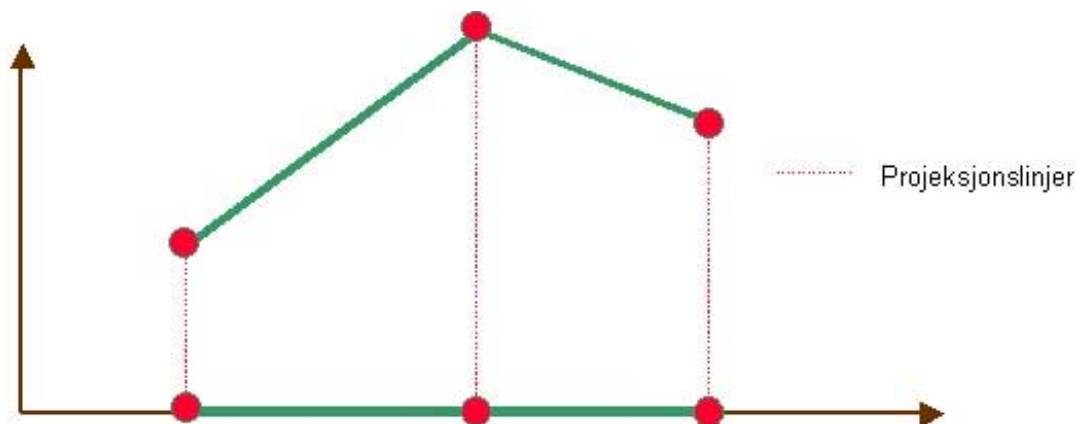
Figur 4-9 Posisjoner må overføres fra en dobbelkrum flate til en plan flate.

Om vi ønsker å kartlegge et større område, vil vi måtte strekke den dobbelkrumme flaten. Men vi forstår at en slik operasjon påvirker kartets egenskaper. De viktigste egenskapene ved kartet som påvirkes er måling av vinkler (retninger), arealer og avstander. Om et kart ble laget etter en så vilkårlig metode som når vi skreller en appelsin og prøver å strekke skallet flatt, ville kartet bli totalt ubrukelig, fordi størrelsesforholdene ville variere fra sted til sted på fullstendig ukontrollert måte. Kart blir derfor konstruert etter strenge matematiske prinsipper som gjør at vi kan sikre at kartets egenskaper med hensyn til vinkler (retninger), arealer og avstander blir bevart på hensiktsmessig måte. Det vil ikke være mulig å bevare alle egenskapene i et og samme kart. Men vi kan bevare en av egenskapene på bekostning av andre.

Alle matematiske modelleringer av jorda er tilnærminger. Men vi trenger matematiske modeller for å utføre projeksjoner. Kartene som resulterer i ulike projeksjoner vil

alltid være beheftet med feil. Spørsmålet blir da hvor store feil som kan godtas og hvilke egenskaper som ønskes bevart i kartet

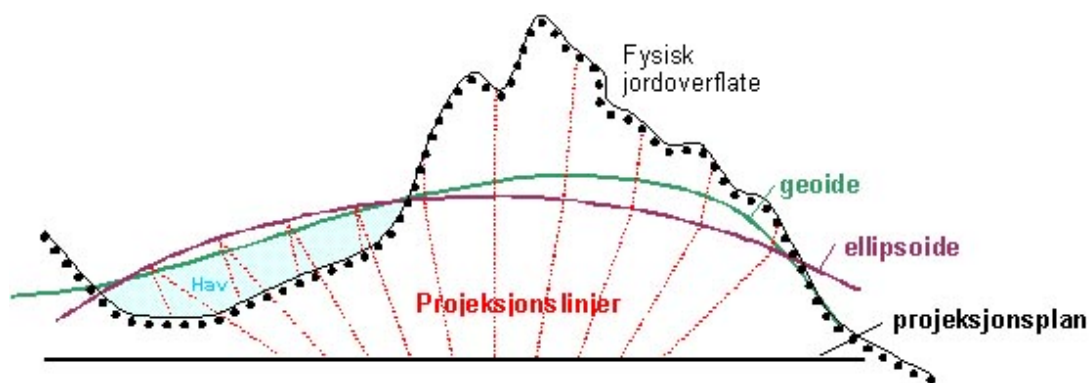
Projeksjon er en avbildning av punkter på jordoverflata til punkter på et plan. Punktene på jordoverflata avbildes på planet ved at de følger definerte projeksjonslinjer. Projeksjon er et matematisk begrep som betyr avbildning av et punkt eller en samling av punkter på en linje eller et plan.



Figur 4-10 Direkte projeksjon fra 2D til 1D.

Figur 4-10 viser det vi kaller en *direkte* projeksjon. En direkte projeksjon har *rette* projeksjonslinjer. En *indirekte* projeksjon dannes på grunnlag av matematiske formler. Vi kan tilsvarende illustrere en direkte projeksjon fra en 3 dimensjonal form til en 2 dimensjonal flate, som når jordoverflaten projiseres til et plan. Tenk dere en globus av glass, der landområdene er tegnet inn. Så plasseres det en lyskilde inne i glassglobusen. Dersom vi holder globusen mot en vegg vil lyskilden føre til at det blir kastet skygger mot veggen. Landområdene som er tegnet inn på globusen vil bli synlig på veggen. På grunn av globusens form vil det ikke være mulig å se mer enn halvparten av den på en gang. For å projisere hele globusen til en plan flate må en derfor benytte indirekte projeksjon. Det samme gjelder jordoverflaten.

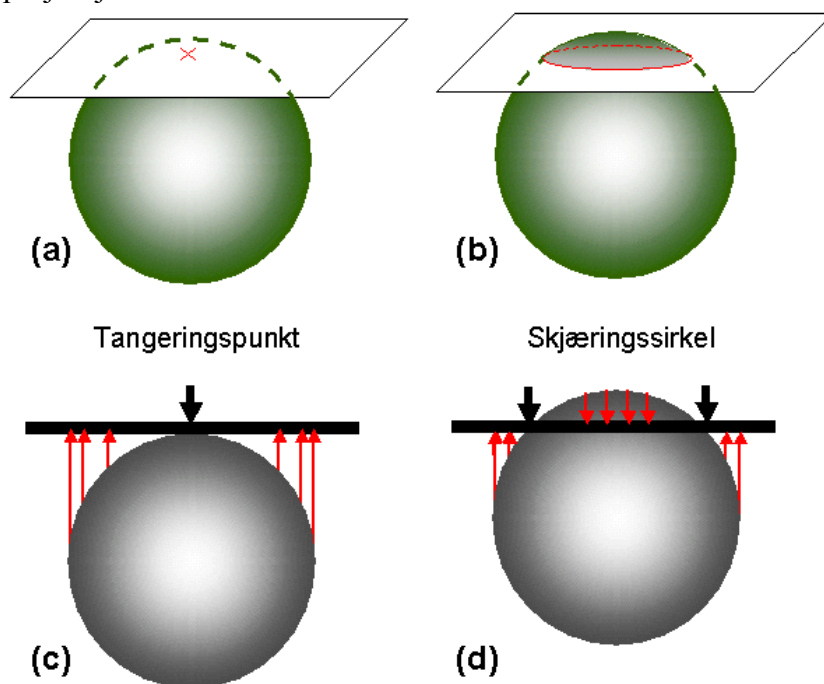
Kartprojeksjoner innebærer at punkter blir projisert fra jordoverflaten til en utbrettbar flate, og siden blir denne utbrettbare flaten brettet ut. En slik utbrettbar flate kaller vi projeksjonsplan. I kartprojeksjoner blir det benyttet tre typer utbrettbare flater eller projeksjonsplan; plan, kjegle og sylinder og vi har dermed tre typer kartprojeksjoner: Planprojeksjon, Kjegleprojeksjon, Sylinderprojeksjon.



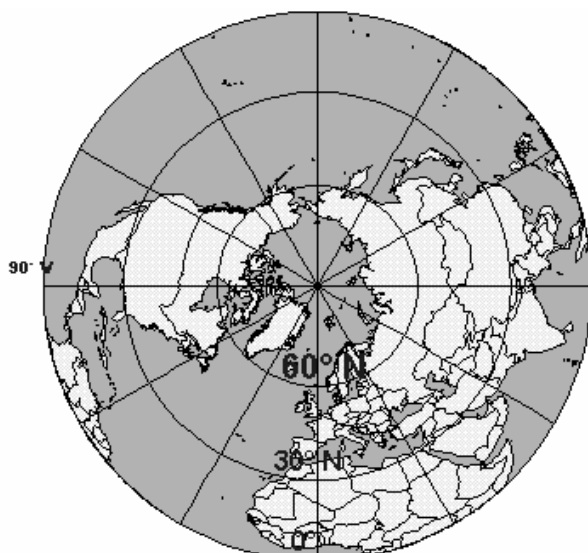
Figur 4-11 Punkter på den fysiske jordoverflaten blir først projisert vinkelrett ned/opp mot referanseplanet (i dette tilfellet ellipsoiden). Deretter blir de projisert videre fra ellipsoiden til projeksjonsplanet etter bestemte matematiske regler.

Planprojeksjon

Der projeksjonsplanet berører jordoverflaten blir avbildningen nøyaktig. Berøringen vil imidlertid kun være et enkelt punkt, eller en sirkel om vi har såkalte skjærende projeksjoner.

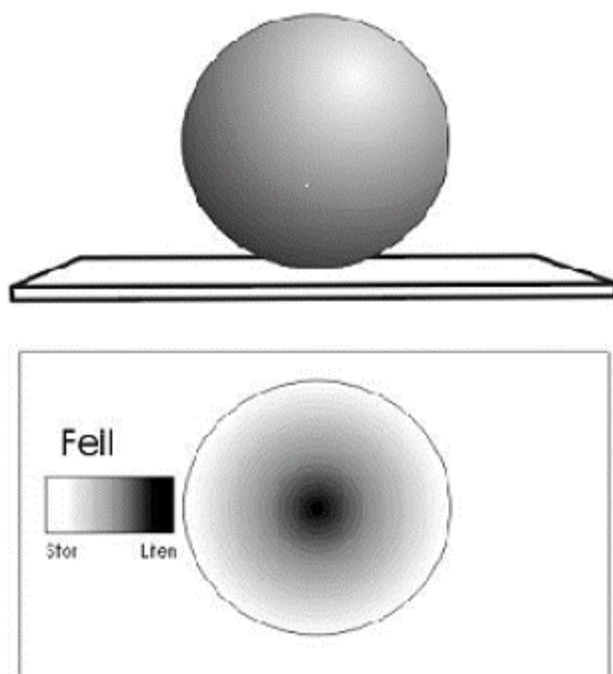


Figur 4-12 Planprojeksjon. Tangerende projeksjon med berøring i et punkt(a). Skjærende projeksjon med berøring i en sirkel(b). Direkte projeksjon med rette parallelle projeksjonslinjer ved tangerende projeksjon(c) og ved skjærende projeksjon(d)



Figur 4-13 Lamberts Azimutale projeksjon med Arealriktighet, Peter H. Dana 9/20/94

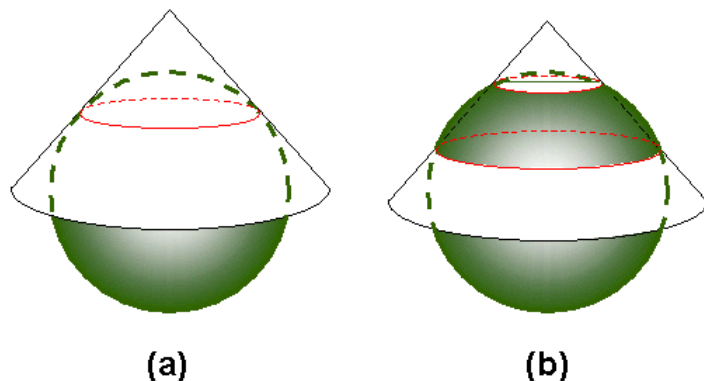
Tangeringspunktet er oftest midtpunkt i kartet. Projeksjonen gir stor nøyaktighet i og nært tangeringspunktet, men nøyaktigheten avtar med avstanden fra tangeringspunktet/tangeringssirkelen. På **Feil! Fant ikke referanse-kilden.** er dette illustrert med gråtone; desto mørkere gråtone, desto mer nøyaktig. Egenskapene til projeksjonen kan være **vinkelriktig**, **flateriiktig** eller **avstandsriktig**. Ved vinkelriktig projeksjon er kartet vinkelriktig ut fra tangeringspunktet som ofte vil være kartets sentrum. I tillegg vil kartet gjerne være avstandsriktige i bestemte retninger; radielt ut fra midtpunktet. Planprojeksjon brukes ofte i polområder.



Figur 4-14 Nøyaktighet på kartet i en planprojeksjon

Kjedgeprojeksjon

Planprojeksjonen hadde et tangeringspunkt, kjedgeprojeksjonen har en tangeringssirkel, evt. to skjæringssirkler ved en skjærende kjedgeprojeksjon. Det kan nyttes flere ulike tangeringssirkler, avhengig av hvilket areal som skal kartlegges. Som tangeringssirkel kan vi velge en hvilken som helst breddegrad, kjedgens toppunkt vil da være i jordaksens forlengelse - derfor kalles projeksjonen ofte for en normal kjedgeprojeksjon



Figur 4-15 Tangerende kjedgeprojeksjon(a) og Skjærende kjedgeprojeksjon(b)

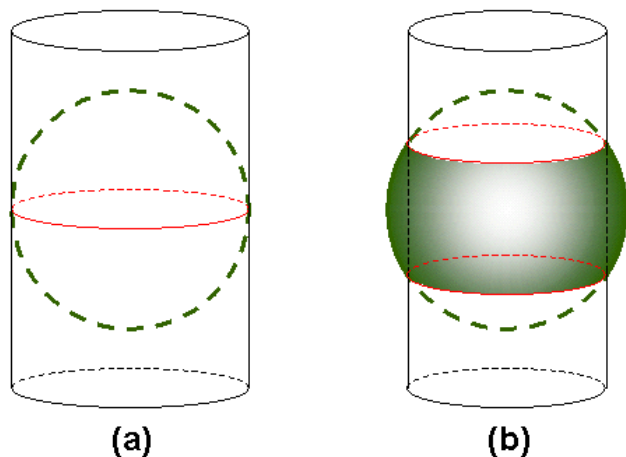


Figur 4-16 Kjedgeprojeksjon. Kilde: Peter H. Dana 09/20/94

Normale kjedgeprojeksjoner er egnet til store områder som ligger midt mellom polområdene og Ekvator, som for eksempel Europa. Generelt gir projeksjonen størst nøyaktighet i og nær tangeringssirkelen slik at projeksjonen er best egnet for de landområder som ligger på eller nær tangeringssirkelen(e).

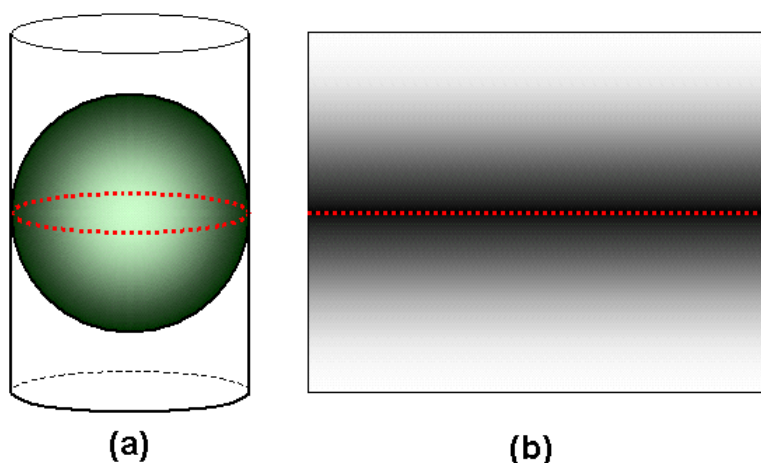
Sylinderprojeksjon

Den mest benyttede projeksjonsmetoden er sylinderprojeksjon. Ved en normal sylinderprojeksjon vil sylinderen tangere ekvator, eller parallelt med ekvator og er derfor velegnet for ekvatorområdene.



Figur 4-17 Normal(stående) sylinderprojeksjon. Tangerende sylinderprojeksjon(a) og Skjærende sylinderprojeksjon(b).

Projeksjoner basert på sylinderprojeksjoner gir størst nøyaktighet i og nær tangeringssirkelen. Verdenskart benytter hovedsakelig sylinderprojeksjonen.



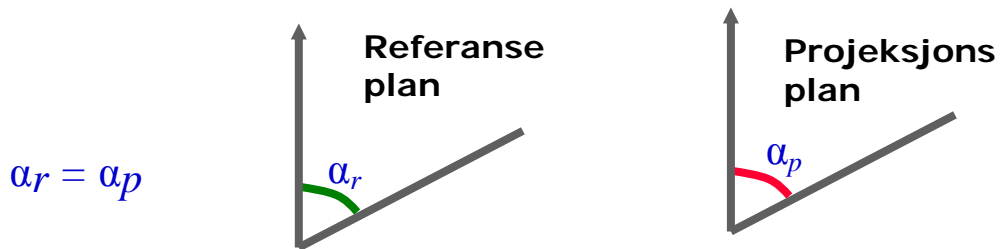
Figur 4-18 Stående sylinderprojeksjon(a). Utbrettet projeksjonsplan(b) Mørk farge indikerer god nøyaktighet, lys farge indikerer dårlig nøyaktighet.

Egenskaper til kartprojeksjonen

De ulike kartprojeksjonene vil kunne anta ulike egenskaper. Målestokken vil variere rundt i kartet når man projiserer fra den dobbeltkrumme flaten til en plan flate. Alle projeksjoner vil derfor deformere kartet sammenlignet med terrenget, men de ulike projeksjonene vil kunne beholde enkelte egenskaper slik som vinkelriktighet, arealriktighet og avstandsriktighet.

Vinkelriktighet (konformitet):

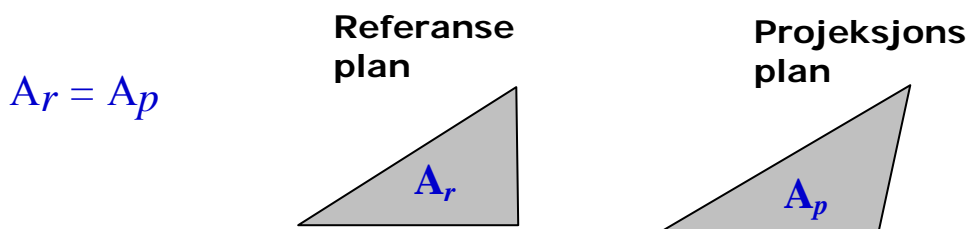
En vinkel på kule tilsvare vinkelen på kartet.. Arealproporsjonene vil derfor variere. En trekant vil oppstå likedannet på referanseplanet og i projeksjonsplanet. Arealet av trekantene vil være forskjellig i de to planene. Ved måling av vinkel på en kule eller en ellipse vil alle vinkler på overflaten dannes i skjæringspunktet mellom sirkelbuene. Gradetallet for vinkelen regnes da mellom sirkellinjenes tangenter i toppunktet.



Figur 4-19 Vinkelriktighet oppstår når vinkel i referanseplanet er lik tilsvarende vinkel i projeksjonsplanet.

Arealriktighet(ekvivalens)

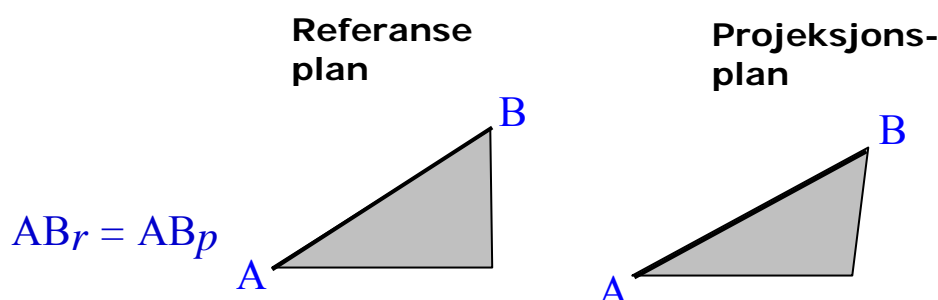
Et areal på referanseplanet tilsvare arealet på projeksjonsplanet. Formen på arealet vil være ulik. For en trekant vil sidekantenes lengde og trekantens vinkler vil være forskjellig i referanseplanet og projeksjonsplanet.



Figur 4-20 Arealriktighet. Areal i referanseplan tilsvare areal i projeksjonsplan.

Avstandsriktighet (ekvidistanse)

En avstand på referanseplanet tilsvarer avstanden på projeksjonsplanet. Avstander gjengis i kartet i samme lengde som på jordoverflata, tatt målestokken i betraktning. Men dette vil gjelde bare langs bestemte linjer, som f.eks. linjer som går radielt ut fra et punkt som er valgt som sentrum i projeksjonen. Det vil ikke være mulig å få riktig avstand på alle distanser i projeksjonen.



Figur 4-21 Avstandsriktighet. Avstand i referanseplanet tilsvarer avstand i projeksjonsplanet langs definerte retninger.

Hvilken type projeksjon som er benyttet er avhengig av hvilken funksjon kartet skal ha. En kan også ha projeksjoner der ingen av egenskapene er oppfylt. Dette kan være ønskelig om vi ønsker en mer utjevnet feilfordeling på kartbladet.

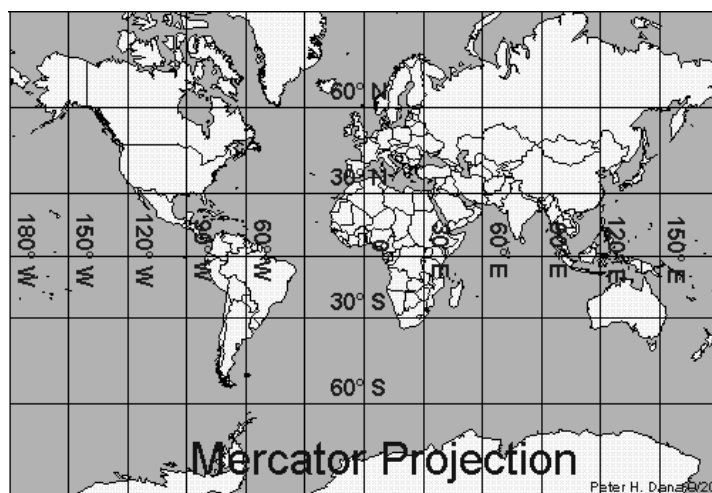
Ut fra egenskapene til kartprojeksjonen snakker vi om to hovedkategorier av projeksjoner; vinkelriktige og flateriktige. Et kart kan aldri være både vinkelriktig og arealriktig. Et arealriktig kart viser ikke korrekte vinkler

Eksempler på vanlige sylinderprojeksjoner

Stående sylinderprojeksjoner er mest brukt til kartfremstilling av jordkloden, men de ulike sylinderprojeksjonene vil fremstå på forskjellig måte etter hvilke egenskaper som er bevart i kartet.

Mercators projeksjon

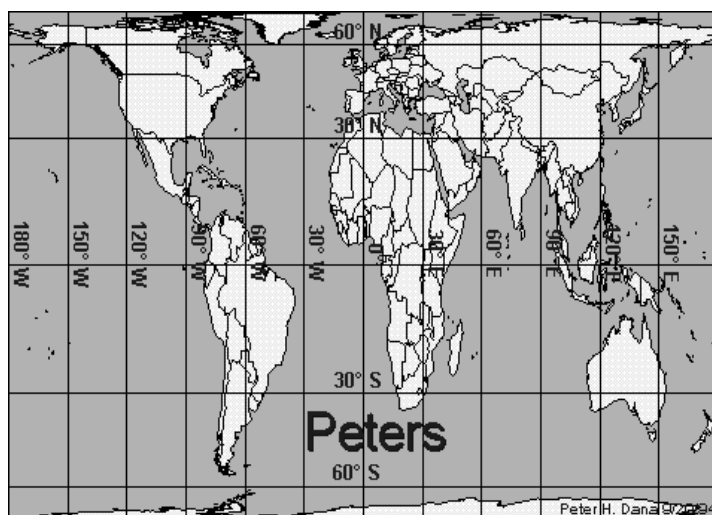
Parallellsirkler fremstilles i samme lengde som ekvator. Avstanden mellom meridianene er konstant, og avstand mellom parallellsirklene øker proporsjonalt med vinkelrett avstand fra ekvator. Dermed øker målestokken også proporsjonalt med avstand fra ekvator. Alle punkt i kartet vil ha samme målestokk i nord-sør-retning som i øst-vest.retning. En kurs med konstant kompassretning blir en rett linje på Mercators kart. Projeksjonen er derfor vinkelriktig. Landområder blir relativt større jo lengre vekk fra ekvator man kommer. Fra **Feil! Fant ikke referanseskilden.** ser vi at for eksempel Grønland fremstilles omtrent like stort som Sør-Amerika, mens det i virkeligheten er på størrelse med Mexico.



Figur 4-22 Mercatorprosjeksjon med vinkelriktighet. Peter H. Dana 09/20/94

Peters projeksjon

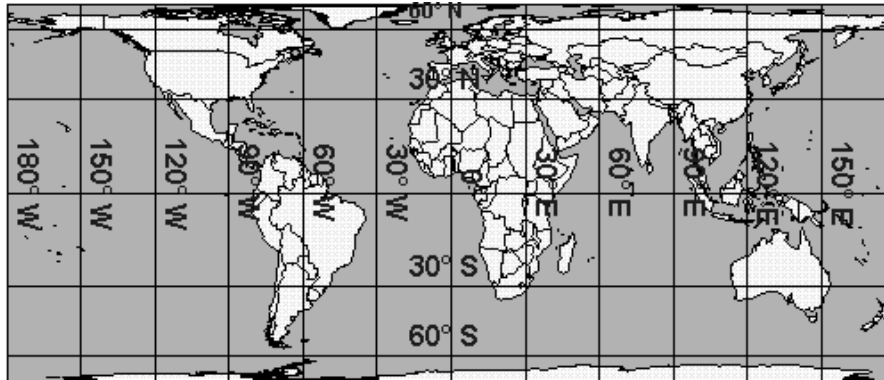
Parallellsirkler fremstilles i samme lengde som ekvator. Avstanden mellom meridianene er konstant, og avstand mellom parallellsirklene minker proporsjonalt med vinkelrett avstand fra ekvator. Dermed minker målestokken i nord-sør-retning proporsjonalt med avstand fra ekvator, samtidig med at målestokken i øst-vest-retning øker. Gjennomsnittet av målestokk i nord-sør-retning og øst-vest-retning er konstant i hele kartet, og vi får et arealriktig kart. På **Feil! Fant ikke referanseskilden.** ser vi at Peters projeksjon gir en stor fordreining i formen på de enkelte landene. Landene rundt ekvator virker strekt nord-sør-retning og land nær polene virker strekt i øst-vest-retning.



Figur 4-23 Peters arealriktige projeksjon . Peter H. Dana 09/20/94

Behrmanns projeksjon

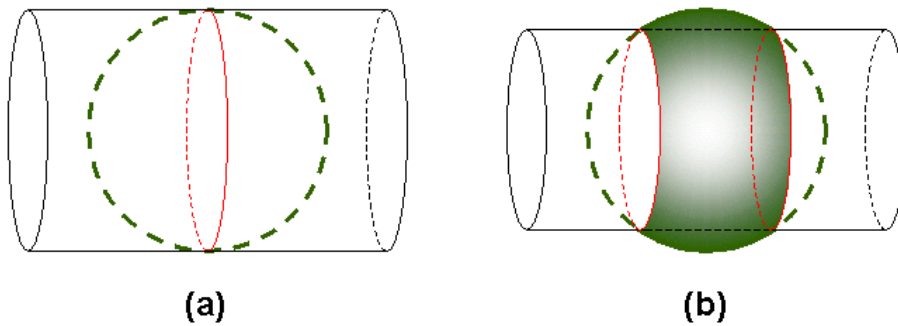
Behrmanns arealriktige projeksjon fremstilles på lignende måte som Peters projeksjon. Forskjellen er at det er større avstand mellom meridianene, og tilsvarende mindre avstand mellom parallellsirklene, slik at gjennomsnitt av målestokk i nord-syd-retning og øst-vest-retning holdes konstant for alle punkt i hele kartet. Som vi ser på Figur 4-24 er landene rundt ekvator ikke fullt så deformerte, men deformasjonen blir større jo lengre avstanden er til ekvator.



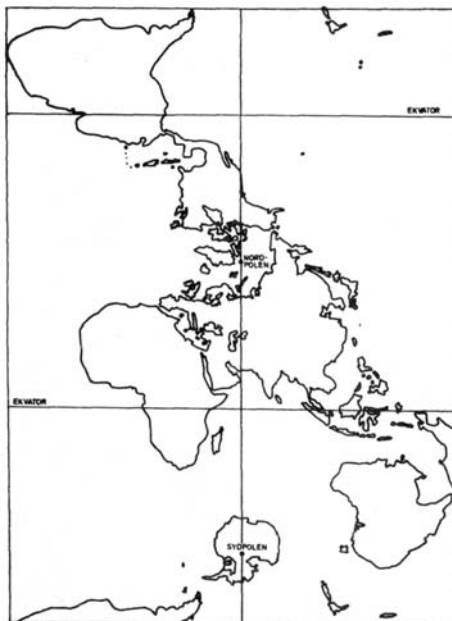
Figur 4-24 Behrmanns arealriktige projeksjon. Peter H. Dana 09/20/94

Transversal sylinderprojeksjon

Ved transversal (liggende) sylinderprojeksjon blir sylindere plassert slik at tangeringssirkelen går langs en meridian. Koordinatsystemene NGO og UTM baserer seg på transversal sylinderprojeksjon.



Figur 4-25 Transversal sylinderprojeksjon. Tangerende projeksjon(a) og skjærende projeksjon(b).



Figur 4-26 Verdenskart med liggende (transversal) Mercator-projeksjon

Kartet i Figur 4-26 er konstruert med en *vestpol* på ekvator ved 30 grader vest og en *østpol* ved 150 grader øst. Kartets tangeringslinje er en storsirkel som dannes av meridianene 60 grader øst og 120 grader vest, mens ekvator (som her da ikke er tangeringslinje) fremtrer som to parallelle linjer

4.2.4 Koordinatsystemer

Det geografiske koordinatsystemet angir posisjonen vha. lengde- og breddegrader. Det er et system som egner seg godt for å angi en posisjon på den dobbeltkrummede jordoverflaten. Avstanden mellom lengdegradene er størst ved ekvator og den blir mindre og mindre jo mer man nærmer seg polene, og til sist møtes alle meridianene ved polpunktet. Lengden av én grad vil dermed ikke være den samme over hele kloden. Gradsystemet er derfor ikke et system som egner seg godt til beregning av avstand og arealer og til å angi posisjoner på det projiserte kartet.

De metriske systemer angir posisjoner som øst-vest koordinater og nord-sør koordinater. Øst-vest-koordinaten angir metrisk avstand øst eller vest for et gitt nullpunkt (origo) og nord-sør-koordinaten angir metrisk avstand nord eller sør for nullpunktet. Koordinatsystemet baseres på et gitt datum og en gitt projeksjon. De to mest brukte metriske koordinatsystemer i Norge er NGO-systemet og UTM-systemet.

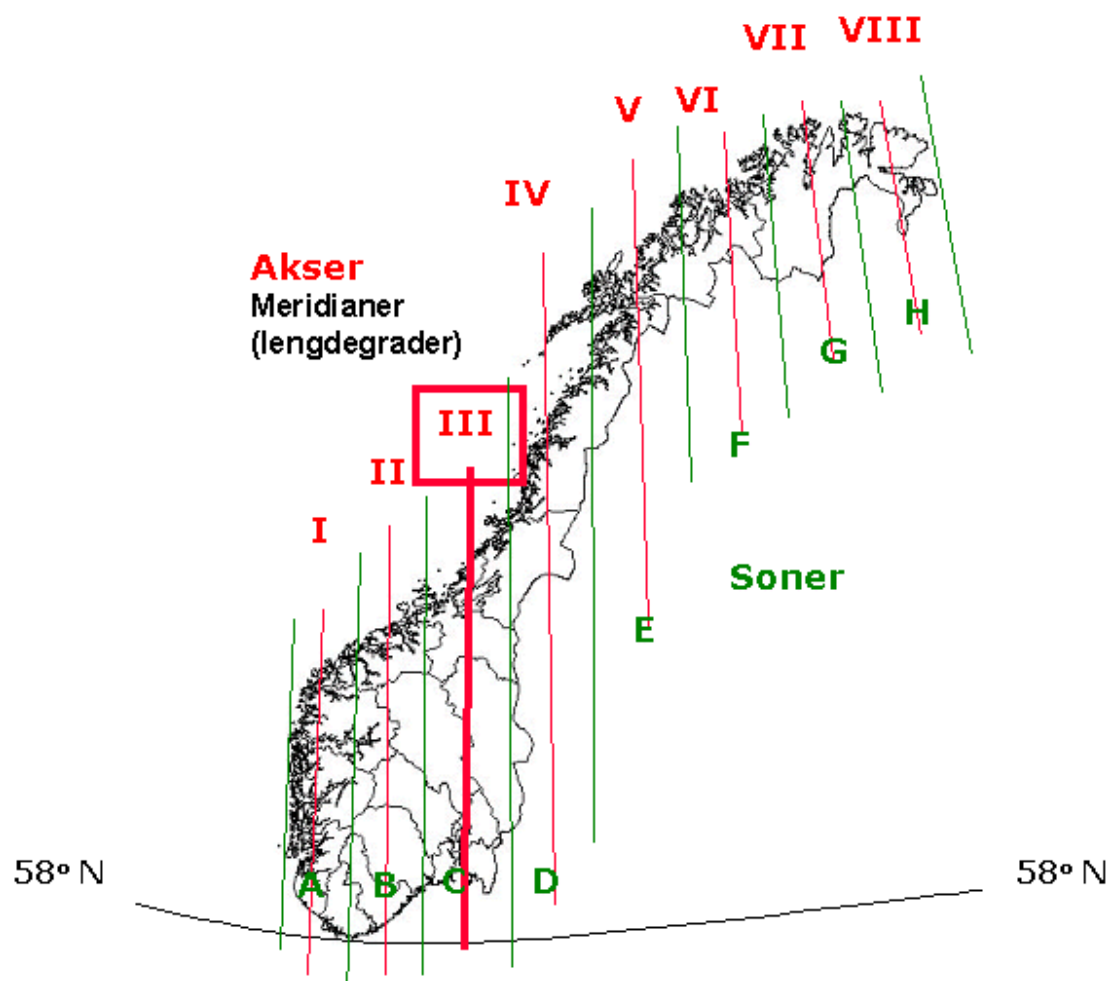
NGO systemet

NGO er en forkorting for Norges Geografiske Oppmåling. Norges Geografiske Oppmåling er forløperen til Statens Kartverk. NGO-systemet ble i sin tid innført som koordinatsystem for økonomisk kartverk, kart i store målestokker og til en rekke andre registre (for eksempel GAB-registeret⁶). Dette systemet bygger på 8 tangeringsmeridianer (akser) med Gauss-Krüger-projeksjon. Gauss-Krüger er en konform, transversal sylinderprojeksjon. Hver av de 8 aksene som vist på Figur 4-27 dekker en sone som ikke overstiger 180 km i bredden. Målestokken er riktig langs tangeringssirkelen og målestokkfeilen øker jo lengre vekk fra tangerings-sirkelen man kommer (Figur 4-28). Avstand mellom tangeringssirkelene (sonebredde) er bestemt ut fra hvor høy toleransegrense en har for målestokksfeil. Akse III går gjennom Oslo (Kristiania observatorium). Origo (nullpunkt) for de enkelte soner er skjæringspunktet mellom tangeringsmeridianen (Aksen) og 58° nordlig bredde. Datumet som er brukt er NGO48 (se kap4.2.1).

Det spesielle med NGO-systemet er at det har Y-verdier i øst-vest-retning og X-verdier i Nord-sør-retning, i motsetning til de fleste andre systemer der vi har X-verdier i øst-vest-retning og Y-verdier i Nord-sør-retning. Y-Koordinatene(øst-vest-retning) gir negative verdier vest for tangerings-meridianen og positive verdier øst for tangeringsmeridianen. X-koordinatene(nord syd-retning) har bare positive verdier, med unntak av eventuelle sjøområder syd for 58° nordlig bredde.

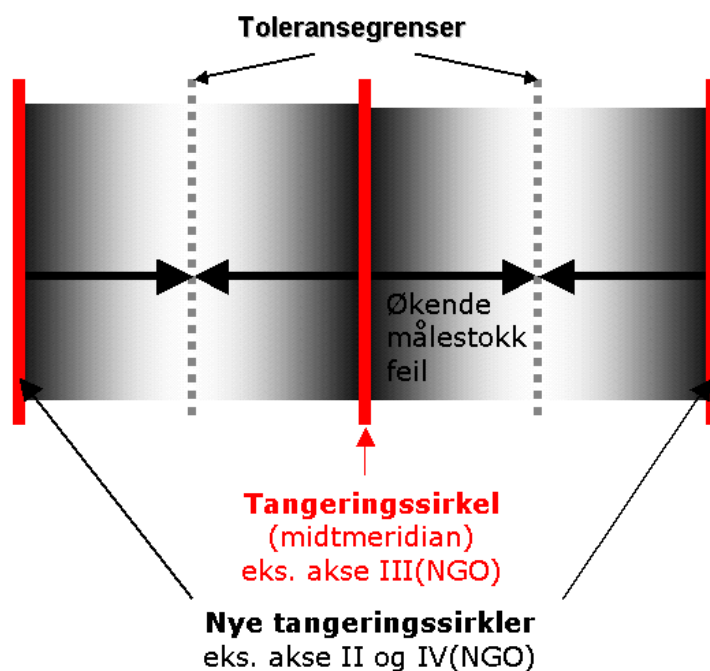
Y-Koordinatene(øst-vest-retning) gir negative verdier vest for tangerings-meridianen og positive verdier øst for tangeringsmeridianen. X-koordinatene(nord-syd-retning).

⁶ GAB – Grunnbok (eiendommer), Adresser og Bygninger



Figur 4-27 NGO koordinatsystemet.

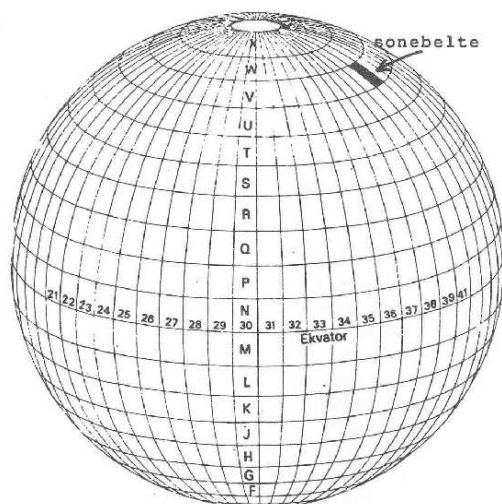
Stedenes beliggenhet angis da i forhold til origo i vedkommende akse, og med metersystemet som enhet. En del kommuner har nyttet NGO's koordinatsystem til de fleste kommunale kart- og oppmålingsoppgaver, men etter hvert er mange gått over til UTM. Tilpassing til UTM har vært en tidkrevende prosess av mange grunner, blant annet fordi bruk av ny teknologi fører til at de tidligere innmålte punktene ikke var nøyaktige nok, og nye punkter måtte måles inn. UTM er nå det offisielle koordinatsystemet i Norge.



Figur 4-28 Nøyaktighet ved et koordinatsystem som bygger på tangerende transversal sylinderprojeksjon. Mørk farge indikerer stor nøyaktighet, lysere farge indikerer dårligere nøyaktighet.

UTM

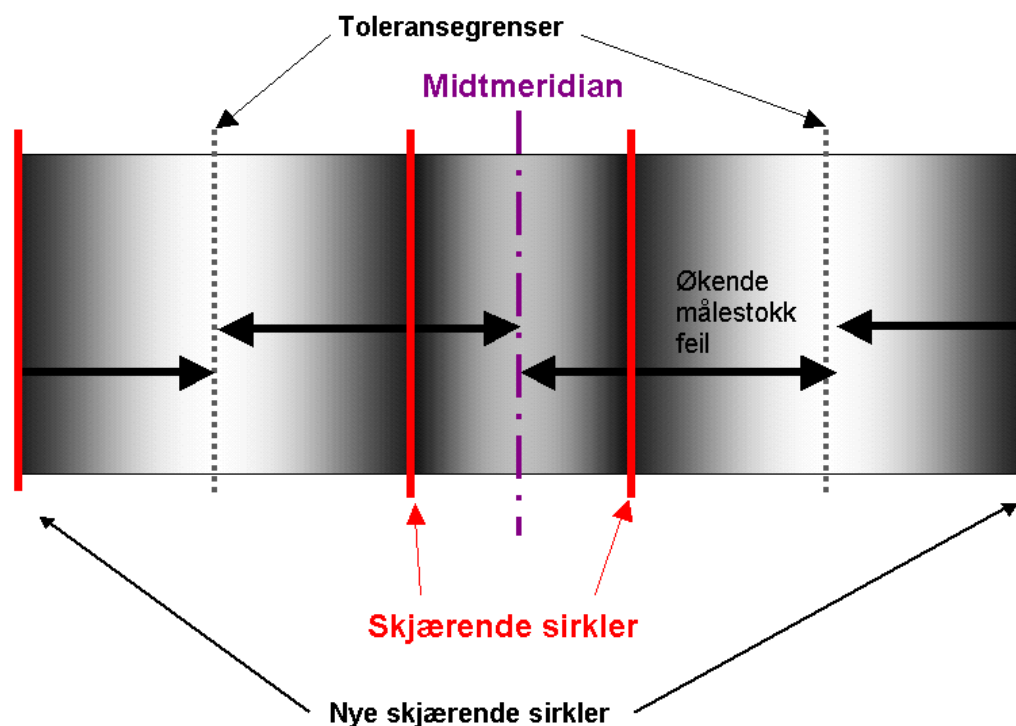
UTM er en forkorting for Universal Transversal Mercator. UTM-systemet bygger på skjærende transversale sylinderprojeksjoner. Kloden er delt inn i soner langs lengdegradene. Prosjeksjonen krymper sylindere litt, slik at vi får to skjærende sirkler.



Figur 4-29 UTM-systemet deler jordoverflaten inn i 60 soner og 20 belter, som til sammen utgjør 1200 sonebelter.

UTM-systemet har 60 soner, hver med bredde på 6 grader. Midtmeridianen i sonen er vedkommende sones nord-sør-akse. I tillegg deles systemet inn i 20 belter. Til sammen danner dette 1200 sonebelter. Ved skjærende projeksjoner kan avstanden mellom midtmeridianene være større enn ved tangerende projeksjoner med lik toleransegrense. Vi kan derfor bruke færre soner i UTM-systemet enn i NGO-

systemet. Til hver projeksjon hører et koordinatsystem. Dette brukes på to måter: UTM – koordinatsystemet eller UTM – rutetilvisning.



Figur 4-30 Nøyaktighet ved skjærende transversale sylinderprojeksjoner. Mørk farge indikerer god nøyaktighet. Lysere farge indikerer dårligere nøyaktighet.

UTM – koordinatsystemet

UTM-systemet brukes i kartserien Norge 1:50.000 (N50)

Det angis Koordinatverdier i forhold til en origo som ligger ved ekvator og 500000m vest for midtmeridianen i projeksjonen. Koordinatene angis med E (East) og N (North)⁷. Galdhøpiggen koordinater er angitt slik:

$$E = 463645 \text{ og } N = 6834080 \text{ (UTM sone 32).}$$

Det er viktig at vi også oppgir datum, som i dette tilfellet var WGS84/EUREF89.

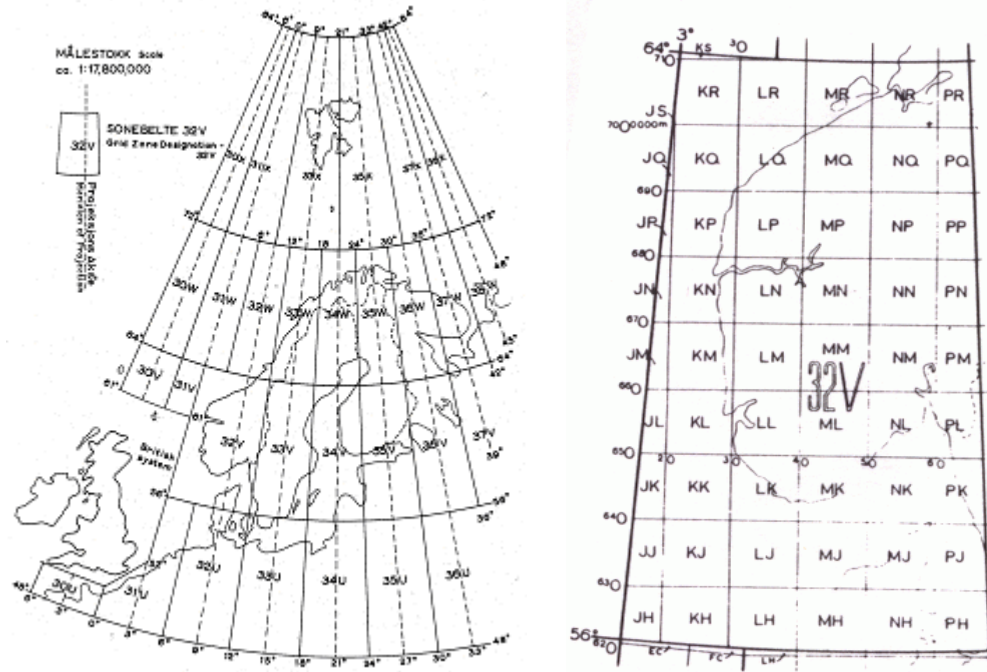
UTM-koordinater kan også forekomme i andre datum for eksempel ED50. Se mer om datum i kap 4.2.1.

På kartserien *Norge 1:50.000* er koordinatene påført med blå skrift i margen, og magenta for tilsvarende koordinater for nærmeste nabosone. Vi anbefaler å studere forklaringen av UTM - referansesystemet som står nederst på kartet i Norge 1:50.000-serien.

⁷ Evt. S (South) for områder sør for ekvator.

UTM-referansesystemet (UTM-rutetilvisning)

Ved UTM-referansesystemet brukes et rutenett bygd på UTM-koordinatsystemet. Rutenettet er trykt på N50-kartet. Man bruker kartet til å finne punkters rutetilvisning, og man bruker rutetilvisningen for å lokalisere punkter på kartet



Figur 4-31 Sonebelter i Skandinavia.

Jordoverflaten er delt i 1200 (60 x 20) sonebelter. Norge ligger i sonebeltene 32V, 33V, 32W, 33W, 34W, 35W og 36W. UTM-systemet er videre basert på en oppdeling i 100-km-ruter, dvs. ruter på 100 x 100 km.

Tar en for seg Galdhøpiggen, finner en at den ligger i sonebelte 32V og i 100km-rute MP. En grov rutetilvisning blir da 32VMP. Som nevnt foran er Galdhøpiggens koordinater E = 463645 og N = 6834080 i UTM-sone 32(WGS84). Av disse koordinatene betegner «100 000-siffrerne», henholdsvis 4 i E-verdien og 68 i N-verdien, nettopp rute MP. Galdhøpiggen koordinater *innenfor* 100km-ruten blir da:

$$E = 63645$$

$$N = 34080$$

Dette skrives i ett:6364534080.

Den komplette UTM-rutetilvisning for Galdhøpiggen, med 1 meters nøyaktighet blir da **32VMP6364534080**.

Rutetilvisning med 10 meters nøyaktighet vil bli **32VMP63553408**

Rutetilvisning med 100 meters nøyaktighet blir **32VMP635341**

Rutetilvisning med 1 km nøyaktighet blir **32VMP6434**.

4.3 Symbolisering

Kartleggingsprosessen innebærer at fenomener som kan posisjonsbestemmes blir kartlagt og lagret på hensiktsmessig måte. Man vil bli nødt til å bestemme seg for hvordan de forskjellige fenomener skal bli representert. Dette kan deles inn på flere nivåer.

Først og fremst kan vi dele inn fenomenene i ulike **geografisk dimensjon**. Skal fenomenet representeres som punkt, linje, flate, 2 ½ D eller 3D.

En annen måte å dele inn kartlagte fenomener i **diskrete** eller **kontinuerlige** fenomener.

Videre kan fenomenene kartlegges ved deres **målenivå**: nominal, ordinal, intervall eller forholdstall.

Når de kartlagte fenomenene skal vises på kart (papirkart eller på skjerm) kan vi velge mellom mange ulike **visuelle variabler**: Form, farge, retning, tetthet, tekstur og størrelse.

Referanser og videre lesing:

Kraak, M.J, Ormeling, F.J. (2003): *Cartography: Visualization of spatial data*, Longman.

Kap. 3 beskriver ulike sider av kartets egenart, deriblant målestokksaspektet
Kap. 5 inneholder en introduksjon til georeferering og projeksjoner

Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrche, P.C., Kimberling, A.J. og Guptill, S.C. (1995): *Elements of Cartography*, 6th. ed.

Kap. 4 gir en oversikt over elementær geodesi.
Kap. 5 tar for seg ulike typer kartprojeksjoner.
Kap. 6 om skala, og koordinatsystemer.

Harsson, B.G.(1992): *Nytt geodetisk grunnlag I Norge World Geodetic System 1984 – WGS84, EUREF89, Kart og Plan*.

5 Kartets innhold og hvordan vi oppfatter det

Ivar Svare Holand

I Kapittel 1 nevnte vi noen grunnleggende karaktertrekk ved kart. Vi sa at kartet alltid er et *utvalg*, at kartene er *abstraksjoner – modeller* av romlige omgivelser, og at dette blir framstilt i kartet som *symboler*. I kapittel 4 har vi utforsket fenomenene *skala* og *projeksjon* som er to grunnleggende egenskaper ved konkrete kart. Skala og projeksjon er vår måte å få avbildet den dobbeltkrumme (kuleformede) virkelige verden, på et handterlig medium som et papir eller en dataskjerm.

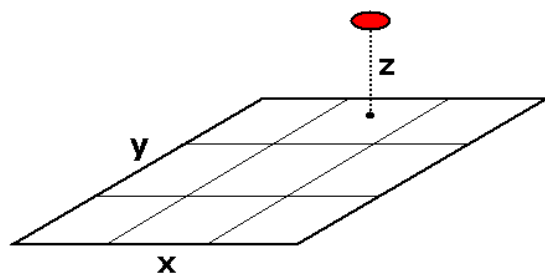
I dette kapittelet skal vi se på hva som er innholdet i kartet, hvordan vi leser kartet, hvordan vi oppfatter innholdet i kartet, og hvilke premisser det legger for hvordan vi skal lage kart. Vi skal også se på hva kartanalyse (analyse av kart) kan bestå i, og hva karttolkning er.

5.1 Innholdet i kartet er objekter

Kart må inneholde noe. Vi skal i første omgang ikke bry oss med om innholdet i kartet er veier, skoger, gauper eller befolkningsmengder, men nøye oss med å si at kartet inneholder *objekter*.

Alle objekter i et kart har

- 1) stedfesting = x, y og evt. z plassering/koordinater.
- 2) attributter/egenskaper = Kvaliteter eller mengder.



Figur 5-1 Et objekt som her er symbolisert med en ellipse, har koordinatene x og y og høyde z. Vi vet hvor dette objektet er, men ingenting om hva dette objektet er, eller hvilke egenskaper det har.

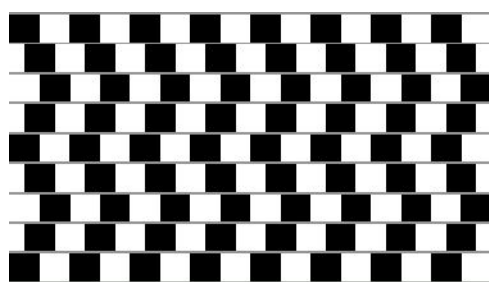
Stedfestingen forteller oss hvor objektene er – hva deres plassering eller posisjon i rommet er. Verdien x forteller oss hva plasseringen er langs den horisontale aksene (vest-øst), verdien y forteller oss hvor objektet befinner seg på vertikal-aksene (nord-sør). Alle objekter må ha en x og y verdi. x og y er objektets koordinater. Verdien z, høydeverdi, er ikke alltid med.

5.1.1 Hvordan oppfatter vi objektene i kartet?

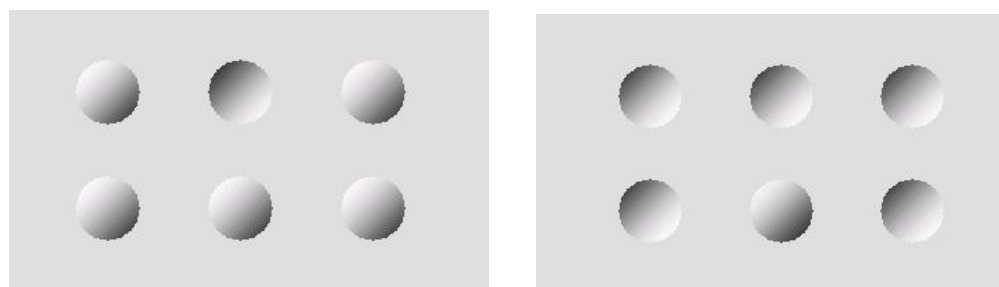
Stikkord for hvordan vi oppfatter elementer i kart, og mentalt organiserer de visuelle elementene, er *helhet*, *framgrunn* og *bakgrunn*, *nærhet*, *gruppering* og *kontinuitet*.

De fleste av oss har sett eksempler på visuelle illusjoner. Slike figurer lurer hjernen til lage bilder som avviker fra det som figuren faktisk viser. Når vi lager kart så skal vi

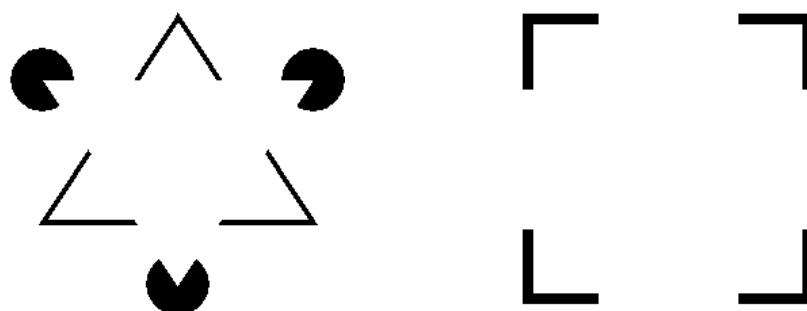
ikke forsøke å lure kartleserne til å se ting som det egentlig ikke er grunnlag for, men vi skal ta med oss den lærdommen at det bildet som skapes i hodet på kartleseren er et annet enn summen av de enkelte elementene i kartet. Når vi lager kart så holder det ikke at vi har en tegnforklaring som sier hva det er som er med i kartet, fordi komposisjonen av de objektene vi legger inn i kartet lever et eget liv og kan gi visuelle inntrykk som er i konflikt med det vi ønsker å framstille i kartet. Vi bør kjenne til hvordan forskjellige objekter ved deres visuelle uttrykk virker sammen og påvirker hverandre, når vi leser bilder og kart.



Figur 5-2 Hva ser du? Er de liggende linjene i bildet horisontale eller ikke? Er bildet godt å se på?

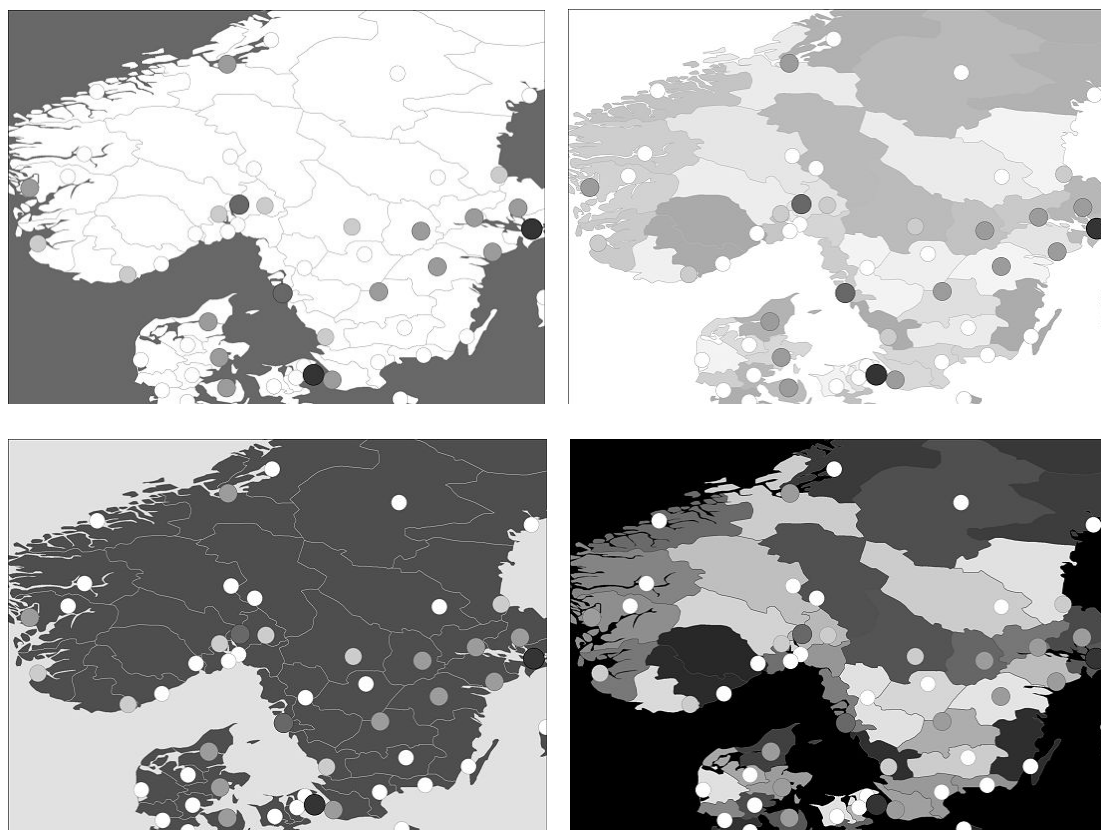


Figur 5-3 Hva ser du? Er det høydeforskjeller i bildet? Ved bruk av skyggelegging kan vi manipulere bildet slik at vi ser høydeforskjeller. Av en eller annen grunn så fungerer dette best hvis vi tenker oss bildet lyssatt fra over til venstre. Når den lyseste siden av et objekt vender opp til venstre, og skyggen er på den siden som vender ned til høyre, da ser vi et objekt som «kommer mot oss». Når skyggeleggingen blir brukt motsatt, så ser vi noe som vender nedover, en depresjon. Dette er naturlig nok en effekt som blir mye brukt for å gi et umiddelbart inntrykk av høydeforskjeller, *relieff*, i flate kart (se figur 7-47 og 7-48).



Figur 5-4 Bilder der vi ser mer enn de enkelte elementene som bildene består av. Vi lager en helhet med grunnlag i de objektene som bildene består av. I bildet til venstre, et *Kanisza triangel*, ser vi to trekanter, men det er ikke to trekanter i bildet.. I bildet til høyre ser vi en firkant. I begge bildene viderefører vi linjeforløpet i de elementene som bildene består av, og skaper en helhet.

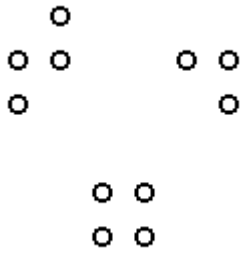
Grunnleggende så har vi en tendens til å se bilder og kart som helheter. Kart består av objekter, eller flekker i form av punkt linjer og arealer, men vi ser ikke bare flekkene – *vi skaper en helhet og orden i det vi ser*. Det vi ser og oppfatter er mer enn summen av de enkelte objektene i et bilde.



Figur 5-5 Kartene viser byer i deler av Norge, Sverige og Danmark, mot en bakgrunn av fylker og havområder. Er mønsteret av hvordan byene er distribuert i Skandinavia det samme i de fire kartene? Symbolene som er brukt for å markere byene er sirkler med varierende valør fra hvitt til svart, og de varierer i størrelse etter hvor store byene er. De største byene er symbolisert med de største og mørkeste sirklene. Byene har nøyaktig like utforming i alle kartene, men *mønstret* som byene tegner i de fire kartene er ganske forskjellig, alt etter hvordan bakgrunnen er utformet (Kartgrunnlag, Digital Chart of the World).

Et annet aspekt ved hvordan vi oppfatter bilder er at vi skiller objekter ut fra omgivelsene. *Vi oppfatter noe som bakgrunn og noe som framgrunn*. Noen objekter i bilder og kart trer mer fram enn andre. Det som trer fram i bildet er det vi oppfatter som meningsbærende, det er det som tiltrekker seg vår oppmerksomhet. Det som visuelt blir liggende i bakgrunnen oppfatter vi som mindre relevant.

Når vi lager kart kan vi bevisst utforme innholdet i kartet slik at vi gir den informasjonen som er viktig et visuelt uttrykk, som gjør at det er nettopp den viktige informasjonen kartleseren ser. Annen informasjon demper vi ned slik at det holder seg i bakgrunnen.



Figur 5-6 Hvor mange grupper er det i dette bildet? Vi ser grupper der objektene ligger nært hverandre.

Et tredje aspekt ved hvordan vi oppfatter bilder er at *vi ser grupper*. Mentalt organiserer vi objektene i grupper, basert på objektene relative plassering, og basert på visuelle fellestrekk ved objektene. Objekter som har plassering nært hverandre oppfatter vi som at hører sammen, og objekter som er like oppfatter vi som at tilhører samme gruppe.



Figur 5-7 Hvor mange grupper er det i de tre bildene? Vi ser grupper, fordi objektene i bildene har en visuell utforming som gjør at vi kan skille dem fra hverandre. Like objekter som har plassering nært hverandre ser vi som en gruppe.



Figur 5-8 Hva ser vi i de to bildene? Figuren til venstre leser vi som to separate objekter, fordi vi leser kontinuitet i linjeforløpet i den delen av figuren som er kurvet, og i den delen som er rett. Punktene i figuren til høyre er frittstående selvstendige objekter, men vi leser en helhet i kurvene som punktene danner

Vi forenkler helheten i bildene når vi organiserer elementene mentalt i grupper. Et annet ledd i vår organisering av innholdet i bilder er at vi leser *kontinuitet* i elementene i bildet. Det at vi ser kontinuitet bruker vi både til skille elementer fra hverandre, og til å lese helheter.



Figur 5-9 Hvordan er balansen mellom objektene i de to figurene?

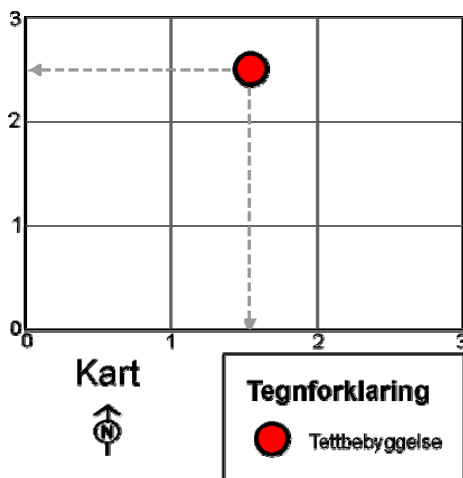
Vi har sagt at vi skiller mellom en framgrunn og en bakgrunn i kart, slik at noen objekter trer fram og får mye oppmerksomhet, mens andre blir liggende i bakgrunnen. Det er også en systematikk i hvilke objekter som får størst vekt og oppmerksomhet når vi ser kartet. Store objekter har større visuell tyngde enn små objekter. Store objekter får mer oppmerksomhet fra kartleseren og blir sett som mer viktige.



Figur 5-10 Gråtone/fargevalg (om fargen er lys eller mørk) har betydning for hvor stor visuell tyngde objektene har, og dermed også hvor mye oppmerksomhet de får av kartleseren. Variasjon i farge har også betydning. Den grønne og den røde firkanten er begge helt mettede monokromatiske farger, dvs. at det verken er en blanding av farger eller at det er blandet inn hvitt eller svart. Likevel er det en ubalanse mellom de to objektene, fordi rødt har større visuell tyngde og tiltrekningskraft enn grønt.
















5.1.2 Objekter med egenskaper er symboler

Objektene i kartet framstår som flekker, enten som punkt, linjer eller arealer. Disse flekkene er i utgangspunktet nøytrale, de gir ikke spesiell mening ut over det at vi ser at det er noe der, som har form som punkt, linjer eller arealer. Det er først når vi tillegger objektene egenskaper/attributter, og utformer punktene, arealene og linjene på en måte som kan fortelle kartleseren hva objektene er og hvilke egenskaper de har, at objektene blir interessante.



Figur 5-11 Vi har laget en tegnforklaring til kartet. I tegnforklaringa kan vi lese hva dette objektet er. Koordinatnettet i kartet gjør at vi kan angi posisjonen til tettbebyggelsen til å være omtrent, x1,5 y 2,5. Nordpila hjelper oss til å forstå at x-aksen er orientert vest-øst, og y-aksen sør-nord. Norge ligger øst for 0-meridianen og nord for ekvator, så hvis dette kartet var fra Norge så ville vi angitt posisjonen til 1,5 øst, 2,5 nord.

Når vi gir et objekt med en spesiell egenskap et spesielt tegn i karet, da har vi laget et symbol. Et tegn som er gitt mening (f.eks i en tegnforklaring) er et symbol. Symbolene i kartet skal fortelle hva objektet er og hvilke kvalitative eller kvantitative egenskaper objektet har.

Objekt	Symboler				
Punkt	 Vindretning	 Fare	 Flyplass	 Liten by	 Stor by
Linje	 Flomløp	 Grense	 Elv	 Liten veg	 Stor veg
Areal	 Nedbør	 Flertall mot medlemskap i EU	 Sjø	 Tynt befolket	 Tett befolket

Figur 5-12 Objektene punkt, linje og areal med forskjellige egenskaper og symbolisering.

I en snevrere betydning snakker vi om symboler som ikke tilfeldige tegn som er kjente i en kulturell eller faglig kontekst, og da allerede har mening uten at de knyttes til en tegnforklaring.




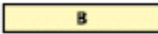
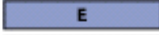
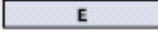

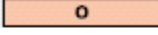

















Figur 5-13 Fra gammelt av var kobber assosiert med gudinnen Afrodite. Afrodite var assosiert med øya Kypros, som var en viktig kobberprodusent i Antikken. Metallet kobber fikk sitt navn fra øya Kypros. Symbolet for Afrodite ble symbolet for kvinner, symbol for planeten Venus og for kobber. Derfor er det også vanlig å bruke dette symbolet for kobbergruver i kart (Kartutsnitt fra Amtskart for Sør-Trøndelag, Norgesglasset, Statens kartverk).

Hvis vi bruker en symbolbruk som allerede er allment kjent eller er kjent innenfor det miljøet som kartet henvender seg til, da hjelper vi lesere av kart til å identifisere objektene i kartet raskere enn om de grafiske tegnene er vilkårlige. Det blir lettere å fatte sammenhengen mellom tegn og mening.

Når meningen til et tegn er kjent, snakker vi om at det eksisterer en kode eller konvensjon for tegnet. Det eksisterer for eksempel koder for hva trafikkskilt betyr, og dette kan vi benytte av oss i kart med et trafikalt tema. Hvert tegn består av sirkler, streker, firkanter osv. i forskjellige farger, og både de geometriske formene og fargen har meningsbærende betydning. Det eksisterer også koder for symbolbruk i plankart. For begge disse temaene er denne kodingen nedfelt i regler. I veilederen for utarbeiding av kommuneplanens arealdel heter det:

Plankartets plantema skal presenteres i farger. Fargene må være transparente, slik at de ikke skjuler informasjonen i basiskartet. All arealbruk for sjø og vassdrag vises med blå farge på plankartet. Sjøområder som skal fylles opp vises med den fremtidige arealbruksfarge. (Miljøverndepartementet 1998)

Videre følger en norm for farger og symbolbruk som normalt bør nyttes for all framstilling av plankart til kommuneplanens arealdel og kommunedelplaner. En del av denne normen er gjengitt i figuren under.

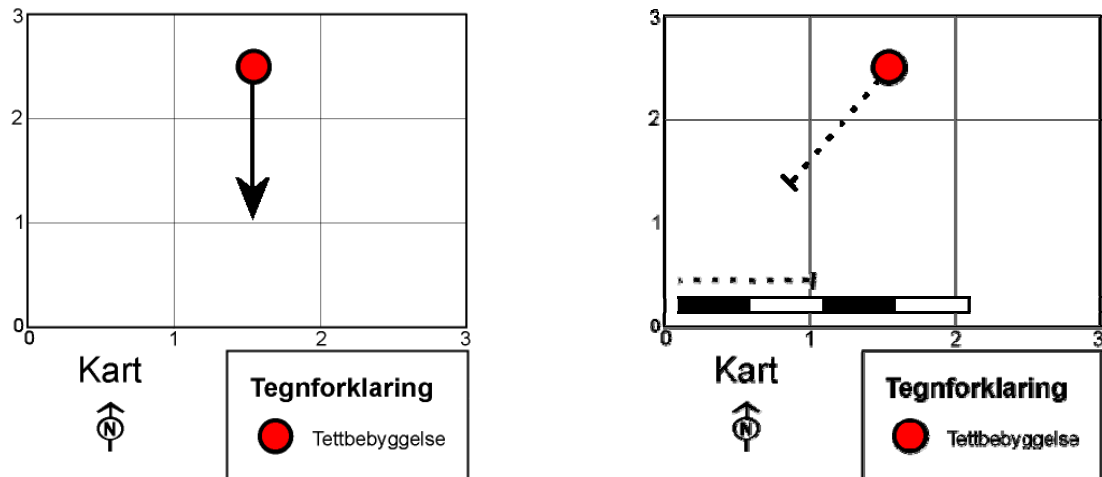
..... KOMMUNE		
Kommuneplanens arealdel 1998 - 2009		
Tegnforklaring	Nåværende	Fremtidig
BYGGEOMRÅDER (PBL § 20-4, 1. ledd)		
Boligområder		
Erverv		
Offentlige bygninger		
LANDBRUKS-, NATUR- OG FRILUFTSOMRÅDER (PBL § 20-4, 1. ledd nr. 2)		
LNF-område		
LNF-område der spredt boligbygging er tillatt		
OMRÅDER FOR RÅSTOFFUTVINNING (PBL § 20-4, 1. ledd nr. 3)		
Masseuttak		
OMRÅDER SOM ER BÅNDLAGT ELLER SKAL BÅNDLEGGES (PBL § 20-4, 1. ledd nr. 4)		
Båndlegging etter frilufsloven		
SÆRSKILT BRUK ELLER VERN AV SJØ OG VASSDRAG (PBL § 20-4, 1. ledd nr. 5)		
Vannareal for allment friluftsliv		
VIKTIGE LEDD I KOMMUNIKASJONSSYSTEMET (PBL § 20-4, 1. ledd nr. 6)		
Hovedveg		
Samleveg		
Parkering		
LINJESYMBOLER		
Planens avgrensning		
Område grense for arealbruk		
Grense for restriksjonsområde		
Kartgrunnlag NS0 fra Statens kartverk. Tillatelsesnummer: LE3-4375 Plandata er digitalisert fra manuskart i 1:20 000. Digitalisering, redigering og grafisk utforming utført av twm reklamebyrå Ekvidistanse 20 m Kartmålestokk 		
		

Figur 5-14 Eksempel på normert symbolbruk i kommuneplanens arealdel. Illustrasjon i Veileder, Kommuneplanens arealdel, Miljøverndepartementet, Kapittel 7.5.

På andre felt eksisterer det koder eller konvensjoner som det ikke fins regler for. Fargebruken i kjente kartserier er et eksempel på slike koder. Det ville bli sett på som oppsiktsvekkende hvis noen begynte å gi ut norske topografiske kart der skogen ikke var grønn, vannet ikke var blått, eller isbreer ikke hadde en hvit eller lyseblå farge.

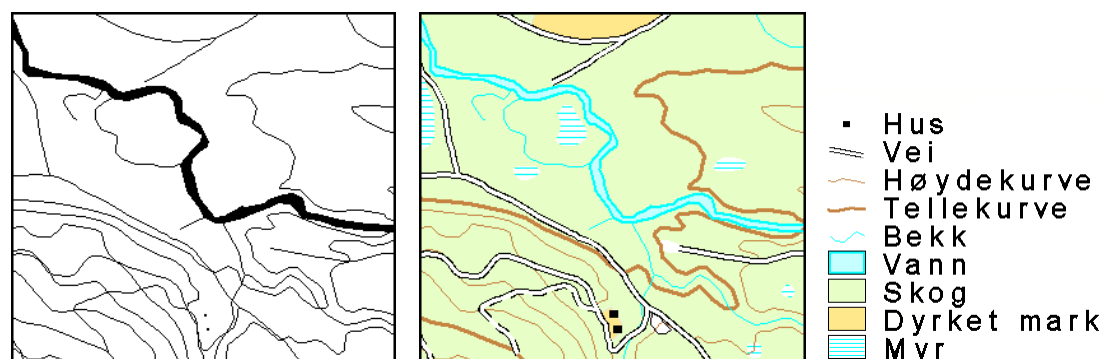
5.2 Kartlesning og oppfattelse av romlig struktur

Kartlesning er en totrinns prosess der vi først identifiserer objekter i kartet, dernest oppfatter vi romlige mønstre.



Figur 5-15 Med basiselementene koordinater (x, y og eventuelt z) og objekter med egenskaper, på plass, kan vi utlede informasjon om objektene, og om romlige forhold. Når vi vet at nord er opp i kartet, så er kartet orientert og vi kan angi en bestemt *retning* fra objektet i dette kartet, en tettbebyggelse. Her er nord rett oppover i kartet, og retningen som er angitt med en pil er 180° (rett sør). Når kartet har en skala som vi kan lese av fra en grafisk målestokk, så kan vi bedømme avstander.

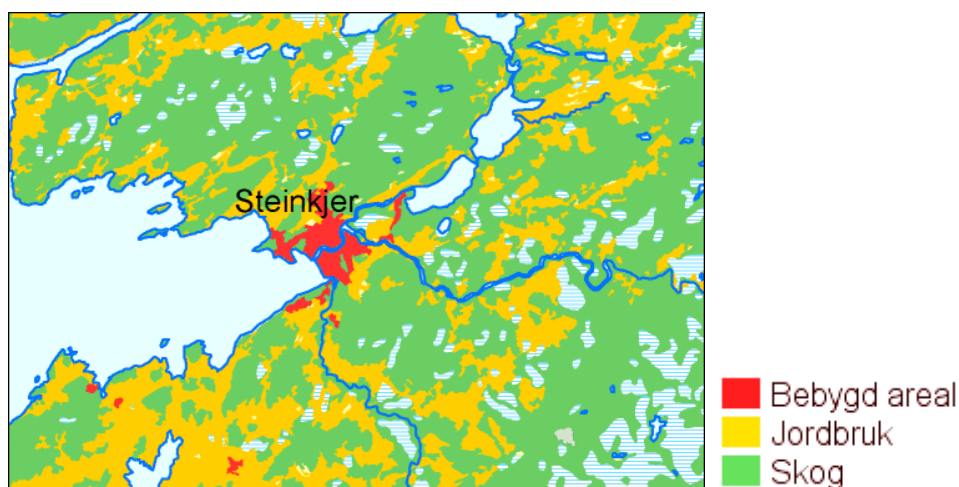
I identifiseringen av objektene så identifiserer vi både objektene (flekker formet som punkt, linjer eller areal) og deres egenskaper. Egenskapene formidles ved at objektene har forskjellig utforming som er framstilt ved hjelp av visuelle variabler.



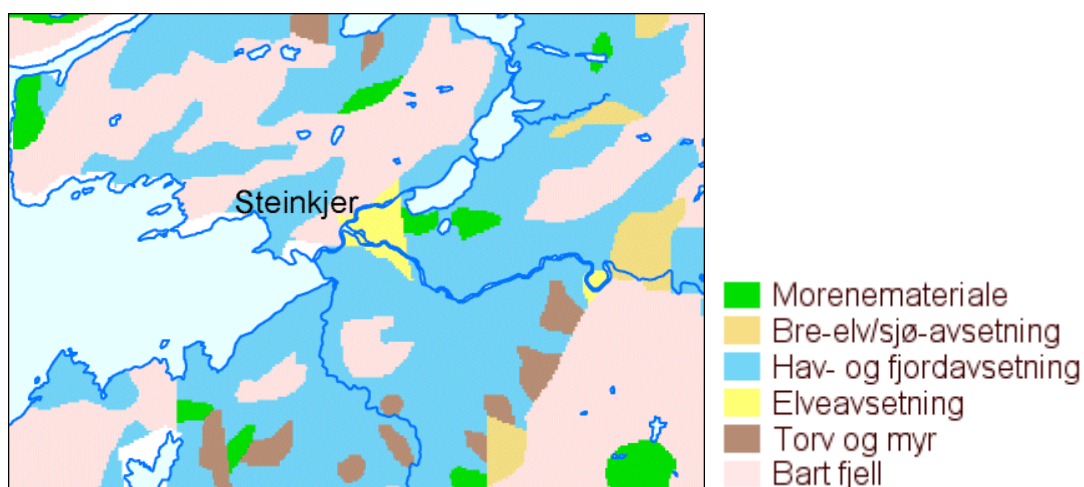
Figur 5-16 Det første kartet inneholder objekter. Vi kan identifisere både punkt, linjer og arealer, vi kan oppfatte at det er noe i kartet, men vi kan ikke si noe om hva det er. Det andre kartet har det samme innholdet som det første kartet, men objektene i kartet er gitt forskjellig utforming etter hvilke egenskaper de har, og vi kan identifisere objektene med deres egenskaper. I dette lille kartutsnittet kan vi kjenne igjen flere av de mønstrene som er vist stilisert i figurene under (Figur 5-19 – 5-22) (Kartgrunnlag: N50 data, Statens kartverk).

Vår identifisering av objektenes egenskaper er avhengig av at tittel og tegnforklaring er brukt på en fornuftig og opplysende måte. Uten en opplysende tittel og en god tegnforklaring, så forblir kartet bare et bilde, som vi kanskje kan identifisere som et kart, men som vi ikke klarer bruke til noe. Først når både objektene i kartet og deres egenskaper er identifisert, kan vi oppfatte romlig struktur eller mønster i kartet.

Når vi har flere objekter med forskjellige egenskaper med i kartet, og flere egenskaper kartlagt på samme sted, så kan vi se mønstre og sammenhenger i distribusjonen av objekter, og vi kan se sammenhenger mellom flere egenskaper på samme sted. Vi kan for eksempel se sammenhenger mellom temperatur, nedbør og jordsmonn i et område, eller vi kan se sammenhenger mellom situasjonen på forskjellige steder mellom kombinasjoner av attributter, for eksempel sammenhengene mellom inntekt per innbygger og utdanningsnivå.



Figur 5-17 Når vi har kartlagt ett fenomen i et område så kan vi se mønstre og sammenhenger i deres romlige distribusjon. I dette tilfellet kan vi forstå hvorfor tettbebyggelsen er der den er. Tettbebyggelsen ligger ved sjøen der flere større vassdrag munner ut, noe som fra gammelt av åpnet for kommunikasjon til dette stedet. Tettbebyggelsen ligger sentralt i forhold til omkringliggende jordbruksområder. Vi ser også at jordbruksområdene ikke er jevnt distribuert. Kartgrunnlag: Norsk institutt for skog og landskap.

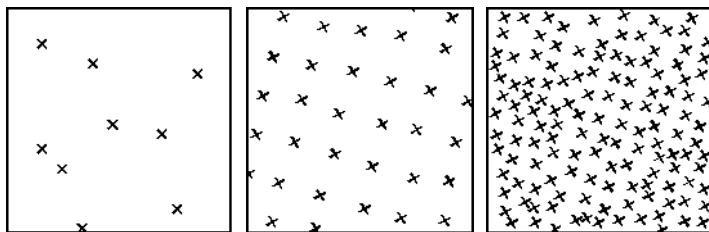


Figur 5-18 Når vi har kartlagt flere fenomener på samme sted, så kan vi se sammenhenger mellom disse fenomenene. Vi kan se at jordbruksområdene i det første kartet i hovedsak ligger der det er Hav- og fjordavsetninger i det andre kartet, og vi forstår at det kan være en sammenheng mellom fenomenene. Kartgrunnlag: Norges geologiske undersøkelser.

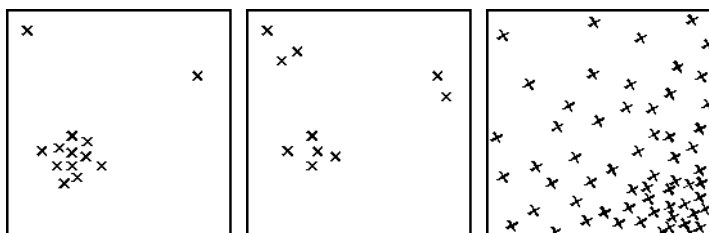
Figur 5-17 og 5-18 er eksempler på kart som viser sammenhenger mellom ulike attributter på samme sted. I dette eksemplet er det lett å se at der det er jordbruk, der er det også godt jordsmonn.

Et annet eksempel på sammenhenger som en kunne se på ved å kombinere flere attributter, kunne være relasjonen mellom gjennomsnittlig inntektsnivå og hvor stor andel av ungdommer som tar høgskoleutdanning på forskjellige steder. Kart kan også vise varierende distribusjon av ett fenomen, f.eks. variasjon i nedbør fra område til område. Figur 1-16 er et isolinjekart som viser dette.

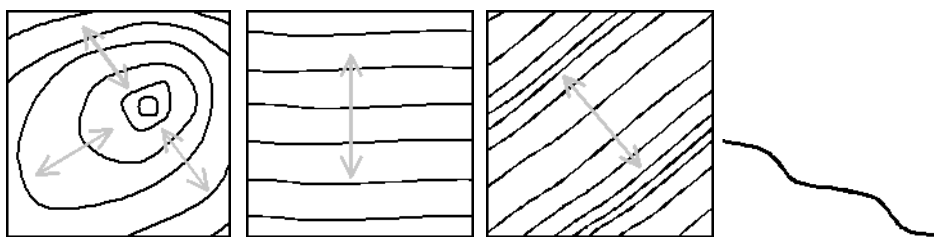
Objekter i et kart har absolutt og relativ posisjon. Hvert objekt har en bestemt plass, og alle objekter har plassering i forhold til hverandre. Det er objektenes plassering i forhold til hverandre som danner mønster/struktur. I figurene under er det eksempler på geografiske mønstre.



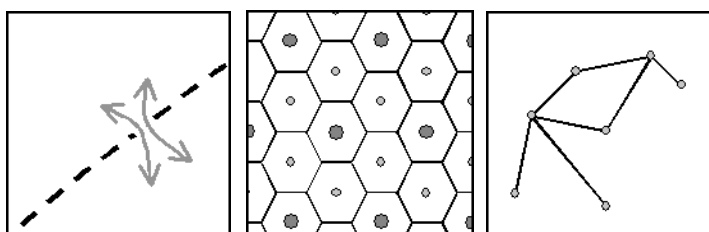
Figur 5-19 Geografiske mønstre 1: Spredt, jevnt, tett. Figurer etter Axel Baudouin, *Behandling av geografisk informasjon I – Bilder og kart*, 1995.



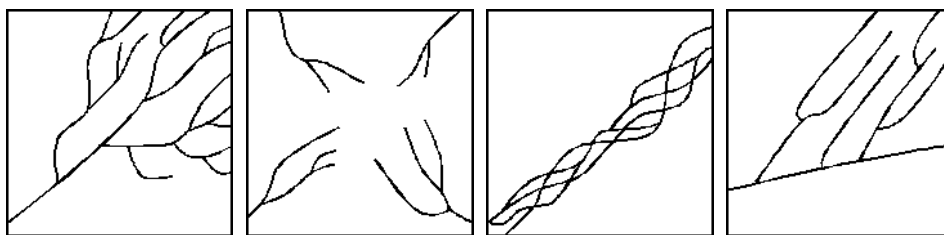
Figur 5-20 Geografiske mønstre 2: Konsentrert, klynget, økende tetthet. Ibid.



Figur 5-21 Geografiske mønstre 3: Isolinjer som viser topp/bunn, jevn endring og ujevn endring. Pilene viser helningsretning. Påfølgende strek viser profilen av denne ujevne forekomsten hvis helningsretningen er nedover til høyre i bildet. Ibid.



Figur 5-22 Geografiske mønstre 4: Grense og port/pass, heksagonalt sentralstedsmønster (kjent fra sentralstedsteorien); nettverk/graf. Ibid.



Figur 5-23 Geografiske mønstre 5: Dendrittisk, radialt, flettet og parallelt nettverk (typisk for elvenettverk).

Persepsjonsnivå/lesenivå

Kart formidler informasjon. Vi kan si at forskjellige kart har ulike budskap, eller vi kan snu på det og si at vi kan stille forskjellige spørsmål til kartet. Hvilke spørsmål vi kan stille er avhengig av hvilket persepsjonsnivå eller lesenivå et kart tillater. Vi snakker om tre slike nivåer: *elementnivå*, *gruppenivå* og *helhetsnivå*.

Vi ser på elementnivået først, deretter det andre ytterpunktet, helhetsnivå / globalt nivå, og til sist gruppenivået.

Elementnivå

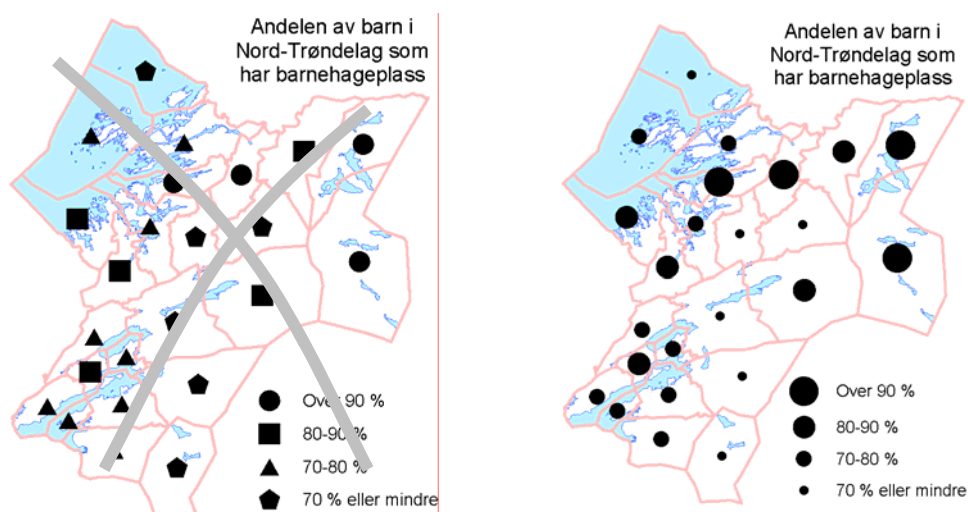
Noen kart er laget slik at det er vanskelig å se et helhetlig bilde med mønster og struktur. Det betyr ikke nødvendigvis at dette er dårlige kart. I topografiske kart kan vi skille ut de enkelte elementene og forstå hva de er, vi kan lese ut av kartet hvor de er, og vi kan bedømme forskjellige romlige forhold som retning, avstand, plassering i forhold til andre objekter osv.

Det topografiske kartet har mange informasjonsvariabler. Vi har hus, veier, bekker, høydekurver og arealdekke, og ingen av informasjonsvariablene er spesielt visuelt fremhevet i forhold til de andre eller skiller seg ut som viktigere enn andre.

Topografiske kart er ikke laget for å gi et bilde av mønster eller romlig struktur til et bestemt fenomen. Kartet er laget for at vi skal kunne skille ut de enkelte objektene og deres egenskaper, se hvor objektene er og vurdere romlige forhold som nevnt over.

Vi kan lese det topografiske kartet, vi kan orientere oss om forhold på et sted eller i et område, og bruke det som en informasjonskilde. Vi kan stille spørsmål som «hvor er?», «hva finnes der?» eller «hva er det?». Slike kart, som bare tillater *oppfattelse på elementnivå*, kaller vi *lesekart*.

Kart er ikke det eneste informasjonsmediet som kan gi svar på spørsmål på elementnivå. Vi kan lete opp en campingplass på et kart, men det kan vi også gjøre i en tabell.



Figur 5-24 To kart med samme informasjon. Det første tillater kun oppfattelse på elementnivå. Vi må *lese* informasjonen ut av kartet: «Der er det et trekantsymbol, jaha, og hvis jeg ser etter i tegnforklaringen så finner jeg ut at det er 70-80 % dekning, javel». Variasjonen i form i det første kartet forvirrer oss mer enn den opplyser. Kartet har dårlig design. Det andre kartet tillater oppfattelse på helhetsnivå. Vi kan se informasjonen i kartet. Kartet gir umiddelbart et visuelt inntrykk av hvor det er god barnehagedekning, og hvor barnehagedekningen er mindre god, fordi vi umiddelbart oppfatter like symboler som er variert i størrelse som en variasjon i mengde eller viktighet.

Helhetsnivå

Andre kart er laget for å vise romlig struktur. De er ment å skulle gi informasjon om bestemte romlige mønstre, slik bare kartet kan gjøre. Når vi ser et slikt kart, så får vi umiddelbart et bilde av den romlige strukturen til et fenomen. Kart som har den egenskapen at vi ikke behøver å lese informasjonen, men *ser* den, kaller vi *se-kart* eller *sebare* kart.

Oppfattelsen av et romlig mønster i et kart består i å oppfatte grupperinger i rommet som dannes av enten de geografiske objektene, eller av informasjonsvariablene. Geografiske objekter vil ved sine posisjoner i planet kunne vise ulike former for grupperinger uansett hvilke egenskaper de har. Dessuten vil variabelverdiene fremstilt for disse objekter også kunne vise romlige mønstre. En variabels geografiske utbredelse, hvilket romlig mønster den lager, er det viktigste kartet kan vise oss (Baudouin, 2001).

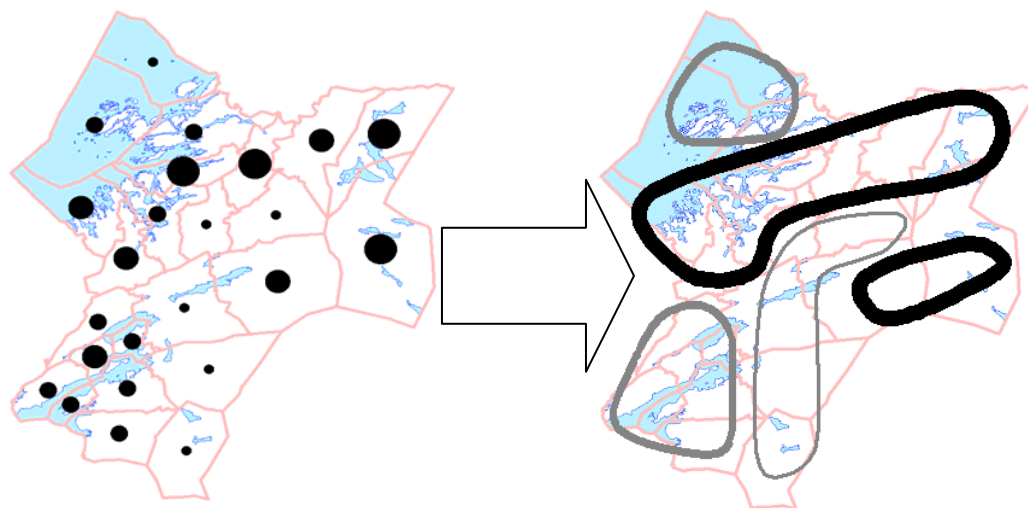
Vi behøver ikke å lese enkeltelementene i kartet, fordi kartet gir et umiddelbart helhetlig bilde av situasjonen. Slike kart tillater *oppfattelse på helhetsnivå*.

Oppfattelse på helhetsnivå, globalt nivå, er bare mulig når det er en eller få informasjonsvariabler i kartet. Når vi lager kart så vil vi gjøre alt vi kan for at kartet skal tillate oppfattelse på helhetsnivå, nettopp fordi dette er å utnytte kartets potensial som medium for kommunikasjon.

Det er bare kart som kan gi informasjon om romlige mønstre på en umiddelbar, lettoppfattelig måte, på helhetsnivå. Den unike muligheten til å kommunisere informasjon må vi ikke forkuldre med dårlig kartdesign.

Gruppenivå

I kart vil vi kunne skille ut grupper som hører sammen, eller objekter som danner visuelle avgrensninger ved sin posisjon, sin form eller farge. Da snakker vi om *oppfattelse på gruppenivå*. På dette nivået kan vi stille spørsmål som «er det lokale konsentrasjoner av et fenomen?» eller «er det forskjeller fra et område til et annet?».



Figur 5-25 Objektene i kartet danner visuelle grupper ved sin form og posisjon. Kartet tillater oppfattelse på gruppenivå.

Hvorfor persepsjonsnivå er viktig

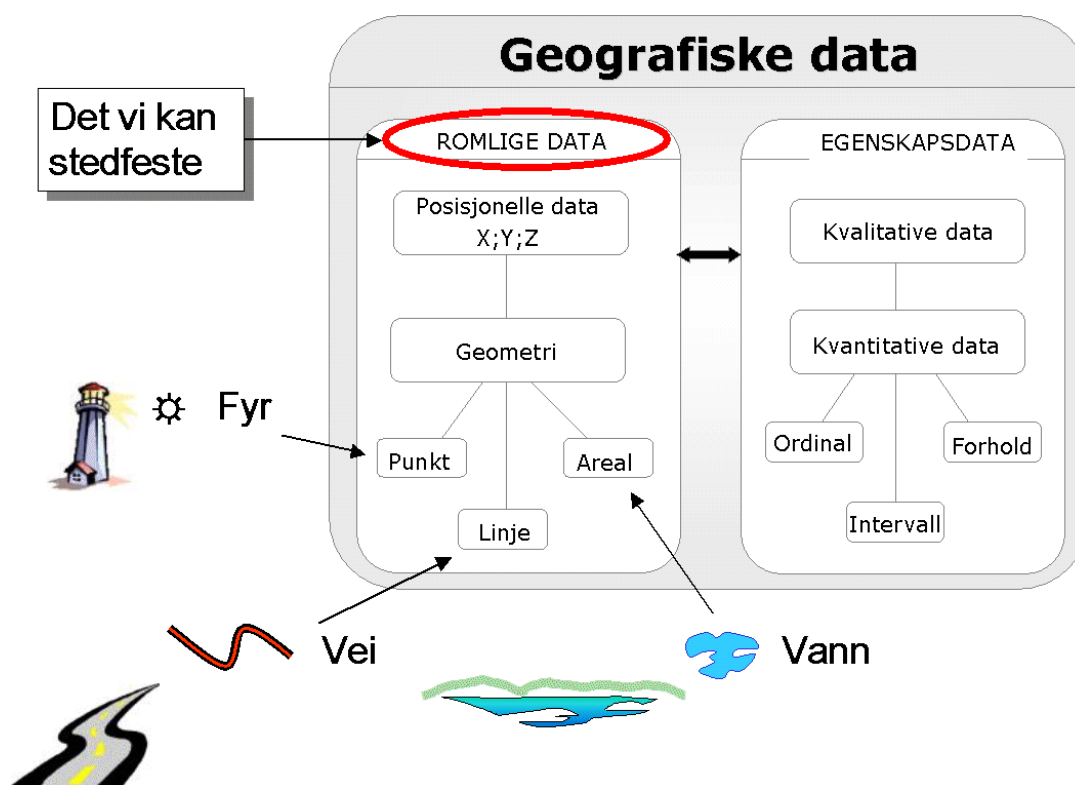
Mønstre i kartet er visualisering av romlig struktur i den virkelige verden. Muligheten til å kunne formidle informasjon om romlig struktur er den viktigste egenskapen ved kartet, fordi det bare er kartet som kan formidle dette.

Det er en avgjørende forskjell mellom ulike kart om de tillater oppfattelse på helhetsnivå, eller bare tillater oppfattelse på enhets eller gruppenivå. Det er kart som viser én informasjonsvariabel, *univariate kart*, som tillater global oppfattelse. Det er vanskelig å lage kart med flere informasjonsvariabler, *multivariate kart*, som tillater global oppfattelse. Skillet mellom univariate og multivariate kart er viktig, fordi det peker på distinksjonen mellom kart som kan oppfattes på helhetsnivå (*se-kart*), eller på enhets/gruppe-nivå (*lese-kart*).

For å kunne utnytte det potensialet som kartet har som formidler av informasjon om romlige strukturer, så må vi ha teknikker og metoder som kan hjelpe oss til å realisere kartets potensial. Dette kan vi oppnå ved en reduksjon av antallet variabler i kartet og ved en redusere antall elementer og kompleksiteten til elementene i kartet slik at det blir oversiktlig og tydelig. Dette gjør vi ved forenkling og generalisering (se Kapittel 6). I tillegg så er det en forutsetning at vi bruker de visuelle variablene vi har til rådighet på korrekt måte (se Kapittel 7).

5.3 Objektene i kartet, deres egenskaper og målenivå

Alt innhold i kart er geografiske data. Geografiske data er objekter som har en romlig posisjon og egenskaper. Det er egenskapene som sier hva objektene er. Det er dette som er informasjonsinnholdet knyttet til objektene.



Figur 5-26 Figuren illustrerer hva som er innholdet i kartet – geografiske data. Figuren er todelt og viser at geografiske data består av romlige data og egenskapsdata. Geografiske data er objektene, de romlige dataene, og deres egenskaper. Objektene har en geometri, en utforming, som punkt, linje eller areal.

Det romlige aspektet ved geografiske data er det vi kan stedfeste. Det vil si hva som helst som har en beliggenhet eller utstrekning som vi kan kartfeste. Alt av konkrete objekter i denne verden kan være geografiske data. Her er tre eksempler på konkrete romlige objekter:

- Et fyr, representert som punkt
- En vei, representert som linje
- Et vann, representert som areal

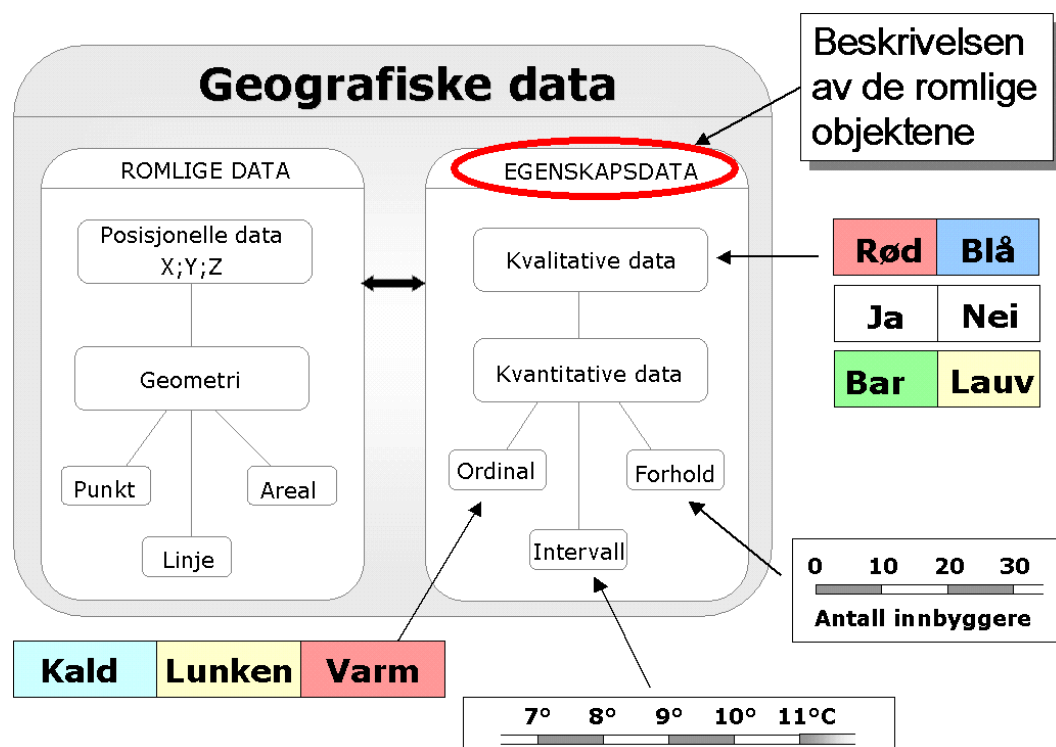
I tillegg til objekter som vi kan stedfeste direkte, som nevnt over, så vil ethvert fenomen kunne være geografisk, hvis vi kan knytte fenomenet til objekter med en beliggenhet eller geografisk utstrekning. Dette fenomenet vil da bli en egenskap knyttet til det konkrete objektet.

- Lys-rekkevidde er en egenskap som vi kan knytte til det geografiske punktobjektet fyr.
- Trafikktetthet, er et målbart fenomen som vi kan knytte til linjeobjektet vei.
- Surhetsgrad kan uttrykkes som en Ph-verdi. Ph-verdien kan vi knytte til arealobjektet vann.


Egenskapsdata er hva som helst av opplysninger som beskriver de romlige objektene. Slike opplysninger kan ha forskjellig karakter. Det kan være rent verbale beskrivelser, eller det kan være kvantitative mål knyttet til objektene. Vi snakker gjerne om *målenivå* eller *organisasjonsnivå* på egenskapsdataene, etter hva slags type data det er snakk om. Egenskapenes målenivå eller organiseringsnivå har betydning for hvordan vi oppfatter innholdet i kartet, og det har betydning for hvordan vi skal tenke når vi selv skal lage kart.

Hovedskillet i målenivå går mellom kvalitative og kvantitative egenskaper.

Kvantitative data kan vi igjen dele inn i data på *ordinalnivå* (ordensnivå), *intervallnivå* og *forholdstallsnivå*.



Figur 5-27 De forskjellige målenivåene/organiseringsnivåene som egenskapene til objekter i kart kan ha.

	MÅLENIVÅ	
KVANTITATIVE DATA	Forholdstallsnivå	Høyt målenivå
	Intervallnivå	 <p>Du kan redusere målenivået på en variabel, for eksempel gjøre en variabel på forholdstallsnivå om til en ordnet variabel</p>
	Ordinalnivå (ordnet)	
KVALITATIVE DATA	Nominalnivå	Lavt målenivå

Figur 5-28 Tabell som viser målenivåene og hva som er høyt og lavt målenivå.

Objekter med kvalitative egenskaper (*nominalnivå*, *nominelle data*) er objekter som bare kan grupperes etter hvilke kvaliteter de har. Et skogareal er enten barskog eller lauvskog, en kommune er enten Inderøy eller Steinkjer. Det ligger ingen gradering i et kvalitativt skille, det er kun en inndeling som sier om et objekt har den ene eller andre egenskapen. Vi bruker betegnelsen *dikotom* når det bare er to alternativ, som for eksempel *Ja* eller *Nei*.

Objekter med egenskaper på *ordinalnivå* kan vi gruppere i klasser i en rekkefølge. All informasjon som er ordnet i klasser, enten det er tall eller verbalt formulerte klasser på en skala, er på ordensnivå. En slik rekkefølge kan være *liten*, *medium* og *stor*, eller *tynt befolket* og *tett befolket*, eller *kald*, *lunken* og *varm*, som vist i figuren over. Ordensnivået omfatter også tall når tallverdiene er inndelt i klasser slik: *Under 1000*, *1000-2000* og *Over 2000*.

Objekter med egenskaper på *intervallnivå* (*intervall data*) har numeriske verdier. Verdiene kan deles inn i klasser med en startverdi og en sluttverdi, og vi kan angi absolutte intervaller (derav *intervall data*) mellom verdiene, for eksempel at 10 grader er 4 grader mer enn 6 grader. Data på *intervallnivå* har ikke en absolutt nullverdi, og vi kan ikke angi forholdet mellom verdiene – 4 grader er ikke dobbelt så varmt som 2 grader.

Objekter med egenskaper på *forholdstallsnivå* har en verdiskala med et absolutt nullpunkt, og vi kan angi forholdet mellom verdier. For eksempel så er 20 innbyggere dobbelt så mange som 10 innbyggere.

	Verdiene er gjensidig utelukkende	Verdiene kan rangeres.	Verdiene er tall. Det er like intervaller mellom verdiene. Verdiene kan adderes, subtraheres, multipliseres og divideres.	Verdiskalaen har absolutt nullpunkt (null er fravær av mengde). Kan beregne forhold mellom verdiene.
Forholdstall	✓	✓	✓	✓
Intervall	✓	✓	✓	
Ordinal	✓	✓		
Nominal	✓			

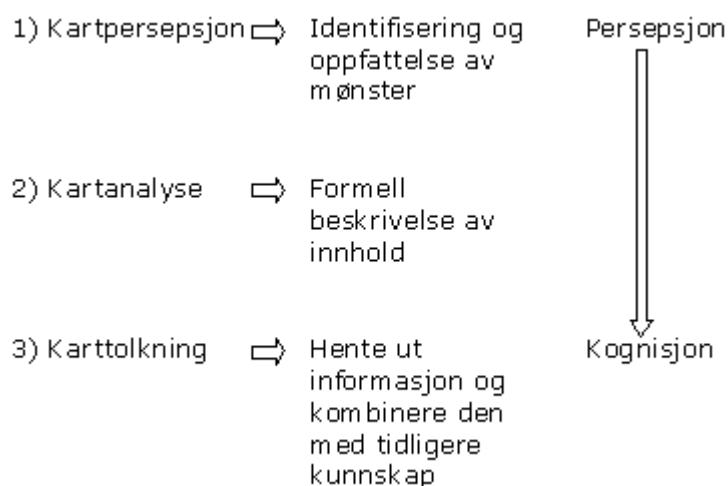
Figur 5-29 Tabell som viser kjennetegn ved verdiene når de er på forholdstallsnivå, intervallnivå, ordinalnivå og nominalnivå.

Hvorfor er det viktig å holde orden på egenskapenes målenivå? Det er viktig fordi visualiseringen av objekter i kart må være tilpasset informasjonsinnholdet i kartet. Hvis vi skal lage et kart som viser kvalitative forskjeller, så må vår bruk av visuelle virkemidler være tilpasset dette. Hvis vi skal lage kart som viser kvantitative forskjeller, så må vi ha en annen bruk av visuelle virkemidler enn i et kart med et rent kvalitativt innhold.

Hvilke visuelle virkemidler som egner seg for kvalitative data, hvilke som egner seg for framstilling av data på ordensnivå og hvilke som egner seg til framstilling kvantitative data på forholdstallsnivå blir et hovedpoeng i Kapittel 7.

5.4 Kartanalyse og karttolkning

Når vi snakker om analyse i sammenheng med kart, så forstår vi det på samme måte som når vi snakker om analyse og tolkning av tekst. I kartanalyse så er det selve kartet som er temaet, mens når vi snakker om karttolkning så er det vår tolkning av kartet, hva vi kan lese ut av kartet, som er temaet.



Figur 5-30 Kartanalyse og karttolkning er prosesser i forlengelsen av persepsjonen av et kart, der analyse består i å beskrive innholdet i kartet og de virkemidler som er brukt for å framstille det, mens karttolkningen er det stadiet da en tilegner seg kunnskap fra kartet.

Kartanalyse er en formell beskrivelse av innhold i et kart, altså en analyse av kartet og dets innhold. Vi stiller noen spørsmål til kartet om hvilken informasjon som er i kartet, hvordan denne informasjonen er ordnet, og om det framtrer noe mønster av innholdet i kartet.

Her er noen momenter i en kartanalyse, og spørsmål vi kan stille:

- *Informasjonsvariabler.* Hvilke informasjonsvariabler er det som presenteres, og hvilket målenivå har informasjonsvariablene?
- *Visuelle virkemidler.* Hvilke visuelle virkemidler blir brukt for å framstille informasjonsvariablene?
- *Antallet elementer* i kartet?
- Er det samsvar mellom informasjonsvariablenes målenivå og bruken av visuelle virkemidler?
- *Mønster, orden.* Framstår det et tydelig mønster i kartet? Er det en orden i objektene i kartet, eller er deres plassering tilfeldig. Er objektene i kartet gruppert eller spredt? Er det en regelmessighet i objektenes plassering, eller er de uregelmessig plassert?

I tillegg til momentene overfor som dreier seg om innholdet i kartet, kan vi bruke alle andre begreper som vi har, som kan være med på å formidle innholdet i et bilde (kartet). Det er også naturlig at analysen omfatter formalia knyttet til skala, projeksjon og karttype:

- Hva slags karttype er det, og hva er målgruppen?
- Målestokk?
- Teknikk brukt i produksjonen (analog/digitalt)?
- Projeksjon?

I analyse av tekst så er det vanlig å stille spørsmål som «hvem sier hva til hvem, med hvilke virkemidler, med hvilken effekt». Dette er relevante spørsmål også i en kartanalyse.

Hva er det så som skiller det å tolke et kart fra det å analysere et kart? Karttolkning er å lese informasjon ut av kartet. Karttolkning er en aktivitet vi utfører når vi stiller spørsmål til kartet som kartet med sin symbolbruk ikke gir direkte svar på. Dette kan være både enkle spørsmål om kartlesning og mer kompliserte analytiske spørsmål.

Hvilken vei renner elva som vi ser i kartet? Det står ikke markert med piler hvilken vei elvene renner. Vi må tolke det ut fra omgivelsene i kartet. Hva er den raskeste veien å gå gjennom dette fjellområdet?

I eksemplene i Figur 5-17 og 5-18 tolker vi kartene og danner oss teorier om hvorfor tettstedet Steinkjer ligger der det er. Steinkjer ligger innerst i fjorden der elvene munner ut, midt i et område med mye jordbruk. Videre så kan vi se en sammenheng mellom områder med havavsetninger fra siste istid og hvilke arealer som er dyrket mark i dag. Slike sammenhenger er ikke uttrykt i kartet, det er noe vi tolker med grunnlag i kartet.

En må være oppmerksom på at begrepet *kartanalyse* i mange sammenhenger også blir brukt om det å tolke kartet.

Referanser og videre lesing

Baudouin, A (1995), *Behandling av geografiske informasjon, I: Bilder og Kart*, Geografisk institutt, Universitetet i Trondheim.

Baudouin, A (2001), *Informasjonsbehandling og kartdesign, kart og Bilde, bd. 2*, Geografisk institutt, Universitetet i Trondheim.

Brodersen, L (2002): *Kort som kommunikation: teori og metode i kartografien*, Danmark: Forlaget Tankegang as.

Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrche, P.C., Kimberling, A.J. og Guptill, S.C. (1995): *Elements of Cartography*, 6th. ed., John Wiley&sons.
Kap. 18-23 om persepsjon og design. Kap. 25 og 26 om symbolisering i kart.

Miljøverndepartementet (1998, revidert 2005): *Kommuneplanens arealdel: Veileder*, Kapittel 7.5. http://odin.dep.no/md/norsk/dok/andre_dok/veiledninger/022041-120042/dok-bn.html

6 Generalisering – tilpasse innholdet i kartet etter formålet

Guri Markus

Det er en kompleks verden vi lever i. Vi er omgitt av detaljer. Mennesker har behov for å forenkle mange av detaljene for å ikke bli forvirret. Det er mye lettere å snakke om gjennomsnitt i stedet for å gå inn på enkeltobjekter. For eksempel er det mer oversiktlig å klassifisere et helt skogsområde som hogstmoden enn å se på et og et tre hver for seg. Når man lager kart, er det en modell av virkeligheten som konstrueres. Vi vil aldri kunne rekonstruere virkeligheten 100 %.

Kartleggingsprosessen inkluderer en forenkling som fører til at man presenterer de aktuelle objektene og fenomenene på en måte som er formålstjenlig for å få frem budskapet i kartet. Prosessen som må til for å skape denne forenkledede modellen kalles for generalisering. Det dreier seg først og fremst om å redusere mengden av informasjon for å redusere kompleksiteten.

Generaliseringen kan gjøres på grunnlag av egenskapene som er knyttet til objektene som kartlegges, den kan utføres visuelt på detaljene i kartet, eller den kan gjennomføres som en kombinasjon av disse. Tidligere, da kartleggingsprosessen foregikk analogt, var det kartografen som tok avgjørelsen om hvilke objekter som skulle være med i kartet og hvordan disse skulle utformes. Etter at kartdata nå først og fremst fremstilles digitalt vil denne prosessen foregå delvis når digitale kartdata skal konstrueres og delvis etter at digitale data er samlet inn og det ferdige kartet skal formes visuelt (på skjerm eller utskrevet kart).

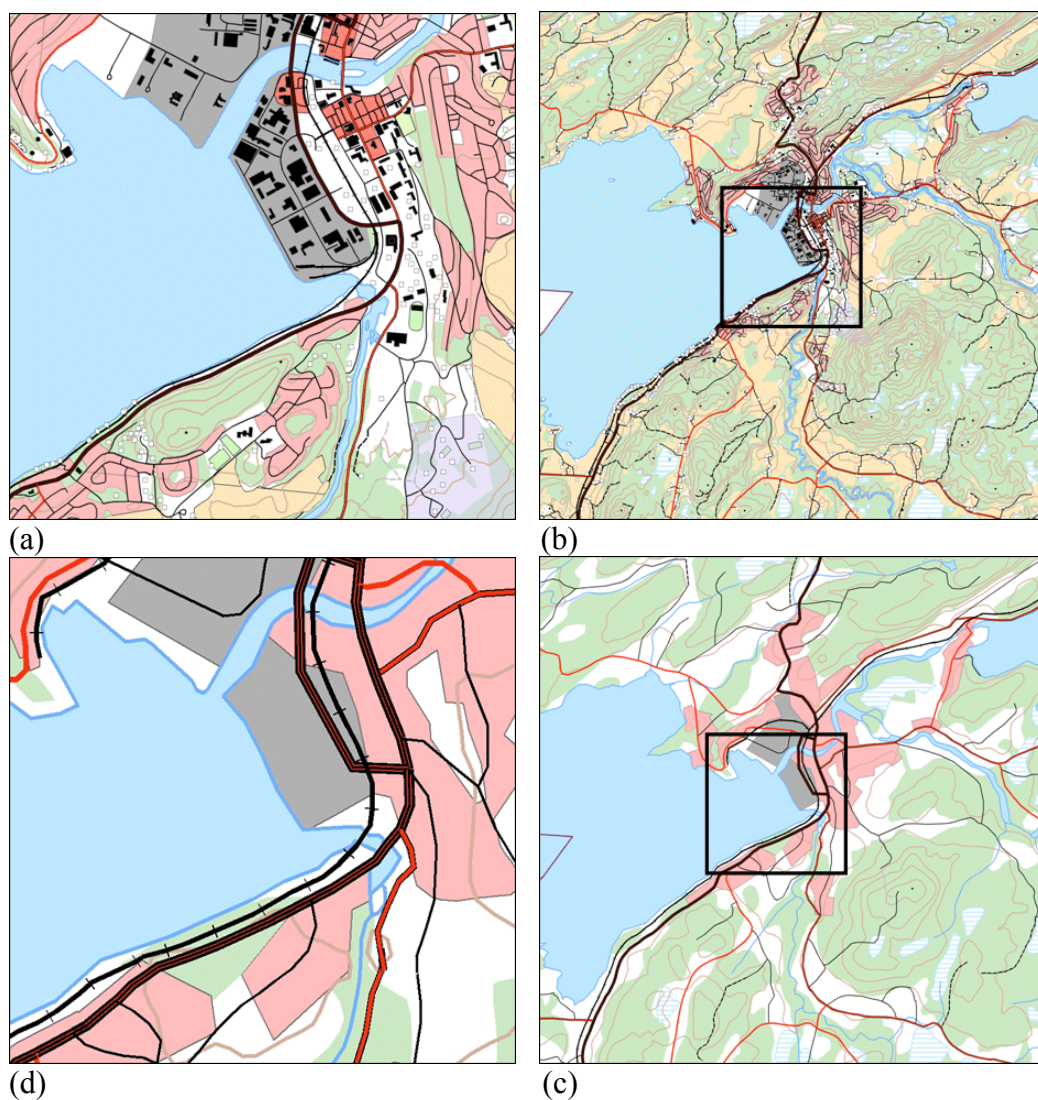
Generalisering er i utgangspunktet en subjektiv handling. Hva som generaliseres og i hvor stor grad det generaliseres, avhenger av hva kartkonstruktøren velger å legge vekt på. Det finnes selvfølgelig allmenne standarder (for eksempel SOSI⁸) som kan brukes både i kartleggingsprosessen og for å utforme kartet, der generaliseringsgraden er bestemt på flere områder. Men disse standardene kan vi også si er dannet på subjektivt grunnlag.

Målestokken har stor betydning for hvor stor grad av generalisering som kreves i et kart. Kart i små målestokker krever en større grad av generalisering enn det kart i store målestokker gjør. Når man skal redusere målestokken vil man bli nødt til å generalisere for at kartet skal være lesbart. Vi ser at kartet i **Feil! Fant ikke referanse-kilden.** Figur 6-1 b ser overlesset ut, slik at vi ikke klarer å skille detaljene fra hverandre. Det er etter hvert utviklet en del automatiske generaliseringsrutiner (algoritmer⁹) som gjør at vi kan øke generaliseringsgraden for kartlagte objekter. Disse rutinene kan brukes på data som i utgangspunktet er tilpasset en større målestokk. Dette kan brukes ved geografiske databaser, der man har et *masterdatasett* som er tilpasset en stor målestokk, og bruker dette til å generere data som er tilpasset mindre målestokker.

⁸ SOSI - Samordnet Opplegg for Stedfestet Informasjon. Les mer på www.statkart.no/standardisering/SOSI

⁹ Algoritmer: Steg for steg prosedyre som kan legges inn i dataprogrammer ved hjelp av et programmeringsspråk f. eks. Visual Basic, Java o.l.

Det er viktig å huske på at dersom man generaliserer vil nøyaktigheten til detaljene i kartet reduseres. Det bør være sammenheng mellom nøyaktighet og målestokk. Dersom vi har data som ikke er så veldig nøyaktige bør ikke disse tegnes ut på for store målestokker. Det bør i de fleste tilfeller også være sammenheng i generaliseringsgraden til de data som settes sammen i det samme kartet. Generaliseringsgraden som kreves vil være avhengig av hva kartet skal brukes til. Dersom det bare skal være en illustrasjon eller brukes som bakgrunn for å vise tematiske data, trenger man mindre detaljer enn det man trenger i et topografisk kart som skal brukes til navigasjon.



Figur 6-1 Målestokk og generalisering: (a) viser originalkartet. (b) viser det samme kartet i redusert målestokk (originalkartet er innenfor firkanten), (c) viser generalisert kart i redusert målestokk og (d) viser generalisert kart i samme målestokk som originalkartet.

6.1 Generaliseringsmodeller

Det finnes flere modeller for hvordan generalisering kan forklares og inndeles, og de ulike modellene ser på generalisering fra ulike synsvinkel.

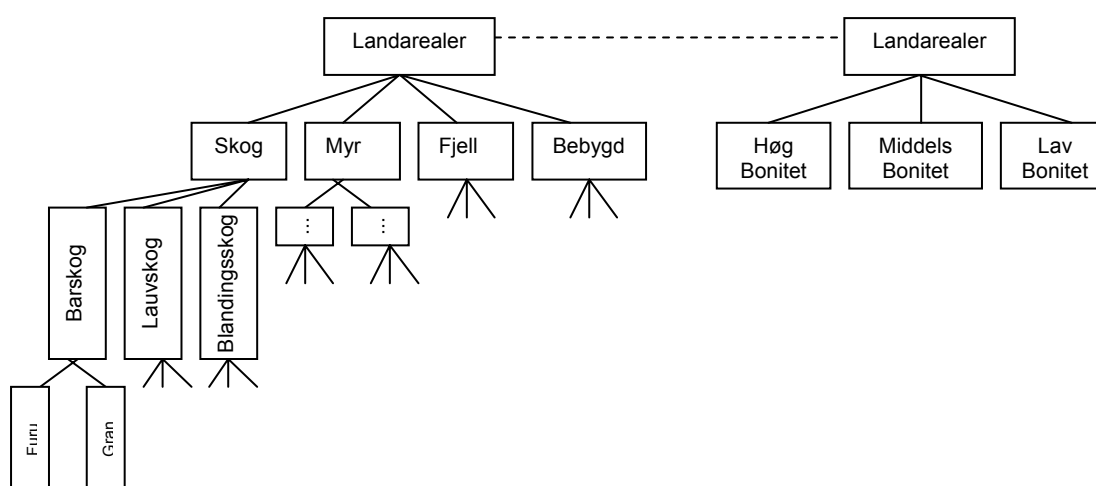
Kartografisk generalisering kan i følge Jones (1997) deles inn i to hovedtyper:

- Tematisk generalisering, dvs. forenkling og reduksjon av informasjon i forhold til innholdet (semantisk generalisering).
- Grafisk generalisering, dvs. forenkling og reduksjon av informasjon i forhold til deres grafiske presentasjon (geometrisk generalisering).

Tematisk generalisering dreier seg om å bruke den informasjonen som er tilgjengelig for å fremstille detaljer på en måte som gjør at man får frem budskapet i et kart. Man trekker ut detaljer fra virkeligheten og legger disse inn i hierarkiske strukturer. Disse strukturene baserer seg på klassifisering eller aggregering av objektene. Hierarkiske strukturer kan være organisert i flere nivåer og i flere dimensjoner for de samme objektene. For eksempel kan landarealer deles inn i klassene skog, myr, fjell, dyrket mark, bebygde områder og andre områder. Klassen «skog» kan igjen deles inn i barskog, lauvskog og blandingsskog, videre kan klassen «barskog» deles inn i gran, furu, lerk o.s.v. Parallelt kan de samme landarealene deles inn i ulike bonitetsklasser; Høy bonitet, middels bonitet, lav bonitet (se Figur 6-2.)

Det kan også ligge kvantitative egenskaper til grunn som senere kan deles inn i klasser (ordinaldata). Byer kan være representert ved befolkningstall. Dette er en kvantitativ egenskap på forholdstallsnivå som kan gjøres om til ordinalnivå ved å dele opp i intervaller (0-500, 501-1000, 1001-1500, 1501-2000, o.s.v.)

Aggregerings-hierarkier er bygd opp med enheter som kan deles opp videre i deler som til sammen utgjør hele enheten. For eksempel fylker som kan deles opp i kommuner som igjen kan deles opp i grunnkretser.



Figur 6-2 Hierarkiske strukturer kan bestå av to eller flere nivåer og de samme objektene (her representert ved landarealer) kan klassifiseres i flere parallelle dimensjoner.

Dersom man har en database som inneholder informasjon om stedfestede objekter kan man trekke ut den informasjonen som er relevant. Man kan foreta utvalg, klassifisere og aggregere informasjonen fra databasen slik at generaliseringsgraden er tilpasset målestokk og hensikt med kartet.

Grafisk generalisering dreier seg om generalisering av de visuelle uttrykket etter at den tematiske generaliseringen er gjennomført. Først og fremst går det ut på å tilpasse det visuelle uttrykket i forhold til målestokken slik at kartet ikke overleses av detaljer. De forskjellige grafiske generaliseringsmetodene er illustrert og er beskrevet i kapittel 4.2 - 4.8.

Tiina Kipeläinen har i flg. Slocum et. al.(2005) definert et rammeverk for multiskala¹⁰ databaser som tar utgangspunkt i en digital landskapsmodell(DLM). Ut fra denne modellen kan det lages en digital kartografisk modell(DCM), som definerer hvordan kartet skal se ut. En «master DLM» med høyest mulig nøyaktighet vil utgjøre kjernen i databasen, og den kan brukes som utgangspunkt for å generere nye DLM'er som er tilpasset kart i mindre målestokker, disse kan igjen generere nye DLM'er som er tilpasset enda mindre målestokker. Hver DLM må få opprettet en ny DCM som inneholder de grafiske representasjonene som skal vises i kartet.

Robinson et. al.(1995) deler inn generaliseringsprosessen i elementene:

- 1) Utvalg
- 2) Generalisering
 - Klassifikasjon (typifisering, kollapsing, aggregering)
 - Forenkling (fjerning av detaljer, glatting)
 - Utheving (forstørring, forsterking)
 - Symbolisering
- 3) Induksjon

McMaster og Shea(1992) Deler inn generalisering i tre spørsmål:

- 1) Hvorfor generalisere? («Teoretical Objectives»)
- 2) Når skal man generalisere? («Cartometric Evaluation»)
- 3) Hvordan generalisere? («Fundamental Operations»)

Hvorfor vi må generalisere har vi sett på tidligere i kapitlet. Hvordan vi skal generalisere skal vi komme tilbake til i kapittel 6.2 – 6.8, mens vi nå skal utdype det andre spørsmålet; *når skal man generalisere?*

¹⁰ Med Multiskala database menes databaser som er tilrettelagt for å skrive ut kart i flere forskjellige målestokker

Det er 6 fundamentale forhold som fører til at et kart bør generaliseres (Slocum et al., 2005):

- 1) *Opphopning*. For mange objekter på et lite område
- 2) *Sammensmelting*. Objektene kommer så nær hverandre at de smelter sammen
- 3) *Konflikt*. Objekter skjuler hele eller deler av andre viktige objekter
- 4) *Komplikasjon*. For eksempel når det kreves ulik grad av kompleksitet langs en linje.
- 5) *Inkonsistens*. Objekter med ulik nøyaktighet fremkommer i samme kart
- 6) *Mangel på persepsjon*. Oppfattelsen av innholdet i kartet er svekket

De fleste modellene har tatt med en liste av operasjoner som kan brukes til generalisering. Denne listen varierer noe i de ulike fremstillingene, men vi skal her prøve å få samlet de som er nevnt.

Ulike former for generalisering (Avsnittnummer der de ulike formene er beskrevet i parentes):

- Utvalg(6.2)
- Klassifisering (6.3)
 - Aggregering (6.3.1)
 - Typifisering (6.3.2)
 - Kollaps (6.3.3)
- Forenkling (6.4)
 - Fjerning av detaljer (6.4.1)
 - Glatting (6.4.2)
- Forflytting (6.5)
- Utheving (6.6)
 - Forstørring (6.6.1)
 - Forsterking (6.6.2)
- Symbolisering (6.7)
- Induksjon (6.8)

De ulike formene kan brukes på en eller flere av informasjonstypene egenskaper, punkter linjer, flater. Noen kan brukes ved kartlegging av originaldata, noen kan brukes ved generalisering av detaljerte data som er lagret i en database som vektordata (punkt, linje, flate) eller rasterdata (rutenett).

6.2 Utvalg

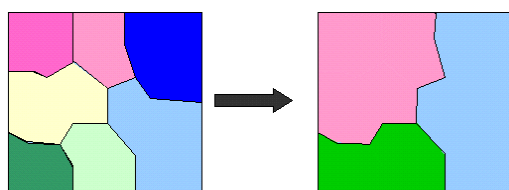
Utvalg er det første man starter med i en generaliseringsprosess. Man må ta utgangspunkt i hva som er hensikten med kartet. I denne fasen må kartografen ta stilling til hvilke detaljer som skal kartlegges, og hvilke som kan utelukkes. Det kan være om veier skal være med eller ikke, eller hvilke veier som skal være med. Spørsmålet blir da hva som er viktig. I utvalget må en ta hensyn til at leseren har nok til å identifisere og stedfeste objektene i kartet, og at budskapet blir framført. Man må også passe på å ikke velge bort viktige element som vil være vesentlig informasjon for brukeren. For eksempel må man ta med alle skjær i sjøen i sjøkart. I tematiske kart bør det velges ut færre detaljer enn det man ville ha tatt med i et topografisk kart med samme målestokk.

6.3 Klassifisering

I en **klassifisering** skal en ordne, skalere og gruppere objekter etter deres egenskaper og verdier. Målet her er å bevare innholdet eller essensen av dataene, og kartografen må sikre dette ved å bruke sin egen dømmekraft i forhold til hva som er hovedbudskapet med kartet. Klassifiseringen kan som tidligere nevnt gjennomføres på egenskapsdata, men det finnes også metoder for klassifisering av geometrien. Disse metodene deles inn i *aggregering*, *kollapsing* og *typifisering*.

6.3.1 Aggregering

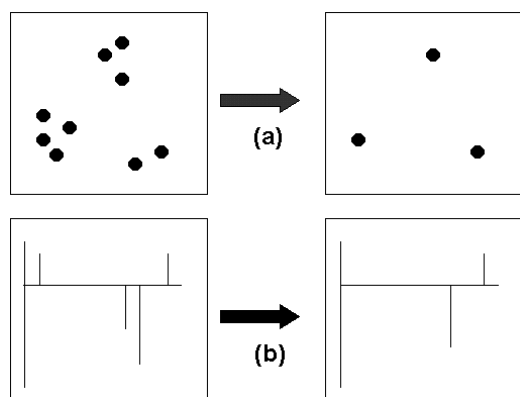
Aggregering betyr å slå sammen data. Man reduserer antall objekter og tettheten i kartet, og gir et enklere uttrykk av objekter ved å slå dem sammen til et objekt. Dette brukes først og fremst på arealer (flater), egenskapsdata og på rasterdata. Et eksempel på aggregering er dersom man slår sammen data fra alle kommunene og fremstiller kartet fylkesvis. Dvs. Kommunegrensene fjernes fra kartet og fylket fremstår som en hel homogen flate. Dataverdier for hver kommune kan da for eksempel summeres, beregnes gjennomsnitt av, velge ut maks- eller minimumsverdi el. lign. Det vil da være disse nye verdiene som representeres i kartet.



Figur 6-3 Aggregering av flater.

6.3.2 Typifisering

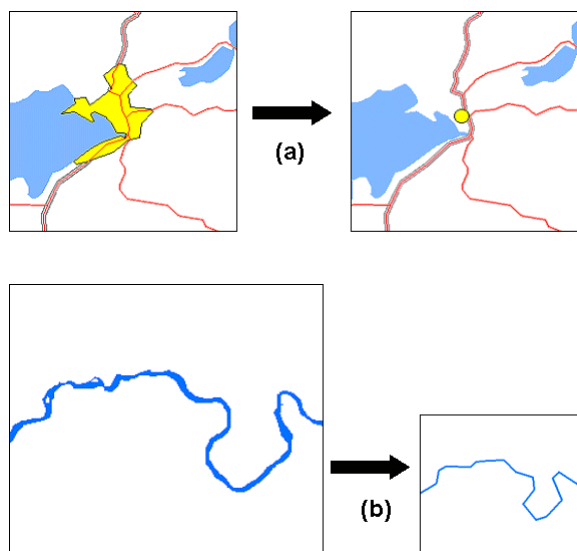
Typifisering vil si å ta bort detaljer, men samtidig bevares et representativt mønster. I tillegg til å ta bort detaljer, kan objekter også flyttes. Det som er viktig er at man forsøker å beholde et representativt mønster. Typifisering kan brukes både på punkt linjer og flater.



Figur 6-4 Typifisering av punkt(a) og linjer(b)

6.3.3 Kollaps

Kollapsing er en operasjon som reduserer et geografisk objekt slik at det mister en eller flere dimensjoner, for eksempel at areal gjøres om til en linje eller et punkt ($2D \rightarrow 1D$, $2D \rightarrow 0D$). Eksempel fra kart er hvordan byer blir representert som et punktsymbol (se Figur 6-5 a). Kollapsing kan også foregå ved at mange punkter representeres ved et areal eller ved å sette sammen flere linjer til en linje. For eksempel dersom man har veikanter som linjer kan disse kollapses og man representerer veien med en midtlinje i stedet. Et annet eksempel på kollapsing har man dersom en elv blir lagret/tegnet som en linje i stedet for et areal (se Figur 6-5 b).



Figur 6-5 Kollapsing av areal til punkt og til flate: En by blir representert som et punkt i stedet for et areal (a). En elv blir representert med en linje i stedet for et areal(b). Datakilde: N50 og N1000 kartdata, Statens kartverk.

6.4 Forenkling

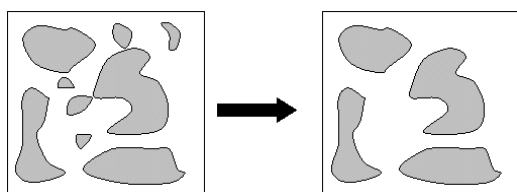
For å gjøre kartet mer tydelig kan man ta med de viktige karaktertrekkene til elementene i kartet, og eliminere uønskede detaljer. Gjennom en forenkling oppnår en å redusere detaljnivået. Det viktige ved forenkling er å tilpasse informasjonsmengden til plassen som er til rådighet i kartet og bevare det som er viktig.

Innenfor forenkling av arealenheter, er det ønskelig at arealenheter beholder opprinnelig størrelse, selv om linjene forenkles. Forenkling kan gjennomføres enten ved *fjerning av detaljer*, eller ved *glatting*. Det er antagelig innen forenkling at det finnes mest automatiske rutiner(algoritmer) som vi kan få datamaskinen til å gjennomføre for oss. Men det gjelder det samme her som ved all annen generalisering; vi må beholde det som er viktig for budskapet og forenkles det som er mindre viktig. Dette vil alltid være en subjektiv prosess. Det vil være kartkonstruktøren som legger premissene for hva som skal generaliseres, og i hvor stor grad de forskjellige objektene generaliseres. Det er en viss fare for at en er for forsiktig med å forenkles data, på grunn av at det ikke føles riktig å utføre en kvalitetsreduksjon av dataene.

Ved målestokksreduksjon er det naturlig at vi foretar en forenkling av detaljnivået, men det kan i enkelte tilfeller være behov for å forenkles selv om kartet ikke skal redusere målestokken. Dette gjør man for å tone ned viktigheten av enkelte objekter, for å bedre få fram objekter som man betrakter som viktige.

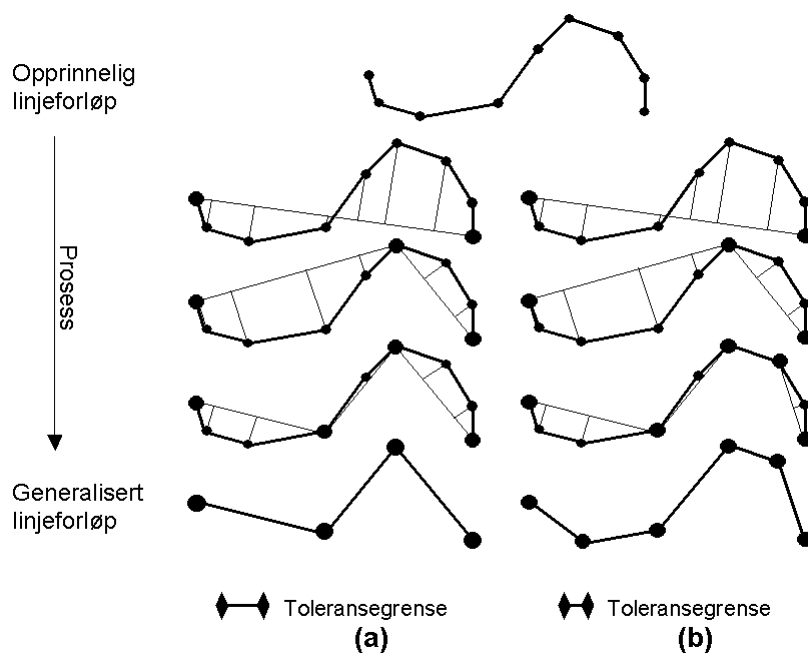
6.4.1 Fjerning av detaljer

Forenkling ved fjerning av detaljer kan skje på flere måter. Man kan fjerne arealer, fjerne linjer eller fjerne punkt. Man kan også fjerne punkt langs en linje for å redusere detaljeringsgraden på linjeobjekter og langs ytterkantene til flateobjekter.



Figur 6-6 Fjerning av flater

Når man fjerner arealer eller linjer kan dette gjøres på grunnlag av størrelsen(arealet eller lengden). Dette kan vi ikke gjøre for punktobjekter. Da må vi se på egenskapene som hvert punkt har, og bruke disse til å velge hvilke punkt som skal være med i kartet. Vi kan også bruke egenskaper til å velge ut linje- og flate-objekter. I et topografisk kart kan man for eksempel velge å ikke skrive ut alle veilinjer som er lagret med egenskapen «Traktorvei».



Figur 6-7 Gjennomføring av Douglas-Peucker algoritmen på et linjeforløp med to forskjellige toleransegrenser.

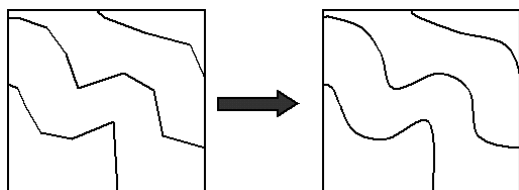
Fjerning av punkter langs en linje kan gjøres på flere måter. Vi kan velge å beholde annethvert punkt langs linja eller hvert n 'te punkt eller vi kan manuelt gå inn og velge de mest karakteristiske punktene på linja. Vi kan også bruke en av de mest kjente algoritmene innen generalisering, nemlig Douglas-Peucker algoritmen. Denne algoritmen gir kartkonstruktøren anledning til å sette en toleransegrense for avstanden mellom den opprinnelige linja og den nye generaliserte linja.

Man starter med å trekke en rett linje fra startpunkt til sluttspunkt. Det blir videre målt avstander mellom den opprinnelige linja og den rette linja. Det punktet som har den største avstanden blir sammenlignet med toleransegrensa. Dersom avstanden er større enn toleransegrensa setter vi av dette punktet. Dette skal da være med i den generaliserte linja. Vi kan videre sette av en rett linje fra startpunktet til det avsatte punktet og måle avstander fra denne linja og ut til punktene på den opprinnelige linja. Dersom den største avstanden er større enn toleransegrensa setter vi av dette punktet også. Er derimot avstanden kortere enn toleransegrensa kan vi slette alle punktene mellom startpunktet og det avsatte punktet. Slik deler vi opp linjen og setter av og sletter punkter til vi står igjen med en linje der ingen av punktene ligger lengre unna den opprinnelige linja enn toleransegrensa. Figur 6-7 viser Douglas-Peucker algoritmen brukt på et linjestykke der (a) viser en større toleransegrense enn (b).

6.4.2 Glatting

Linjer og yttergrenser til flater kan glattes ved hjelp av matematiske og statistiske prosesser. For eksempel kan man bruke et 3.gradspolynom som tilpasses punktene langs linjen. En annen metode er «glidende gjennomsnitt», dvs. at det bortover linjen beregnes et gjennomsnitt av de nærmeste punktene. Glatting egner seg svært godt på rasterdata, der man kan bruke såkalte filtre til å glatte ut det visuelle inntrykket. Hvert piksel i rasterbildet vil da få ny verdi, der man har tatt hensyn til verdien til nabopikslene. Glidende gjennomsnitt kan også brukes på rasterdata.

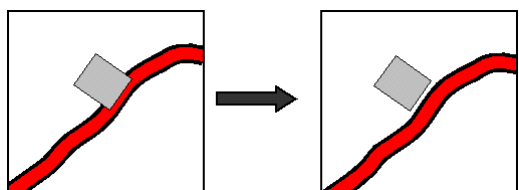
Det er viktig å huske at data som er glattet ikke er mer nøyaktige enn originaldataene, selv om linjene kan se mer naturlige ut.



Figur 6-8 Glatting av linjer

6.5 Forflytting

Når man reduserer målestokken og generaliserer detaljene vil det ofte oppstå konflikt mellom objektene i kartet. De kan bli liggende for nær hverandre eller over hverandre. Da kan det bli aktuelt å flytte på detaljer slik at vi skiller dem fra hverandre. Det kan diskuteres om dette kan kalles generalisering, men det er en naturlig del av generaliseringsprosessen.



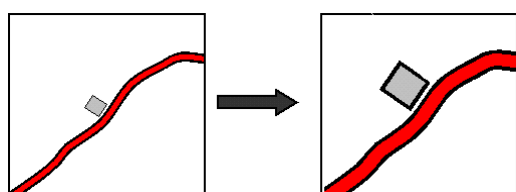
Figur 6-9 Forflytning av detaljer for å øke persepsjonen.

6.6 Utheving

Utheving, kan være nødvendig for å fremheve viktige objekter eller fremtredende karaktertrekk fra virkeligheten. Når man reduserer målestokken må man overdrive symbolbruken for at objekter skal bli godt synlige på kartet. Veier er et godt eksempel på detaljer som er nødvendig å utheve. Ved målestokker større enn 1:2000 kan man bruke veiens egentlige bredde i kartet, men i alle mindre målestokker er vi nødt til å gjøre veiene bredere enn de er i virkeligheten, for at vi skal kunne se dem i kartet. I veikart er det ekstra viktig å fremheve veiene. Utheving kan gjennomføres ved *forstørring* og *forsterking*.

6.6.1 Forstørring

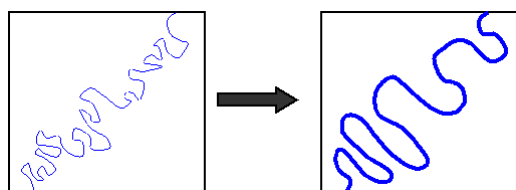
Linjer, flater og punkt kan symboliseres større enn det de fremstår som i virkeligheten, eller slik de ville ha fremstått i en større målestokk. Når målestokken reduseres vil alle objektene fremstå som svakere enn utgangspunktet. Da vil forstørring være en løsning for å bedre å få frem objektene i kartet. Viktige elementer forstørres mer enn mindre viktige elementer, for at budskapet skal komme bedre frem.



Figur 6-10 Kartelementene forstørres for å øke persepsjonen

6.6.2 Forsterking

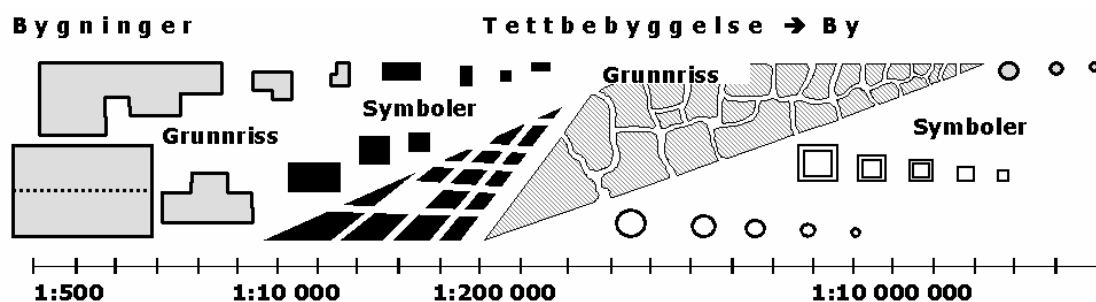
Ved forsterkning prøver man å få frem karakteristiske trekk ved å overdrive måten symbolet blir tegnet. Eksempel fra veikart er å tegne en veldig svingete vei med færre, men kraftigere svinger. Dette er først og fremst brukt på linjer og yttergrenser til flater, men det kan også brukes ved plassering av punkt, ved å overdrive mønsteret som punktene danner.



Figur 6-11 Forsterking av detaljer. En meandrerende elv får færre, men kraftigere svinger. Her har elven i tillegg blitt forstørret (en bredere strek), og dette forsterker inntrykket ytterligere.

6.7 Symbolisering

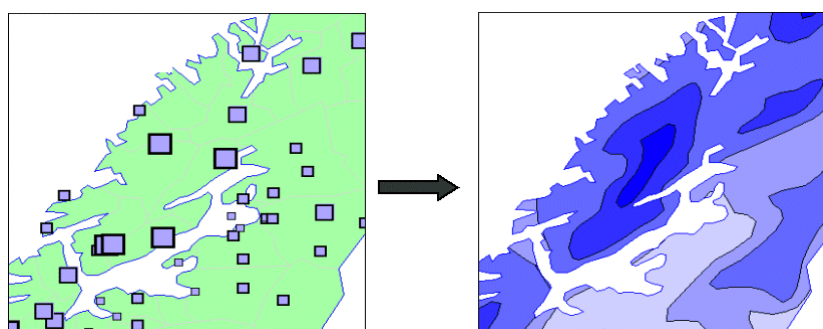
Når generaliseringsprosessen er gjennomført er det symbolene som kartkonstruktøren velger som til sist utgjør kartet. Hvordan disse symbolene fremkommer i kartet vil også ha betydning for persepsjonen. Kartkonstruktøren kan fremheve spesielle detaljer i kartet ved å bruke visuelle virkemidler som farge, tetthet og lignende. Mer om dette vil dere kunne lese i kap. 5.



Figur 6-12 Ved endringer i målestokk møter en terskler hvor en er nødt til å forandre utformingen av elementene i kartet. Vi kan ikke bruke den samme symboliseringen i alle målestokker (figur av Ivar S. Holand, etter Baudouin 2001).

6.8 Induksjon

Induksjon kan en se på som en forlengelse av generaliseringen, hvor en foretar en utledning av informasjon som ikke direkte eksisterer i datasettet fra før. Det kan være et datasett fra målebrønner for grunnvannstand fordelt i et grunnvannsmagasin. Skal dette presenteres i et kart, kan en ved å bruke induksjon trekke linjer mellom punkt med antatt samme dybde. Slike isolinjer vil da gi et bilde av grunnvannsspeilet. Videre kan også arealer innenfor samme verdier avledes og presenteres i kartet.



Figur 6-13 Induksjon utført ved danning av isolinjer rundt målestasjoner for nedbør. (Figurer laget av Ivar S. Holand)

Referanser og videre lesing:

Hall, O., Alm, G., Ene, S. og Jansson, Ulf. (2003): *Introduktion till Kartografi och geografisk information*, Studentlitteratur.

Kap. 8.3 gir en kort innføring i generalisering og en oversiktlig illustrasjon med ulike generaliseringsmetoder som kan gjennomføres på henholdsvis punkt, linjer og flater

Jones, C.B. (1997): *Geographical Information Systems and Computer Cartography*, Longman

Kap. 16 gir en innføring i generalisering der generaliseringsprosessen deles inn i semantisk og geometrisk generalisering, og beskriver en del algoritmer for automatisk generalisering

Kraak, M.J, Ormeling, F.J. (2003): *Cartography: Visualization of spatial data*, Longman.

Kap. 5.4 gir en oversikt over noen konsepter for å generalisering, ser spesielt på Shea og McMasters modell (Why to generalize, When to generalize and How to generalize)

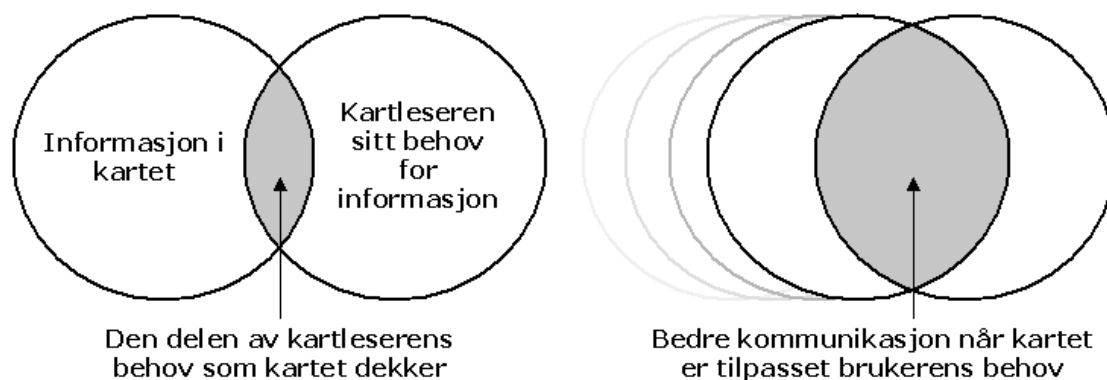
McMaster, R.B. og Shea, K.S. (1992) *Generalization in digital cartography*, Association of American Geographers

Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrcke, P.C., Kimberling, A.J. og Guptill, S.C. (1995): *Elements of Cartography*, 6th. ed., John Wiley & Sons.

Kap. 24 gir en innføring i generalisering der generaliseringsprosessen er delt inn i utvalg, generalisering og induksjon

Slocum, T.A., McMaster, R.B., Kessler, F.C. og Howard, H.H. . (2005): *Thematic Cartography and Geographic Visualization*, 2th. ed., Pearson

Kap. 6 gir en vid innføring i generalisering, og ulike generaliseringskonsepter og beskrivelse av noen generaliseringsalgoritmer.



Figur 7-1 Venn-diagram som illustrerer hvor godt et kart kommuniserer informasjon mellom avsender og mottaker. God kommunikasjon mellom avsenderen (kartografen) og mottakeren (kartleseren) i planlegginga av kartet, vil kunne gi bedre kartkommunikasjon. Det vil si at kartleseren får bedre nytte av kartet, og kartografen når bedre fram med sitt budskap. For den som lager kart er det viktig å merke seg at det er kartet vi må forandre. Vi kan ikke forandre kartleserens behov.

God kommunikasjon mellom kartografen og kartleseren i planlegginga av et kart, er et grunnlag for å forbedre kartdesignet og dermed kommunikasjonen mellom avsender og mottaker.

Hva er det så som ligger i det at vi må forstå de grunnleggende egenskapene og begrensningene ved kartet som medium? Når en har en klar hensikt med et kart, og en kjenner kartleseren sitt behov, da er to forutsetninger for god kommunikasjon tilstede, men det hjelper lite hvis den som lager kartet ikke er i stand til å formulere seg grafisk. De viktige beslutningene vi tar når vi skal lage kart er 1) Hvor mye skal vi forenkle den situasjonen som vi skal presentere i kartet, og 2) hvordan skal vi symbolisere det vi vil ha med i kartet. Det er nødvendig at den som lager kart, forstår og behersker sammenhengen mellom den informasjonen som skal presenteres i kartet, og hvilke grafiske virkemidler en skal bruke for å få fram denne informasjonen. *For å få til effektiv kommunikasjon med kart må vi beherske generalisering, og vi må beherske det grafiske språket.*

7.1 Kartets egenart som bilde og kommunikasjonsredskap

Kartet er en modell av noe. Kartet er et bearbeidet, konstruert produkt, det er ikke en direkte avspeiling av en «objektiv» virkelighet. Kartet er en bearbeidet informasjonsmengde om rommet, i rommet – vist i to dimensjoner, og informasjon er det viktigste budskapet i kart og diagrammer.

Målsetningen, det en ønsker å kommunisere, vil være forskjellig fra kart til kart, men vi skal holde fast ved at kartets innhold skal være styrt av kartets funksjon – hvilken informasjon som skal formidles. Når vi skal uttrykke noe så må vi bruke et språk. I kart består dette språket av grafiske tegn. Vi kan si at kartlære er læren om bruk av grafiske tegn i forhold til den informasjonen vi vil formidle. Kartet, på samme måte som tekst og språk, har en syntaks og en grammatikk. I grafisk semiologi, utviklet i Frankrike på 1960-tallet av Jaques Bertin, har vi en grammatikk, ett sett av regler for bruk av grafiske tegn.

Vi har altså et system som består av:

- 1) Kartets mål. Det vi vil kommunisere.
- 2) Grafiske tegn. Innholdet i kartet.
- 3) Grafisk semiologi. Grammatikk for hvordan vi symboliserer innholdet i kartet.

For å formidle et budskap ved hjelp av kart må en forstå, og følge, kartets (og bildets) grammatikk og syntaks.

Kartetets grammatikk og syntaks er avhengig av synet og persepsjon. For å forstå hvordan vi skal kommunisere med kart, er det sentralt at vi har kunnskap om hvordan vi oppfatter bilder ved hjelp av synet. Et viktig poeng med bilder er muligheten for at en skal kunne oppfatte et mønster globalt og raskt.

Av to kartografiske fremstillinger som er laget for å svare på samme problemstilling, er den som er raskest å oppfatte den beste. Hvis det krever for stor anstrengelse og tar for lang tid å oppfatte budskapet i kartet, så har det liten verdi som kommunikasjonsredskap. For å lage bilder/kart som er lett å oppfatte, så krever det tilsvarende mye ekstraarbeid i utformingen av kartet. Hvis dette arbeidet ikke har utgangspunkt i kartets språk, så kan arbeidet være forgjeves.

7.2 Persepsjon

I Kapittel 1 sa vi at kart er et grafisk språk som er vesensforskjellig fra skriftspråket ved at det kommuniserer med tre variabler, x-dimensjonen og y-dimensjonen (posisjonene til objektene i den flata som utgjør kartet), og meningsbærende flekker i kartet, og at kartet muliggjør en umiddelbar oppfattelse av informasjonsinnholdet.

Vårt synssystem er en gigantisk prosessor. Lys som treffer øyets netthinne registreres av 12 millioner staver og 5 millioner tapper, lyset behandles i brøkdeler av et sekund og settes sammen til et helhetlig synsinntrykk.

Det visuelle systemet har en gitt oppløsning. For eksempel må avstanden mellom to linjer være over 0,2 - 0,3 mm for at vi skal oppfatte linjene som separate fra en betraktningssavstand på ca. 30 cm, vi kan skille mellom et begrenset antall farger osv. Slike faktorer må vi ta hensyn til når vi lager kart.

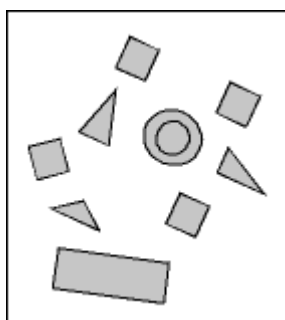
Å lage lett forståelige kart består blant annet i å utnytte egenskapene til synssystemet, slik at vi i løpet av brøkdelen av et sekund kan få et helhetsinntrykk av innholdet i kartet, der vi får en umiddelbar oppfattelse av størrelsesforhold mellom objektene i kartet, avstander mellom objekter, gruppering av objekter og klasser av objekter.

For å beherske billedmediet, og dermed kartmediet, må vi vite hva som er spesielt med bilder. Når er det bilder egner seg bedre enn skrift for å formidle et budskap?

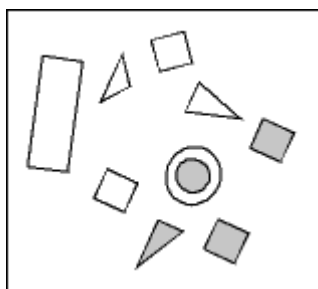
«En dobbel sirkel omgitt av fire små firkanter, et stort rektangel og tre trekantene av ulik størrelse. Trekantene er plassert mellom firkantene.»

Dette er et budskap formidlet ved hjelp av lyder som har en bestemt syntaks, over tid. Tale og skrift er lineære, tidsavhengige kommunikasjonsformer.

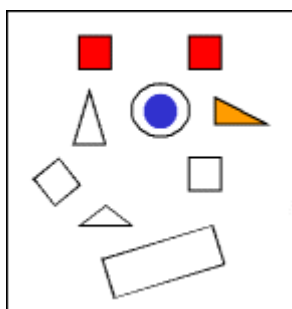
Et bilde med samme informasjonsinnhold gir «lik» informasjon pluss posisjon (avstand, retning, gruppering). Aller mest viktig: Vi slipper å lese. Vi ser det med en gang.



Figur 7-2 Denne figuren er en av mange forskjellige mulige figurer som kan lages med grunnlag i teksten over. Den viser et antall geometriske figurer som ved første øyekast ikke danner noe bestemt mønster. Det er geometriske figurer plassert på en flate. Likevel er det tilført mye informasjon i forhold til teksten, ved at vi ser størrelsen på de geometriske formene, deres vinkel, og deres posisjon.



Figur 7-3 Her er orienteringen på figuren endret, men deres innbyrdes relative posisjon er den samme. Det er tilført ekstra informasjon ved at noen figurer er hvite mens noen er skraverete. Vi kan skille ut to grupper i figuren. En hvit gruppe oppe til venstre og en grå gruppe nede til høyre. Den visuelle utformingen tillater oppfattelse av et romlig mønster på gruppenivå.



Figur 7-4 Her er det som var grått erstattet med farge, og orienteringen av figuren er på nytt noe endret. Noen vil se at det framtrer et noe picasso-aktig hanehode. Når en først har oppfattet dette hodet så framtrer figuren som en helhet. Vi oppfatter figuren på helhetsnivå – globalt nivå.

Figurene over er ment som illustrasjoner på like elementer som ved sin visuelle utforming gir ulikt, uttrykk. Så kan en jo diskutere om det illustrerer oppfattelse på gruppenivå, elementnivå og globalt nivå.

Når det gjelder kart så har noen kart den egenskapen at vi oppfatter det på globalt nivå. Vi ser bildet med en gang. Andre kart fungerer som lagringsmedier for informasjon, og da mister det noe av potensialet for kommunikasjon som bildet har.

I sammenheng med persepsjon så kan vi skille mellom 4 typer kart:

- Ubrukbare kart
- Lesbare kart
- Sebare kart
- Kommuniserbare kart

Ubrukbare kart

Slike kart kan oppstå som følge av ulogisk bruk av visuelle variabler eller uegnet utvalg av data. For eksempel dersom retning eller form brukes til å si noe om mengder, får vi en forvirrende presentasjon.

Lesbare kart

Dette er kart som kan gi svar på hva som finnes på et gitt sted, men som ikke er egnet for å gi en global oppfattelse av en geografisk fordeling. Kartet inneholder alltid flere informasjonsvariabler og gir persepsjon på elementnivå eller gruppenivå.

Sebare kart

Dette er kart som gir en umiddelbar oppfattelse av geografisk fordeling. Slike kart kan derfor svare på spørsmål av typen «hvor finnes?». Vanligvis inneholder sebare kart kun en informasjonsvariabel. Persepsjonsnivået er globalt nivå.

Kommuniserbare kart

Dette er kart som inneholder flere informasjonsvariabler. Kommuniserbare kart kan oppfattes på alle persepsjonsnivåer, elementnivå, gruppenivå og globalt nivå. De kan altså gi svar på både «hvor finnes?» og «hva har vi på et gitt sted?», dessuten skal kartene være lette å huske.

For at kartene skal oppfylle de nevnte kravene, må kartene være sterkt generaliserte. Graden av generalisering vil alltid være åpen for diskusjon.

7.3 Grafisk semiologi

Læren om grafisk semiologi, grunnlagt av Jaques Bertin, gir oss konkret og praktisk grunnlag for praktisk kartografi. For Bertin var det et hovedmål å klare å redusere store mengder av data på elementnivå til grupper som datamengden inneholder, for at den kartografiske kommunikasjonen skal bli god.

I tillegg til å gi veiledning i å lage kart er Bertins modeller egnet som hjelp til å forstå kart og til å vurdere og analysere kart.

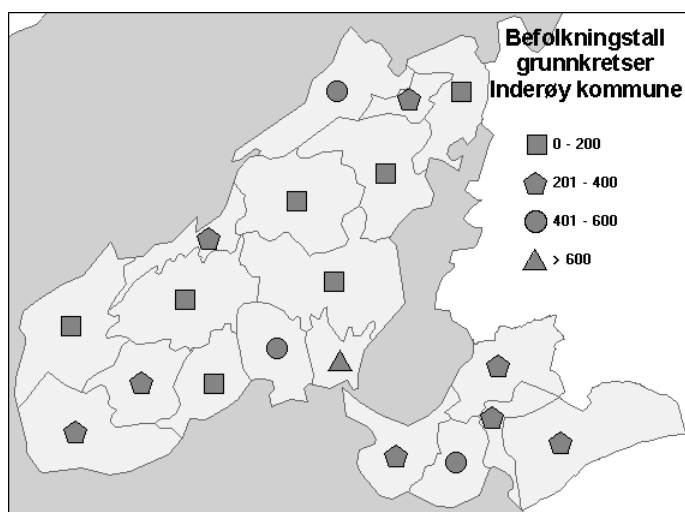
7.4 Visuelle variabler

Kart og bilder består av tegn som skal være informasjonsbærende. Tegnene kan varieres. De mulige variasjonene kaller vi visuelle variabler.

De visuelle variablene er *form, retning, farge, tekstur, tetthet* og *størrelse*. Hver variabel kan brukes til å symbolisere objekter som er punkt, objekter som har linjeform, og objekter som har flate.

De visuelle variablene har forskjellige egenskaper som bærere av informasjon. De visuelle variablene kan:

- Gi **assosiasjon**, det vil si at vi i vår kulturelle kontekst umiddelbart knytter symbolene til bestemte objekter, fenomener eller verdier.
- Være **selektive**, det vil si at symbolene gjør at vi umiddelbart kan se forskjell på objekter, verdier og fenomener – at vi kan skille mellom det ene og det andre.
- Vise **orden**, det vil si at vi kan se om det ene er større enn det andre, at det ene representerer en større mengde enn det andre, eller at noe er mer viktig enn det andre.
- Vise **kvantiteter**, det vil si at symbolene kan gi et inntrykk av absolutte kvantiteter.



Figur 7-5 Er det mulig å bruke dette kartet til noe? Kartet foreviser å skulle gi et bilde av befolkningsfordelingen i en kommune. Innbyggertall i grunnkretsene er inndelt i fire klasser, 0-200, 201-400, 401-600 og over 600. Det er et ordnet tallmateriale. Tallmaterialet er forsøkt illustrert med symboler med forskjellig *form*. Form er en av de seks måtene vi kan variere symbolene i kart – form er en av de seks *visuelle variablene*. Et kjennetegn ved den visuelle variabelen form er at den er helt uegnet til å vise en orden. Vi kan gå inn på hvert enkelt punkt i kartet, se hva slags form symbolet har, og deretter gå til tegnforklaringa og finne ut hva befolkningsmengden er der. Men kartet gir ikke et bilde av situasjonen hva gjelder befolknings i Inderøy. Kartet er helt ubrukelig fordi det i beste fall ikke etterlater seg noe bilde av situasjonen i det hele tatt, i verste fall etterlater det seg et helt feilaktig bilde av at befolknings er jevn fordelt i kommunen.

Ingen visuelle variabler egner seg som bærere av alle typer informasjon. Farge er for eksempel en visuell variabel som er svært godt egnet til å skille mellom objekter, fordi vi veldig lett ser forskjell på ulike farger. Vi kan si at farge er en veldig *selektiv* visuell variabel. Hvis vi i et kart skal forsøke å vise absolutte tall (informasjon på forholdstallsnivå), så er farge en helt uegnet visuell variabel, fordi en farge ikke gir noen mental kobling til tallmengder.

En annen faktor som vi også må ta med i betraktning når vi skal lage kart er hvor mange forskjellige variasjoner av en visuell variabel vi kan bruke uten at kartet blir forvirrende. Dette omtaler vi som en visuell variabels *variasjonsbredde*. Det må være så stor forskjell på symbolene vi bruker i kartet at vi ser forskjell på dem. For noen visuelle variabler vil variasjonsmuligheten rent teknisk, være uendelig stor. På en moderne datamaskin kan vi for eksempel velge mellom 16 millioner forskjellige farger. Praktisk er dette helt uvesentlig, fordi vi ikke klarer å skille mellom flere enn noen hundre farger, og i et kart må vi redusere antallet ytterligere. Selv om vi klarer å se at forskjellige objekter i kartet har forskjellig farge, så kan vi ha vanskelig for å koble fargene i kartet dem mot de fargene som er oppgitt i en tegnforklaring, når det er brukt mange forskjellige farger i kartet.

Videre så er det stor forskjell på hvor tydelige de visuelle variablene er, og hvor god evne de visuelle variablene har til å formidle informasjon **lokalt** eller **globalt** (på helhetsnivå). En *svak* visuell variabel som *form* har stor variasjonsbredde. Det er ingen grenser for hvor mange formvariasjoner vi kan ha av symboler. Det gjør at form egner seg godt til å vise nøyaktig hva som er på et bestemt sted. Form er en visuell variabel som egner seg godt for framstilling av informasjon på lokalt nivå. Til å vise informasjon på globalt nivå, det å gi et helhetsbilde på av en situasjon eller et fenomen, det er form dårlig egnet til.

For at vi skal kunne uttrykke oss godt med kart er det viktig at vi er bevisst slike faktorer, og at vi forstår hvilke visuelle variabler som egner seg til å presentere forskjellige typer informasjon. Vi skal ta for oss hver visuell variabel, og se hva den egner seg til å hva den ikke egner seg til.

7.4.1 Form

Form er den grafiske fasongen på et symbol. Form kan være rene geometriske figurer, eller det kan være symboler med en form som mer tydelig viser til det fenomenet som det representerer. Symboler som er forenklete bilder kaller vi også for *piktogrammer*.

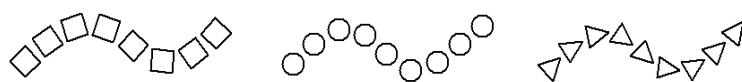


Figur 7-6 Geometriske figurer.



Figur 7-7 Formvariasjon i et utvalg piktogrammer brukt i kart laget av Statens kartverk.

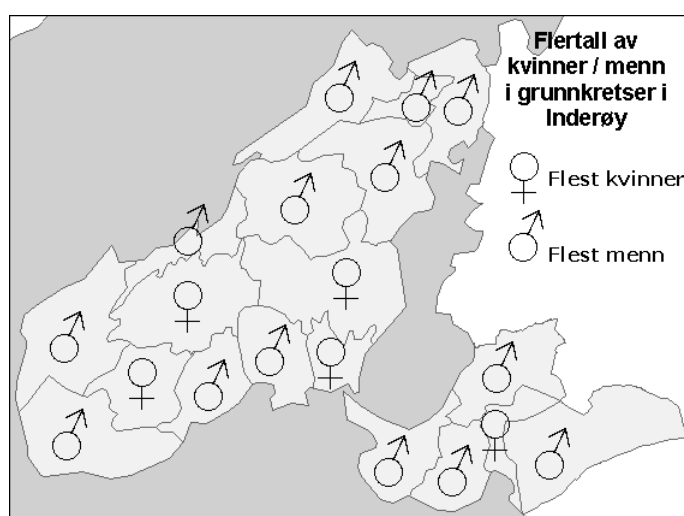
Form har stor variasjonsbredde. Spesielt for punkt er det store variasjonsmuligheter. Variasjonsmulighetene er store, også for bruk i linjer og flater, men i praksis så blir ikke variasjonsmulighetene mye utnyttet.



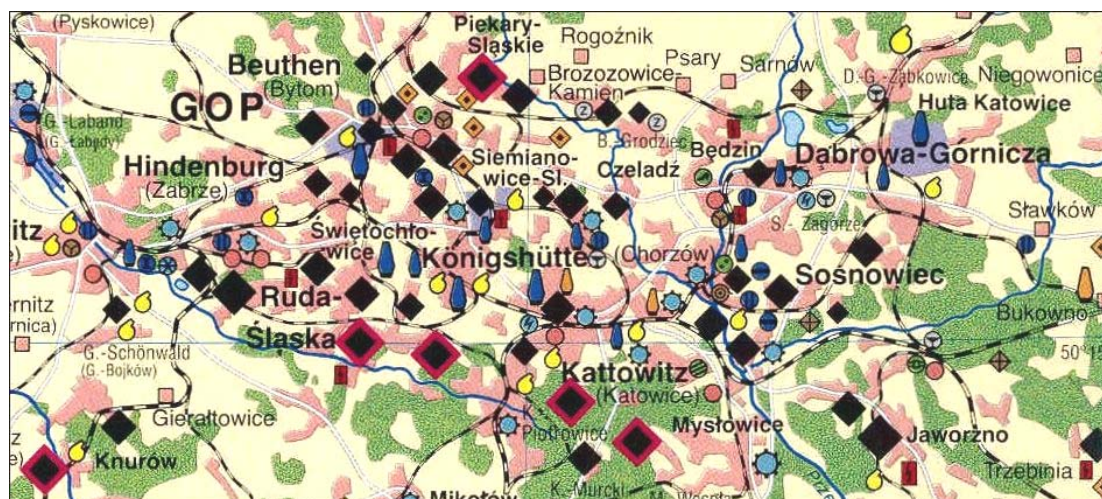
Figur 7-8 Formvariasjon i linjer.



Figur 7-9 Formvariasjon i arealer.



Figur 7-10 Eksempel på kart der form er brukt som visuell variabel. I utgangspunktet så er dataene antall menn og kvinner i grunnkretsene. I kartet er målenivået på dataene redusert til kvalitativt nivå – grunnkretser med flertall av menn eller kvinner. Hvor godt resultatet er kan diskuteres. Det er lett å se om det er flest kvinner eller menn i grunnkretsene hver for seg, men vanskelig å fange et bilde av helheten.



Figur 7-11 Klarer vi å se noe romlig mønster i dette utsnittet fra et kart som viser industri i Oberschleischen? Kartet inneholder informasjon om flere tema samtidig – kartet har mange informasjonsvariabler. Symbolbruken er basert på formvariasjon. I tillegg så er farge brukt for å skille mellom hovednæringer, og det er forskjellig farge på flater med skog, byområder og jordbruksland. For de fleste informasjonsvariablene er det vanskelig å se romlige mønstre, vi må lese informasjon ut av kartet. Vi må se på hvert enkelt symbol, og så gå til tegnforklaringa for å se hva det er. Kartet muliggjør bare lokal oppfattelse av informasjonen. Kilde: Bhurgermeister et al., 1992, *Diercke Weltatlas*.

Vår oppfattelse av formvariasjon er lokal, ikke global. Det vil si at i et kart der form er den visuelle variabelen som er variert i utformingen av symbolene, der vil vi ha vanskelig for se mønstre. Vi vil kunne få svar på spørsmål som «hva er her?», men vi vil ha vanskelig for å svare på spørsmål som «hvordan er distribusjonen av dette fenomenet».

Form er en rent kvalitativ visuell variabel. Vi kan si om et objekt i kartet er det ene eller det andre. Form gir ikke noe bilde av orden eller mengde.

Formen på symboler kan ha assosiativ virkning, ved at vi kan gi symboler en form som minner oss om noe vi kjenner fra den virkelige verden, eller som vi assosierer med noe bestemt.

7.4.2 Retning

Retning er variasjon i orienteringen til et punktsymbol, variasjon i retningen på mønsteret i en linje, eller variasjon i retningen til et mønster i en flate.



Figur 7-12 Ved å rotere sirkelen skaper vi nye symboler. Dette eksempelet illustrerer variasjonsmulighetene for utforming av både punkt og flate.



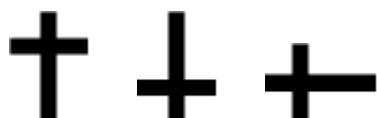
Figur 7-13 Retningsvariasjon på piler. Hvis vi sammenligner med figuren over, så ser vi at når symbolet er utformet på en måte som angir retning, så øker variasjonsbredden.

Variasjonsbredden til retning som visuell variabel er liten. Avhengig av hvordan symbolet er utformet, kan vi skille mellom 5-8 forskjellige retninger.

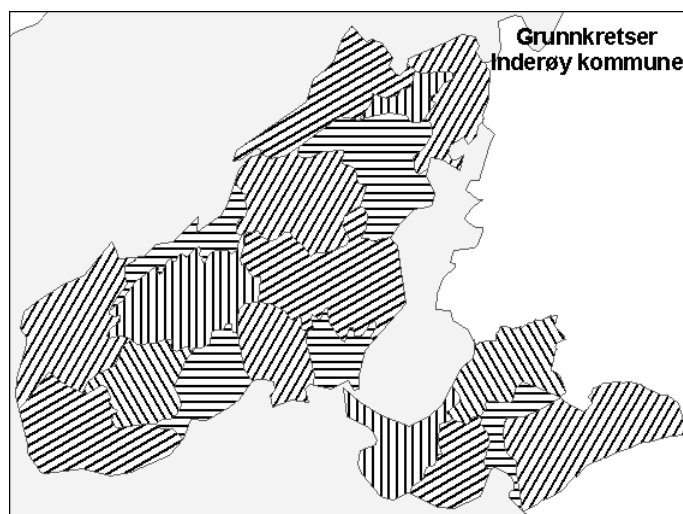
Vi skiller lettere mellom objekter med retningsvariasjon enn formvariasjon. Retning har bedre skilleevne, er mer selektiv, enn form.

Retning er en rent kvalitativ visuell variabel. Vi kan si om et objekt i kartet er det ene eller det andre. Form gir ikke noe bilde av orden eller mengde.

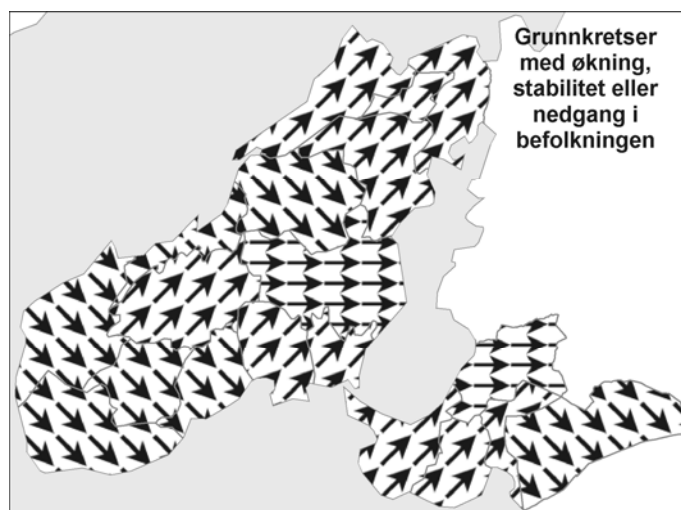
Mønster med parallelle linjer kan virke forstyrrende og gi et urolig synsinntrykk. Kan noen ganger ha assosiativ virkning (ikonisk)



Figur 7-14 Vi har sterke assosiasjoner knyttet til symbolet kors. Vi ser at når vi snur og vender på korset, så forandrer vi ikke bare retningen, vi forandrer hele symbolikken.



Figur 7-15 Eksempel på kart der retning er brukt som visuell variabel for å skille grunnkretsene fra hverandre. Navn på grunnkrets eller grunnkretsnummer er den informasjonsvariabelen som er brukt for å lage kartet, altså en ren kvalitative informasjonsvariabel. Den visuelle variabelen retning er rimelig godt egnet til å skille grunnkretsene fra hverandre, men mønsteret er kanskje ikke det beste å hvile øynene på fordi bildet «danser».



Figur 7-16 Kart der retningen på pilene viser om det er befolkningsøkning (piler pekende oppover), stabil befolkning (horisontale piler), eller befolkningsnedgang (piler pekende nedover).

7.4.3 Farge

Farge er elektromagnetisk stråling (lys) med en bestemt bølgelengde. Hvitt lys er kombinasjonen av alle fargene. Hvitt er lys der alle bølgelengder er representert omtrent likt. Svart er fravær av lys og fravær av farge.



Figur 7-17 Den synlige delen av det elektromagnetiske spekteret. Svart er fravær av lys, og dermed også av farge. Hvitt er blanding av alle farger.

FARGE	BØLGELENGDE (nm)	FREKVENS (GHz)
Ultrafiolett	< 390	> 790
Fiolett	380-440	790-680
Blå	440-485	680-620
Turkis	485-500	620-600
Grønn	500-565	600-530
Gul	565-590	530-510
Oransje	590-625	510-480
Rød	625-740	480-405
Infrarødt	> 740	< 405

Figur 7-18 De synlige fargene er elektromagnetisk stråling med en bølgelengde fra omtrent 380 til 740 nanometer. En nanometer er 1/1000 000 millimeter.

Farge er vanskelig å beskrive, måle og klassifisere på en måte som passer for alle formål. I dagligtale så assosierer vi farge med gul, grønn, rød, blå og så videre. Dette

er det vi kaller rene *monokromatiske* farger. Det er denne forståelsen av farge vi skal holde fast ved når vi snakker om farge som visuell variabel.



Figur 7-19 Valører av rødt, fra hvitt til svart. Der fargen ikke inneholder noe hvitt eller svart sier vi at fargen er har størst metningsgrad (saturation) – fargen er mettet. I sammenheng med visuelle variabler så er valørvariasjon langs en skala fra hvitt til svart, som vist her, en tetthetsvariasjon, ikke en fargevariasjon.

Den rene monokromatiske fargen eksisterer knapt i den virkelige verden. Hvor vi enn ser, så ser vi blandinger av forskjellige farger, og farger er lysere og mørkere, avhengig av hvor mye hvitt eller svart som er blandet i fargen. De ulike intensitetsnivåer eller fargevalører som framtrer når vi mikser farge med ulik mengde hvitt eller svart, det omtaler vi i denne sammenhengen som tetthetsvariasjoner. Tetthet er en annen visuell variabel enn farge, og den omtaler vi senere.

Grønt gress har pigmenter som gjør at det hovedsakelig reflekterer lys i bølgeområdet 530 nm. Når dette reflekterte lyset oppfattes av øyet gir det et inntrykk som vi kaller grønt. Hva dette inntrykket konkret er, det kan variere fra person til person. Graset oppleves som *grønt*, men vi kan ikke ha direkte innsikt i hva andre personer sin opplevelse av grønt er. Hvilke farger vi oppfatter som egne farger varierer også fra kultur til kultur.

I bakveggen på menneskets øyelegeme, netthinnen, er det sanseceller (staver og tapper) som ved fotokjemisk reaksjon omdanner lysstrålenes energi til elektriske impulser. Impulsene fra dette sanseapparatet prosesseres i hjernen og skaper det bildet vi ser. Stavecellene er mer følsomme for lys enn tappene, men det er tappecellene som skaper de impulsene som gjør at vi kan skille farger. Dette gjør at vi har vanskelig for å skille farger i dårlig lys. Tappecellene i øyet kan oppfatte omtrent 300 forskjellige monokromatiske farger med 1-2 nm spektral bredde. Det er tre forskjellige typer tappeceller, og de er følsomme for lys i forskjellige deler av spekteret. Det er kombinasjonen av impulser fra de tre typene tappeceller som skaper den fargen vi ser.

Farge er viktig for vår persepsjon av omgivelsene, og farge er en viktig men kompleks visuell variabel. Som visuell variabel er farge meget tiltrekkende for vår oppmerksomhet, og ettersom det er lett for oss å skille mellom forskjellige farger, er det lett å vise forskjeller mellom objekter ved bruk av farge. Fargevariasjon (monokromatisk farge) er alene en ren kvalitativ variabel. Den uttrykker kun kvalitativ variasjon.

I dagligtale kaller det vi fargevariasjon når farger er lysere eller mørke. Slike valørvariasjoner som oppstår når vi blander varierende mengde svart eller hvitt med farge, kan uttrykke en orden, men jeg gjentar at som visuell variabel omtaler vi dette som tetthet, ikke som farge.

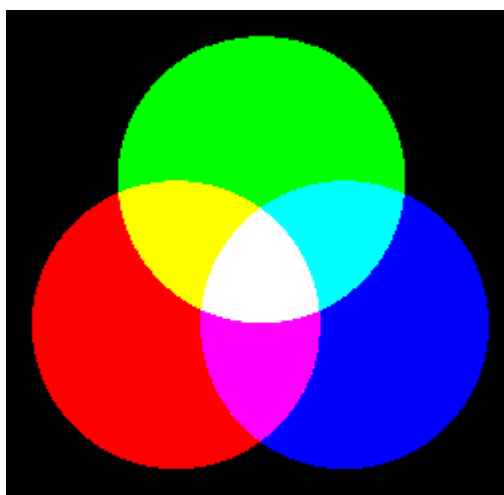
Farger kan ha assosiativ virkning, det vil si at vi oppfatter farger på en bestemt måte. Vi oppfatter for eksempel noen farger som varme og andre som kalde.

Et generelt råd om bruk av farger i kart er at en bruker sterke farger i punkt og linje. Når en fargelegger arealer er det tilrådelig å bruke svakere farger.

Det er verdt å komme med en advarsel om bruken av farger i kart, fordi noen av de groveste feilene i kart lages med farger.

Den additive syntese – fargemodellen RGB

I den additive syntese oppstår farger ved at en tilfører lys fra lyskilder. Primærfargene er rød, gul og blå. Sekundærfarger er gul (rød+grønn), cyan (grønn+blå) og magenta (blå+rød).



Figur 7-20 Farger i den additive syntese.

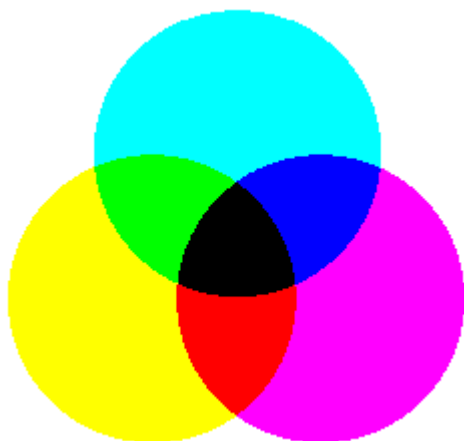
Dette er den fargemodellen som vi oftest bruker når vi arbeider på datamaskin med dataskjermen som visningsmedium. RGB-farger egner seg godt når sluttproduktet skal presenteres på dataskjerm eller med prosjektør.

I den additive syntesen dannes fargene ved at lys legges på lys på en nøytral (hvit) reflekterende bakgrunn.

Den subtraktive syntese – fargemodellen CMYK

Denne fargemodellen kalles den subtraktive syntese fordi den beskriver hvordan vi oppfatter farger, etter at lys har truffet en overflate, og noe av lyset har blitt absorbert av overflaten og noe blitt reflektert.

Primærfarger er cyan, magenta og gul (yellow). Sekundærfarger er blå, rød og grønn.



Figur 7-21 Farger i den subtraktive syntese.

I den subtraktive syntese så dannes fargene ved at vi legger farge på farge. Det er på denne måten farge dannes på papir når vi skriver ut med en skriver. Det er på denne måten farger er dannet i trykte medier.

Når en overflate med et fargebilde belyses, så vil hver farge absorberer lys i ett bølgeområde. Det som gjenstår som refleksjon fra bildet er de fargene vi oppfatter med øyet. Hvis vi ønsker at fargen på et ark skal framstå som blå, så må det være lagt på like mengder cyan (som absorberer rødt lys) og magenta (som absorberer grønt lys) på arket. Det som gjenstår som refleks mot vårt øye er da blått.

Når cyan, magenta og gul er lagt på sammen så skulle alt lys bli absorbert og vi skulle få svart, men på et trykt medium er det begrensninger for hvor godt vi får dette til. Derfor må vi tilføre svart «farge» (K).

Hvitt framstår ved at det ikke er tilført farge. Lys blir reflektert i hele spekteret.

7.4.4 Tekstur, korning

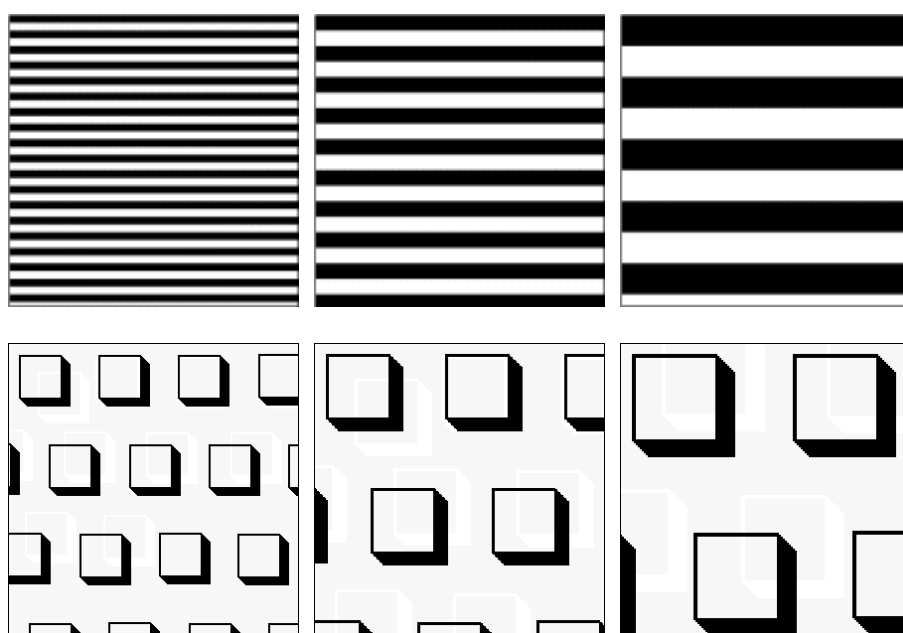
Tekstur er et vilkårlig mønster som forstørres eller forminskes. Når en varierer hvor fin/grov teksturen er, så forblir forholdet mellom elementene i teksturen likt.

Tekstur kan dannes av hvilken som helst form, slik at variasjonsmulighetene er store, men i praksis så er tekstur lite anvendt. Forskjellige punktmønster og linjeraster som fyll i objekter med flate er mest brukt. Variasjonsmuligheten er 2-4 klasser i punkt og linje, 5-6 klasser i areal.

Tekstur har god selektivitet. Tekstur kan brukes for å vise orden, men ikke mange klasser. Fordi forholdet mellom mengde svart og hvit er det samme, uansett hvor grov teksturen er, så er det liten styrkeforskjell fra klasse til klasse.



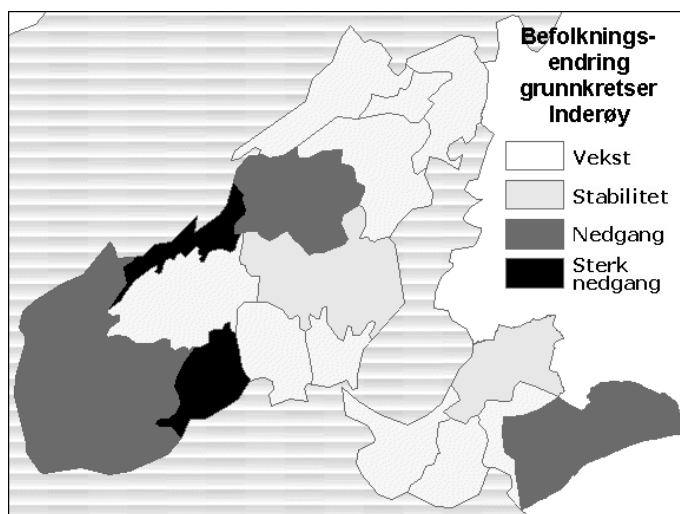
Figur 7-22 Er det lett å se en orden i dette kartet? Tekstur er brukt som visuell variabel. Det er grovest tekstur i områder med størst befolkningsvekst. Data i utgangspunktet er prosentvis økning eller nedgang i folketallet i grunnkretser, det vil si at det er kvantitative data på forholdstallsnivå. Til bruk i kartet er datamaterialet inndelt i klasser – organiseringsnivået er redusert til ordinalnivå.



Figur 7-23 Teksturer.

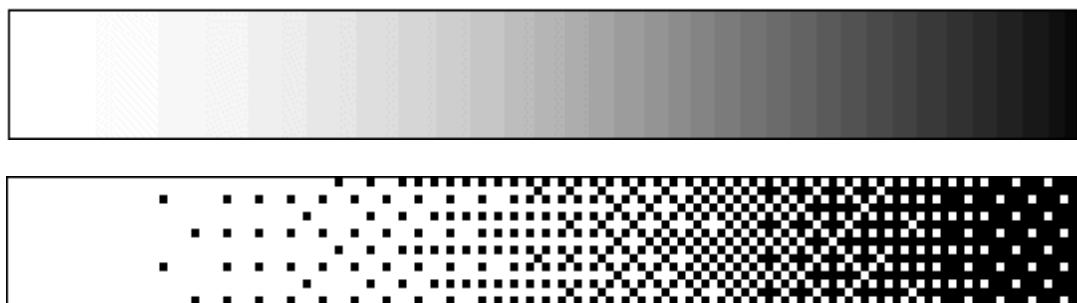
7.4.5 Tetthet

Tetthetsvariasjon kan brukes rimelig synonymt med valørvariasjon, forutsatt at tettheten er så stor at vi ikke oppfatter mønster.



Figur 7-24 Er det lett å se en orden i dette kartet? Tetthet er brukt som visuell variabel. Data i utgangspunktet er prosentvis økning eller nedgang i folketallet i grunnkretser, det vil si at det er kvantitative data på forholdstallsnivå. Til bruk i kartet er datamaterialet inndelt i klasser – organiseringsnivået er redusert til ordinalnivå.

Når punktene/linjene som det er tetthet av blir stor nok danner det et mønster – vi har overskredet diskrimineringsterskelen.



Figur 7-25 Tetthetsvariasjon som en gråtoneskala fra hvit til svart, og som et mønster som er så grovt at du ser hvert enkelt element i mønsteret.

Variasjonsbredden er større for tetthet enn for tekstur, men er likevel begrenset.

Vår visuelle oppfatning av objekter med varierende tetthetsgrad er *orden*.

Tetthetsvariasjon har lavere tiltrekningskraft enn fargevariasjon.



Figur 7-26 Dette kartet er laget med samme datagrunnlag som forrige kart, men forskjellig linjetetthet er brukt til å gi tetthetsvariasjonen.

7.4.6 Størrelse

Størrelse er den eneste visuelle variabel som kan uttrykke variasjoner som er mer eller mindre målbare. Vi kan se at et punkt er ca. dobbelt så stort som et annet punkt, og vi vil umiddelbart assosiere størrelsesforskjellen med en tilsvarende forskjell i mengde, eller at et stort symbol representerer et objekt som er mer viktig enn det mindre symbolet.

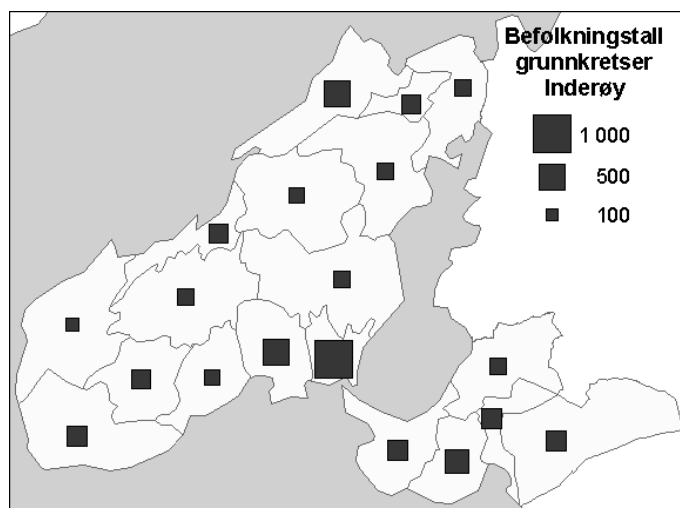


Figur 7-27 Størrelsesvariasjon på punktsymboler.



Figur 7-28 Variasjon i linjetykkelse, en variasjon av størrelsen på symbolet.

I arealer er det litt komplisert å bruke størrelse som variabel for mengde, fordi det får en tetthetseffekt, og effekten reduseres til ordnende. I slike tilfeller kan det være bedre å la arealet inneholde et punktsymbol som representerer arealet og viser den mengden som skal knyttes til arealet.



Figur 7-29 Eksempel på kart der størrelse (mengdeproporsjonale symboler) er brukt, for å vise kvantitativ informasjon på forholdstallsnivå. Datagrunnlaget er folketallet i grunnkretser. Der er en direkte sammenheng mellom tallmaterialet og størrelsen på symbolet, og det er lett å danne seg et bilde av hvor det er lite folk og mye folk.

7.5 Hvilken visuell variabel egner seg til å framstille forskjellige typer geografiske data?

Vi forstår symboler i kart forskjellig, avhengig av hvilken visuell variabel (størrelse, tetthet, tekstur, farge, retning eller form) som er brukt. Når vi på et kart ser like symboler som har forskjellig størrelse, så oppfatter vi det slik at de største symbolene representerer en større mengde eller er viktigere enn de små symbolene. Hvis symbolene har ulik form så oppfatter vi det som at de representerer kvalitativt forskjellige objekter.

Regel:

Når vi symboliserer objekter i kart skal vi bruke minst en visuell variabel som samsvarer med målenivået til objektene.

- Skal vi presentere data på forholdstallsnivå, så skal vi bruke størrelse som visuell variabel.
- Skal vi presentere ordnede data, så skal vi bruke, størrelse, tetthet eller tekstur som visuell variabel.
- Skal vi presentere data på kvalitativt nivå, der målsetningen er at kartleseren bare skal kunne skille mellom objekter av forskjellig klasse, er det best å bruke tekstur, farge eller retning, men det er også mulig å bruke størrelse og tetthet.
- Skal vi presentere data på kvalitativt nivå, der også assosiasjon med symbolbruken er en målsetning, da er form best, men også farge, retning og tekstur er mulig.

Den grafisk framstillingen av informasjon er bare riktig når en følger denne regelen. Regelen er allmenngyldig for grafisk utforming når målet er å få fram informasjonsinnholdet i et budskap.

VISUELL VARIABEL	INFORMASJONSVARIABLENES PERSEPSJONSEGENSKAPER			
	Måten vi oppfatter de visuelle variablene:			
	Assosiasjon	Seleksjon	Ordnet	Kvantitativ
Form	+			
Retning	+	o		
Farge	+	++		
Tekstur	o	+	o	
Tetthet		+	++	
Størrelse		+	+	++

++ = veldig sterk

+ = sterk

o = moderat

Figur 7-30 Tabell som viser hva vi oppfatter når de forskjellige visuelle variablene blir brukt, og dermed også hvilket informasjonsinnhold (organiserings-nivå) de forskjellige visuelle variablene kan brukes til å framstille.

Tre eksempler på lesing av tabellen:

- 1) Skal du gi en framstilling av en ordnet variabel, så kan dette framstilles med de visuelle variablene størrelse, tetthet og tekstur. Tetthet er den visuelle variabelen som best uttrykker orden.
- 2) Hvis du skal gi en framstilling av kvantiteter (på foholdstallsnivå) på et kart, så er det bare den visuelle variabelen størrelse som kan gi kartleseren en persepsjon av dette.
- 3) Hvis du ønsker at en kartleser skal assosiere noe direkte om hva et symbol i et kart representerer, så kan du bruke de visuelle variablene form, retning, farge eller tekstur, alt etter hva det er du vil framstille. Et symbol som har form som en kirke vil av de fleste i vår kulturkrets bli oppfattet som en kirke.

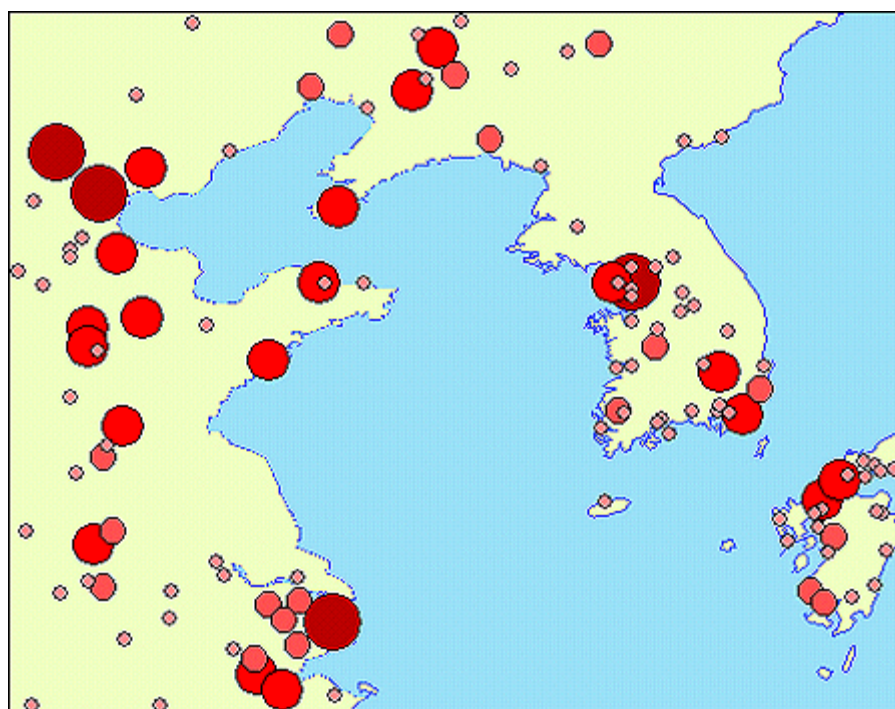
Når en framstilling ikke respekterer denne regelen, gir framstillingen et feilaktig visuelt inntrykk hos leseren. Den visuelle persepsjonen hos kartleseren blir feil.

		ANTALL MULIGE KATEGORIER			STYRKE Hierarki
		Punkt	Linje	Areal	
STØRRELSE	Praktisk bruk	MANGE	MANGE		1
	Teknisk mulig	MANGE	MANGE		
TETTHET	Praktisk bruk	FÅ	FÅ	FÅ	2
	Teknisk mulig	FLERE	FLERE	FLERE	
TEKSTUR	Praktisk bruk	FÅ	FÅ	FÅ	3
	Teknisk mulig	FÅ	FÅ	FÅ	
FARGE	Praktisk bruk	FÅ	FÅ	FÅ	4
	Teknisk mulig	MANGE	MANGE	MANGE	
RETNING	Praktisk bruk	FÅ	FÅ	FÅ	5
	Teknisk mulig	FLERE	FÅ	FLERE	
FORM	Praktisk bruk	MANGE	MANGE	MANGE	6
	Teknisk mulig	MANGE	MANGE	MANGE	

Figur 7-31 De visuelle variablenes hierarki og mulige variasjonsbredde. Figuren er et forslag til antallet kategorier en kan ha av en visuell variabel, brukt på en informasjonsvariabel i et kart, og forslag til en visuell orden av de visuelle variablene. Størrelse er den «sterkeste» visuelle variabelen, form den «svakeste» (Baudouin,1995).

7.5.1 Redundans

Bruk av redundans i kart er å bruke flere visuelle variabler for å forsterke det visuelle uttrykket ved en framstilling av én informasjonsvariabel.

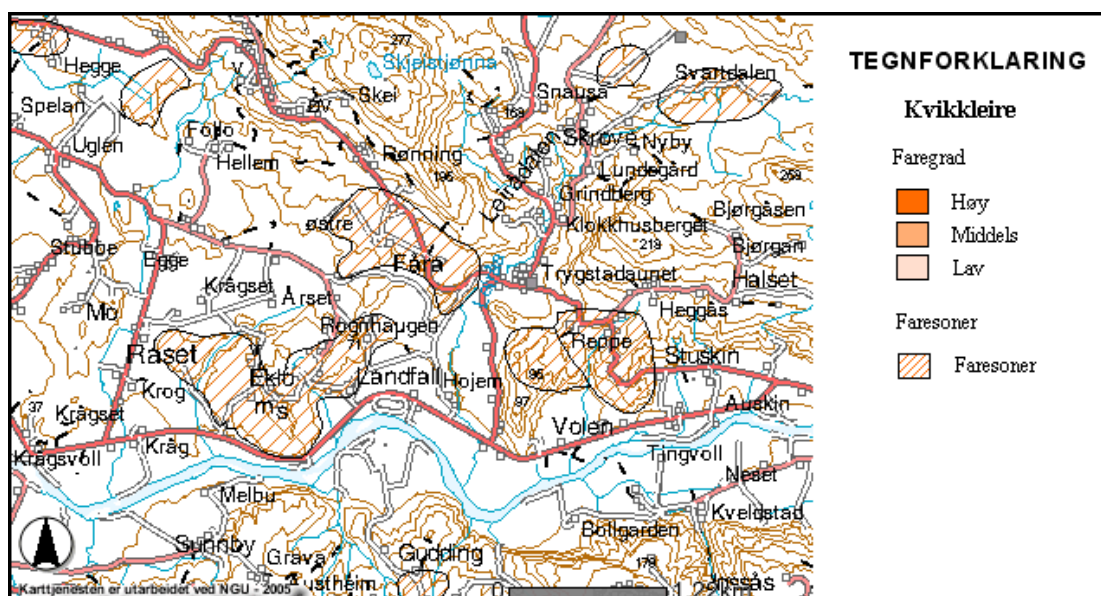


Figur 7-32 Kart der både tetthet og størrelse øker med befolkningsmengden i byene.

7.6 Bakgrunnsinformasjon

Bakgrunnsinformasjon i kartet, som vi ofte rett og slett kaller bakgrunnskartet, er objekter som er tatt med i kartet for å hjelpe oss til å identifisere og lokalisere de viktige objektene i kartet. Bakgrunnsinformasjonen kan være tekst, terrengkonturer, veier, administrative grenser eller andre typer informasjon.

I generelle topografiske kart skal det være en visuell balanse mellom de forskjellige objektene som er med i kartet, slik at ingen elementer blir fremhevet mer enn andre. I tematiske kart derimot, vil det være noen elementer som er den informasjonen vi vil formidle, og andre elementer som er med for at vi skal forstå hvor i verden dette er. Vi skiller mellom det som er den informasjonen som kartet skal formidle og bakgrunnskartet. Bakgrunnskartet har en underordnet rolle, og det bør være visuelt nedtonet, slik at bakgrunnskartet holder seg i bakgrunnen og ikke overskygger den viktige informasjonen i kartet.



Figur 7-33 Kartet viser fareområder for kvikkleireskred. Områder der det er fare for skred er markert som skraverte arealer. Den tematiske informasjonen som kartet skal gi er nesten ikke synlig, fordi bakgrunnsinformasjonen, særlig veier, høydekurver og stedsnavn, kommer for mye i framgrunnen. Bakgrunnskartet må være der for at vi skal se hvor i verden dette er, men bakgrunnskartet bør holde seg i bakgrunnen. I dette kartet er det bakgrunnskartet som er mest synlig, ikke faresonene. Vi kan derfor også si at dette kartet har mye støy. Kart fra internettjenesten *Arealisdata på nett* (<http://www.ngu.no/kart/arealis/>).

7.7 Støy

Det må være samsvar mellom hva slags informasjon det er vi skal formidle i kartet og det grafiske uttrykket, ellers så vil ikke kartet kommunisere det ønskede budskapet. Når det ikke er et slikt samsvar, da har vi feil bruk av visuelle variabler. Dette er støy. Når uvesentlige elementer i kartet tar for mye plass, visuelt, da er det også støy.

Vi kan sammenligne lesing av kart med lesing av tekst. Hvis en tekst med et skriftlig budskap er iblandet mange forstyrrende og uvesentlige elementer, så virker det forvirrende og trekker oppmerksomheten vekk fra det en skal formidle. Resultatet blir at vi ikke oppfatter det viktige budskapet. Det samme oppnår vi i kart hvis det er mange elementer med i kartet som tar oppmerksomheten vekk fra det sentrale innholdet.

Vanlige feil ved kartografiske framstillinger som gir støy er:

- Feil visuell variabel brukt for en informasjonsvariabel.
- For mange informasjonsvariabler i kartet.
- For sterk bakgrunn i forhold til det viktige innholdet i kartet.
- Dårlig identifisering av elementenes eller variablenes karakter på grunn av dårlig eller manglende tegnforklaring eller tittel.

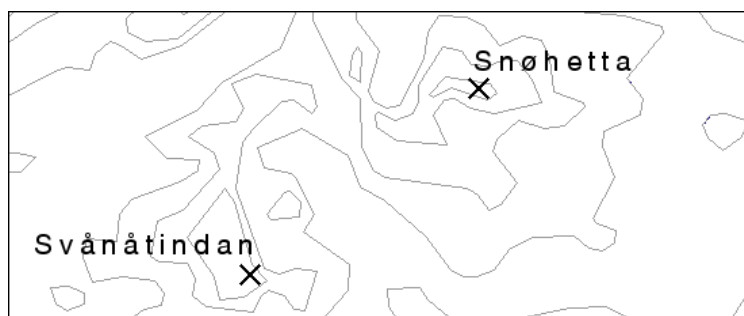
7.8 Tekst i kart

Kart er ikke bare bilde, det er også tekst. Vi har tekst i tittel, i tegnforklaringa, langs med kartrammene, og vi har stedsnavn og andre opplysninger i kartet. Tekstene i selve kartet er ikke uproblematisk. Tekst tiltrekker seg oppmerksomhet, så det er om å gjøre å utforme tekst slik at den ikke blir for dominerende i forhold til de geografiske objektene i kartet. Stedsnavn og annen tekst vil dekke over andre objekter, så det er en utfordring å plassere teksten slik at minst mulig av det som er vesentlig av geografiske objekter får bokstaver over seg, samtidig som teksten skal ha en plassering som gjør at vi lett ser hvilke objekter stedsnavnet hører sammen med.

Hvordan karttekst er utformet og plassert i kart har stor betydning for kvaliteten på kartet. Det skal være passe mengde med stedsnavn. Det skal være nok navn til at kartleseren skal kunne finne det personen leter etter, samtidig som det ikke skal være så mye tekst at det overskygger kartet. Når en lager kart digitalt benytter en seg av egne datasett som inneholder stedsnavn, men som regel må en ta et utvalg av innholdet i et slikt datasett, for at det skal bli passe mange navn i kartet. Å få stedsnavn i passe mengde, plassert godt og utformet på en god måte, det er en tidkrevende aktivitet.

Tekstens funksjoner i kart

Teksten har flere funksjoner. Først så forteller navn i kart oss hva objektene i kartet er. I eksempelet i figuren under, viser teksten at det ene fjellet er Snøhetta, det andre er Svånåtindan. Dernest så hjelper ofte navnene oss å finne bestemte objekter – teksten har en lokativ funksjon.

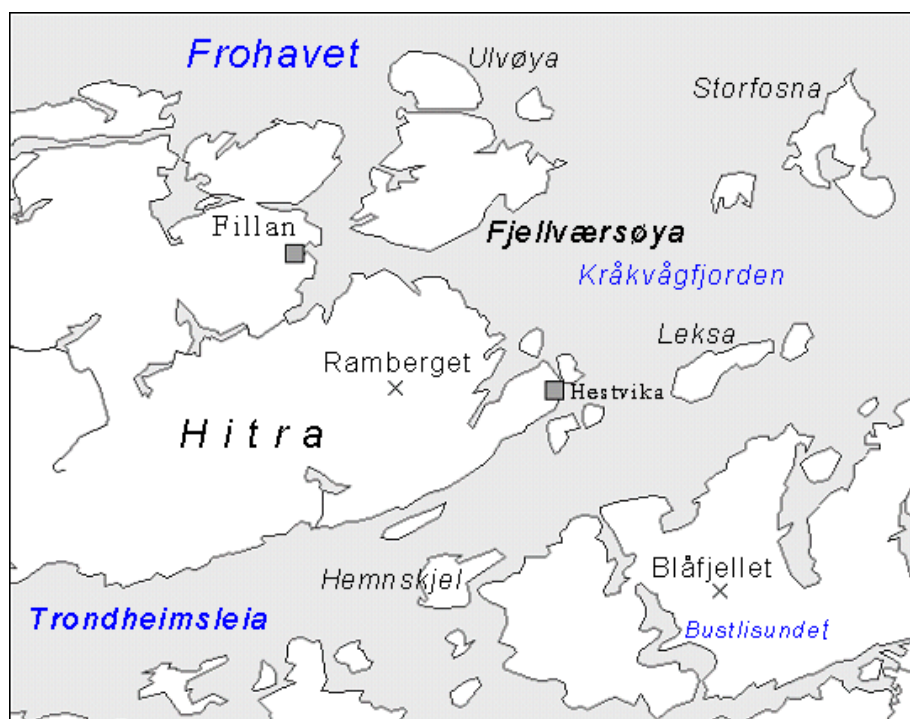


Figur 7-34 Tekst i kart hjelper oss til å finne bestemte objekter i kartet, og tekst gir oss opplysninger om hva objektene er.

Den lokative funksjonen skal vi ivareta slik at kartet hjelper leseren så godt som mulig til å finne de objektene en leter etter. Dette kan vi oppnå ved å 1) plassere navntekst nært det punktet det refererer til, 2) ved at teksten er orientert på samme måte som objektet, for eksempel ved at navnet på en fjellkjede er orientert langs med fjellkjeden, eller 3) ved at teksten på best mulig måte fyller et areal, og orienteringen og fasongen på dette arealet.

Videre så kan tekst brukes til å skille mellom forskjellige klasser av objekter. Ved å variere mellom skrift i kursiv og vanlig skrift, skrift med og uten seriffer, og skrift med forskjellig farge, så kan vi skille mellom klasser av objekter på nominelt nivå.

Ved å variere skriftstørrelsen og ved bruk av normale og fete typer, så kan vi også gi en inndeling på ordinalnivå, slik at vi kan rangere objektene i kartet hierarkisk, etter størrelse eller hvor viktige de er.



Figur 7-35 I kartet er det brukt skrifttyper med og uten seriffer for å skille mellom navn på tettsteder og navn på fjell, øyer og sjøområder. Blå og svart skrift er brukt for å skille mellom stedsnavn knyttet til vann og land. Fjelltopper er de eneste naturobjektene som ikke har navn i kursiv. Forskjellig skriftstørrelsen er brukt for å skille mellom små og store objekter.

Variasjon av utformingen av tekst

Tekstuttrykket i kart kan varieres med alle de visuelle variablene, med unntak av tekstur som er vanskelig å bruke i tekst:

- Formen kan varieres med bruk av forskjellige fonter.
- Retning kan varieres. Ofte vil plasseringen av stedsnavn bli bedre hvis teksten har en retning som følger orientering til objektet som teksten er knyttet til.
- Tetthet (svak skrift -sterk skrift). Fargetone.
- Farge kan varieres for å vise kvalitativt forskjellige klasser av objekter. For eksempel kan en bruke blå skrift på navn knyttet til vann-objekter, svart på land-objekter.
- Størrelse kan varieres for å vise en orden. For eksempel kan en ha liten skrift på små byer, stor skrift på store byer.

Settlement	Population	1:25 000	1:50 000	1:100 000
Town	over 50 000	BERN	GENÈVE	ZÜRICH
Town	10 000–50 000	LUGANO	CHUR	SION
Municipality	2 000–10 000	Sumvitg	Biasca	Buochs
Municipality	less than 2 000	Cressier (NE)	Sağogn	Corippo
Suburb	over 2 000	<i>Cassarate</i>	<i>Bruggen</i>	<i>Le Sentier</i>
Suburb	100–2 000	<i>Champfèr</i>	<i>Carasso</i>	<i>Mürren</i>
Hamlet, group of houses	50–100	<i>Le Plan</i>	<i>Clavanio</i>	<i>Nante</i>
Single house, hut		<i>Triffhütte SAC</i>	<i>La Rôpette</i>	<i>A. NaucuoLa</i>

Examples of other topographic names

Regions, Forests	<i>Clos du Doubs</i>	<i>G i b e l e g g m a l d</i>		
Valleys	<i>Surseiva</i>	<i>Val Malvaglia</i>		<i>Chammertälli</i>
Mountains	Jungfrau	<i>Rosablanche</i>		<i>Poncione di Braga</i>
Passes	<i>Passo del San Gottardo</i>	<i>Col de la Croix</i>		<i>Fuorcla Surlej</i>
Rivers	<i>LE RHÔNE</i>	<i>Limmat</i>	<i>Verxasca</i>	<i>Ova Chamuera</i>
Lakes	<i>LAGO MAGGIORE</i>	<i>Lac de Morat</i>		<i>Lej da Segl</i>
Glaciers	<i>Aletschgletscher</i>	<i>Vadret Pers</i>	<i>Gh. dei Cavagnoli</i>	<i>Gl. de Darbonneire</i>

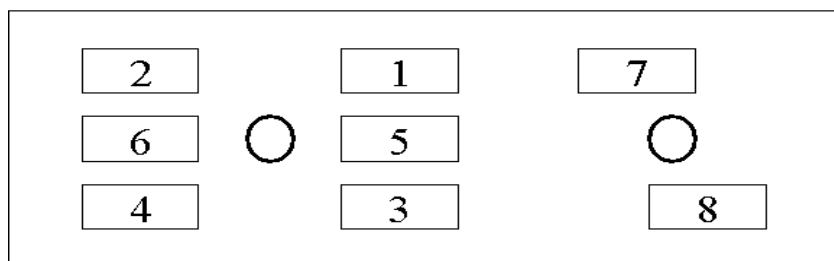
Figur 7-36 Skrift-typer brukt på stedsnavn i sveitsiske topografiske kart. Kilde: Swisstopo 2003.

I vanlige kart der kartnavnene først og fremst har den funksjonen av de skal hjelpe oss til å finne bestemte objekter på kartet, eller hjelpe oss til å skjønne hva bestemte objekter er, så oppfatter vi teksten hovedsakelig på elementnivå. Det er vanskelig å danne seg et helhetsinntrykk av stedsnavn eller annen tekst i et kart. En må lese hvert enkelt navn for å få noe ut av dem. En kan selvsagt forestille seg kart der størrelsesvariasjon eller fargevariasjon på tekst blir brukt som det bærende visuelle elementet, slik at symbolvariasjonen er i nettopp teksten, og teksten på denne måten viser et kvalitativt eller ordnet fenomen, men jeg kan ikke huske å ha sett det.

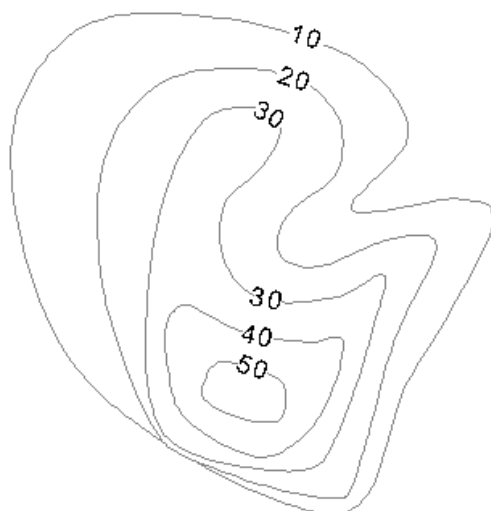
Plassering av tekst

Noen veiledende regler for plassering av tekst:

- Navntekst skal helst være plassert helt i vann, eller helt på land.
- Punkter. Navn som er knyttet til et punkt plasseres så nært punktet som mulig, men ikke så nært at det smelter sammen med punktsymbolet.
- Linjer. Tekst som er knyttet til linjer bør følge linjene.
- Areal. Tekst for arealelementer bør strekke seg over hele arealet.
- Tekst ved elver skal følge elveløpet. En skal unngå vanskelige strekninger med krøllete forløp. På lange elver bør det plasseres navn flere steder. Hvis elva er brei nok kan navnet stå i elveløpet. Baudouin mener at tekst som skal stå rett nord-sør (vertikalt) skal skrives oppover. Jeg er uenig i det. De samme synspunkter gjelder også for tekst på veier.
- Tall som angir høyde på høydekurver bør stå nært hverandre slik at det er lett å se en rekkefølge.

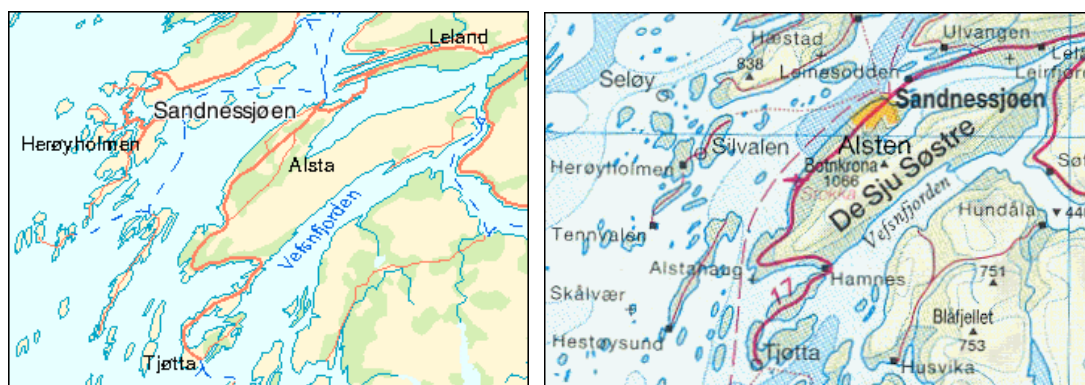


Figur 7-37 Forslag til prioritering ved plassering av tekst i forhold til et punkt (Etter Baudouin 1995).



Figur 7-38 Forslag til plassering av tekst som angir verdien på høydekurver. Tall som angir høyde på høydekurver bør stå nært hverandre slik at det er lett å se en rekkefølge.

Hvilket stedsnavn skal vi bruke?



Figur 7-39 Heter øya Alsta eller Alsten? Det er ikke alltid lett å vite hva som er det rette navnet. Kartet til venstre, som er hentet fra Statens kartverks topografiske kart på Internett, bruker navnet *Alsta*. Her er stedsnavnene hentet fra en oppdatert stedsnavnsdatabase (2006). Kartet til høyre er fra Gyldendals skoleatlas fra 1999. Her er stedsnavnet *Alsten* brukt. Hvis vi vender oss til et leksikon så finner vi at i 1995-utgaven av Store norske leksikon, så er navnet *Alsta* brukt i kartet over Nordland, men for å finne artikkelen om øya så må du slå opp på *Alsten*.

Hvilket stedsnavn som skal brukes er ikke selvsagt i alle tilfeller. Steder skifter navn, men det er ikke alltid lett å følge med i alle navneendringer. Peking har blitt til Beijing, Bombay til Mombay, Leningrad har på nytt blitt St. Petersburg, Belgisk Kongo, ble Zaire som igjen ble forandret til Kongo.

Steder har ofte forskjellige navn avhengig av hvilket språk en bruker. Vi må velge hvilket eller hvilke vi skal bruke i vårt kart. Heter det Finland eller Suomi? Heter det USA, United States of America eller Amerikas forente stater? Når kart er tenkt til norsk bruk så er det vanlig å bruke norske navn på steder utenfor Norge. Vi skriver Skottland og Frankrike, ikke Scotland og France.

I Norge har vi norske stedsnavn, samiske stedsnavn, og kvenske/finske stedsnavn. Skal vi bruke Snåsa eller Snåase, eller begge deler?

I Norge har vi en egen lov, *Lov om stadnamn*, om hvordan stedsnavn skal skrives. Lova fastslår at i offentlige sammenhenger så skal korrekte norske, samiske og finske (kvenske) stedsnavn brukes. I § 3 heter det:

Når skrivemåten av eit stadnamn er fastsett etter denne lova og ført inn i stadnamnregisteret, skal skrivemåten brukast av alle offentlege organ, selskap som det offentlege eig fullt ut, og stiftingar som er oppretta av det offentlege. Andre skal bruke skrivemåten når dei gjer enkeltvedtak eller gir forskrift. Det same gjeld for skrivning av namn i godkjenningspliktige lærebøker og i læremiddel utgitt med statsstøtte.

Samiske og finske stadnamn som blir nytta blant folk på staden, skal til vanleg brukast av det offentlege på kart, skilt, i register m.m., saman med eventuell norsk namneform.

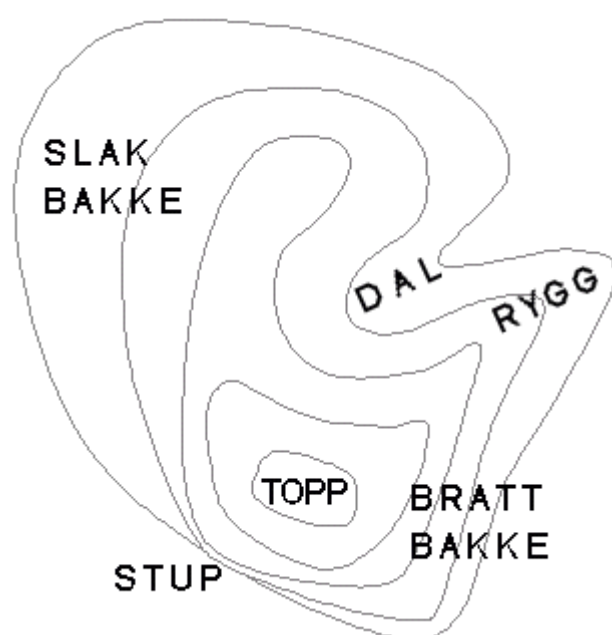
Lova fastslår hvordan navn skal skrives, hvem som bestemmer hvordan stedsnavn skal skrives, hvem som har plikt til å følge vedtatt skrivemåte, hvem som har rett til å reise navnesaker og dermed ta opp til diskusjon hvordan et stedsnavn skal skrives, og prosedyre for saksbehandling for slike saker. Den mest oppdaterte informasjon spørsmål vedrørende stedsnavn og lenker til hvor du finner mer informasjon, er å finne på Statens namnekonsulentar sitt nettsted, www.stadnamn.org.

7.9 Relieff – Framstilling av høyde i kart

Relieff, høydeforskjeller i terrenget, er et viktig element i mange kart, spesielt topografiske kart. Det å finne gode måter å vise høyde og terrengformasjoner har vært en sentral kartografisk utfordring. Vi skal her se på noen av de metodene vi kan benytte oss av for å vise landskapets relieff.

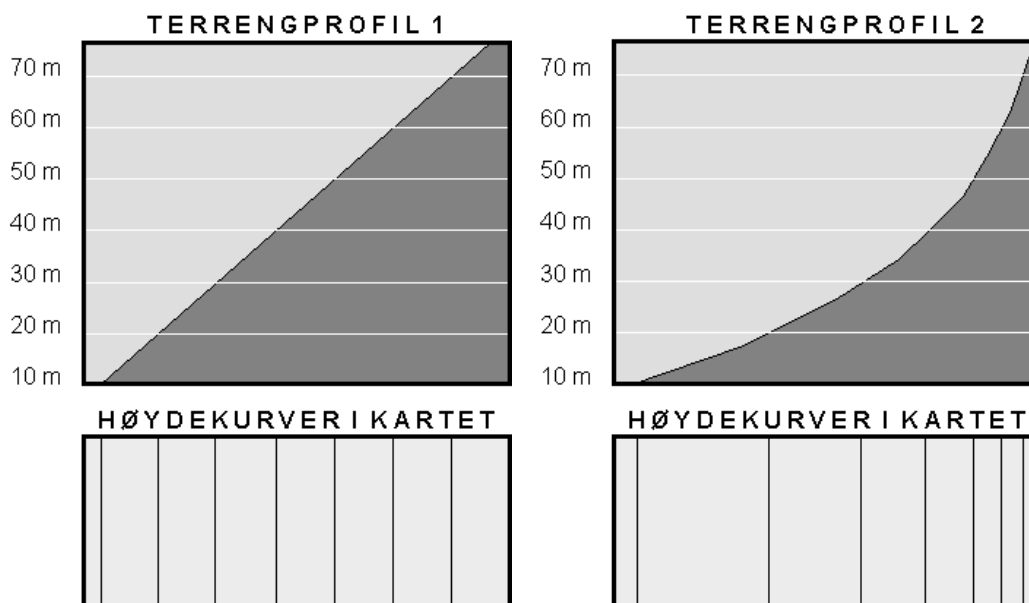
7.9.1 Høydekurver, isolinjer

Høydekurver (koter) er den mest presise måte å gi informasjon om terrengformer i kart. Høydekurver er isolinjer der alle punkt langs samme linje har samme høyde. Normalt så er det lik høydeforskjell mellom høydekurvene. Denne vertikale høydeforskjellen kaller vi *ekvidistanse*.



Figur 7-40 Relieff framstilt med isolinjer.

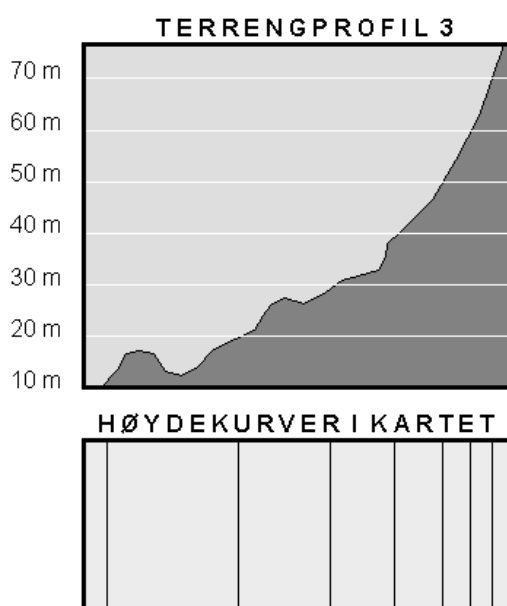
Når det er gjennomført en fullstendig kartlegging, så vil en høydekurve alltid ha samme sluttspunkt og begynnelsespunkt – det vil være en sluttete kurve – og de krysser aldri hverandre. Et unntakstilfelle er steder i terrenget der det er stup. Der vil avstanden mellom høydekurvene være så liten at de flyter sammen. I overheng vil høydekurvene krysse hverandre. I begge tilfeller vil høydekurvene være tegnet som én sammensmeltet høydekurve.



Figur 7-41 To figurer som viser hvordan terrenget vil bli avbildet med høydekurver i et kart med en ekvidistanse på 10 meter.

Det visuelle uttrykket kan varieres ved å gjøre strekene tykkere der det er bratt, ved ulik tykkelse på tellekurver og andre kurver, og ved å legge ulik farge på høydekurvene etter hva slags terrenget kurven går gjennom (skog, fjell, isbre mm). På norske topografiske kart er det vanlig med brune høydekurver i terrenget, men blå kurver der det er isbre.

Høydekurver tillater presise målinger, fordi vi vet nøyaktig hva høyden er på en høydekurve. Den som er godt trent i å lese kart kan lese veldig mye om terrenget ut av høydekurver.



Figur 7-42 I denne figuren er kartet det samme som i Terrengprofil 2, selv om terrenget er annerledes. De terrengvariasjonene som ligger mellom høydekurvene blir ikke synlige i kartet.

En ulempe med høydekurver er at de er visuelt ganske uttrykkløse. Det gir ikke noe umiddelbart bilde av terrenget.

En annen ulempe med høydekurver er at terrengformasjoner med høydeforskjeller som er mindre enn ekvidistansen, og som har høydeverdier som ligger mellom høyden til høydekurvene i kartet, de vil heller ikke komme med i kartet. I norske topografiske kart i målestokk 1:50000 er ekvidistansen 20 meter, slik at terrengformasjoner med høydeforskjeller på så mye som over 15 meter kan være usynlige i kartet.

7.9.2 Bakkestreker – hachures

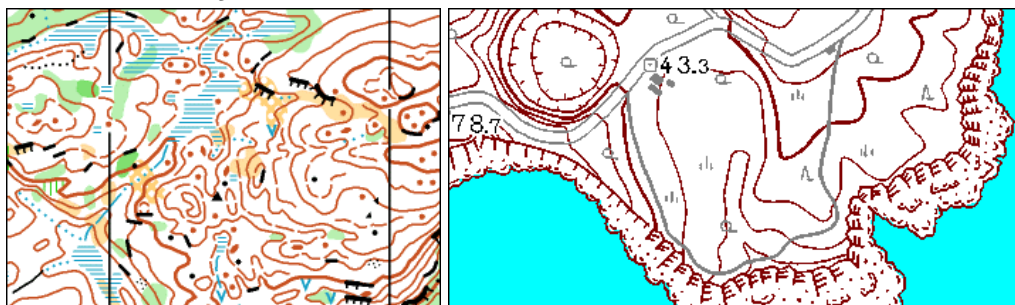


Figur 7-43 To eksempler på bruk av bakkestreker. Det første framstilt analogt i et eldre fransk kart. Det andre framstilt digitalt. Kilde: Kevin Buchin, Design and Implementation of Real-Time Rendering Techniques for the Non-Realistic Illustration of Digital Terrain Models, http://page.mi.fu-berlin.de/~buchin/proj/npr_terrain/, 2004-03-01.

Bakkestreker eller *hachures*, er korte streker som er tegnet i kartet, parallelt med helningsretningen i landskapet. Varierende helningsvinkel kan framstilles ved bruk av ulik tykkelse, avstand mellom strekene og lengde på strekene. Bakkestreker er uttrykksfulle og gir et godt inntrykk av topografi.

Ulemper med bruk av bakkestreker som måte å vise relieffet i et område er at det ikke er lett å bestemme et steds høyde. Der det er bratt kan kartet lett bli svart.

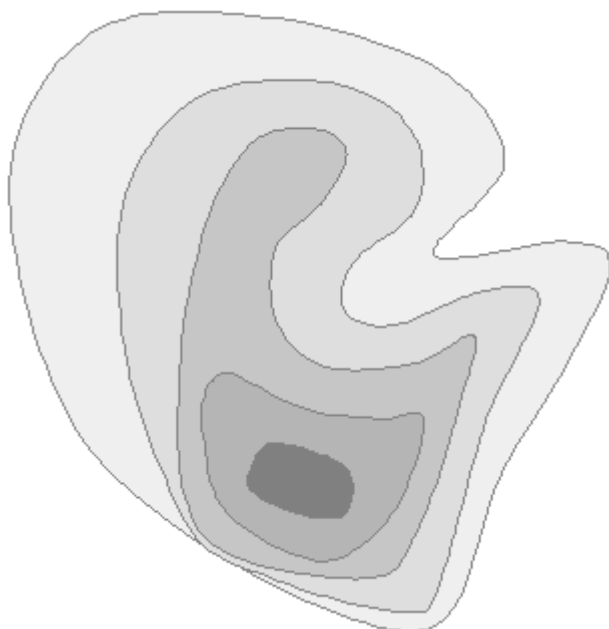
7.9.3 Effektsymboler



Figur 7-44 Effektsymboler i utsnitt fra et norsk orienteringskart, og et topografisk kart fra Japan. I det norske kartet er skrenter markert med en strek i overkant av skrenten, med korte streker som peker i fallretningen. I det Japanske kartet har strekene i fallretningen tverrstreker som indikerer høyden. Kilder: Notodden orienteringslag, <http://home.online.no/~notod/> og Geographical Survey Institute, Japan, <http://www.gsi.go.jp>.

Å bruke spesielle effektsymboler kan være en uttrykksfull måte å vise topografiske formasjoner som klipper, berg, skrenter med mer. I Norge blir slike effektsymboler vanlig brukt i orienteringskart.

7.9.4 Høydelag



Figur 7-45 Høydelag der arealet mellom høydekurvene er skravert eller fargelagt. Når arealene er skravert på en måte som viser en orden, for eksempel ved forskjellige gråtoner fra lyst til mørkt, da kan vi bruke dette som en teknikk for å vise relieff.

Høydelag framstilles ved å legge lik farge på områder med høyde innenfor et visst høydeintervall. Utgangspunktet er isolinjer, men i stedet for å vise isolinjene, så gir en forskjellig farge til arealet mellom isolinjene.

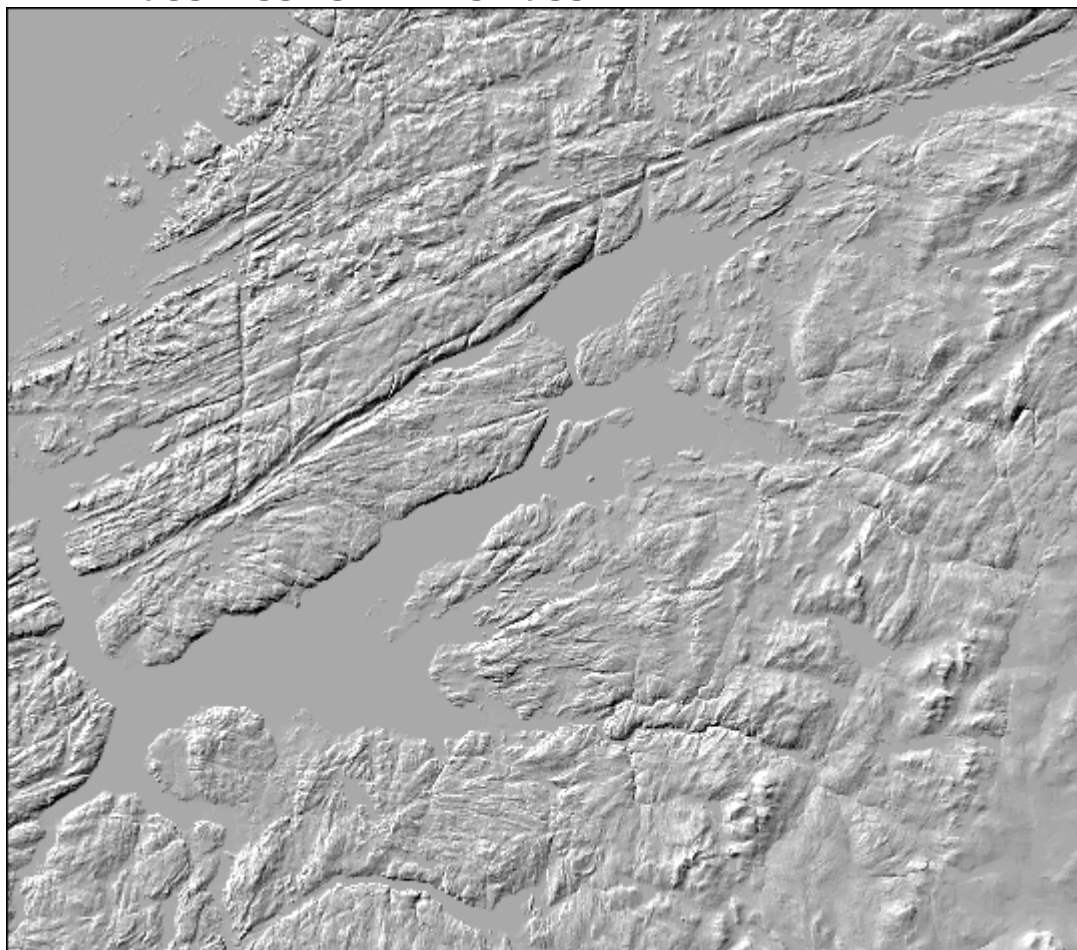


Figur 7-46 Høydelag brukt til å vise Frankrikes geografi. Kilde: Français langue étrangère et Internet (FLENET), Universidad de León (España)

Høydelag visualiserer godt om områder har høyde over eller under et visst nivå. Fargeskalaen kan gi et inntrykk av vegetasjon på de ulike høydenivåene, men må da tilpasses landskapet i det området som skal vises. I Norge vil det være naturlig å ha grønne farger i de lavtliggende områdene med skog og annen vegetasjon, og grå og hvite farger høyt oppe i fjellet. I tørre områder lenger sør i verden, kan det være naturlig å bruke grønt på områder som ligger høyt over havet, fordi det som regel er større fuktighet og mer vegetasjon der.

Ulemper med høydelag er at det tar mye plass i kartet. Høydelagene kan bli visuelt veldig dominerende hvis en ikke er forsiktig i fargebruken. Det er begrenset hvor mange høydelag en kan ha i ett kart, og terrengvariasjon innenfor ett høydelag vil ikke vises.

7.9.5 Skyggelegging, terrengskygge



Figur 7-47 Området rundt Trondheimsfjorden vist med skygge. Landskapet er belyst fra nordvest.

Ved å bruke skyggelegging kan vi gi ett inntrykk av terrengets relieff i tre dimensjoner, selv om kartet er i to dimensjoner. Skyggelegging er å legge en gråtone på kartet, der de delene av landskapet som vender bort fra en tenkt lyskilde er mørke, og de områdene som vender mot lyskilden er lyse. Terrengskyggen gir et inntrykk av skyggevirkninger gitt belysning fra en bestemt vinkel.

Terrengskygge er en god måte å gi et umiddelbart bilde av hvordan landskapsformasjonene er. Det var vanskelig og tidkrevende å utføre skyggelegging manuelt med analoge teknikker, noe som også gjorde at teknikken var lite brukt. I dag så kan terrengskygge lages med utgangspunkt i digitale terrengmodeller i et geografisk informasjonssystem som har funksjoner for dette. Med slike digitale teknikker er arbeidsmengden betydelig redusert, og terrengskygge blir mer brukt.

En ulempe med terrengskygge er at den prioriterer enkelte helningsvinkler. De delene av landskapet som er vendt rett mot den tenkte lyskilden eller har en helning som vender bort fra lyskilden, kommer tydeligere fram enn bakker som vender i andre retninger. I praksis vil det si at helninger som vender mot nordvest eller mot sørøst blir mest tydelig, fordi lyskilden som regel blir plassert i nordvest. Lyskilden bør plasseres i nordvest, fordi dette gir den beste oppfattelsen av terrenget.

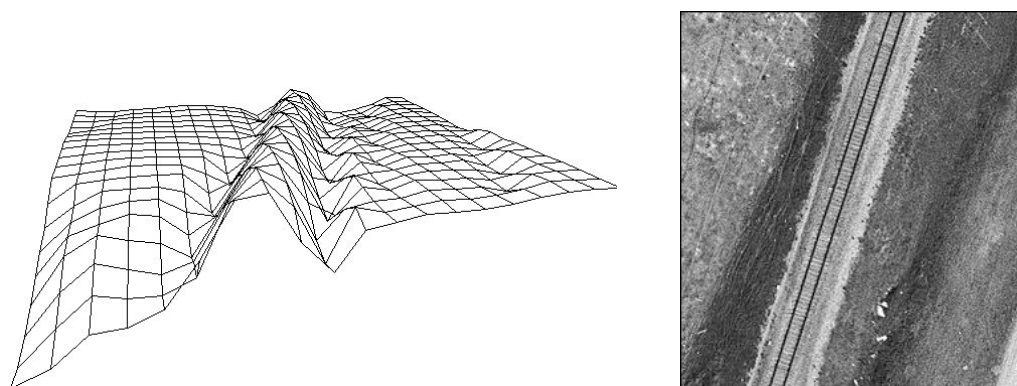
En annen ulempe med terrengskygge er at det gir et rent kvalitativ uttrykk. Det er ikke mulig å avgjøre hvor høyt noe er ut fra bare skyggeleggingen. Dette kan avhjelpes ved å bruke terrengskygge sammen med isolinjer og/eller høydelag.



Figur 7-48 Kart der Terrengskygge er brukt sammen med isolinjer. Kilde: Mesterkart, www.mesterkart.no.

7.9.6 Digitale terrengmodeller

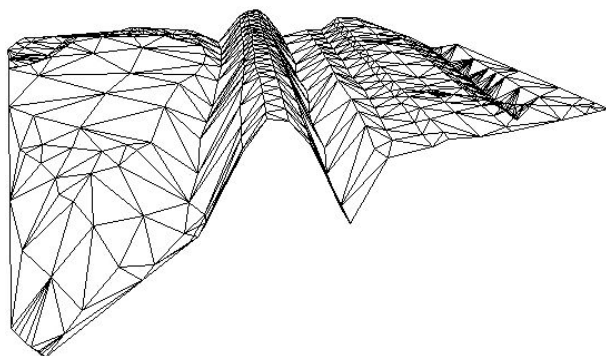
Digitale terrengmodeller (DTM) er som navnet sier, digitale gjengivelser av høydevariasjoner i landskapet. Terrenget er en kontinuerlig flate. Den digitale terrengmodellen inneholder et utvalg av punkter med informasjon om høyde (eller dybde). Digitale terrengmodeller kan blant annet brukes til å lage kartografiske framstillinger av terrengformasjoner. Figuren over er et godt eksempel på kart der terrengskygge, laget med utgangspunkt i en digital terrengmodell, gjør det lettere å se hvordan terrenget er.



Figur 7-49 En digital terrengmodell som består av et regelmessig nettverk av linjer der hvert punkt der linjene møtes har en bestemt høydeverdi. Bildet til høyre viser det området som er vist i modellen, en jernbanelinje med grøft på begge sider. Kilde: Brostuen & Cox, *Minimizing Subjectivity in Digital Orthophoto Imagery*.

Det er vanlig å skille mellom to hovedtyper av digitale terrengmodeller, modeller med et regelmessig nettverk (GRID og raster) og triangulerte irregulære nettverk (triangulated irregular network - TIN).

I et GRID er et regulært nettverk lagt over terrenget, og så er det lagt høydeverdier på de punktene der linjene i nettverket møtes. I rastermodeller, som er en form for bildefiler med et mønster likt det i et GRID, er høydeverdien tilordnet hver celle mellom linjene i nettverket, slik at hver celle har en bestemt høydeverdi.



Figur 7-50 Framstilling av en digital terrengmodell som består av linjer i et uregelmessig trekantnettverk. Hvert punkt der linjene møtes har en bestemt høydeverdi. Ibid.

TIN består av en uregelmessig mosaikk av trekanter, der hvert hjørne av trekantene har en høydeverdi. En fordel med TIN i forhold til en rastermodell, er at der det er små terrengvariasjoner, der kan en ha store trekanter, mens der terrenget er variert kan en ha mange flere og mindre trekanter. Dette gjør at en med den samme datamengden kan få en modell som bedre gjengir terrenget. Datamengden kan økes der det er behov for det, og reduseres der det ikke er behov for en detaljert mosaikk. I tillegg så er det en fordel at en trekantmosaikk kan gjengi terrenget på en god måte, og det krever forholdsvis lite datakraft å kle terrengmodellen med forskjellige farger, avhengig av høyde over havet, etter hvor stor helning det er i hver trekant, eller etter hvilken himmelretning trekantene er orientert mot.

7.10 Noen råd

Som en avslutning av kapittelet, noen råd og bud til den som skal lage kart.

Før du går i gang med å lage kartet:

- Analyser informasjonen!
 - Hvilken type informasjon er det?
 - Hvor mange informasjonsvariabler er det vi skal ha med? Vurder om det er bedre med en framstilling i flere kart, eller om det er mulig å forenkle datamaterialet hvis det er mange variabler!
 - Hva er organiseringsnivået på den informasjonen vi skal vise i kartet? Kvalitativ, ordnet eller kvantitativ?
 - Hva er spennvidden i det datamaterialet vi skal vise i kartet? Bør vi foreta en klasseinndeling?
- Ta standpunkt til om vi skal utforme objektene i kartet som punkt, som linjer eller som areal.
- Vurder symbolbruken for å oppnå en best mulig visuelle kommunikasjon.

Spørsmål du bør stille før du lager kart for andre:

- Hva er hensikten med kartet? Hvem, skal si hva, til hvem, med hvilke virkemidler?
- Hva skal sluttproduktet være? Kart på papir, internett, til bruk i Powerpoint framvisning?
- Hvem skaffer dataene som skal til for å lage kartet?
- Hva er det geografiske området som kartet skal dekke?
- Hva er størrelsen på sluttproduktet? Er det samsvar mellom formen på området og formen på sluttproduktet?
- Hvor mange farger skal brukes? (viktig med tanke på trykt medium)?
- I hva slags format skal sluttproduktet være? EPS, PDF, TIFF, film negativ, trykt kart, tilrettelagt for utskrift på printer? Farger i RGB eller CMYK?
- Hvor mye tid/ressurser står til rådighet?

De ti kartografiske bud

- 4) Sørg for at det er en logisk forbindelse mellom informasjonsvariabler og visuell variabel
- 5) Lag mange kart i stedet for å legge all informasjon på et kart
- 6) Lag sebare kart
- 7) Fremhev det vesentlige
- 8) Differanser er ofte mer interessante enn absolutte verdier

- 9) Unngå kakediagram og histogram i et kart
- 10) Benytt ikke mer enn 5-7 klasser i koropletkart
- 11) Lag en serie kart med varierende generalisering
- 12) Krev at et GIS skal ha funksjoner for å lage sebare og kommuniserbare kart
- 13) Det ideelle er: ingen ubrukbare kart, få lesbare kart, mange sebare kart, noen kommuniserbare kart

Referanser og videre lesing:

Baudouin, A (1995): *Behandling av geografiske informasjon, I: Bilder og Kart*, Geografisk institutt, Universitetet i Trondheim.

Baudouin, A (2001): *Informasjonsbehandling og kartdesign, kart og Bilde, bd. 2*, Geografisk institutt, Universitetet i Trondheim.

Brodersen, L (2002): *Kort som kommunikation: teori og metode i kartografien*, Danmark: Forlaget Tankegang as.

Kimerling, Muehrcke & Muehrcke (2005): *Map use: Reading, Analysis, and Interpretation*, Madison, Wis. : JP Publications.

Kap. 25, Maps and reality er perspektivrikt om kart og den virkeligheten som kart søker å avbilde.

Kraak, M.-J. Og Ormeling, F. (2003): *Cartography: Visualization of Spatial Data*, Harlow : Prentice Hall

Kap. 3.4 om kommunikasjonsprosessen. Kap. 5 om topografi. Kap. 6 om kartdesign. Kap. 7 om statistiske kart

Lov 1990-05-18 nr 11: *Lov om stadnamn*, Oslo : Kulturdepartementet.

Monmonier, M. (1996): *How to Lie with Maps*, 2. utgave, The University of Chicago Press.

Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrche, P.C., Kimberling, A.J. og Guptill, S.C. (1995): *Elements of Cartography*, 6th. ed., John Wiley&sons.

Kap. 18-23 om persepsjon og design. Kap. 25 og 26 om symbolisering i kart.

Swisstopo, Federal Office of Topography (2003): *Conventional signs and further information to the topographic maps*, Sveits.

8 Kart i en dataverden

Dag Ystad

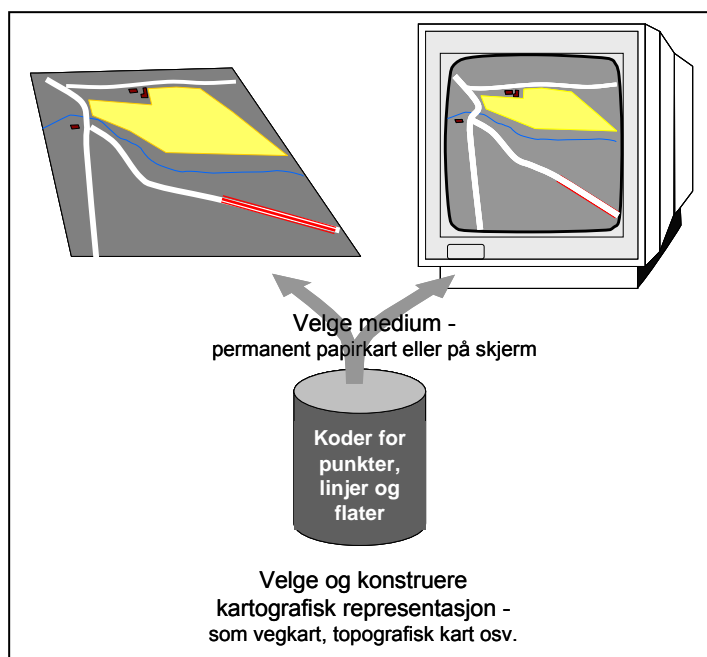
8.1 Innledning

Dette er en innføring i hva digitale kart er, og hvordan geodata distribueres til brukerne i en verden med digitale kart og informasjonsteknologi, IKT. Geodata er data som referer til lokalitet, eller det er egenskaper til objekter eller fenomener som er lokalisert et eller annet sted på kloden. Kart hjelper brukerne til å forstå sammenhengene mellom fenomener bedre. Fra kartbasene kan en hente fram informasjon om avstand, retning og opplysninger som omkrets og størrelse på arealer. Trekkruiter kan spores og relasjoner mellom objekter og lokaliteter kan bli forstått og kvantifisert.

Brukere av kart har ulikt utgangspunkt, ståsted og behov for informasjon. Både situasjonene der kart brukes, og omgivelsene for bruk av kart har endret seg mye for de fleste brukergrupper. Med datamaskiner har vi fått skjermbaserte kart. Internett er det nyeste grunnlaget for massiv distribusjon av løpende oppdatert stedfestet informasjon. Vi ser her et eksempel på massivt utbredt privat bruk av digitale data.

Det er flytende overganger mellom kart som bilder på papir (analoge kart) og elektroniske kart (digitale kart). I dag brukes geografiske informasjonssystemer, GIS, som teknologisk plattform for både å fange, lagre, bearbeide og distribuere informasjon. Ulike brukere står i nettverk med hverandre og utveksler informasjon med hverandre. GIS har åpnet muligheten for en infrastruktur for geografisk informasjon, og internett er i ferd med å vokse fram som et hovedmedium for å få fram geografisk informasjon til brukerne. Dette betyr ikke at det tradisjonelle papirkartet er uaktuelt. Det vil fortsatt rå grunnen på områder der det har fortrinn. På stadig flere områder vil imidlertid det digitale mediet erstatte papirkartet. De aller fleste nye analoge kart lages i dag ved hjelp av digitale data og GIS-verktøy. Bruken av IKT medfører betydelig effektivisering av arbeidet med alle typer topografisk kart, og det har medført en rivende utvikling innen typen tematiske kart.

Samtidig som at verden flommer over av kart, blir det færre og færre kartografer som tegner ut disse kartene. Ta for eksempel et kart som viser helning på terrenget ved hjelp av skyggelegging. Under epoken med analoge kart var penneføringen til kartografene både kunstnerisk og preget av yrkeshemmeligheter. Vi har opplevd en gradvis utvikling mot digitale kart. Mens det blir færre og færre tradisjonelle kartografer, blir det flere og flere som blir dratt inn prosesser som medfører produksjon av kart. Til en viss grad skjer både «amatørmessig» og «profesjonell» kartproduksjon med felles teknologi. I dag er det dataeksperter som kontrollerer teknikkene for så vel karttegning som kartproduksjon. Derfor blir digitale data og kart basert på informasjonsteknologi like viktig for dagens studenter som kartografien.

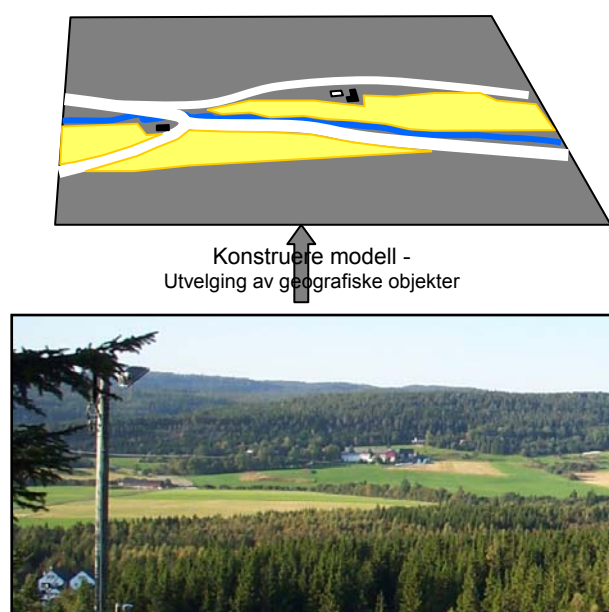


Figur 8-1 Presentasjon av valgte data på papirkart og skjerm

Gjennom geografiske informasjonssystemer er det i ferd med å bli utviklet en ny form for representasjon av verden, et system som griper inn i vår forståelse av hvordan verden utvikler seg. En banebrytende funksjon med digitale kart er mer effektiv visualisering. Det er tilgjengelig avansert basis funksjonalitet som gjør informasjonen tilgjengelig gjennom menyer og systemer for symbolutvelging på datamaskin. Gjennom de IKT – baserte kartene, kan en bruke spørringer mot de databasene som ligger bak. Siden midten av 1980-årene har programpakken som muliggjør spørring og analyse av romlige data blitt kjent som geografiske informasjonssystemer, GIS. Etter hvert som funksjonaliteten er komplett utviklet, har applikasjonene blitt spredt til alle fagområder, som gjør bruk av romlige data i oppgaveløsningen. Funksjonaliteten har innebygd kapasitet til å manipulere, velge ut, analysere og visualisere data. Det er altså muligheter for interaksjon med databasene som ligger bak kartet. Ved online spørring og prosessering kan en framkalle og nyansere informasjon på en måte som ikke har vært mulig tidligere.

8.2 Modellering av verden med bruk av GIS

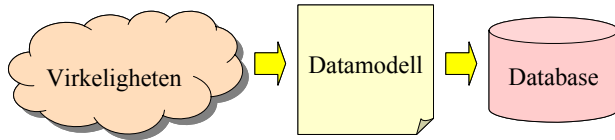
Det er ikke lenger slik at kart oppstår ved at kartografen «lagrer» informasjon på det papiret som skal blir det originale kartet slik dette er beskrevet i kapittel 1.1. Ved bruk av informasjonsteknologi skjer representasjonen ved at det etableres digitale data på datafiler eller i databaser. GIS lagrer data som en serie av data i en underliggende datamodell. En datamodell er en forenklet representasjon av en del av virkeligheten. Den fokuserer på de dataene som er knyttet til de objekter og konsepter som finnes i den delen av virkeligheten vi er interessert, se figur 6.2.



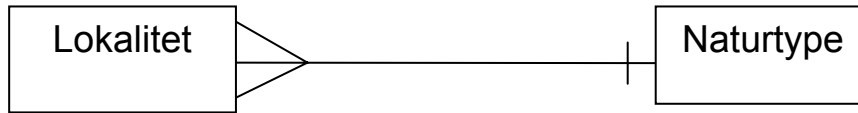
Figur 8-2 Utvelging av informasjon som skal være med i en modell

Det som lagres er alltid en representasjon, altså en modell eller en tilnærming til den virkelige verden, der alt er basert på de data vi putter inn. I likhet med enhver annen modell, er vi avhengig av at datamodellen inneholder nok detaljerte data for å dekke et behov. Samtidig må den være enkel nok i bruk. I modellen er det behov for å systematisere hvilke relasjoner som skal ivaretas mellom ulike enheter. I databasen defineres hver enhet som en entitet, som er symbolisert med en boks i figuren nedenfor.

Figurene 6.2 og 6.3 illustrerer en datamodell. I virkelighetsmodellen forutsetter vi i dette tilfellet at vi skal være i stand til å finne fram til lokaliteter som har bestemte naturtyper, og vi forutsetter at der er definert noen kriterier som skal oppfylles for at en lokalitet skal kunne bli definert å ha en bestemt naturtype. En lokalitet kan stedfestes ved at en måler opp avgrensningslinjen, og definere arealet innenfor denne linjen som en flate (polygon). Vi tilordner en egenskapstabell der det tilordnes nøkkelopplysninger som identifiserer naturtypen. Sammenhengen mellom stedet og naturtype må kunne beskrives med biologisk terminologi. Denne beskrivelsen er det som i dataverden kalles en semantisk datamodell. Den beskriver i prinsipp relasjonene mellom entitetene «Sted» og «Naturtype».



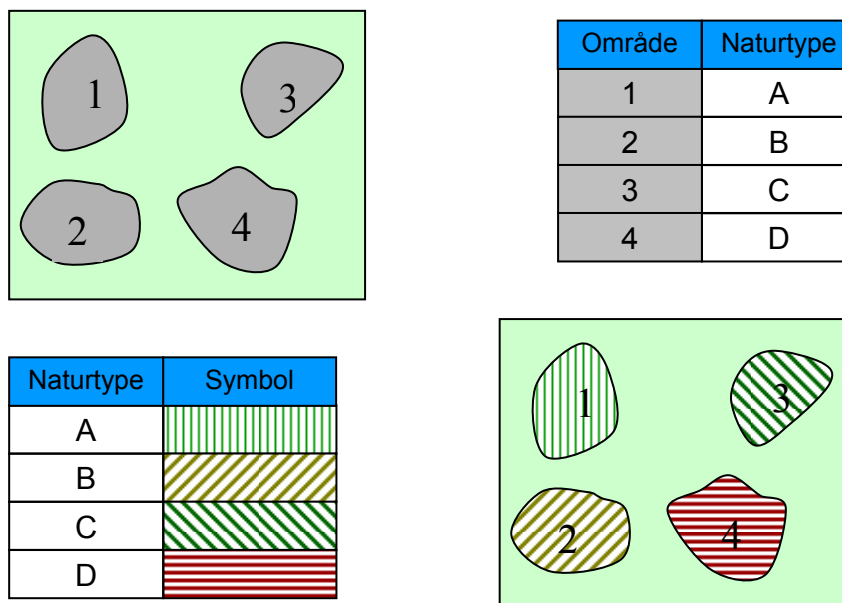
Figur 8-3 Datamodell



Figur 8-4 Eksempel på datamodell med entitetene lokalitet og naturtype

Hver entitet kan ha sin tabell i databasen, og hver tabell må ha egenskaper som gjør det mulig å lage koblinger mellom tabellene. Tabellen som angir stedet må bl.a. inneholde en nøkkel eller en unik ident, og det må angis en verdi som samsvarer med en spesifikk ident i naturtypetabellen. Modellen bruker symboler for å illustrere hvilken relasjonsklasse det er, med ett symbol for «en-» og et annet for «mange». Dette leses slik at et sted kan i denne modellen ha en og bare en naturtype, mens en og samme naturtype kan forekomme mange steder.

Figur 6.4 illustrerer et område der det er registrert og stedfestet 4 forekomster av natur, der naturtypen er gitt som egenskap i datatabellen. Vi forutsetter at det er bakenforliggende informasjon som tar vare på stedfestingen, som er representert ved linjene som omgir arealene, og en angivelse av at de sammenhengende linjene omslutter flate. Øverste til venstre vises disse polygonene med grå farge, påført områdenumrene. Tabellen til høyre angir at områdene har naturtypene A, B, C og D.



Figur 8-5 Registrering av forekomster med egenskaper som angir naturtype, for så å framstille kart med utgangspunkt i egenskapennaturtype.

Tabellen nederst til venstre angir hvilke symboler som skal representere de ulike naturtypene. Når alt dette settes opp i et GIS-verktøy kan vi få et resultat som vist nederst til høyre i figuren. Det er de samme stedfestede forekomstene, men nå er det valgt symboler med utgangspunkt i en gitt egenskap. Dette er ett enkelt eksempel på en grunnleggende funksjon et GIS-verktøy kan gjøre.

For å få en helhetlig oversikt over de viktigste funksjonene i et GIS er det mest hensiktsmessig å koble seg opp til et GIS-verktøy. Det henvises til notatet «Ivar Svare Holand: Introduksjon til ArcExplorer». ArcExplorer har et brukergrensesnitt som ligner på det som vi bruker i ArcGis og andre fullversjoner av GIS. Programmet gir muligheten til å utforske funksjoner og anvendelse av et GIS, uten at en må forholde seg til den fulle kompleksiteten i et moderne GIS med en gang. ArcExplorer er et av flere gratis innsynsverktøy for kartdata, som det er mulig å bruke heime eller i en organisasjon. Det har verdi å gjøre seg kjent med denne muligheten parallelt med at en leser dette kompendiet.

9 Kart som infrastruktur

Dag Ystad. Høgskolelektor ved HiNT

Geodata i form av kart har vært brukt i mange tusen år. Steinaldermannen hadde et behov for å klargjøre tankene og minnet, og sannsynligvis tegnet han ned bilder i sanden for å illustrere hvor de viktige verdiene befant seg. På denne måten kunne han analysere situasjoner. Tegningene hadde ikke særlig varig verdi. Det skal ikke mye regn til for å vaske ut bildet i sanden. Steinaldermannen, som i sin iver kommuniserte til sine guder og kommende slekter ved å risse inn bilder i stein, var imidlertid i stand til å formidle informasjon på svært lang sikt. Det er ingen garanti for at digital informasjon kan overleve like lenge.

Hovedutfordringen er den samme i dagens teknologiske hverdag. Det skjermbaserte kartet forsvinner når vi slår av programmet eller datamaskina. Vi kan imidlertid hente det fram igjen hvis vi enten lagrer skjermbildet, eller vi lagrer «kartprosjektet» i det GIS-verktøyet som vi bruker for valg av innhold og utforming av kartet. På lang sikt sikres kartdokumenter i ulike offentlige arkiver. Uansett må vi finne fram til et egnet medium for å formidle informasjon fra en situasjon til en annen. Når vi bruker analoge kart, er vi prisgitt at den personen som laget kartet var i stand til å forutse leserens informasjonsbehov, og som har tilrettelagt informasjonen for den oppgaven vi skal løse. Når vi får tilgang til digitale data, kan denne utvelgelsen og tilretteleggingen utsettes til problemstillingen er kjent, og den som skal bruke dataene til å løse en oppgave eller et problem, kan ta del i kartutformingen. Kravet er at noen har tilgang til GIS og GIS – kompetanse. I mange tilfeller er kartene tilgjengelig uten at brukeren har spesiell GIS – kompetanse. I andre tilfeller er det nødvendig å skaffe seg slik kompetanse eller tilkalle eksperthjelp for å gjøre kartet tilgjengelig for bruk.

9.1 Kart på internett

I dag har vi elektroniske kart og geodata som brukes i datastøttede beslutnings- og styringsprosesser. Skip kan seile tryggere og med mindre fare for grunnstøting enn før. Sykebilene kan komme raskere fram, og varetransporter kan gjøres billigere og mer miljøvennlige. Offentlige forvaltning kan få bedre oversikt over utviklingen av arealbruken. Daglige vedtak i offentlig og privat virksomhet kan fattes mer effektivt og med bedre kvalitet. De som skal kjøpe eller ha pant i fast eiendom, får bedre service og større sikkerhet for sine rettigheter.

Brukerne kan knytte data som de utvikler i egne modeller til data som informasjonssystemet inneholder (data infrastruktur), og kan bruke dette til å finne svar på ulike spørsmål og problemstillinger. «Hvilken lokalitet er best for å produsere vekster av en bestemt art?» og «hvilken effekt har ulike alternativer i en plan på en bestemt miljøindikator?» Dette er typiske spørsmål som illustrerer anvendelsen av et moderne GIS.

Et stort antall databaser er i ferd med å bli gjort tilgjengelig på web. GIS teknologien sammen med teknikkene som gir tilgang til databasene kan betegnes som en infrastruktur. Et kjennetegn for dette er omfattende bruk av World Wide Web.

Systemet tillater oss å integrere ulike datafiler, som kan være lagret på ulike steder. Alle kan få tilgang under den forutsetning at en aksepterer vilkårene for rettigheter og prising. Web har potensial for at alle kan bli både brukere og produsenter av kart. Kart blir med dette hensiktsmessige instrument for å utforske hva som finnes av informasjon, og hvilken informasjon som dekker den aktuelle problemstillingen. Dette stiller store krav til kartforvaltningen, til oppleggene for å produsere primære datasett, og til vedlikeholdet av disse.

9.1.1 GIS Brukergrensesnitt

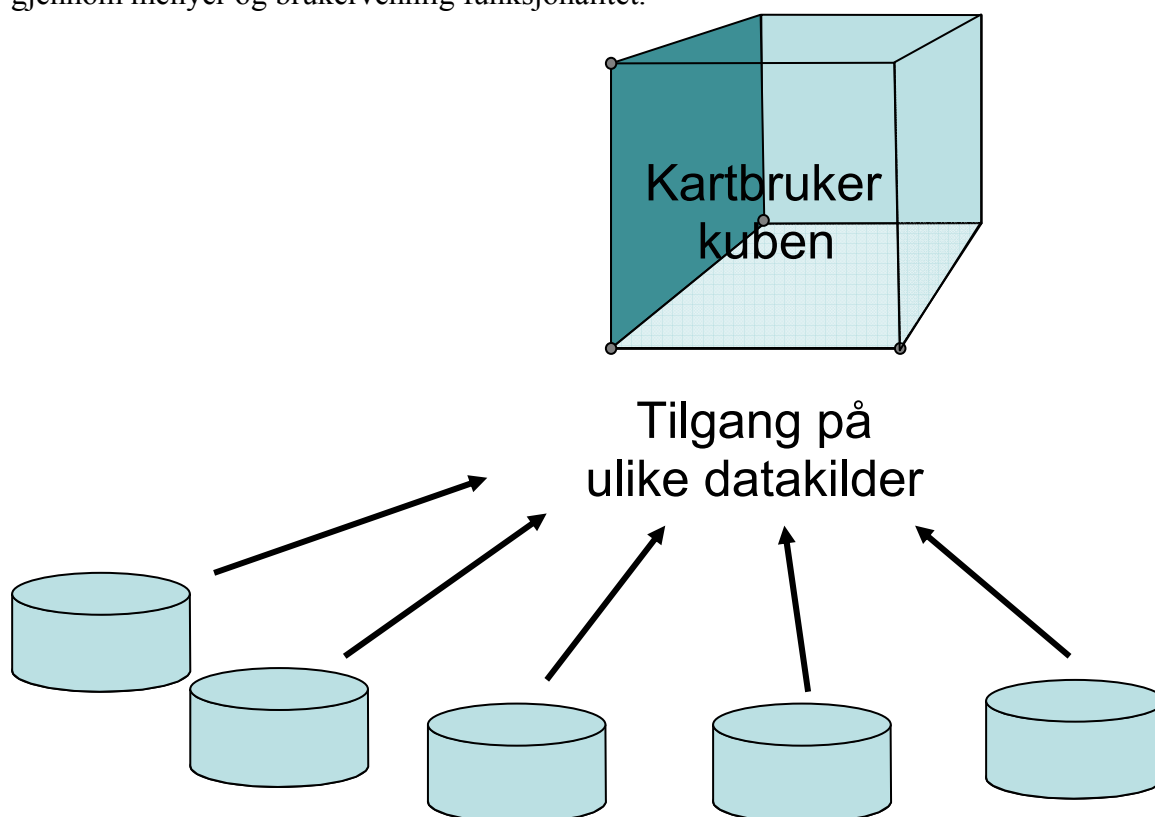
På 90 - tallet var det naturlig å se for seg at GIS først og fremst hadde anvendelse i profesjonelle miljøer. Siden har vi vært vitne til en revolusjon i visualisering av geografisk romlig informasjon. World Wide Web er i ferd med å bli den viktigste kilde og spredningsmiddel for geo-informasjon. Videreutviklingen av internett har forsterket mulighetene for interaksjon- og spørringer mot databasene som ligger bak de kartene som blir presentert. Antallet databaser som er gjort tilgjengelig på nettet har økt dramatisk, og tilsvarende er det økt tilgang på muligheter for å vekselspill mellom kart og database (spørringer, prosessering m.m.) på nettet. Data kan både lastes ned og betales over nettet, og det etableres både nasjonale og globale datainfrastrukturer. GIS er dermed svært interaktivt. I økende grad legges det opp til at disse globale dataene skal være tilgjengelig for allmuen. Kart har tilegnet seg et viktig grensesnitt i dette nye kyberrommet for distribusjon av geo-informasjon.

Samfunnet har gjennomlevd utvikling fra fri tilgang til trykte kart i bokhandelen til fri tilgang til å koble oss til geodata og kart på WWW. Alle kan behandle og visualisere det som de finner der, og putte resultatet inn i et nytt kart, som de etter tur også kan publisere på nettet. Det er ingen aktører på nettet som sørger for at dette nye kartet blir sjekket før det legges ut. Profesjonelle brukere av geodata, og kartografer som tilhører denne gruppen, har ansvar for å påvirke flest mulig til å holde seg til grunnleggende læresetninger om god og ansvarlig utforming av informasjon. På denne måten kan de indirekte påvirke til at det lages god beslutningsstøtte vedr romlige forhold, og at dette gjøres på en kvalitativ god måte. Det kan også være til hjelp for å avsløre informasjon av dårlig kvalitet. Beslutninger etter faglige vurderinger basert på visualiserte geodata, kan ikke bli bedre enn kvaliteten på selve dataene og visualiseringen av disse.

9.1.2 Interaktive digitale kart og data infrastruktur

Kart er ikke lenger bare et sluttprodukt etter ei bestemt produksjonsløype som det var før. Papirkart fungerte, og fungerer fortsatt som medium for presentasjon av geografiske og romlige data. Introduksjonen av interaktive, skjermbaserte kart og de korresponderende databasene resulterte til et skille mellom disse funksjonene. Kartografene har med dette fått muligheten til å anvende databaseteknologi og grafiske presentasjonsteknikker som innebærer tredimensjonale og animerte kart. I et GIS – miljø, starter en romlig analyse med kart. Kartene støtter de analyseresultatene som framkommer underveis i analysen. I tillegg er kartet et medium for presentasjon av de endelige resultatene både av datagrunnlaget og analysen. Kartet spiller en hovedrolle i prosessen med geografisk romlig analyse.

Det har medført utvikling av geodata infrastruktur (Geospatial data infrastructures, GDI). Slike infrastrukturer utvikles over hele verden. Hensikten med disse er å gjøre geodata tilgjengelig for andre enn dem som bedriver en bestemt datafangst. Med slik infrastruktur gis den enkelte etter hvert anledning til å koble seg opp til datafiler som har til hensikt å overvåke forhold som befolkningsutvikling, ressurser og miljø. For tilkobling til slike data trengs komplekse spørreprosedyrer. Dette er imidlertid funksjonalitet som bakes inn i applikasjonene som gjøres tilgjengelig for brukerne gjennom menyer og brukervennlig funksjonalitet.



Figur 9-1 Distribusjon av geodata

Distribusjon av geodata (brukernes adgang) - PORTAL

Det jobbes for at både basis geodata (landkart, sjøkart, bilder, eiendom) og tematiske geodata (planer, markslag, geologi, natur, landskap, havbruk, biologisk mangfold, vassdrag m. flere) skal gjøres tilgjengelig gjennom en samordnet nettportal. Det er klart skille i ansvar for å etablere og vedlikeholde data, og det forutsettes at alle aktører skal bidra med data. I nettportalen blir det etablert en formidlingstjeneste, med distribusjon av data til brukerne. Brukerne er i utgangspunktet definert som de partene som gir slike bidrag til produksjon av data. Den enkelte part må inngå i andelsfinansiering, og vil få plikt til å levere egen temainformasjon som er av interesse for fellesskapet. Det er en forutsetning at kommunene kommer inn i en slik sammenheng, og leverer sine data på nettet.

Det er en forutsetning at alle skal ha mulighet til å finne ut hvilke informasjon som finnes, se på denne (visualisere på skjerm) og sammenstille informasjon. Dette forutsetter i praksis høyhastighet kommunikasjon (GeoPortal er fyrtårn i Høycom-prosjektet), og det bygger på Web Map service teknologi. Brukerne skal kunne laste

ned data fra portalen, og det vil bli lagt inn nødvendig autorisasjon for å gjøre dette. I Norge organiseres dette arbeidet innefor prosjektet *Norge digitalt*.

9.1.3 Norge digitalt

Norge digitalt er et prosjekt som er forankret på høyt nivå i forvaltningen. Det er en norsk rollemodell. Det er basert på et bredt forvaltningsmessig samarbeid. I mange land kan organisatoriske forhold være en uoverstigelig barriere, noe som ikke er tilfelle i Norge. Norge digitalt forutsetter å integrere fagområdene geodesi, land og sjø, samt matrikkelen og tinglysningen i én og samme etat, slik det er gjort i statens kartverk. I dag opererer ikke Statens kartverk i det kommersielle markedet. Dette er en fordel i forhold til å gi etaten legitimitet i rollen som pådriver og koordinator i Norge digitalt.

Det er flere bærebjelker i Norge digitalt.

- *Samordna opplegg for stedfestet informasjon*, SOSI, som er utviklet gjennom 20 år, er en standard som brukes av de fleste med ansvar for å etablere geografisk informasjon i Norge
- Det er etablert *objektorienterte primærdatabaser*. Dette kommer til nytte når det er behov for å knytte ulike datasett til brukerspesifikke geodataprodukter. Dette er helt fundamentalt for Norge digitalt.
- Teknologi med bredbånd, Internett og en forvaltningsløsning for de enorme datamengdene som skal gjøres tilgjengelig i Norge er en forutsetning. Det er dette som gjør det mulig å realisere modellen.
- Samarbeid mellom en rekke nasjonale, regionale og kommunale aktører om å etablere løsninger for spredning av geodata på Internett. Dette omfatter bl.a. utvikling av ulike geoportaler.
- Solide strategiske allianser gjennom *Arealis*¹¹ og *Geovekst*¹². Spesielt gjennom Geovekst har kommunene en deltakelse som er helt avgjørende for å etablere et Norge digitalt.
- Norge digitalt er bredt politisk forankret

Konseptet for Norge digitalt er at alle offentlige parter med et ansvar for å etablere geografisk informasjon skal delta i forvaltningssamarbeidet både i form av finansiering med årlige bidrag og med alle geodata de selv har full råderett over. Dataene skal gjøres tilgjengelig for alle innen samarbeidet, enten det er snakk om basis geodata som land- eller sjøinformasjon, geodetiske data, eiendomsinformasjon eller tematiske geodata av ulik karakter. Tilgjengeligheten skjer via standard nettlesere på web (wms, wfs). Publikum og kartbransjen, samt andre som ønsker data

¹¹ Arealis er et nasjonalt prosjekt med målsetting å gjøre areal-, ressurs- og planinformasjon lettere tilgjengelig i kommuner og fylker. Hovedmålsettingen er å organisere et effektivt opplegg der informasjon i form av kart og tilhørende informasjon flyter fra fagmyndigheter til planmyndigheter. Se www.statkart.no/?template=arealis.

¹² Geovekst er samarbeid om etablering og vedlikehold av de mest nøyaktige kartdata i Norge. De sentrale Geovekst-partene er Statens Vegvesen, Energiforsyningen, Kommuner, Statens kartverk, Telenor, og Landbruket. Se www.statkart.no/?template=geovekst.

for kommersiell videreutvikling og verdiøkning, får tilgang på de samme dataene gjennom en formidlingstjeneste i regi av Norsk Eiendomsinformasjon as.

Undervisningsinstitusjonene bidrar ikke med data, og har dermed heller ikke automatisk rett til å laste ned data. Det blir trolig løst med at Utdannings- og forskningsdepartementet, UFD inngår avtale på vegne av institusjonene, slik at for eks HiNT vil få slik autorisasjon, noe som er en viktig forutsetning for å bruke dette på en effektiv måte i undervisning og FOU.

9.1.4 Informasjon om data og datasett – metadata

Når vi skal velge ut data for et bestemt formål, står vi overfor minst to utfordringer. Hvilke data skal vi velge, og hvor skal vi finne dem? Det førstnevnte er et sammensatt problem. Det andre problemet lar seg løse når vi først har kunnet koble oss mot datasettet slik at vi får undersøkt det. Datasett som er utarbeidet etter standarder og anerkjente spesifikasjoner inneholder metadata. Dette er spesielle egenskaper som gir spesifikk informasjon om datasettet og dataene, så som kvaliteten på dataene. Kvaliteten kan gå fram av opplysninger om når dataene ble etablert eller revidert, hvem som etablerte dataene, hvilken innsamlingsmetode som ble benyttet og hvor nøyaktig registreringen ble utført. I tillegg er informasjon om projeksjon eksempel på viktige metadata.

Metadata kan altså være til hjelp i arbeidet med å finne fram til hensiktsmessige data, og de vil under enhver omstendighet være til hjelp i arbeidet med å finne fram til begrensninger med bruken av dataene. Derfor er de viktige når en skal vurdere validitet og reabilitet i informasjonen en lager med utgangspunkt i dataene.

Nedenfor er det et eksempel som viser at det er behov for opplysninger (egenskaper) som forteller noe om de dataene vi søker for å løse en bestemt oppgave. Vi tenker oss at vi vil undersøke ressursgrunlaget på en eiendom der det er drevet tradisjonelt jordbruk.

Det første vi må spørre oss om er om vi kan beskrive hva som kjennetegner slik informasjon. Må vi gå ut på jordet og undersøke, eller er det sannsynlig at det har foregått kartlegging tidligere? Etter å ha lært kartlære på høgskolen vet vi naturligvis at det foreligger data for dette formålet. Spørsmålet er hvem som har disse dataene, og på hvilke vilkår det kan gjøres tilgjengelig. Må vi gå til kommunen, til statens kartverk eller andre, eller kan vi ganske enkelt søke på internett? Uansett må vi ha noen spor å gå etter, så vi kan begynne å søke etter informasjon.

Hvis vi oppsøker et offentlig kontor som har noe med landbruk eller annen landbasert ressursforvaltning å gjøre, bør vi få konkret svar på hvor vi skal søke. Det samme gjelder hvis vi slår opp på hjemmesiden til statens kartverk. Når alt kommer til alt viser det seg at det er Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, NiJOS, som er ansvarlig for slik kartlegging. Med å søke på hjemmesiden til NiJOS ser vi at de har valgt å legge ut slike ressursdata på egen server. Slå opp på www.skogoglandskap.no, og du vil kunne søke informasjon om markslag, jord, skog, utmark og landskap. Du vil kunne undersøke kartdekningen, hvordan du kan bestille data og evt laste ned data. Vi tar utgangspunkt i funksjonen kart, og vi får anledning til å søke oss inn på markslagskartet for Norge. Vi kan peke og klikke helt til vi har fått opp den

eiendommen vi vil undersøke. Vi ser at vi får en oversikt over hvor det er bebygd, skog, myr og dyrket, men vi får ikke fram spesifikke opplysninger om den enkelte teigen. Vi vil snart finne ut at vi ikke har tilgang til disse dataene uten videre, men vi kan prøve funksjonen *laste ned*. Snart har vi funnet ut at vi må skaffe oss rettigheter til dataene før vi kan utføre nedlasting. Hvordan vi kan angripe dette er beskrevet i kapittel **Feil! Fant ikke referanse kilden.** I tillegg må vi spørre oss om vi har teknologi og kompetanse tilgjengelig for å nyttiggjøre nedlastede data, ref kapittel 9.1.

9.2 Kartforvaltning

Et informasjonssystem er et ordnet rammeverk der man kan stille spørsmål og få svar fra et datalager. Et geografisk informasjonssystem opererer på geografiske (romlige) data. Det må kunne utføre noen hovedfunksjoner.

Med dette ser vi at det er behov for å kjenne litt til bakgrunnen for og karakteristiske trekk ved det teknologiske miljøet som er en forutsetning for moderne elektroniske kart.

Infrastruktur for geografisk informasjon, som kjennetegner dagens samfunn, er avhengig av politiske prosesser, som avklarer hvem som har ansvar for og rett til å framstille ulike data, hva skal det koste og hvem som skal bekoste dette. Andre spørsmål er i hvilken grad og når skal data være oppdatert, og hva er betingelsene for at andre skal ha tilgang til data og informasjon andre har laget og bekostet, noe som beskrives under avsnittet **Feil! Fant ikke referanse kilden.**, Tilgjengelighet og rettigheter.

9.2.1 GIS i miljøforvaltning og planlegging

Planleggingens grunnleggende formål er å legge bedre til rette for å nå de mål eller situasjoner for framtida som en ellers kanskje ikke ville ha nådd. Den skal sikre folkevalgte innflytelse over viktige utviklingstrekk og beslutninger om ressurser og velferd. Planlegging forutsetter innsikt i hvor en vil, og kunnskap om stedlige forhold som blir berørt av en plan, og sammenhenger mellom årsak og virkning. Det ideelle målet med dette er å vite at de valgene en gjør gir ønskete resultater. Planlegging kan være en *skole i demokrati*. Demokrati bygges gjennom politiske prosesser. Planlegging er virkemiddel for å iverksette politikk, altså verktøy for politiske prosesser. Planlegging er et ektefødt barn av opplysningstiden og troen på fornuft og vitenskap som grunnlag for handling. Planlegging tar også utgangspunkt i ideen om demokratiet, og om det frie individet som sørger for å ivareta sine egne interesser.

Det er lang tradisjon for at arealdisponeringen fastsettes av offentlige myndigheter, i samspill med grunneiere og andre berørte interesser. Prosessen med slik disponering kan styrkes med bruk av IKT, ved å tilrettelegge aktiv eiendoms- og planformasjon. Det er ofte komplekse sammenhenger og prosesser, der dialog, informasjon og tolkning av den faktiske situasjon er begrensende faktorer.

I NOU 2003: 14, har planlovutvalget fremmet utkast til ny plan- og bygningslov. I utkastet er det tatt inn et helt nytt kapittel om krav til kartgrunnlag, stedfestet informasjon med videre. Dette legger grunnlag for en utvikling av bruken av

elektroniske medier i planleggingen. Utvalget foreslår at krav om elektronisk presentasjon og dialog innarbeides i loven som regel. Forslaget om nye lovbestemmelser om en elektronisk planprosess forventes å gi effektivisering, bedre medvirkning, bedre innsyn og kvalitetssikring. Et viktig element i dette er forskrifter som forutsetter bruk av nasjonale standarder, slik at løsningene blir like fra kommune til kommune og at informasjonen lar seg sammenstille på tvers av kommunegrensene.

Utvalget har i lovforslaget flere bestemmelser om en elektronisk planlegging og plandataforvaltning som vil få ulike konsekvenser. I utkastet er det tatt inn et helt nytt kapittel 3 om krav til kartgrunnlag, stedfestet informasjon med videre. Dette legger grunnlag for en utvikling av bruken av elektroniske medier i planleggingen.

«Utkast til ny pbl, Kap 3, Krav om kartgrunnlag, stedfestet informasjon m.v.

§ 3-1 Kart og stedfestet informasjon

Kommunen skal sørge for at det foreligger et oppdatert offentlig kartgrunnlag for de formål som omhandles i loven, bl.a. for å utarbeide kommuneplanens arealdel, områdeplaner og detaljplaner. Staten skal stille til rådighet nasjonale kartdata for alle kommuner.

Kartgrunnlaget skal også kunne nyttes til andre offentlige og private formål. Kommunen kan kreve at den som utarbeider konsekvensutredning eller fremmer planforslag eller søknad om tiltak, utarbeider kart, når dette er nødvendig for å ta stilling til utredningen, forslaget eller søknaden. Kommunen kan innarbeide slike kart i det offentlige kartgrunnlaget.

Fagmyndigheter på sentralt, regionalt og kommunalt nivå som varetar arealinteresser skal tilrettelegge kartfestet informasjon slik at den er lett tilgjengelig for plan- og byggesaksprosessen. Departementet kan i forskrift gi regler om kart og stedfestet informasjon, herunder krav til innhold, utforming, kvalitet, rapportering, oppdatering og lagring.

Kongen kan bestemme at det skal iverksettes landsomfattende eller lokale prosjekter for å samle, kontrollere, revidere eller supplere plan- og byggesaksinformasjon og det offentlige kartgrunnlaget. Kongen kan pålegge offentlige organer å gi de opplysninger som er nødvendige for å gjennomføre prosjektet. »

For å utøve moderne planlegging og miljøforvaltning er det altså behov for å kjenne hovedfunksjonene som et GIS kan utrette. Det finnes en rekke applikasjoner som kan benyttes innen miljøforvaltning. Det er liten tvil om at GIS er et viktig verktøy, dvs. middel for problemløsning. Det har imidlertid vært mye debatt om dette utgjør et element av vitenskaplig metode, dvs. involverer undersøkelser i forhold til mer fundamentale og generelle spørsmål. Personer som har erfaring, fremholder ofte at effektiv bruk av GIS krever noe mer enn oppmerksomhet om velvalgte kommandoer som et element i et dataprogram. Tenkning rundt- og undersøkelser av problemstillinger er en viktig del av GIS. Hvordan en modellerer romlige fenomener og karakteriserer datausikkerhet er svært viktig del av kontekst når en anvender vitenskap innen natur- og miljøforvaltning.

Hva så med sosiale aspekter ved bruk av GIS? På den ene siden kan GIS – brukeren anspore til relativ teknokratisk tilnærming til miljøproblemer. Det kan også være bekymringer i forhold til hvem som vanligvis skaffer til veie data, hvilke parametere som er valgt ut, og hvilke variable som er tatt i betraktning. Er det slik at tilgangen til teknologien gir en fordel for noen deler av samfunnet på bekostning av andre? Det er ingen tvil om at utviklere og store organisasjoner har størst mulighet til å utnytte en slik teknologi, og det er grunn til å være på vakt hvis dette går på bekostning av andre, for eks ulike interessegrupper (aksjonsgrupper) i samfunnet. Dette gjelder spesielt i arbeidet med å få fram beslutningsgrunnlag knyttet til planlegging. Det å ha oppmerksomhet mot og overveie slike spørsmål er åpenbart viktig når GIS får en enda mer omfattende bruk i miljøspørsmål. Det er også viktig å ikke overreagere og konkludere med at GIS er farlig og ikke formålstjenlig. Det er mange grunner til å bruke Gis for økt folkelig deltakelse og involvering i beslutningsprosesser til miljøspørsmål.

«GIS is not totally objective, neutral or value-free technology but this does not mean that it is either random or corrupt or evil. Seldom, if ever, is there likely to be a single 'correct' universally true answer, but some 'solutions' will always be judged to be better than others, no matter how 'better' is measured or who does the judging» (Openshaw 1997)

Forhåpentligvis går det fram av det overstående at GIS ikke er noe universalmiddel for naturforvaltning. En forsiktig positiv holdning er nødvendig når en skal anvende GIS i praktiske problemstillinger. Teknologien har imidlertid allerede utvidet vesentlig muligheten til å analysere geografiske data. Den kan med visshet forventes å bringe tilveie grunnlag for bidrag til ytterligere forbedring av naturforvaltningen de kommende årene.

9.3 Norske kartserier og databaser

Geodata er navn på informasjon om objekter som vann, hus, veier, sjømerker osv. der posisjonen (sted på jorda) er en vesentlig del av informasjonen. For å utløse nytteverdiene trenger ethvert land et tilfang av grunnleggende geodata som skal dekke behov i hele samfunnet, både offentlig sektor, privat næringsliv og den enkelte innbygger. Å forsyne samfunnet med grunnleggende geodata er en offentlig tjenesteforpliktelse. Tjenesten organiseres som en nasjonal infrastruktur. Den norske infrastrukturen, kalt «Norge digitalt», skal dekke alle landets land- og sjøområder og datainnholdet består av:

- posisjonsdata,
- primærdatasetter over naturforhold, arealbruk, bebyggelse, transportnett, eiendomsforhold m.v.,
- kartdata (flere typer primærdata som er bearbeidet og satt sammen til elektroniske kart),
- trykte sjø- og landkartserier,
- katalog- og leveringstjeneste som gjør dataene lett tilgjengelige

Stadig mer geodata blir tilgjengelig på Internett, dels som nasjonale tilbud og dels som følge av kommunale og private tiltak. Statens kartverk har som sin oppgave å etablere og drive «Norge digitalt» sammen med en rekke samarbeidsparter. Virksomheten oppfyller mange av de mål som er satt for eNorge. I forhold til vedtatte planer gjenstår 35% av etableringen av «Norge digitalt». Den største utfordringen er likevel å vedlikeholde det som er etablert, slik at dataene dekker brukernes krav til fullstendighet og pålitelighet. Kontinuerlig ajourhold må i hovedsak knyttes til kommunenes forvaltningsoppgaver etter plan- og bygningsloven og delingsloven. En del statsetater er også viktige bidragsyttere til datainnholdet. Derfor blir «Norge digitalt» en fellesoppgave for staten og alle landets kommuner.

Stortingsmeldingen (Miljøverndepartementet 2003) fastslår at alle offentlige virksomheter som har et geodataansvar eller er store brukere, skal medvirke til etablering, drift og vedlikehold av Norge digitalt. Samarbeidet skal baseres på gjensidig forpliktende avtaler. Slik får de tilgang til den felles informasjon de trenger, og de vil være med på å sikre en nasjonal løsning for produksjon, vedlikehold og leveranse av geodata.

Regjeringen har ansvaret for den overordnede styringen av Norge digitalt gjennom føringer i statsbudsjettet og tildelingsbrev fra departementene til de deltagende etatene. Miljøverndepartementet er ansvarlig fagdepartement og følger opp samordning av de nasjonale partene i Norge digitalt gjennom etatenes departementer. Miljøverndepartementet følger opp Statens kartverks praktiske samordningsfunksjoner for Norge digitalt gjennom tildelingsbrev og styringsdialog.

Statens kartverk vil som det nasjonale fagorganet for kart og geodata ha hovedansvaret for å etablere forvaltnings-samarbeidet Norge digitalt. Kartverket vil nå knytte til seg en referansegruppe satt sammen av representanter fra etater under ulike departementer. Denne gruppa vil ha som oppgave å bidra til gode løsninger på:

- Prinsipper for samarbeidet, forankring og styring
- Økonomi og finansiering
- Avtaleverk
- Teknologi - geoPortal

NGIS er den teknologiske løsningen for Kartverkets forvaltning og distribusjon av geografisk informasjon.

Nedenfor gis en kort innføring i tre satsinger knyttet til operasjonalisering av Norge digitalt. Dette er:

- Distribusjon av geodata (brukernes adgang) PORTAL
- Faglige nettverk under Norge digitalt med vekt på AREALIS
- Standardisering med vekt på SOSI

9.4 Standarder

SOSI-standarden omhandler teknikk for datadefinisjoner av geografisk informasjon, herunder standardiserte beskrivelser av geometri og topologi, datakvalitet, koordinatsystemer, metadata i form av informasjon om eier, opplesning på data, områdeavgrensning osv. Den omfatter også konkrete databeskrivelser for ulike datatyper eller anvendelsesområder, noe som utgjør en vesentlig del av omfanget.

I utgangspunktet er selve det formelle formatet ikke bundet til geodata, og slett ikke bare til koordinatdata. Det er et helt generelt format som kan tenkes brukt i en rekke sammenhenger, f.eks. til å representere økonomiske og statistiske data like gjerne som geodata. Dette er i seg selv et nødvendig utgangspunkt for geodata favner i dag svært vidt, f.eks. fra administrative data og persondata i GAB til koordinatdata for høydekurver i topografiske kart. Det er således ikke lett å si hvilke egenskaper geodata-begrepet vil omfatte til enhver tid. Likevel er det som defineres her et standardformat for digitale geodata, og det skyldes at våre standardelementer og konvensjoner som er pålagt formatet, bare sikter inn på denne spesielle sektor. SOSI-formatet vil kunne brukes på forskjellige måter, som rent utvekslingsformat, som rådataformat eller som permanent lagringsformat. Det er ingen grunn til å innskrenke bruken i utgangspunktet - det må være opp til hva den enkelte bruker finner formålstjenlig. På den annen side er det grunn til å understreke at bruk som utvekslingsformat i generell forstand er en hovedsak.

9.4.1 Distribusjon av geodata (brukernes adgang) - PORTAL

Det jobbes for at både basis geodata (landkart, sjøkart, bilder, eiendom) og tematiske geodata (planer, markslag, geologi, natur, landskap, havbruk, biologisk mangfold, vassdrag m.flere) skal gjøres tilgjengelig gjennom en samordnet nettportal. Det er klart skille i ansvar for å etablere og vedlikeholde data, og det forutsettes at alle aktører skal bidra med data. I nettportalen blir det etablert en formidlingstjeneste, med distribusjon av data til brukerne. Brukerne er i utgangspunktet definert som partene som gir slike data-bidrag. Den enkelte part må inngå i andelsfinansiering, og vil få plikt til å levere egen temainformasjon som er av interesse for fellesskapet. Det er en

forutsetning av kommunene kommer inn i en slik sammenheng, og levere sine data på nettet.

Det er en forutsetning av alle skal ha mulighet til å finne ut hvilke informasjon som finnes, se på denne (visualisere på skjerm) og sammenstille informasjon. Dette forutsetter i praksis høyhastighet kommunikasjon (GeoPortal er fyrtårn i Høycom-prosjektet), og det bygger på Web Map service teknologi.

Brukerne skal kunne laste ned data fra portalen, og det vil bli lagt inn nødvendig autorisasjon for å gjøre dette.

Undervisningsinstitusjonene bidrar ikke med data, og har dermed heller ikke automatisk rett til å laste ned data. Det blir trolig løst med at Utdannings- og forskningsdepartementet, UFD inngår avtale på vegne av institusjonene, slik at for eks HiNT vil få slik autorisasjon, noe som er en viktig forutsetning for å bruke dette på en effektiv måte i undervisning og FOU.

Referanser og videre lesing:

Miljøverndepartementet (2003): St.meld. nr. 30 (2002-2003), «*Norge digitalt*»: *et felles fundament for verdiskaping*.

O’Riordan, Timothy/Lovett, Andrew (2000): GIS and environmental management, Openshaw, S (1997): The truth about ground truth, *Transaction of GIS*.

Planlovutvalget 1998 - Bugge, Hans Chr. (2003): Bedre kommunal og regional planlegging etter plan- og bygningsloven II : Planlovutvalgets utredning med lovforslag : utredning fra Planlovutvalget, oppnevnt ved kongelig resolusjon 23. oktober 1998 : avgitt til Miljøverndepartementet 13. mai 2003, *Norges offentlige utredninger*, 2003:14.