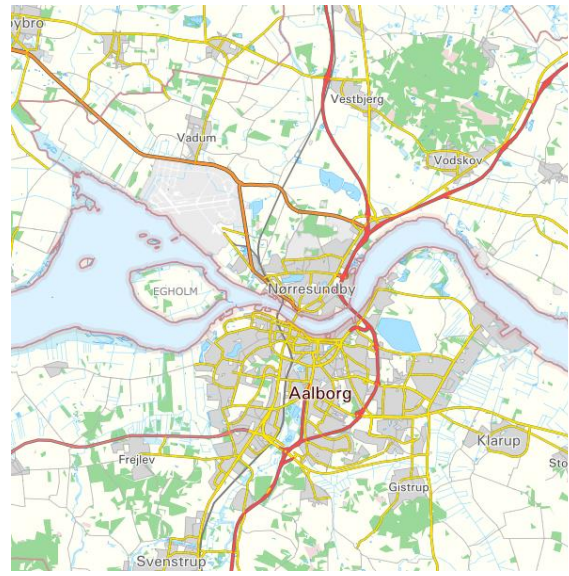
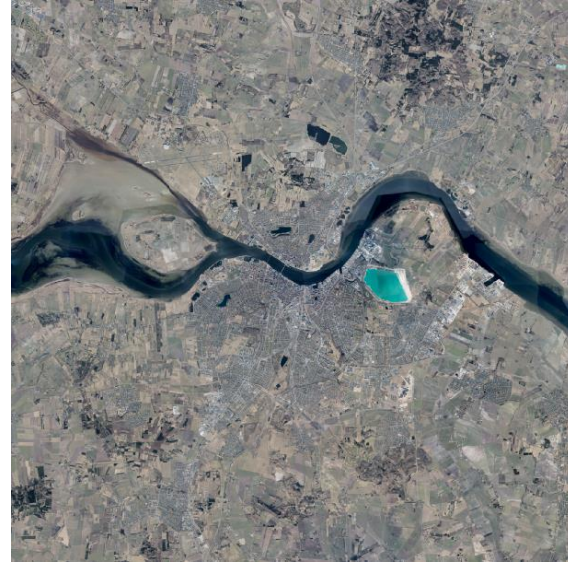
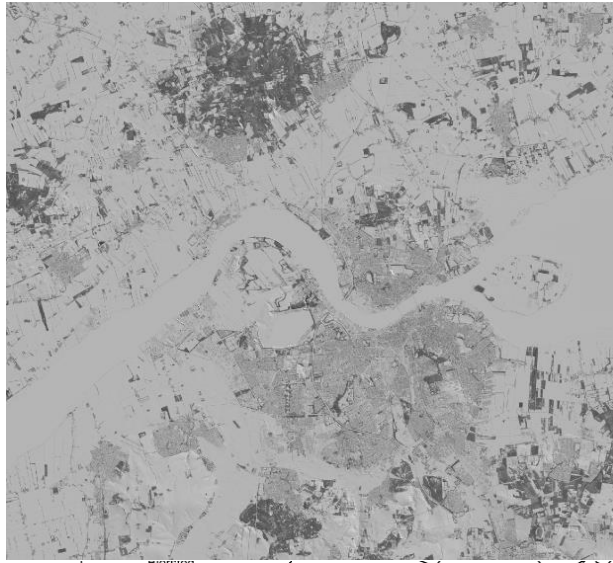


Kursus noter – Introduktion til GIS



Toke Panduro, Seniorforsker, Spatial Environmental Economics

toke@envs.au.dk

Indholdsfortegnelse

Hvad er GIS, og hvad kan det bruges til?	3
Vektor og Raster GIS.....	3
Vektor til mønstre – Raster til potentialer	3
Attributtabellen: Data bag geografiske objekter.....	4
Tilgængelige GIS-data i Danmark	5
Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur (SDFI)	5
Projektioner og Koordinatsystemer	7
Hvad er projectioner og koordinatsystemer?	7
Projektioner og koordinatsystemer i Danmark	7
Hvorfor er det vigtigt at bruge den samme projektion?	8
Konsekvenser af forkert projektion.....	8
CRS and EPSG in Relation to Projections	9
Opsummering	10
Kartografiske Principper	12
GIS-processer og funktioner	13
Geokodning	13
Overlay-analyse	14
Buffering	14
Hvad er Spatial Analyse?	16
Vigtige typer af spatial analyse	16
GIS-programmer og GIS-filformater	19
GIS-programmer.....	19
GIS-filformater.....	22

Hvad er GIS, og hvad kan det bruges til?

Geografiske Informationssystemer (GIS) er et værktøj, der hjælper med at besvare fundamentale spørgsmål som: *"Hvor er noget?"*, *"Hvor burde noget være?"*, og *"Hvordan hænger ting sammen geografisk?"*. GIS giver os mulighed for at analysere og forstå den rumlige fordeling af objekter, relationer og mønstre i landskabet og derved skabe overblik og træffe bedre beslutninger.

Vektor og Raster GIS

For at besvare disse spørgsmål anvender GIS to grundlæggende datarepræsentationer: **vektor** og **raster**.

1. Vektor GIS: Hvor noget er

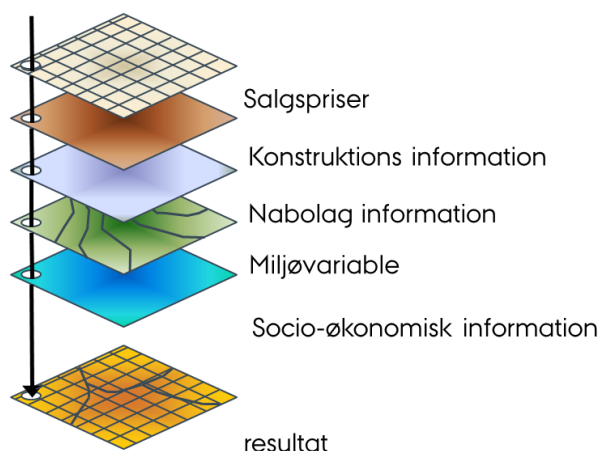
Vektor-data fokuserer på at repræsentere præcise geografiske objekter og mønstre.

- Objekter som byer, floder, og landegrænser repræsenteres som **punkter**, **linjer** eller **polygoner**.
- Disse datastrukturer er særligt velegnede til at besvare spørgsmål som: *"Hvor er de nærmeste hospitaler?"* eller *"Hvordan ser fordelingen af landanvendelse ud?"*
- Vector-data understøtter detaljerede analyser af geografiske mønstre og relationer mellem objekter, hvilket gør det ideelt til visualiseringer og præsentationer.

2. Raster GIS: Hvor noget burde være

Raster-data repræsenterer geografisk information som et grid af celler (pixels), hvor hver celle har en værdi, der typisk repræsenterer en kontinuerlig variabel, fx højde, temperatur eller jordbundstype.

- Raster-data er særligt velegnede til at besvare spørgsmål som: *"Hvor er det bedste sted at etablere en ny bygning?"* eller *"Hvordan varierer temperaturen over et landskab?"*.
- Denne repræsentation bruges ofte i analyser, der kræver simuleringer eller vurderinger af optimale placeringer og forhold.



Vektor til mønstre – Raster til potentialer

Mens vektor-data excellerer i at besvare spørgsmål om, hvor noget er, og hvordan det hænger sammen, egner raster-data sig bedre til at modellere, hvor noget *burde være*.

Eksempelvis kan vektor bruges til at kortlægge eksisterende skovområder, mens raster kan hjælpe med at identificere, hvor der potentielt kan plantes nye skove baseret på jordbundsforhold, klima og afstand til vandløb.

Attributtabellen: Data bag geografiske objekter

En af de vigtigste komponenter i et GIS er **attributtabellen**, som knytter alfanumeriske data (egenskaber) til geografiske objekter. Attributtabellen kan betragtes som en slags "database" for geografiske data, der muliggør detaljeret analyse og indsigt i de rumlige objekter.

Hvad er en attributtabel?

En attributtabel er struktureret som en tabel, hvor:

- **Rækker** repræsenterer individuelle geografiske objekter, fx en bestemt bygning, vej, eller kommune.
- **Kolonner** indeholder egenskaber (attributter) for disse objekter, fx navn, areal, befolkningstal, eller jordbundstype.

Attributtabellen er forbundet med geografiske data på en sådan måde, at hver række er knyttet til et specifikt objekt i kortet.

Eksempel på en attributtabel

Forestil dig, at vi arbejder med et GIS-lag, der repræsenterer danske kommuner. Attributtabellen kan indeholde følgende data:

ID	Kommune	Areal (km ²)	Befolkningstal	Region	Typologi
1	Aarhus	468	356.911	Midtjylland	Byområde
2	Odense	304	205.556	Syddanmark	Byområde
3	Ringkøbing	1.450	57.411	Midtjylland	Landdistrikt

Hvert geografisk objekt (fx en kommune) har således tilknyttede attributdata, som gør det muligt at udføre analyser og visualiseringer baseret på disse egenskaber.

Hvordan bruges attributtabellen i GIS?

1. Søgning og filtrering

- Brugere kan søge efter specifikke objekter baseret på deres attributter, fx: "*Hvilke kommuner har et areal større end 500 km²?*".

2. Klassificering og visualisering

- Attributdata kan bruges til at farvekode objekter på kortet baseret på deres egenskaber, fx farvegradienter for befolkningstæthed.

3. Beregninger og analyser

- Attributdata kan bruges til at udføre beregninger, fx summere befolkningstal i forskellige regioner eller finde gennemsnitlige arealer for kommuner.

4. Forbindelse til eksterne data

- Ved hjælp af fælles ID'er (nøgler) kan attributtabellen forbindes med andre datasæt, fx Excel-ark eller SQL-databaser eller i vores tilfælde i R, for at udvide analysen.

Tilgængelige GIS-data i Danmark

Danmark har en række højt kvalitetsdatasæt, der er tilgængelige for GIS-analyser. Disse datasæt spænder over forskellige temaer som geografi, miljø, demografi og infrastruktur, og de fleste er let tilgængelige via offentlige eller semi-offentlige platforme.

Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur (SDFI)

SDFI giver adgang geografisk data k.

- **Adgang til data:**
 - Gå til SDFI's portal for **Kortforsyningen**: kortforsyningen.dk.
 - Opret en gratis brugerprofil, hvis du ikke allerede har en.
- **Filformater:**
 - Data er typisk tilgængelige som **shapefiles (SHP)** eller **GeoJSON**, som er nemme at bruge i GIS-programmer som QGIS, ArcGIS eller R.

Geodanmark-databasen

Geodanmark er en af de mest omfattende og pålidelige kilder til geografiske data i Danmark. Den drives i samarbejde mellem staten og kommunerne og tilbyder detaljerede data om Danmarks geografi.

Indhold og anvendelse:

- **Infrastruktur:** Indeholder data om veje, stier, jernbaner og bygninger.
- **Arealanvendelse:** Data om marker, skove, søer, og andre arealtyper.
- **Hydrologi:** Floder, vandløb og kystlinjer.
- **Administrative grænser:** Kommuner, regioner og matrikler.

Fordele:

- Data er detaljerede og ajourførte.
- Kan anvendes til både planlægning, analyser og visualisering.

Tilgængelighed:

- Geodanmark-data distribueres via **SDFI's Kortforsyning** (Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur). Det kræver en brugerprofil, men mange datasæt er gratis at downloade.

Andre danske datasæt

1. Basemap

- Leveres af Aarhus Universitet institut for miljøvidenskab

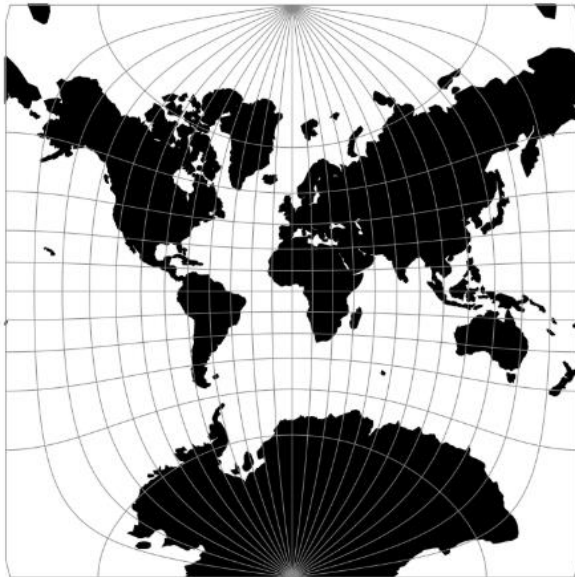
- Indeholder ekstrem detaljerede areal anvendelse data opdel i 10*10 m
- 2. **Danmarks Højdemodel (DHM)**
 - Leveres af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur (SDFI).
 - Indeholder højdedata med ekstremt høj opløsning, baseret på LiDAR.
 - Anvendes til analyser af terræn, oversvømmelser, og byggeri.
- 3. **Danmarks Arealinformation (DAI)**
 - En platform med data om arealanvendelse, fx landbrug, skove, og naturbeskyttelsesområder.
 - Meget anvendt i miljøanalyser og planlægning.
- 4. **Miljødata fra Miljøportalen**
 - Indeholder data om grundvand, overfladevand, beskyttede naturområder og miljøpåvirkninger.
 - Bruges til analyser relateret til miljølovgivning og -beskyttelse.
- 5. **GISCO (fra Eurostat)**
 - Europæisk kilde til geodata, der kan bruges sammen med danske data til tværnationale analyser.

Datasæt til specifikke analyser

- **Kulturarvsdata:** Data om fredede bygninger og kulturarvsområder fra Slots- og Kulturstyrelsen.
- **Transportdata:** Data om transportnetværk fra Vejdirektoratet.
- ...

Projektioner og Koordinatsystemer

Når vi arbejder med geografiske data i GIS, er det afgørende at forstå projectioner og koordinatsystemer, da de bestemmer, hvordan jordens kugleform repræsenteres på et fladt kort. Forkert anvendelse af projectioner kan føre til fejl i analyser og visualiseringer, hvilket gør det vigtigt at vælge det rette system og anvende det konsekvent.



Hvad er projectioner og koordinatsystemer?

- **Koordinatsystemer:** Et koordinatsystem bruges til at beskrive positioner på jordens overflade med numeriske værdier (koordinater). Det kan være:
 - **Geografisk koordinatsystem (GCS):** Positioner angives med breddegrader (latitude) og længdegrader (longitude) baseret på jordens sfæriske form, fx WGS84.
 - **Projiceret koordinatsystem (PCS):** Positioner angives i flade enheder som meter eller kilometer, baseret på en projection.
- **Projectioner:** En projection er en matematisk transformation, der flader jordens kugleform ud på et plan. Der findes mange typer projectioner, der hver især er designet til at minimere bestemte former for forvrængning:
 - **Areal:** Bevarer arealers størrelse (fx Albers Equal Area).
 - **Form:** Bevarer geometriske former (fx Mercator-projectionen).
 - **Afstand:** Bevarer afstande fra en bestemt punkt (fx Azimutal-projectioner).

Projektioner og koordinatsystemer i Danmark

I Danmark anvendes primært følgende koordinatsystemer og projectioner:

1. **ETRS89 / UTM Zone 32N**

- **Koordinatsystem:** UTM (Universal Transverse Mercator) zone 32N er en projiceret version af det europæiske ETRS89-referencesystem.
- **Anvendelse:** Standard i Danmark til GIS-analyser og kortlægning. Det bruges, fordi det bevarer afstande og arealer pålideligt inden for Danmarks geografiske område.
- **Fordele:** Det er baseret på et globalt ellipsoid, som tager hensyn til jordens form og giver høj præcision.

2. DKTM (Dansk Transversal Mercator)

- **Koordinatsystem:** DKTM er en tilpasning af UTM-systemet opdelt i fire zoner, der passer bedre til Danmarks aflange geografiske form.
- **Anvendelse:** Bruges ofte i lokale og kommunale projekter, fordi det reducerer forvrængning yderligere inden for de specifikke zoner.
- **Zoner i DKTM:**
 - DKTM1 (Vestjylland)
 - DKTM2 (Østjylland og Fyn)
 - DKTM3 (Sjælland)
 - DKTM4 (Bornholm)

3. WGS84

- **Koordinatsystem:** Et globalt geografisk koordinatsystem, der ofte bruges til GPS-data.
- **Anvendelse:** Standard for globale data og navigation, men skal ofte konverteres til ETRS89 / UTM for præcise danske analyser.

Hvorfor er det vigtigt at bruge den samme projektion?

1. **Korrekt positionering:** Hvis datasæt med forskellige projektioner kombineres uden korrekt transformation, kan objekter vises på forkerte steder, hvilket fører til misvisende analyser.
2. **Præcision i målinger:** Forskellige projektioner kan resultere i fejl i afstands-, areal- og volumenberegninger. For eksempel vil en fejlagtig projektion kunne gøre en afstand mellem to punkter længere eller kortere end den faktisk er.
3. **Konsistens i samarbejde:** Når flere parter arbejder på det samme projekt, er det afgørende, at alle bruger den samme projektion for at sikre, at dataene passer sammen korrekt.

Konsekvenser af forkert projektion

Hvis der ikke anvendes den samme projektion:

- Kortlagte objekter kan være forskudt eller roteret i forhold til hinanden.
- Overlay-analyser, som fx bufferzoner eller intersection, kan give fejlagtige resultater.
- Visuelle præsentationer kan blive forvrængede, hvilket kan føre til forkerte konklusioner.

CRS and EPSG in Relation to Projections

In GIS, a **Coordinate Reference System (CRS)** defines how spatial data is projected onto the earth's surface and provides a framework for mapping, analyzing, and sharing geographic information. **EPSG codes** are standardized identifiers for these CRS definitions.

What is a Coordinate Reference System (CRS)?

A CRS is a system used to describe locations on the Earth. It specifies:

1. **The shape of the Earth:** A mathematical model of the Earth's shape, such as a sphere or ellipsoid.
2. **Datum:** A reference point or surface used to position the CRS in relation to the Earth (e.g., WGS84, NAD83, ETRS89).
3. **Projection:** A mathematical transformation that converts the Earth's curved surface into a flat, 2D plane.
4. **Coordinate units:** Defines how locations are measured (e.g., degrees, meters, feet).

CRS can be divided into two main categories:

- **Geographic CRS:** Coordinates are defined in terms of latitude and longitude on an ellipsoidal model of the Earth.
- **Projected CRS:** Coordinates are transformed into a flat, two-dimensional map with units like meters or kilometers.

What is EPSG?

EPSG codes are numerical identifiers for specific CRS definitions. These codes are maintained by the **International Association of Oil and Gas Producers (IOGP)**, and they ensure that CRS specifications are standardized across GIS software and tools.

- **EPSG Registry:** A global database of CRS definitions, which includes information on datums, projections, and units. Each CRS has a unique EPSG code, making it easy to refer to and use in GIS software.

Projections and EPSG Codes

Projections are part of a CRS and define how 3D data (the Earth's curved surface) is flattened into a 2D plane. EPSG codes are used to specify the full CRS, including the projection.

Here are some common examples:

1. **WGS84 (EPSG:4326)**
 - **Type:** Geographic CRS.
 - **Usage:** Global standard for GPS and many global datasets.
 - **Details:** Coordinates are in latitude and longitude (degrees). No projection is applied.
2. **UTM Zones (e.g., EPSG:32632 for UTM Zone 32N)**

- **Type:** Projected CRS.
 - **Usage:** Universal Transverse Mercator (UTM) is widely used for accurate mapping in specific regions.
 - **Details:** Divides the world into zones (6° longitude each). Units are in meters, and it minimizes distortion within the zone.
 - **Example for Denmark:** EPSG:32632 (WGS84 / UTM Zone 32N).
3. **ETRS89 / UTM Zone 32N (EPSG:25832)**
- **Type:** Projected CRS.
 - **Usage:** Standard for GIS mapping in Europe, particularly for precise regional work.
 - **Details:** Based on the ETRS89 datum, aligned with the European tectonic plate to avoid drift errors.
4. **Web Mercator (EPSG:3857)**
- **Type:** Projected CRS.
 - **Usage:** Common for web mapping (e.g., Google Maps, OpenStreetMap).
 - **Details:** Uses meters as units but introduces distortion, especially near the poles, to maintain compatibility with web tiles.

Why EPSG Codes and CRS Are Important

1. **Standardization:** EPSG codes ensure that GIS software and data use consistent CRS definitions, reducing errors and misalignments when combining datasets.
2. **Precision:** Correct CRS and projection choice minimizes distortion in distance, area, and shape, improving the accuracy of spatial analysis.
3. **Interoperability:** EPSG codes enable seamless integration of spatial data across platforms, organizations, and regions.

5. CRS Compatibility and Transformation

When working with multiple datasets, it is critical to ensure they use the same CRS. If datasets are in different CRS, they need to be **reprojected** or **transformed** into a common CRS. EPSG codes help specify these transformations.

For example:

- **Reprojecting GPS data (EPSG:4326)** to a local projected CRS like **UTM Zone 32N (EPSG:32632)** ensures better accuracy for distance and area measurements.

Opsummering

I Danmark anbefales det at anvende **ETRS89 / UTM Zone 32N (EPSG:32632)** som standardprojektion, da det er præcist og veletilpasset til landets geografi. Til lokale analyser kan **DKTM-systemet** være en

fordel. Det vigtigste er at sikre konsistens i projektionen på tværs af alle datasæt for at undgå fejl i analyser og kortlægning.

Få et overblik over projektioner:

<https://proj.org/en/stable/operations/projections/index.html>

<https://epsg.io/32632>

Kartografiske Principper

1. Formål og målgruppe

- Kort skal designes med formålet og målgruppen i tankerne. Et videnskabeligt kort vil fx ofte prioritere præcision og detaljer, mens et offentligt kort kan være enklere og fokusere på hovedbudskabet.

2. Generaliseringsprincipper

- Kort viser ofte en forenkling af virkeligheden for at gøre det lettere at forstå. Dette inkluderer:
 - **Udvælgelse:** Kun de vigtigste geografiske objekter vises.
 - **Simplificering:** Detaljer i linjer og polygoner reduceres for at gøre kortet mere læseligt.
 - **Symbolisering:** Objekter repræsenteres med symboler, fx punkter, linjer eller farver.

3. Skala

- Skalaen påvirker, hvor meget detaljer der kan vises:
 - **Storskalakort:** Viser detaljeret information for et lille område (fx en by).
 - **Lille skalakort:** Viser et større område med færre detaljer (fx et land).

4. Koordinatsystemer og projektioner

- For at minimere forvrængninger skal kortet bruge en projektion og et koordinatsystem, der passer til det geografiske område og formålet med kortet.

5. Layout og design

- Et godt layout gør kortet let at læse og forstå:
 - **Titel:** Beskriver kortets tema.
 - **Legende:** Forklarer, hvad symboler og farver betyder.
 - **Skala:** Angiver afstande på kortet.
 - **Nordpil:** Viser kortets orientering.
 - **Farvevalg:** Bør være intuitivt og undgå at forvirre brugeren.

6. Tematisk kortlægning

- Når kort viser specifikke temaer, skal kartografen vælge en passende visualisering:
 - **Kloropleth-kort:** Bruger farver til at repræsentere data som befolkningstæthed.
 - **Prik-kort:** Bruger prikker til at repræsentere værdier, fx antal hændelser.
 - **Isolinjer:** Bruges til at vise kontinuerlige data, fx højdekurver.

GIS-processer og funktioner

GIS (Geografiske Informationssystemer) indeholder en række centrale processer og funktioner, der gør det muligt at analysere og visualisere komplekse geografiske data. Disse processer bruges til at udtrække, kombinere og præsentere information fra forskellige datakilder, hvilket hjælper med at løse geografiske problemstillinger. Her er en forklaring af tre vigtige GIS-processer: **geokodning**, **overlay-analyse** og **buffering**.

Geokodning

Geokodning er processen, hvor ikke-geografisk information, som fx adresser eller stednavne, konverteres til geografiske koordinater (længde- og breddegrader). Dette gør det muligt at placere data geografisk på et kort.

- **Hvordan det fungerer:**
 1. Adressen matches med en database (fx et geokodningsværktøj som Google Maps API eller en lokal adressebase).
 2. Systemet returnerer koordinater, der repræsenterer adressens placering på jorden.
- **Eksempel:**
 - En adresse som "Nordre Ringgade 1, 8000 Aarhus" konverteres til koordinaterne 56.167, 10.200.
 - Dette gør det muligt at visualisere adressen på et kort eller udføre yderligere geografiske analyser.
- **Anvendelse:**
 - Analyse af kundedata ved at geocode kundedresser.
 - Planlægning af ruter eller optimering af logistik.
 - Integration af socioøkonomiske data til rumlige analyser.



Overlay-analyse

Overlay-analyse kombinerer flere geografiske lag for at finde sammenhænge og relationer mellem dem. Denne metode bruges til at sammenligne eller analysere data fra forskellige kilder baseret på deres geografiske placering.

- **Hvordan det fungerer:**

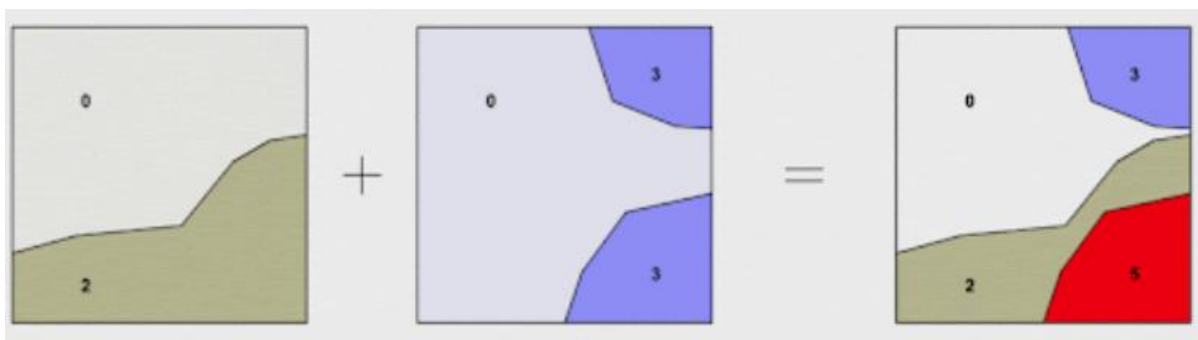
1. Forskellige lag (fx naturområder, veje, og bygninger) kombineres ved at analysere deres fælles områder eller grænser.
2. Resultatet er et nyt datasæt, der indeholder information fra begge lag.

- **Eksempler:**

- Kortlægning af naturområder, der overlapper med planlagte infrastrukturprojekter.
- Analyse af, hvilke landbrugsområder der ligger inden for beskyttede vandmiljøzoner.
- Identificering af risikoområder ved at kombinere data om oversvømmelser og befolkningstæthed.

- **Anvendelse:**

- Miljøplanlægning: Kombinere kort over beskyttede naturområder og byudviklingsplaner.
- Risikoanalyse: Sammenlægning af jordskælvzoner med beboelsesområder.
- Optimering: Vurdering af områder, der er egnede til nye anlæg baseret på fysiske og juridiske forhold.



Buffering

Buffering er processen med at skabe en zone rundt om et geografisk objekt for at analysere områder inden for en bestemt afstand. Det er en af de mest brugte analyser i GIS, da den er enkel, men yderst effektiv.

- **Hvordan det fungerer:**

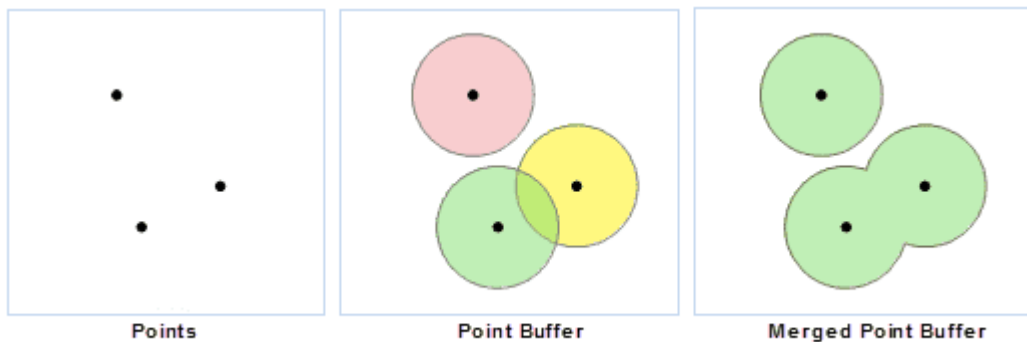
1. En buffer skabes rundt om punkter, linjer eller polygoner med en specifik radius (afstand).
2. Bufferen repræsenterer det område, der ligger inden for den angivne afstand.

- **Eksempler:**

- Analysere, hvilke bygninger der ligger inden for 500 meter fra en skole.
- Kortlægge områder inden for 1 kilometer fra en flod, der er i fare for oversvømmelser.
- Beregne, hvor mange mennesker der bor inden for en radius af 10 kilometer fra et hospital.

- **Anvendelse:**

- Infrastruktur: Planlægge, hvor langt folk bor fra togstationer eller busstoppesteder.
- Miljøbeskyttelse: Analysere bufferzoner omkring søer eller vandløb for at beskytte mod forurening.
- Nødhjælp: Identificere områder, der skal evakueres inden for en bestemt afstand fra et farligt område.



Hvad er Spatial Analyse?

Spatial analyse er en proces, hvor man analyserer data, der er knyttet til geografiske placeringer. Dette kan indebære:

- Måling af afstande og relationer mellem objekter.
- Identifikation af koncentrationer eller mønstre i data.
- Simulering og modellering af geografiske fænomener.

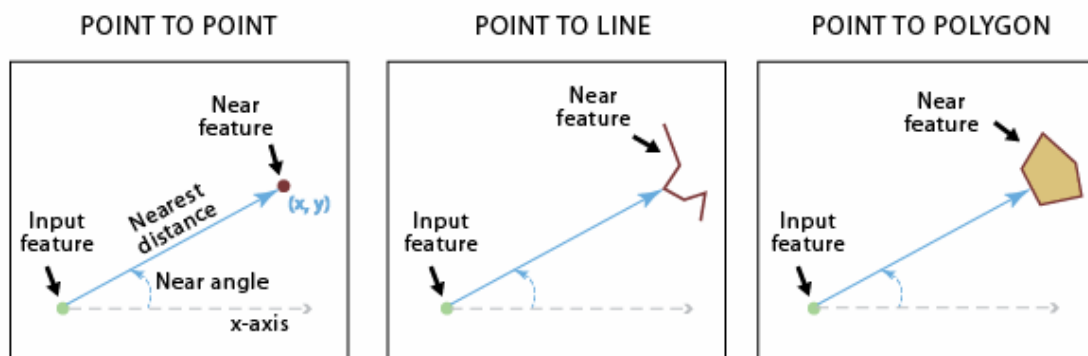
Spatial analyse bruges i mange discipliner, såsom byplanlægning, miljøbeskyttelse, sundhed, logistik og landbrug.

Vigtige typer af spatial analyse

1. Nærhedsanalyse (Proximity Analysis)

Nærhedsanalyse undersøger, hvor langt objekter er fra hinanden, og hvordan afstande påvirker deres relationer og betydning.

- **Eksempler:**
 - Analyse af, hvor mange skoler der ligger inden for 5 km af et nyt boligområde.
 - Identifikation af beboelsesområder inden for en given radius af farlige faciliteter, som fx en kemisk fabrik.
 - Beregning af den nærmeste hospital eller brandstation i et nødsituation.
- **Anvendelser:**
 - Optimering af placeringen af infrastruktur.
 - Risikoanalyse, fx afstand til farlige områder.
- **GIS-metoder:**
 - Buffering: Oprettelse af en zone omkring et objekt, som repræsenterer en bestemt afstand.
 - Nearest Neighbor Analysis: Identifikation af det nærmeste objekt for hvert punkt i et datasæt.

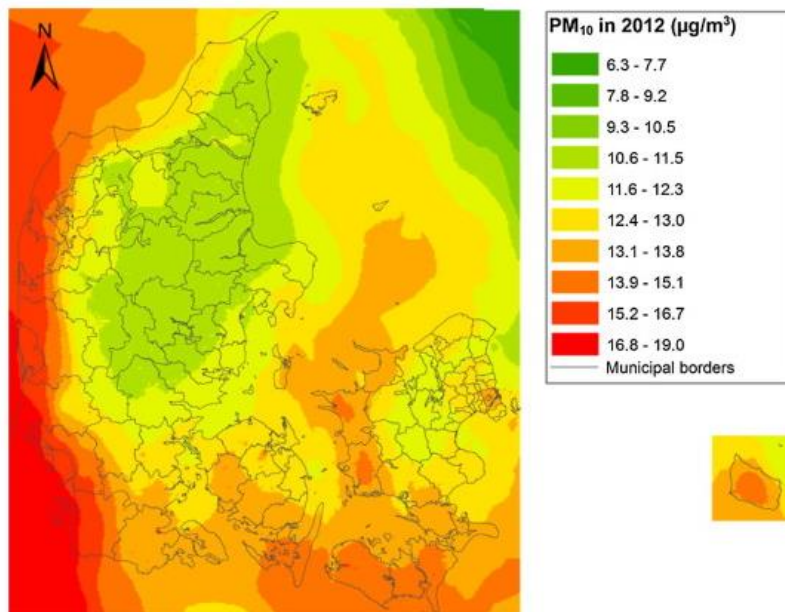


2. Koncentrationsmålinger

Koncentrationsmålinger bruges til at identificere områder med høje eller lave værdier af bestemte data, såsom befolkningstæthed eller kriminalitet.

- **Eksempler:**

- Kortlægning af områder med høj koncentration af industrianlæg, der kan påvirke miljøet.
- Analyse af, hvor mange mennesker der bor i områder med høj luftforurening.
- Identifikation af kriminalitets-hotspots i byområder.



- **Anvendelser:**

- Prioritering af ressourcer, fx politiindsatser eller miljøovervågning.
- Planlægning af nye services i områder med høj befolkningstæthed.

- **GIS-metoder:**

- Kernel Density Estimation (KDE): Beregner og visualiserer tætheden af punkter i et område.
- Heatmaps: Grafiske visualiseringer af data-koncentrationer på et kort.

3. Mønstreanalyse

Mønstreanalyse undersøger, hvordan geografiske objekter er fordelt: tilfældigt, jævnt eller i klynger.

- **Eksempler:**

- Analyse af fordelingen af træer i en skov: Er de jævnt fordelt eller klyngede?

- Identifikation af mønstre i sygdomsudbrud: Fx om de følger en bestemt geografisk retning.
- Kortlægning af økonomiske aktivitetsområder i en by.
- **Anvendelser:**
 - Forståelse af geografiske forhold, der påvirker mønstre (fx naturressourcer eller transport).
 - Analyse af, hvordan socioøkonomiske forhold påvirker fordelingen af ressourcer.
- **GIS-metoder:**
 - Spatial autocorrelation (Moran's I): Måler, om objekter med lignende værdier er tæt på hinanden.
 - Ripley's K-function: Anvendes til at identificere klyngedannelser.



GIS-programmer og GIS-filformater

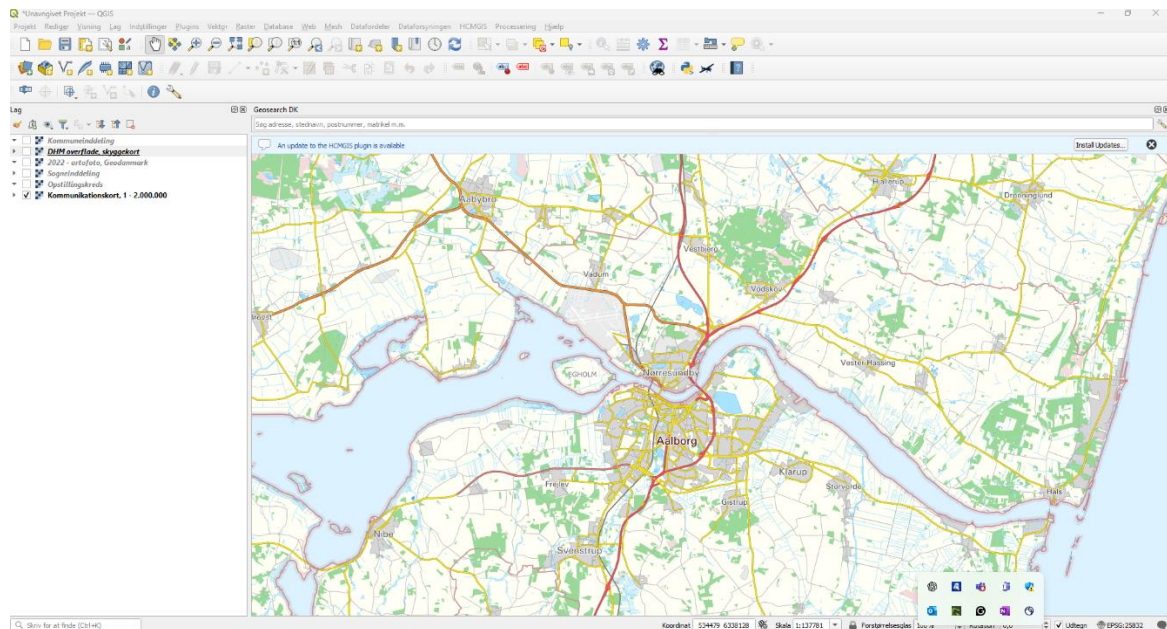
GIS (Geografiske Informationssystemer) anvender forskellige software og filformater til at håndtere, analysere og visualisere geografiske data. Hvert program og filformat har sine fordele, ulemper og anvendelser, afhængigt af opgaven og dataets kompleksitet.

GIS-programmer

Der findes mange GIS-programmer, der varierer i funktionalitet, brugervenlighed og pris. Her er nogle af de mest anvendte:

1. QGIS (Quantum GIS)

- **Beskrivelse:** Open-source GIS-software, der er gratis at bruge og har en stor brugerskare.
- **Fordele:**
 - Mange funktioner til både simple og avancerede analyser.
 - Understøtter mange filformater og plugins.
 - Aktivt community med regelmæssige opdateringer.
- **Anvendelser:**
 - Analyse af geografiske data.
 - Visualisering og kortproduktion.
 - Integration med Python og R for avancerede analyser.



2. MapInfo Pro

- **Beskrivelse:** MapInfo Pro er en kommerciel GIS-software udviklet af **Precisely**, der bruges til kortlægning, rumlig analyse og visualisering af geografiske data. Det er særligt populært i kommuner og forsyningsselskaber
- **Fordele:**
 - Fokus på erhvervsløsninger (fx telekommunikation og ejendomsudvikling).
 - Effektiv datahåndtering med det optimerede .TAB-format.
 - Velegnet til både visualisering og operationelle analyser.
- **Anvendelse:**
 - Efter sigende brugervenlig

3. ArcGIS

- **Beskrivelse:** Kommerciel GIS-software udviklet af Esri, kendt for sin brugervenlighed og omfattende værktøjer.
- **Fordele:**
 - Omfattende funktionalitet til avanceret dataanalyse og kartografi.
 - Understøtter store datasæt og integrerer med web-GIS.
 - Leveres med dataressourcer og adgang til Esri's online platform.
- **Ulemper:** Høj pris og licensafhængighed.
- **Anvendelser:**
 - Miljøanalyse, byplanlægning og risikostyring.
 - Storskala visualisering og dataanalyse.

4. R (med GIS-pakker)

- **Beskrivelse:** Statistisk programmeringssprog, der kan bruges til spatial analyse via pakker som sf, sp, raster, og ggplot2.
- **Fordele:**
 - Ideelt til avancerede analyser og integration med andre datatyper.
 - Helt gratis og open-source.
- **Ulemper:**
 - Har en stejl indlæringskurve for ikke-programmører.
- **Anvendelser:**
 - Spatial statistik og modeller.
 - Automatisering af GIS-arbejdsgange.

5. Python (med GIS-biblioteker)

- **Beskrivelse:** Programmeringssprog med populære GIS-biblioteker som geopandas, Shapely, og Rasterio.
- **Fordele:**
 - Stor fleksibilitet og integration med databehandling.
 - Gratis og open-source.
- **Ulemper:**
 - Kræver programmeringsfærdigheder.
- **Anvendelser:**
 - Automatisering af GIS-processer.
 - Analyse og bearbejdning af store datasæt.

6. Webbaserede GIS-platforme

- **Eksempler:** Google Earth Engine, Mapbox, Carto.
- **Fordele:**
 - Tilgængelige via browser uden behov for installation.
 - Ideelle til deling af interaktive kort og analyser.
- **Ulemper:** Kan have begrænset funktionalitet sammenlignet med desktop-software.
- **Anvendelser:**
 - Interaktiv visualisering og præsentation.
 - Analyse af store globale datasæt.

7. GRASS GIS

- **Beskrivelse:** Open-source GIS med avancerede funktioner til rumlig analyse og modellering.
- **Fordele:**
 - Meget kraftfuld til avancerede analyser, især til hydrologiske og landskabsmodeller.
 - Gratis at bruge.
- **Ulemper:**
 - Mindre brugervenlig grænseflade sammenlignet med QGIS eller ArcGIS.
- **Anvendelser:**
 - Miljømodeller, landskabsanalyse og hydrologi.

GIS-filformater

GIS-data gemmes og udveksles i en lang række filformater. Her er nogle af de mest almindelige:

1. Shapefile (.shp, .shx, .dbf)

- **Beskrivelse:** Et af de mest brugte vektorformater, udviklet af Esri.
- **Fordele:**
 - Understøttes af næsten alle GIS-programmer.
 - Kan lagre punkter, linjer og polygoner.
- **Ulemper:**
 - Begrænset til 2 GB pr. fil.
 - Attributtabelen (dbf) har begrænsninger på feltnavne og datatyper.
- **Anvendelser:** Generelle GIS-analyser og datavisualisering.

2. GeoJSON (.geojson)

- **Beskrivelse:** Et open-standard format til vektordata, baseret på JSON.
- **Fordele:**
 - Letlæseligt og nemt at integrere med web-GIS-applikationer.
 - Understøtter attributdata og geometri.
- **Ulemper:**
 - Mindre effektiv til meget store datasæt.
- **Anvendelser:** Interaktive kort og web-baseret GIS.

3. Rasterformater (fx .tif, .asc, .img)

- **Beskrivelse:** Formater til lagring af rasterdata som billeder eller grids.
- **Eksempler:**
 - **GeoTIFF (.tif):** Understøtter koordinatsystemer og metadata, ideelt til højde- og satellitdata.
 - **ASCII Grid (.asc):** Et simpelt tekstbaseret rasterformat.
- **Fordele:**
 - Håndterer store datasæt og kontinuerlige data som højde, temperatur osv.
- **Ulemper:**
 - Kan blive meget store i filstørrelse.
- **Anvendelser:** Højdemodeller, landbrugsanalyse og miljøovervågning.

4. File Geodatabase (.gdb)

- **Beskrivelse:** Proprietært filformat udviklet af Esri.
- **Fordele:**
 - Effektiv lagring af store datasæt og understøtter avancerede funktioner som versionering.
 - Kan indeholde både vektor- og rasterdata i én filstruktur.
- **Ulemper:** Begrænset til Esri-software.
- **Anvendelser:** Komplex GIS-analyse i ArcGIS.

5. CSV (med koordinater)

- **Beskrivelse:** Simpelt tekstbaseret format, der kan bruges til at lagre punktdata med koordinater.
- **Fordele:**
 - Let at arbejde med i forskellige programmer.
 - Ideelt til deling af data mellem GIS og andre værktøjer som Excel.
- **Ulemper:**
 - Understøtter kun punktdata.
- **Anvendelser:** Dataindsamling, såsom adresser eller GPS-koordinater.

6. WFS/WMS (Web Services)

- **Beskrivelse:** Webbaserede formater, hvor GIS-data hentes direkte fra en server.
- **Eksempler:**
 - **WFS (Web Feature Service):** Leverer vektordata.
 - **WMS (Web Map Service):** Leverer rasterkortbilleder.
- **Fordele:**
 - Data opdateres i realtid.
 - Ingen behov for lokal lagring.
- **Ulemper:**
 - Afhængig af internetforbindelse.
- **Anvendelser:** Dynamiske GIS-applikationer og kortdeling.

Hvordan vælger man det rette program og filformat?

- **Program:** Vælg GIS-software baseret på projektets kompleksitet og krav. Open-source som QGIS og R er gode til budgetvenlige projekter, mens ArcGIS er bedst til store projekter med avancerede behov.
- **Filformat:** Valget af filformat afhænger af datasættets type og størrelse:
 - Shapefiles eller GeoJSON til enkle vektoropgaver.
 - GeoTIFF til rasterdata og højdeanalyser.
 - File Geodatabase til komplekse projekter i ArcGIS.