

GIS i en rådgivende ingeniørvirksomhed

En analyse af udviklingsmulighederne i Rambøll Danmark

"GLOBAL CHALLENGES REQUIRE WORLD CLASS SOLUTIONS"

(Rambøll)

Lars Kristian Engelsby Hansen

Vejleder: Thomas Balstrøm

Specialeprojekt, Master of Geoinformatics, Aalborg Universitet

Aalborg University Copenhagen

M.Sc. Geoinformatik

Semester: 4. Semester (Speciale)

Titel: GIS i en rådgivende ingeniørvirksomhed

Periode: September 2013 – Januar 2014

Afleveringsdato: 23. Januar 2014

Vejleder: Thomas Balstrøm

Forfatter:

Lars Kristian Engelsby Hansen (20120573)

Antal kopier: 8

Antal sider: 77

Antal bilag: 4

Copyright © 2014

Forsidecitater: Set på roll-up i Rambøll i efteråret 2013.

Forord

Da jeg skulle finde på et emne at skrive specialeprojekt om, var jeg vidt omkring. Der var overvejelser om at lave et "klassisk GIS analyseprojekt" eller et projekt om kommunikation via GIS eller forsøge at lave et web-gis med et bestemt formål. Alle emner, som jeg igennem min uddannelsesbaggrund (BSc i Geografi på Københavns Universitet og nu næsten færdig med en MSc i Geoinformatik på Aalborg Universitet), er blevet klædt godt på til at kunne besvare. Jeg endte imidlertid med at skrive et speciale, som på mange måder binder mange elementer fra min uddannelse sammen. Dels den GIS-tekniske viden, dels at kunne forstå de forskellige arbejdsopgavers naturlige kompleksitet som geograf, dels hvordan systemarkitektur kan løses, så en specifik branche kan få størst mulig gavn af GIS. Netop dét at hjælpe til at flere "ser lyset" i forhold til GIS har for mig været den vigtigste opgave. Jeg har med stor fornøjelse siddet i Rambøll Danmarks afdeling kaldet Integrated Business Solutions.

I arbejdet med specialeprojektet vil jeg gerne sige tak til følgende personer:

Bo Grave, Rambøll Danmark, for logi og inspiration i de fire måneder, jeg har siddet hos Rambøll.

Jesper Vinther Christensen, DONG Energy, for præsentation af nogle af DONG Energys GIS-applikationer.

Knud Søndergaard, HOFOR, for præsentation af HOFOR's GIS enterprise.

Jens Jakob Nørtved Bork, Danmarks Miljøportal, for teknisk sparring.

Jan Juul Jensen, Informi GIS, for gode og faglige metodediskussioner.

Thomas Balstrøm, Aalborg Universitet, for sædvanlig god vejledning.

Desuden skal der lyde en stor tak til de Rambøll-medarbejdere, som har afsat tid til mine mange spørgsmål om deres daglige arbejde.

Resmué

Dette specialeprojekt undersøger, hvordan rådgivende ingeniørvirksomheder anvender GIS. Rådgivende ingeniørvirksomheder arbejder udfra en projektorienteret arbejdsmetode, som betyder, at når et projekt er færdigt, har det ikke mere værdi for den rådgivende ingeniørvirksomhed. En af de helt store økonomiske fordele ved GIS for virksomheder er dog potentialet i at kunne genbruge data og analysemetoder. Derfor er det undersøgt, om GIS i højere grad kan være med til at understøtte forretningen og udviklingen i en rådgivende ingeniørvirksomhed. Den anvendte metode tager sit udgangspunkt i use cases, hvor det er undersøgt, hvordan en række medarbejdere i Rambøll Danmark arbejder med GIS til daglig. På denne måde identificeres begrænsningerne og mulighederne ved GIS i en rådgivende ingeniørvirksomhed. Herefter bliver der stillet forslag til, hvordan GIS kan være med til at understøtte forretningen og udviklingen i virksomheden. Der foreslås både løsninger, der kan implementeres på kort sigt, men også løsninger, der kræver at virksomheden skal implementere GIS i en IT-strategi.

Nøgleord: GIS, rådgivende ingeniørvirksomhed, projektorienteret, use case

Abstract

This thesis examines how consulting engineering companies use GIS. The work-based approach in consulting engineering companies is project-oriented, which means that when a project is finished, it has no more value for the business. However, one of the major economic benefits of using GIS in companies is the potential of being able to reuse data and analysis. Therefore, it is examined whether GIS can support the business and the development of a consulting engineering company. The method is based on use cases, where it is examined how a number of employees at Ramboll Denmark are working with GIS on a daily basis. In this way, the constraints and the opportunities with GIS in a consulting engineering company can be identified. Then a set of proposals are given as to how GIS can help support the business and the development of the company. Some solutions can be implemented in the short term, but other solutions require that the company must implement GIS into an overall IT strategy.

Keywords: GIS, Consulting engineering company, project-oriented, use case

Forkortelser og ordforklaring

AD – Active Directory er en måde at foretage brugerstyring på.

BI – Business Intelligence er en måde at se data på med nye briller.

CAD – Computer Aided Design.

CSV – Comma-Separated Values.

DAI – Danmarks Arealinformation.

DBMS – Database Management System.

EEOAA – Esri Enterprise Onsite Architecture Assessment.

Esri – Leverandør af GIS.

FKG – Fælles Kommunale Grunddata.

FME – Feature Manipulation Engine.

Geoportal – En portal hvor man kan få adgang til information om geografisk information.

GIS – Geografiske Informationssystemer.

KL – Kommunernes Landsforening.

MC – Management Consulting, en afdeling i Rambøll.

SDI – Spatial Data Infrastructures.

TGA – The Geographic Approach.

INDHOLDSFORTEGNELSE

INTRODUKTION	1
LÆSEVEJLEDNING	1
PROBLEMFOMULERING	2
RAMBØLL – DEN RÅDGIVENDE INGENIØRVIRKSOMHED.....	2
DE TRE GIS-PEJLEMÆRKER.....	4
GIS ER SMART.....	5
TEORI	5
HVAD ER GEOGRAFISKE INFORMATIONSSYSTEMER (BEGREBET GIS)	5
GIS PÅ FORSKELLIGE PLATFORME.....	10
GIS WEBSERVICES	12
GIS-ENTERPRISE.....	14
<i>Fordele og ulemper ved enterprise</i>	16
SDI	17
<i>Standardiseringsarbejde</i>	19
TEKNOLOGISKE TRENDS	21
<i>Teknologierne vælter ind over os</i>	21
<i>Inddragelse af brugere</i>	21
<i>Mængden af data vil eksplodere</i>	21
<i>Tilpasning til mobile platforme</i>	22
<i>Cloud</i>	22
<i>Mobilitet</i>	22
<i>Skifte i platforme</i>	22
METODE	23
TOMLINSONS METODE	23
1. Overvej det strategiske formål	24
2. Planlæg planlægningen	24
3. Udfør et teknologisk seminar	24
4. Beskriv informationsprodukterne	25
5. Definér systemets scope.....	25
6. Skab et datadesign	25
7. Vælg en logisk datamodel	25
8. Bestem systembehov	25
9. Overvej Cost-Benefit, migrering og risikoanalyser	25
10. Planlæg implementeringen	26
DEN ANVENDTE METODE	26
ESRI ENTERPRISE-RAMMEVÆRK	27
USE CASES	30
THE GEOGRAPHIC APPROACH (TGA).....	31
Ask	32
Acquire.....	32
Examine	32
Analyze.....	32
Act	33
METODEKRITIK.....	33

RESULTATER	34
ET BILLEDE AF GIS I RAMBØLL I DAG	34
USE CASES	35
<i>Use case 1: "Projektering af tracé (fjernvarmerør)"</i>	35
Ask	35
Acquire.....	35
Examine	36
Analyze.....	39
<i>Use case 2: "Bedre og lettere adgang til data"</i>	41
Ask	41
Acquire.....	42
Examine	43
Analyze.....	46
<i>Use case 3: "Levering af et produkt"</i>	47
Ask	47
Acquire.....	47
Examine	47
Analyze.....	48
<i>Use case 4: "Prætilpassede projekter"</i>	50
Ask	50
Acquire.....	50
Examine	50
Analyze.....	53
MATRIX.....	54
DISKUSSION	55
METODEDISKUSSION	56
GIS-MULIGHEDER.....	57
GIS-ENTERPRISE.....	58
SDI	60
GIS-KOMPETENCER.....	62
GIS I EN RÅDGIVENDE INGENIØRVIRKSOMHED	64
Data	66
Software	66
Kompetencer	67
KONKLUSION	67
DE TRE GIS-FUNDAMENTER.....	67
DE TRE GIS-PEJLEMÆRKER.....	69
PERSPEKTIVERING	71
ALFABETISK LITTERATURLISTE	72
TYPEOPDELT LITTERATURLISTE	77
BILAG	83
BILAG 1 – EKSEMPEL PÅ SPØRGSMÅL TIL ENTERPRISE-RAMMEVÆRKETS AFDÆKNING.....	84
BILAG 2 – USE CASE SKEMAKLADDE	85
BILAG 3 – DE FEM FORSKELLIGE USE CASES.....	86
BILAG 4 – EKSEMPLER PÅ WEBGIS.....	93

Introduktion

Formålet med denne introduktion er at introducere specialet, om hvordan den rådgivende ingeniørbranche vil kunne anvende GIS og optimere de nuværende anvendelser inden for forskellige fagdiscipliner. Rambøll Danmark vil blive brugt som case.

Rådgivende ingeniørvirksomheder som Rambøll arbejder typisk meget projektorienteret. Det vil sige, at virksomheden tilpasser sine arbejdsgange til de enkelte projekter. Behov og metode varierer fra projekt til projekt. Det betyder, at de teknologier, der anvendes i en rådgivende ingeniørvirksomhed, skal kunne tilpasse sig de enkelte projekters behov. De store rådgivende ingeniørvirksomheder har derfor en meget blandet portefølje af produkter for at kunne servicere de enkelte kunder bedst muligt. Det gælder software, og det gælder data. Hvordan en bedre koordination af software og data vil kunne forbedre arbejdsgangene i en rådgivende ingeniørvirksomhed er, hvad dette speciale handler om.

Læsevejledning

Undervejs er der søgt informationer på forskellig vis. Videnskabelige artikler, lærebøger, rapporter, oplæg fra konferencer samt blogs er anvendt. Troværdigheden og den videnskabelige standard af indholdet på blogs kan diskuteres, men anvendelsen af blogs er helt nødvendig i forhold til at kunne udføre et speciale, der inddrager viden om den nyeste teknologi og mulighederne i denne. For en større diskussion om anvendeligheden af blogs henvises der til Luján-Mora og Juana-Espinosa (2007). Det er valgt at lave to litteraturlister. Den første er i alfabetisk rækkefølge. Den anden er opdelt efter kildetype for at kunne give læseren de bedst mulige betingelser for at skelne mellem de forskellige typer kilder. Chicago referencesystemet anvendes og der referes til den alfabetiske literaturliste således: ([forfatter] [år]).

Læseren af Specialeprojektet bør have en grad af indsigt i GIS og geodata for at opnå fuld forståelse. Dog er det forsøgt at forklare forhold omkring GIS og geodata på en pædagogisk måde.

Der er anvendt grammatisk kommasætning igennem hele specialeprojektet.

Der skelnes i specialeprojektet mellem organisationer og rådgivende ingeniørvirksomheder. Med organisationer menes, at der er tale om alle typer organisationer, som offentlige myndigheder, virksomheder eller andre. Med rådgivende ingeniørvirksomheder menes den

konkrete type af virksomhed, som vil blive defineret i afsnittet Rambøll – Den rådgivende ingeniørvirksomhed, senere i dette kapitel.

Problemformulering

Den vigtigste funktion for IT-værktøjer i en rådgivende ingeniørvirksomhed er at kunne understøtte de forretningsopgaver, som virksomheden udfører. Derudover vil der løbende være et behov for at udvikle forretningen, hvilket fører til dette specialeprojekts problemformuleringen:

Hvordan kan GIS understøtte forretningen og udviklingen i en rådgivende ingeniørvirksomhed?

Spørgsmålet søges besvaret ved at lave en række undersøgelser af GIS i en rådgivende ingeniørvirksomhed. Derfor anvendes disse tre delspørgsmål til at undersøge problemformuleringen:

Hvorfor og hvordan anvendes GIS i rådgivende ingeniørvirksomheder?

Hvor ligger udfordringerne i GIS for rådgivende ingeniørvirksomheder?

Hvordan kan anvendelsen af GIS øges i rådgivende ingeniørvirksomheder?

Det er vigtigt at understrege, at dette speciale ikke er en managementopgave. Dette område har forfatteren ikke det fornødne vidensgrundlag til at kunne afdække. Det er derimod et speciale om, hvordan man kan udnytte teknologien bedre. Af denne grund vil der ikke indgå konkrete økonomiske eksempler, men derimod forslag til tekniske ændringer, som vil kunne understøtte forretning og udvikling. Når det er sagt, så har god management ofte sit udspring i den sunde fornuft, og i enhver god rådgivning kræves der naturligvis en god management-kompetence.

Dette specialeprojekt har den begrænsning, at der kun bliver undersøgt én rådgivende ingeniørvirksomhed. Årsagen til, at Rambøll er valgt, er, at de rådgivende ingeniørvirksomheder, som ligner Rambølls profil, for de flestes vedkommende allerede har større eller mindre GIS-afdelinger (Niras, Cowi, Atkins, Grontmij). GIS anvendes meget sporadisk i organisationen Rambøll, og derfor har der været et godt incitament for at undersøge, hvordan GIS er spredt i organisationen.

Rambøll – Den rådgivende ingeniørvirksomhed

Rambøll er en rådgivende ingeniørvirksomhed med omkring 10.000 ansatte på verdensplan. I Skandinavien er virksomheden den største inden for rådgivende ingeniørvirksomhed og

man har ca. 20.000 forskellige opgaver om året. Der arbejdes inden for 7 hovedområder: byggeri, transport, miljø, energi, olie og gas samt management consulting.

Den typiske opgave for en virksomhed som Rambøll er projektorienteret. Det vil sige, at virksomheden modtager en opgave, arbejder med projektet og afleverer det til kunden. Ikke to projekter er ens, og derfor er der et særligt behov for, at de værktøjer, der anvendes undervejs i projekterne, er så fleksible, at de kan anvendes til enhver type projekt. Når et projekt er afsluttet, har det ikke længere en værdi for Rambøll. Dette står i kontrast til mange andre virksomheder, hvor man vil forsøge at lave aftaler om for eksempel løbende drift eller serviceaftaler.

At virksomheden er projektorienteret, betyder, at man til hvert projekt analyserer, hvilke ressourcer der er brug for, og så anskaffes disse. Ressourcer dækker udover den fornødne arbejdskraft også de teknologier, som skal anvendes undervejs i projektet.

Arbejdet udføres på tværs af en række fagdiscipliner. Afhængig af typen af projekt arbejder ingeniører sammen med arkitekter, byplanlæggere og en række andre fagfolk fra andre discipliner. Som base for stort set alle projekter anvendes de topologiske data fra landmålere og andre kortlæggere, der har kortlagt områder i forvejen. Hver enkelt disciplin arbejder desuden på et eller andet niveau med geodata. Dog ofte uorganiserede geodata, hvilket kan føre til tab i produktiviteten (Planning Engineer's Blog u.d.).

I næsten alle opgaver, som Rambøll udfører, er der en rumlig dimension. Det kan være rumlige data, som ligger i lokale referencesystemer, eller at der i data ligger en adresseattribut. I sådanne tilfælde er der et stort potentiale ved at få koblet data med geografien.

Flere afdelinger i Rambøll har ofte behov for forskellige geografiske data. Der er forskel på hvilke data, hvilken projektion samt hvilket geografisk område, data skal bruges indenfor. Til dette formål har Rambøll Danmark lavet geoportalen Ramkort. Herigennem har medarbejdere adgang til ca. 50 kortprodukter fra forskellige leverandører. I Ramkort begynder medarbejderen med at definere det geografiske område, som udtrækket skal dække. Herefter vælges det eller de kortprodukter, der ønskes downloadede. Til sidst angives, hvilket format samt hvilken projektion, udtrækket skal være i. Da businesscasen på Ramkort blev lavet i foråret 2012, var frikøbet af grunddata ikke offentliggjort. Derfor var en del af finansieringen af Ramkort, at man købte kortudtrækkene via Ramkort. Før havde man i hver afdeling skulle lave aftaler med Kortforsyningen. Dog var priserne i Ramkort lidt højere, end Kortforsyningens, da etableringsomkostningerne skulle dækkes. Imidlertid blev Ramkort overhalet indenom af de frie grunddata, som medførte, at kortprodukter fra Kortforsyningen ikke længere koster penge. Ramkort indeholder dog stadig en intern økonomisk kontering for bestilte produkter, der skal dække de omkostninger, som var forbundet med udviklingen af

Ramkort. Det vil sige, at et udtræk af matrikelkortet for en afdeling i Rambøll Danmark stadig koster ca. 400 kroner. Dette sker altså, selvom samme afdeling kan gå ud og downloade tilsvarende produkt fra kortforsyningen gratis.

De tre GIS-pejlemærker

Hvordan måles det, om GIS understøtter forretningen og udviklingen i en rådgivende ingeniørvirksomhed? Svaret skal findes i afdelingen Integrated Business Solutions i Rambøll Danmark. Her arbejder man med at skabe og koordinere IT i forhold til at kunne understøtte de rådgivende ingeniører i hele Rambøll bedst muligt. Afdelingen har en stor portefølje af IT-systemer, som distribueres til Rambølls kontorer i hele virksomheden. Udgangspunktet for valget og designet af et nyt GIS til Rambøll kan ifølge afdelingsleder for Integrated Business Solutions i Rambøll Danmark, Bo Grave, opstilles i tre pejlemærker:

1. Effektivisering
 - a. Et nyt GIS skal være med til at effektivisere arbejdsgange. Systemet skal være medvirkende til, at arbejdsgange kan laves hurtigere eller udføres grundigere på samme tid. Dette vil ikke nødvendigvis øge indtægterne, men vil gøre Rambøll mere konkurrencedygtig i forhold til konkurrenterne.
2. Værditilførsel
 - a. En kunde skal kunne mærke, at der sker en værditilførsel ved et mere struktureret GIS. Værditilførslen kan måles på den øgede kvalitet af det afleverede produkt eller den merværdi, som et mere kompatibelt og fleksibelt produkt vil give kunden.
3. Loyalitet
 - a. For en rådgivende ingeniørvirksomhed er det ønskværdigt at knytte et tæt bånd til en kunde. Dette øger chancen for, at kunden vender tilbage til virksomheden med andre opgaver. Hvis GIS kan skabe en tættere tilknytning til kunden vil kunden måske i højere grad vende tilbage til den rådgivende virksomhed med nye opgaver. Herudover vil muligheden for, at kunden anbefaler den rådgivende ingeniørvirksomhed til andre, være større.

Pejlemærkerne vil være de målepunkter, som til sidst i dette specialeprojekt evalueres i forhold til, om GIS kan understøtte forretningen og udviklingen i en rådgivende ingeniørvirksomhed.

Pejlemærkerne understøttes af Tomlinson (2007), som mener, at GIS har bevist sin værdi, når det har hjulpet til at strømline eksisterende arbejdsgange og skabt brugbare slutprodukter. I denne sætning ligger både effektivisering, værditilførsel og loyalitet. Longley, et al. (2011) skelner mellem håndgribelige fordele og uhåndgribelige fordele ved GIS. De håndgribelige fordele er for eksempel, hvis man kan tilskrive en beviselig vækst i omsætningen til GIS. Omvendt vil fordelene ved for eksempel forbedret kundetilfredshed være mere

uhåndgribelige. I denne sammenhæng er effektiviseringer og værditilførsel relativt håndgribelige og målbare, hvorimod loyalitet er mere uhåndgribeligt og mere svært at måle (Longley, et al. 2011).

GIS er smart

Geografi og rumlige dimensioner bliver vigtigere og vigtigere for virksomheder og beslutningstagere. Overvej for eksempel, hvordan du finder informationer, der hjælper dig med at organisere dit liv. Du finder adressen på en restaurant. Du finder vej mellem to steder. Eller du anvender Google Earth og ser billeder fra din kommende feriedestination, som andre brugere har uploadet. Ifølge Bentien og Toon (2012) kan 1/3 af alle søgninger på Google relateres til søgninger med udgangspunkt i lokation. Mennesker anvender GIS mere og mere til at tage beslutninger om deres eget liv – og det samme gælder virksomheder.

GIS står for Geografisk InformationsSystem. Det er designet til at indsamle, gemme, håndtere, analysere og præsentere alle typer af georefererede data. Helt basalt opstiller GIS kortbaserede systemer til rumlige data og analyser af disse. GIS har en stor portefølje af funktionalitet inden for CAD, kartografi, billedprocessering og databasehåndtering. På trods af dette er GIS ikke kun en softwarepakke. GIS kan ifølge Heywood, Cornelius og Carver (2006) sammenfattes til at være en kombination af teknologi, mennesker og processer, der skal arbejde sammen på tværs.

GIS er ikke bare et værktøj for en lille gruppe teknikere, men et værktøj til at løse problemer, der integrerer geografisk information med de udfordringer, som forskellige virksomheder står over for i dagligdagen. De senere år har GIS udviklet sig til at blive et produkt, som alle medarbejdere i en virksomhed kan håndtere uden nødvendigvis at have en teknisk baggrund.

Teori

Geografi har altid været vigtig for mennesker. Tilbage i stenalderen kendte man de gode jagtsteder. I middelalderen opdagede man og krævede sin ret over landområder via kort. I dag anvender det offentlige geografi – eller geografisk information – i det daglige arbejde. Samtidig anvender virksomheder GIS til at øge effektiviteten ved for eksempel at anvende geografisk information til at vælge lokation af en ny butik (Bolstad 2005).

I dette teoretiske afsnit vil GIS som begreb blive undersøgt. Derudover vil der blive fokuseret på enterpriseteknologier og Spatial Data Infrastructures (SDI). Til sidst vil forskellige teknologiske trends med indflydelse på GIS og geodata blive præsenteret.

Hvad er Geografiske informationssystemer (begrebet GIS)

Geografiske informationssystemer (GIS) er informationssystemer med en geografisk dimension tilknyttet. Man vil via GIS kunne opnå information om et geografisk defineret

område. Informationerne vil typisk blive repræsenteret på et kort. Kortet er altså en repræsentation af geografisk information. Ordet 'system' kommer ind i billedet, når der skal arbejdes med den geografiske information.

De geografiske informationer har typisk deres udgangspunkt i data. Data kan anvendes i GIS, når denne data har en geografisk reference tilknyttet. Et eksempel kan være, at man har en samling oplysninger om en række huse. Disse informationer kan vi kalde data.

Hus nummer	Areal i m ²	Tagtype	Antal etager	Antal beboere
1	123	Stråttæk	3	4
2	98	Lertegl	1	4
3	149	Tagpap	2	3
4	111	Tagpap	1	1

Tabel 1 - Eksempel på en samling af informationer - data.

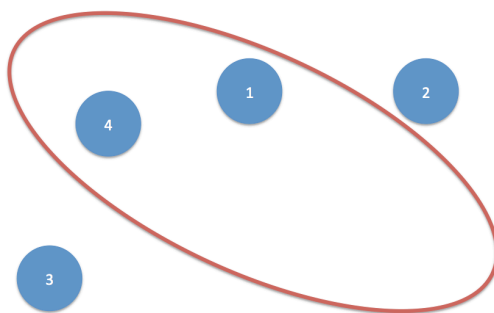
Eksemplet i Tabel 1 kan ikke anvendes i et GIS, da det mangler den geografiske reference, men kan betegnes som rå data. Hvis vi derimod tilføjer en kolonne, hvor der er en geografisk reference, kan et GIS optage informationen, og data vil herefter kunne vises på et kort via GIS. Når de rå data har fået tilføjet en geografisk reference, kan man kalde data for geodata (Tomlinson 2007).

Der findes overordnet to typer geodata; Raster og Vektor (Balstrøm, Jacobi og Bodum 2006). Rasterdata er karakteriseret ved, at det består af celler. De enkelte celler har så hver især en værdi. Denne værdi kan for eksempel repræsentere hvor højt en celle ligger over havets overflade. Cellerne er typisk kvadratiske og størrelsen kan variere fra uendelig lille til uendelig stor. Rasterdata benyttes ofte til at klassificere områder. For eksempel kan områder med skov få én værdi og områder med by få en anden værdi. På denne måde kan der foretages rumlige analyser, som rasterdata egner sig godt til. Vektordata kan bestå af punkter, linjer eller polygoner (Balstrøm, Jacobi og Bodum 2006). I eksemplet fra Tabel 1 kan de enkelte huse enten blive til et punkt eller et polygon. Hvis vi for eksempel kun har et adressepunkt eller et koordinatpunkt som den geografiske reference, vil hvert hus blive vist som punkter. Hvis vi derimod har oplysninger om den præcise placering af alle husets hjørner, vil huset kunne blive vist som et polygon på kortet. Vektordata er altså en god datatype, når man skal udregne arealer eller andet, hvor det er krævet at have de præcise mål på de enkelte objekter. Herudover har vektordata et kæmpe potentiale i at have tilknyttet egenskaber i form af mange forskellige attributter. Groft sagt så egner rasterdata sig godt til rumlige analyser og vektor regner sig godt til analyser, hvor de enkelte objekter er vigtige. Der kan foretages

konversion imellem de to dataformater, som dog kan føre en række problemer med sig. For en diskussion om konversion mellem rasterdata og vektordata henvises til Longley, et al. (2011).

Det kan ofte visuelt være fordelagtigt at anvende et baggrundskort, når data skal præsenteres. Der findes en lang række kortprodukter, der er georefererede, så de let kan lægges ind som baggrund i et GIS. Disse baggrundskort vil typisk være afbilledninger af for eksempel et vektorkort med lagene veje, skov, by og sø. Et andet ofte anvendt baggrundskort er flyfotos (Longley, et al. 2011). Nogle organisationer designer deres egne baggrundskort, som ligefrem kan blive en slags signatur for organisationen (Pogodzinski og Kos 2013).

GIS kan andet end at vise data med en geografisk reference. De fleste GIS kan typisk også foretage analyser på data. For eksempel kunne man forestille sig, at eksemplet i Tabel 1 har fået et koordinat som geografisk reference. I dette tilfælde vil huset blive vist i GIS som et punkt. Vi ønsker nu at få vist, hvor mange der bor inden for et specifikt geografisk udpeget område, som vist i Figur 1. GIS kan altså anvende en geografisk information og sætte den i forbindelse med andre geografiske informationer. Det er måske rimelig let at lægge antallet af beboere sammen for hus nummer 1 og hus nummer 4, men hvis der havde været tale om flere tusinde huse, så kan GIS altså være behjælpelig. Det er i denne sammenhæng vigtigt at pointere, at mulighederne og funktionaliteterne i forskellige GIS varierer meget. Nogle systemer er for eksempel udelukkende udviklet for at kunne se data, mens andre systemer er højtudviklede analyseredskaber.



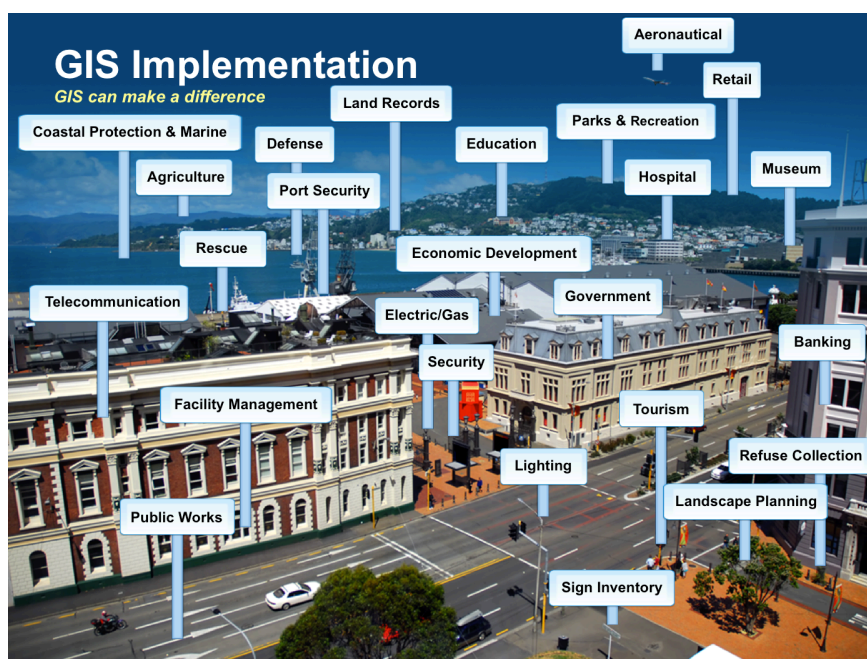
Figur 1 - Data vist som en geografisk repræsentation. Den røde oval repræsenterer et polygon, inden for hvilket vi ønsker at undersøge, hvor mange der bor. De blå punkter repræsenterer hvert et hus i punktform.

GIS er naturligvis et stærkt visualiseringsværktøj, men mulighederne i GIS og de analyser, der kan laves, har længe været diskuteret. Grimshaw (1994) diskuterede allerede i 1994, hvordan virksomheder kunne udnytte nogle af alle de nye muligheder, som GIS bragte med sig. Eksempler som lokalisering af en ny fabrik eller butik blev allerede dengang nævnt som noget af det, GIS i fremtiden kunne bruges til. GIS blev også spået til at få stor effekt på, hvordan man markedsfører sig, da beslutninger inden for marketing ofte har en geografisk dimension

(Grimshaw 1994). Siden har brugen af GIS taget fart, og GIS anvendes nu i en lang række funktioner, lige fra at optimere arbejdsgange på et hospital (Devoteam 2013) til beregning af forsikringskunders præmie (Longley, et al. 2011).

Figur 2 viser eksempler på, hvor ofte GIS kan bringes i spil. Der er tale om arbejdsområder fra administration af gadebelysning over flytrafik til turisme. Gadebelysningsadministration kan dels benytte GIS til at have et overblik over, hvor der er gadebelysning, men det kan også anvendes til at lave analyser af, hvor der mangler gadebelysning. Flytrafikken kan anvende GIS til at skabe overblik over, hvor de forskellige fly befinder sig i alle tre dimensioner. Herudover er der eksempler på, at flyindustrien har anvendt GIS til for eksempel støjanalyser af lufthavne (Esri 2013). Turismen anvender GIS i mange sammenhænge. Dét at finde vej er en af de største problemstillinger for turister. For eksempel har de fleste turistbureauer efterhånden implementeret en GIS-løsning (Guyette 1999).

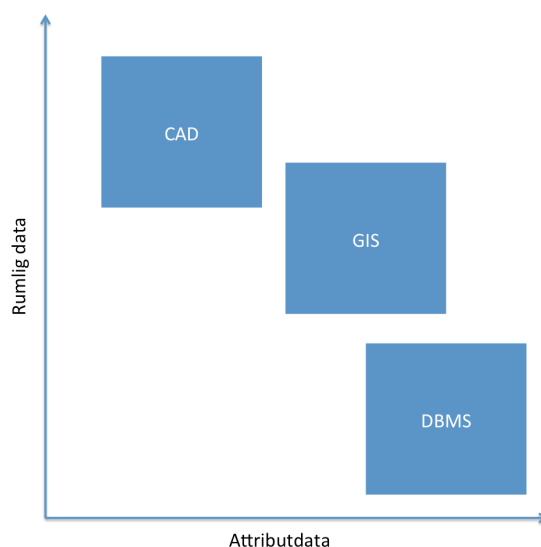
Traditionelt har GIS været anvendt indenfor forskning samt miljøopgaver. Esri står for eksempel for Environmental Systems Research Institute. Miljøområdet var da også hovedområdet for virksomheden, da den blev stiftet i 1969. Men næsten alle fag har en eller anden form for geografisk reference og dermed en mulighed for at anvende GIS (Bezdecny og Kurnia 2012). Derfor ser vi i dag, at Esri leverer systemer til de fleste brancher. Mulighederne indenfor GIS vokser i takt med, at teknologierne bliver mere og mere modne. Om GIS så kan anvendes med fordel, kræver naturligvis en afdækning af behov for det enkelte fagområde. Spørgsmålet om afdækning er noget af det, som dette speciale vil forsøge at besvare.



Figur 2 – Gis kan anvendes i mange forskellige sammenhænge (Bezdecny og Kurnia 2012).

Mange af de opgaver, der varetages af GIS inden for en rådgivende ingeniørvirksomhed, kan også varetages af andre typer systemer. Der har før i tiden været overlap mellem GIS og Computer Aided Design (CAD) samt GIS og Database Management Systems (DBMS) (Grimshaw 2000).

Figur 3 er lavet med inspiration i en figur af Grimshaw (2000). Figuren viser, hvordan forskellige systemtyper positionerer sig i forhold til attributdata og rumlighed. CAD har ingen attributdata og tager udelukkende sit udgangspunkt i den rumlige dimension. Derimod har DBMS ingen rumlighed, men er god til at lagre data. GIS lægger sig imellem CAD og DBMS. I forhold til CAD har GIS attributterne, men mangler funktionalitet inden for grafik og i særdeleshed 3D-modellering. Derfor vurderes det, at CAD er bedre til at præsentere objekter. I forhold til DBMS udnytter GIS-attributter med oplysninger om rummet til visualisering og analyse, hvor DBMS i princippet blot kan lagre data. Den originale figur indeholdt ud over CAD, GIS og DBMS også "Transaction processing system", men det er her udeladt grundet manglende relevans for emnet. Grimshaw (2000) har også valgt at lægge GIS på niveau med CAD på akse med rumlig data og på niveau med DBMS på akse med attributdata. I Figur 3 er det valgt, at GIS i stedet skal indtage en lidt mere ydmyg position i forhold til CAD og DBMS, da GIS endnu ikke har let ved at rumme så mange rumlige informationer, som CAD giver mulighed for, og GIS ikke har samme muligheder inden for attributarbejde som DBMS. Disse aspekter og refleksioner underbygges af flere blogs bl.a. Quora.com (2011) og Planning Engineer's Blog (u.d.).



Figur 3 - Modificeret udgave af Grimshaw (2000) "Related information systems".

En af de ting, som man i virksomhederne igennem tiderne er stødt på af udfordringer med GIS, har været data. Primært to emner har skabt udfordringer med hensyn til data. For det første har data været meget dyrt at anskaffe. Enten fordi de skulle købes af private og offentlige dataleverandører, eller fordi det at indsamle geodata ofte kræver en meget stor mængde af arbejdskraft (Longley, et al. 2011). For det andet ligger eksisterende data i virksomhederne typisk i et DBMS. Mange gange har data en rumlig dimension, men denne bringes ikke i spil, fordi man ikke har forståelse for de fordele, der kan være ved at have netop den rumlige dimension med (Grimshaw 2000).

Geografi som udgangspunkt for informationssøgning er længe blevet spået til at åbne for et væld af muligheder i forhold til at lette tilgængelighed til informationer. Derfor ses integrationen til andre systemer som et af de næste store udviklingsområder for GIS. GIS i forhold til SCADA og ERP er nogle af de integrationer, som man specielt ser (Abou-Ghanem og Arfaj 2008). Det typiske problem for integrationen er manglende geografiske informationer i de systemer, der integreres op i mod. Ofte findes der heller ikke den unikke nøgle, der skal til, for at de forskellige systemer kan integreres. Dette problem kan løses ved, at man tænker geografien ind i de data, man indsamler, fra starten af. Så længe data har en eller anden form for geografisk reference, vil man altid kunne bringe data i spil i et GIS. En adresse eller et koordinat er nok til at tilføre data den geografisk reference.

GIS på forskellige platforme

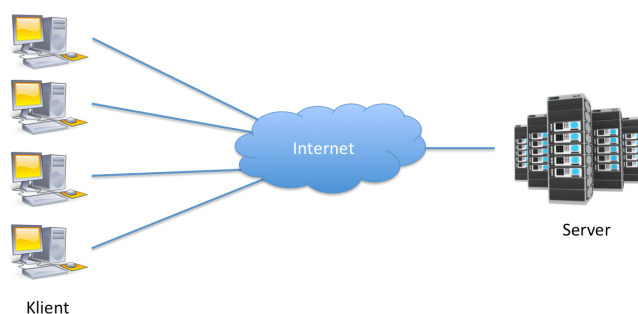
Man siger, at GIS blev brugt for første gang til at kortlægge udbrud af kolera. Dr. John Snow (f. 1813) sammenlignede disse udbrud med placeringen af vandpumper. Han fandt, at koleraen med stor sandsynlighed blev spredt fra vandpumperne. På denne måde blev verdens første GIS-analyse udført i 1850'erne (Gilbert 1958). Siden da har GIS udviklet sig. Specielt de sidste 20 år har mange forskere, organisationer og virksomheder taget GIS til sig i stigende grad (Longley, et al. 2011). Det er primært sket på desktop-versioner af GIS-software. Arc Advisory Group (2013) estimerer, at Esri havde en GIS-desktop-markedsandel på ca. 40 % i 2012. Markedsandelene støttes af Grimshaw (2000). Til sammenligning har de nærmeste konkurrenter ca. 10 % af markedet hver. Det typiske produkt, man har anvendt i GIS, har været desktopløsninger. Her er det Esri's ArcMap, Intergraph's GeoMedia og Pitney Bowes MapInfo, der har haft de største markedsandele. Dette skyldes, at deres desktopversioner er meget omfangsrige i deres funktionalitet. Herudover findes der over 100 andre mere eller mindre specialiserede desktop-produkter, der kategoriseres som GIS-desktop-software (Longley, et al. 2011). De senere år har Open Source-projektet Quantum GIS også vundet store markedsandele grundet de mange funktioner og den gratis anskaffelse.

Når man som organisation skal vælge et GIS-produkt er det vigtigt først at have foretaget en grundig behovsafdækning. GIS har mange potentielle muligheder, som gør det nødvendigt at etablere specifikke krav til, hvad GIS skal kunne. Tomilson (2007) beskriver en metode til at implementere GIS i en organisation. Metoden lægger vægt på netop behovsafdækningen, som

sikrer, at man vælger det rigtige produkt. Denne metode vil blive præsenteret i kapitlet Metode.

De sidste 20 år er det altså desktop-software, der har været dominerende inden for GIS. I fremtiden vil man derimod se en større dominans af web- og server-GIS-produkter. Der er taget tilløb til en stigende webtilgang inden for GIS i længere tid. Google Maps er et eksempel på et webbaseret produkt, der har været tilgængeligt siden 2005. Siden da er der sket en eksplosion af geodata på internettet. Igennem større eller mindre web-GIS præsenteres data. Udviklingen af web-GIS har også betydet, at flere funktioner og analyseværktøjer, som før var kendt som desktopfunktioner, nu også findes i web-GIS. Udviklingen går altså mod en stigende brug af web-GIS. Det spås derfor, at desktop-produkter vil blive udfaset til fordel for webprodukter i løbet af de næste ti år (Longley, et al. 2011).

Forholdet mellem klienter og servere består i, at en server er en computer, der kan dele sine ressourcer, og klienten er en computer, som kan skabe kontakt til serveren og gøre brug af dennes ressourcer (Fu og Sun 2011). I eksemplet i Figur 4 er det med internettet som bindeled mellem klienterne og serveren. Internettet er ikke nødvendigvis altid bindeledet. Det kan for eksempel også være et lokalt netværk, hvor en printer kan fungere som en server.



Figur 4 - Klient/server-modellen med internettet som bindeled. Det er ikke nødvendigvis internettet, der er bindeledet. Et lokalt netværk kan også sagtens forbinde klienterne med serveren.

Forholdet mellem, hvor meget serversiden skal udføre, og hvor meget klientsiden skal udføre, kan beskrives i de såkaldte tykke klienter og tynde klienter. Tykke klienter udfører selv de fleste opgaver, hvorimod tynde klienter har behov for, at serveren udfører så mange opgaver som muligt. Der er en opfattelse af at best practice indenfor klient/server modellen er at lade klienten varetage nogle opgaver og serveren varetage nogle andre opgaver. For eksempel bør et baggrundskort blive udstillet fra serversiden, hvorimod lagene til analyse bør være på klientsiden (Fu og Sun 2011).

Cloud-løsninger hylder tynde klienter og lader serversiden levere så meget som muligt. Faktisk har man ofte blot brug for en webbrowser. Cloud-løsningerne giver mulighed for at data kan tilgås af flere på én gang, samt at software kan køres på servere og dermed være en såkaldt SaaS (Software as a Service). Samtidig kan man sætte en server til at lave store beregninger. På denne måde undgår man, at store og tunge beregninger optager desktop-computere, så en eventuel medarbejder-computer ikke begrænses i arbejdstiden. Derudover vil en server ofte kunne bearbejde data hurtigere, da man typisk vil kunne skrue højere op for computerkraften sammenlignet med desktopcomputere (Fu og Sun 2011).

Et paradigmeskifte er altså i gang: Hvor man tidligere havde fokus på de tykke klienter, er det nu de tynde klienter. Den tid, hvor man designede systemarkitektur med udgangspunkt i begrænsingerne i software og hardware, er ovre. Dette øger anvendeligheden af GIS, da man i højere grad kan anvende real-time data og gøre dem tilgængelige for alle via internettet. Muligheder, som tidligere slet ikke fandtes eller var begrænset til meget få personer (Fu og Sun 2011).

IT-arkitekturen i hele Cloud-løsninger er typisk, at man har data liggende ét sted og sin applikation liggende et andet sted. Via webservices kan applikationen så se data, og hvis applikationen tillader det, kan man via denne redigere data, som så sendes tilbage til datalageret. Udvekslingen (både det at se data og det at redigere i data) mellem applikationen og datalageret sker via webservices. I det følgende vil nogle af de mest anvendte webservices inden for GIS blive introduceret.

GIS webservices

The Open Geospatial Consortium (OGC) er en international sammenslutning af virksomheder, myndigheder og universiteter, der alle ønsker at understøtte en udvikling inden for GIS-standarder. OGC's hovedformål er at skabe retningslinjer for GIS på internettet (Open Geospatial Consortium 2013). Den første webstandard, OGC udviklede, var The OpenGIS Web Map Service (WMS) fra 2000. Den fokuserer på, hvordan man beskriver en webmap-server og en webmap-service med en standardiseret URL-syntaks. WMS udstiller georefererede kortbilleder fra forskellige databaser. Kortbillederne kan for eksempel udstilles som JPEG eller PNG eller andre billedformater. Billederne kan derefter indlæses af forskellige systemer. Blandt andet er data, der er vist i et web-GIS, typisk billeder udstillet via WMS. URL-syntaksen gør det muligt at vælge en række parametre for slutbrugeren. De forskellige parametre giver en slutbruger mulighed for dels at se, hvad WMS indeholder, dels at udstille WMS på en specifik måde. En WMS indeholder altså både de viste data, men også information om data. Der skelnes mellem i alt fem forskellige operationer: GetCapabilities, Getmap, GetFeatureInfo, DescribeLayer og GetLegendGraphic (Open GIS Consortium 2002). I det følgende gennemgås de mest væsentlige operationer og deres parametre. For mere information om specifikationerne henvises der til Open GIS Consortium (2002) eller en lidt mere pædagogisk kilde: Geoserver (2013).

GetCapabilities giver metadata om servicen. Herunder også understøttede operationer og parametre samt en liste med tilgængelige lag. Et eksempel på en URL-syntaks for GetCapabilities kunne se sådan ud:

URL	Forklaring
http://firmanavn.dk/geoserver/wms? service=wms& version=1.1.1	Fortæller serveren, at en WMS-forespørgsel er på vej, samt hvilken version af WMS, der bliver forespurgt.
&Request=GetCapabilities	Her angives det, hvilken operation der udføres.

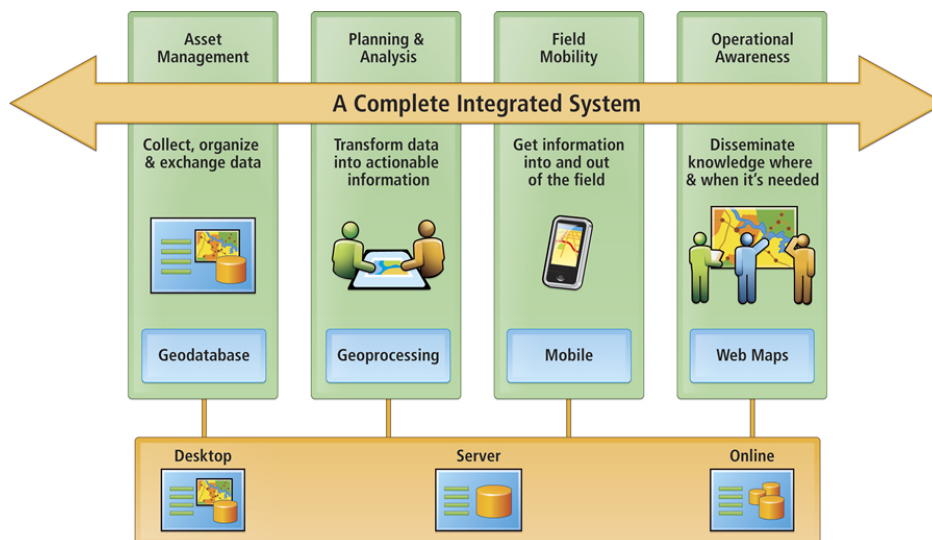
GetMap beder serveren om at generere selve kortet. De informationer, der kan bruges til at specificere GetMaps parametre kan findes i de metadata, der findes i GetCapabilities. En række af GetMap-parametrene er opstillede her:

URL	Forklaring
http://firmanavn.dk/geoserver/wms? service=wms& version=1.1.1	Fortæller serveren, at en WMS-forespørgsel er på vej, samt hvilken version af WMS der bliver forespurgt.
&Request=GetMap	Her angives det, hvilken operation der udføres.
&layers=regioner;kommuner	Dette parameter kan bruges til at angive, hvilke kort der udstilles i WMS, som skal vises. Flere lag kan angives ved en kommasepareret liste. I dette tilfælde vil man vise lagene "regioner" og "kommuner".
&srs=EPSG:nnn	Denne angiver det geografiske referencesystem, man ønsker for det kort, der udstilles. nnn skal erstattes med det ønskede referencesystems kode.
&bbox=minx,miny,maxx,maxy	Denne parameter anvendes, hvis man kun vil hente information inden for et bestemt område. Det kunne være en kommune, der udstiller WMS fra GST, men kun vil vise data fra kommunen i deres web-GIS. Koordinatsystemet svarer til WMS's geografiske referencesystem (enheden skal svare til det valgte i srs)
&slid=sorte_linjer	Dette parameter refererer til en XML fil, som er defineret fra serveren. Serveradministratoren kan for eksempel have lavet forskellige stilyngler, som så kan defineres ved dette parameter.

Udover WMS har OGC også udviklet Web Feature Service (WFS). WFS adskiller sig fra WMS ved, at det ikke er billeder, der udstilles, men de enkelte geografiske objekter i vektorformat. Derfor er det med WFS muligt at udføre egentlige GIS-funktioner på data. Dog er WFS ofte langsommere at arbejde med, da de geografiske objekter fylder mere end de billeder, som udstilles via WMS. WMS og WFS understøttes af de fleste GIS-serverprodukter samt de fleste GIS-klienter. Der findes en lang række øvrige services, som er alternativer til OGC's. For eksempel REST-services. Disse alternativer vil ikke blive omtalt yderligere i dette specialeprojekt, men en sammenligning mellem REST-services og WMS- og WFS-services kan findes hos Cheetham (2010).

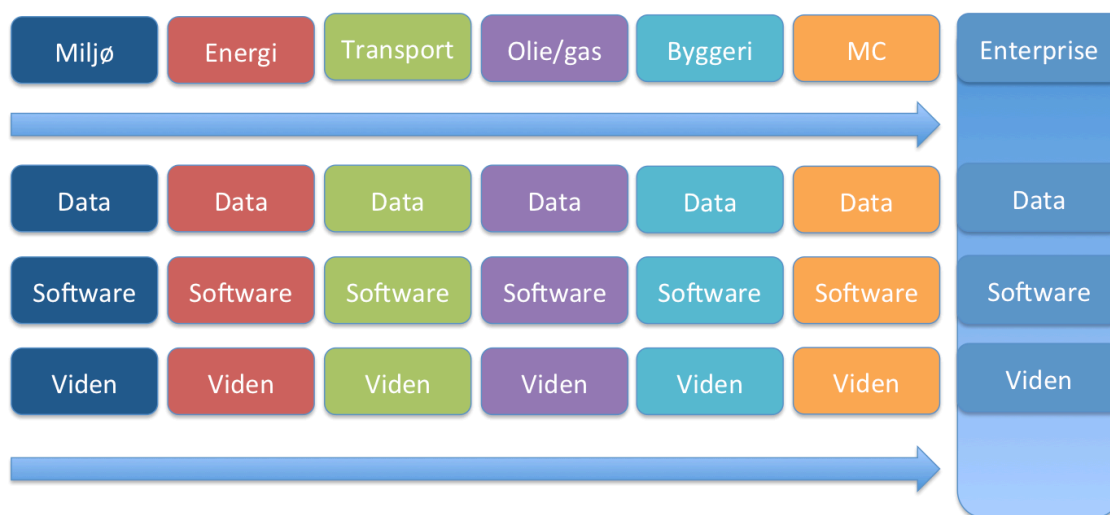
GIS-enterprise

Enterprise defineres som en samling af organisationer eller afdelinger, der har et fælles mål (McDonald 2009). Et GIS-enterprise defineres af Tomlinson (2007) som et GIS "(...) *designed to serve a wide range of purposes across many departments within your organization*" (Tomlinson 2007, s. 2). Esri viser i Figur 5, hvordan deres GIS-teknologi kan anvendes som en enterpriseteknologi. I den brune boks har vi deres tre forskellige ArcGIS-platforme. Desktop-platformen indeholder en bred portefølje af produkter med forskellig funktionalitet. Server-platformen kan udstille data via services og levere serverkraft til online GIS-applikationer. Online-platformen er et såkaldt content-management-system. Herigennem kan brugere dele kort til andre i samme organisation og lave små webapplikationer samt gøre dem offentligt tilgængelige. Disse tre platforme understøtter arbejdet i de fire grønne søjler som til sammen kaldes "A complete integrated system". De fire grønne søjler repræsenterer hver især en vigtig GIS-funktion, som altså understøttes af de tre platforme. Disse kan kaldes de fire generiske GIS-anvendelser. At det mobile ikke er en platform i sig selv, kan synes en smule mærkværdigt. Dette skyldes at Server- og Online-platformen understøtter det mobile arbejde i GIS. It-arkitekturen i Esri's enterpriseløsning består altså af services, der binder databaser sammen med brugergrænseflader. Dette kaldes den Service Orienterede Arkitektur (SOA) (Informi GIS A/S 2009). De fire generiske GIS-anvendelser understøttes af services fra Server-platformen. Dette betyder, at man kan udstille de samme data i forskellige sammenhænge. For eksempel kan man i "Asset Management" indsamle informationer, som via services kommer ind i databasen. Herfra har man måske behov for at analysere informationer i "Planning & analysis" og derefter distribuere dem videre via andre services til søjlen "Operational Awareness".



Figur 5 - Esri's figur af deres enterprisesystem.

Med denne enterpriseløsning kan en leverandør levere et system, som kan dække en hel organisations behov. Et enterprise kan for eksempel være en rådgivende ingeniørvirksomhed, som måske arbejder med vidt forskellige opgaver, men med det samme mål. Det betyder, at man i stedet for, at hver afdeling selv står for eksempelvis datamanagement, håndteres dette centralt i organisationen, som vist i Figur 6.

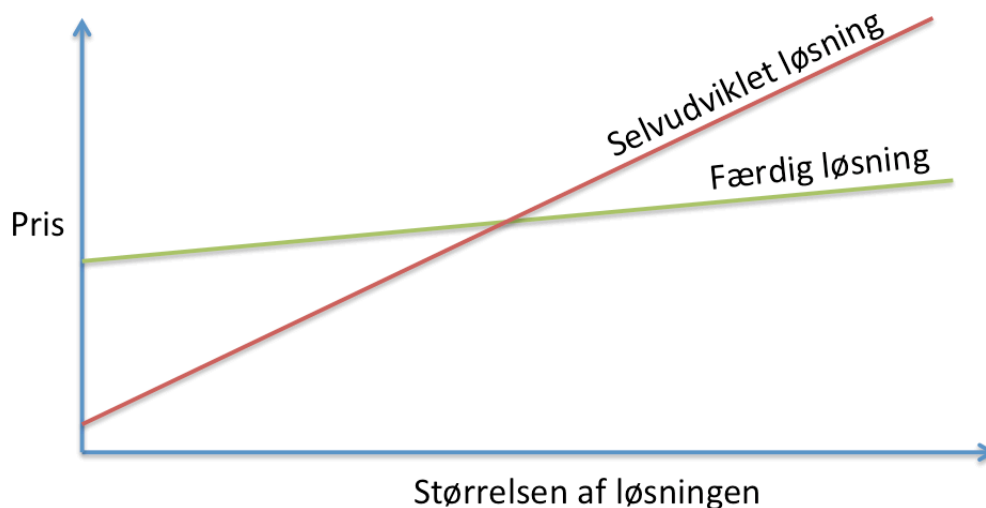


Figur 6 – Enterprise er, når man samler aktiviteter på tværs af en organisation. I dette eksempel arbejder man i forskellige afdelinger med de samme ting.

Når der skal investeres i IT-systemer, vil der altid være en afklaring af, hvor stor en del af udviklingen, der skal foregå inden for organisationen, og hvor stor en del, der skal foregå uden for organisationen. De store internationale GIS-leverandører (Intergraph, PitneyBowes og Esri) gør meget ud af at understrege, at deres enterpriseløsninger dækker de fleste organisationers behov på alle relevante GIS-platforme: Desktop, Server, Web og Data¹. Disse enterpriseløsninger er til gengæld også tilsvarende dyre. Derfor vil alternativet med at lave hele enterpriseløsninger selv eller forskellige komponenter til mindre udgaver af enterpriseløsningerne være en mulighed, som mange vil overveje. Den økonomiske sammenhæng mellem færdige enterpriseløsninger og selvudviklede enterpriseløsninger kan beskrives ved grafen i Figur 7. Her er det størrelsen på enterpriseløsningen, der er den afgørende faktor. Med størrelsen menes, hvor mange forretningsopgaver løsningen skal kunne understøtte, altså hvor kompleks en løsning der er behov for. Figuren er skabt ud fra konklusioner, som flere blogs beskriver (ezinemark.com u.d.) (BSC - The Chatered institute for IT u.d.). Hvis det for eksempel blot ønskes at lave en lille integration mellem en desktop-

¹ Nøgleord, der går igen på leverandørenes hjemmesider, ved gennemgang 1. december 2013: <http://www.Esri.com/> <http://www.mapinfo.com/> <http://www.intergraph.com/>

klient og en web-klient, kan det gøres for nogle få udviklertimer. Hvis der derimod er behov for en løsning, der går på tværs af mange platforme, bør det gøres med en færdig hyldeløsning. Disse løsninger har typisk også lettere ved at integrere de forskellige platforme med tredjepartsprodukter. Dermed er det ikke sagt, at organisationer, der overvejer GIS, partout bør vælge de færdige løsninger fremfor selvudviklede løsninger. Men for større virksomheder giver det ikke mening at implementere store selvudviklede løsninger grundet det store udviklerarbejde, der vil ligge i en så stor implementering. Derudover ved man ikke, hvad man får, før systemet er færdigudviklet. Det gør man derimod med løsninger, der allerede er færdige.



Figur 7 - Den økonomiske sammenhæng mellem en selvudviklet enterpriseløsning og en færdig enterpriseløsning.

Fordele og ulemper ved enterprise

Der er naturligvis fordele og ulemper ved at implementere enterprisystemer. Hvis der er et stort forretningsmæssigt behov for GIS i forskellige sammenhænge, kan et enterprisystem være en god forretning. Til denne type virksomheder er etablerings- og driftsomkostningerne for store i forhold til udbyttet af investeringen (Blue u.d.). Man bør i højere grad vurdere, hvor vigtig den konkrete IT-funktion er for forretningen og på den baggrund overveje, om der er behov for et enterprisystem. Jan Juul Jensen (Informi GIS, pers.kom.) mener ikke, at man behøver at tænke på enterpriseløsninger som en ting. Han mener i højere grad, at man bør se på enterprise som en måde at tænke på. Enterprise kan altså fungere som et grundlæggende IT-princip som kan udrulles i organisationen (Informi GIS, pers.kom.).

Beslutningerne om for eksempel softwareplatform eller datastrategi rykkes fra de enkelte afdelinger til en fælles strategi eller en fælles platform på tværs af organisationen ved et

enterprisesystem. Det kan virke ydmygende på den enkelte medarbejder at få presset et enterprisesystem ned over sig (Ross, Weill og Robertson 2006). Derfor kræver det naturligtvis, at man undersøger de behov, der er for systemet, før det udrulles. På denne måde imødekommer man så mange krav til behov som muligt. I kapitlet Metode gennemgås flere metoder til hvordan disse behov kan undersøges.

SDI

Traditionelt har man fra statslig side udgivet en række kortprodukter som én type og ét format. Dette har typisk været papirkort. Senere har man udbudt kortinformationerne som data i ét enkelt format, som kun var kompatibel med meget få applikationer. Ville man anvende kortdata til sin egen applikation, måtte man selv transformere dem. Datatyperne har også på tværs af grænser været forskellige – på trods af at data viste det samme (Masser 2010).

Den stigende grad af brugen af GIS har ændret dette. Specielt i kraft af udviklingen af desktop-GIS. Den meget forskelligartede brug og de meget forskellige applikationer har gjort, at der er opstået et stort behov for, at data er kompatibelt på tværs af systemer. Samtidig er mange begyndt at producere deres egne geodata, enten i form af data fra sensorer eller ved at sende en medarbejder ud i marken og samle data ind.

Hvis man så bort fra omkostningerne ved dataindsamle, vil GIS-brugere ofte have tendens til at indsamle deres egne data, selvom der i forvejen findes geodata, der kan opfylde deres behov. Dette skyldes ifølge Nebert (2004) primært tre ting. For det første kender den pågældende GIS-bruger ikke til de eksisterende data eller ved, at data er svære at tilgå. For det andet er det ikke normalt – heller ikke inden for andre fagområder – at dele data mellem forskellige sektorer og/eller organisationer. For det tredje skræmmer manglende kompatibilitet mellem forskellige GIS-applikationer. Nebert (2004) sporer samtlige kritikpunkter til, at geodata har været dårligt dokumenteret på en standardiseret måde.

Der er altså et behov for: 1) At gøre data let søgbare og tilgængelige. 2) At gøre det lettere at dele data mellem organisationer og afdelinger. 3) At have standardiserede formater (Nebert 2004). Netop disse behov er ifølge Rajabifard og Williamson (u.d.) fundamentet for spatial data infrastructure (SDI):

"A spatial data infrastructure is fundamentally about facilitating and coordinating the exchange and sharing of spatial data in the spatial community" (Rajabifard og Williamson u.d.)

SDI er altså det, som sikrer, at politikker, standarder og teknologier kan snakke sammen. Det gør det muligt for alle brugere at kunne tilgå og integrere geografisk information (Nebert 2004). For en rådgivende ingeniørvirksomhed er SDI hele fundamentet for, hvordan virksomheden skal organisere sig, når det gælder GIS og geodata. Uden en SDI vil man ikke

være i stand til at sikre kompatibilitet på tværs af landegrænser, virksomheder eller afdelinger i virksomhederne (Masser 2010).

At gøre data søgbare og tilgængelige er ofte en udfordring, man som datamanager støder på. Hvordan sikrer man, at hver enkelt bruger er opmærksom på, at data findes i et kartotek med flere hundreder – måske tusinder – datasæt? Søgbarhed er en vigtig del af løsningen. Alle datasæt bør have tilknyttet metadata, som gør det lettere at fremsøge data og muligt at undersøge, hvad data indeholder. Altså metadata - data om data. Metadata har mange ligheder med et biblioteks katalogisering, der organiserer bibliotekets forskellige indhold efter forfatter, titel og emne. Dette gør det meget let for en bruger at finde en bog. Metadata for geodata bør også kunne fortælle, om et datasæt kan opfylde brugerens krav. For eksempel om dets opløsning er god nok, og om kvaliteten er acceptabel (Longley, et al. 2011). Kvaliteten af data er en subjektiv størrelse. Derfor kan det være en fordel hvis andre brugere kan kommentere på datakvaliteten direkte i metadata. Selvfølgelig bør metadata også indeholde en beskrivelse af, hvad data indeholder. Hvad er indsamlet, hvordan og af hvem? Eventuelt kan kontaktoplysninger også tilføjes. Alle data bør have et minimum af metadata tilknyttet. Ellers er de ubrugelige for andre end skaberen af data (Heywood, Cornelius og Carver 2006). Traditionelt har metadata også indeholdt informationer om format og projektion (Pogodzinski og Kos 2013). Dette bør de stadig indeholde, men som det vil blive beskrevet i afsnittet "Teknologiske trends", så vil man i fremtiden opløse udordninger med formater og projektioner. De enkelte systemer vil i fremtiden kunne håndtere alle formater og projektioner, ligesom de geoportaler, man vil hente data fra, vil give mulighed for at vælge projektion og format på udtræk af data. I disse tilfælde må man til gengæld kræve, at de transformationer, der foregår i geoportalene, skal dokumenteres. Ikke desto mindre bør metadata som minimum indeholde navn på data, geografisk udsnit, beskrivelse af data (hvordan er data lavet, hvad indeholder data), kvaliteten af data (præcision og opløsning), dataejers og datas oprindelsestidspunkt. Denne Metadata model kaldes Object-Level Metadata (OLM) (Heywood, Cornelius og Carver 2006).

Frikøbet af data har betydet en helt ny måde at tænke data på for Geodatastyrelsens Kortforsyning. Før har man skullet betale for de geodata, man har anvendt. Virksomheder, som ofte anvendte data, betalte for at være med i såkaldte partnerprogrammer, som gav en række fordele i forhold til lettere adgang til at omgå den betalingsmur, som andre brugere måtte igennem. Forstået på den måde at man stadig skulle betale for data, men procedurene var enklere. I dag er betalingsmuren brudt ned, og Kortforsyningens fornemmeste opgave er at gøre data så tilgængelige som muligt for de forskellige brugere. Derfor kan man nu hente de fleste data ved download af filer eller ved brug af webservices. De gamle partnerprogrammer eksisterer stadig, men incitamentet for virksomhederne til at være med i disse partnerprogrammer er blevet væsentligt mindre, efter at betalingsmuren er brudt ned. Man kunne i denne forbindelse overveje, om Kortforsyningens partnerprogrammer kan udvikles i

en retning af at yde udvidet support for partnerprogrammets medlemmer. Brugere og administratorer af geodata fra offentlige geoportaler bør løbende være opmærksomme på, hvad der løbende sker i forhold til, hvordan data leveres. For eksempel står der i den fællesoffentlige digitaliseringsstrategi, at der er (...) *behov for at genoverveje den måde vi i dag deler data på kryds og tværs af den offentlige og private sektor* (Regeringen / KL / Danske Regioner 2011). Dette har betydning, hvis man opbygger et system til at hente data automatisk, og metoden til at levere data pludselig ændres. Det handler i denne sammenhæng om at være på forkant med udviklingen og lave et system i dag, der også kan anvendes i morgen. Forhåndsafstemning med partnerprogrammets medlemmer før en implementering kunne altså være en del af et nyt partnerprogram.

Standardiseringsarbejde

Der findes flere eksempler på standardisering inden for geografisk information. Hovedsageligt standardisering inden for dataformater og standardisering af metadata. Der skelnes mellem to typer af standardiseringsarbejde: de jure og de facto. De jure-standarde er for eksempel implementeret efter lov eller er blot internationalt anerkendte standarder, som for eksempel ISO-standarder. De facto-standarde er udviklet af enkelte virksomheder eller grupper af virksomheder og myndigheder, der har interesse i at udvikle standarder til specifikke behov. Et eksempel på de facto-standarde er de tidligere omtalte webservices WMS og WFS, som er udviklet af OGC. Enkelte virksomheder kan også udvikle standarder. For eksempel anvender Google geodataformatet KML. Det var i begyndelsen kun Googles produkter (Google Earth og Google Maps) som anvendte dette format. Senere blev det optaget af OGC og vedligeholdes nu derigennem (Open Geospatial Consortium 2009).

I Danmark har man via den fælleskommunale digitaliseringsstrategi foretaget en fælleskommunal standardisering af geodataområdet. Dette er gjort for at sikre, at man styrker anvendelsen af geodata i de enkelte kommuner og samtidig skaber mulighed for større fællesskab om drift og vedligehold kommunerne i mellem (KL 2013). Resultatet er det fælleskommunale geodatasamarbejde (FKG), som har lavet en datamodel for en lang række datasæt. Datamodellen indeholder en generel datamodel samt temaspecifikke datamodeller for over 100 datasæt. FKG gør det let for kommunerne at dele data og lave fælles løsninger på tværs af kommunegrænserne.

Der er et stort behov for, at de forskellige formater standardiseres for at opnå en så høj grad af kompatibilitet som muligt. Kompatibilitet betyder nemlig, at det bliver lettere for brugeren at arbejde med GIS. Det har de fleste GIS-leverandører erkendt og har derfor åbnet deres software op over for "fremmede formater", ligesom de har gjort integrationen til deres egne formater lettere. Et eksempel på dette er Esri's Shape-format som i dag er kompatibelt med de fleste GIS-produkter (North Carolina State University u.d.).

Et andet standardiseringsarbejde er foregået inden for Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). Nogle af disse standarder er de jure. I INSPIRE har man arbejdet for at standardisere infrastrukturen for geografisk information på tværs af Europa. Dette har blandt andet resulteret i den danske geoportal geodata-info.dk som indeholder metadata om offentlige geodatasæt. Geodata-info.dk følger de krav, som er opstillet i gennemførelsesbestemmelserne af INSPIRE-direktivet (Geodatastyrelsen u.d.). Modellen for metadata følger stort set OLM, som blev beskrevet i afsnittet "SDI". INSPIRE indeholder i alt 10 klasser af metadata:

- Identifikation
- Klassificering af data og tjenester
- Nøgleord
- Geografisk placering
- Tidsreference
- Kvalitet og gyldighed
- Overensstemmelse
- Begrænsninger for adgang og brug
- Ansvarlige organisationer
- Metadatainformation

De enkelte klasser indeholder definerede underpunkter med relevant information. For eksempel indeholder klassen "Identifikation" et Metadata id, en Ressourcetitel, et Ressourceresumé, en Ressourcetype, et Ressourcefinder samt et Resourcesprog. Et argument imod metadata og i særdeleshed INSPIRE's metadata er, at det er for dyrt at skulle oprette og vedligeholde så omfangsrige metadata. Det er for eksempel hovedårsagen til at metadata for FKG ikke følger INSPIRE. Således skriver FKG projektgruppen at "*Det er dog ikke alle felter fra INSPIRE profilen vi har valgt at arbejde videre med, grundet dels omkostningsbesparende hensyn og faglig relevans*" (KL 2013, s.8).

Alle organisationer, der arbejder med geodata, bør tage stilling til, hvordan metadatamodellen skal se ud. Man bør på samme tid passe på, at man ikke drukner metadatamodellen med information, så brugere finder den uoverskuelig eller organisationer finder den for omkostningstung. INSPIRE kan blive anvendt som vejledende metadatamodel eller implementeres fuldt ud i organisationen. På denne måde sikrer man samtidig kompatibilitet med offentlige samarbejdspartnere. For at metadata skal kunne anvendes, er det vigtigt, at alle, der bidrager og anvender data, kender og følger den anvendte metadatamodel. Dette uanset hvilken metadatamodel, man vælger til sin organisation (Longley, et al. 2011).

Teknologiske trends

For at kunne foretage en faglig diskussion om GIS er det vigtigt at få en forståelse for, hvad fremtiden vil bringe. Når vi taler om GIS og geodata, berører vi emner, som er relativt teknologitunge. Derfor er det vigtigt at kigge nærmere på, hvilke teknologiske trends, der rører på sig. De følgende syv vigtige teknologiske trends er inspireret af Bo Graves (2013) indlæg på Kortdage 2013.

Teknologierne vælter ind over os

Nye teknologier vælter ind over os fra mange kanter hver eneste dag. Vi skal forholde os til dem, tage stilling til om det er noget for os og sammenligne dem med eksisterende teknologier. Ofte er det en uoverskuelig opgave, men vores omgivelser stiller krav til, at vi gør det. Verdens største sociale netværk, Facebook, anvendes af så mange brugere, at mange online tjenester anvender Facebook-login som standard. Det betyder, at det bliver nemmere for os at logge ind i mange systemer, da vi blot skal være logget ind på Facebook, men det betyder også, at vi skal være på Facebook, og at vi skal affinde os med et kodeord som følgerigt giver adgang til meget.

For fem år siden var en smartphone en eksotisk genstand. I dag har de fleste en smartphone. Dette har betydet, at der ikke er en softwarevirksomhed med respekt for sig selv, som ikke har udviklet en smartphoneapplikation. Altså endnu et bevis for, hvordan forskellige teknologier fortsat vælter ind over os, og som kræver forandringsparathed. Ifølge Tomilson (2007) vil dette have stor indflydelse på GIS. Man skal hele tiden tænke fremadrettet, når GIS skal administreres.

Inddragelse af brugere

En af de store revolutioner, som Bo Grave (2013) forudser, er en meget større inddragelse af brugere ved dataindsamling. Et af de helt store inddragelsesprojekter er OpenStreetMap, hvor man får almindelige mennesker til at kortlægge veje. Det har resulteret i det mest komplette og detaljerede datasæt over vejnettet på verdensplan nogensinde. På samme måde er det forventningen, at man i fremtiden vil se mere crowdsourcing inden for dataindsamling. Dette vil kunne ændre måden, vi tænker dataindsamling på, men stiller også en række spørgsmål: Hvor valide er data, som er samlet ind af frivillige for eksempel?

Mængden af data vil eksplodere

Hver dag bliver der sendt og modtaget 1.826 petabytes (1 petabyte = 1000 terabyte) via internettet (Renner 2013). Data bliver samtidig i højere grad indsamlet. De indsamlede data er alt fra menneskers adfærd på sociale medier til temperatursensorer. Denne automatiske indsamling af data resulterer i kæmpe datasæt. Datasæt, som uden intelligente systemer vil være værdiløse, men med begrebet Big Data kan opnå enorme muligheder med.

Tilpasning til mobile platforme

Hvis du som virksomhed ikke er kompatibel på de mobile platforme, har du ikke en chance i konkurrencen. De mobile platforme stiller store krav til nytænkning inden for brugergrænseflader. Tidligere har man lavet kæmpe IT-systemer og rullet dem ud til brugerne. På den mobile platform skal man i højere grad stile efter at lave brugergrænseflader, der kun kan udføre én dedikeret opgave. Det, der ligger bagved denne dedikerede opgave, må gerne være stort og komplekst, men brugergrænsefladen skal være simpel. Et eksempel er DSB's app-portefølje. Her har man valgt at udvikle i alt 8 apps med forskellig funktionalitet (DSB 2013). Der er en app til køb af billet, en app til periodekort, en app til trafikinformation osv. På denne måde sikrer DSB, at den enkelte app ikke bliver for uoverskuelig for slutbrugeren.

Cloud

Tiden, hvor man opdaterede data lokalt på en harddisk eller lokal computer, er ved at være helt ovre. Data skal i dag ligge i et centralt professionelt datacenter. Risikoen for nedbrud er minimal, og der er mulighed for at tilgå informationerne, uanset hvorfra du ønsker at tilgå dem. Selvfølgelig medfølger der også udfordringer i form af for eksempel datasikkerhed, som man bør tage aktivt stilling til. I skyen ligger der naturligvis data, men der ses også en udvikling, hvor software lægges ud i skyen. Dette skaber en enorm fleksibilitet i forhold til slutbrugeren. Man vil typisk kunne skære ned på desktopmaskiners kraft, når softwaren drives via skyens servere. Dernæst vil man også se en større kompatibilitet med diverse styresystemer, og det vil i sidste ende give slutbrugeren et helt frit valg, når der skal vælges ny computer.

Mobilitet

At alting ligger i skyen, vil betyde et større krav om at kunne være online. Det er bydende nødvendigt, at infrastrukturen for Wifi og mobildata er i orden for at kunne understøtte den online aktivitet, der nødvendigvis vil komme af mere arbejde i skyen. Bo Grave (2013) viste et billede fra et ørkenlandskab i Bhutan. Her står en 3G mast fra Telia, som giver internetadgang midt i ingenmandsland. Omvendt kan man stadig støde på steder i Danmark uden mobildækning (Erhvervsstyrelsen 2013).

Skifte i platforme

De platforme, som vi kender i dag, vil med stor sandsynlighed ikke være de samme platforme om 5-10 år. Et godt eksempel er Windows XP, som Microsoft stopper at supportere fra april 2014 (Sandal 2013). I august 2013 brugte 20,58 % af alle computerbrugere stadig dette styresystem (Statcounter.com 2013). Man bør derfor løbende holde sine systemer opdaterede i forhold til de platforme, som de kører på. En stor del af denne problematik kan løses ved, at man i systemdesignet sørger for at back-enden klarer så meget som muligt. Dette svarer til en serviceorienteret arkitektur, hvor data og systemer er uafhængige. Det er services, der får de to komponenter til at snakke sammen.

Metode

I dette kapitel forklares, hvilke metoder der benyttes til at besvare problemformuleringen og de dertil hørende undersøgelsesspørgsmål. Det skal afdækkes, om GIS kan være med til at understøtte forretningen og udviklingen i en rådgivende ingeniørvirksomhed. Dette kan gøres med to hensigter:

1. Vi kan undersøge, hvordan Rambøll anvender GIS i dag og på denne baggrund komme med anbefalinger til, hvordan Rambøll kan anvende GIS smartere, så det understøtter forretningen og udviklingen.
2. Vi kan undersøge, om der for nogle forretningsområder ligger et uudnyttet potentiale ved at anvende GIS.

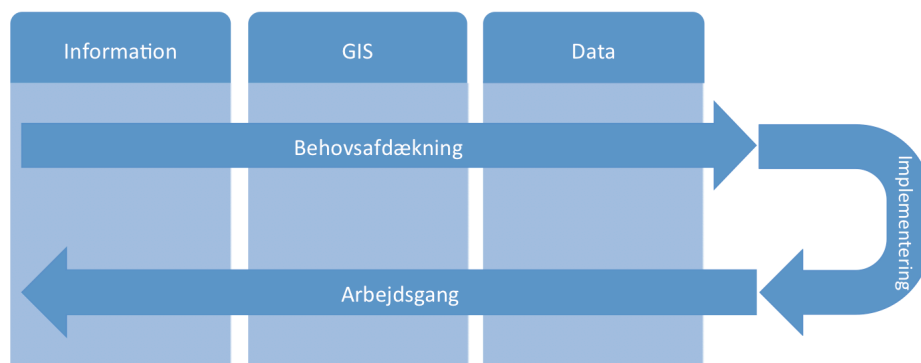
Der er valgt at arbejde med hensigt nummer 1 i dette specialeprojekt. I modsat fald ville opgaven få et andet sigte: At starte en diskussion om, hvorvidt fagdiscipliner, der ikke allerede anvender GIS, ville drage fordel af anvendelse af GIS. Men dette emne er forskelligt fra opgavens hovedformål. Derfor er der i samarbejde med Rambøll Danmark valgt at fokusere på tre ud af de tidligere omtalte syv arbejdsområder. Der er tale om Transport, Miljø og Energi. Netop disse tre områder er valgt, da det er tre områder, hvor GIS traditionelt har fyldt meget.

Implementeringen og systemdesignet af et GIS i en virksomhed kræver planlægning. Men hvad er der galt i at købe nogle computere og noget-GIS software, downloade noget data og så lade tingene ske selv? Kan planlægningen ikke ende med at skabe mere arbejde? Ifølge Tomilson (2007) er der klare beviser for at god planlægning af GIS vil føre til GIS-successer, og fraværet af planlægning af GIS vil føre til fiaskoer. Ofte ønsker organisationer sig at implementere GIS i frygt for at være teknologisk bagud, eller fordi man har hørt om gode erfaringer fra andre lignende organisationer. Det, man som organisation ønsker at få ud af GIS, er et afgørende parameter for, hvordan it-arkitekturen og systemdesignet skal være. Derfor er planlægningsfasen en meget vigtig del af implementeringen af GIS. Her skal organisationens behov afdækkes. I det følgende er en beskrivelse af en metode for GIS-administratorer til at planlægge en GIS' implementering i en organisation af Tomilson (2007).

Tomlinsons metode

Tomilson (2007) mener, at en af de vigtigste elementer, der bør blive identificeret i en behovsafdækning i forhold til en GIS-implementering, er de informationsprodukter, som en organisation ønsker. Begrebet "informationsprodukt" anvendes om det resultat, som GIS giver, efter at man har arbejdet med data, og som kan anvendes i en videre proces. Igennem de ønskede informationsprodukter kan man aflede, hvad der er af behov. For eksempel hvilke typer software og data, der skal anvendes til at skabe de ønskede informationsprodukter. Dette vises i Figur 8 hvor det er vist at man starter med en behovsafdækning af hvilket informationsprodukt, der ønskes. Dette leder til, hvad der er af behov for GIS-software og

data. På baggrund af disse resultater kan der ske en implementering, og den daglige arbejdsgang kan påbegyndes.



Figur 8 – ifølge Tomilson (2007) bør man i behovsafdækningen starte med at gøre sig klart hvilke informationsprodukter, der skal afledes fra GIS. Herefter kan man kigge på hvilke GIS software og hvilke data, der skal benyttes til at skabe det ønskede produkt. På baggrund af denne viden kan man implementere GIS. Herefter kan den daglige arbejdsgang påbegyndes.

Tomilsons metode bygger på et ti-trinsforløb, hvor behov afdækkes, et system designes og en implementation planlægges. De ti trin gælder ifølge Tomilson (2007) uanset en organisations størrelse eller type. I det følgende vil der blive givet et resume af hvert af de ti trin. Hvert trin er detaljeret beskrevet og eksemplificeret i Tomilson (2007).

1. Overvej det strategiske formål

Læg ud med at overveje det strategiske formål i organisationen. Hvad er målene? Dette trin sikrer, at planlægningsprocessen af GIS passer ind i den kontekst, som organisationen arbejder indenfor og samtidig støtter de strategiske mål for organisationen.

2. Planlæg planlægningen

For at sikre at der er opbakning fra ledelsen i organisationen til en GIS-implementering, skal ledelsen have en konkret plan for, hvordan behovsafdækningen og implementeringen vil komme til at foregå. Ofte er en GIS-implementering et stort projekt, som vil tage lang tid. Derfor vil der også være et naturligt krav om, at der ligger en plan for, hvordan det skal foregå.

3. Udfør et teknologisk seminar

Når projektplanen er godkendt, kan de forskellige relevante medarbejdere i organisationen inddrages i processen med at identificere præcist, hvad organisationen har brug for fra GIS. Den primære opgave er at foretage en behovsafdækning. En effektiv metode er at afholde seminarer, hvor de forskellige medarbejdere kan være med til at give input til behov. Her vil informationsprodukterne, som blev beskrevet i Figur 8 også kunne identificeres.

4. Beskriv informationsprodukterne

At vide hvad man ønsker at få ud af GIS, er nøglen til en succesfuld implementering. Dette trin bør udføres meget omhyggeligt. Der skal snakkes med de forskellige brugere om, hvad deres job indebærer, samt hvilke informationer der er nødvendige for, at de kan udføre deres arbejde. Når denne afdækning er foretaget, kan man overveje hvordan informationsprodukterne skal laves, hvilke data der er brug for, fejltolerancer samt fordelene ved de producerede informationsprodukter. Sammen med den enkelte medarbejder skal der skrives en *Information product description (IPD)*. Denne skal indeholde en beskrivelse af det ønskede informationsprodukt samt en beskrivelse af de nødvendige data og funktioner, der er behov for, til at kunne producere informationsproduktet.

5. Definér systemets scope

Når informationsprodukterne er blevet beskrevet, kan systemets scope defineres. Her vælges det hvilke data, der er brug for, og hvilke systemfunktioner der skal anvendes for at opfylde kriterierne for at kunne skabe informationsprodukterne. På dette trin vil man ofte kunne se, at det samme data kan anvendes flere gange.

6. Skab et datadesign

Data er et af grundelementerne i GIS. Derfor er det vigtigt at lave et design af, hvordan data skal flyde i en organisation. En konceptuel model bør skitseres med udgangspunkt i de behov for data, som er blevet identificeret i de forrige trin.

7. Vælg en logisk datamodel

At data kan passes sammen og kombineres på kryds og tværs udvider mulighederne i GIS. Derfor er det vigtigt at anvende såkaldte unikke nøgler, som kan forbinde to eller flere datasæt med hinanden. Disse overvejelser er vigtige for at kunne få et maksimalt udbytte af GIS. Desuden bør man overveje at følge datastandarder inden for datamodeller og metadata for at opnå overensstemmelse inden for data.

8. Bestem systembehov

På dette trin skal man opstille systemdesignet. For første gang skal muligheder i software- og hardware-produkter undersøges. Dette gøres ved at gennemgå de definerede informationsprodukter fra trin 4. Beskriv informationsprodukterne, samt de definerede data fra trin 5. Definér systemets scope. På denne måde vil de forskellige behov til systemerne blive synlige. Man vil ud over funktioner også skulle overveje interface-designet og netværksmuligheder for at kunne træffe de bedste beslutninger.

9. Overvej Cost-Benefit, migrering og risikoanalyser

Før en egentlig implementering skal der naturligvis laves en cost-benefit-analyse for at sikre, at den investering, som man lægger i GIS, vil kunne betale sig selv tilbage i en grad så organisationen nyder gavn af investeringen. Herudover skal der foretages analyser om

migrering af data og systemer, ligesom der bør laves risikoanalyser, som belyser risici ved implementering af GIS.

10. Planlæg implementeringen

De forrige ni trin har haft fokus på at planlægge, hvordan de forskellige behov bliver opfyldt. Der bør nu ligge en plan for data, software og hardware. Nu skal det blot implementeres. Derfor har dette trin fokus på at planlægge en implementering. Kompetenceudvikling, sikkerhed og business-transformation er nogle af de nøgleord, der skal arbejdes med i dette trin. Til sidst samles alle konklusioner fra de forskellige trin, og der lægges en plan for hvordan en implementering skal foretages.

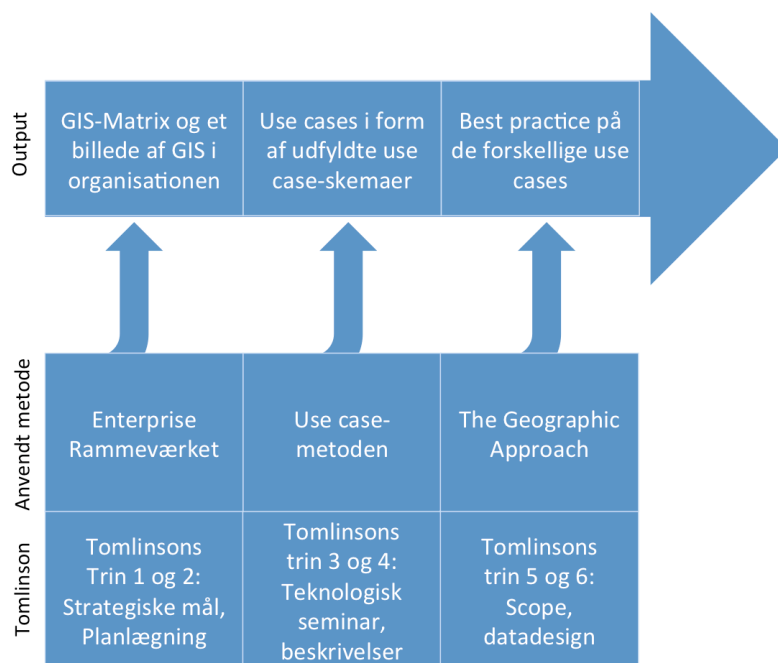
Den anvendte metode

Tomlinsons ti trin er et meget konkret og godt beskrevet stykke værktøj til en GIS-administrator i enhver organisation. Derfor vil metodevalget i dette specialeprojekt på mange måder lægge sig tæt op af de idéer, som netop er blevet beskrevet. Dog adskiller dette specialeprojekt sig fra Tomlinsons metode på den måde, at han har fokus på en egentlig GIS-implementering, hvor dette specialeprojekt har fokus på at undersøge, om en specifik branche kan få større gavn af GIS. Metodevalget bør i højere grad bygge på idéen om at sætte forretningsopgaver op over for teknologi. Dette forhold mellem teknologi og forretningsopgaver er omdrejningspunktet for undersøgelserne. Det gælder om at se på, om GIS-teknologien kan understøtte de forretningsopgaver, som Rambøll arbejder med. De anvendte metoder kan deles op i tre faser.

- Først skal der ske en afklaring af hvem, der bør snakkes med og hvorfor. Denne fase lægger sig tæt op af Tomlinsons trin 1 og 2. Afklaringen udføres med udgangspunkt i en del af et enterpriserammeværk udviklet af Esri.
- Herefter skitseres use case-metoden, som er en metode til at undersøge konkrete forretningsopgaver. Denne fase minder om Tomlinsons trin 3 og 4. Ifølge Tomlinson (2007) er succeskriteriet for et GIS, at man skal have konkretiseret hvilke informationer, det er man ønsker at få ud af GIS. Resten af GIS-systemdesignet afhænger af dette. Til udførsel af denne del anvendes den såkaldte use case-metode.
- Til sidst præsenteres en metode til at finde best practice på baggrund af de beskrevne use cases. Metoden kaldes The Geographic Approach (TGA). Ophavsmanden til TGA menes at være Esris præsident Jack Dangermond (Pogodzinski og Kos 2013). Denne metode har ligheder med Tomlinsons trin 5 og 6.

Tomlinsons trin 7 og 8 vil blive diskuteret i kapitlet "Diskussion". Trin 9 og 10 vil ikke blive berørt i dette specialeprojekt, da de ikke er relevante i forhold til at undersøge, om GIS kan forbedre forretningen og udviklingen i en rådgivende ingeniørvirksomhed.

I Figur 9 er det vist, hvordan metoden til dette rammeværk er sat sammen. Gennemkørende er Tomlinsons metode (2007). Dog er Tomlinsons metode, som tidligere nævnt, designet til et lidt andet formål, end dette specialeprojekt lægger op til. Derfor er der anvendte metode, en række andre metoder, der bygger på de samme principper, som Tomlinsons metode (2007). Der anvendes i alt tre metoder, der hver har output, som præsenteres i afsnittet "Resultater".



Figur 9 - Metodefigur til dette specialeprojekt. Som det ses er forskellige af Tomlinson trin repræsenteret i alle tre metoder. De anvendte metoder er tilpasset dette specialeprojekts formål.

Esri enterprise-rammeværk

Til at undersøge, hvordan GIS anvendes i den rådgivende ingeniørvirksomhed, og ikke mindst hvordan man kan øge anvendelsen, bruges dele fra en metode udviklet af verdens største leverandør af GIS-enterpriseløsninger, Esri. Metoden blev præsenteret på Esri User Conference 2013 i San Diego og fungerer som et rammeværk for, hvordan der kan laves IT-strategier baseret på GIS' enterpriseløsninger (Hendrickson og Sakowich 2013). Enterprise-rammeværket har sit udgangspunkt i, at Esri eller Esri's partnere tager kontakt til kunder og gennemfører en analyse med henblik på at sælge produkter fra Esri's portefølje. Tilgangen er en smule anderledes fra tilgangen i dette specialeprojekt. Her er fokus nemlig at undersøge, hvordan GIS-teknologien kan være med til at understøtte forretningen og udviklingen. Derfor anvendes kun dele af enterprise-rammeværket.

Rammeværket tager udgangspunkt i The Open Group Architecture Framework (TOGAF). TOGAF er et sæt af metoder og værktøjer til at assistere i IT-enterprise-arkitekturprojekter (The Open Group 2011). Netop IT-enterprise-arkitekturprojekter kræver, at man kommer rundt om alle relevante medarbejdere – ligefra GIS-medarbejderen, til IT-direktøren. Det er vigtigt at danne sig et overblik over, hvad der foregår i alle organisationens forskellige afdelinger.



Figur 10 - Esri's version af TOGAF's Architecture Development Method (Hendrickson og Sakowich 2013).

Det første skridt i Esri's TOGAF Architectur Development Method (vist i Figur 10) er kaldt Esri Enterprise Onsite Architecture Assesment (EEOAA). Her tager man ud til en organisation og laver en række sessioner, hvor der spørges ind til konkrete emner om organisationen, informationsflow og teknologiske aspekter, der bør tages hensyn til. Det er hensigten, at man her har kontakt til så mange lag i organisationen som muligt. Det vil sige, at man selvfølgelig har kontakt med de medarbejdere, som arbejder med GIS i det daglige, men også ledelsen af organisationen. Når man har kontakt til de forskellige medarbejdere, er det ifølge Hendrickson og Sakowich (2013) meget vigtigt at være opmærksom på det sprog, man taler. Når man sidder med GIS-brugeren, kan man tale om koordinatsystemer, Z-værdier, formater osv. Men det kan man ikke nødvendigvis, når man taler med ledelsen. Her er det det forretningsmæssige og politiske mindset, der bør arbejdes med. Konkrete eksempler på spørgsmål i denne afklarende fase er lagt i Bilag 1 (Hendrickson og Sakowich 2013). I løbet af EEOAA afdækkes organisationens forretningsarkitektur, informationsarkitektur og tekniske arkitektur, som vist i Figur 10. På denne baggrund skal man så komme op med nye løsninger

som forbedrer organisationens løsning. De øvrige stiplede cirkler i Figur 10 er implementationsfaserne, som kan gennemføres, når afdækningen er foretaget. I dette specialeprojekt fokuseres der på at afdække, hvordan GIS-brugeren anvender GIS. I afsnittet "Use cases", vil det blive beskrevet, hvordan disse undersøgelser vil blive udført. De tre arkitekturtyper fra Figur 10 vil løbende blive beskrevet via de forskellige use cases, samt via resultat afsnittet "Et billede af GIS i Rambøll i dag". Dette vil afføde et produkt, som en ledelse bør tage op og eventuelt ændre dele af IT-strategien.

Et godt udgangspunkt for, at de forretningsmæssige og strategiske behov går op i en højere enhed for en ledelse, er ifølge Hendrickson og Sakowich (2013) at finde strategiske funktioner i det daglige arbejde. Altså processer eller arbejdsopgaver, som er så fundamentale, at de bruges horisontalt i organisationen. Netop de horisontale muligheder, som GIS giver systemarkitekter, er ifølge Tomilson (2007) en af de helt store fordele ved GIS. Det kan for eksempel være baggrundskort eller online redigering af specifikke data, som bruges af flere brugere til at udføre forskellige opgaver i en organisation. I et eksempel fra byen Charlotte, USA, viste Hendrickson og Sakowich (2013) via matrixen i Figur 11, hvordan de samme fem funktioner horisontalt blev brugt på tværs af organisationen i 12 forskellige forvaltninger. På dette tidspunkt havde man ikke en overordnet strategi for brugen af GIS og geodata, men EEOAA var med til at generere matrixen, som gav et godt overblik til det videre arbejde med strategiprocesen.

City of _____ Business Workflow Matrix												
Common Business Functions	BSS - IT	SWS	NBS	Plan	CATS	CDOT	EPM	Aviation	CMU	Fire	Police	WAM
Data Management	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Basemap	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Address Verification	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
County Interface	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reporting	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figur 11 - Workflowmatrix for byen Charlotte, USA (Hendrickson og Sakowich 2013)

Som tidligere nævnt, tilpasses Esri's enterprise rammeværk, da vi i dette tilfælde vil kigge på organisationen indefra. Vi kommer altså ikke udefra med salg for øje. Elementer af Esri's enterpris- rammeværk kan dog anvendes i dette specialeprojekt. Det er helt nødvendigt at komme rundt i organisationen for at undersøge, hvordan man i dag anvender GIS. Til denne del er det valgt at anvende Use case-metoden. Denne metode vil blive beskrevet i næste afsnit. Samtidig er matrixen fra Figur 11 et godt redskab til at kunne finde de fællesmængder, som vil kunne påvise de horisontale fordele ved GIS. Denne vil forsøges udledt på baggrund af en spørgeskemaundersøgelse foretaget i Rambøll i sensommeren 2013.

Use cases

For at kunne forstå den enkelte brugers behov, må man observere brugeren i brugerens eget miljø, hvor de gør, hvad de plejer at gøre. Det giver en meget stærk indsigt i brugerens arbejdsgange, udfordringer og behov. Dette er hjørnesteinen i use case-metoden. Metoden kan dog også kritiseres. Alene tilstedeværelsen af en observatør kan være nok til, at den observerede bruger udfører sine opgaver anderledes (Kujala 2010). Derudover kan det være svært at omsætte de indsamlede resultater til egentlig brugbar viden, der kan konkluderes på. Use case-metoden er en beskrivelse af en observation af det, der sker, når en bruger interagerer med et system (A. Cockburn 2006). I det følgende vil det blive beskrevet, hvordan en use case opbygges.

By recording all the ways our system is used we accumulate all the goals or requirements of our system. Sådan forklarer Cockburn (2006), hvordan use cases kan anvendes til at forstå hvilke behov, der er til systemer. En use case er en beskrivelse af en interaktion mellem et system og dets bruger i relation til et mål. Use casen kan herefter bruges som middel til en diskussion af, hvordan systemet anvendes og bør anvendes.

Der findes forskellige use case-tilgange. Den mest anvendte er den målorienterede, hvor use casen bliver skabt med det formål at skabe et system på baggrund af use casen. Use casen bliver brugt til at specificere relevante konkrete arbejdsopgaver, som et system som minimum skal kunne understøtte. Den målorienterede use case hjælper dels leverandøren af systemet til at forstå de behov, som slutbrugeren har, dels er use cases et stærkt redskab, når det skal undersøges, om et nyt system lever op til kravspecifikationen ved et projekts afslutning (A. Cockburn 2002).

En bruger af et system kan være repræsenteret i flere forskellige use cases med forskellige arbejdsopgaver. For eksempel kan brugeren "Trine" have forskellige arbejdsområder og har derfor flere forskellige roller. I disse tilfælde vil der skulle laves flere use cases på samme bruger. Det er nemlig selve brugen af systemet, der er i centrum – ikke nødvendigvis brugeren. Hvis ensartet brug registreres flere steder, vil der kun blive skabt én use case på denne baggrund (A. Cockburn 2002).

Use cases bruges i dette tilfælde til at forklare arbejdsrutiner hos enkelte brugere. Dette gøres ved at undersøge brugen af systemer for at kunne identificere, hvordan systemerne bruges i dag, og hvordan systemerne kan bruges bedre.

Til selve udførelsen af de enkelte use cases er der blevet udviklet et use case-skema, der er blevet udviklet med inspiration i Tomilsons (2007) IPD som blev beskrevet i afsnittet om Tomlinsons metode under trin 4. Beskriv informationsprodukterne". Tomlinsons (2007) IPD er meget konkret, da denne i det senere implementeringsforløb skal fungere som kravspecifikation. Dette er ikke formålet med dette specialeprojekt, da vi i højere grad ønsker at få en forståelse for, hvordan GIS anvendes med henblik på at undersøge om det kan anvendes anderledes. Skemaet begynder med praktisk information som dato, navn, stillingsbetegnelse og afdeling. Disse informationer er gode at have nedskrevet, så man efterfølgende kan redegøre for, hvem man har snakket med og hvornår. Herefter er der et felt til udfyldelse, der hedder software. I dette felt udfyldes hvilke GIS-relevante softwareprodukter, brugeren anvender. Eventuelt også hvorfor præcis disse produkter anvendes. På denne måde kan man danne sig et indtryk af hvilke præferencer, de enkelte brugere har i forhold til GIS-software. Det kan også være, at brugeren udfører nogle bestemte arbejdsopgaver i et system, da andre systemer ikke kan dette, men i virkeligheden foretrækker at arbejde i et helt andet system.

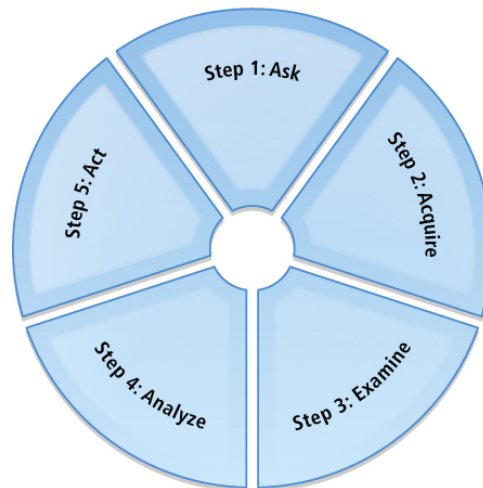
Feltet data udfyldes for at få et indtryk af, hvilke data der anvendes. Herunder hvordan data anskaffes og opbevares. Dette vil give et indtryk af, om der er nogle typer af data, der bruges på tværs af organisationen. I forlængelse af anvendt data er baggrundskort et felt for sig selv. Baggrundskort bruges i næsten alle leverede kortprodukter. Formålet med dette felt er at kunne starte en diskussion af, hvordan organisationen kan få større gavn af et designet baggrundskort.

Det sidste felt på use case-skemaet hedder arbejdsgange. Her beskrives de observerede arbejdsgange, som brugeren introducerer. Arbejdsgangens hovedformål bør introduceres, og herfra skal den eller de konkrete GIS-arbejdsgange, som medarbejderen anvender, beskrives. Den anvendte kladde til use case-skemaet findes i Bilag 2.

The geographic approach (TGA)

På baggrund af de udvalgte use cases anvendes en metode til at forbedre den nuværende arbejdsgang. Metoden kaldes "The geographic approach" (TGA) og fungerer som et holistisk overblik af et GIS-projekt. Først handler det om at definere problemstillingen, så fremskaffes de nødvendige redskaber, som kan anvendes til at løse problemstillingen, derefter udføres løsningen, og til sidst præsenteres resultaterne (Pogodzinski og Kos 2013). Helt konkret indeholder TGA fem trin som beskrives i dette afsnit. TGA er specielt godt dokumenteret i to kilder: Pogodzinski og Kos (2013) samt Artz og Baumann (2009). Den følgende beskrivelse henter sin inspiration fra disse kilder.

Five Steps of The Geographic Approach



Figur 12 - TGA's fem trin: Ask, Acquire, Examine, Analyze og Act.

Ask

Som beskrevet flere gange tidligere i dette metodeafsnit bør der laves en undersøgelse af eksisterende GIS-brugere. Som Hendrickson og Sakowich (2013) fortalte er det vigtigt at denne undersøgelse udføres ved at snakke samme sprog som brugeren. Dette er et vigtigt trin, da det skal danne fundamentet for de øvrige trin. Man indføres i problemstillingen og skal allerede på dette stadie gøre sig klart, hvilke variable der er. Dette svarer til udførelsen af use case-interviewet. En opsummering af de resultater, der kommer fra use case interviewet, præsenteres her.

Acquire

Når problemstillingen er klarlagt i første trin af TGA, er det næste mål at undersøge, hvad der tidligere er blevet lavet af lignende projekter, samt overveje om der er nogle elementer, man skal være opmærksom på.

Examine

Når det er undersøgt, om der er andre, der har lavet noget lignende tidligere, udvikles en metode til at løse problemet. Udviklingen af metoden skal tage sit udgangspunkt i den beskrevne use case og trække på de erfaringer, der er fundet fra det tidligere trin. Metoden vurderes og gennemgås for at sikre, at den fungerer optimalt.

Analyze

Efter at have tjekket metoden kan det analyseres, om metoden kan optimeres endnu mere. Det kan for eksempel være en automatisering eller et perspektiv, som kan gøre løsningen endnu mere valid.

Act

Til sidst kan den endelige analyse eller metode udføres eller implementeres. Denne del er taget ud af dette specialeprojekt.

Pogodzinski og Kos (2013) anvendte metoden på samme måde, ved at lade en række forskellige forretningsopgaver teste ved hjælp af TGA i forskellige brancher. For eksempel anvendtes metoden til at teste om GIS var egnet til at udpege vækstområder i en stat i USA. TGA blev anvendt og det blev vist at både metoden og GIS var velegnet til formålet.

Metodekritik

I dette specialeprojekt vil der altså fokuseres på EEOAA-delen af Figur 10 ved brug af use cases. Derefter vil TGA blive brugt til at foreslå løsningsforslag på baggrund af de problemstillinger, som er fundet ved de forskellige use cases. Tomlinsons metode (2007) er den metode, der som helhed kommer tættest på at opfylde kravene til en metode. Dog er der problemer med at anvende metoden til fulde i sammenhæng med dette specialeprojekt. Tomlinsons (2007) mål er at give en GIS-administrator i en hvilken som helst organisation en metode til at planlægge, undersøge og implementere GIS i en organisation. Både for organisationer, der allerede har GIS, men også for organisationer, der slet ikke har berørt GIS-tidligere. Metoden i dette specialeprojekt skal kunne undersøge, hvorfor og hvordan GIS anvendes i dag, hvor udfordringerne ved GIS ligger samt hvordan anvendelsen kan øges. Forskellen består altså i, at hvor Tomlinson (2007) er meget praktisk implementeringsorienteret, er målet med dette specialeprojekt at undersøge mulighederne for GIS i en specifik branche. Metoden kan derfor ikke være helt den samme som Tomlinsons (2007). Den valgte metode i dette specialeprojekt adskiller sig også på en anden fundamental måde. En vigtig del af Tomlinsons (2007) metode handler om, at man optimalt bør undersøge alle medarbejderes arbejdsgange. Der kunne sidde medarbejdere, som kunne få stor gavn af at anvende GIS, men ikke er klar over de muligheder, som ligger i GIS. Derfor mangler metoden i dette specialeprojekt fokus på de potentialer, der ligger i at få nye brugere i en rådgivende ingeniørvirksomhed til at anvende GIS.

De modifikationer, der er foretaget, er gjort med referencer til andre kendte metoder. TGA er for eksempel en meget veldokumenteret metode. Metoden er en fremgangsmetode til at løse en konkret klassisk GIS-problemstilling. I dette specialeprojekt anvendes metoden lidt anderledes, da den også anvendes til at løse andre problemstillinger end de klassiske GIS-problemstillinger. Metoden anvendes til at finde "best practice" indenfor relativt forskellige problemstillinger – ikke kun klassiske GIS-problemstillinger. Der kan være problemer med at anvende en metode på en måde som metoden ikke oprindeligt var tilsigtet. Dette vil blive diskuteret i kapitlet "Diskussion". Use case-metoden og dele af EEOAA smelter i det endelige metodevalg sammen. Dette gøres da EEOAA ikke kan anvendes fuldt ud i dette specialeprojekt, ligesom det var tilfældet med Tomlinsons metode (2007).

Tomlinson (2007) er udgivet af Esri press. Det er flere af de øvrige kilder til dette metodekapitel også. At det primært er Esri's metoder, der anvendes, skyldes, at Esri i høj grad publicerer deres metoder. En af grundene til denne åbenhed er, at eksterne kan anvende de samme metoder. Ikke nødvendigvis for at promovere Esri's produkter, men i lige så høj grad for at promovere brugen af GIS generelt. Det kan diskuteres, om resultaterne vil være påvirkede af, at det primært er Esri's metoder, der er valgt, men da Esri's metoder har været bedst dokumenterede, så er det altså disse, der primært arbejdes med.

Resultater

Der er igennem en periode på halvanden måned blevet udført use case-studier og -interviews med en række medarbejdere i Rambøll Danmark. Use case-studierne er blevet udført med medarbejdere, som arbejder med GIS i det daglige. De konkrete medarbejdere er blevet udvalgt efter samtale med afdelingsledere. Under use case-interviewet er der udfyldt det skema, som blev præsenteret i metodeafsnittet om Use cases. De forskellige udfyldte use case-skemaer kan findes i deres fulde form i Bilag 3. På baggrund af disse fem use case-skemaer, er der udvalgt fire eksempler. Disse indeholder en gennemgående forståelse af nogle af de tiltag, som de enkelte medarbejdere påpegede. Derfor vil man ved gennemlæsning af use case-skemaerne i Bilag 3 se, at flere elementer i de forskellige use cases ligner hinanden. Før de udvalgte use cases præsenteres, vil der først blive optegnet et billede af, hvordan GIS tager sig ud i Rambøll Danmark i dag. Afsnittet er skrevet på baggrund af samtaler med afdelingsleder i Rambøll Danmark Bo Grave.

Et billede af GIS i Rambøll i dag

Rambøll har i dag en række licenser til en række forskellige GIS-software. GIS anvendes i alle de forskellige fagområder i større eller mindre grad. Fælles for GIS-softwaren er, at de løbende er blevet indkøbt af forskellige kontorer, når behovet for et GIS-software er opstået. Udviklingen af GIS i Rambøll er styret af den projektorienterede tilgang, som virksomheden har til de indkomne opgaver. Det vil sige, at GIS-licenser er blevet indkøbt til et projekt og derpå faktureret det konkrete projekt. De forskellige licenser opbevares nu på - og bliver distribueret fra - en central licensserver.

GIS har altså udviklet sig lokalt og er derfor lokalt rodfæstet. GIS-kompetencerne er til forskel fra GIS-licenserne stadig organiseret lokalt i de enkelte afdelinger. Det betyder, at de enkelte afdelingers kompetencer inden for GIS befinder sig helt tæt på slutbrugeren, hvilket kan være fordelagtigt i mange sammenhænge. Omvendt kan det også virke hæmmende på den enkelte medarbejders udviklingsmuligheder ikke at have de nødvendige specialiserede kompetencer tæt på. Inden for CAD har Rambøll Danmark en support bestående af seks CAD-specialister. En tilsvarende support for GIS er højst sandsynligt nødvendigt, dog med den forudsætning, at man vurderer, at der er projekter nok til, at man kan udlægge udgifterne til en support på de enkelte projekter.

Data organiseres af de enkelte medarbejdere eller afdelinger. Der er ikke en fælles database med geodata. Man har dog Ramkort, som er en intern portal, der trækker på diverse services udefra. De enkelte brugere kan mod betaling bestille geodata-udtræk herfra. Herudover bliver alle projektdata gemt sammen med alle projektdokumenter og projektkorrespondancer. Heriblandt kan der ligge geodata, som er anvendt undervejs i et projekt.

Use cases

I det følgende er de enkelte use cases beskrevet og analyseret ved hjælp af TGA. TGA bliver anvendt til at udføre en analyse af, hvordan den enkelte use case-problemstilling kan forbedres. Det sidste trin i TGA Act vil ikke blive berørt, da man ved dette trin rent faktisk skal implementere ændringerne. De fire udvalgte use cases er valgt, da der i skitseringen af problemstillingerne i netop disse use cases kunne identificeres umiddelbare forbedringstiltag. Disse udgangspunkter i de forskellige tiltag varierer fra kompetencer til bedre datahåndtering. Disse tiltag vil blive diskuteret i kapitlet "Diskussion".

Use case 1: "Projektering af tracé (fjernvarmerør)"

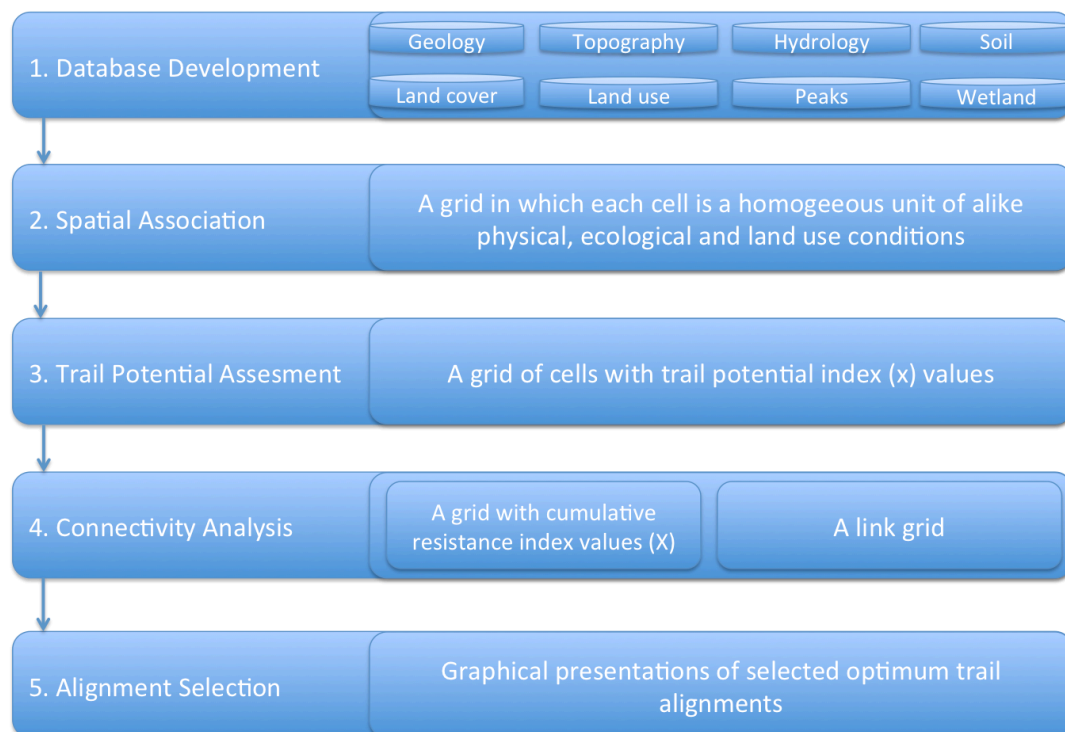
Ask

I Energi arbejder man blandt andet med projektering af større rørledninger til blandt andet fjernvarmerør. En større rørledning giver ekspropriationsret. Man forsøger derfor at lægge rørledningerne, så man ender med at ekspropriere så lidt som muligt. Dette gør man ved at undgå, at rørledningen krydser for mange matrikler. Helt konkret indlægges matrikelgrænser og tekniske grundkort i CAD, hvorpå rørledningsforslaget indtegnes i CAD med frihånd. CAD anvendes i denne del af forløbet, da det ifølge brugeren er lettere at optegne den slags i CAD-software, end det er at optegne det i GIS-software. Resultatet er en linje løbende mellem to definerede punkter. Når linjen er indtegnet i CAD, eksporteres den til en Shape-fil og åbnes i Danmarks Arealinformation (Offentligt tilgængeligt web-GIS). Her undersøges det visuelt, om den valgte rørføring kolliderer med Natura2000, Fredsskov, Grundvandsboringer, fredede områder, fredede fortidsminder eller jordforurening. Alle lagene ligger i Danmarks Arealinformation. Hvis rørledningen kolliderer med et af disse lag, må udkastet til en tracé ændres i CAD, og arbejdet gentages forfra. Herefter vil man igen skulle eksportere til Shape og importere til Danmarks Arealinformation, og endelig tjekke resten af tracéet. Efterfølgende findes BBR-oplysninger på eventuelt berørte matrikler via DAI. Brugeren er klar over, at arbejdet kan laves smartere, men mangler en faglig sparring til, hvordan det kan gøres.

Acquire

Denne use case beskriver en manuel arbejdsgang, som muligvis kan effektiviseres ved at automatisere processen. Det såkaldte tracé indtegnes manuelt, hvor der tages højde for en række forskellige geografiske forhold, der i forvejen er kortlagt. GIS har flere gange tidligere vist sig nyttig til netop denne form for analyse. Xiang (1996) brugte GIS til at finde den mest

optimale vej til en sti i en statspark i North Carolina. Der blev defineret en række forhold som man mente havde en indflydelse for vandrende i parken. I Figur 13 vises modellen til at finde den bedste sti for vandrende i nationalparken på baggrund af de identificerede indflydelser. Xiang (1996) har i Figur 13 indsat Esri's rasterfilformat Grid i figuren. Det vil sige, at der med Grid i Figur 13 menes raster. Analysen kan kaldes for en analyse af den korteste vej (eng. Shortest Path) på baggrund af en forudgående multikriterieanalyse.



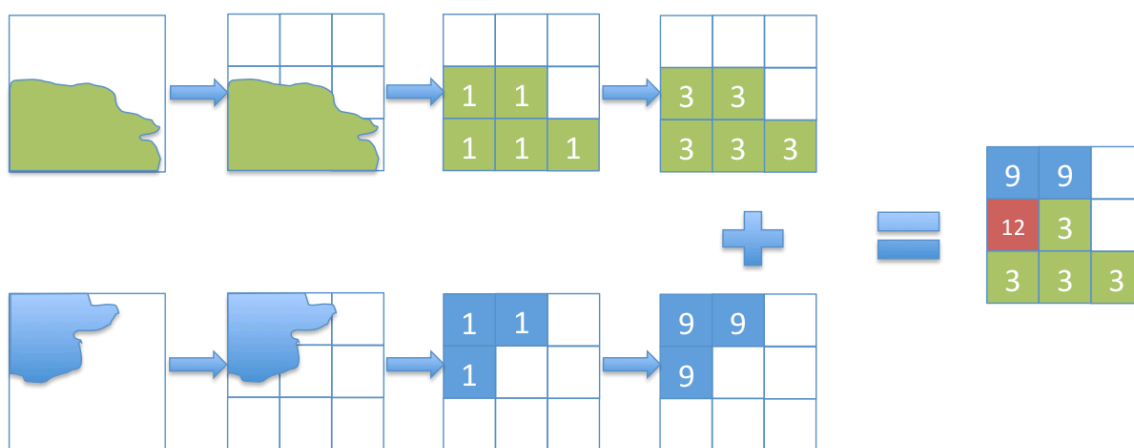
Figur 13 - Model til at generere forslag til nye stier i en nationalpark. Modellen inddrager flere kriterier (Xiang 1996).

Balstrøm (2002) viste også, hvordan man ved hjælp af en multikriterieanalyse kunne finde den mest omkostningseffektive vej for at inspicere 16 regnmålere i et område på Færøerne. Der indlagdes forskellige friktioner alt efter hvor stejl en hældning, der var identificeret i de enkelte celler. For hældninger over 30 % blev der indlagt en så stor friktion, at disse celler helt blev undgået. Formålene med disse to omtalte eksempler er ikke de samme, men de viser, at den anvendte metode med fordel kan anvendes til at finde den bedste vej mellem to definerede punkter til en ny tracé.

Examine

I Figur 13 vistes det, at det første, der skal være på plads til analysen, er de relevante data. Til formålet med at finde forløbet for en ny tracé bliver lagene Matrikelkort, Natura2000, fredsskov, grundvandsboringer, fredede områder, fredede fortidsminder samt jordforurening anvendt. Når alle data er på plads, konverteres de til flere homogene rasterdatasæt med en

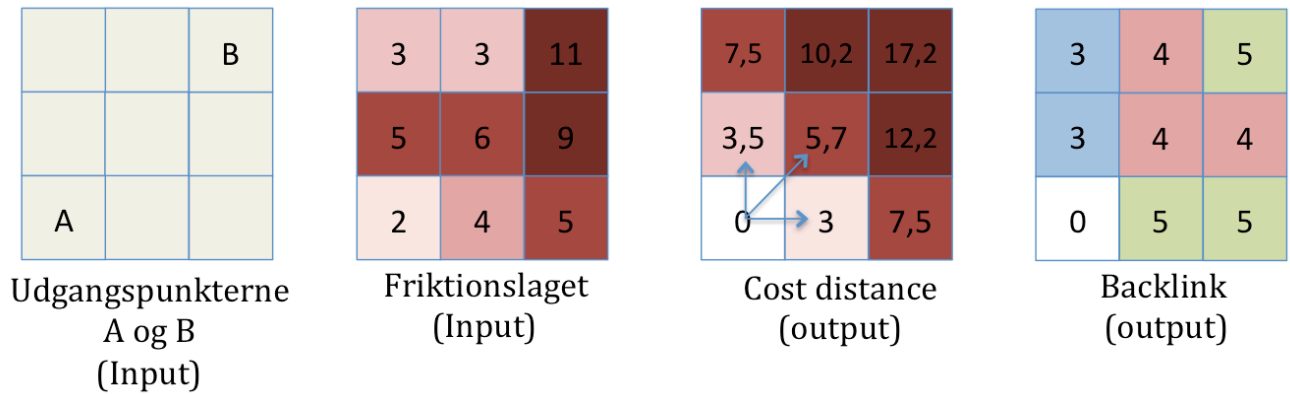
værdi for hvor lidt eller hvor meget, man vil gå igennem en celle, svarende til niveau to på Figur 13. Hvis et datasæt har flere relevante klasser, for eksempel forskellige underlagstyper som "asfalt" og "græs", kan hver klasse få tildelt en specifik værdi. Hvis der kun er én klasse i et datasæt, for eksempel "skov", får områder med skov en specifik værdi, og områder uden skov vil blive klassificeret som "NoData". NoData påsættes alle celler, der ikke har en værdi og fungerer i praksis som en barriere (Mitchell 1999). Under konversionen til et friktionsraster skal det sikres, at alle celler er georefereret ens, og at de har samme opløsning. Opløsningen – altså cellernes størrelse i analysen – er et emne, som ikke vil blive diskuteret nærmere her. Der henvises til Heywood, Cornelius og Carver (2006) for en videre diskussion af valg af opløsning. Det tredje niveau i Figur 13 går ud på, at der skal ske en transformation af de forskellige rasterdatasæt. Det sker ved, at de homogene værdier konverteres til de valgte vægtninger for de enkelte kriterier. For eksempel kan en celle som indeholder en fredsskov få en uendelig høj værdi i friktion for at sikre, at tracéet ikke kan komme igennem denne celle. I det fjerde niveau akkumuleres de forskellige vægtede datasæt i et nyt datasæt, således at det nye datasæt indeholder samtlige vægtede friktionsværdier. I Figur 14 er et eksempel på skabelsen af et friktionsdatasæt. Eksemplet har to vektordatasæt som input. Der kan naturligvis være mange flere input med datasæt af forskellig type. Det bemærkes, at vægtningen er skabt sådan, at man tre gange hellere vil køre igennem et grønt område (Med friktionsværdien 3) end et blå område (Med friktionsværdien 9). Konversionen fra vektor til raster vil ikke blive omtalt nærmere her. Der henvises til Heywood, Cornelius og Carver (2006) for en videre beskrivelse og diskussion om konvertering fra vektor til raster.



Figur 14 - Eksempel på hvordan et friktionsdatasæt skabes af to (eller flere) vektordatasæt. De tomme felter betragtes som NoData, og det vil forblive sådan under hele analysen.

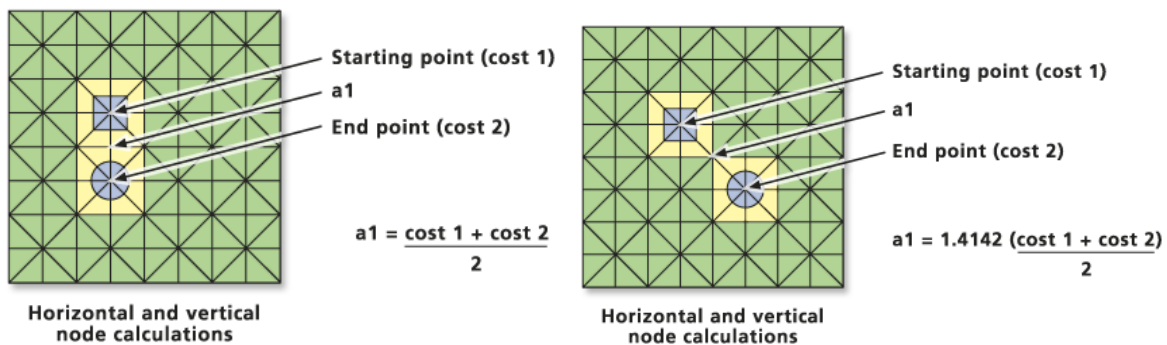
Når friktionslaget er skabt, skal der ifølge Figur 13 niveau 4 laves et link Grid (link raster). Dette gøres ved at tage friktionslaget og udregne en værdi for, hvor meget det koster at gå fra en celle til en anden fra en udgangscelle. Hver værdi skrives ind i et nyt raster, og herfra kan

der laves en funktion af den korteste vej mellem to punkter (Mitchell 1999). Helt konkret foregår det ved, at der udfra de to lag, kaldet "Udgangspunkt A" og "Udgangspunkt B" samt "Friktionslaget" i Figur 15, skabes to nye lag.



Figur 15 - Input og output i ArcMaps Cost distance funktion.

Det ene lag, "Cost Distance" summerer den kost, det koster at gå fra udgangspunktscellen A's midte til næste celledes midte. Hvis to summeringer mødes i en celle, vil det være den celle med lavest summeret kost, som fortsætter. Der er både muligt at gå til siden og diagonalt. Når funktionen bevæger sig horisontalt og vertikalt, udregnes den totale kost til a1 som vist i Figur 16.



Figur 16 - Beregning af Cost Distance. Til venstre er det ved bevægelse horisontalt og vertikalt. Til højre er de ved bevægelse diagonalt (Esri 2012).

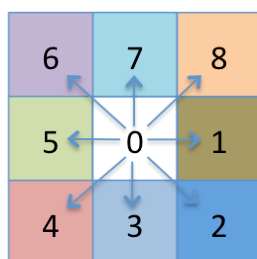
Hvis der i forvejen er en akkumuleret kostværdi, lægges denne til formlen til venstre i Figur 16, så formlen for de horisontale og vertikale bevægelser kommer til at se således ud (Esri 2012):

$$accum_{cost} = al + \frac{cost1 + cost2}{2}$$

Når funktionen bevæger sig diagonalt, lægges denne til formlen til højre i Figur 16, så formlen kommer til at se således ud (Esri 2012):

$$accum_{cost} = al + 1,4142 \frac{(cost1 + cost2)}{2}$$

Det andet lag som er vist som output i Figur 15 er Backlink. Dette lag fortæller hvilken retning for hver celle fra cost-distance-laget, der har den mindst akkumulative celleværdi. Den konkrete retningsværdi bestemmes ud fra et fastlagt retningsdiagram vist i Figur 17.



Backlink retningskoder

Figur 17 - Retningskoder for backlink output.

Anvendes eksemplet fra Figur 15 kan det ses, at retningen mellem de forskellige cellers midte ser således ud: $\leftarrow \swarrow \downarrow$. Den samlede friktion er den akkumulerede værdi i "Udgangspunkt B" som er 17,2. Dette tal er dog ikke relevant i forhold til dette projekt, hvor vi har reallive friktionsværdier og ikke skal/kan anvende selve værdien til noget. Vi er blot interesserede i at vide, hvor friktionen er mindst.

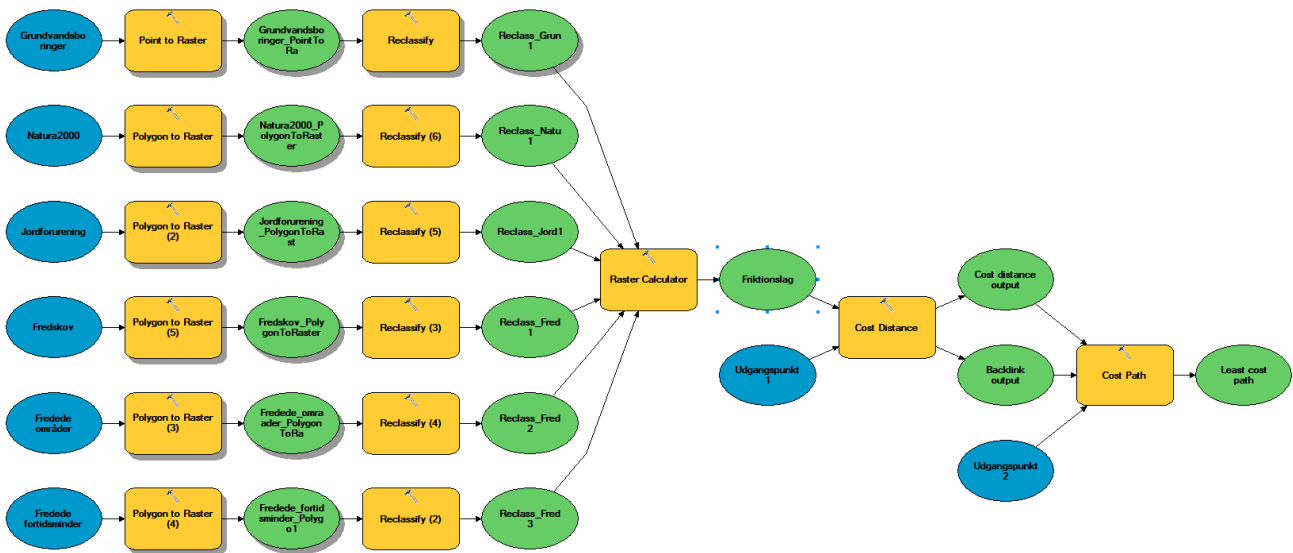
Analyse

Denne anvendte analyse er fundet meget egnet til behovet beskrevet i denne use case. Netop søgning på tværs af flere lag, der vægtes mod hinanden, er relevant i problematikken. Arbejdet kan synes en anelse omstændeligt med mange funktioner i brug. Derfor vil der være behov for en automatisering af arbejdsgangene før fordelene for use casen bliver store nok til, at man vil ændre arbejdsmetode. Optimalt vil man skulle kunne indlægge et startpunkt og et slutpunkt for hele analysen, og derpå vil man kunne få en eller flere foreslåede ruter.

Forskellige typer GIS-software tilbyder forskellige løsninger på denne type automatisering. I Esri's ArcGIS miljø findes et værktøj kaldet ModelBuilder. ModelBuilder er en applikation, der kan bruges til at skabe, redigere og køre modeller. Modellerne er workflows, som forbinder

forskellige værktøjer fra ArcGIS (Pogodzinski og Kos 2013). For nærmere dokumentation af ModelBuilder henvises til Esri (2011). I Figur 18 findes et eksempel af en model fra ModelBuilder. I eksemplet er netop den omtalte analyse opstillet. I det følgende vil Figur 18 blive gennemgået.

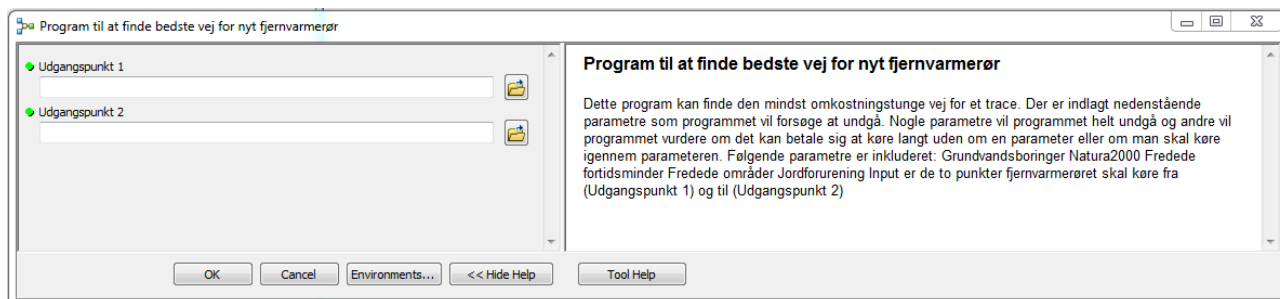
Ovalerne i Figur 18 repræsenterer datasæt. De blå ovaler er originale datasæt, og de grønne ovaler er bearbejdede datasæt. Firkanterne repræsenterer funktioner som udøves på de forskellige datasæt. Fra venstre side af modellen indlægges først de relevante lag. Herefter konverteres fra vektor til raster og vægtes i forhold til hinanden i funktionen "Reclassify". Nu fremstår data homogene og er klar til at blive kørt sammen. Dette gøres med funktionen "Raster calculator", som lægger de forskellige vægtninger sammen til et lag kaldet "Friktionslag". Funktionen "Cost Distance" køres med "Friktionslag" og "Udgangspunkt 1" som input. Funktionen "Cost Distance" skaber på baggrund af de to input, to nye lag, som forklaret i forrige afsnit. Det ene output kaldes "Cost Distance Output". Dette lag er den akkumulerede friktion, som det koster at gå fra "Udgangspunkt 1" (altså afgangspunktet) og væk fra denne. Det andet output-lag hedder "Backlink Output". Dets værdi blev vist i Figur 17. På baggrund af disse to output og "Udgangspunkt 2" (altså destinationen) kan man via funktionen "Cost Path" finde "Least cost path", som er den vej med mindst friktion mellem de to punkter. "Cost Path" anvender "Backlink Output" til at finde retningen fra hver celle, og den akkumulerede friktion bruges til at finde, hvor meget den samlede tur koster.



Figur 18 - Forslag til, hvordan ArcGIS's ModelBuilder kan bruges til at finde den bedste vej for et fjernvarmerør.

ModelBuilder indeholder mange forskellige muligheder, der gør det muligt at løse meget komplicerede arbejdsgange på en simpel og overskuelig måde. ModelBuilder har for eksempel mulighed for at opsætte gentagelser. Det er også muligt at eksportere en model til

programmeringssproget Python og på denne måde kunne inddrage nogle af alle de funktioner og udvidelsesmuligheder, der ligger i Python (Pogodzinski og Kos 2013).



Figur 19 - Brugerflade med definerede inputmuligheder til modellen i Figur 18.

ModelBuilder har også en facilitet, der gør det muligt at definere en række parametre som input. Denne mulighed kan anvendes til at lave et brugerinterface med de felter, som man vil have en slutbruger til at skulle definere, før modellen køres. I Figur 19 er et eksempel på en brugerflade sat op på baggrund af modellen i Figur 18. Her er det valgt, at der skal være to inputparametre, og at det skal være de input, som i modellen er kaldet "Udgangspunkt 1" og "Udgangspunkt 2". Til højre i vinduet er skrevet en hjælpetekst, som beskriver, hvad dette program gør, og hvad der skal indsættes i inputfelterne. Dette brugerinterface virkede ved kørsel. Man kan selvfølgelig altid diskutere hvilke parametre, slutbrugerens skal have adgang til. For eksempel vil en udvidelse, hvor slutbrugerens selv kan angive vægtningerne, være en mulig relevant udvidelse.

Denne use case har haft sit fokus på at beskrive at arbejdsopgaver i GIS kan forbedres og effektiviseres. Om ovenstående idéer rent faktisk vil være en fordel, undersøger dette specialeprojekt ikke. Det vigtige har været at vise, at man i GIS kan automatisere arbejdsgange.

Use case 2: "Bedre og lettere adgang til data"

Ask

GIS-medarbejdere i Energi har sine egne datakartoteker. Det vil sige, at data enten downloades fra forskellige ressourcer eller genbruges fra medarbejderens eget filsystem. I nogle tilfælde opdaterer medarbejderen blot data i sit eget kartotek, når "man synes, at det er noget tid siden sidst". Der er en holdning, der viser, at der sker for få ændringer i data, til at man behøver at opdatere data hver dag. Web Services virker for ustabile, og derfor vil man hellere have data lokalt. Lignende forhold ift. data er fundet i samtlige af de tre undersøgte afdelinger: Miljø, Transport og Energi. Et eksempel fra Transport var download af data fra Rejseplanen.dk. Dataet er gratis, men det kræver, at man er blevet oprettet som bruger. Data

downloades i formatet .csv (Comma Separated values). Medarbejderen konverterer den downloadede .csv fil til .shp (Shape) således, at den kan bruges til analyse i Esri's ArcMap. Herefter gemmes en kopi på et i afdelingen lokalt drev. Dette gøres i håb om, at kollegaer kan få gavn af de bearbejdede data. Men han tvivler på, om der er nogen af hans kolleger, der er opmærksomme på, at data ligger der.

Acquire

Der er store potentialer i at kunne dele data på tværs i organisationer. Stachowicz (2004) identificerede en række afledte effekter efter, at man i Londonbydelen Ealing udviklede en såkaldt "Intranet-based GIS application" (Stachowicz 2004). Hovedudfordringen havde tidligere været at "(...) *each department had its own set of data in various versions and copies and little exchange of data and information between the departments took place.*" (Stachowicz 2004, s.2)

Men med Ealings "Intranet-based GIS application" begyndte de forskellige afdelinger at dele data på tværs af bystyret. Det skete ifølge Stachowicz (2004), fordi den enkelte medarbejder blev opmærksom på de fordele, der kunne ligge i at dele egne data med andre. Overordnet set steg endvidere samarbejdet på tværs af afdelingerne, fordi man nu blev opmærksom på dels, hvad andre afdelinger lavede, dels, hvad egne data blev brugt til andre steder.

Beslutningstagere fik også et bedre grundlag for at tage beslutninger. Uddannelsesafdelingen i Ealing planlægger blandt andet skoleruter. Denne arbejdsopgave er et af de eksempler, som Stachowicz (2004) fremhæver. Man havde nu et meget større datagrundlag til at finde skoleruterne end tidligere grundet den bedre tilgængelighed af eksisterende data. I et andet eksempel har man kombineret parkeringsafdelingens data om, hvor de har overvågningskameraer, med vejsidetræer. På denne måde kan man udpege de træer, som potentielt begrænser overvågningskameraenes udsyn, og sende medarbejdere ud for at beskære dem.

Servicen til borgerne er også blevet markant forbedret. Tidligere skulle man som borger indhente informationer fra flere afdelinger, når man for eksempel ville lave en byggesagsansøgning. Med "The Intranet-based GIS application" blev det muligt for borgerne at finde informationerne ét sted. En lettelse for borgerne, men også for medarbejderne i Ealing, som oplevede en nedgang i borgerhenvendelser (Stachowicz 2004).

Stachowicz (2004) konkluderer, at deling af data på tværs af en organisations afdelinger medfører et væld af muligheder og mulige synergier. I første omgang kan det være svært at identificere konkrete fordele og idéer, men når først brugerne begynder at blive opmærksomme på de øvrige data, der er tilgængelige, vil de i høj grad benytte dem.

Behovet for at kunne dele data og let tilgå data er identificeret i denne use case, hvor en af brugerne rent faktisk udtrykker et ønske om at kunne dele data med sine kollegaer. De øvrige brugere, som også er identificeret i use case 2, vil langt hen ad vejen også kunne få gavn af en større intern deling af data. For eksempel vil man kunne få gavn af, at data ikke ligger lokalt på egne drev og harddiske, men kommer fra en central kilde i organisationen. Denne idé tages op senere i denne use case.

Der kan drages en parallel til frikøbet af grunddata i Danmark (Regeringen og KL 2012). Ligesom i Ealing forsøger man at standardisere eksisterende data og lette tilgængeligheden til dem. Denne process vil skabe mere opmærksomhed om diverse datas eksistens, og på den måde kan borgere, virksomheder og myndighederne i højere grad anvende data. Håbet er, at der skabes vækst hos virksomhederne og en mere effektiv forvaltning hos myndighederne.

Frikøbet af grunddata har medført en udvikling af snitfladerne til de forskellige offentlige leverandører af grunddata, som skal gøre det lettere at anvende data. For eksempel er Geodatastyrelsens Kortforsyning i gang med at udvikle et koncept for download baseret på ATOM feeds (Kortforsyningen 2013). Traditionelt har større forbrugere af geodata downloadet et komplet sæt af landsdækkende data og lagt det ind i en lokal database til brug for lokale brugere. Dette har man herefter automatiseret, så de interne databaser er blevet opdateret en gang i døgnet eller en gang om ugen etc. Opdateringerne er typisk lavet om natten, da man ikke i den tid, databasen opdaterer, kan få adgang til data. Ved disse opdateringer er det samtlige data, der opdateres. For det landsdækkende matrikelkort alene betyder det, at 2,4 Gigabyte (Geodatastyrelsen u.d.) skal downloades hver nat. Hvis der er tale om 100 landsdækkende datasæt, der hver nat skal opdateres, vil opdateringerne tage tid. Hvis noget går galt, kan det betyde, at data ikke vil være tilgængelige i en periode. Med ATOM feeds vil det være muligt, at databasen kun opdateres med de ændringer, der er sket i data siden sidst. Det vil minimere den nedetid af databaserne, som man ellers ville have under opdatering.

Examine

For at sikre en struktureret brug og intern deling af data kræves der en platform til at understøtte dette. Hvis man ønsker at strukturere brugen af data, bør man opstille den nødvendige infrastruktur, der skal til. Dette vil bestå af en database med forskellige "basale data". "Basale data" vil for eksempel være Matrikelkortet, højdemodel, tekniske grundkort, FOTkort etc.². Disse data ligger til grund for mange arbejdsgange i en rådgivende ingeniørvirksomhed. Dette er specielt vist i use case 1, men også flere af de øvrige use cases. Det er vigtigt for brugerne, at data bliver vist hurtigt. Som det blev beskrevet i use casen, så virker WMS og WFS for langsomme til brug for analyse. Brugere ønsker hastigheder på

² Det vil kræve en større undersøgelse at finde ud af hvilke data, organisationen konkret har behov for. En sådan undersøgelse foretages ikke i dette specialeprojekt.

visning og analyse af data, der svarer til den, de har, hvis data ligger lokalt på computeren. Det stiller naturligvis høje krav, hvis man samtidig vil sikre, at brugerne bruger opdaterede data. Der findes forskellige løsninger på dette. Teoretisk set ville man kunne skrue op for den interne serverkræft og på den måde kunne forbedre performance hos den enkelte bruger. Hvis netværket er langsomt, vil det være en flaskehals, og man vil stadig opleve forsinkelser. Løsningen må være, at man via et produkt optegner det område, man vil arbejde inden for på et kort, og vælger de data, man vil arbejde med. Data bliver leveret fra en ofte opdateret database. Denne vil blive præsenteret senere i dette afsnit.

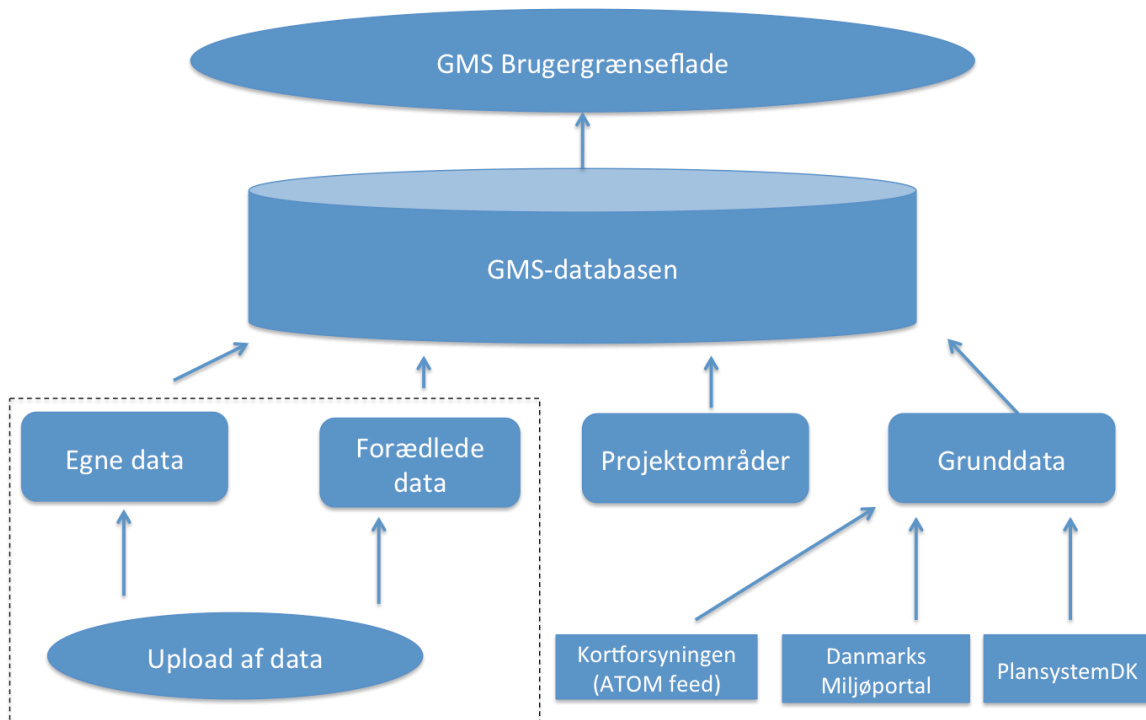
En anden side af datadelingen er det potentiale, der ligger i at dele projektdata internt i organisationen. Det vil sige at data der er indsamlet af miljøafdelingen i en måned skal kunne tilgås af energiafdelingen en anden måned. I Use case 4: "Prætilpassede projekter, vil vi også se, at kommuner i nogle tilfælde fremsender data i formater, som tager lang tid at konvertere. Hvis organisationen i forvejen ligger inde med disse data, vil man kunne spare mange konverteringer. På denne måde sikres genbrug af data. Overordnet set kan data kategoriseres i fire kategorier:

- Grunddata
 - Kilden: Det er typisk staten eller andre offentlige myndigheder, som leverer de basale data som matrikelkort, grundkort, vejnet osv. Kilden er flere forskellige offentlige leverandører, som Kortforsyningen, Danmarks Miljøportal og PlansystemDK. Derudover kunne FKG-data også overvejes, hvis det er tilgængeligt.
 - Geografisk udbredelse: Denne type datasæt er typisk landsdækkende og dermed også ret tunge.
 - Adgangsforhold: Man bør tilbyde en mulighed for at udvælge et specifikt område, man vil arbejde med data inden for.
- Egne data
 - Kilden: Her er organisationen selv kilden til data. For eksempel ved indsamling af data i felten.
 - Geografisk udbredelse: Disse data er typisk indsamlet i forbindelse med et projekt. Det vil sige, at data ikke overskrider projektets geografiske grænser. Der kan være tale om data for hele verden og data for et lille område.
 - Adgangsforhold: Adgangen til disse data bør åbnes op, så der er adgang til dem på tværs i organisationen. Det bør være muligt at udvælge et geografisk område, og på den måde se, hvad der findes af indsamlede data fra andre projekter i dette område.
- Forædlede data
 - Kilden: En medarbejder, som har modtaget et datasæt på for eksempel email. Kilden til datasættet kan både være en medarbejder hos en offentlig

myndighed, som ikke udstiller data via services eller til download. Det kan også være, at et datasæt er blevet forædlet af en medarbejder i organisationen. En forædling, som andre kan få gavn af.

- Geografisk udbredelse: Disse data er typisk indsamlet i forbindelse med et projekt. Det vil sige, at data ikke overskrider projektets geografiske grænser. Der kan være tale om data for hele verden og data for et lille område.
- Adgangsforhold: Disse data bør både kunne tilgås via et kort og via en oversigt. Via kortet skal man kunne lave en søgning, der går på "Hvad findes der af data inden for mit geografiske område". Via oversigten skal man kunne se alle tilgængelige data, katalogiseret på en overskuelig måde.
- Projektområder
 - Kilden: Ved oprettelse af et projekt med en geografisk dimension, oprettes en polygon, der indkrænser det område, som projektet arbejder inden for. Polygonet skal ud over egenskaben at være et polygon i en geografisk sammenhæng, også indeholde en attribut, hvor den rådgivende ingeniørvirksomheds projektnummer fremgår.
 - Geografisk udbredelse: Disse data afhænger af, hvor stort et givent projekt er. Det kan være alt fra en boldbane til at dække hele kontinenter.
 - Adgangsforhold: Disse data er til intern brug i den rådgivende ingeniørvirksomhed. Det betyder, at kun medarbejdere i virksomheden skal have adgang til disse data.

De fire kategorier inden for data lægger op til, at der skabes et miljø for dataudtræk internt i organisationen, som har mulighed for at rumme alle fire typer data. Miljøet vil blive kaldt Geodata Management system (GMS) og er vist i Figur 20.



Figur 20 - Geodata Management System (GMS)

GMS skal altså have mulighed for, at der kan ske upload fra brugere til databasen. Grunddata kommer, som tidligere omtalt, automatisk ind i databasen. Egne data og de forædlede data uploades løbende af brugerne. Fra databasen vil brugerne have adgang til data via en brugergrænseflade. Det vil være oplagt at opsætte denne brugergrænseflade som et web-GIS. I et web-GIS er det geografien, der er udgangspunktet for en søgning. Det vil sige, at en medarbejder, der skal opstarte et projekt, går ind i GMS brugergrænsefladen, optegner sit projektområde og får en liste med tilgængelige data. I denne liste vælger medarbejderen hvilke data, vedkommende vil downloade.

Analyse

Hvis en medarbejder har forædlet data eller skabt sine egne data, og medarbejderen skønner, at disse kan gavne andre inden for organisationen, bør medarbejderen have mulighed for at indlægge disse data i en database. Dette gøres ved at uploade egne data til GMS-databasen via en brugergrænseflade. Medarbejdere skal efterfølgende kunne redigere i uploadede datasæt. Den umiddelbare løsning til dette er et system, hvor man tjekker data ud til redigering, hvorefter man tjekker det ind igen med de redigerede data. En anden løsning kunne være online editering af data, hvor man via en webgrænseflade skal kunne udføre diverse editeringsfunktioner online. For eksempel at redigere attributværdier eller redigere geometrier online.

Der er yderligere identificeret et behov for at se, om andre inden for organisationen har arbejdet i samme område tidligere. Dette er grunden til, at man skal kunne digitalisere geografiske projektområder. Med disse projektområder vil det være muligt at koble data om projekter sammen med geografien. Rambøll har allerede et projektbibliotek, hvor nøglen er et projektnummer. At give mulighed for rumlige søgninger vil åbne for nye muligheder i form af søgning på eksisterende viden i et givent geografisk område.

Use case 3: "Levering af et produkt"

Ask

Når en kunde har bestilt en opgave hos Rambøll, går Rambøll i gang med at udføre arbejdet. En medarbejder i miljøafdelingen forklarer, at når opgaven afleveres til kunden, er det op til kunden at bestemme, hvordan opgaven skal afleveres og i hvilke formater. Når der er tale om opgaver, der vedrører brugen af GIS, sker det typisk ved at sende filerne i enten PDF eller i de mest udbredte GIS-formater shape og/eller Tab. Typisk lægger kunden derefter disse data ind i eget GIS og/eller web-GIS.

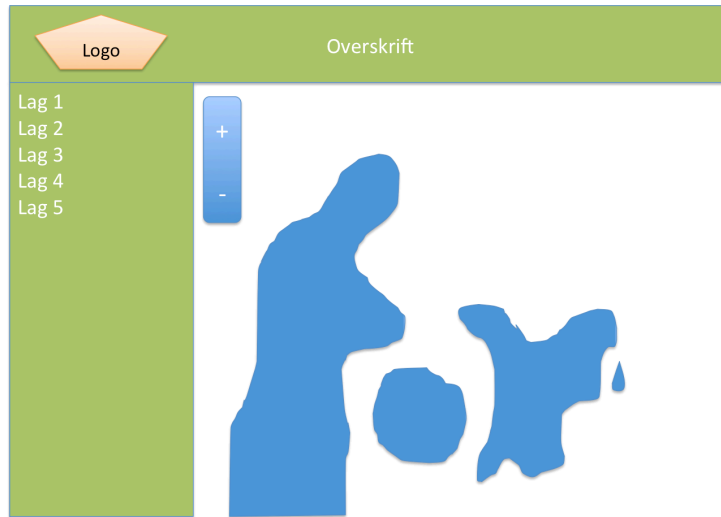
Kunder vil ifølge denne use case typisk have interesse i at have adgang til de data, som den rådgivende ingeniørvirksomhed har bearbejdet for at nå til konklusionerne i en given opgave. Fordelene ved deling af data på tværs af en virksomhed er beskrevet i forrige afsnit om Use case 2: "Bedre og lettere adgang til data. I denne use case handler det om muligheden for at kunne dele specifikke projektdata på tværs af organisationer.

Acquire

Web-GIS er et populært værktøj til at vise data på en dynamisk måde. Data ligger i en database (som kan være hostet i skyen) og via webservices kan data fra databasen udstilles i diverse produkter. Disse produkter kan både være desktop-produkter eller produkter i skyen (SaaS – Software as a Service). En kunde vil altså normalvis kunne få gavn af selve webservicen, da kunden vil kunne anvende denne til at se data efterfølgende.

Examine

Indtrykket af præsentationen af det endelige produkt vil kunne professionaliseres yderligere, hvis data vises i et webGIS, som er designet til kunden. Et traditionelt webGIS er opbygget således, at man har lagoversigt i en menu i venstre side. Organisationens logo og en overskrift er i en bar i toppen af siden. Kortet udfylder resten af applikationen. Figur 21 er et eksempel på denne traditionelle web-GIS' opbygning. Denne konklusion er fundet efter at have gennemgået 12 danske web-GIS-produkter. Se Bilag 4 for de gennemgåede web-GIS-produkter.

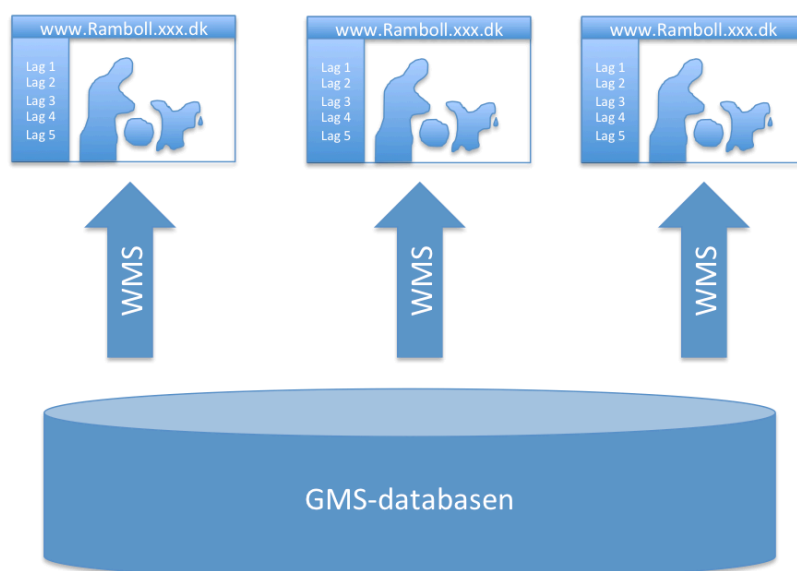


Figur 21 - Eksempel på klassisk webGIS Udviklet på baggrund af undersøgelse af 12 webGIS-designs. Se Bilag 4.

Analyse

Løsningen vil kræve, at Rambøll er villig til at levere et IT-produkt, som løbende skal driftes og vedligeholdes. I denne sammenhæng bør man angive en tidsdimension over for kunden, som angiver, hvor lang tid data vil være tilgængelige.

Data kan eventuelt udstilles via GMS, foreslået i Use case 2: "Bedre og lettere adgang til data. I Figur 22 ses det, hvordan data udstilles fra GMS-databasen via Web Map Services (WMS). Årsagen til, at det er WMS, der udstiller data, er dels, at man ikke har behov for at se selve de geografiske features, dels at man derved opnår bedre svartider fra GMS. Dette blev omtalt i afsnittet "GIS webservices".



Figur 22 - Services, der udstiller data fra GIS-databasen på web-GIS. Herfra kan brugeren downloade data.

Når brugeren ønsker at downloade data, kan dette også gøres via web-GIS. Brugeren angiver hvilke data, man ønsker til download, geografisk område samt format og projektion. Når det ønskede er specificeret i web-GIS, vil der blive sendt en anmodning, som starter et work flow. På baggrund af anmodningen vil valgte data blive klippet til, så de passer til de valgte geografiske krav. Herefter vil data blive konverteret til det valgte format og blive sendt til download. Dette kræver en såkaldt Feature Manipulation Engine (FME). En FME er en løsning, som kan strømline oversættelsen mellem forskellige geodata formater og projektioner (Longley, et al. 2011).

Kunden vil således som standard få en WMS og/eller WFS samt et til kunden tilpasset web-GIS. WMS kan kunden indlægge i eget web-GIS til udstilling. WebGIS-delen vil kunden kunne anvende til let at downloade data i det ønskede format eller offentliggøre data via deres hjemmeside. Der er en række krav, som web-GIS-delen skal opfylde for at kunne blive anvendt af kunderne. Web-GIS'et skal kunne opsættes meget let. Man giver her en ekstra ydelse, som mange kunder måske ikke vil betale ekstra for. Derfor skal web-GIS'et være en template, som man let kan konfigurere til den enkelte kunde. Det kunne være kundens logo i toppen af web-GIS'et, eller et baggrundskort, som passer ind i kundens brand-manual³. I forlængelse heraf kunne man udvikle et standarddesign af baggrundskortet i Rambølls farver. Denne løsning vil kunne knytte kunden tættere til den rådgivende ingeniørvirksomhed. Dels fordi kunderne vil have et indtryk af, at virksomheden er teknologisk moderne med helstøbte

³ En brand-manual er en manual, de fleste større virksomheder og organisationer har. Denne beskriver detaljeret, hvilke fonte, farvekoder o.a., man skal anvende til forskellige formål. (Humberstone 2009)

løsninger, dels fordi man oplever, at det produkt, som den rådgivende virksomhed har leveret, har en høj kvalitet og er let at arbejde videre med.

Ingen kunder er blevet interviewet i forbindelse med dette specialeprojekt. Derfor kan der heller ikke svares på om kunder rent faktisk vil kunne få gavn af disse ekstra produkter. Derimod er der ingen tvivl om, at en datastruktur som foreslået med GIS-databasen vil kunne åbne mange nye muligheder for brugerne og deres kunder.

Use case 4: "Prætilpassede projekter"

Ask

En medarbejder i miljøafdelingen fortalte, hvordan der laves risikokortlægning for kommuner. Kommunen kontakter Rambøll Danmark og bestiller en risikokortlægning. Risikokortlægningen kortlægger risikoen for forskellige aktiver i kommunen. Det er typisk bygninger, veje, fredninger og drikkevandsboringer. De enkelte kommuner har dertil en række forhold, som de ønsker skal indgå i risikokortlægningen. Konkret har Lyngby-Taarbæk kommune for eksempel dyrehold og supercykelstier som forhold, de ønsker skal indgå i analysen. Dataene findes ved Kortforsyningen, Miljøportalen samt ud fra hvilke egne datasæt, kommunen fremsender. I tilfældet med supercykelstier, fremsendtes supercykelstien som jpg. Man digitaliserede den derfor selv. Arkitekterne i Miljø har også tegnet denne ind i Illustrator – hvilket resulterede i dobbeltregistrering. Trine vurderer, at det at finde data tager meget lang tid.

Acquire

Arbejdsgangen beskrevet i denne use case er en arbejdsgang, som gentages mange gange. Typisk er denne type opgave opstået som følge af lovkrav til kommunerne. Kommunerne får herefter de rådgivende ingeniørvirksomheder til at hjælpe dem med at opfylde disse krav. Det vil sige, at der til en opgave som risikokortlægning potentielt er 98 kunder, der skal have udført samme analyse, blot med den forskel, at området for analysen varierer fra kommune til kommune. Nogle kommuner vælger at udføre opgaverne selv, men de fleste vælger at udbyde opgaven til de rådgivende ingeniørvirksomheder. I Danmark findes ca. fem virksomheder, som konkurrerer om denne type opgaver. Det vil sige, at der teoretisk set er 10-20 kommuner, der skal have foretaget risikokortlægning, som kunder til hver af de 5 rådgivende ingeniørvirksomheder.

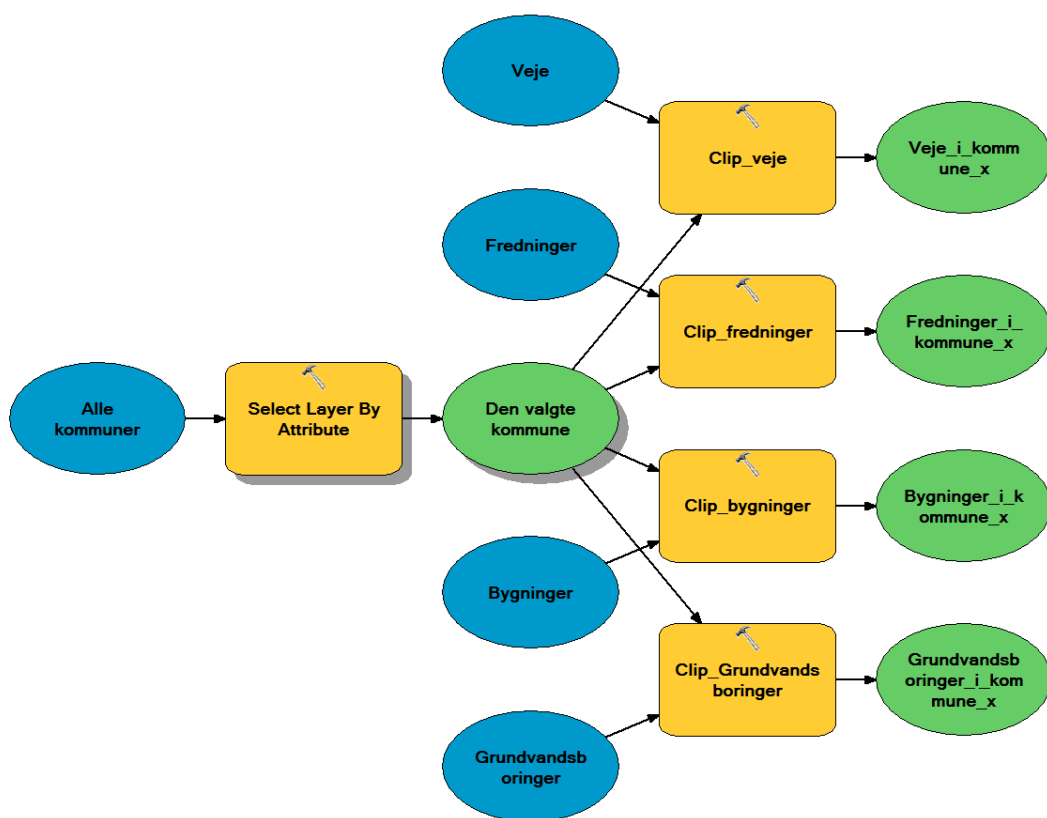
Examine

Analyserne foretages hovedsageligt manuelt. For hvert projekt downloader man en række datasæt og bruger i det hele taget meget tid på at gøre data klar til analysen. Selve analysen er allerede automatiseret i ArcGIS's ModelBuilder-miljø.

Meget tid kan spares, hvis man på baggrund af få valg kan hente al relevant data for en kommune. Idéen er, at man på forhånd har defineret hvilke data, man skal anvende til for

eksempel at foretage en risikokortlægning. Det vil sige, at man ved projektstart skal have et interface, hvor man vælger, hvilken type projekt der er tale om, og hvilken kommune, man arbejder med. Dette starter en række work flows, som munder ud i, at brugeren modtager en pakke med relevante datasæt for den enkelte kommune.

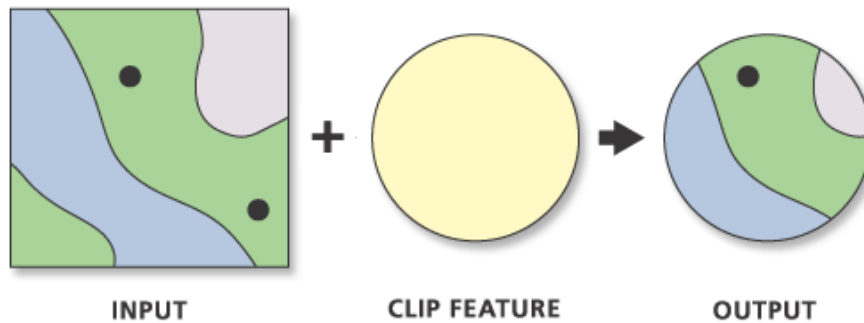
I Figur 23 er der opsat et workflow til at udvælge relevante data. Workflowet er opsat i ArcGIS's ModelBuilder miljø. ModelBuilder er tidligere gennemgået i afsnittet om Use case 1: "Projektering af tracé (fjernvarmerør).



Figur 23 - Forslag til work flow for download af prædefinerede projektdata. I dette tilfælde er det download af data for risikokortlægning. De blå cirkler repræsenterer lag som hentes ind i ModelBuilder.

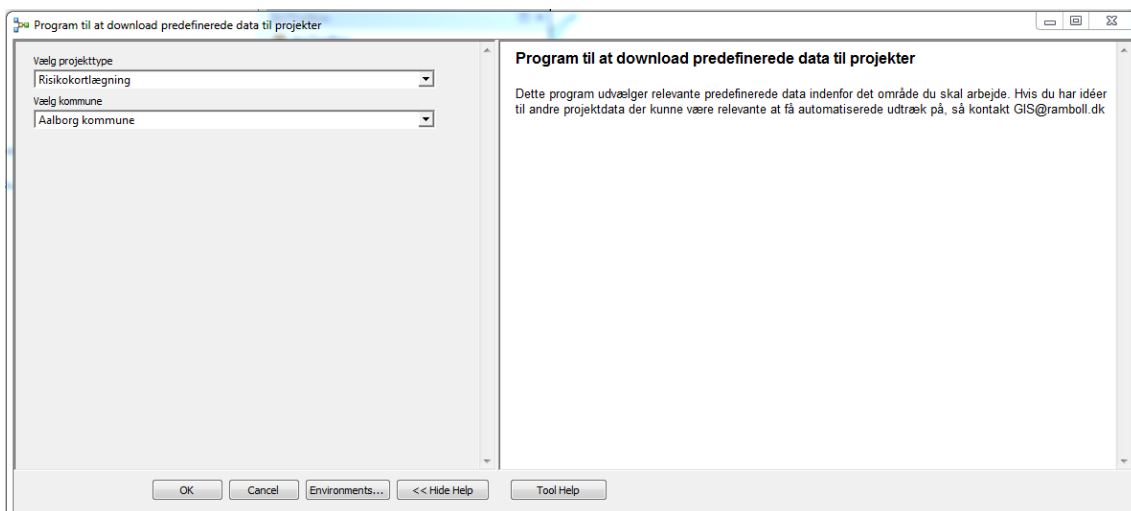
Udgangspunktet i Figur 23 er et datasæt med alle landets 98 kommuner. Via funktionen i ArcMap "Select layer by attribute" findes den ønskede kommune, som selekteres. Dette gøres ved en SQL-forespørgsel, hvor attributten [Kommune_navn] gøres til input-parameter. SQL-forespørgslen kunne for eksempel se sådan ud: "Kommune_navn" = 'Aalborg'. Den valgte kommune anvendes nu i ArcMaps Clip-funktion. Denne funktion bruges til at klippe et stykke af et feature-input ved at anvende en anden features udbredelse – på Figur 24 er denne kaldet Clip-feature (Esri 2013). Det vil sige, at vi anvender den definerede kommune til at klippe

data ud fra et eller flere større datasæt. Den foreslåede datainfrastruktur fra Use case 2: "Bedre og lettere adgang til data" vil kunne passe fint ind i denne sammenhæng. Både datasættet indeholdende kommunerne og de enkelte datasæt, som man vil lave udtræk på, ligger i forvejen i GMS. Det vil sige, at denne foreslåede løsning er afhængig af, at dataene er tilgængelige for udtræk.



Figur 24 - Funktionen i ArcMap kaldet Clip. Figuren er en del af funktionsbeskrivelsen for Clip-funktionen i ArcGIS Resources (Esri 2013).

Ligesom det er vist i Use case 1: "Projektering af tracé (fjernvarmerør), vil man med brug af ModelBuilder nemt kunne opstille en brugergrænseflade, der gør det nemt og overskueligt at køre modellen med brugerdefinerede input. I Figur 25 vises netop en brugergrænseflade, der er skabt ud fra modellen i Figur 23. Feltet til valg af projekttype angiver hvilken type projekt, der er tale om. Dette valg vil få indflydelse på hvilken model, der anvendes. I tilfældet med risikokortlægning er det modellen i Figur 23, som anvendes. Herefter vælges den kommune, som man ønsker data for. Dette felt har de unikke variable, som er fundet i attributten for kommunedatasættet. Når dette vælges, defineres det altså, hvilken række i datasættet der skal selekteres i "Select layer by attribute" fra Figur 23. Ved "OK" igangsættes workflowet, og output er fire udklippede datasæt.



Figur 25 - Brugergrenseflade skabt ud fra modellen vist i Figur 23.

Hjælpeteksten i brugergrensefladen i Figur 25 fortæller, hvordan det skal udfyldes. Derudover står der også en opfordring til brugeren om at skrive til GIS-administratoren, hvis man har andre projekter, hvor det kan være hensigtsmæssigt at anvende prædefinerede dataudtræk. Denne opfordring vil forhåbentligt kunne øge opmærksomheden omkring den effektiviseringsgevinst, der potentielt set kan ligge i at automatisere denne type arbejdsgange. På den måde vil man kunne igangsætte en positiv mekanisme, hvor flere og flere projekttyper vil blive tilføjet (Pogodzinski og Kos 2013).

Analyse

Som tidligere beskrevet anvender man allerede ArcGIS's ModelBuilder til at foretage analyser inden for risikokortlægning. Med modellen for dataudtræk opstår der en mulighed for at kombinere de to modeller. For nærmere undersøgelse af dette kræves det, at der kigges nærmere på de eksisterende modeller. Det har dog ikke været muligt at vise Rambølls modeller for risikokortlægning, så dette kan desværre ikke udforskes nærmere.

Denne løsning letter altså tilgangen til data, hvor data er de samme, men geografien eventuelt er varierende. Alternativet til løsningen er, at man for hvert datasæt skal opsøge datakilden (GST, DMP, PlansystemDK), definere det geografiske område og så hente hvert enkelt datasæt. Med den netop beskrevne løsning kan dataudtræk automatiseres og effektiviseres.

Om ArcGIS's ModelBuilder er det bedste miljø at opsætte denne slags prædefinerede forespørgsler i, kan diskuteres. Muligvis er det smartere at lave det via en web-grenseflade. Pointen er i højere grad at vise, at det kan lade sig gøre og vise de fordele, der er i at udvide dataudtræksmulighederne.

Matrix

I august 2013 foretog Rambøll en intern undersøgelse af, hvordan GIS anvendes på tværs af forskellige sektorer og lande. Formålet med undersøgelsen var at få et kvalitativt overordnet overblik af brugen af GIS i virksomheden. Formålet har ikke været at få præcise tal, da målet nærmere har været at beslutte, hvordan man kan arbejde videre mod en afklaring af GIS' behov. Det har kun været muligt at vise uddrag af undersøgelsen, da der i undersøgelsen indgår forretningsmæssigheder, som Rambøll ikke ønsker at dele i dette specialeprojekt.

Følgende spørgsmål blev udsendt:

1. Do you have any employees with GIS skills at your business unit? If yes, how many and what is their skill level (apprentice, user, analyst, specialist)?
2. What GIS software do you currently use?
3. What is your primary use of GIS? Is it used mostly for mapping (making nice maps) or do you also use GIS for more advanced spatial analysis?
4. Do you use/store/handle remote sensing data and images?
5. Do you think your projects and workflow would potentially benefit from having access to a GIS Server structure?
6. Do you have any other comments or special requests concerning central GIS data storage and handling?

Undersøgelsen blev udsendt til en bred vifte af afdelinger på forskellige niveauer – primært indenfor miljø. I alt 9 svar kom tilbage. I Tabel 2 er der et sammendrag af de svar, som kom ind. Det er forsøgt at stille besvarelsener op på samme måde som workflowmatrixen i Figur 11. Der er visse variationer både i forhold til form og indhold fra Figur 11. Figur 11 drejer sig om nøglefunktioner eller nøgledata, som flere afdelinger anvender. Tabel 2 er derimod udledt af et længere kvalitativt svar på spørgsmålene. Fællesmængder er så udledt i Tabel 2. Dette skyldes, at de udsendte spørgsmål ikke er tilrettelagt, så der kan udledes den samme type resultat som tilfældet var i Figur 11. Det er også værd at bemærke, at de kvantitative tal på ingen måde kan sammenlignes imellem de forskellige besvarelser. For eksempel er DK-wide et udtryk for brugen af GIS i hele Rambøll Danmark. Til sammenligning er Fjernvarme (Danmark) en afdeling i Rambøll Danmark og er derfor inklusiv i DK-wide. En løsning kunne være at agregere informationerne på landeniveau. Dette er dog fravalgt af to årsager. For det første vil informationerne ikke være tilpas dækkende, da der som beskrevet kun er 9 svar. Det giver på ingen måde et helhedsbillede af brugen af GIS i Rambøll. For det andet er der en idé i at vise hvor stor variationer, men også ligheder, der er i brug af funktioner, software og antal brugere på tværs af de enkelte afdelinger og lande.

Fælles funktioner	Urban development and asset management (Finland)	Water and environment (Finland)	Highways (Finland)	Ramboll (Sverige)	Atelier Dreiseitl (Tyskland)	Fjernvarme (Danmark)	ROGIN (Indien)	UK-Wide (Storbritanien)	DK-wide (Danmark)
Primary use	Maps and analysis, with the last being most important.	Mapping, planning, analysis and data management.	Mapping and simple analysis.	Mapping, analysis, database storage.	Spatial analysis. With "real GIS" possibly also maps and 3D.	Spatial analysis and calculations.	Mapping and analysis.	Mapping figures, analysis, digitising/georeferencing, modelling.	Mapping, analysis, datamanagement.
Arcmap	X	X	X	X		X	X	X	X
Mapinfo	X						X	X	X
Remote Sensing	X	X	X			X	X		X
Antal brugere	5	10	Several	70	<5	3-4	6	50	30+
GIS Server (behov)	Yes for data storage, advanced analysis, sharing of geoprocessing tools and web maps.	Yes data management and web application.	Yes significantly improve workflow. Data management. Ramboll templates would be nice.	Yes for some project and puporses.	Yes. Cost saving on licenses. Access to other resources.	Depending on benefits.	Maybe not at present but possibly for future projects.	Yes. Issue under consideration in UK.	Yes. For data management, analysis and web-GIS.

Tabel 2 - Oversigt over fælles funktioner. Resultatet af en intern undersøgelse i Rambøll. Undersøgelsen er foretaget i august 2013.

Som det ses af Tabel 2 er det mest anvendte GIS-værktøj i de ni besvarelser ArcMap. Mapinfo anvendes i fire ud af ni mulige og ArcMap anvendes i otte ud af ni mulige. Dette stemmer godt overens med den generelle markedsandel, som Esri har ifølge teori afsnittet GIS på forskellige platforme. Dette har selvfølgelig betydning for, at man skal sikre kompatibilitet med Esri's produkter, men det betyder også, at man bør sikre kompatibilitet med øvrige leverandørers produkter, da man i høj grad anvender andre produkter end Esri's. Autocad og Quantum GIS bliver også nævnt blandt resultaterne, men udgør så lille en del, at de er udeladt i Tabel 2.

Der bliver blandt spørgsmålene spurgt til Remote Sensing. Seks ud af ni svarer at de i høj eller nogen grad anvender Remote Sensing. Flere spår, at de i fremtiden vil komme til at anvende Remote Sensing i fremtiden. Spørgsmålet om GIS-server er en forlængelse af GIS-enterprise diskussionen. GIS-server er blot en intern term, som anvendes, når talen falder på at udvide GIS-mulighederne. At integrere et GIS-enterprise vil kunne give de enkelte medarbejdere mange fordele, som det er vist i de forrige use case-eksempler. Derfor er det interessant at se hvordan de forskellige afdelinger svarer på netop dette spørgsmål. Konklusionen på deres svar er, at det er noget, som næsten alle er meget opmærksomme på. De har også allerede nogle specificerede idéer til, hvordan det kan hjælpe dem i deres daglige arbejde.

Diskussion

I kapitlet "Resultater" blev der tegnet et billede af den rådgivende ingeniørvirksomhed Rambøll som en virksomhed, der beskæftiger sig med GIS i mange afdelinger. Samtidig blev

det vist, at GIS har en lang række potentialer, som kan være med til at understøtte forretningen i Rambøll endnu bedre. I dette kapitel vil der blive lavet en diskussion af de anvendte metoder. Herefter vil der blive taget en generel diskussion op om mulighederne og udfordringerne ved GIS i rådgivende ingeniørvirksomheder.

Metodediskussion

De enkelte use cases er udført med stor succes. De enkelte medarbejdere var meget villige til at bidrage til dette specialeprojekt. Dette kan vidne om et ønske fra de enkelte medarbejdere om, at der bør ske noget indenfor GIS i Rambøll. Use case-skemaerne fungerede som et godt omdrejningspunkt under de enkelte use case-interviews. Derudover gav de et godt afsæt til at sammenflette de enkelte use cases med TGA. At det ikke er hele TGA, der anvendes (det sidste trin Act anvendes ikke i resultatpræsentationen) fungerer fint. Den resterende del af TGA falder udenfor dette specialeprojekts afgrænsning, da det ville kræve en egentlig implementering. Det samme er tilfældet med Tomlinsons metode (2007). Her er der mange dele, som indgår i den endelige metode, men enkelte elementer udelades.

Den endelige metode er altså en metode, der tager indhold fra flere metoder, uden at det nødvendigvis har betydet svagheder ved brugen af de enkelte metoder. De forskellige metoder er løbende blevet bakket op af andre. Der kan for eksempel drages mange ligheder imellem rammeværket, use case-metoden og TGA til de enkelte trin i Tomlinsons metode, som det også blev vist i Figur 9. Men de enkelte metoder underbygges yderligere ved deres kilder. For eksempel har enterprise-rammeværket sit udgangspunkt i TOGAF, som ikke umiddelbart har referencer til Esri. På samme måde er der flere elementer i Tomlinsons metode, som går igen hos andre, for eksempel Eason (1989).

At det hovedsageligt er en specifik leverandørs metode, der anvendes, bør diskuteres. Enterprise-rammeværket er naturligvis udviklet til at kunne understøtte et senere salg af Esri-produkter – eller i hvert fald favorisere Esri i forhold til andre leverandører. Men da det er Esri's rammeværk, der er bedst dokumenteret, er det dette, der anvendes. Dette skyldes til dels, at rammeværket ikke nødvendigvis har fokus på Esri-produkter, men har fokus på at få opfattelsen af GIS generelt udbredt og implementeret. Esri mener selv, at rammeværket i højere grad er gældende for GIS-branchen og ikke er producentspecifikt (Hendrickson og Sakowich 2013). En kritik af enterprise-rammeværket kan gå på, at man ikke i høj nok grad har specialiseret metoden til enkelte fagsektorer, som for eksempel den rådgivende ingeniørbranche. I stedet prøver man at trække det samme rammeværk ned over samtlige fagsektorer. Esri's konkurrent, Intergraph, har valgt en anden tilgang. Her har man til større projekter en regional delivery manager, som kaldes ind til behovsafdækningen og tilbudsgivningen. Den regionale delivery manager har i forvejen stort kendskab til den specifikke sektor og hvilke løsninger, sektoren efterspørger. På denne måde deles sektorspecifikke kompetencer og viden på tværs af lande (Intergraph, pers. kom.). Denne metode er mere personafhængig end Esri's, men indeholder som nævnt også en række

fordele. At have kompetencer og ekspertise til enkelte brancher er en unik måde til at kunne afgive tilbud, der meget præcist matcher en kundes behov. Dette aspekt behøver naturligvis heller ikke at blive udelukket i Esri's enterprise-rammeverk. Her kan man eventuelt tilpasse rammeverket til enkelte brancher. Med dette in mente er en modificeret variant af Esri's rammeverk netop valgt i dette specialeprojekt. Hovedsageligt fordi Esri's enterprise-rammeverk på alle måder er det bedst dokumenterede.

GIS-muligheder

I NESAs, nu en del af DONG Energy, introducerede man GIS på enterpriseniveau tilbage i 1990'erne. Forstået på den måde, at man fra ledelsens side begyndte at undersøge hvilke teknologier, der bedst muligt understøttede forretningen. Dette gjorde man ved at kigge på eksisterende forretningsgange og IT-systemer. Samtidig kiggede man på, hvad virksomheden fik brug for i fremtiden (Informi GIS A/S 2009). Et af hovedelementerne i resultatet i undersøgelsen var, at alle aktiviteter havde en geografisk reference. Der blev derfor etableret en IT-plattform, der gjorde GIS til en vigtig del af organisationen. Dette har siden betydet, at en stor portefølje af muligheder har åbnet sig.

Strategien for DONG Energy var fra starten, at der skulle være fokus på nogle lette og hurtige gevinster. Derefter oplevede man en sneboldeffekt, som åbnede for flere og flere muligheder (DONG Energy, pers.kom.).

I dag anvender Dong Energy GIS på tværs af organisationen i arbejdsopgaver fra vedligeholdelse af lygtepæle til projektstyring ved opførelsen af vindmølleparker (Andersen og Christensen 2013). I det sidstnævnte tilfælde anvendes GIS som indgang til informationer vedrørende opførelsen af vindmøller. Man kan for eksempel i en brugergrænseflade trykke på en konkret vindmølle og få oplysninger om, hvor langt konstruktørerne er nået med opførelsen.

Anskaffelsen af geodata har længe været en bekostelig affære og har afskrækket brugere fra at anvende GIS. Derfor har brugerne af geodata været begrænset til en relativt lille gruppe. I 2012 valgte den danske regering at frikøbe en lang række grunddata, herunder også geodata, fra 1. januar 2013. Frikøbet har gjort det lettere at få adgang til en lang række data. Samtidig har det gjort Rambøll Danmarks egen geoportal Ramkort overflødig. Det, som man tilbyder mod betaling i Ramkort, er nu gjort gratis via kortforsyningen. De frie grunddata betyder også, at rådgivende ingeniørvirksomheder i højere grad kan udvikle smartere løsninger til deres medarbejdere, uden at det løbende koster penge, når medarbejderen anvender data. Med smartere løsninger menes for eksempel de løsningsforslag, der er blevet foreslået i Use case 2: "Bedre og lettere adgang til data" samt Use case 4: "Prætilpassede projekter".

Har frikøbet af grunddata så udhulet værdien i det produkt, man har udviklet med Ramkort? Hvis man ser på Ramkorts økonomiske model, så skulle den løbende brugerbetaling

finansiere etableringen og udviklingen af Ramkort. Nu hvor data er blevet frie igennem kortforsyningen, vil medarbejdernes incitament til at anvende Ramkort være så lavt, at finansieringsmodellen er udhulet økonomisk. Ifølge et udtræk fra Ramkort ses det, at der i gennemsnit er 4-5 downloads fra Ramkort om måneden i sidste halvdel af 2013. Det er hovedsageligt nogle meget højt opløselige flyfotos leveret af Niras (tidligere BlomInfo), som fortsat hentes via Ramkort, og som stadig er et betalingsprodukt. At Ramkort økonomisk set er udhulet, behøver ikke betyde, at det skal lægges i graven. Grundidéerne i Ramkort kan genbruges. At alle medarbejdere har adgang til Ramkort via deres Active Directory (AD), letter adgangen til produktet. Alternativet er Kortforsyningen, hvor man skal have brugernavn og adgangskode, der ganske vist er gratis at oprette. Derudover har man i Ramkort forsøgt at udvide mulighederne i adgangen til data. Dette ses ved, at man kan vælge flere data på én gang, vælge format samt projektion. Samtidig har man også tilføjet data fra andre kilder end de frikøbte data. Blandt andet er de førromtalte flyfotos til rådighed mod betaling. Denne blanding af dataprodukter og fleksibilitet gør Ramkort til et produkt, som Rambøll Danmark kan få meget stor gavn af, hvis man ændrer finansieringsmodellen. Dette kunne for eksempel gøres ved at gøre de i forvejen gratis data, gratis tilgængelige via Ramkort. Man kunne også overveje, om betalingsprodukter skulle gøres gratis tilgængelige for at fremme GIS yderligere. De muligheder, der ligger i Ramkort, kan ses i forlængelse af GMS, som blev foreslået i Use case 2: "Bedre og lettere adgang til data". Ramkort vil med fordel kunne anvendes som brugerinterface til datadownload for de enkelte brugere. Idéen med at lette tilgængeligheden til data vil kræve udviklertimer og dermed også en økonomisk investering. En sådan investering vil i modsætning til den normale finansieringsmodel, hvor det enkelte projekt betaler for brugen af systemet, kræve, at Rambøll Danmark som virksomhed laver investeringen. På denne måde vil man kunne sikre den lette og gratis adgang til data, der skal til for at give de enkelte medarbejdere de bedste muligheder for at anvende data.

GIS-enterprise

De største GIS-leverandører kan alle levere desktop, server, web og data-løsninger, som det også blev vist i Esri's enterpriseløsning i Figur 5. Disse løsninger har en masse funktioner for at sikre, at de kan leve op til deres forskellige kunders forskellige krav. Spørgsmålet er, om den enkelte organisation får mere ud af at udvikle et system selv. Ifølge Figur 7 kommer det an på størrelsen af løsningen. Jo større løsningen er, desto mere udvikling kræver det. Det er her de store GIS-leverandører kommer ind i billedet. Deres færdigudviklede enterpriseløsninger kræver næsten ingen implementering og er derfor anvendelige, når alle funktioner potentielt skal anvendes i en stor organisation. Omvendt vil mange mindre organisationer ikke have behov for en stor enterpriseløsning. På sigt vil man opleve udfordringer med selvudviklede løsninger, da de løbende har behov for at blive tilpasset de skift i platforme, som blev identificeret i afsnittet "Teknologiske trends".

Netop de meget forskellige kunder og deres meget forskellige behov, stiller krav til kompatibiliteten i et GIS-enterprise. Enterpriseløsningen skal nemlig kunne understøtte forskellige tredjepartsleverandørers produkter, således at de let kan integreres. Dette stiller krav til enterpriseløsningens SDK, som er den del, der gør det muligt at udvikle applikationer op imod en enterpriseløsning. Hvis der er gode forudsætninger for at lave tredjepartsprodukter til en GIS-enterpriseløsning, vil mulighederne i løsningen let kunne udvides. Dermed opfyldes et af de specifikke krav, som den rådgivende ingeniørvirksomhed stiller til IT-systemer: At de skal kunne tilpasses til de enkelte kunders behov.

Spørgsmålet er så, om en GIS-enterpriseløsning vil kunne leve op til de kriterier, som blev opstillet i afsnittet "Introduktion" om den rådgivende ingeniørvirksomheds arbejdsmetoder. Udgangspunktet var, at en rådgivende ingeniørvirksomhed typisk arbejder meget projektorienteret, og at denne arbejdsmetode måske ikke egner sig til en GIS-enterpriseløsning. Enterpriseløsninger giver god mening, når der er tale om større kontinuerlige arbejdsopgaver. For eksempel løbende kortlægning og vedligeholdelse af ledningsnet. Her har organisationer behov for at kunne indsamle data, planlægge på baggrund af det og handle. Eksemplet fra det forrige afsnit GIS-muligheder med DONG Energy er et eksempel på en virksomhed, som anvender en GIS-enterpriseløsning til at koordinere den løbende drift. Et andet eksempel er Hovedstadsområdets Forsyningsselskab (HOFOR) som har investeret i et GIS-enterprise. Dette anvendes på tværs af organisationen til den løbende drift. En af de muligheder, der har åbnet sig, er et datasæt, hvor man har georefereret samtlige vandmålere fra SAP. Integrationen har derfor sikret komplette kort over samtlige vandmålere. Med en integration til SAP kan man følge med i blandt andet forbrug ved hjælp af et kort. Systemet benyttes både af medarbejdere i felten, der fejlsøger, og af folk i en planlægningsfase (HOFOR, pers. kom.). Men giver en GIS-enterpriseløsning mening, når løsningen skal understøtte mange små projekter? De nævnte eksempler understøtter begge en driftsopgave. I en rådgivende ingeniørvirksomhed har man mange forskellige kunder med mange forskellige behov. De mange forskellige behov stiller store krav til de forskellige systemers mulighed for at integrere sig med andre systemer. For at undersøge dette må vi teste Esri's enterprisefigur i Figur 5. Lad os antage, at den rådgivende ingeniørvirksomhed har skabt en internt GMS-database som foreslået i Figur 20. GMS-databasen tager i virkeligheden idéen fra Esri's GIS-enterpriseløsning med at være en SOA. Herfra kan man i ét projekt samle, organisere og dele data, præcis som søjlen kaldet "Asset management" fra Figur 5. Den anden søjle er "Planning & analysis". Dette handler om at analysere data og gøre det til information, som man kan udføre handlinger på baggrund af – det som Tomilson (2007) kaldte for informationsprodukterne. Dette behov er også er tilstede i den rådgivende ingeniørvirksomheds forretningsopgaver. De use cases som er gennemgået, og som ligger i Bilag 3 drejer sig alle om at foretage analyser af data. Den tredje søjle, som hedder "Field mobility" i Figur 5, er en mulighed for at kunne få information ud på så mange forskellige enheder som muligt. Dette handler altså i høj grad om fleksibilitet mellem enheder – noget

som en rådgivende ingeniørvirksomhed har brug for i forhold til at være så moderne og fleksible som muligt over for deres kunder. Vigtigheden i netop denne mulighed blev yderligere understreget i Use case 3: "Levering af et produkt". En anden side af "Field mobility" er muligheden for at gå ud og kvalitetssikre data på mobile enheder. Den sidste søjle "Operational Awareness" i Figur 5, som handler om at udbrede og formidle et budskab, bliver også i høj grad brugt i en rådgivende ingeniørvirksomhed. De fleste produkter, der bliver skabt i en rådgivende ingeniørvirksomhed, handler om at formidle et budskab, der skal tages beslutninger på baggrund af.

Med denne diskussion kan det konkluderes, at samtlige søjler i Esri's enterpriseløsning fra Figur 5 kan understøtte forretningen i en rådgivende ingeniørvirksomhed. I virkeligheden er spørgsmålet ikke, om GIS-enterprise kan understøtte forretningen bedre. Spørgsmålet er snarere, om ikke forretningen forringes uden et GIS-enterprise, da den enkelte medarbejders mulighed for at arbejde optimalt ellers ikke ville være tilstede. Netop her ligger der et paradoks. På den ene side har man en virksomhed, som forsøger at trække den projektorienterede model ned over alle typer projekter. På den anden side er der et behov i GIS for, at man giver den enkelte medarbejder så gode betingelser som muligt i det daglige GIS-arbejde. Dette betyder også, at den rådgivende ingeniørvirksomhed på den ene side bør vælge en enterpriseløsning, men på den anden side også bør understøtte den enkelte medarbejder bedst muligt, når det kommer til friheden til at vælge software. Som det blev vist i de forskellige use cases anvender medarbejderne i Rambøll forskellige typer GIS-software. Kunder stiller forskellige krav og de enkelte medarbejdere har stærke præferencer, når det kommer til typen af software, der anvendes. Derfor er det vigtigt, at man ikke nedlægger muligheden for at anvende andre typer af software, selvom man vælger en enterpriseløsning fra en leverandør.

I skrivende stund har Rambøll ikke en GIS-enterpriseløsning. En GIS-enterpriseløsning vil kunne give de enkelte medarbejdere større bevægelsesfrihed inden for GIS. Denne bevægelsesfrihed vil i højere grad kunne aktivere medarbejdernes frie tanker og føre til innovative løsninger. Herudover vil man med de nye muligheder, som kommer med brugertilpassede web-GIS kunne lukke op for helt nye brugere af GIS.

SDI

Som det er vist i resultaterne af de forskellige use cases, så er en infrastruktur for rumlige data et af de vigtigste elementer i løsningen på, hvordan en rådgivende ingeniørvirksomhed kan understøtte forretningen bedre ved brug af GIS. Der er både et behov for at lette tilgangen til data samt store perspektiver i at dele data mellem medarbejdere og på tværs af afdelinger. Når dette sammenholdes med afsnittet "Teknologiske trends", hvor det forudses, at mængden af data vil eksplodere, så er der brug for en overordnet koordinering af data. Dette ligger helt i tråd med de tendenser, som foregår på nationalt og internationalt niveau (Masser 2010). Man

bør arbejde for at lette tilgængeligheden af data og skabe overblik over data. På denne måde sikrer man i højere grad, at de potentialer, der ligger i data, bliver udnyttet optimalt.

Et af de potentialer, der regnes for at være mest omkostningseffektivt, er genbrug af data (Pogodzinski og Kos 2013). Derfor er en datainfrastruktur helt afgørende i forhold til myndigheder og større organisationer. En datainfrastruktur vil nemlig kunne skabe overblik over data og dermed bedre mulighed for at genbruge data. Infrastrukturen bør udformes efter de behov, der identificeres i den konkrete organisation. En sådan identifikation kan udføres med hjælp fra for eksempel Tomlinsons metode eller Esri's Esri enterprise-rammeverk. For en større rådgivende ingeniørvirksomhed skal man særligt være opmærksom på, at data via infrastrukturen skal være så fleksibel, at den kan håndtere forskellige brugere og kunders behov ift. formater og projektioner. Ydermere bør man i en større rådgivende ingeniørvirksomhed integrere de enkelte projekter i infrastrukturen, så man let kan få overblik over tidligere projekter i et givent område. På denne måde skabes de bedste rammer for genbrug af data på en let tilgængelig måde for alle brugere.

Alt dette bør ske med en samtidig brug af metadata. Metadata er et af de vigtigste elementer til at sikre, at potentialerne i data bliver udnyttet, da det hjælper med at skabe gennemsigtighed i data, således at brugeren kan føle sig tryk ved at anvende data (Pogodzinski og Kos 2013). I dette specialeprojekt er det ikke undersøgt hvilke specifikke metadata, der bør inddrages, da det kræver en nærmere analyse. INSPIRE kunne dog være en mulighed for at sikre, at metadata kan samkøres med offentlige kunder. Dette gælder både i forhold til at hente offentlige metadata, men også hvis et datasæt med tilhørende metadata skal leveres til en kunde. Man kunne dog overveje en begrænset INSPIRE-model, som for eksempel den FKG har valgt (KL 2013). For en stor rådgivende ingeniørvirksomhed som Rambøll, er der endvidere et stort potentiale i at få den enkelte medarbejder til at se mulighederne ved genbrug af data. Genbrug af data kommer ikke af sig selv og incitamenter er nødvendige for at aktivere medarbejderne til denne proces. En af løsningerne kunne være, at man kunne tilføje et kommentarfelt i metadatabeskrivelserne. Således kan medarbejdere, der har brugt eksisterende data skrive "tak" eller for eksempel komme med en kommentar om datakvaliteten, som så igen vil kunne hjælpe fremtidige brugere yderligere. Samtidig kan den medarbejder, der har lagt data ud, rent faktisk se, at det nytter noget.

Som nævnt i teori afsnittet "SDI" bør man som aktør inden for geodata hele tiden følge udviklingen i forhold til, hvordan offentlige dataleverandører ændrer i dataadgangen. Som det blev vist, så nævnes det endda i den fælles offentlige digitaliseringsstrategi, at der løbende vil ske ændringer med måden data leveres på (Regeringen / KL / Danske Regioner 2011). Dette kræver en stor grad af løbende tilpasning og optimering hos de enkelte virksomheder. Det betyder også, at hvis en organisation som Rambøll etablerer en central datadeling, så skal dette system være relativt fleksibelt i forhold til de løbende ændringer, der vil komme. Et

eksempel på en nylig ændring er Kortforsyningens seneste initiativ med Atom feeds, som blev beskrevet i Use case 2: "Bedre og lettere adgang til data" (Kortforsyningen 2013). En løbende tilpasning af eksisterende systemer er nødvendig for at få gavn af de tydelige fordele, der er ved at anvende for eksempel Atom feeds. Det er selvfølgelig en afvejning fra gang til gang, om organisationen har behov for at implementere nye opsætninger, men fra tid til anden vil der komme ændringer, som kan gøre, at systemer ikke længere fungerer uden ekstra konfiguration. En datamanager bør derfor overvejes for at sikre, at data kommer ordentligt ind i organisationen.

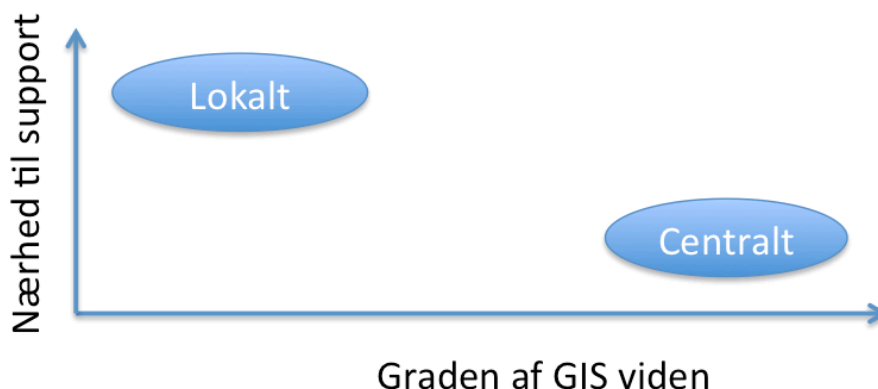
En sidegevinst af en større kontrol over data kan være indførelsen af Business Intelligence (BI). Business Intelligence dækker over løsninger, som gør dataene enklere og mere overskuelige, og dermed bliver det også mere spiseligt for slutbrugere at anvende store mængder data i en beslutningsproces. Der findes en lang række eksempler på, at Business Intelligence kan være profitabel (Matillion 2013) (Capture Code 2013). Et klassisk eksempel er, når man køber varer i en webshop. Her får man tit at vide, hvad andre kunder, der har købt det samme produkt, også har købt. Dette gør man, fordi man via Business Intelligence kan konkludere, at hvis mange kunder køber produkt A og produkt B, men aldrig produkt A og produkt C, så vil nye kunder, der vil købe produkt A, have tendens til også at være interesserede i produkt B. Business Intelligence kan kun blive en succes, hvis man har styr på sine data. For en rådgivende ingeniørvirksomhed kan BI for eksempel anvendes til at foretage en markedsanalyse over, hvor man geografisk har flest projekter. På denne måde kan man overveje, om man burde markedsføre sig i bestemte områder. I dette eksempel er det i øvrigt GIS og geodata, der anvendes til at skabe BI.

GIS-kompetencer

Noget af det, der blev bemærket af samtlige interviewede medarbejdere i Rambøll, var behovet for faglig GIS-sparing internt i Rambøll. Det blev blandt andet vist i Use case 1: "Projektering af tracé (fjernvarmerør)", hvor medarbejderen rent faktisk var i tvivl, om det var den smarteste måde, han gjorde tingene på. Han havde selv løbende udviklet metoden, men kunne ikke afvise, at der fandtes bedre metoder.

Man har i hver afdeling haft en intern GIS-kompetence. Den interne GIS-kompetence har typisk været i form af en eller flere medarbejdere, der har mere GIS-faglig baggrund end andre og er derfor fungeret som afdelingens GIS-kompetence. Denne tilgang er problematisk, da man ikke har nogen styring på udviklingen af GIS i organisationen. På den anden side gør det, at den enkelte medarbejder har en meget kort afstand til viden. Her er det altså vægtningen mellem at have kompetencer lige ved siden af sig, i modsætning til at have højt specialiserede kompetencer i en tværgående funktion i organisationen (Tannenbaum 1997). Dette forhold er vist i Figur 26: Jo mere nærhed der er til kompetencerne eller en support, desto mere må man gå på kompromis med graden af GIS-viden. Forholdet gælder kun hvis

økonomien er den samme for en lokalt forankret specialisering og en centralt forankret specialisering.



Figur 26 - Model for sammenhængen mellem centrale og lokale kompetencer.

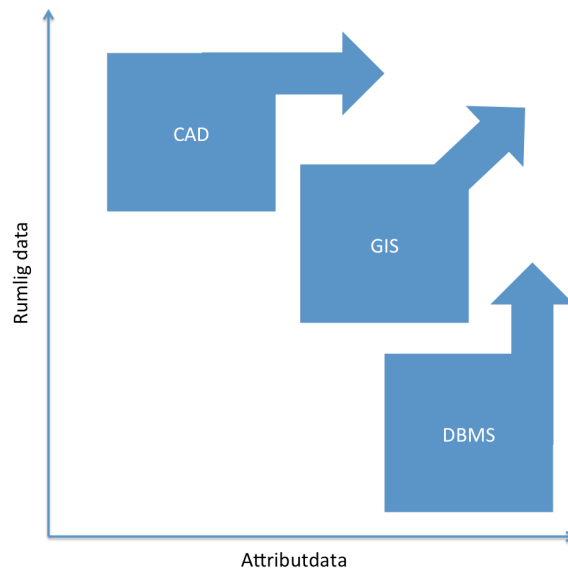
Et af problemerne med at have en lokal GIS-kompetence, for eksempel bestående af en medarbejder, er, at denne GIS-kompetence ofte anvender én type GIS-software. Som det blev vist i de forskellige use cases i Bilag 3, er der stor forskel på hvilken type software, de forskellige medarbejdere anvender. Det vil sige, at den interne GIS-kompetence kan have en præference i forhold til GIS-software A, mens flere andre medarbejdere kan have en præference i forhold til GIS-software B. Hvis dette er tilfældet, vil den lokalt forankrede GIS-kompetence ikke kunne hjælpe de forskellige brugere i tilstrækkelig grad. Derfor bør større rådgivende ingeniørvirksomheder have en centraliseret GIS-kompetence. På denne måde sikrer man, at alle medarbejdere kan understøttes bedst muligt, uanset hvilke produktpræferencer de har. I Rambøll Danmark har man i forvejen en CAD-support, hvor seks medarbejdere udøver support til medarbejdere i CAD og deltager i projekter, hvor CAD-kompetencer efterspørges. Dette skyldes, at CAD traditionelt set har været et værktøj, som har været anvendt i højere grad i rådgivende ingeniørvirksomheder end GIS. I næste afsnit vil det blive vist, at CAD og GIS i højere grad end tidligere overlapper hinanden i forhold til funktioner. Derfor bør man i rådgivende ingeniørvirksomheder overveje at slå CAD- og GIS-support sammen og få en enhed, hvor kompetencerne er samlet. Dette til trods for, at Tannenbaum (1997) netop lagde vægt på, at man mister nærheden til kompetencerne ved en centraliseret specialisering. En bred viden om GIS, som kan understøtte alle brugere må være at foretrække. Man kan naturligvis stadig have kompetencer ude i de enkelte afdelinger. Det behøver ikke at være et enten-eller. Det kan sagtens være et både-og. Dog har man i højere grad sikret en større grad af viden om GIS ved en central GIS-support.

GIS i en rådgivende ingeniørvirksomhed

Som det er vist med de fire udvalgte use cases, finder GIS ikke kun anvendelse i en eller flere faser af det rådgivende ingeniørarbejde, men kan bruges i alle faser. I det indledende og undersøgende arbejde inden tilbudsgivning kan GIS bruges til at undersøge, hvad der findes af data, og om der er noget, man skal være opmærksom på, før et tilbud gives. Noget, som løsningen af Use case 2: "Bedre og lettere adgang til data" berørte. Når en opgave påbegyndes, skal den planlægges, og der skal også ofte indsamles data. I den operationelle projektstyring kan GIS anvendes til løbende at følge med i, hvordan arbejdet skrider frem, som eksemplet fra DONG Energy viste. GIS kan også anvendes som værktøj i projekter, som det blev vist i Use case 4: "Prætilpassede projekter" til etablering af risikokortlægning. Ved samme lejlighed kan man naturligvis anvende GIS til at finde data til analyserne. Når en opgave til sidst er løst, kan GIS anvendes til at lette adgangen til de anvendte data i forhold til at genbruge data. I det hele taget kan GIS anvendes hele vejen rundt, og hvis man kobler den rumlige dimension på så mange data som muligt, og samtidig har forståelse for de fordele, det kan medføre, så er man nået meget langt.

I den projektorienterede arbejdstilgang, man har i rådgivende ingeniørvirksomheder som Rambøll, kan man altså anvende GIS i alle faser af et projekt. Det skyldes, at GIS er et unikt værktøj til at forklare en rumlig forståelse i en ingeniørs arbejde, hvor stort set alt kan relateres til en geografi. Traditionelt har man anvendt CAD blandt rådgivende ingeniører. Det skyldes ingeniørers tankegang om, at det ikke er så vigtigt, *hvor* vi er. Det er i højere grad vigtigt, *hvad* det er. Denne måde at tænke på har gjort, at netop CAD har været et af ingeniørenes foretrukne værktøjer.

Men CAD mangler attributværdier og en geografisk relation som vist i afsnittet "Hvad er Geografiske informationssystemer (begrebet GIS)". Der er dog en tendens til, at nogle CAD-systemer begynder at få GIS-egenskaber, og nogle GIS får CAD-egenskaber. Derfor kan man argumentere for, at der højst sandsynligt vil ske en udligning af egenskaberne over tid. I Figur 27 ses det, hvordan CAD, GIS og DBMS bevæger sig mod mere rumlig data og flere attributdata.



Figur 27 - GIS's position i fremtiden. En videreudvikling fra Figur 3.

Der er altså elementer i CAD, som GIS kan få gavn af og omvendt. Derfor vil man nødvendigvis se en sammensmeltning af de forskellige systemer over tid. Et eksempel på dette er Esri's CityEngine. CityEngine er et stykke 3D-modelleringssoftware, som gør det let at modellere urbane 3D-miljøer. Det blev i 2011 opkøbt af Esri, som ønskede en stærkere position indenfor 3D-design. Ifølge flere blogs (Ball 2011) (Maher 2011) er en konsekvens af købet en endnu større lighed mellem GIS og CAD. Esri har også siden købet implementeret attributdata i 3D-modellerne. Dermed kan det konkluderes, at sammensmeltningen er i gang. Men hvordan skal man som en rådgivende ingeniørvirksomhed tilpasse sig en udvikling, hvor systemer smelter sammen, og grænserne kan være svære at identificere? En del af svaret kunne være, at man bliver nødt til at holde sine medarbejdere uddannede, så de hele tiden kan navigere mellem de forskellige produkter på den mest hensigtsmæssige måde.

At vise data (altså visualisering) og decideret kortlægning (altså editering af Geodata) har længe været funktionaliteter, der har været tilgængelige via web-GIS. Web-GIS til at dele informationer har også været brugt i længere tid. INSPIRE's geoportal (<http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>) eller ArcGIS Online (<http://Arcgis.com>) er eksempler på geoportaler, som ikke alene giver mulighed for at overskue og søge i data, men også giver brugere lettere adgang til at anvende webservices. Disse områder er relativt godt udviklede, og der findes standardopsætninger til disse behov. Derimod mangler der endnu web-GIS-funktionalitet og analyseværktøjer. Dét at trække funktionalitet fra de traditionelle desktop-versioner over i web-GIS er meget i fokus i disse år og spås til at blive en afgørende parameter i GIS-konkurrencen blandt de enkelte GIS-leverandører (Fu og Sun 2011). Den løbende udvidelse af mulighederne i web-GIS vil også kunne føre til et øget brug af web-GIS som

primær GIS-analyseplatform. Man kunne forestille sig, at medarbejdere foretager analyser direkte i et web-GIS. Et web-GIS giver mulighed for let at tilpasse brugergrænsefladen og udvælge, hvilke funktioner, der skal være tilstede i web-GIS'et. Dette vil muligvis yderligere føre til at flere brugere begynder at anvende GIS, da man i et web-GIS let kan tilpasse brugerfladen til en konkret brugers behov. Dette vil kunne få medarbejdere uden GIS-kendskab til let at komme i gang med at anvende nogle af de værktøjer, som GIS stiller til rådighed.

Helt konkret kan de forskellige behov, der er til GIS i en rådgivende ingeniørvirksomhed, koges ned til tre hovedelementer: data, software og kompetencer. Den rådgivende ingeniørvirksomhed er nødt til at tage stilling til disse tre elementer. Hvert element er med til at underbygge GIS, og intet element kan undværes i brugen af GIS. De tre elementer kan derfor karakteriseres som fundament for GIS. I det følgende vil hvert enkelt fundament blive diskuteret. Samtidig vil en konkret løsning for hvert af de tre fundamenter blive præsenteret med udgangspunkt i de behov, der blev fundet i de forskellige use cases.

Data

Alle analyser og visninger i GIS har sit udgangspunkt i data. Derfor er data et enormt vigtigt fundament for GIS. Geodata kan have mange ansigter i form af forskellige formater og projektioner, som kan sætte begrænsninger hos brugere eller være enormt tidskrævende. Derfor er det meget vigtigt, at der i en rådgivende ingeniørvirksomhed findes et gennemtænkt SDI. Dette SDI skal gøre det muligt for de forskellige brugere at kunne hente data og selv vælge format og projektion samt udsnit for de hentede data. Flere leverandører udbyder sådan en løsning. Samtidig skal dette SDI være bygget op som foreslået i Figur 20, hvor data automatisk løbende opdateres fra essentielle kilder som Kortforsyningen og Danmarks Miljøportal. Foruden disse kilder vil det også være nødvendigt for den enkelte medarbejder at kunne indlægge dels egne data til deling, dels at kunne georeferere ethvert projekt.

En rådgivende ingeniørvirksomhed vil have så mange forskellige typer data, at gode metadata beskrivelser er alfa og omega. Den enkelte rådgivende ingeniørvirksomhed bør i denne forbindelse vurdere hvilke metadataoplysninger, der er vigtige for virksomheden.

Software

Softwaren er selve det Geografiske Informations System. De forskellige typer, der findes på markedet, varierer meget i funktion og størrelse. En stor rådgivende ingeniørvirksomhed kan ikke komme uden om at skulle kunne tilbyde sine medarbejdere de forskellige typer software, som de efterspørger. Man bør samtidig have en web-GIS-løsning til at vise de forskellige geodata fra forskellige projekter til kunderne. Flere leverandører af GIS-software har løsninger, som let kan opsætte et web-GIS produkt til en specifik kunde. Flere og flere funktioner bliver lagt ind i disse web-GIS-produkter, som det blev beskrevet i teori afsnittet "GIS på forskellige platforme". En rådgivende ingeniørvirksomhed kan måske ligefrem få

mulighed for at kunne give sine kunder et anvendeligt værktøj, hvis man begynder at levere webGIS-produkter i større projekter. De softwareprodukter, man vælger, bør desuden altid være let integrerbare. Herved sikrer man, at systemerne altid kan skrues sammen, så de passer til den enkelte kundes behov, herunder også integration til tredjepartsprodukter.

Kompetencer

Det skal være let at få hjælp – og hjælpen skal være kompetent til at løse ethvert GIS-problem. Dette udsagn må være det gældende i en rådgivende ingeniørvirksomhed. Derfor vil man skulle oprette en dedikeret GIS-support. Muligvis i sammenhæng med den eksisterende CAD-support. Det vil være supportens opgave at skulle hjælpe de enkelte brugere, dels via en hotline, dels via en iterativ proces, hvor de enkelte projektmedarbejders arbejdsmetoder skal diskuteres for hele tiden at være sikker på, at mulighederne i GIS udnyttes tilstrækkeligt. I GIS-supporten bør man samtidig stå for kurser i GIS til projektmedarbejdere, som løbende kan være med til at udvikle den enkelte medarbejders kompetencer. På denne måde sikres det, at organisationen hele tiden er opdateret på, hvad der sker inden for GIS, og dermed kan man levere et så nyt og moderne produkt som muligt.

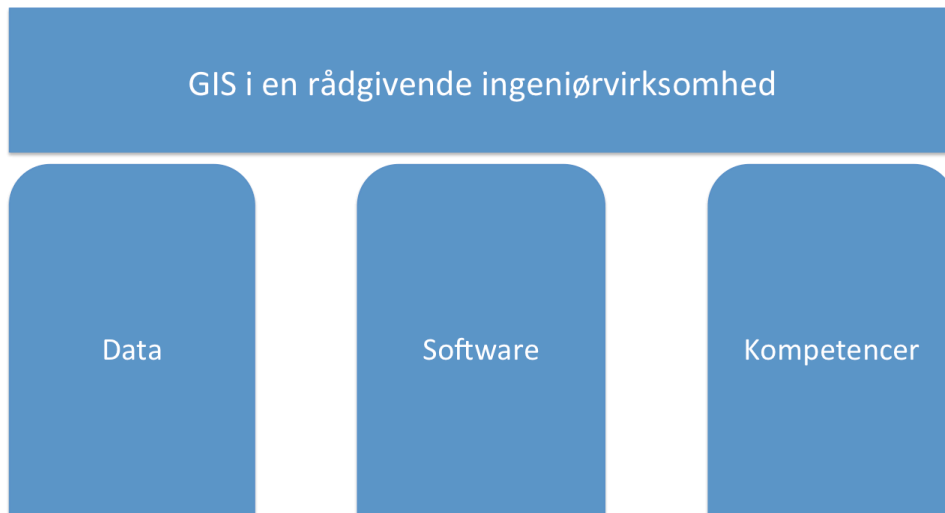
Disse tre fundamentaler er der nu beskrevet løsningsforslag til. Alle løsningsforslag kræver relativt store investeringer fra virksomheden selv. Derfor vil man ikke kunne forvente at ændringerne implementeres fra den ene dag til den anden. Der er derimod andre forhold, som kan ændres relativt hurtigt. Flere medarbejdere havde ofte udfordringer med, at der ikke var licenser nok. Specielt ArcMap-licenserne var ofte optaget. Det er den rådgivende ingeniørvirksomheds fornemste opgave at understøtte den enkelte medarbejder bedst muligt og dermed stille de nødvendige værktøjer til rådighed. Hvis der opstår flaskehalse, må disse forsøges udryddet hurtigst muligt.

Konklusion

Formålet med dette specialeprojekt var at undersøge, hvordan GIS kan understøtte forretningen og udviklingen i en rådgivende ingeniørvirksomhed. I dette kapitel vil der blive foretaget en konklusion på problemformuleringen.

De tre GIS-fundamenter

I løbet af undersøgelserne er der identificeret tre grundlæggende elementer, som går igen. Disse elementer er helt nødvendige for at kunne arbejde med GIS. Det drejer sig om data, software og kompetencer. Som det er vist i Figur 28, bærer disse fundamentaler GIS i en rådgivende ingeniørvirksomhed. Derfor bør man i en stor rådgivende ingeniørvirksomhed tage stilling til disse tre GIS-fundamenter i en GIS-strategi.



Figur 28 - De tre GIS-fundamenter i en rådgivende ingeniørvirksomhed.

Uden softwaren kan man selvsagt ikke arbejde med geografiske informationssystemer. Men det, som kan konkluderes, er, at den enkelte medarbejder kan have meget stærke relationer til én type GIS-software. Almindeligt tilgængeligt GIS-software adskiller sig ikke meget fra hinanden som førstehåndsindtryk. Men funktionernes navne og den måde, funktioner bliver udført på, kan variere så meget, at det for brugeren kan virke stressende. Derfor bør man i en rådgivende ingeniørvirksomhed stille alle efterspurgte GIS-softwarepakker til rådighed for medarbejderne.

Data er kilden til de informationer, der arbejdes med i et geografisk informationssystem. Flere og flere data får en rumlig reference, og data kan optræde i mange forskellige formater. Her er det vigtigt at lette tilgængeligheden og skabe kompatibilitet på tværs af software – og systemer i det hele taget. Dette vil kunne medføre større brug af data, og dermed også gøre det lettere at tænke kreativt. Derfor bør man i en rådgivende ingeniørvirksomhed få styr på styringen af data, så alle brugere kan få gavn af de muligheder, der ligger i data.

Mangel på organisering af kompetencer inden for en organisation er et problem, der kan sænke udviklingen. At kunne sparre omkring metoder i arbejdsgange er helt nødvendigt for, at mulighederne i GIS kommer til sin ret. Kompetencerne bør være tæt på de enkelte brugere. Det gælder både superbrugere og de brugere, som kun anvender GIS en gang imellem. Derfor bør man i en rådgivende ingeniørvirksomhed have en central GIS-kompetence, som kan være med til at supportere og støtte udviklingen af GIS i virksomheden. Herudover har metoden The geographic approach (TGA) vist sig meget anvendelig i en optimering af arbejdsgange inden for GIS. Derfor bør man overveje at indføre TGA som en fast procedure

ved alle GIS-projekter. På denne måde sikrer, man at de enkelte metoder er gennemtænkte og at GIS anvendes optimalt.

De tre GIS-pejlemærker

I afsnittet "Introduktion" blev der introduceret et benchmark, der blev kaldt "De tre GIS-pejlemærker". Disse pejlemærker var forretningsstrategiske succeskriterier for, om en rådgivende ingeniørvirksomhed skulle øge GIS-aktiviteterne. Når disse tre fundament er opfyldt, vil man teoretisk kunne anvende GIS, så det kan understøtte forretningen og udviklingen bedre i en rådgivende ingeniørvirksomhed.

Det blev vist via tre undersøgende metoder, at Rambøll med en GIS-strategi kunne forbedre GIS-mulighederne på en lang række punkter. Disse punkter blev i det forrige afsnit opsummeret til tre GIS-fundamenter, som man bør tage stilling til: data, software og kompetencer. I det følgende vil de tre GIS-pejlemærker blive sat op over for de tre GIS-fundamenter. Figur 29 vil samtidig vise, hvordan de enkelte elementer positionere sig i forhold til hinanden.

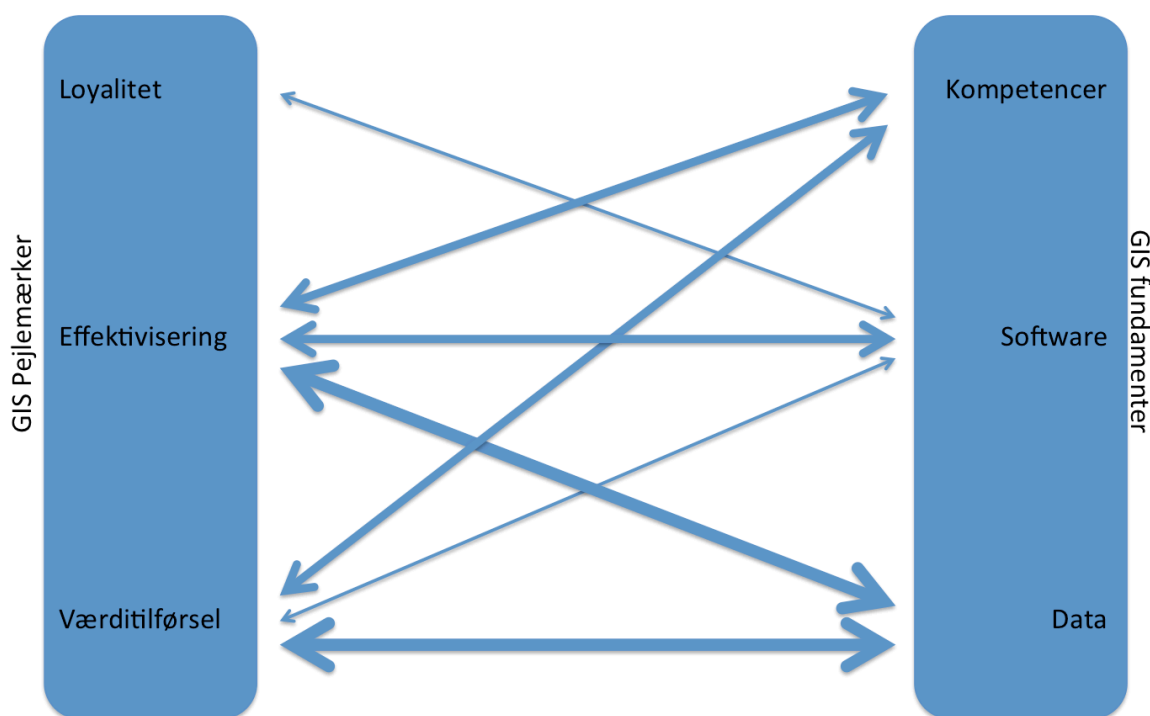
En bedre organisering af data vil primært kunne bringe effektiviseringer med sig, da medarbejderne vil skulle bruge mindre tid på at finde data. Optimalt set vil man kunne sælge de samme data flere gange og på denne måde skabe en værditilførsel på denne baggrund.

En GIS-enterpriseløsning vil åbne for helt nye muligheder i forhold til at kunne levere bedre og bredere produkter til kunderne. Dermed vil der kunne ske en værditilførsel til de produkter, der leveres til kunderne. Samtidig vil man kunne få bedre styr på de enkelte værktøjer og måske kunne anvende værktøjerne bedre ved at integrere dem med andre. Dermed vil der kunne ske en effektivisering.

En forbedring af de enkelte medarbejders kompetencer vil kunne give et bedre udgangspunkt i forhold til at forbedre og optimere arbejdsgange. En større viden vil give mere indsigt i de muligheder, der ligger i GIS. Dermed vil man dels kunne effektivisere arbejdsgange, men også kunne øge kvaliteten af de opgaver, der afleveres til kunderne.

Loyalitet er det pejlemærke med mest direkte indflydelse på kundernes opfattelse af Rambøll. Denne del er det ikke vurderet, at de tre GIS-fundamenter kan understøtte i høj grad, som det ellers har været tilfældet med de to øvrige GIS-fundamenter. En sådan analyse ville kræve en større indsigt i Rambølls kunder, hvilket stemmer overens med Longley, et al. (2011), som netop karakteriserer loyalitet som en u håndgribelig og svær målbar størrelse. Hvis der alligevel skal peges på et område, hvor GIS potentielt kan understøtte en større kundeloyalitet, vil det være software. Herigennem vil man kunne forbedre det produkt, som afleveres til kunden. Det kunne være et kundespecifikt web-GIS eller andre produkter, i form af for eksempel webservices, som kunderne kan implementere i deres eget GIS. På denne

måde vil kundens indtryk af virksomheden kunne forbedres og dermed også en forbedring af loyaliteten. I Figur 29 er de interne forhold mellem de tre GIS-pejlemærker og de tre GIS-fundamenter vist. Pilene er varieret i størrelse alt efter, hvor stor indflydelse det enkelte fundament vurderes til at have på det enkelte pejlemærke.



Figur 29 - De indbyrdes forhold mellem de tre GIS-pejlemærker og de tre GIS-fundamenter.

En af udfordringerne for en stor rådgivende ingeniørvirksomhed er, om man økonomisk vil investere det, der skal til for et system, der let kan tilpasses de enkelte projekter. Teknologien er moden til en sådan investering, og man kan uden en stor udviklerafdeling købe færdige hyldeprodukter, der kan justeres til egne behov. Dette blev blandt andet vist i Figur 7, hvor forholdet mellem selvudviklede produkter og færdige hyldeprodukter blev vist. Dertil kommer den teknologiske trend i forhold til, at der løbende sker et Skifte i platforme, som understreger fordelene ved at vælge et hyldeprodukt. Her sker den løbende udvikling til de forskellige platforme hos leverandøren og ikke hos den rådgivende ingeniørvirksomhed.

GIS i en rådgivende ingeniørvirksomhed kan understøtte forretningen og udviklingen. Specielt det at have styr på data har vist sig som et stærkt element i denne sammenhæng. Derfor er det oplagt, at en rådgivende ingeniørvirksomhed har en dedikeret datamanager, som kan sørge for at data er strukturerede og let tilgængelige for brugeren.

Perspektivering

I dette specialeprojekt er der via forskellige undersøgende metoder i Rambøll Danmark fundet en række forbedringsforslag. Alt er ikke afdækket, og konklusionen kan naturligvis kun tage sit udgangspunkt i de afdækkede behov. De konstaterede forhold for GIS i Rambøll Danmark viser behovet for en GIS-strategi, der afklarer forhold for de 3 GIS fundamenter. Foruden GIS-strategien vil der være en række elementer, som let kan forbedres og implementeres. Noget af det første, man bør foretage sig, er at gøre flere GIS-licenser tilgængelige. Den rådgivende ingeniørvirksomhed understøtter ikke sine medarbejdere godt nok, hvis der er en flaskehals til GIS-licenser. Af lidt blødere tiltag kan der etableres et Rambøll baggrundskort. Baggrundskort kan, som tidligere nævnt, fungere som en vigtig visuel signatur for en organisation. Et baggrundskort kan let designes i Rambølls farver. Herefter kan det lægges ud til fri download på et intranet.

Det bør overvejes, om der skal indføres en governance omkring GIS-projekter. Idéen kunne være at anvende metoden TGA til samtlige GIS-projekter. På denne måde kan man sikre, at GIS anvendes på en optimal måde. Derudover er der to yderligere perspektiver, som man bør have med i en videre afdækning: Et internationalt perspektiv samt et perspektiv på, hvad fremtiden vil bringe indenfor GIS.

Som det blev vist i Tabel 2 anvendes GIS på tværs af landegrænser i Rambøll. Det betyder, at man bør undersøge om dét, som er state of the art i Danmark, også er state of the art i for eksempel Indien. Det kunne for eksempel være, at de metoder, man anvender i Danmark til én type opgave, er en helt anden metode i Indien, grundet lokale forhold. Derudover kan man støde på udfordringer i forhold til tegnsætning i forskellige databaser og systemer. Eller hvordan kontrollerer man, at medarbejderen i Indien anvender den samme databaseversion som medarbejderen i Finland? Disse udfordringer understreger behovet for en større færdigudviklet løsning, da man i disse løsninger ofte sikrer kompatibilitet på tværs af landegrænser.

Ligesom det er konstateret, at GIS de senere år er blevet mere modent til at kunne understøtte en rådgivende ingeniørvirksomhed, må man også tage et blik ind i fremtiden for at fremtidssikre systemerne. 3D nævnes som et af de områder, hvor GIS i fremtiden kommer til at udvikle sig enormt. Det blev også vist i Figur 27, hvor det kunne ses, at GIS og CAD i stigende grad vil overlapse hinanden. Man bør i det hele taget være klar til at tilpasse systemer, med den hastighed som ting hele tiden forandre sig i.

Alfabetisk litteraturliste

- Abou-Ghanem, Mostafa, og Khalid A. Arfaj. »SAP/GIS integration Case Studies & Techniques.« *Saudi Aramco*, 2008.
- Andersen, Signe Bramming, og Jesper Vinther Christensen. »Corporate asset management and operation in GIS.« *Esri User Conference*. San Diego: Esri, 2013.
- ARC Advisory Group. *Geospatial Information Systems Worldwide Outlook*. Independent market research, ARC Advisory Group, 2013.
- Artz, Matt, og Jim Baumann. »What Is The Geographic Approach?« *Esri*. 2009.
<http://www.esri.com/news/arcnews/fall09articles/what-is-geographic.html> (senest hentet eller vist den 17. December 2013).
- Ball, Matt. *Spatial Sustain*. 11. Juli 2011. <http://www.sensysmag.com/spatialsustain/esri-adds-3d-design-tools-with-procedural-acquisition.html> (senest hentet eller vist den 11. December 2013).
- Balstrøm, Thomas. *On identifying the most time-saving walking route in a trackless mountainous terrain*. Institute of Geography, University of Copenhagen, *Geografisk Tidsskrift*, 2002, 51-58.
- Balstrøm, Thomas, Ole Jacobi, og Lars Bodum. *Bogen om GIS og geodata*. Forlaget GIS & Geodata, 2006.
- Bentien, Rune, og Matt Toon. »Google som hovedtaler på Kortdage 2012.« *Kortdage 2012*. Herning: Geoforum, 2012.
- Bezdecny, Kris, og Canserina Kurnia. »The ArcGIS System Putting it all together.« *Esri International User Conference 2012*. San Diego: Esri, 2012.
- Blue, Felicia. *eHow tech*. http://www.ehow.com/list_6282904_disadvantages-enterprise-systems.html (senest hentet eller vist den 25. November 2013).
- Bolstad, Paul. *A first text on geographic information systems*. 4th edition. St. Paul, 2005.
- BSC - The Chatered institute for IT. *Bespoke vs. off-the-shelf software*.
<http://www.bcs.org/content/conwebdoc/2767> (senest hentet eller vist den 1. December 2013).
- Capture Code. *Three examples of business intelligence paying off in dividends*. 3. Maj 2013.
<http://www.capturecode.com/three-examples-of-business-intelligence-paying-off-in-dividends/> (senest hentet eller vist den 12. December 2013).

- Cheetham, Robert. *Azavea Atlas*. 25. September 2010.
<http://www.azavea.com/blogs/atlas/2010/09/geoprocessing-and-the-esri-geoservices-rest-api/> (senest hentet eller vist den 13. Januar 2014).
- Cockburn, Alistair. <http://alistair.cockburn.us/Use+cases%2c+ten+years+later>. 1. Januar 2002.
<http://alistair.cockburn.us> (senest hentet eller vist den 14. Oktober 2013).
- Cockburn, Alistair. alistair.cockburn.us. 5. Oktober 2006.
<http://alistair.cockburn.us/Use+case+fundamentals> (senest hentet eller vist den 14. Oktober 2013).
- Devoteam. *Skab værdi for virksomheder, borgere og myndigheder ved brug af geografisk information*. Devoteam Whitepaper, Devoteam, 2013.
- DONG Energy, pers.kom.: Samtale med Jesper Vinter Christensen den 4. oktober 2013
- DSB. *DSB på din mobil*. 2013. <http://www.dsb.dk/kundeservice/andre-emner/mobiltjenester/> (senest hentet eller vist den 5. Januar 2014).
- Eason, Kenneth. *Information technology and organizational change*. London: Taylor & Francis, 1989.
- Erhvervsstyrelsen. *Oplevet mobildækning*. Maj 2013.
- Esri. *Aeronautical GIS best practices*. Esri, 2013.
- . *ArcGIS Resource Center*. 13. September 2011.
http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/What_is_ModelBuilder/002w00000001000000/ (senest hentet eller vist den 1. November 2013).
- . *ArcGIS resources*. 11. August 2012.
<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/009z00000025000000> (senest hentet eller vist den 7. Januar 2014).
- Esri. »Clip Analysis.« *ArcGIS resources*. Redigeret af ArcGIS Help 10.1. Esri, 6. Maj 2013.
- ezinemark.com. *Evaluation Between Custom Software Development and Ready-Made Packaged Software applications*. <http://www.spyghana.com/evaluation-between-custom-software-development-and-ready-made-packaged-software-applications/> (senest hentet eller vist den 1. December 2013).
- Fu, Pinde, og Jiulin Sun. *Web GIS principles and applications*. Redlands: Esri Press, 2011.
- Geodatastyrelsen. *Om Geodata-info.dk*. <http://www.geodata-info.dk/Portal/About.aspx> (senest hentet eller vist den 19. December 2013).

Geodatastyrelsen. *Kortforsyningen*. <http://download.kortforsyningen.dk/> (senest hentet eller vist den 11. November 2013).

Geoserver. *WMS Reference*. 2013.

<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/services/wms/reference.html> (senest hentet eller vist den 8. December 2013).

Gilbert, E. W. »Pioneer Maps of Health and Disease in England.« *The Geographical Journal*, Jun. 1958: 172-183.

Grave, Bo. *Smart Governance - GIS, mobilitet og nye arbejdsformer*. Kolding: Kortdage Geoforum, 5. November 2013.

Grimshaw, David J. *Bringing geographical information systems into business*. 1. udgave. Årg. 1. John Wiley & Sons, 1994.

—. *Bringing Geographical Information Systems into Business*. 2. udgave. John Wiley & Sons, 2000.

Guyette, Wayne. »The State og Tourism/GIS education and solution.« 1999.

Hendrickson, Andrew, og Andrew Sakowich. *Creating an Effective GIS technology strategy*. Esri. 2013 Esri International User Conference, San Diego. 9. Juli 2013.

Heywood, Ian, Sarah Cornelius, og Steve Carver. *An introduction to Geographical Information Systems*. Third Edition. Essex: Pearson Education Limited, 2006.

HOFOR, pers.kom.: Samtale med Knud Søndergaard den 11. oktober 2013

Humberstone, Fiona. »What is a brandmanual and why do I need one.« *The marketing donut*. 24. November 2009.

Informi GIS, pers.kom.: Samtale med Jan Juul Jensen den 13. Januar 2014

Informi GIS A/S. *Geografisk information i enterprise arkitektur*. Whitepaper, Charlottenlund: Informi GIS A/S, 2009.

Intergraph, pers.kom.: Mailkorrespondance med Mikkel Toft den 3. December 2013

KL. »FKG datamodellen.« Datamodel, 2013.

Kortforsyningen. *ATOM feeds - hvis dine data skal være ajour*. Geodatastyrelsen. 11. September 2013. <http://www.kortforsyningen.dk/indhold/atom-feeds> (senest hentet eller vist den 9. November 2013).

Kujala, Sari. »User involvement: A review of the benefits and challenges.« *Behaviour & Information Technology*, 8. November 2010: 1-16.

Longley, Paul A., Michael F. Goodchild, David J. Maguire, og David W. Rhind. *Geographic information System & science*. Third edition. Wiley & Sons, Inc, 2011.

Luján-Mora, Sergio, og Susana de Juana-Espinosa. *The Use of Weblogs in Higher Education: Benefits and Barriers*. 7. September 2007. <http://desarrolloweb.dlsi.ua.es/blogs/use-of-weblogs-in-higher-education-benefits-and-barriers> (senest hentet eller vist den 21. November 2013).

Maher, Kathleen. *Graphic Speak*. 26. Juli 2011. <http://gfxspeak.com/2011/07/26/esri-acquires-content-creation-company-procedural/> (senest hentet eller vist den 11. December 2013).

Masser, Ian. *Building European Spatial Data Infrastructures*. Second edition. Esri Press, 2010.

Matillion. *6 Real Life Examples of Successful Business Intelligence Systems*. 2013. <http://www.matillion.com/insight/6-real-life-examples-of-successful-business-intelligence-systems/> (senest hentet eller vist den 12. December 2013).

McDonald, Mark P. *Gartner*. 15. Juni 2009.

http://blogs.gartner.com/mark_mcdonald/2009/06/15/is-your-company-an-enterprise-the-answer-matters/ (senest hentet eller vist den 3. December 2013).

Mitchell, Andy. *The Esri guide to GIS analysis - Volume 1: Geographic patterns & relations*. Redlands, California: Esri Press, 1999.

Nebert, Douglas D. »The SDI Cookbook.« GSDI, 2004.

North Carolina State University. *Geospatial Data formats*.

<http://www.lib.ncsu.edu/gis/formats.html> (senest hentet eller vist den 15. December 2013).

Open Geospatial Consortium. *About OGC*. 2013. <http://www.opengeospatial.org/ogc> (senest hentet eller vist den 9. December 2013).

—. *OGC standards: KML*. 2009. <http://www.opengeospatial.org/standards/kml> (senest hentet eller vist den 15. December 2013).

Open GIS Consortium. »Web Map Service Implementation Specification.« Specification, 2002.

Planning Engineer's Blog. *Planning Engineer's Blog - Sustainable planning*.

<http://planningengineer.wordpress.com/class-projects/bridging-the-gis-and-cad-divide/> (senest hentet eller vist den 21. November 2013).

Pogodzinski, J. M., og Richard M. Kos. *Economic development & GIS*. 1. udgave. Redlands: Esri Press, 2013.

Quora.com. *What are the advantages of GIS vs. CAD for mapmaking?* 2011. <http://www.quora.com/What-are-the-advantages-of-GIS-vs-CAD-for-mapmaking#> (senest hentet eller vist den 21. November 2013).

Rajabifard, Abbas, og Ian P. Williamson. *Spatial data infrastructures: An initiative to facilitate spatial data sharing*.

Regeringen / KL / Danske Regioner. »Den fællesoffentlige digitaliseringsstrategi 2011 - 2015.« Strategi, København, 2011.

Regeringen og KL. »Gode grunddata til alle - En kilde til vækst og effektivisering.« 2012.

Renner, Patti. *Knotice*. 9. September 2013. <http://blog.knotice.com/2013/09/09/fun-facts-on-big-data-2013/> (senest hentet eller vist den 2. December 2013).

Ross, Jeanne W., Peter Weill, og David C. Robertson. *Enterprise Architecture as strategy - Creating a foundation for business execution*. Harvard Business School Press, 2006.

Sandal, Jesper Stein. *Version2*. 3. September 2013. <http://www.version2.dk/artikel/nedtaelling-til-windows-xp-dommedag-217-dage-til-hackerne-faar-frit-spil-53691> (senest hentet eller vist den 2. December 2013).

Stachowicz, Sebastian. »Geographical data sharing - Advantages of web based technology to local government.« Workshop, Graphical Data Capture Ltd, Warsaw, 2004.

Statcounter.com. *Global stats*. August 2013. <http://gs.statcounter.com/#os-ww-monthly-201008-201308> (senest hentet eller vist den 2. December 2013).

Structural Knowledge. *Why Esri (as is) can't be part of the open government movement*. 3. Februar 2012. <http://www.structuralknowledge.com/2012/02/03/why-esri-as-is-cant-be-part-of-the-open-government-movement/> (senest hentet eller vist den 10. Januar 2013).

Tannenbaum, Scott. »Enhancing continuous learning: Diagnostic findings from multiple companies.« *Human Resource Management*, 1997: 437-452.

The Open Group. *TOGAF® Version 9.1. Framework*, Van Haren Publishing, 2011.

Tomlinson, Roger. *Thinking about Geographical Information System Planning for Managers*. Redlands: Esri Press, 2007.

Xiang, Wei-Ning. »A GIS based method for trail alignment planning.« *Landscape and Urban planning*, 1996: 11-23.

Typeopdelt litteraturliste

Videnskabelige artikler og lærebøger

Abou-Ghanem, Mostafa, og Khalid A. Arfaj. »SAP/GIS integration Case Studies & Techniques.« *Saudi Aramco*, 2008.

Balstrøm, Thomas. *On identifying the most time-saving walking route in a trackless mountainous terrain*. Institute of Geography, University of Copenhagen, *Geografisk Tidsskrift*, 2002, 51-58.

Balstrøm, Thomas, Ole Jacobi, og Lars Bodum. *Bogen om GIS og geodata*. Forlaget GIS & Geodata, 2006.

Bolstad, Paul. *A first text on geographic information systems*. 4th edition. St. Paul, 2005.

Cockburn, Alistair. <http://alistair.cockburn.us/Use+cases%2c+ten+years+later>. 1. Januar 2002. <http://alistair.cockburn.us> (senest hentet eller vist den 14. Oktober 2013).

Cockburn, Alistar. alistar.cockburn.us. 5. Oktober 2006. <http://alistair.cockburn.us/Use+case+fundamentals> (senest hentet eller vist den 14. Oktober 2013).

Eason, Kenneth. *Information technology and orginazational change*. London: Taylor & Francis, 1989.

Fu, Pinde, og Jiulin Sun. *Web GIS principles and applications*. Redlands: Esri Press, 2011.

Gilbert, E. W. »Pioneer Maps of Health and Disease in England.« *The Geographical Journal*, Jun. 1958: 172-183.

Grimshaw, David J. *Bringing geographical information systems into business*. 1. udgave. Årg. 1. John Wiley & Sond, 1994.

Grimshaw, David J. *Bringing Geographical Information Systems into Business*. 2. udgave. John Wiley & Sons, 2000.

Guyette, Wayne. »The State og Tourism/GIS education and solution.« 1999.

Heywood, Ian, Sarah Cornelius, og Steve Carver. *An introduction to Geographical Information Systems*. Third Edition. Essex: Pearson Education Limited, 2006.

Kujala, Sari. »User involvement: A review of the benefits and challenges.« *Behaviour & Information Technology*, 8. November 2010: 1-16.

Longley, Paul A., Michael F. Goodchild, David J. Maguire, og David W. Rhind. *Geographic information System & science*. Third edition. Wiley & Sons, Inc, 2011.

Masser, Ian. *Building European Spatial Data Infrastructures*. Second edition. Esri Press, 2010.

Mitchell, Andy. *The Esri guide to GIS analysis - Volume 1: Geographic patterns & relations*. Redlands, California: Esri Press, 1999.

Nebert, Douglas D. »The SDI Cookbook.« GSDI, 2004.

Pogodzinski, J. M., og Richard M. Kos. *Economic development & GIS*. 1. udgave. Redlands: Esri Press, 2013.

Rajabifard, Abbas, og Ian P. Williamson. *Spatial data infrastructures: An initiative to facilitate spatial data sharing*.

Ross, Jeanne W., Peter Weill, og David C. Robertson. *Enterprise Architecture as strategy - Creating a foundation for business execution*. Harvard Business School Press, 2006.

Stachowicz, Sebastian. »Geographical data sharing - Advantages of web based technology to local government.« Workshop, Graphical Data Capture Ltd, Warsaw, 2004.

Tannenbaum, Scott. »Enhancing continuous learning: Diagnostic findings from multiple companies.« *Human Resource Management*, 1997: 437-452.

Tomlinson, Roger. *Thinking about Geographical Information System Planning for Managers*. Redlands: Esri Press, 2007.

Xiang, Wei-Ning. »A GIS based method for trail alignment planning.« *Landscape and Urban planning*, 1996: 11-23.

Rapporter

ARC Advisory Group. *Geospatial Information Systems Worldwide Outlook*. Independent market

research, ARC Advisory Group, 2013.

Devoteam. *Skab værdi for virksomheder, borgere og myndigheder ved brug af geografisk information*. Devoteam Whitepaper, Devoteam, 2013.

Erhvervsstyrelsen. *Oplevet mobildækning*. Maj 2013.

Esri. *Aeronautical GIS best practices*. Esri, 2013.

Humberstone, Fiona. »What is a brandmanual and why do I need one.« *The marketing donut*. 24. November 2009.

Informi GIS A/S. *Geografisk information i enterprise arkitektur*. Whitepaper, Charlottenlund: Informi GIS A/S, 2009.

KL. »FKG datamodellen.« *Datamodel*, 2013.

Open GIS Consortium. »Web Map Service Implementation Specification.« *Specification*, 2002.

Regeringen / KL / Danske Regioner. »Den fællesoffentlige digitaliseringsstrategi 2011 - 2015.« *Strategi*, København, 2011.

Regeringen og KL. »Gode grunddata til alle - En kilde til vækst og effektivisering.« 2012.

The Open Group. *TOGAF® Version 9.1. Framework*, Van Haren Publishing, 2011.

Slides fra præsentationer

Andersen, Signe Bramming, og Jesper Vinther Christensen. »Corporate asset management and operation in GIS.« *Esri User Conference*. San Diego: Esri, 2013.

Bentien, Rune, og Matt Toon. »Google som hovedtaler på Kortdage 2012.« *Kortdage 2012*. Herning: Geoforum, 2012.

Bezdecny, Kris, og Canserina Kurnia. »The ArcGIS System Putting it all together.« *Esri International User Conference 2012*. San Diego: Esri, 2012.

Grave, Bo. *Smart Governance - GIS, mobilitet og nye arbejdsformer*. Kolding: Kortdage Geoforum, 5. November 2013.

Hendrickson, Andrew, og Andrew Sakowich. *Creating an Effective GIS technology strategy*. 2013 Esri International User Conference, San Diego. 9. Juli 2013.

Blogs, hjemmesider eller andre elektroniske kilder

Artz, Matt, og Jim Baumann. »What Is The Geographic Approach?« *Esri*. 2009. <http://www.esri.com/news/arcnews/fall09articles/what-is-geographic.html> (senest hentet eller vist den 17. December 2013).

Ball, Matt. *Spatial Sustain*. 11. Juli 2011. <http://www.sensysmag.com/spatialsustain/esri-adds-3d-design-tools-with-procedural-acquisition.html> (senest hentet eller vist den 11. December 2013).

Blue, Felicia. *eHow tech*. http://www.ehow.com/list_6282904_disadvantages-enterprise-systems.html (senest hentet eller vist den 25. November 2013).

BSC - The Chatered institute for IT. *Bespoke vs. off-the-shelf software*. <http://www.bcs.org/content/conwebdoc/2767> (senest hentet eller vist den 1. December 2013).

Capture Code. *Three examples of business intelligence paying off in dividends*. 3. Maj 2013. <http://www.capturecode.com/three-examples-of-business-intelligence-paying-off-in-dividends/> (senest hentet eller vist den 12. December 2013).

Cheetham, Robert. *Azavea Atlas*. 25. September 2010. <http://www.azavea.com/blogs/atlas/2010/09/geoprocessing-and-the-esri-geoservices-rest-api/> (senest hentet eller vist den 13. Januar 2014).

DSB. *DSB på din mobil*. 2013. <http://www.dsb.dk/kundeservice/andre-emner/mobiltjenester/> (senest hentet eller vist den 5. Januar 2014).

Esri. *ArcGIS Resource Center*. 13. September 2011. http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/What_is_ModelBuilder/002w00000001000000/ (senest hentet eller vist den 1. November 2013).

Esri. *ArcGIS ressourcer*. 11. August 2012. <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//009z00000025000000> (senest hentet eller vist den 7. Januar 2014).

Esri. »Clip Analysis.« *ArcGIS ressourcer*. Redigeret af ArcGIS Help 10.1. Esri, 6. Maj 2013.

ezinemark.com. *Evaluation Between Custom Software Development and Ready-Made Packaged Software applications*. <http://www.spyghana.com/evaluation-between-custom-software-development-and-ready-made-packaged-software-applications/> (senest hentet eller vist den 1. December 2013).

Geodatastyrelsen. *Om Geodata-info.dk*. <http://www.geodata-info.dk/Portal/About.aspx> (senest hentet eller vist den 19. December 2013).

Geodatastyrelsen. *Kortforsyningen*. <http://download.kortforsyningen.dk/> (senest hentet eller vist den 11. November 2013).

Geoserver. *WMS Reference*. 2013.

<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/services/wms/reference.html> (senest hentet eller vist den 8. December 2013).

Kortforsyningen. *ATOM feeds - hvis dine data skal være ajour*. Geodatastyrelsen. 11. September 2013. <http://www.kortforsyningen.dk/indhold/atom-feeds> (senest hentet eller vist den 9. November 2013).

Luján-Mora, Sergio, og Susana de Juana-Espinosa. *The Use of Weblogs in Higher Education: Benefits and Barriers*. 7. September 2007. <http://desarrolloweb.dlsi.ua.es/blogs/use-of-weblogs-in-higher-education-benefits-and-barriers> (senest hentet eller vist den 21. November 2013).

Maher, Kathleen. *Graphic Speak*. 26. Juli 2011. <http://gfxspeak.com/2011/07/26/esri-acquires-content-creation-company-procedural/> (senest hentet eller vist den 11. December 2013).

Matillion. *6 Real Life Examples of Successful Business Intelligence Systems*. 2013.

<http://www.matillion.com/insight/6-real-life-examples-of-successful-business-intelligence-systems/> (senest hentet eller vist den 12. December 2013).

McDonald, Mark P. *Gartner*. 15. Juni 2009.

http://blogs.gartner.com/mark_mcdonald/2009/06/15/is-your-company-an-enterprise-the-answer-matters/ (senest hentet eller vist den 3. December 2013).

North Carolina State University. *Geospatial Data formats*.

<http://www.lib.ncsu.edu/gis/formats.html> (senest hentet eller vist den 15. December 2013).

Open Geospatial Consortium. *About OGC*. 2013. <http://www.opengeospatial.org/ogc> (senest hentet eller vist den 9. December 2013).

Open Geospatial Consortium. *OGC standards: KML*. 2009.

<http://www.opengeospatial.org/standards/kml> (senest hentet eller vist den 15. December 2013).

Planning Engineer's Blog. *Planning Engineer's Blog - Sustainable planning*.

<http://planningengineer.wordpress.com/class-projects/bridging-the-gis-and-cad-divide/> (senest hentet eller vist den 21. November 2013).

Quora.com. *What are the advantages of GIS vs. CAD for mapmaking?* 2011.

<http://www.quora.com/What-are-the-advantages-of-GIS-vs-CAD-for-mapmaking#> (senest hentet eller vist den 21. November 2013).

Renner, Patti. *Knotice*. 9. September 2013. <http://blog.knotice.com/2013/09/09/fun-facts-on-big-data-2013/> (senest hentet eller vist den 2. December 2013).

Sandal, Jesper Stein. *Version2*. 3. September 2013.

<http://www.version2.dk/artikel/nedtaelling-til-windows-xp-dommedag-217-dage-til-hackerne-faar-frit-spil-53691> (senest hentet eller vist den 2. December 2013).

Statcounter.com. *Global stats*. August 2013. <http://gs.statcounter.com/#os-ww-monthly-201008-201308> (senest hentet eller vist den 2. December 2013).

Structural Knowledge. *Why Esri (as is) can't be part of the open government movement*. 3.

Februar 2012. <http://www.structuralknowledge.com/2012/02/03/why-esri-as-is-cant-be-part-of-the-open-government-movement/> (senest hentet eller vist den 10. Januar 2013).

Personlig kommunikation

DONG Energy, pers.kom.: Samtale med Jesper Vinter Christensen den 4. oktober 2013

HOFOR, pers.kom.: Samtale med Knud Søndergaard den 11. oktober 2013

Intergraph, pers.kom.: Mailkorrespondance med Mikkel Toft den 3. December 2013

Informi GIS, pers.kom.: Samtale med Jan Juul Jensen den 13. Januar 2014

Bilag

Strategy – Ask Relevant Questions

Business Architecture

1. What are the top 5 business workflows you support using ArcGIS technology, are these considered to be mission critical? (e.g. data management, planning, field enablement, operational awareness)
2. What are the top 5 pain points regarding supporting business workflows using ArcGIS technology today?
3. Who are the primary stakeholders supported by your ArcGIS system, what is their role, what are their needs related to your organizations internal / external business boundaries?
4. How do these various stakeholders measure success?
5. Can you provide examples of business process workflow diagrams/documents that involve the use of ArcGIS technology?



Information Architecture

1. What are the geo-centric / geo-enabled business applications that support the top 5 business workflows identified above?
2. What basemap data and operational layers are used to support each of these applications and what are their sources?
3. How is this data collected, organized and managed?
4. Could you provide examples of data structures and schemas as diagrams?



Technical Architecture

1. Could you describe the ArcGIS technology environment (hardware/software) used to support each of the geo-centric / geo-enabled business applications identified above?
2. Do you have variations in versions of core ArcGIS technology installed?
3. Do you have variations in versions of RDBMS, web server, or any other platforms interacting with ArcGIS technology?
4. Do you have network considerations that exist between installed components of ArcGIS technology?



Bilag 2 - Use case skemakladde

Use case numer:		Dato:	
Navn og stillingsbetegnelse:			
Afdeling:			
Software:			
Data:			
Baggrundskort:			
Arbejdsgange:			

Bilag 3 - De fem forskellige use cases

Use case numer:	1	Dato:	3. Oktober 2013
Navn og stillingsbetegnelse:	Henrik Pilegaard Mortensen		
Afdeling:	Energi		
Software:	Autocad, Arcmap, Mapinfo, Danmarks Arealinformation		
Data:	<p>Natura2000, Matrikelgrænser, Fredsskov, Grundvandsboringer, Fredninger, Fredede fortidsminder, Jordforurening, OIS data, FOT</p> <p>Hver afdeling i Energi har sine egne data-kartoteker. Det vil sige, at data enten downloades fra forskellige ressourcer eller genbruges fra afdelingens eget kartotek til en given opgave. I nogle tilfælde opdaterer medarbejderen blot data i afdelingens kartotek, når man "synes at det er noget tid siden sidst". Der sker simpelthen for få ændringer i data til, at man behøver at opdatere data hver dag. Services virker for ustabile, og derfor vil man hellere have data lokalt.</p>		
Baggrundskort:	Tekniske grundkort (DTK)		
Arbejdsgange:	<p>I Energi arbejder man blandt andet med forundersøgelser af større rørledninger. En større rørledning giver ekspropriationsret, men man forsøger selvfølgelig at ekspropriere så lidt som muligt. Dette gøres ved at undgå at rørledningen krydser for mange matrikler og ingen bygninger – i det hele taget for at få kendskab til de største forhindringer. I CAD indlægges matrikelgrænser og tekniske grundkort. Herefter optegnes rørledningsforslaget i CAD efter bedste metode. CAD anvendes, da det ifølge Henrik er lettere at optegne den slags i CAD-software, end det er at optegne det i GIS-software. Der tegnes altså linjer i CAD, hvor man forsøger at følge skellinjer eller vejkanter eller lignende. Resultatet er en linje forløbende mellem to definerede punkter. Når linjen er indtegnet i CAD, eksporteres den til en shapefil og lægges ind i Danmarks Arealinformation. Her tjekkes det visuelt om den valgte rørføring kolliderer med Natura2000, Fredsskov, Grundvandsboringer, fredede områder, fredede fortidsminder samt jordforurening. Hvis rørledningen kolliderer med et af disse lag, må ledningsføringen i CAD tilrettes og arbejdet gentages. Efterfølgende findes BBR oplysninger på eventuelt berørte matrikler via Arealinformation.</p>		

Use case numer:	2	Dato:	3. Oktober 2013
Navn og stillingsbetegnelse:	Lars Fischer		
Afdeling:	Energi		
Software:	Argus		
Data:	Ikke andet end det, som ligger i Argus		
Baggrundskort:	Tekniske grundkort		
Arbejdsgange:	<p>Man har i Rambøll drift og support på ledningsregistreringssystemet Argus. I Argus er det primært fjernvarmeforsyningsvirksomhed, som har sine rør registreret. Sideløbende med Argus er der udviklet et web-GIS-system, som kan vise data fra Argus. Dette web-GIS fungerer for nogle fjernvarme selskaber som primær administrationsmodul. Nogle selskaber har kundepleje tilknyttet. Andre har blot oversigt over ledningsnettet. Fælles for webGIS-systemerne er, at de er bundet meget hårdt op på Argus og dets dataformat DSFL. Argus planlægges til udfasning de næste år og i den forbindelse vil der naturligt opstå et behov for et nyt web-GIS.</p>		

Use case numer:	3	Dato:	3. Oktober 2013
Navn og stillingsbetegnelse:	Trine Stausgaard Vannay		
Afdeling:	Miljø		
Software:	ArcMap og FME		
Data:	FOT, Fredede områder, §3 områder, Brønde.		
Baggrundskort:	Bing maps ortofoto eller Miljø's eget baggrundskort udført med Rambølls egne organisationsfarver og indhold.		
Arbejdsgange:	<p>Trine fortale om, hvordan hun laver risikokortlægning for kommuner. Kommunen kontakter Rambøll Danmark og bestiller en risikokortlægning. Risikokortlægningen kortlægger risikoen for oversvømmelser i kommunen. Det er typisk bygninger, veje og brønde. I forbindelse med risikokortlægningen vil kommunerne ofte også have have kortlagt fredninger og drikkevandsboringer mm. De enkelte kommuner har dertil en række ønsker, som de ønsker skal indgå i den overordnede klimatilpasningsplan. Lyngby-Taarbæk har for eksempel dyrehold og supercykelstier. Data findes ved Kortforsyning, Miljøportalen samt hvad kommunen fremsender. I tilfældet med supercykelstier fremsendtes cykelstien som jpg. Man digitaliserede den derfor selv. Arkitekterne i Miljø har også tegnet denne op i Illustrator - hvilket resulterede i dobbeltregistrering. Trine vurderer, at det at finde data tager meget lang tid. Her kan der evt. graves dybere ned i, hvad det er for data konkret, der anvendes.</p> <p>I det almindelige arbejde har Trine mange kolleger, som kommer til hende med udfordringer i GIS. Trine mener, at der mangler GIS-viden internt i Rambøll. Hun har flere gange gået videre med spørgsmål til intern IT – uden succes. Morten Bjerrum har været en god støtte, men Trine er i tvivl om, hvorvidt Morten overhovedet er ansat til at hjælpe hende.</p> <p>Når en kunde har bestilt en opgave hos Rambøll, går Rambøll i gang med at udføre arbejdet. Når opgaven så afleveres til kunden, er det op til kunden at bestemme, hvordan opgaven skal afleveres og i hvilke formater. Det sker typisk ved at sende filerne i enten PDF, shape eller Tab. Typisk lægger kunden derefter disse data ind i eget GIS og/eller</p>		

web-GIS.

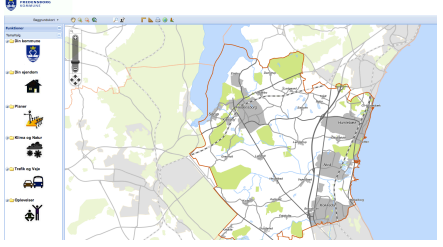
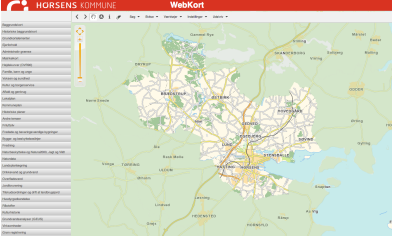
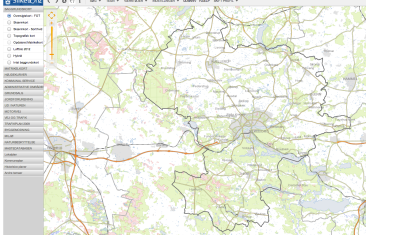
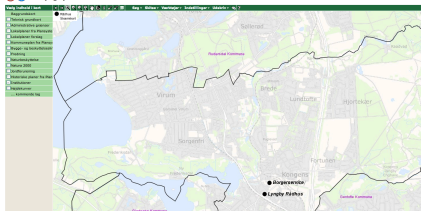
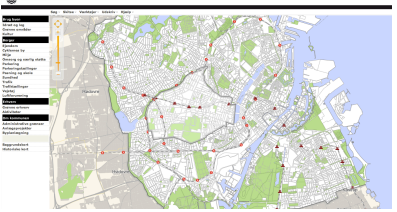
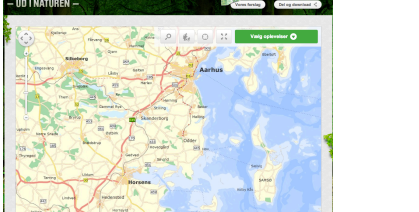
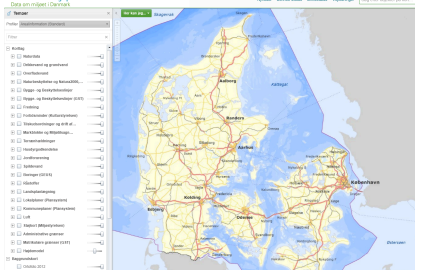
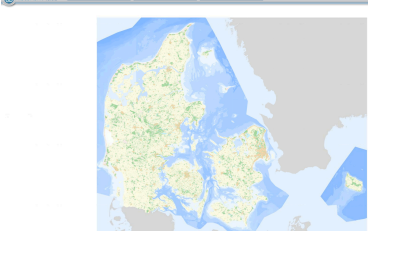
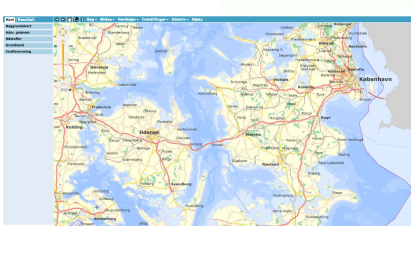
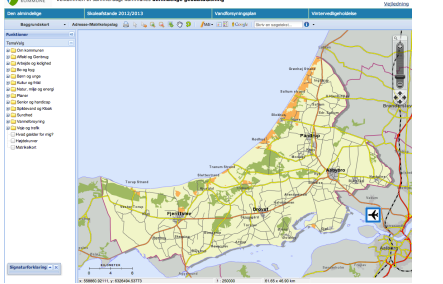
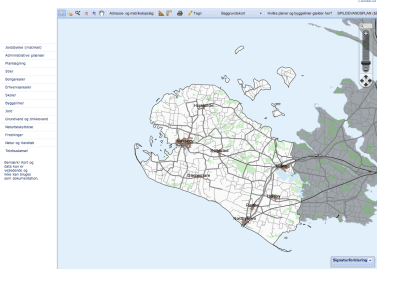
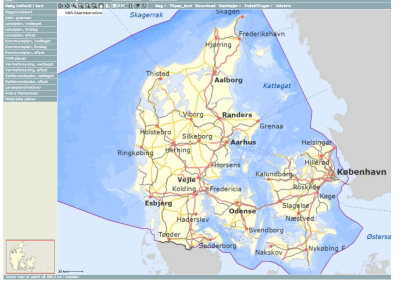
Data fra forskellige projekter gemmes i dag på Ramdoc som er et ESDH-system til projektstyring. Data kan som udgangspunkt bruges og opdateres direkte fra GIS programmet til datas placering. Der er dog også visse udfordringer i at anvende disse data direkte fra ramdoc i GIS softwaren. Det ses specielt i ModelBuilder (ArcMap), som har svært ved at arbejde med data, der ligger i Ramdoc.

Use case numer:	4	Dato:	3. Oktober 2013
Navn og stillingsbetegnelse:	Morten		
Afdeling:	Transport		
Software:	Arcmap		
Data:	Data om kollektiv trafik, vejnettet, data om befolkningstæthed.		
Baggrundskort:	?		
Arbejdsgange:	<p>Morten sidder blandt andet med forskellige trafikanalyser. Til nogle analyser benytter han data fra rejseplanen. Data fås gratis som CSV, men man skal have et login for download. Morten har downloadet data og konverteret til Shape-fil. Han har lagt data på et fælles fildrev, så hans kolleger også kan få adgang til det. Men han tvivler på, at der er nogen af hans kollegaer der er opmærksom på, at data ligger der.</p>		

Use case numer:	5	Dato:	3. Oktober 2013
Navn og stillingsbetegnelse:	Morten og Rune Andreas Holst		
Afdeling:	Transport		
Software:	ArcGIS		
Data:	Data om kollektiv trafik, vejnettet, data om befolkningstæthed.		
Baggrundskort:	Rune: har taget skærmpoint af topografiske kort, zoomet langt ind. Herefter georefereret billederne.		

Arbejdsgange:	<p>Morten og Rune sidder i samme afdeling og laver de samme opgaver. Den ene bruger ArcGIS og den anden bruger QGIS. Begge har deres grunde til at anvende de enkelte GIS-software. Rune har for eksempel brugt ArcGIS til at koble data fra SAS til GIS. Dette er ArcGIS ifølge Rune god til. Det er QGIS ikke god til. Modsat ser Morten en stor fordel i QGIS, da han rejser 2 timer hver dag og derfor har brug for at kunne anvende GIS offline.</p>
---------------	---

Bilag 4 – Eksempler på WebGIS

		
<p>Fredensborg kommunes web-GIS</p>	<p>Horsens kommunes web-GIS</p>	<p>Silkeborg kommunes web-GIS</p>
		
<p>Lyngby-Taarbæk kommunes web-GIS</p>	<p>Københavns kommunes web-GIS</p>	<p>Ud i naturen</p>
		
<p>Danmarks arealinformation</p>	<p>Historisk atlas</p>	<p>Region Sjællands web-GIS</p>
		
<p>Jammerbugt kommunes web-GIS</p>	<p>Lolland kommunes web-GIS</p>	<p>PlansystemDK</p>