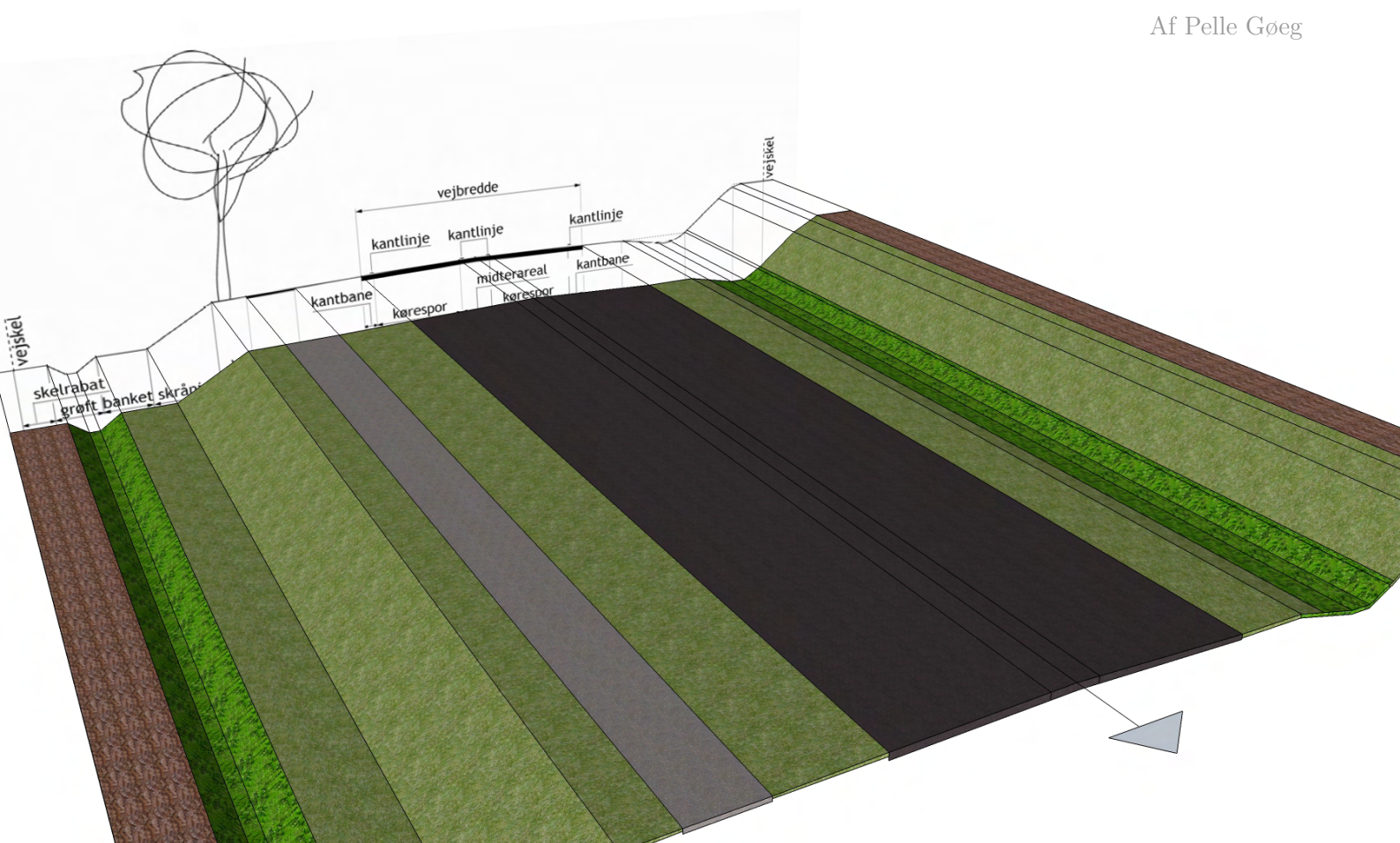


Opbygning af en 3d vejmodel ved genbrug af data fra de danske vejdatabaser

Af Pelle Gøeg



Vej- og Trafikteknik - Speciale, 10. semester

Det Ingeniørvidenskabelige Fakultet
Aalborg Universitet 2010

Titel:

Opbygning af en 3d vejmodel ved genbrug
af data fra de danske vejdata-baser

Tema:

Speciale projekt, 4. semester

Projektperiode:

1. februar – 17. juni 2010

Studerende:

Pelle Gøeg

Vejleder: Erik Kjems

Oplagstal: 3

Sidetal: 112

Appendiks inkluderet: 6

Afsluttet: 17. Juni 2010

Resumé:

I mange år er computerens muligheder ved projektering af nyanlæg udnyttet, denne giver eksempelvis muligheden for at lave 3d visualiseringer af vejens forløb. Dette giver overblik over det projekterede vejanlæg, hvorved uhensigtsmæssigheder ved anlægget nemmere kan findes.

Det antages, at brugen af 3d modeller med fordel vil kunne udvides til at omfatte driften og brugen af vejen. I vejbestyrelsernes trafikafdeling vil det på baggrund af en 3d model, f.eks. være muligt at lave avanceret trafiksimuleringer, dels at kunne levere et bedre datagrundlag til forskellige ITS services der ønskes lanceret, det kunne være at muliggøre en bedre rute- eller realtidsberening af rejsehastigheder eller understøtte økonomi kørsel.

For at nå dertil, hvor en 3d vejmodel kan opbygges, er det nødvendigt at sikre at det korrekte datagrundlag eksistere. Da indhentning af nye data er en omkostningstung affære. Vil det være smart at kunne genbruge allerede eksisterende data, dette vil undersøges i nærværende specialet.

De danske data er primært indsamlet i et driftsmiljø, hvilket ikke nødvendigvis betyder, at data har en præcision, der gør disse brugbare i andre sammenhænge.

Det er i specialet blevet udtrukket data af en vejstrækning i Vendsyssel fra vejman.dk, hvor disse data er blevet brugt til at opbygge en 3d vejmodel. Denne model er blevet testet på alle væsentlige punkter såsom placeringen i rummet og de enkelte tværprofilelementers bredde. Vejstrækningen der er modelleret er samtidig opmålt for at afprøve informationerne i 3d vejmodellens kvalitet.

På baggrund af en statistisk analyse, er det fundet at data i vejman.dk for vejmidten og tværprofilelementerne ikke stemmer overens med den virkelige opbygning. Det kan derfor ikke anbefales at genbruge data uden at disse korrigeres, således de vil optræde mere præcist.

Titel:

Reuse of eksisting information in the danish roaddatabases for creating a three-dimensional roadmodel.

Theme:

Master Thesis, 4th semester

Projectperiod:

1st of february – 17th of June 2010

Students:

Pelle Gøeg

Supervisor: Erik Kjems

Circulation: 3

Pages: 112

Appendixs Included: 6

Finished: 17. Juni 2010

Abstract:

For many years the computer aided design have been used to create 3d visualizations of the road structures. This gives an overview of the planned road where inappropriate designs can easily be found.

It is believed that the use of 3d models could usefully be extended to include service operation and the use of the road. It will be possible for the road maintenance department in view of a 3d model, to create advanced traffic simulations and to provide a better database for various ITS services such as a better route or real-time calculation of travel speeds or support the eco driving. Before it is possible to build a 3d road model, it is necessary to ensure that the correct database exists. Since the acquisition of new data is a costly affair. It would be smart to be able to reuse existing data. This will be analysed this thesis.

The data in the Danish road databases are primarily collected in a maintenance division. This does not necessarily mean that data has a precision that makes them usable in other contexts.

For this thesis a 3d road model has been builded up on extracted data from a road in Vendsyssel, from the road database - vejman.dk -. This model has been tested in all essential aspects, such as the location in space and the width of all cross-section features. The road in Vendsyssel is measured up for benchmarking the 3d road model.

Based on a statistical analysis, it is found that data in vejman.dk for the centre of the road and cross-section features is not consistent with the real structure. It can therefore not be recommended to reuse the road data, unless these are corrected.

Forord

Nærværende rapport er udarbejdet af Pelle Gøeg, 4. semester ved kandidatuddannelsen i Byggeri & Anlæg med specialisering i Vej- & Trafikteknik ved Aalborg Universitet foråret 2010.

Specialet afdækker tesen *Det er muligt, at opbygge en 3d vejmodel, på baggrund af Vejdirektoratets eksisterende lagrede informationer, der på de væsentligste punkter er tro mod den virkelige opbygning..*

Der rettes en tak til Idar Kirkhorn & Eivind Stalheim, ViaNova Norge, for gæstfrihed og hjælp til forståelsen af den norske NVDB.

En tak til Lise Gerd Pedersen - Vejdirektoratet og Lise Gansted-Mortensen - Aalborg Kommune for deres tid og deling af viden om de danske vejdata-baser.

Pelle Gøeg

Indhold

Kapitel 1	Indledning	11
1.1	Problemformulering	14
1.2	Terminologi	15
1.3	Rapportens disponering	15
Kapitel 2	Metodevalg	17
2.1	Analyse af vejdatabaser	17
2.2	Opbygningen af en 3d vejmodel	18
2.3	Test af 3d vejmodellen	19
Kapitel 3	Vejdatabasernes struktur og indhold	21
3.1	Informationsindhold i vejdatabaserne	24
3.2	Udvikling af vejdatabaserne	29
3.3	Erfaringer fra de skandinaviske lande	30
3.4	Delkonklusion	33
Kapitel 4	Hvad skal der til for at opbygge en 3d vejmodel	37
4.1	Udpegning af teststrækning	38
4.2	Strukturen for test modellen	40
4.3	Opbygning af model for teststrækningen i Vendsyssel	41
4.4	Umiddelbare problemer	44
4.5	Delkonklusion	45
Kapitel 5	Kvalitetskontrol af informationerne i vejmodellen	47
5.1	Udførelsen af Opmålingen	48
5.2	Metode til sammenligningen	50
5.3	Modellens data kvalitet	52
5.4	Resultater	53
5.5	Delkonklusion	57
Kapitel 6	Diskussionen	59
Kapitel 7	Konklusion	63
Litteratur		67
Appendiks A	Interview planlægning med Vejdirektoratet og Aalborg Kommune	71

Appendiks B	Transskribering af interviews	77
Appendiks C	Udtræk til opbygning af teststrækning	89
Appendiks D	Data testet	97
Appendiks E	Mail korrespondance med Jørn R. Kristiansen, Grontmij Carl Bro A/S	107
Appendiks F	Besøg hos Vianova Systems	109

Indledning

For at ITS skal blive en succes er det nødvendigt med et godt datagrundlag. Et af midlerne til at nå dette er at skabe en digital udgave af infrastrukturen, der beskriver vejinfrastrukturen kompleksitet, men en sådan fælles dansk digital vejmodel findes ikke i dag.

Det betyder dog ikke, at der ikke findes et datagrundlag, idet en stadig stigende mængde af data registreres digitalt om vejnettet. Det er derfor interessant at undersøge, hvorvidt genbrug af allerede eksisterende data er muligt i forbindelse med opbygning af en fælles vejmodel.

Der er ikke i nuværende danske projekter planer om at understøtte 3D visualisering. Dette kunne dog være interessant, da der dels er en generel udvikling hen imod at anvende 3d modeller, dels vil en 3d vejmodel give bedre mulighed for analyser og simuleringer af trafikken.

Disse pointer uddybes i det efterfølgende afsnit samt danner baggrund for projektets problemformulering

Brug af intelligente trafiksystemer kræver modeller der beskriver vejinfrastrukturen kompleksitet

Med stigende trafikmængder og klimaproblematiker, er det nødvendigt at udnytte og sikre den fælles infrastruktur bedst muligt. Fra politisk hold satses der på brug af ITS til at løfte denne opgave. Dette fremhæves eksempelvis i Trafikforliget fra Januar 2009:

„Der er behov for øget forskning i ITS, der kan bidrage til at sikre en bedre mobilitet og fremkommelighed i transportsystemet, samt

bidrage til en samfundsøkonomisk effektiv reduktion af transportsektorens udledning af drivhusgasser, blandt andet gennem bedre kørsel og et samspil mellem transportformerne inden for både persontransporten og gods- transporten.“ (Forligsparterne, 2009)

Dette har bl.a. baggrund i at ITS i bred forstand kan medvirke til en bedre styring af trafikken. Dette kunne være i forbindelse med variable hastigheder på baggrund af trafikmængderne på vejene og andre forhold. Road pricing kunne også være en løsning, der kan få bilister til at benytte vejnettet på tidspunkter, hvor der ikke er kapacitetsproblemer. Begge eksempler kan være medvirkende til at investeringer i kapacitetsudvidelser kan udsættes. Tiltagene tænkes implementeret dels i de enkelte køretøjer, men også som tavle informationer langs vejene, der skal kunne variere på baggrund af de varierende forhold.

Fælles for alle tiltagene er nødvendigheden af et godt datagrundlag. Et af midlerne til at nå dette er at skabe en digital udgave af infrastrukturen, der beskriver vejinfrastrukturen kompleksitet, men en sådan fælles dansk digital vejmodel findes ikke i dag. Det betyder dog ikke, at der ikke findes et datagrundlag.

Tilgængeligt datagrundlag og erfaringer med vejmodeller

Siden første vejdatabase i 1976, er en stadig stigende mængde af data registreret digitalt om det offentlige vejnet. Vejdatabaserne i Danmark har primært været benyttet til drift og vedligeholdelses arbejde i vejforvaltningen. Informationerne om vejnettet har typisk været placeret i de enkelte vejmyndigheders forvaltningssystemer. De enkelte vejbestyrelser har hver benyttet lokale systemer, der løbende har levet op til de enkelte vejbestyrelses krav til deres arbejde med drift og vedligehold. Systemerne har spændt bredt fra et papirarkiv til computer baserede systemer som RoSy, VEJMAN, VIS og Vejman.dk. Da de indsamlede data typisk har været tilknyttet driftsafdelingen i hver vejbestyrelse, har der ikke været fokus på nogen større deling af vejdata på tværs af myndigheder. Dette har givet et marked for private aktører, som har indsamlet og leveret et samlet digitalt vejnet til brug ved bl.a. online adresse- & kort søgningstjenester samt navigationsudstyr og andre tjenester, hvor en vejmidte geometri med et topologisk netværk vil anvendes. Disse samlede digitale vejnet er dog leverandørernes ejendom, hvilket gør anvendelsen ressourcetung samt begrænser mulighederne for udvikling.

Fra nationalt hold er der dog i de senere år kommet fokus på behovet for en fælles dansk vejmodel. Således har der tidligere været et projekt kaldet "Danmarks Veje" og det nuværende projekt „Det Digitale Vejnet“ hvis formål er at underbygge de kommende års satsninger på ITS løsninger for afvikling af trafikken, her specielt trafikinformationer og kørselsafgifter. Fra statens side er „Det Digitale Vejnet“ støttet i forbindelse med Trafikforliget 2009 (Forligsparterne, 2009). Der er således afsat 20 mio. kr. til at lave et forprojekt for at kunne lave demonstrationsprojekter for brug af en digitaludgave af vejinfra-

strukturen, der kan fungere som et samlet referencenet for alle informationer, der i en eller anden form er knyttet til vejen.

Ligesom Danmark, har flere andre skandinaviske lande været i gang med at etablere nationale vejdatabaser. Hvor Danmark stadig er i et forprojekt stadie, har bl.a. Sverige og Norge sat deres i produktion. Det er derfor oplagt, at der i Norge og Sverige er gjort erfaringer, som man i Danmark kunne have glæde af f.eks. på hvilken baggrund deres vejmodeller er opbygget samt hvilke konkrete løsninger og systemer de anvender.

Genbrug af eksisterende data i etablering af en dansk vejmodel

Når der, som anført tidligere, er store mængder data til rådighed, der beskriver det offentlige vejnet, ville det af ressourcemæssige årsager være hensigtsmæssigt, at genbruge disse data ved etablering af en fælles dansk vejmodel. Hvis informationerne kan genbruges, vil en omfattende dataindsamling kunne undgås.

Generelt har der siden starten af det 21. århundrede været fokus på at genbruge digitale data, hvor det er muligt i Stat og Kommuner. Dette hænger sammen med ønsket om mere effektivisering. I denne forbindelse har der været flere projekter koncentreret om at samle geografisk information, såsom FOTdanmark iværksat af Service fællesskabet for Geodata og Danmarks Veje ledet af Vejdirektoratet & KMS.(Pedersen, 2010 - Appendiks B.1) (Mazzoli & Christensen, 2001)

Ved etableringen af det danske digitale vejnet, er der da også ønske om at kunne benytte allerede eksisterende data.(Holm, 2010)

Visionen om at gå fra 2d til 3d vejmodeller

I offentligt tilgængelige dokumenter f.eks. (Jacobsen, 2009; Holm, 2010) er der ikke noget der tyder på at 3d modeller er indtænkt som del af forprojektet til „Det Digitale Vejnet“.

Der er to grunde til, at det kunne være interessant, at opbygge en dansk fælles vejmodel der understøtter 3d:

- Der er en generel udvikling hen imod at anvende 3d modeller
- Det vil give mere realistiske muligheder for analyser og simuleringer af trafikken

Behovet for en 3d vejmodel antages, at ville komme som en naturlig del af udviklingen. Indenfor relaterede domæner så som byplanlægning og projektering anvendes 3d visualisering i stadig stigende grad og flere byer får skabt en digital 3d model af byens opbygning. Her giver muligheden for 3d visualiseringer konkrete fordele. Et eksempel er, at der hvor projektering af vejanlæg i byer

foregår i 2d gøres dette som en iterativ proces i henholdsvis planet og højden. Dette giver begrænsede muligheder for at få overblik og dette kan resultere i uhensigtsmæssige løsninger som f.eks. dårlige oversigtsforhold. Her genereres en 3d model der giver mulighed for bedre overblik og eksempelvis indlæggelse af sigtelinjer. Hermed vil oversigtsforholdene forbedres og det nye vejanlægs kvalitet vil stige.

I dag benyttes 3d visualiseringer især til at præsentere, det nye anlæg eller ændringer af eksisterende, overfor beslutningstagerne. På sigt vil man kunne forestille sig rumlige modeller benyttes til mere end visualisering. Dette kunne være i trafikplanlægningen, hvor analyser og simuleringer af trafikken på eksisterende vejanlæg kan foretages mere realistisk digitalt, med en mere troværdig opbygning af den eksisterende infrastruktur. Rumlige modeller kunne indbygges i navigationsudstyret, der på grundlag af en række input om og fra køretøjet kunne realtidsberegne den mest effektive kørsel. Samt analyser på eksisterende vejanlæg som f.eks. oversigtsforholdene der kan beregnes.

1.1 Problemformulering

Da der ikke er gjort mange erfaringer med opbygning af en 3d vejmodel på baggrund af eksisterende før, vil denne rapport afgrænse sig til en beskrivelse af principperne for en opbygning på baggrund af eksisterende datastruktur og tilhørende data.

Det er forfatteren bevidst, at en 3d vejmodel bør bygges på en datamodel der er egnet hertil. Det anses at opbygningen af en datamodel vil ligge udenfor den af specialets underlagte studieordning. Af denne grund vil datamodeller ikke berøres udenfor beskrivelserne af eksisterende vejdata-baser.

Ved en eventuel opbygning af en 3d vejmodel, vil det givet baseres på allerede indsamlede data. Dette antages da genbrug af data er i høj fokus i vejsektoren som samfundet generelt. Det ønskes at efterprøve, hvorvidt dette er muligt hvorfor der opstilles følgende tese:

Det er muligt, at opbygge en 3d vejmodel, på baggrund af Vejdirektoratets eksisterende lagrede informationer, der på de væsentligste punkter er tro mod den virkelige opbygning.

Til besvarelse af dette stilles følgende under spørgsmål, der ønskes besvaret gennem dette speciale:

- *Hvordan er de danske vejdata-baser opbygget ift. deres skandinaviske pendanter?*
- *Hvordan kan der opbygges en 3d vejmodel på baggrund af eksisterende data?*
- *Hvordan skal en 3d vejmodel testes og hvilke krav stilles der til den?*

Tesen og dennes underspørgsmål vil besvares på baggrund af en analyse af de danske vejdatabaser og en vejstrækning, der forsøges opbygget i en digital 3d model på det datagrundlag, som eksisterer i den tilhørende vejdatabase. Informationerne i 3d modellen vil testes på baggrund af opmålinger af den virkelige vej.

Hvordan vejen er opbygget i forhold til belægningsinformationerne, samt selve konstruktionen vil ikke medtages i dette speciale.

1.2 Terminologi

Igennem rapporten vil der forekomme udtryk og forkortelser, som ikke er gængse i det danske sprog. Derfor vil de enkelte fremmedord forklares første gang de benyttes, medmindre de er forklaret i listen herunder.

FOTdanmark

Fælles offentlig objekt model er skabt af Service fælleskabet for Geodata. Dette er i grunden et datakatalog, men bliver i daglig tale benyttet som reference til et specifikt datasæt.

NVDB

National VejDataBase, en central enhed for opbevaring af referencenet mm. Norge og Sverige har centrale databaser over det samlede vejnet. Ved brug i rapporten henvises der til den Norske NVDB.

RoSy

Er et privat udviklet program til vejdrift og -vedligehold af veje, fortove og stier, med fokus på kommunerne i Danmark. Modulopbygget således der kan tilkøbes ekstra ydelser

VEJMAN

Vejdirektoratets gamle vejadministrations system for kommunerne. I systemet findes flere enkelte programmer til hvert

VIS

Vejdirektoratets Informations System udviklet til at forvalte Statsvejnettet samt de gamle Amts veje.

Vejman.dk

Vejman.dk er en webbaseret applikation, der er udviklet som en erstatning for de eksisterende VIS og VEJMAN systemerne.

1.3 Rapportens disponering

I kapitel 3 bliver første underspørgsmål „*Hvordan er de danske vejdatabaser opbygget ift. deres skandinaviske pendanter??*“ besvaret ved at beskrive vejdataens natur samt det tilhørende danske vejdatabaser. Herefter vil det kortlægges hvordan Sverige og Norge har struktureret deres nationale vejdatabaser.

I kapitel 4 besvares andet underspørgsmål „*Hvordan kan man bygge en 3d vejmodel?*“ ved at beskrive kravene til en rumlig vejmodel, både i forhold til hvordan den vil opbygges, men også hvordan denne vil kunne benyttes. Der vil beskrives en række brugsmetoder og deres krav til kvaliteten af modellen.

Endelig vil spørgsmålet „*Hvordan kan en 3d vejmodel testes og hvilke krav skal testes?*“ besvares i kapitel 5, hvor kvalitets kravene til den digitale vejmodel testes mod den virkelige vej. Der opstilles en række parametre, for modellens gyldighed. Vejmodellen testes herefter ud fra de opstillede parametre.

Hver af de foregående kapitler vil hver afsluttes ved en delkonklusion over kapitlets indhold.

I kapitel 7 vil en samlende konklusion og perspektivering af projektet beskrives.

Appendiks indeholder beskrivelser af studieture, Interviewplanlægning, transkribering, beregninger af den rumlige model og dataudtræk.

KAPITEL 2

Metodevalg

I dette afsnit beskrives den benyttede metode til besvarelse af projektets tese: Det er muligt, at opbygge en 3D vejmodel, på baggrund af Vejdirektoratets eksisterende lagrede informationer, der på de væsentligste punkter er tro mod den virkelige opbygning.

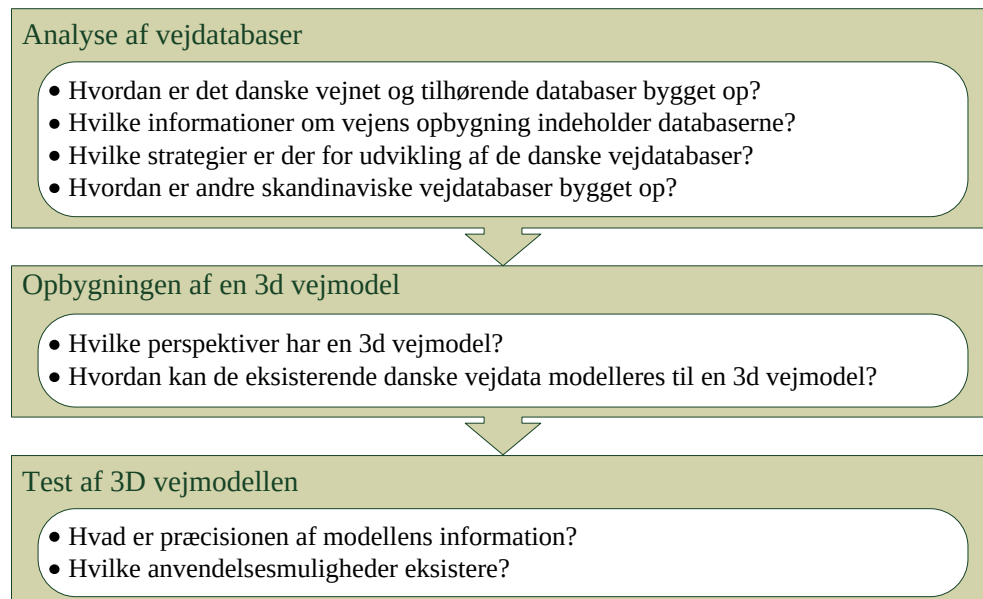
Processen for specialet illustreres på figur 2.1. Hver boks i figuren har en kobling til hvert, af de opstillede underspørgsmål i afsnit 1.1. I de følgende afsnit, 2.1, 2.2 og 2.3, vil fremgangsmåden beskrives mere nøje.

2.1 Analyse af vejdbaser

For at kunne genbruge data, har det været nødvendigt at se på hvilke data der eksisterer og deres struktur. I denne proces har det samtidig været givtigt, at undersøge hvordan lignende systemer tager sig ud i lande, hvor strukturene er meget lig de danske forhold, derfor har Sverige og Norges systemer været inddraget i analysen.

Denne analyse er sket på baggrund af litteraturen, samt en studietur til ViaNova Systems Norge. ViaNova Systems, blev valgt som kilde da de var underleverandør på den norske nationale vejdbase.

Med udgangspunkt i Vejdirektoratet blev de danske forhold undersøgt. Aalborg Kommune blev kontaktet for at høre om deres perspektiver ved de digitale vejforvaltningssystemer og om baggrunden for deres valg af system (fx. Vejman.dk, Rosy eller bare et simpelt GIS system?).



Figur 2.1: Illustreret metode beskrivelse. Hver boks henviser til de opstillede undersøgelsesspørgsmål i problemformuleringen afsnit 1.1 . Figuren illustrere hvordan hvor skridt i projektet er afhængig af hinanden.

Via interviews med relevante personer fra de to vejbestyrelser er digitaliseringsstrategier, kvalitetskrav og mål for mængden af data undersøgt. Under samme interview, blev det undersøgt hvilken tilgang vejbestyrelserne havde til deres data.

Kvale & Brinkmann betragtninger om *det gode forskningsinterview* (Kvale & Brinkmann, 2009) lagde til grund for de enkelte interviews.

2.2 Opbygningen af en 3d vejmodel

Perspektiverne for en 3d vejmodel blev undersøgt ved at opbygge en testmodel for en enkelt vejstrækning i Nordjylland.

En teststrækning blev valgt på baggrund af en række parametre. Parametrene valgtes ud fra ønsket om vejens lokalitet i forhold til Aalborg by, mængden af nødvendige data i vejdbasen, trafikmængderne og vejens generelle geometriske forløb.

De benyttede datas struktur er beskrevet i analysen af vejdbaserne, der dannede grundlag for en 3d vejmodel. Ved at analysere de umiddelbare problemer ved testmodellen blev et grundlag for perspektiverne ved en større model klarlagt.

2.3 Test af 3d vejmodellen

For at kunne godkende tesen om genbrug af data, blev præcisionen i den opbyggede model undersøgt. Den vejstrækning modellen er baseret på blev derfor besigtiget og opmålt. Dette skete vha. differentiell GPS, der kan opmåle med centimeters nøjagtighed. Opmålingens nøjagtighed blev dokumenteret ved spredningen af en række dobbeltmålte punkter på baggrund af (Cederholm, 2008)

På baggrund af opmålingen blev 3d vejmodellen informationer kontrolleret for disses præcision ved en række statistiske analyser baseret på (Thorndal, 2008).

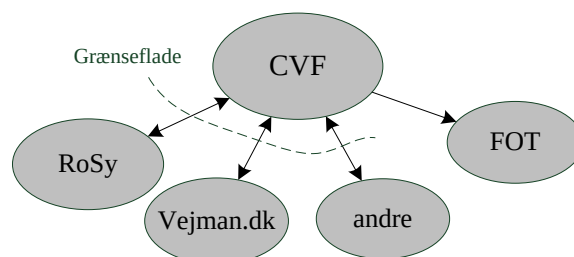
Analysen vil udmundede i en indikation på, hvorvidt den opbyggede 3d vejmodel er brugbar. Denne indikation vil samtidig benyttes til at godt gøre hvorvidt datakvaliteten i vejdatabaserne er gode nok til som udgangspunkt til at kunne genbruges.

Vejdatabasernes struktur og indhold

Før en rumlig model kan etableres, er det nødvendigt at vide hvilke data denne kan bygges på. Derfor beskrives det hvordan de danske vejdatabaser er struktureret, deres formål og indhold. Herefter vil det afdækkes hvordan vores skandinaviske nabolande har struktureret deres lignende systemer.

I Danmark eksisterer der flere forskellige vejdatabaser, de mest udbredte er i dag Vejman.dk og Rosy. I modsætning til flere af de andre skandinaviske lande, er der i Danmark i vid udstrækning frihed for den enkelte vejbestyrelse til at vælge hvilke og hvordan vejdata lagres, samt hvilke forvaltningssystemer, der ønskes benyttet.

Det danske vejnet er knyttet sammen via den centrale vej- og stifortegnelse (CVF), hvor veje og stier i Danmark har en unik nøgle en såkaldt CVF-kode, også omtalt som et administrativt vejnummer. Samspillet mellem de enkelte forvaltningssystemer og CVF kan ses på figur 3.1.



Figur 3.1: De forskellige vejregistre er alle forbundet til CVF, der koordinere den vejadministrative syv-cifrede kode. Der er udviklet grænseflade til udveksling af data mellem vejforvaltningernes eksisterende systemer og CVF.

Det er ikke lovbestemt, at alle veje skal registreres i CVF, følgende kategorier er undtaget fra krav om registrering; privat fællesvej, almenvej eller privat vej. Det er op til den enkelte vejmyndighed hvorvidt disse kategorier skal registreres. Registeret er rent administrativt, det indeholder ingen data for selve vejen foruden informationer om vejens længde, stedfæstelsesmetode, vejbestyrelse og beskrivelser i fritekst. (Straten & Pedersen, 2008)

I Danmark er drift et af hovedformålene og her fokus hidtil har været med de benyttede systemer. Sognefest & Wethal (2001) beskriver blandt andet formålet med VIS, at det er til for at teknikeren kan *trække enkeltoplysninger om de faktiske forhold ud om ulykker, trafikken, cykelstier og vejbilleder*, foruden at det leverer data til beslutningsgrundlag for den enkelte vejbestyrelses vedligeholdelses niveau.

Data der relaterer sig til selve driften af vejen, skal derfor findes i de enkelte forvaltningssystemer, der er hos den enkelte vejbestyrelse. I Danmark benyttes primært to drifts systemer. Herudover eksistere der forskellige vejmidte temaer til brug i GIS systemer.

Vejman.dk

Dette er efterfølgeren til Vejsektorens Informationssystem (VIS) og VEJMAN. Vejman.dk bygger på erfaringerne fra de eksisterende systemer. Hvor VIS blev anvendt i Staten og amterne før strukturreformen 2007 og VEJMAN anvendt hos flere kommuner. Begge systemer er under afvikling til fordel for Vejman.dk, der er en internet baseret applikation til brug for vedligehold og vejdrift. Disse systemer er alle udviklet af Vejdirektoratet. (Stühler, 2005; Storsjö, 2005)(Gansted-Mortensen, 2010 - Appendiks B.2)

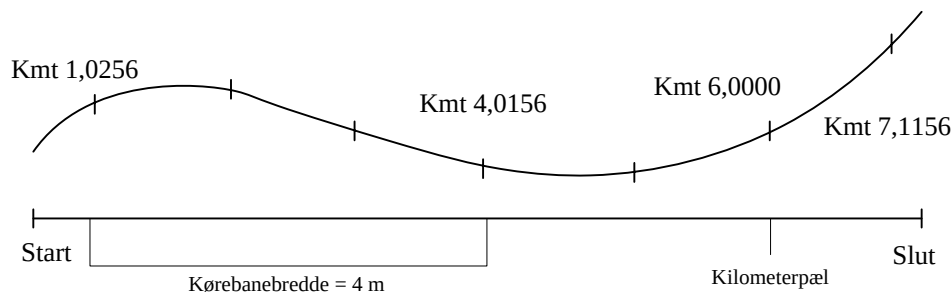
RoSy

Et privatudviklet vejforvaltningssystem, der benyttes af vejbestyrelser i 19 lande verden over foruden 39 kommuner i Danmark. (Kristiansen, 2010 - Appendiks E) (Kristiansen, 2005) RoSy understøtter muligheden for at opbevare data både på den lokale arbejdsstation men også koblet til en central database. Programmet, der indeholder en række moduler til vejdrift og forvaltning, er udviklet af Grontmij | Carl Bro.

Andre

Før Strukturreformen 2007 var det ikke ukendt, at den enkelte vejbestyrelses vejforvaltning arbejde på baggrund af registreringer uden for et decideret vejforvaltningssystem (Mazzoli & Christensen, 2001, s. 45). De papirbaserede vejforvaltningssystemer er efterhånden udfaset i forbindelse med Strukturreformen 2007, da mange vejbestyrelser blev slået sammen i større enheder.(Gansted-Mortensen, 2010 - Appendiks B.2) Foruden de papirbaserede systemer, eksistere der GIS vejmidte temaer i forskellige formater, her kan nævnes VejnetDK, kort10-FOTvejmidte og den største enkelt samling af vejmidter i Dansk Adresse og Vejnetsdatabase, DAV, der er et privat udviklet digitaltvejnet.

Fælles for de nævnte forvaltningssystemer er at den grundlæggende datamodel er strækningsorienteret. I strækningsmodellen er der fokusering på endimensionel vejdata. Det enkelte vejelement er således stedefæstet på baggrund af en stationering eller kilometrering langs strækningsobjektet, se figur 3.2, fremfor eksempelvis at være koordinatbaseret som det kendes fra andre typer geografisk data.



Figur 3.2: Principperne for den endimensionale strækningsorienterede datamodel. På figuren kan ses vejens forløb i 2d med denne strækningsorienterede repræsentation. Strækningen har to objekter tilknyttet, kørebanebredden der beskrives ved et sæt værdier på et stationeringsinterval, kmt 1,0256–4,0156 og placeringen af en kilometerpæl ved kmt.

Stedefæstelsen foregår ved en til- og frakilometrering med en til- og fraattribut. Attributten er den givne værdi/enhed, som skal være dækkende for den afgrænsede strækning.

Der eksisterer to metoder til at beskrive stedefæstelsen: Kilometrering og stationering. I nærværende rapport er betegnelsen kilometrering benyttes, selvom der i enkelte tilfælde kan være tale om en stationering.

Ved kilometrering er det fysiske referencenet et centralt element, det er opmærket langs vejen med hvide kantpæle som det kendes fra bl.a. hovedlandevejene. Kilometreringen har sine fordele i et klart defineret referencenet i marken, det benyttes f.eks. ved nødkald for at lokalisere nødstedte langs en given vej. Samtidig er det muligt i kilometreringssystemet at lave fejlkilometre. Dette betyder, at der ved ændringer i det fysiske vejforløb ikke er nødvendigt at ændre på hele referencenettet. Dette kunne benyttes ved anlæggelse af en omfartvej, da fejlkilometreringen kan minimere udgiften til det efterfølgende vedligehold af reference systemet og de tilknyttede arkiver, da det kun er de lokale kilometre som ændres. (Schrøder, 2008) Fordelen ved kilometreringen er også systemets ulempe, da dette f.eks. bevirker at vejens længde ved kilometer X ikke kan antages at være X.

Ved stationering eksisterer der ikke et fysisk referencenet, men startpunktet for vejen vil være veldefineret. (Schrøder, 2008)(Gansted-Mortensen, 2010 - Appendiks B.2) Dette kunne være slut kilometeren for en hovedlandevej, der fortsætter ind i byen. Stationeringen har den fordel, at man i vejforvaltnings-

systemet vil have den eksakte længde, men hele vejens stationering skal, ved ændringer i vejens forløb, til gengæld omstationeres og tilhørende arkiver, hvad enten det er på papir eller i et datasystem skal ligeledes justeres.

Det er et krav som følge af *Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning* (Transportministeriet, 2006), at der på det rutenummerede vejnet er placeret et fysisk referencenet i marken, hvorfor der her vil anvendes kilometrering. Udenfor dette vejnet er det op til den enkelte vejbestyrelse at afgøre hvilken stedfæstelsesmetode der skal benyttes.

Vilkårligt om stedfæstelsen foregår vha. en stationering eller kilometrering, vil et strækingsobjekt, defineres ud fra en fra- og tilkilometrering med en given start- og slutattribut. Hvis der er tale om et punktobjekt, såsom et uheld eller en kantpæl, vil denne betegnes med en identisk til- og frakilometrering. (Jensen, 1991)

I strækningsmodellen eksisterer en systemlinie, der danner rammen for vejdataene. Systemlinien vil typisk være placeret som vejmidten. Denne er på baggrund af den strækningsorienterede tilgang beskrevet i databasen på baggrund af en række koordinatbaserede attributter ved en given kilometrering, hvor det mellem punkterne er rette linier som beskriver systemliniens forløb.

Måden systemlinien optræder i vejdatabaserne følger kravene (TK99, 1999) og Vejdirektoratet (2010b), der definerer at systemlinien består af rette linier der er trukket gennem en række punkter. Kurver vil tilnærmes ved at mindske afstanden mellem punkterne alt efter krumningen.

3.1 Informationsindhold i vejdatabaserne

I resten af rapporten arbejdes der kun med data gemt i Vejman.dk. Det konkluderes, at RoSy på baggrund af (Kristiansen, 2005) og (Gansted-Mortensen, 2010 - Appendiks B.2) understøtter de samme behov en vejforvaltning vil efterspørge. Hvorfor det antages at RoSy, vil kunne arbejde med samme type vejdata som vejman.dk.

Generelt for data i de danske vejdatabaser, eksisterer der kun data, der er gældende nu. Hvor de i Norge og Sverige har set en værdi i en datamodel det understøtter muligheden for historiske data, da hver element har en start og sluttid. I Danmark laver vejdirektoratet dog års udtræk, der beskriver vejnettet og dennes data for det øjeblik data er udtrukket.

På baggrund af den strækningsorienterede datamodel, som Jensen beskriver i *Strækningsorienterede databaser - problemstillinger og løsninger*, undersøges det hvilke data Vejman.dk kan indeholde. I 2008 er der opgjort ca. 600 forskellige datatyper i VIS (Vejdirektoratet, 2008). På baggrund af manualen for Vejman.dk (Vejdirektoratet, 2010c), er det fundet at disse er fordelt i de føl-

gende datakataloger; *Vejreferencer*, *Administrative data*, *Belægningsdata-VIS*, *Bygværk*, *Fremkommelighed*, *Gravetilladelse*, *Naboret*, *Nøgletal*, *Plan*, *Sideanlæg*, *Spordata*, *Strækingsdata*, *Traceinformation*, *Trafikinformation*, *Tværsnit*, *Udstyr*, *Uheldsinformation*, *Vejbilleder*, *Vejdrift* og *Vejman.dk*

Alle data i de nævnte kataloger, kan udtrækkes på baggrund af de enkeltes reference til den pågældende strækning. Nogle af katalogerne er uddateret og eksistere kun pga. bagudkompatibilitet til eksisterende systemer. Dette gælder f.eks. *Tværsnit*, hvor der eksistere en ny tværsnitsmodel under *Vejman.dk* kataloget kaldet *Tværprofildata*.

Til dette projekt arbejdes der med data fra følgende kataloger:

- *Vejreferencer*
- *Traceinformation* / *Fikspunkter*¹
- *Vejman.dk* / *Tværprofildata*

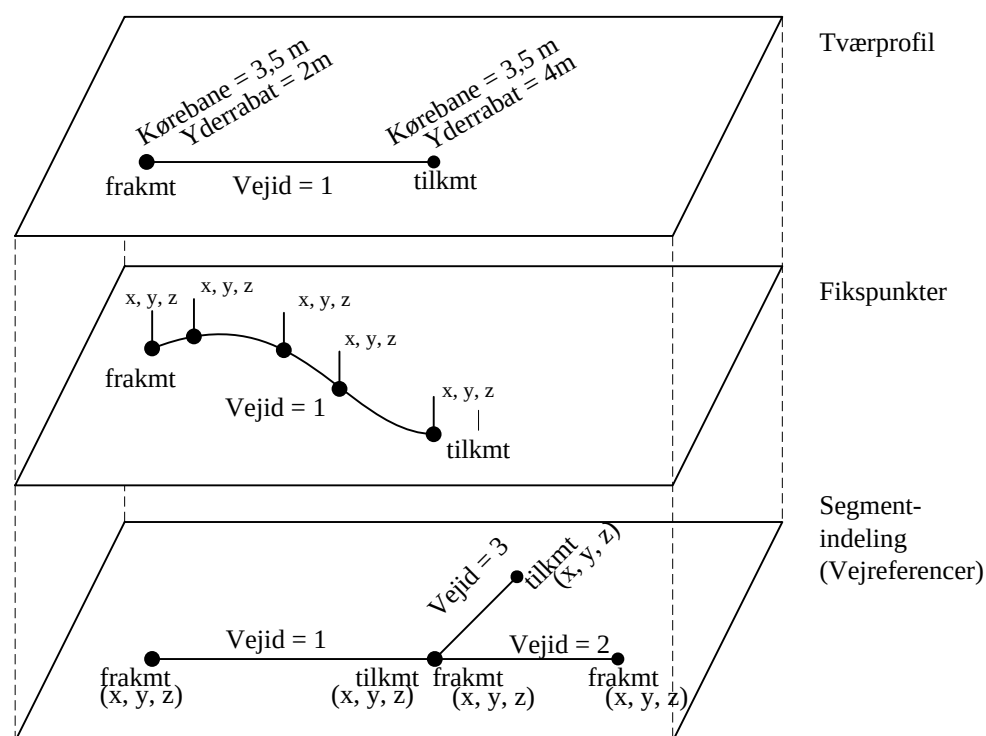
Hvert katalog indeholder forskellige data, der kan kombineres og krydses. Hvert datakatalogs indhold er oplistet i tabel 3.1, 3.2 og 3.3. Der er vigtigt at bemærke ikke alle datafelter nødvendigvis er benyttet for det enkelte elements registrering, hvilket vil bemærkes i kapitel 4.4 i forbindelse med opbygning af testmodellen.

De tre datakatalogers benyttelse illustreres af figur 3.3. Figuren viser hvordan data på kryds af katalogerne benyttes til at samle data om den ønskede vej. Vejens overordnede vej identificeres ved *Vejreferencer*, hvor vejmidtens geometriske opbygning findes i *Fikspunkter* og tværprofilet findes i *Vejman.dk* / *Tværprofil* på baggrund af kilometreringsen.

Fikspunkterne, hvis datakatalog er beskrevet i tabel 3.2, er overført fra digitale grundplaner, andet kortmateriale eller direkte indmålt vha. GPS.(Vejdirektoratet, 2010c) Punkterne er tilstræbt at indeholde et højdekoordinat Z jvf. (Vejdirektoratet, 2010b). Hvor denne koordinat ikke findes, kan det bunde i vejbestyrelses registrerings politik som anført hos (Gansted-Mortensen, 2010 - Appendiks B.2) eller være manglende data hos kilden. Hvor data ikke eksistere vil højden forsøges lineær interpoleret mellem kendte højder, som beskrevet i (Jensen, 1991, figur 2.4a).

I forbindelse med etableringen af *Vejman.dk* blev der lavet en ny tværprofilmodel, der byder på en række forbedringer, bl.a. er modellen gjort mere fleksibel med de op til 42 fordefinerede typer, som kan udvides efter behov uden redesign af databasen. I den gamle tværsnitsmodel var der bl.a. et datafelt til hvert tværsnitselement, hvilket ville medfører en unormaliseret database. Uhensigtsmæssigheden ved en unormaliseret database er bl.a. beskrevet i (Jensen, 1991; Kent, 1983), dette ligger uden for dette speciale at beskrive nærmere.

¹Disse skal ikke forveksles med danske Landsinspektøreres fikspunkter



Figur 3.3: Datakatalogerne kan betragtes som lag, hvor data fra hvert lag krydsrefereres til hinanden. Alle lag refereres indbyrdes via det administrative vejnummer, her simplificeret ved Vejid.

På figur 3.4, beskrives et enkelt element i forhold til de mulige parametre beskrevet i tabel 3.3. Nærmere beskrivelse af hvordan de valgte data benyttes vil beskrives i forbindelse med opbygningen af en rumlig model i kapitel 4.

Datafelt	Datatype
Admvejid	CVF kode
Admvejnr	heltal
Admvejdel	heltal
Frakmt	heltal (km/m)
Tilkmt	heltal (km/m)
Kmt	heltal (km/m)
Længde	m
Km	heltal
Km længde	heltal
Lovlig meter fra	heltal
Lovlig meter til	heltal
X_koordinat frakmt	decimal (meter)
Y_koordinat frakmt	decimal (meter)
Z_koordinat frakmt	decimal (meter)
X_koordinat tilkmt	decimal (meter)
Y_koordinat tilkmt	decimal (meter)
Z_koordinat tilkmt	decimal (meter)
Vejbeskrivelse	fritekst
Vejdato (for senest ændring)	datotid

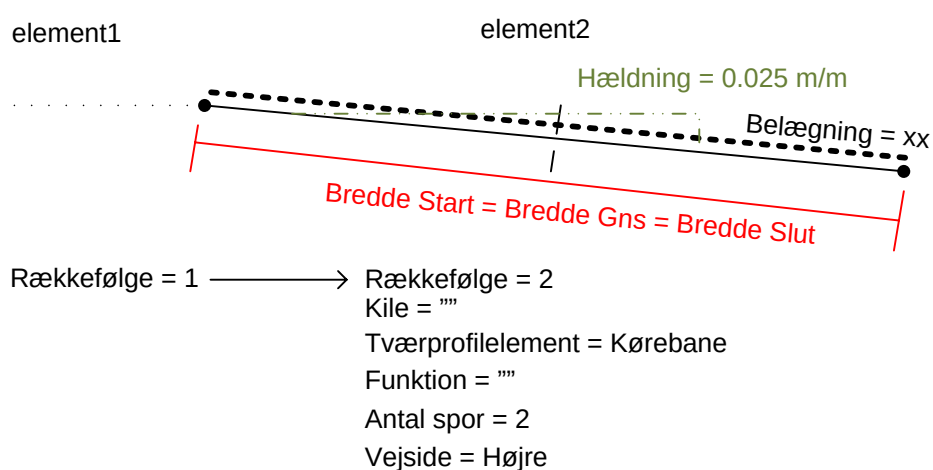
Tabel 3.1: Forskellige datatyper i Vejreference kataloget, koordinatsættet er defineret i utm32-euref89/dvr90 (Vejdirektoratet, 2010c,a)

Datafelt	Datatype
Fikspunkt Identifikation	heltal
Fikspunkt X	decimal (meter)
Fikspunkt Y	decimal (meter)
Fikspunkt Z	decimal (meter)
Fikspunktnummer	entydigt heltal
Fikspunkttype	8 fordefinerede kilder
Fixpkt Transdato	dato&tid
Fixpunkt Bruger	reference

Tabel 3.2: Forskellige datatyper i Traceinformation/Fikspunkter kataloget, koordinatsættene er defineret i utm32-euref89/dvr90 (Vejdirektoratet, 2010c,a)

Datafelt	Antal definerede typer	Datatype
TPE Antal spor		heltal
TPE Belægning	0	reference
TPE Bredde gns		decimal (meter)
TPE Bredde start		decimal (meter)
TPE Bredde slut		decimal (meter)
TPE bruger		reference
TPE Funktion	42	
TPE Hældning		decimal
TPE Kile	2	
TPE Nulpunkt		decimal (meter)
TPE oprettet bruger		reference
TPE oprettet dato		dato&tid
TPE Rækkefølge		heltal
TPE senest rettet		dato&tid
TPE Tværprofilelement	42	
TPE Tværprofilelementtype	13	
TPE Vejside	3	
TPE ændret		dato&tid

Tabel 3.3: Forskellige datatyper i Tværprofilmodellen (Vejdirektoratet, 2010c,a)



Figur 3.4: Tværprofilmodellen i Vejman.dk beskriver hvert element i tværprofilen på en rækkeparametre, såsom bredden i start og slutpunkt, hvordan det er placeret i forhold til andre tværprofilelementer.

3.2 Udvikling af vejdatabaserne

Vejdatabaserne har til dato primært haft fokus på vejbestyrelsernes drift af vejen. Af denne grund har der gennem tiden været klare grænser mellem de enkelte vejbestyrelses forvaltningssystem og dataene i disse, i forhold til andre systemer i det offentlige.

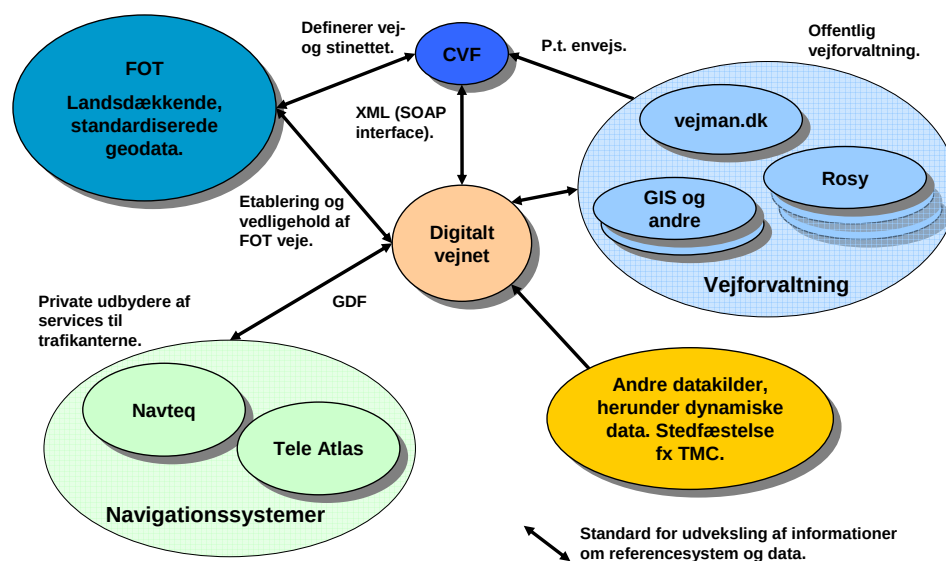
I forbindelse med at flere af vores nabolande har udviklet nationale vejdatabaser, er processen også (gen)-startet i Danmark. Vejdirektoratet og KMS lavede i 2001 en foranalyse om et projekt kaldet „Danmarks Veje“. Arbejdet foregik samtidig med, at de andre Skandinaviske lande har været igang med etablere deres systemer. Processen med „Danmarks Veje“ stoppede efter udgivelsen af „Danmarks Veje - Foranalyse“ (Mazzoli & Christensen, 2001).

Siden har der været flere offentlige tiltag, til at levere et landsdækkende kortværk. Alle har været mere eller mindre vellykkede i forhold til de behov som der har været. KMS har styret indsamling af geodata i FOT formattet, her eksistere der et vejmidtetema i FOT/Kort10. Dette er nok det mest vellykkede vejmidte tema, dette kan bl.a. benyttes i RoSy systemet, samt i flere andre kommuners GIS grundlag.

FOT er et rent frivilligt samarbejde og derfor eksistere der ikke et fuldendt vejmidte tema for Danmark heri. Foruden at ikke alle vejbestyrelser deltager samarbejdet, er der nogle grundlæggende spørgsmål som hvordan vejmidten/-systemlinien defineres hos den enkelte vejbestyrelse, der gør overførsel af data fra vejforvaltningssystem til FOT vejmidten uhensigtsmæssigt. (Pedersen, 2010 - Appendiks B.1) .

Udover de rene GIS orienterede projekter, så er arbejdet omkring en dansk national vejdatabase genstartet med forprojektet om et digitalt vejnet. Det Digitale Vejnet er en del Trafikforliget af januar 2009 (Forligsparterne, 2009), her blev afsat en pulje på 600 mio. kr. til forsøg med brug af ITS løsninger til at forbedre fremkommeligheden på udvalgte dele af vejnettet. Heriblandt 20 mio. kr. til et forprojekt for at undersøge mulighederne for et landsdækkende digitalt vejnet.

Det er ønsket at det „Digitale Vejnet“ skal understøtte de kommende års satsninger på ITS området, herunder hastighedskort samt skabe grundlag for GPS baserede kørselsafgifter. Det er ønsket at vejnettet består af et topologisk netværk, samt at vejsegmenternes koordinatbaserede referencer er defineret for tre dimensioner. Herudover forefindes der ingen krav til hvilken datamodel systemet bygges på, men der er krav til at data skal kunne udveksles via både åbne og lukkede standarder. Et af disse krav er data udveksling på baggrund af INSPIRE direktivet, der er et forsøg på at lave en gennemskuelig måde at samle og genbruge geodata på tværs af landegrænserne i EU.



Figur 3.5: Samspillet for det digitale vejnet og andre systemer(Holm, 2009)

Af figur 3.5, illustreres det hvordan det er tænkt, at det „Digitale Vejnet“ skal spille sammen med andre systemer. Det er endnu ikke endelig afklaret hvilke data, der vil lagres i de lokal forvaltningssystemer og hvad der lagres centralt.

Det vil antages at tværsnitsdata vil placeres i det digitale vejnet, for således at kunne understøtte en udnyttelse af vejens geometri i de beslutningsstøttesystemer, der kunne tænkes udviklet. Dette kunne være bedre kørselsvejledning baseret på ruteplanlægning i 3D, kombineret med vejledning i økonomi/miljøvenlig kørsel af bilen på vejnet der kan være svære at overskue.

3.3 Erfaringer fra de skandinaviske lande

Strukturen og data i vejman.dk er kortlagt i forrige afsnit. Der vil i det følgende beskrives hvordan Danmarks nærmeste nabolande Sverige og Norge har struktureret deres vejdatabaser. Dette gøres for at få et indblik i hvordan disse lande har løst deres opgave om skabelsen af et digitalt vejnet.

Der findes flere undersøgelser af de nationale vejdatabaser i Skandinavien og sammenligninger af disse. Af denne grund vil det følgende mere have karakter af opsummeringer på beslutningsgrundlagene, indhold og struktur af vejmodellerne. Afsnittet er i højgrad baseret på arbejdet af Sognefest & Wethal i (Sognefest & Wethal, 2001) og Storsjö i (Storsjö, 2005).

Sverige

I 1996 besluttede Sveriges regering at der skulle oprettes en national vejdatabase. Dette havde baggrund i ønsket om at etablere et landsdækkende data

grundlag, der kunne understøtte de mange forskellige brug af vejdata samfundet havde og ville få over tid.

En af de ønskede muligheder den nationale vejdatabase skulle understøtte var at effektivisere vejtransporten og reducere miljøbelastningen. (Sognefest & Wethal, 2001) Vägverket fik opgaven om at etablere og drifte systemet. Systemet skulle bygges med henblik at ende i en langtidsholdbar model.

Foruden Vägverket indgår kommunerne, Lantmäteriverket² og samt Skognæringen³. Via frivillige aftaler, leverer alle data til systemet. I 2001 blev databasen sat i drift. (Vägverket, 2010)

Den svenske NVDB havde i 2001 informationer om ca. 500.000 km stat, kommune og private veje. De første data i systemet blev hentet fra de tidligere arkiver og vejdatabaser, således der her skete genbrug af data. Disse data er løbende kvalitetssikret. Det er en princip i NVDB, at data skal opdateres så tæt på kilden som muligt for at sikre kvaliteten. Ejerskabet til data i NVDB fordeles sig på baggrund af mængden af data i systemet tilført af den enkelte deltagende part.

Data i NVDB betragtes som masterkopien og forvaltnings software såsom Rosy understøtter brugen af NVDB. Således vil de lokale vejbestyrelser stadig have mulighed for at bruge deres præfererede forvaltningssystem. (Storsjö, 2005)

I følge Sognefest & Wethal (2001) bliver systemet benyttet til mere end den lokale vejbestyrelses vedligeholdelsesplaner for vejnettet. Med de følgende brugsområder, har den svenske NVDB levet op til sit formål.

Sognefest & Wethal (2001) beskriver brugen af NVDB i tre niveauer: *National nytte: samfunnsplanlegging, vegvedlikehold, trafikkikkerhetsarbeid, politiets arbeid, trafikkovervåkning og -ledning, miljøarbeid, planlegging av redningstjenester og kartproduksjon. Navigasjonsløsninger for biler og tjenester knyttet til overføring av digital informasjon til og fra bil. Regional nytte ved syketransport, utrykning og lignende. Bruk i kollektivtransport og annen transportplanlegging. Knyttet til både planlegging og operativ virksomhet. Lokal nytte innenfor en kommune. Kollektivtransport, skoleskyssordninger, avfallstransport, ulykkesanalyse, miljøarbeid og trafikkplanlegging.*

Norge

I Norge blev arbejdet med etableringen af den Norske NVDB igangsat i 1999 og sat i drift i 2004. Norge hentede inspiration i Sverige på flere områder, både når det handler om formål og hvordan den grundlæggende datamodel skal struktureres.

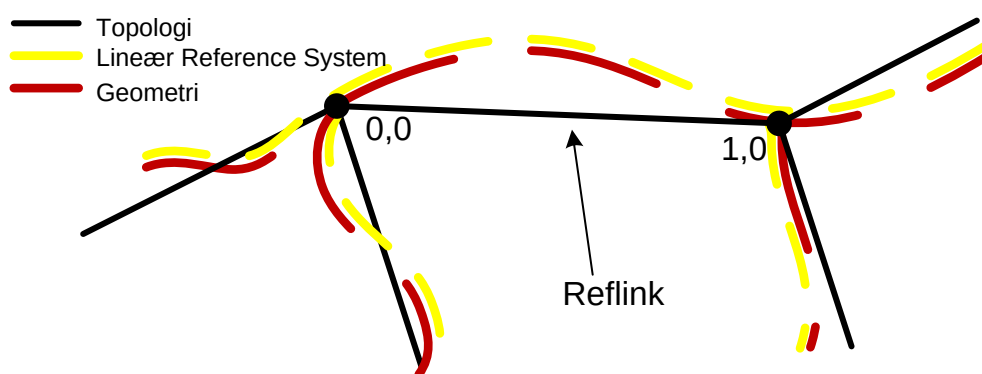
²Det svenske Kort & Matrikelstyrelse

³Skov & Naturstyrelsen

Formålet var ligesom i Sverige at høste fordelene af et centraliseret digitalt vejnet, der er dækkende for hele Norge. Et vejnet der lever op til moderne krav og i sig selv har en struktur der gør den fleksibel i forbindelse med muligheder for brug af de data, som knytter sig til vejen har været ønsket for at sikre en bedre resource udnyttelse af samme data på tværs af administrative skel.

Den bedre udnyttelse sker ved at benytte fælles datastandarder for udveksling og deltage aktivt i vedligeholdelsen af disse. Samtidig med at den nationale vejdatabase understøtter den enkelte vejbestyrelses behov for data, leverer denne også et kvalitetsikret landsdækkende vejnet til eksterne brugere og andre dataforædlere (Sognefest & Wethal, 2001).

Den Norske NVDB er bygget på samme vejmodel, Vägmod, som Sveriges NVDB, der i norsk NVDB kan illustreres om på figur 3.6.



Figur 3.6: Strukturen for den norske implementering af Vägmod. Vejnettet er bygget på en topologi, et såkaldt knude-lænke system. På hver lænke, reflink, er det klassiske kilometerings system integreret foruden en topografisk beskrivelse af vejen. Referencer til vejnettet foregår via en scala 0 – 1, beskrivende for placeringen på lænken, denne reference vil aldrig ændres.

I vejmodellen, der bygger på knude-lænke princippet jvf. figur 3.6, er den geometrisk beskrivelse af vejens forløb en integreret del af lænken, imodsatning til den danske model, hvor geometrien er beskrevet på baggrund af linier mellem punkter baseret på det strækningsbaserede referenet. Hver lænke og knude har desuden et start- og slutdatostempel, hvilket betyder det er muligt til enhver tid at udtrække en historik over vejnettet.

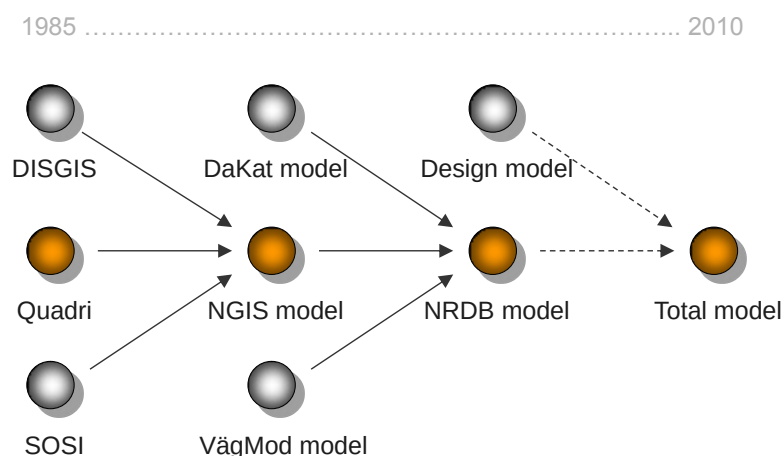
I forbindelse med NVDB projektet, er der udviklet en række klienter til at understøtte brugen af NVDB, foruden at der etableredes snitflader for data udveksling, der gør det muligt at benytte alternative systemer i forvaltningen såsom fx. RoSy (Kristiansen, 2005).

NVDB er det seneste skridt i en langsprocess mod at have effektive data-modeller, der understøtter muligheden for nem genbrug af data på tværs af administrative skel. Af figur 3.7 vises NVDBs placering i det historiske forløb

af datamodeller til beskrivelse og udveksling af data. De enkelte data for vejen, som f.eks. tværsnit eller skilte, beskrives på baggrund af Datakataloget, DaKat, der vedligeholdes ved siden af selve vejnetsdataene.

Til udveksling er der flere forskellige formater, såsom den norske pendant til det danske DSLF kaldet SOSI, eller GML formattet der er et xml baseret for geografiske informationer (Storsjö, 2005), GML danne bl.a. grundlag for INSPIRE.

Af hensyn til tidligere systemer og forskellig krav til omfang af registrerede data, er NVDB opbygget til at understøtte flere detaljerings niveauer for vejdata. Grundlæggende er alle veje, over 50 meter, beskrevet i forbindelse med den topologiske opbygning, således optræder også færgeruter i modellen, hvormed vejnet på øerne kan indgå i det samlede transport net. For vedligehold af de enkelte privat- og kommuneveje i NVDB, går data fra kommunerne igennem Statens Kartverk, der sørger for den korrekt ajourføring af NVDB.



Figur 3.7: Den historiske udvikling af de norske data modeller. Den norske NVDB har en datamodel, hvor i flere datamodeller udviklet gennem tiden er integreret. Sidste link på figuren, symbolisere arbejdet med at kunne sende det projekterede vejprojekt direkte i NVDB fra Novapoint, således data i højere grad genbruges. (Kirkhorn, 2009)

NVDB modellen er blevet så robust, at den nu ligger til grund for den kommende udgave af projekteringssystemet Novapoint 19 DCM. Dette software benyttes i 99 % af alle større vejprojekter i Norge. Dette er med til at understøtte muligheden for at flytte data på tværs af de typiske faser i et infrastrukturprojekt (Kirkhorn, 2009).

3.4 Delkonklusion

I dette kapitel er det beskrevet hvordan de danske vejdatabaser er opbygget ift. deres skandinaviske pendater. De væsentligste pointer fremhæves i det efterfølgende.

De danske vejdatabaser har haft et klart formål og levet op til dette gennem tiden, men i en tid hvor fokus i IT systemer er på at kunne genbruge allerede indsamlede data på flere måder, er det nødvendigt med en god datamodel for opbevaring og brug af samme data.

Af problemer med de eksisterende systemer kan nævnes:

- Der er begrænsede muligheder for udveksling af information mellem de forskellige systemer og forvaltninger.
- Der forekommer en dobbeltregistrering af vejmidterne. Dette kan skyldes, at der findes en lang række forskellige leverandører, der har hver deres registreringer f.eks. er der både DAV og fot-vejmidter. Denne problematik er velbeskrevet i projekterne „Danmarks Veje“ og „Digitalt Vejnet“.

På denne baggrund virker de danske vejdatabaser teknisk forældede, og forprojektet „Det Digitale Vejnet“ er startet for at løse disse problemer - her er formålet at arbejde frem mod en national vejdatabase. I Norge og Sverige er der imidlertid allerede etableret nationale vejdatabaser, der tilsyneladende understøtter de mange ønsker fra fagfolk og fra politisk hold. Forprojektet kunne potentielt undværes ved at adoptere den norske og svenske model herhjemme. Genbrug af data er smart og genbrug af datamodeller kunne ligeledes være smart.

Dette skyldes at når systemer opbygges vil der oftest være *børnesygdomme*. Dette har givetvis været tilfældet i Sverige, hvor Norge har opbygget et system baseret på samme grundelementer. Ved at Danmark benyttede samme model, ville de to landes erfaringer, benyttes ved at bygge videre på samme fundament. Hvor fokus fra Danmarks side kan være at få bugt med børnesygdommene fra de to lande, fremfor at opfinde nye fra bunden.

I Sverige og Norge har der været klare politiske ønsker til samspillet mellem drift & vedligholdelsessystemerne og genbrug af samme data i andre henseender. Hvorledes disse aspekter ønskes understøttet i Danmark, er ikke ekspliciteret i projektet „det Digitale Vejnet“. Det er svært at finde deciderede politiske målsætninger for, hvad der er ønsket, andet end et digitalt navigationskort. Et kort der i princippet ligeså vel kunne indkøbes hos de private udbydere, fremfor at opbygge en hel digital infrastruktur selv. Der er ikke umiddelbart fokus på de fordele det ville have at lave velgennemtænket helhedsløsninger, som dem der er opbygget i Norge og Sverige.

Der mangler desuden strukturelle afgørelser vedrørende hvordan data skal vedligeholdes i dette system. Hvilke fordele har den enkelte vejbestyrelse af dette vejnet? Hvordan vil man fra centralt hold forankre den enkelte vejbestyrelses engament ift. kvalitetssikring af deres data i det nationale system. Med den

decentralisering og selvstyre Danmark historisk har haft i den enkelte vejbestyrelse, skal der enten leveres gode argumenter for deres deltagelse eller findes gulerødder for at sikre indsatsen.

KAPITEL 4

Hvad skal der til for at opbygge en 3d vejmodel

Det beskrives hvordan en rumlig model opbygges på baggrund af de registreringer der ligger i Vejman.dk. Der tages udgangspunkt i en enkelt strækning på 400 meter i Vendsyssel. Modellen vil under opbygningen kommenteres. Til sidst vil det beskrives hvordan manglende data, kan indhentes på baggrund af allerede eksisterende data, kommunerne vil have adgang til.

Siden 1990'erne har computeren været til stadig mere hjælp i forvaltningen og hos rådgiverne. I takt med at computerne har fået mere regnekraft, har den understøttet ingeniørernes avancerede projekteringer af tekniske anlæg, fra bygningsdesign og veje til brokonstruktioner. Computeren er til så stop en hjælp at den i dag bruges til det meste, fra de første linier i planet til den fulde rumlige visualisering af projektet.

Projekteringen og drift af vejanlæg har traditionelt haft hvert sit datagrundlag, da der stilles forskellige krav hertil. De første skridt til en sammenkobling af projekteringsdelen og drift sker hos ViaNova Systems i Norge, der udvikler projekterings programmet NovaPoint der som tidligere nævnt også har været underleverandør på teknik til den Norske NVDB (Kirkhorn & Stallheim, 2010 - Appendiks F) .

I de kommende versioner af dette program, vil fokus være på brugen af samme model i både projektering-, anlæg- og driftsfasen. Til dette benyttes datamodellen i NVDB, således bliver det nemt at arbejde med data og genbrug af samme på tværs af faglige skel.(Kirkhorn, 2009)

Samtidig har digitalprojektering igennem flere år udviklet sig fra at være baseret på ren 2d mod mere fokus på 3d projektering. Eftersom der i Norge udvikles på at kunne løse det hele i een model, vil 3D orienteringen med årene også indfinde sig hos den enkelte vejbestyrelses driftorganisation

Dette er fremtidsmusik i dansk perspektiv, da der endnu ikke findes en lignende datamodel, der på samme måde kan tage højde for den udveksling af data der har været et af formålene i det norske NVDB projekt.

De data, som er registreret i Vejman.dk er typisk opmålt som 1D- og 2D-data, dog findes der strækningsdata repræsenteret på baggrund af fikspunkter med en 3d-koordinat. Hvis det er ønsket at arbejde med rumlige vejmodeller herhjemme, kan det derfor være nødvendigt at skaffe sig nye data. Eftersom der i det nuværende system (Vejman.dk) ligger data indsamlet gennem de sidste 20–30 år er der her en kæmpe mængde data, fordelt på 600 forskellige datatyper. Dette vil være rimelig omkostningsfyldt at erstatte ved nyregistreringer i marken.

Hvis der tages forskud på udviklingen og det ønskes at skabe en rumlig vejmodel. I såfald vil er det så muligt at behandle disse eksisterende data, således de optræder i 3d vil en del dataindsamling være sparet.

I forsøget på at besvare dette, opbygges en rumlig model af en enkelt vejstrækning.

4.1 Udpegning af teststrækning

Den rumlige model, vil i dette speciale fungere som en model, hvor den digitale models egenskaber begrænser sig til en geometrisk opbygning. Det grundlæggende behov for en god datamodel, anses for at have så stort et omfang at det ligger udenfor dette speciales område og afgrænsning.

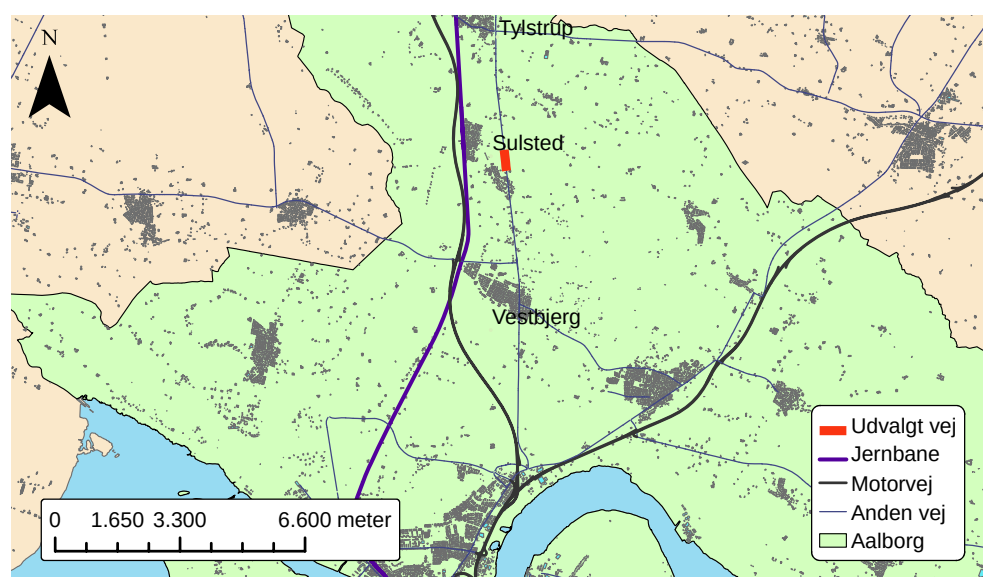
For at kunne udpege en teststrækningen er det nødvendigt, at opstille en række krav til dennes funktion, beliggenhed og repræsentation i vejman.dk

Testrækningen er udpeget på baggrund af disse krav:

- Vejbestyrer: Aalborg.
- Veldefinerede data i datakataloget: Vejman.dk / Tværprofilsdata
- ÅDT < 2500, da opmålinger af vejen skal kunne foregå uden større forstyrrelser af- og fra trafikken.
- I åbentland, da forstyrrelser af udstyret til opmåling skal undgås.
- Strækningslængde på minimum 200 meter mellem kryds.
- Højde data repræsenteret i fikspunkterne.
- Kurvede vejforløb i planet bør undgås.

Der blev udtrukket mulige veje ved hjælp af VISql sætningen 1 i appendiks C, der stiller krav om ÅDT, Vejbestyrelse og tilstedeværelse af tværprofilselementet „kørebane“.

Af 11 veje der opfylder disse krav i udtrækket, er en ca. 400 meter strækning i Vendsyssel valgt. Denne er beliggende på landevejen mellem Sulsted og Tylstrup, jvf. figur 4.1.



Figur 4.1: Mellem Sulsted og Tylstrup ligger teststrækningen. Den udstrækker sig over 400 meter, med en ÅDT på 2200.

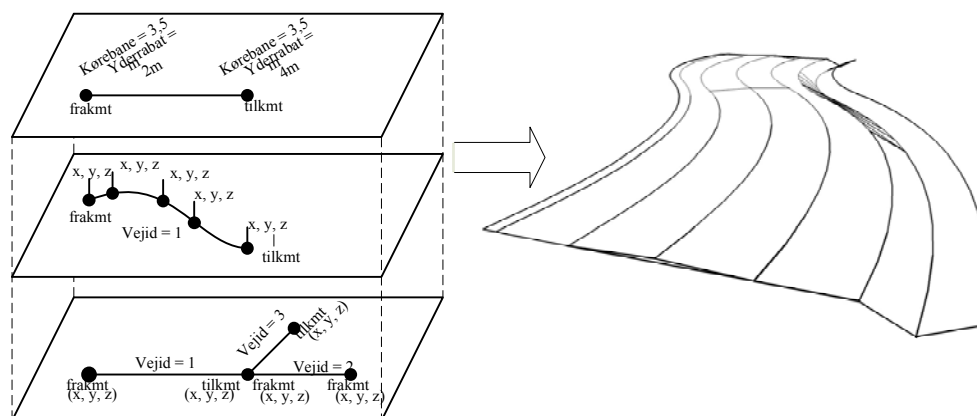
Vejnavn:	Tylstrup Landevej
CVF	800447-0
Stedfæstelses metode	Kilometrering
Fra kmt	12/0753
Til kmt	13/0197
Bestyrer	Aalborg
Rute nr	180
Før 2007	Amtsvej
ÅDT	2200

Tabel 4.1: Data for identificering af vejen

Det udvalgte vejstykke er en del af den sekundære rute 180, der løber fra Aalborg til Hjørring. Før etableringen af Hirtshalsmotorvejen var vejen den primære vejforbindelse Aalborg–Hjørring.

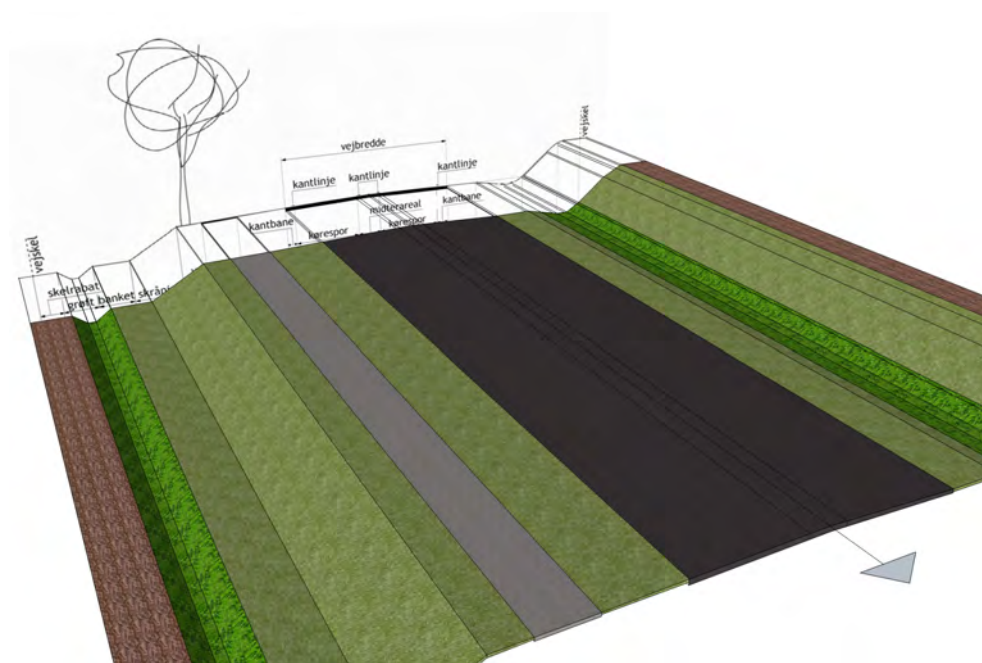
4.2 Strukturen for test modellen

I afsnit 3.1 blev tre datakataloger beskrevet, som benyttes til at skabe den geometriske opbygning. Opbygningen illustreres ved figur 4.2, hvor de tre kataloger vil kombineres på baggrund af det administrative vejid, CVF-koden.



Figur 4.2: De benyttede datas inddeling i lag i forhold til datamodellen i Vejman.dk

Modellen er bygget op omkring systemlinien, hvor tværprofilet er *trukket* langs som principfiguren viser på figur 4.3. Tværsnitsmodellen for Vejman.dk systemet er detaljeret beskrevet i kapitlet om de danske vejdata-baser. Da tværprofilmodellen er meget nøjedefineret for det enkelte element, er disse data behandles som de er registreret.



Figur 4.3: Tværsnitsprofilet trækkes langs vejens systemlinie, hvorved en 3d vejmodel opbygges.

4.3 Opbygning af model for teststrækningen i Vendsyssel

Tylstrup Landevej, jvf figur 4.1, er en strækning på ca. 400 meter udvalgt som teststrækning. Til opbygning af modellen er der foretaget udtræk for vejens systemlinie samt tværprofiler, se tabel C.1 og C.2 i appendiks C.

Teststrækningen er i vejman.dk beskrevet til at have følgende tværprofilselementer. På baggrund af besigtigelsen af vejstrækningen er det fundet at Vejman.dk indeholder alle de eksisterende tværprofilselementtyper, der er nødvendige for opbygning af en 3d model, jvf. tabel 4.2 og figur 4.4.

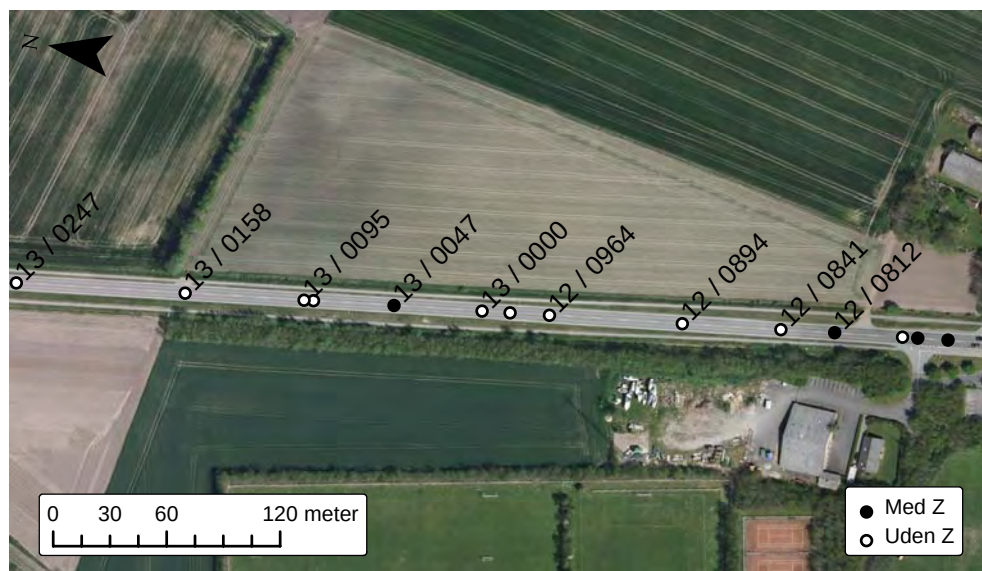
	I marken	Vejman.dk
Venstre:		
Kørebane	✓	✓
Yderkantbane	✓	✓
Skillerabat mod kørebane	✓	✓
Cykelsti	✓	✓
Yderrabat	✓	✓
Afvanding	✓	✓
Højre:		
Kørebane	✓	
Yderkantbane	✓	✓
Skillerabat mod kørebane	✓	✓
Cykelsti	✓	✓
Yderrabat	✓	✓
Afvanding	✓	✓
Midt:		
Kørebane		✓

Tabel 4.2: Alle tværprofilselementer, med undtagelse af grøfterne, der er registreret i marken, eksisterer også i vejman.dk.

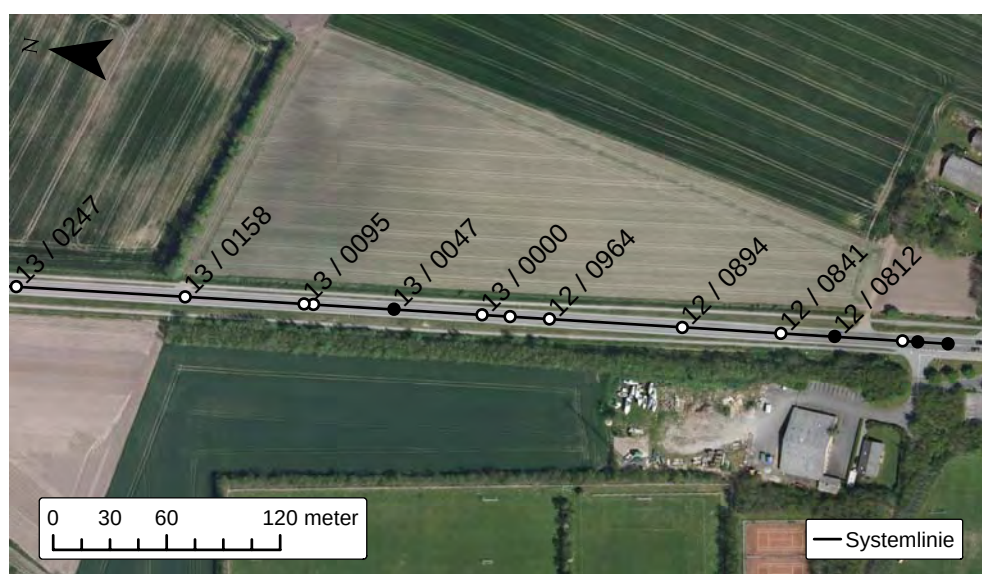


Figur 4.4: Set fra midten af teststrækningen i retning med kilometreringen. Vejens forløb fremstår ret, med undtagelse af yderrabaten der kiles langs vejen.

Først er systemlinien udtrukket fra Vejman.dk via sætning 2 i appendiks C, det resulterer i de af figur 4.5 og 4.6 viste fikspunkter.

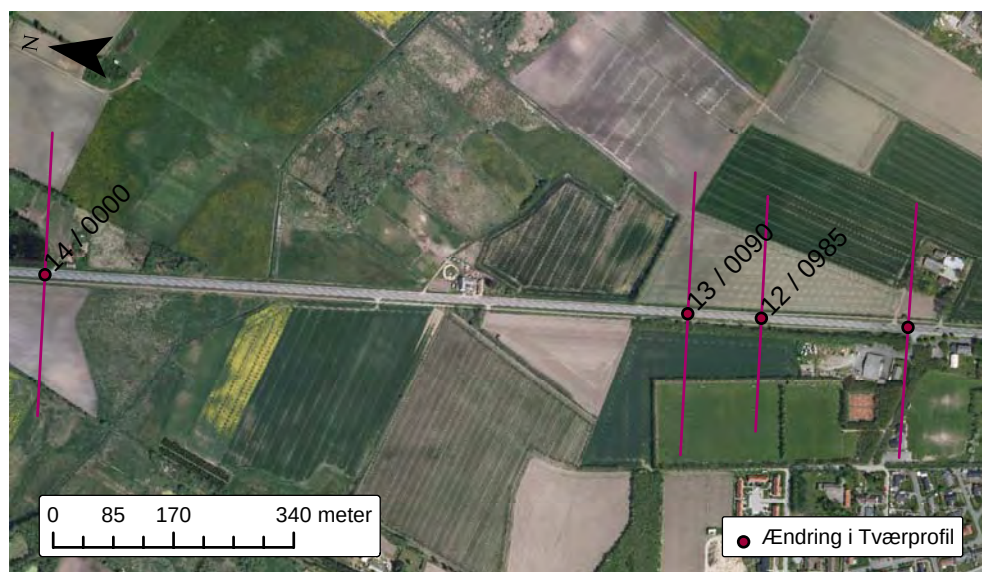


Figur 4.5: Det er ikke alle fikspunkter der har tilknyttet et z-koordinat. Fikspunkterne vil typisk være indmålt på baggrund af DGP specifikationen (Vejdirektoratet, 2010b).

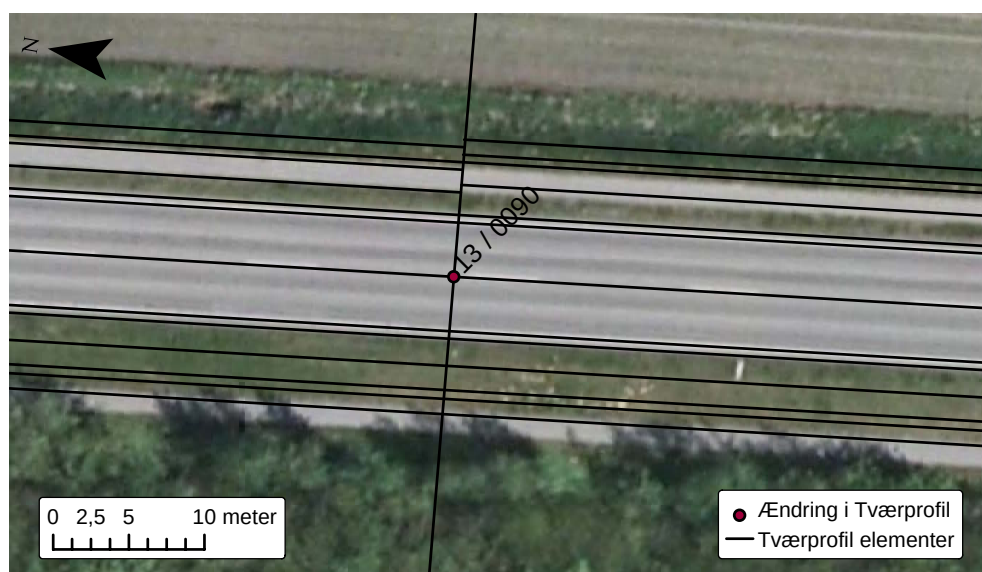


Figur 4.6: Systemlinien består af rette linier mellem fikspunkterne. (Vejdirektoratet, 2010b).

På baggrund af de avancerede udtræk, se appendiks C, kan de enkelte snit findes ved kilometringen hvor tværprofilen skifter udformning, se figur 4.7 herefter er de enkelte tværprofilelementer tegnet op, jvf. figur 4.8, det bemærkes at Kørebane elementet er halveret, da det i vejman.dk er defineret som beliggende midt ved systemlinien.

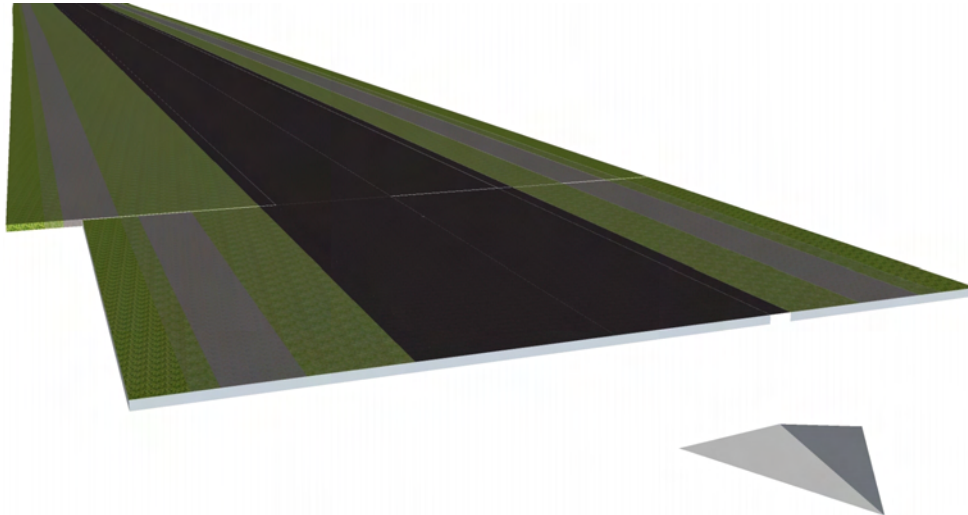


Figur 4.7: Her er udtrukket punkterne fra hvor der er registreret tværprofilsændringer. Der er fundet tre forskellige tværprofilsopbygninger på teststrækningen.



Figur 4.8: Hvert tværprofilelement blev tegnet i planet med afstanden, fra nærliggende linie, defineret i tværprofilsudtrækket (Appendiks C).

De optegnede tværprofilelementer der er optegnet i figur 4.8, er ikke rumlige. Derfor importeres elementerne til 3d programmet Sketchup hvor det på baggrund af systemlinien, er optegnet de enkelte tværprofilelementer, der her er trukket langs systemlinien, jvf figur 4.3. Resultatet er en model, der under udarbejdelse, ser ud som på figur 4.3.



Figur 4.9: Snittet ved kmt 12/0985. Modellens systemlinie er importeret i Sketchup, hvorefter hver enkelt tværsnit tegnes op inden dette trækkes langs systemlinie.

4.4 Umiddelbare problemer

Da modellen er opbygget efter de specificerede data, er der umiddelbart identificeret to typer af problemer ved modellen. Problemer der ikke gør den troværdig i forhold til en virkelig opbygning.

Af figur 4.9 kan det ses at cykelstiens forløb afbrydes pga. tværprofilselementet *højre skillerabat* ændre bredde fra 4m til 2m i et punkt, fremfor at kile over en længde. Samme problem opstår ved km 13/0090 i planet på figur 4.8, hvor den skifter fra 2m til 1.5m. Bredderne burde kile fra 4m til 2m og fra 2m til 1.5m, således cykelstiens forløb ville være jævnt og ikke afbrydes så brat.

I forhold til genbrug af data, ville det umiddelbart være nemt at analysere dataudtrækket for denne type fejl, således at det sikres at et tværprofilselement vil have en kilende funktion, når det som i dette tilfælde burde forekomme.

Herudover skal en befæstet vej nødvendigvis kunne komme af med sit overfladevand, hvorfor en sidehældning burde forekomme. Overfladevandet bør ledes til et afvandingselement, i dette tilfælde en grøft, men denne mangler at være repræsenteret i datagrundlaget fra vejman.dk. Ved en typisk vejkonstruktion er det normalt, at opleve en taghældning på kørebanerne med toppunkt i vejmidten (Vejreglerådet, 2006).

Metoder til at anskaffe manglende data

En 3d vejmodel, skal i sagens natur beskrive vejen i rummet. Da det i projekt er ønsket at genbruge eksisterende data, så gives her et bud på metoder til at indhente data fra andre eksisterende datasamlinger.

Da vejen i højden kun er defineret i 3 ud af 14 fikspunkter. Vil dette være en klar mangel af relevant data. Dette må medføre at systemlinien ikke automatisk kan genbruges uden indhentning af nye data.

For indhentning af højdedata, vil det givet kunne lade sig gøre at benytte den danske højdemodel, der er blevet til på baggrund af luftbårne laserscanninger. Hele Danmarks terræn er således blev opmålt fra luften i et 1m grid, hvorfra det givet må kunne udtrækkes højdeinformationer.

Den danske højdemodel, har staten og kommunerne typisk adgang til via eksisterende aftaler med Kort & Matrikelstyrelsen.

Det er i litteraturen fundet flere forsøg på at udtrække informationer luftbårne laserscanninger. Hatger & Brenner (2003) har således i artiklen *Extraction of road geometry parameters from laser scanning and existing database*, beskrevet muligheden for at hente informationer om vejens centerlinie ud på baggrund af luftbåren laserscanning af terrænet, eksisterende vejmidter og attributdata om vejtypen. (Hatger & Brenner, 2003)

4.5 Delkonklusion

I dette kapitel er det besvaret, hvordan der kan opbygges en 3d vejmodel på baggrund af eksisterende data. Det er valgt at udtage en teststrækning, der bruges som eksempel på, hvorledes en sådan model kan konstrueres.

Ud af 11 mulige vejstrækninger er der valgt en vejstrækning i Vendsyssel. Denne strækning er en del af det rutenummerede vejnet, og er nedgraderet til en sekundær rute efter anlæggelsen af motorvejen mellem Aalborg og Hjørring.

Vejstrækningen har et veldefineret tværprofil i vejman.dk, der stemmer overens med mængderne af elementer, der er fundet ved besigtigelsen. Vejens systemlinie mangler dog en række højdekoordinater i fikspunkterne. Kun 3 ud af 14 fikspunkter var defineret med en højdekoordinat.

Modellen blev opbygget i to skridt. Først blev der korrigeret for manglede højdepunkter, ved at beregne disse ved lineær interpolation. Herefter blev tre tværsnit bygget op omkring systemlinien. Tværsnittene blev trukket langs systemlinjen, hvorved den rumlig model fremstod.

Tværprofilet ændres tre gange på strækningen. Efter opbygningen af 3d vejmodellen er det fundet, at det ved tværprofilsændringerne i km 12/0985 og 13/0090 sker store knæk på højre cykelstis forløb. Dette skyldes en manglende kile i forbindelse med *skillerabattens* breddeændringer i disse punkter. Udover dette er ingen tværprofilelementer anført til at have en hældning, således vil overfladevand ifølge modellen ikke kunne ledes ud til grøfterne.

Der kan på sigt tages højde for manglende højdedata og fejl i overgange mellem tværprofilselementer. De manglende højdedata vil kunne udtrækkes på baggrund af den landsdækkende højdemodel og fejlene i overgangene mellem tværprofiler kunne rettes ved at indarbejde en kvalitets sikrings rutine, der tjekker om tværprofilselementet burde have en glidende overgang.

På trods af disse mangler er der fremkommet en rumlig vejmodel, hvor de fleste elementer umiddelbart fremstår korrekt.

KAPITEL 5

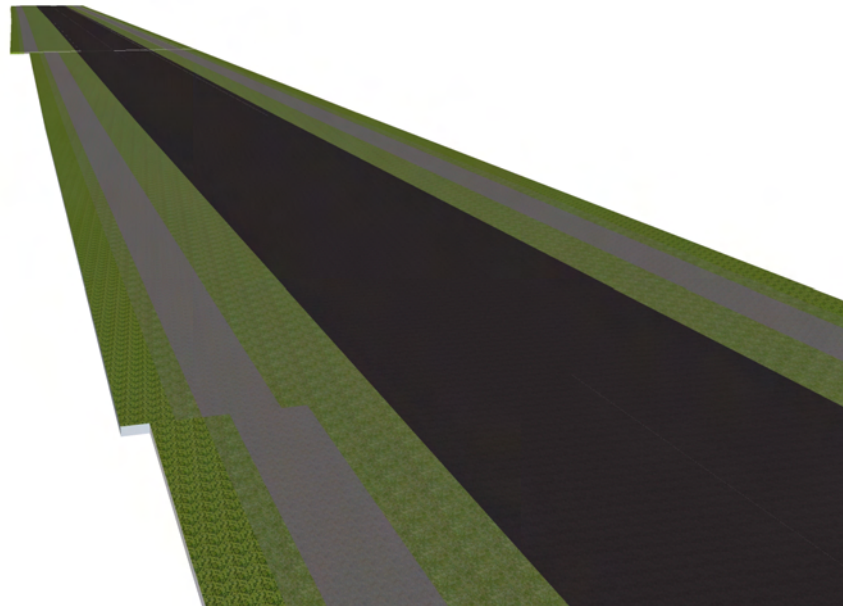
Kvalitetskontrol af informationerne i vejmodellen

Der er opbygget en rumlig model i kapitel 4, informationernes præcision i denne model kontrolleres. I det følgende beskrives kvalitetetskontrollen. Herefter vil resultatet præsenteres og kommenteres. Beregninger og lignende er uddybet i appendiks D.

Modellen, se figur 5.1, er opbygget på baggrund af data i Vejman.dk som beskrevet i afsnit 4.3.

For at modellens kvalitet kan kontrolleres er der opstillet nogle kriterier for denne process:

1. Systemlinien opmåles i marken.
 - a) 21 punkter for systemlinien måles to gange uafhængigt af hinanden. Dette gøres ved at måle samme punkter på en times afstand, hvor forbindelsen mellem Referencenettet, GPS og satellitter har været afbrudt.
 - b) For hver af de 21 punkter, midles opmålingen på hver akse.
 - c) Distancen mellem hvert punktsæt findes. Der beregnes en standardafvigelse for planet, $\sigma_{RTK,Plan}$.(Cederholm, 2008)
 - d) Afviger et punkt mere end $3\sigma_{RTK,Plan}$, vil denne kunne afvises som unøjagtig.(Cederholm, 2008)
2. Koordinaterne til systemlinien udtrukket fra vejman.dk, se appendiks C, forbindes med rette linier.
3. Afstanden mellem opmålte systemlinie punkter og vejman.dk findes.



Figur 5.1: Den opbyggede model.

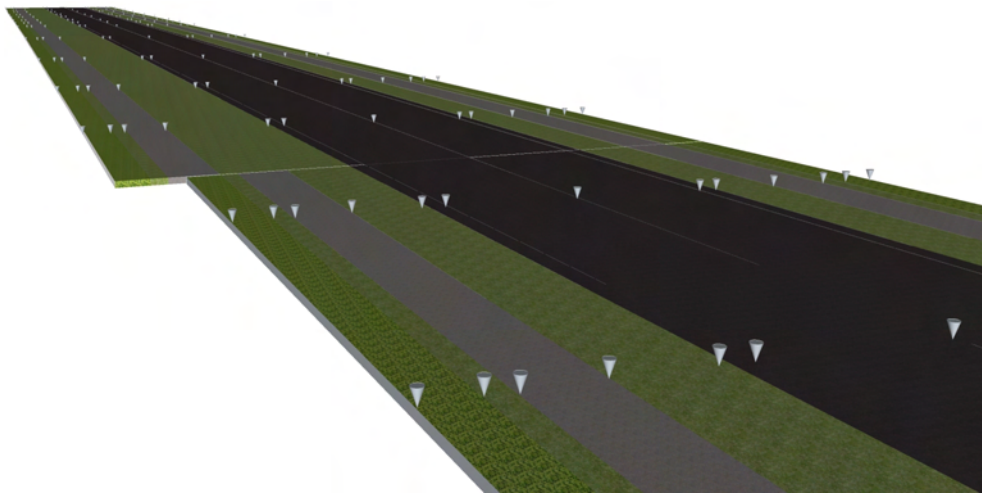
4. Alle tværprofilelementer opmåles ved punktmålinger langs strækningen i marken.
5. Alle opmålte elementer (inkl. systemlinien) optegnes med rette streger imellem hvert punkt.
6. Bredden af hvert tværsnitselement findes ved at etablere en række punkter på de optegnede linier, hvorfra afstanden bestemmes til nærmeste linie.
7. Der foretages statistisk middelværdi test af data mod de i vejman.dk anførte værdier, ved et 95 % konfidensinterval.

5.1 Udførelsen af Opmålingen

Vejstrækningen er opmålt ved hjælp af en Leica GPS1200 koblet til referencenettet Leica Smartnet, der leverer en præcision på ned til 1cm under rette forhold.

Der er opmålt i alt 208 punkter, hvoraf de 2x21 dækker systemlinien, hvor vejens midte er indmålt med 20 meters afstand mellem hver registrering. Indmålingen er illustreret på figur 5.2.

Systemlinien findes ved at måle bredden af det befæstede areal, hvor at midten antages at være placeringen for systemlinien. Midten markeres ved et kryds og punkt nummeret, som vist på figur 5.3, således det er muligt at opmåle samme punkt igen.



Figur 5.2: En model af indmålingspunkterne. Cykelstien, rabatten, kørebane og grøfter måles langs vejens systemlinie. Indmålingspunkterne på figuren er ikke endelige.



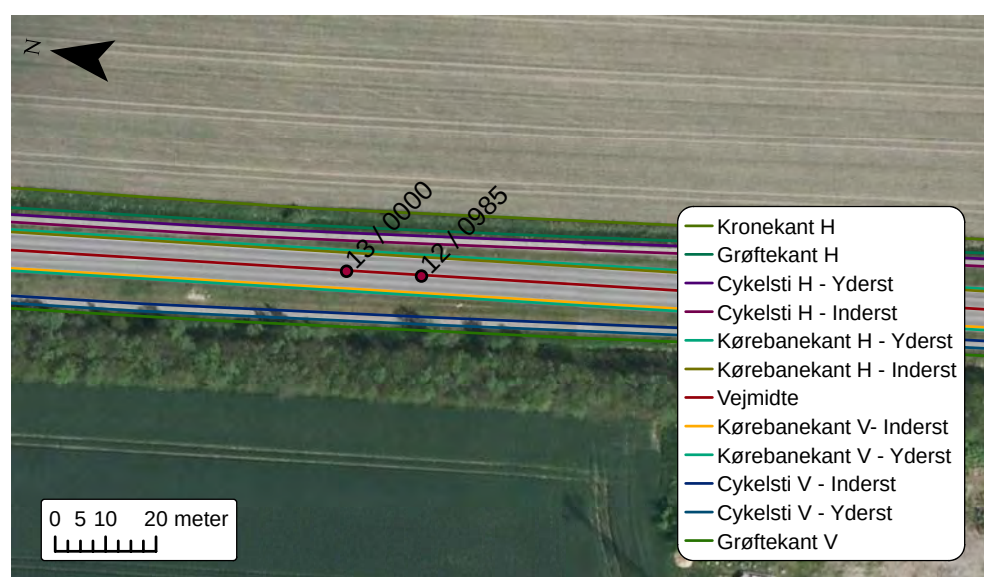
Figur 5.3: Vejens Systemlinie opmåles, det markeres hvor punktet er opmålt første gang. Vejmidten er fundet ved hjælp af stålmålebånd.

Indmålingen sker i punkter, der er defineret af linier der adskiller tværprofils-elementerne. Herved bliver bredden af de enkelte tværprofils-elementer fundet ud fra punktmålingerne. Enkelte linier, jvf. figur 5.4, er dog svært definerbare, hvorfor der her inden opmålingen vil antages at være en usikkerhed på op til 5 cm. Ved hjælp af nedstik er den antagede asfalkant for cykelstierne fundet og usikkerheden reduceres.

Efter opmålingen er systemlinien udtrukket fra GPS datafilerne. Punkterne fra 1-21, som er opmålt af to omgange er midlet på hver akse, se tabel D.2 i appendiks D, således en endelig systemlinie kan dannes ved at forbinde punkterne. Tværprofils-elementerne blev defineret ved at forbinde alle punkterne i ArcGIS, hvor linierne danner grænsen mellem de enkelte elementer som vist på figur 5.7.



Figur 5.4: Der vil være en naturlig unøjagtighed for opmålingen, da ikke alle tværprofilelementers afgrænsning er lige godt defineret i marken. Her se højrecykelstis højrekant mod yderrabaten.



Figur 5.5: Optegning af de opmålte elementer

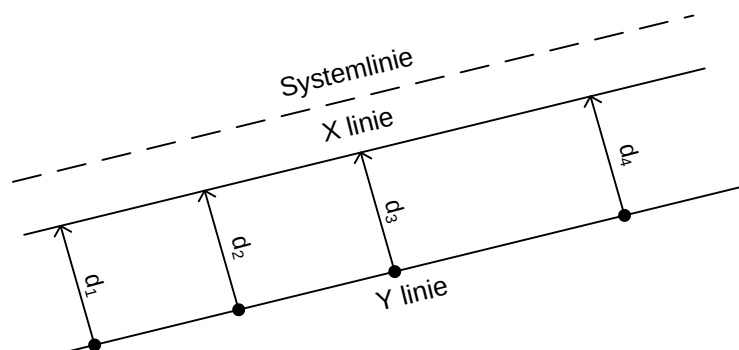
5.2 Metode til sammenligningen

For at kunne sammenligne placeringen og bredden af de enkelte tværprofilelementer, er en række tilfældige punkter defineret på baggrund af linierne i figur 5.5, jvf figur 5.6.

På baggrund af vektor beregninger vil korteste afstand fra punkterne til linien bestemmes, jvf. figur 5.7. Afstandsbestemmelsen sker fra punkterne i retning mod systemlinien, således punkterne altid ligger længst fra den opmålte linie i forhold til systemlinien.



Figur 5.6: 207 tilfældige punkter hvorfra afstanden til nærmeste linie ind mod systemlinien er beregnet



Figur 5.7: Afstanden måles fra de tilfældige punkter til nærmeste linie ind mod den opmålte systemlinie.

Afstandene danner grundlag for en række bredder langs det enkelte tværsnitselement, hvorfra en middelværdi og spredning er bestemt. Disse værdier er benyttet til at teste om middelbredden af hvert element afviger fra det registrerede i vejman.dk.

Foruden afstanden fra de 207 tilfældige punkter, er den opmålte systemlinies afstand til systemlinien fra vejman.dk fundet. Afstandene er beregnet i planet og derefter i højden, dette skyldes unøjagtigheden i højden ved GPS opmålinger er forskellig fra unøjagtigheden i planet, og vil derfor give misvisende resultater ved beregning i rummet frem for planet og højden. Da højde koordinatet har denne usikkerhed, giver det mening også at kontrollere hvorvidt systemliniens hældninger i strækningens længde er forskellig fra det registrerede.

Ved at beregne det i planet vil det ved en kørebanebredde på $3,6m$ være en unøjagtighed på ca. $1mm$ ved en sidehældning på 25‰ .

5.3 Modellens data kvalitet

Det har været fokus på at vejmodellen skal kunne benyttes til flere formål. Der er i det følgende defineret brug af modellen fra to vinkler.

Den ene vinkel har været brug af modellen i køretøjer, hvor der eksisterer en bilcomputer, hvori modellen er installeret til brug for realtids beregninger ved bl.a. kørselsforhold på baggrund af vejnettets rumlige udformning. Med udgangspunkt i Vejreglerne for Tværprofiler (Vejreglerrådet, 2006), vil den anbefalede køresporsbredde ændres fra $3m$ ved $50km/t$ over $3.25m$ ved $60-70km/t$ til $3.5m$ ved $80km/t$, altså spring på $25cm$.

De beregnede køresporsbredder kan altså variere mere end $-10cm$ fra den listede værdi i vejman.dk, før den anbefalede hastighed ikke længere stemmer overens med den skilte hastighed.

For at den aktuelle køresporsbredde kan findes, skal bilen vide hvor den er placeret. Dette kræver en systemlinie der er placeret korrekt. Her er modellen ikke den største fejlkilde, men i ligeså høj grad bilens GPS modtager, der vil have en typisk nøjagtighed på $5-25$ meter (Tradisauskas et al., 2009) alt efter hvor fri udsigten til satellitterne er i forhold til antennen. Tradisauskas et al. (2009) beskriver også en mapmatching teknologi, der kan justere for usikkerheden ved GPSen på baggrund af ekstra måleudstyr. Resultaterne i (Tradisauskas et al., 2009) giver at 78.70% af alle punkter bliver korigeret mindre en 10 meter.

Det vil antages at fremtidig systemer og teknikker vil kunne opnå præcisioner på under en meter, dette er eksempelvis et af målene ved ESA's Galileo system(ESA, 2010). Galileo er en europæisk civil pendant til det amerikanske GPS, det er estimeret fra projektets side at være sat i drift i 2013(ESA, 2010).

Den anden vinkel er brug af den rumlige model i en drift og vedligeholdelses sammenhæng hos vejbestyrelserne til kontrol af vejnettets tilstand, samt kontrol af opfyldelse af kontrakterne ved de udbud af opgaver, så som vinter-tjenester og renoveringer, vejbestyrelsen skal lave. Dette er opgaver hvor der typisk afregnes pr. m^2 eller i et andet mål. At afregningen sker for areal og ikke længden, vil medføre at eksempelvis en gennemsnitlig afvigelse på $10cm$ fra det korrekte i Aalborg Kommunes tilfælde medføre en fejl på op til $200.000 m^2$.

Aalborg Kommune er vejbestyrelse for ca. 2000 kilometer vej (Aalborg Kommune, 2010). En ikke uvæsentlig størrelse. Det er dog forfatteren bekendt at

ikke alle veje er opmålte, så et eksakt bud på et areal ikke eksistere idag, men i forhold til udviklingen vil det givet være en nødvendighed, at have stadig mere detaljeret viden om vejbestyrelsens infrastruktur.

Da det er ønsket at en fremtidig rumlig model skal kunne håndtere disse områder, samt en endnu udvidenhed om hvad der er muligt og behov for i fremtiden, vil der sættes krav om at for at godkende tværprofilsregisteret informationer, så skal alle tværprofilselementer kunne valideres i en middelværdi test mod de registrerede værdier i databasen med et 95 % konfidensinterval. Dette høje konfidensinterval er valgt, da det simpelthen er nødvendigt at kunne stole på den enkelte værdi i vejman.dk er korrekt.

5.4 Resultater

De enkelte beregninger kan findes i appendiks D, i det følgende vil de vigtigste resultater opsummeres og kommenteres.

I de Digitale Grundplaner(Vejdirektoratet, 2010b) er der et nøjagtighedskrav, krav til maksimums spredning, i planet på 7cm og 10cm i højden. Det antages at den fundne spredning for systemlinien, vil være beskrivende for alle målinger i dette tidsrum.

Nøjagtighedskravet er kontrolleret ved at benytte fremgangsmåden af Cederholm *for undersøgelse af præcisionen af RTK* (Cederholm, 2008). Via denne fremgangsmetode vil de værdier bestemmes, som skal sammenlignes med kravene i (Vejdirektoratet, 2010b).

Værdierne er listet i tabel 5.1.

Akse	Spredning [m]
$\sigma_{RTK,Eastern\Delta}$	0.0066
$\sigma_{RTK,Northern\Delta}$	0.0092
$\sigma_{RTK,Height\Delta}$	0.0339
$\sigma_{RTK,Plan}$	0.0113

Tabel 5.1: Punkt-spredningen for vejmidten opmålingen. (Appendiks D)

På baggrund af tallene i tabel 5.1, kan det konkluderes at unøjagtigheden for indmålingen vil svare $1,13\text{cm}$ i planet og $3,39\text{cm}$ i højden. Opmålingen falder derfor indenfor hvad Vejdirektoratet definere i (Vejdirektoratet, 2010b).

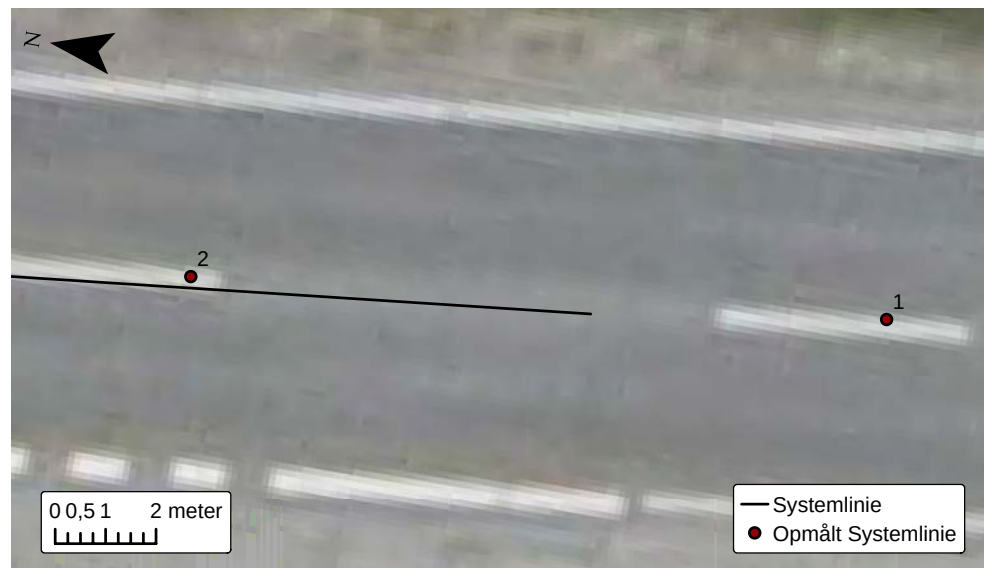
Med denne viden beskrives henholdsvis systemliniens præcision og hvorvidt de enkelte opmålte tværprofilselementer afviger fra det registrerede i datakataloget for tværprofiler.

Systemlinien

Systemlinien der definere hele vejens placering i rummet er testet for afvigelse i planet og højde. De enkelte beregninger kan findes i appendiks D.2.

Fikspunkterne, der blev udtrukket fra vejman.dk er forbundet med rette linier for at danne systemlinien. Afvigelsen af opmålingen og den registrerede linie blev fundet ved at bestemme den plane retvinklede afstand mellem opmålte punkter og vejman.dks systemlinie. De enkelte afvigelser kan ses i tabel D.3 i appendiks D.1

Første punkt kasseres i denne opmåling, da den ligger uden for det udtrukkede område fra vejman.dk, se figur 5.8. Udfra de restende punkter er en middelværdi og spredning bestemt, disse kontrolleres vha. en t-test mod en kritisk værdi.



Figur 5.8: Punkt 1 kasseres fra testen, da afstanden er beregnet til næsten 6 meter fra vejman.dks systemlinie. Dette skyldes punkt 1 er placeret uden for test området.

Middelværdien $m = 0.2580$, og spredningen $\sigma = 0.0998$, holdes op mod den kritiske værdi $k_v = 0$. Den kritiske værdi er her sat til nul, da det ønsket at teste hvor godt punkterne ligger på vejman.dks systemlinie.

Hypotese	
Hypotese 0 (H0)	$m = k_v$
Hypotese 1 (H1)	$m < k_v$
Hypotese 2 (H2)	$m > k_v$

Tabel 5.2: Opstillede hypoteser for den statistiske test. m er middelværdien for det målte sample og vejman.dk er den kritiske værdi

Det er til t-testen opstillet tre hypoteser. Hypoteserne er beskevet i tabel 5.2. Den statistiske analyse, for sammenligningen i planet, returnere at hypotese 2 er den signifikante. Dette giver at middelværdien er større end den kritiske værdi. Hvilket betyder at opmålte linie vil ligge på højre side af vejman.dks systemlinie, i vejens kilometrerings retning.

Ved at benytte middelværdien som den kritiske værdi, er det fundet at den opmålte systemlinie generelt ligger 25,9cm fra vejman.dk systemlinie. Resultaterne af testene for systemlinien kan ses af tabel 5.3.

Test mod Vejman.dk		Estimering af forskydning	
k_v	0	k_v	0.25
Middel Afstand	0.2580	Middel Afstand	0.2580
Spredning	0.0998	Spredning	0.0998
Resultat	H2: $m > k_v$	Resultat	H0: $m = k_v$

Tabel 5.3: Parametre til middelværdi testen.

Sammenligning af højden

Af de 14 fikspunkter fra vejman.dk, som ligger inden for teststrækningen har kun tre af disse et Z-koordinat, dette er for få til at lave en statistisk analyse.

For at kunne sammenligne de opmålte højder med det registrerede, er hvert opmålt punkt justeret ind til kilometringen, således de enkelte højder bliver sammenlignelige. Der opstilles to tendensligninger, på formen $y = ax + b$ for de opmålte punkter samt vejman.dks fikspunkter.

Hvis de to ligninger ligger parallelt vil den afvigende højde kunne findes mellem vejman.dk og opmålte punkter. De to tendens ligninger beskrives i formel 5.1 og 5.2.

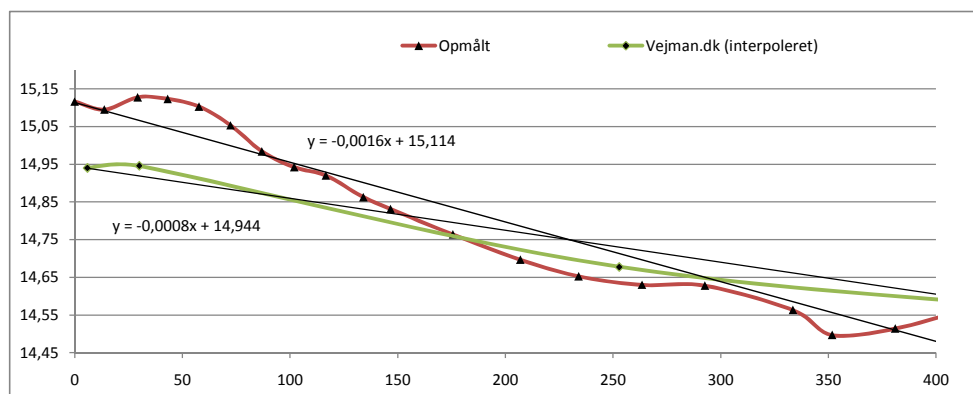
$$y = -0,0016x + 15,114 \quad (5.1)$$

$$y = -0,0008x + 14,994 \quad (5.2)$$

De to ligninger er ikke parallelle og derfor kan højdeforskellen langsstrækningen ikke bestemmes, derimod fortæller stigningstallet for den opmålte ligning, $a = -0,0016$, at faldet på den opmålte vej er dobbelt så stort som det registrerede, $a = -0,0008$. Ligninger er illustreret af figur 5.9.

Tværsprofilelementerne

I den rumlige model optræder der elementer som kørebane, kantbane, skillerabat, cykelsti, yderrabat og afvanding. Da disse elementer optræder uafhængigt af systemlinien. Benyttes GPS opmålingerne til at bestemme, de enkelte elementers bredde på tilfældige punkter langs strækningen.



Figur 5.9: Afstanden er defineret af 1. akse og højden af 2. akse. Det ses at linierne krydser hinanden efter ca. 180 meter. Dette giver en indikation af at højderne ikke ligger parallelt.

Der er benyttet samme metode til bestemmelse af bredderne på baggrund af opmålingen, som den der bestemte afstanden mellem opmålte systemlinje og vejman.dks systemlinje. En middelværdi test baseret på de tilfældigepunkters afstande til de opmålte elementer udføres. Disse tests har givet resultaterne benævnt i tabel 5.4.

Element	Side	$\bar{X}$	σ_{samp}	K_v	Resultat
Kørebane	Venstre	3.5895	0.0275	3.6	H1: m < vejman
	Højre	3.5761	0.0219	3.6	H1: m < vejman
Kantbanekant	Venstre	0.4790	0.0274	0.5	H1: m < vejman
	Højre	0.4895	0.0334	0.5	H1: m < vejman
Skillerabat	Venstre	3.6171	1.3625	1.8	H2: m > vejman
	Højre	4.2051	0.8247	4	H1: m < vejman
	Højre	1.7132	0.3043	2	H1: m < vejman
	Højre	1.4655	0.0207	1.5	H1: m < vejman
Cykelsti	Venstre	1.4634	0.0088	1.6	H1: m < vejman
Cykelsti	Højre	1.4739	0.0346	1.5	H1: m < vejman
Yderrabat	Venstre	1.2233	0.1848	0.6	H2: m > vejman
Yderrabat	Højre	1.2527	0.1665	0.5	H2: m > vejman
Afvanding	Højre	3.2408	0.4796	1	H2: m > vejman

Tabel 5.4: Resultater af middelværdi ($\bar{X}$) testet mod den kritiske værdi (K_v). Resultaterne viser generelt at ingen af de opmålte bredder stemmer helt overens med de anførte i Vejman.dk

De ydre tværsprofils-elementer i vejman.dk har alle en fast bredde langstrækningen, der afviger kraftigt fra de funde bredder. De angivne bredder af *afvanding*, passer med bredden af et „skår“, hvilket tyder på data er registreret med henblik på driften, hvor antal skår benyttes i indkøbet af græsklipning (Gansted-Mortensen, 2010 - Appendiks B.2) .

Det bemærkes, at middelværdierne for kørebanerne er 3.57m og 3.58m med spredninger på ca. 3cm. I forhold til anbefalede hastigheder fra vejreglerne, vil 3d modellen i dette tilfælde stadig skulle henvise til den aktuelt skilte hastighed.

5.5 Delkonklusion

Den rumlige model for teststrækningen er blevet testet ved sammenligning med opmålte data. Der er testet på de væsentligste punkter nemlig beliggenheden i rummet, samt bredden af de enkelte elementer for vejen opbygning, herunder rabat, cykelsti og afvanding.

Det har selvfølgelig betydning for testen, at den udarbejdede 3d vejmodel i sig selv på specifikke områder er mangelfuld, fordi den tilgængelige data ikke er registreret korrekt. Således har ingen af tværprofilelementerne defineret nogen hældning. Desuden er ingen elementer sat til at kile på en sådan måde, at der kunne foretages mere smidige overgange. Det sidste forhold giver sig udslag i testen idet højre skillerabats bredder generelt har høj spredning, ligeledes er cykelstiens forløb afbrudt.

De funde middelværdier af tværprofilelementernes bredder og spredning, jvf tabel 5.4, har alle vist sig at være afvigende i forhold til værdien registreret i vejman.dk. Bredder på de befæstede arealer, nemlig kørebane, kørebane kant og cykelstierne er generelt bedre end de ikke befæstede arealer. På de befæstede arealer er bredderne generelt 1-2 cm mindre end den kritiske værdi, og spredningerne af opmålingerne ligger omkring 2 – 3,5cm. Alligevel betyder denne unøjagtighed at vejman.dk dataen anvendt i en 3d model eksempelvis ikke er tilstrækkelig præcise til at der kan foretages projekteringer, idet præcisionen i projekteringssammenhæng skal være 1-2cm. På den anden side er afvigelserne ved bredden af kørebanerne så små, at disse sandsynligvis godt ville kunne bruges i en rumlig model for hastighedsvejledning i det enkelte køretøj.

For de ikke befæstede arealer som yderrabat og afvanding er værdierne i vejman.dk helt skæve, dette skyldes sandsynligvis at data i databasen er opsamlet udfra et driftsmæssigt syn, da driftorganisationen typisk kun skal vide hvor bredt et græsareal, der skal slås (Gansted-Mortensen, 2010 - Appendiks B.2). Dette giver en ringe datakvalitet, hvis anden brug af samme data skulle ske. Her ud over kan de registrerede informationer i vejman.dk, generelt ikke godtages til overførsel i en 3d model, uden at højdedata indsamles og tværprofilelementernes hældning findes.

Da de data, der ligger til grund for opbygningen af 3d vejmodellen generelt ikke har været af speciel høj kvalitet vil det ikke anbefales at genbruge disse data i en ny vejdatabase, hvis denne skal anvendes til detaljekritiske formål. Her vil det være nødvendigt at foretage en ny dataindsamling. Det er dog værd at have øje for om de eksisterende data kan danne grundlag en ny indsamling på baggrund af luftbåren laserscanning og ortofotos.

KAPITEL 6

Diskussionen

I dette kapitel diskuteres udfordringer relateret til projektets metode og resultater i relation til den foretagne analyse af nuværende vejdatabaser samt opbygning og test af en 3d vejmodel.

Diskusion af metoden

For at opbygge en 3d vejmodel, kræver det viden om vejdataens oprindelse og beskaffenhed samt indsigt i de tilknyttede vejdatabaser. Denne viden er dels indhentet ved at læse tilgængelig dokumentation, eksempelvis har informationer indhentet via de af Nordiskt vägforum (NVF) støttede projekter (Sognefest & Wethal, 2001) og (Storsjö, 2005), der beskriver arbejdet med nationale vejdatabaser samt lokale systemer i de enkelte lande været centrale kilder. Dels er der opnået viden gennem en studietur hos en underleverandør for det norske system samt ved interview med centrale personer i Vejdirektoratet Informatik og Aalborg Kommune. Begge de interviewede personer arbejder med vejdatabaserne i Danmark, men fra to forskellige vinkler, da den ene er udbyder og den anden er bruger. Hermed fåes to vigtige perspektiver, der dog ikke nødvendigvis kan generaliseres. Ved interview med flere aktører fra vejdirektoratet og vejdatabase-ansvarlige i andre kommuner end Aalborg, ville analyseresultaterne muligvis kunne nuanceres yderligere.

Generelt har vidensindsamlingen dog sikret en bred indsigt i de gældende forhold, dels for det arbejde som sker i andre Skandinaviske lande, men også for arbejdet i Danmark. En uddybning af de faktiske fordele ved at have mere tidssvarende vejdatabaser kunne dog være interessant fremadrettet. Et af problemerne i Danmark har netop været, at der ikke er klare mål for anvendelsen af det digitale vejnet. En analyse af norske og svenske vejdatabaser, med fokus

på den reelle brug i projektering og drift af vejanlæg samt ved udvikling og anvendelse af ITS kunne således give værdifuld indsigt i fremtidige muligheder for udvikling og effektivisering, hvis det i Danmark vælges at investere i lignende vejdata-baser.

Ved kun at benytte en enkelt strækning, hvor datagrundlaget på nogle punkter har været mangelfuldt f.eks. ift. manglede højdedata, er den resulterende 3d vejmodel blevet tilsvarende unøjagtig. Denne unøjagtighed er ikke nødvendigvis gældende for samtlige vejstrækninger, med tilhørende data i Danmark. Da der er benyttet statistiske analyser til at kunne beskrive informationernes kvalitet, kan det diskuteres om der er et fyldestgørende datagrundlag til dette - især i relation til højdedata. På den anden side giver netop de mangelfulde data en indikation af, at der er fejl og mangler i den eksisterende data, som givetvis også vil være at finde i andre data, der tilhører samme datakataloger, i vejman.dk.

Manglende data vil i et fremtidig projekt kunne indhentes ved, at benytte alternative datagrundlag eksempelvis i form af luftbårne laserscanninger og billedgenkendelse i ortofotos sammenholdt med de allerede benyttede informationer i vejdata-baserne. Luftbårne laserscanninger og ortofotos har vejmyndighederne givet adgang til via de enkelte myndigheders aftaler med Kort & Matrikelstyrelsen samt andre geodata leverandører. Hatger & Brenner (2003) og Steger et al. (1995) har bl.a. beskrevet arbejdet med henholdsvis udtræk af højdedata og plane informationer på baggrund af allerede tilgængeligt materiale hos det offentlige.

Diskussion af projektets resultater

I dette projekt er det vist, at en hovedlande-vejsstrækning kan opbygges i en 3d vejmodel på baggrund af eksisterende data i de danske vejdata-baser, det er dog tvivlsomt om modellens informationer er præcise nok i forhold til virkeligheden. Unøjagtigheden fordeler sig på flere tværprofilelementer. Hvor den for kørebanen er forholdsvis lille, men er større og helt skæv i forhold til skille- og yderrabaten, samt afvandingsanlæggene. Dette skyldes sandsynligvis at informationerne for nuværende er registreret på baggrund af et driftsorienteret syn på vejdata. Selvom de foretagne tests ikke endte til fordel for genbrugbarheden er dette ikke et bevis på, at de registrerede informationer er ubrugelige. En kommende analyse om præcisionen bør have afsæt i fordele ift. det resourceforbrug der er relateret til at opnå en højere præcision. Også politisk må det være påkrævet at der i de kommende år, i takt med udvekslingen af data på tværs af forvaltninger og systemer stiger, tages en større diskussion af nødvendigheden for præcise data. Det er væsentligt i denne diskussion om data skal kunne benyttes i en projekterings-sammenhæng eller er det præcist nok, hvis man kan beregne en intelligent kørselsvejledning. Det må dog generelt antages, at jo højere præcision informationerne i vejdata-baserne har, jo mere vil informationerne være værd på sigt.

For ikke at smide allerede eksisterende data overbord, bør der laves en kvalitetsskala som hvert datasæt kan „mærkes“ med. Ved at flytte eksisterende data til et nyt system, kan disse så klassificeres som „ringe“, indtil der sker en validering af deres kvalitet, og måske vil kunne opgraderes på kvalitets-skalaen. Toppen af kvalitetsniveauet må være informationer, der ville gøre det udnødvendigt at opmåle vejen igen for at kunne projektere videre på anlægget. Ud over videre arbejde med datas kvalitet, må videre arbejde med en mulig landsdækkende 3d vejmodel på baggrund af eksisterende data, fortsættes ved en analyse af hvordan de mere geometrisk komplicerede elementer i vejudformningen er defineret i vejdata-baserne, her tænkt specielt på vejkryds.

Konklusion

I dette kapitel vil projektets tre spørgsmål blive besvaret.

- *Hvordan er de danske vejdatabaser opbygget ift. deres skandinaviske pendanter?*
- *Hvordan kan der opbygges en 3d vejmodel på baggrund af eksisterende data?*
- *Hvordan skal en 3d vejmodel testes og hvilke krav stilles der til den?*

Hermed kan der konkluderes på projektets hypotese nemlig:

Det er muligt, at opbygge en 3d vejmodel, på baggrund af Vejdirektoratets eksisterende lagrede informationer, der på de væsentligste punkter er tro mod den virkelige opbygning.

De danske vejdatabaser og deres skandinaviske pendater

De danske vejdatabaser virker generelt til at være teknisk forældede - en erkendelse, der er accepteret af fagfolk og politikere. Af samme grund er der etableret et forprojekt om et landsdækkende digitalt vejnet, hvis formål er at gentænke brugen af udvalgte vejdata i Danmark. I denne proces kunne der med fordel i højere grad ses på norske og svenske vejdatabaser, som er blevet skabt på klare, tekniske og politiske ønsker om effektivisering af vejsektoren. Således er disse langt hen af vejen både egnede til drift samt som baggrund for ITS løsninger. I modsætning hertil, er det i Danmark stadig uklart, hvad der præcist er ønsket med det digitale vejnet.

Hvis man i Danmark antog, at fremtidig brug af vejdatabaser ville svarer til norske og svenske forhold, kunne man i stedet for at anvende ressourcer på

at afdække krav og lave systemspecifikationer, bruge kræfterne på at udvikle og forbedre de eksisterende modeller og systemer. Genbrug af skandinaviske vejmodeller kunne være en ressourceeffektiv måde, at modernisere de danske vejmodeller på. Før man går ind og laver danske inversteringer, kunne det dog være interessant at afdække, om der faktisk finder en anvendelse af de skandinaviske vejmodeller sted, der realiserer de ønskede fordele.

Opbygning og test af 3d vejmodel

Mulighederne for at opbygge en 3d vejmodel på baggrund af en strækningsorienteret database har i dette projekt været muligt i det omfang informationerne, der dannede grundlag for modellen, er korrekte og geometrien er forholdsvis simpel. Således blev der opbygget en 3d vejmodel af en landevej i Vendsyssel. Denne models informationer blev testet mod den virkelige vej. Resultaterne af testene er ikke positive. På baggrund af middelværdi test (t-test) mod en kritisk værdi ved et konfidensinterval på 95 %, kan det konkluderes at de opmålte tværprofilselementer ikke stemmer overens med de angivende værdier i vejman.dk. Af denne grund kan det ikke anbefales at genbruge eksisterende data uden at disse er korrigeret for højde, bredde og hældning.

Ud over ovenstående præcisionsproblemer mangler der detaljerede geometriske beskrivelser, hvilke gør, at en landsdækkende 3d vejmodel, har længere udsigter. Dels mangler der tværprofilsbeskrivelser for store dele af vejnettet, dels mangler der analyser om hvorledes de mere komplicerede områder såsom krydsudformninger kan udformes i 3d.

Selv om data i de eksisterende databaser på nogle områder har mangelfulde geometriske beskrivelser og på andre ikke har en præcision der muliggør brug til detaljekritiske formål, vil det stadig være interessant at tænke i genbrug. I dette projekt er der blevet anvist metoder til at indsamle manglende højdedata på baggrund af eksisterende oplysninger, som eksempelvis i form af luftbårne laserscanninger og billedgenkendelse i ortofotos.

Det vil sandsynligvist være givtigt, at foretage analyser af hvilke præcisionskrav der bør stilles til vejdata-baserne. Alt efter om databaserne skal understøtte drift af vejanlæg, projektering af disse eller som baggrund for ITS - er der forskellige krav til præcisionen. Dette leder i høj grad tilbage til den politiske uklarhed omkring formålet med det digitale vejnet.

Kan 3d vejmodeller opbygges ud fra eksisterende data?

Den opstillede tese: *Det er muligt, at opbygge en 3d vejmodel, på baggrund af Vejdirektoratets eksisterende lagrede informationer, der på de væsentligste punkter er tro mod den virkelige opbygning*, kan umiddelbart ikke valideres, da mangelfulde geometriske beskrivelser og en diskutabel præcision præger Vejman.dks eksisterende information. Dette betyder dog hverken at genbrug af information ikke kan lade sig gøre, eller at 3d modeller ikke kan være en

værdifuld ressource i fremtiden. En række uklarheder bør dog afklares både politisk og metodemæssigt før 3d vejmodeller vil blive en realitet.

Litteratur

- Aalborg Kommune (2010). Vejene.
- Cederholm, P. (2008, April). *Kvalitetskontrol ved opmåling og afsætning med RTK*. Aalborg.
- ESA (2010). *Why Galileo?*
- EU (2007). Direktiv om opbygning af en infrastruktur for geografisk information i Det Europæiske Fællesskab (Inspire). *Den Europæiske Unions Tidende*, 1–14.
- Forligsparterne (2009). *En grøn transportpolitik*. København : Transport Ministeriet.
- Hatger, C. & Brenner, C. (2003). Extraction of road geometry parameters from laser scanning and existing databases. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXIV (Pt. 3/W13)*, 6.
- Holm, N. (2009, Juni). Digitalt Vejnet - Temadag den 11. juni 2009.
- Holm, N. (2010). Bilag 3 - kravspecifikation - Forprojektet til Digitalt Vejnet. pp. 1–119.
- Jacobsen, K. B. (2009, Juli). Vision for digitalt vejnet.
- Jensen, J.-P. (1991). *Straekningsorienterede databaser - problemstillinger og øsninger*. København : Datalogisk Institut Københavns Universitet.
- Kent, W. (1983). A Simple Guide to Five Normal Forms in Relational Database Theory. *Communications of the ACM* 26(2), 120–125.
- Kirkhorn, I. (2009). *Novapoint DCM*. Sandvika.
- Kirkhorn, I. (2010). Novapoint 19: Design Construction Maintenance.
- Kristiansen, J. R. (2005). RoSy som vejforvaltning. *Dansk Vejtidskrift* 9(September), 19–21.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *InterView: En introduktion til det kvalitative forskningsinterview* (2. ed.). København : Hans Reitzel.
- Mazzoli, U. K. (2009). *Objekttypekatalog for INSPIRE bilag 1 data*. INSPIRE.

- Mazzoli, U. K. & Christensen, S. F. (2001, December). *Danmarks Veje - Foranalyse*. København.
- Schrøder, S. (2008, November). *Vejman.dk - Stedfæstelse: Kilometrering eller stationering*.
- Sognefest, A. & Wethal, H. (2001). Nasjonal vegdatabank - etablering av rutiner for utveksling av data mellom kommuner og Statens vegvesen.
- Steger, C., Glock, C., Eckstein, W., & Mayer, H. (1995). Model-Based Road Extraction from Images. *Automatic extraction of man-made objects from aerial and space images*, 275—284.
- Stühler, P. (2005). Vejman.dk - Et forvaltningssystem for alle veje. *Dansk Vejtidskrift* 9(September), 37–38.
- Storsjö, M. (2005). *Nationella vägdatabaser i norden*.
- Straten, E. T. & Pedersen, F. (2008). Administrativ nummerering af offentlige veje og stier.
- Thorndal, S. (2008). *Kursus i Anvendt Statistik*. Aalborg.
- TK99 (1999, Januar). *Specifikationer For Tekniske Kort TK99*.
- Tradisauskas, N., Juhl, J., Lahrmann, H., & Jensen, C. S. (2009). Map matching for intelligent speed adaptation. *IET Intelligent Transport Systems* 3(1), 57.
- Transportministeriet (2006). *BEK nr 783 af 06/07/2006*. København.
- Vejdirektoratet (2008). *VIS - vejman.dk's ene ben*.
- Vejdirektoratet (2010a). Brugerdokumentation - TvÅ|rsnit.
- Vejdirektoratet (2010b, Januar). *Digital Grundplan - Teknisk Specifikation ver. 4.1*. København.
- Vejdirektoratet (2010c). *VIS/Vejman.dk - register*.
- Vejreglerrådet (2006). *Hæfte 3 - Tværprofiler* (Høringsudg ed.). Number September 2006. København : Vejdirektoratet.
- VÄgverket (2010). *Nationell vägdatabas - Bakgrund*.

Appendiks



Interview planlægning med Vejdirektoratet og Aalborg Kommune

Til beskrivelsen af de danske vejbetjyrelses digitaliserings strategier og indholdet af vejdatabaserne, vil der foruden en gennemgang af relevant litteratur foretages interview af personer, der qua deres arbejde vil kunne supplere med nyttig viden. (Kvale & Brinkmann, 2009) benyttes som grundlag for opbygningen af de enkelte interview. Dette sikre at formålet med de enkelte interview er klarlagt inden mødet med de relevante kilder, samt hvilket resultat der ønskes.

Det er vigtigt at gøre klart at Kvale & Brinkmann ikke leverer, den fulde interview metode, men giver ved hjælp af eksempler muligheden for at sammensætte interviewet, således det passer ind i rette sammenhæng.

Ifølge Kvale & Brinkmann er der syv faser i det gode forsknings interview; Tematisering, Design, Interview, Transskription, Analyse, Verifikation og Rapportering.

I (Kvale & Brinkmann, 2009) beskrives det semistrukturerede interview. Denne interview metode er valgt, da dette sikrer en afklaring på interviewets formål før det finder sted, samt et forventet udkomme og hvordan dette skal bearbejdes og benyttes. I modsætning til de strukturerede interviews, der vil bestå af meget stringente spørgsmål, vil de i det semistrukturerede interview mere være et udgangspunkt. Der vil være mulighed for at stille uddybende spørgsmål undervejs for at få klarlagt og belyst den interviewedes synspunkter nærmere.

A.1 Tematisering

Før et interview udføres, skal det afklares hvilket indhold og formål interviewet har. Det er nødvendigt at have et kendskab til eksisterende viden om emnet, således det relevansen for undersøgelserne er klar inden interviewet udføres. (Kvale & Brinkmann, 2009)

Vejdirektoratet

Det ønskes belyst hvordan Vejdirektoratets digitaliseringsstrategi inden for vejforvaltning og brugen af digitaliseret infrastruktur er belyst. Det vides fra Trafikaftalen af januar 2009 (Forligsparterne, 2009), samt vejdirektoratets hjemmeside, at et Digital Vejnet er på vej. Der er iværksat et forprojekt udbud vundet af et konsortie med COWI i spidsen. Det er ønsket at der laves forsøg, med de muligheder et sammenhængende referencevejnet med tilhørende topologi bl.a. kan give. I forprojektet er det planlagt at benytte den viden, som her genereres, i et landsdækkende digitalt vejnet.

Udover projektet Digital Vejnet, så arbejder Vejdirektoratet, blandt mange flere med INSPIRE, FOT og CVR - Det centrale vej- og stinetsregister. Der alle i et eller andet omfang arbejder med sammenhæng af data på tværs af forvaltninger, brugere og systemer. Hvor FOT og CVR er rent indenlandsk, er INSPIRE et EU direktiv (EU, 2007), hvis formål er at hver medlemsstat skal levere til et samlet katalog over hvilke geodata, de har til rådighed. Geodataene skal i denne sammenhæng leveres i en ensrettet datamodel, således udveksling af data nemt kan ske på kryds af landegrænser.

Det antages at der er flere overlap mellem flere af organisationerne og formålet med disse. Da nærværende speciale arbejder med brugen af data fra disse kilder ønskes det belyst, hvordan indførelsen af af INSPIRE direktivet, FOT, CVR og Det digitale vejnet vil håndteres hos Vejdirektoratet i deres systemer.

Aalborg Kommune

Aalborg Kommune, der er efter kommunalreformen er en samling af de tidligere kommuner; Hals, Nibe, Sejlflod og Aalborg. I denne forbindelse har kommunerne skulle samle deres vejforvaltningssystemer med tilhørende data. Samtidig er flere amts veje overdraget til kommunen. Af disse grunde sker der en større databearbejdning hos Aalborg Kommune der kunne være interessant at høre nærmere om; hvordan kommunens veje er registreret og hvordan kommunen arbejder med deres forvaltningssystem. Det vides på forhånd at Gammel Aalborg Kommune benyttede VEJMAN som forvaltningssystem.

A.2 Design

Interviewet er som tidligere nævnt, opbygget som et semi-struktureret interview, hvor interview sporet kan afviges ved at reevaluerer dette undervejs så der kan stilles uddybende spørgsmål. Det er derfor ønsket at de enkelte interviews foregår med relevante personer fra de to vejbestyrelser, der samtidig besider en bred viden om emnet.

Hos Vejdirektoratet, der har ansvaret for statsvejene, vil det være nærliggende at interviewe en der arbejder med geografisk information/infrastruktur. Her er Lise Gerd Pedersen udvalgt påbaggrund af at hun er ansat hos Vejdirektoratet Informatik, med ansvar for implementering af EU direktivet INSPIRE.

Ved Aalborg Kommune er Lise Gansted-Mortensen udvalgt. Lise Gansted-Mortensen er ansat i driftafdelingen hos Trafik & Veje ved Teknisk Forvaltning, hvor hun er ansvarlig for kommunens data i Vejforvaltningssystemet.

Samtalerne vil optages på diktafon til efterfølgende transkribering. Alle respondenter vil efter interviewet verificere transkriptionen af interviewet, således at transkriptionen vil få en validitet, der gør der kan citeres herfra i forbindelse med gennemgangen af de danske vejdata-baser.

A.3 Interviewguides

Til hvert interview skal der udformes en interview guide, der indeholder spørgsmål der er dækkende for det ønskede område. Da det enkelte interview har karakter af en samtale, vil interviewet ikke nødvendigvis følge rækkefølgen, som de er opstillet herunder.

Interview med Lise Gerd Pedersen, Vejdirektoratet Informatik

Jeg er blevet henvist til dig via min vejleder Erik Kjems, der fortæller at du foruden at være sekretær i NVF-ITK også er ansat i Vejdirektoratet med ansvar for implementeringen af INSPIRE direktivet.

Følgende spørgsmål stilles for at få klarlagt hvad INSPIRE generelt er til for og hvor langt i processen Vejdirektoratet er. Det vides at INSPIRE direktivet, er implementeret i Dansk lovgivning med formål at få alle offentlige geodata samlet i de anviste formater. Der ønskes både af afdække en teknisk- og samfundsmæssig afdækning af området.

Tekniske spørgsmål:

- Hvad er fordelene ved INSPIRE datamodellen fremfor udveksling i de gængse GIS formater, f.eks. ESRI Shape eller en webservice som WFS

- Du fortæller i din email til mig, at i har svært ved at stille data til rådighed i den model som INSPIRE forskriver. På inspire-geoportal.eu er det muligt at se de gamle amts og statsveje. Så kan du forklare mig hvor du ser problemer?
- I INSPIRE, hvilke attributdata kan den spatielle information have? Tværsnitsinformationer for eksempel?
- Er INSPIRE kun tænkt som information i planen, eller er det en rumlig datamodel.

Samfund

- Hvilke problemer ser du i koblingen mellem FOT & INSPIRE, sker der en modarbejdelse på trods af samme formål?
- Skyldes en del af problemerne, den eksisterende decentralisering af vejdata i de enkelte vejforvaltningssystemer, qua de mange vejbestyrelser. I tilfælde af ja, arbejdes der på at ændre denne struktur?
- Er Digital Vejnet en vej til at kunne levere information til INSPIRE?
- Opfatter vejbestyrelserne sig selv primært som dataleverandør, eller vil de også benytte det samlede vejnet i FOT/Digital Vejnet/Inspire.
- Det er meningen af INSPIRE direktivet skal være klart og implementeret for Bilag 1 temaerne, såsom Transport netværk, i 2011. Vil det være muligt at nå dette?

Møde hos Lise Gansted-Mortensen

Jeg er blevet henvist til dig af Henrik Jess Jensen via min vejleder Erik Kjems. Henrik Jess Jensen fortæller du er ansvarlig for data i VEJMAN/Vejman.dk hos Aalborg Kommune.

Følgende spørgsmål stilles for at få klarlagt hvad hvordan kommunen benytter Vejman.dk, hvilke krav de stiller til kvaliteten af data. Samt hvilke tanker de har for fremtidens vejforvaltning.

- Hvad er baggrunden for at Aalborg Kommune har valgt at arbejde med Vejman.dk og f.eks. ikke Rosy? Hvordan så det ud før kommunale reformen? Har migreringen været uden den store hovedpine? Har i mistet data på vejen?
- Hvilke krav stiller I til jeres data? Hvilket omfang af registreringer kræver I for vejnettet? Og præcisionen (tolerancen) for opmålingerne? Er der sket en revidering i jeres krav, som følge af de potentielle og øgede muligheder i den digitale forvaltning?
- På baggrund af udtræk, hvor vejbestyrelsen er aalborg. Kan jeg kun finde 3 veje (HJØRRINGVEJ, SÆBYVEJ og VILDMOSEVEJ) der har Z koordinater i beskrivelsen, foruden de gamle amtsveje.

- Jeg har prøvet at lave et udtræk på Vejman.dk, og det ser ikke ud til at være alle veje, hvor Vejman.dk's tværsnits modul er benyttet (22 veje). Er der fastsat en differencering i omfanget af informationer for hver vej, og hvad er det som giver skelet mellem den ene og anden klasse.
- I vejdirektoratet har de de Digitale Grundplaner, hvor alle vejens elementer meget præcist er målt op. Gør I brug af den samme specifikation, eller har i noget lignende?

Afslutning

Tak for din tid. Jeg vil vende tilbage med resultatet af interviewet.

A.4 Transskription, Analyse, Verifikation, Rapportering

Efter hvert interview, vil der ske en transskription af samtalen med respondenterne, der for hvert interview er optaget på diktafon. Transskribering foregår ved at nedskrive dialogen mellem intervieweren og den interviewede. Samtidig vil eventuelt tegningsmateriale, der er lavet under interviewet vedlægges.

Da transskriberingerne baseres på lydoptagelser vil fagter, kropssprog og andre elementer fra dialogen derfor ikke fremgå af transkriptionen. Udskriften af samtalen vil ifølge (Kvale & Brinkmann, 2009) være en fortolkning af interviewet, derfor vil samtalen kunne fremstå misvisende i forhold til det berettede under det enkelte interview. Derfor vil hver transkribering valideres af respondenterne, der her vil kunne gøre indsigelser mod det skrevne. Hermed valideres transkriptionen, således den vil kunne bruges til citat.

De enkelte interview udføres for at supplere med viden om de danske vejdata-baser og dermed skabe grundlag for rapportens hoveddel omhandlende de danske vejdata-baser, se afsnit 3. Det transskriberede antages færdiganalyseret ved dennes tilblivelse.



Transskribering af interviews

I det følgende er der lavet en transskribering af de interviews, som er foretaget til brug i Speciale rapporten.

B.1 Interview med Lise Gerd Pedersen, Vejdirektoratet

Pelle: Interviewet foregår som et semi-struktureret interview, hvilket betyder spørgsmålet mere skal ses som et udgangspunkt, hvor spørgsmålene kan udbygges. Spørgsmålene er derfor ikke struktureret som et ja og nej, men ligger op til en samtale.

Lise: Jeg vil starte med en disclaimer, som jeg også skrev til dig på at jeg kun har været ansat her i et år. Så der er givet spørgsmål jeg skal vende tilbage til dig med svar.

Pelle: Det er okay. I mit speciale undersøger jeg muligheden for at opbygge en 3D vejmodel på baggrund af de danske vejdatabaser, hvorfor jeg som en del af mit speciale, skal have afdækket de eksisterende danske vejdatabaser for den eksisterende struktur og data, men også se lidt fremad. I denne forbindelse har jeg bl.a. været i Norge, ved Vianova som har været underleverandør på den norske vejdatabase og hørt om hvordan deres systemer er opbygget.

Pelle: Helt til start, så er INSPIRE jo en EU direktiv, der er blevet implementeret i den danske lovgivning i 2007. Du skriver i din e-mail til mig, at Vejdirektoratet har problemer med at leverer data i dette format?

Lise: Jeg ved ikke hvor meget du har læst om de danske vejdata-baser. Men referencesystemet i dem er jo ikke GIS (geometri) baseret. Det er baseret på nogle administrative vejbetegnelser, vejreferencer. Hvis du f.eks. har vejnummer 277, så har du en belægning fra *km7* til *km9* der er befæstet. Det kan også godt være du har noget geometri (koordinat baseret) på den vej, det har vi i hvert fald på statsvejene. Men vi har ikke et topologisk netværk i bunden, og det er lidt det vi skal bruge for at levere til INSPIRE. Vi kan godt lave et enkelt udtræk for statsvejene, men når vi skal levere til INSPIRE skal vi have nogle stabile referencer for de enkelte segmenter. Det har vi svært ved se hvordan vi umiddelbart kan generere uden at skulle lave et større udviklingsarbejde. Vi har noget som hedder TERN nettet, som er et Europa netværk, Europavejene. Der har man et topologisk netværk der er lagt ned over Vejman.dk dataene, den metodik kunne godt levere europavejene, det vil også være muligt at udstrække dette til resten af Statsvejene. Men det Kort & Matrikelstyrelsen er interesseret i er på lang sigt er at få det samlede vejnet og da statsvejene kun er en lille del af det samlede Danske vejnet, vil det være lidt af en blind gyde at gå, i forhold til det man gerne vil opnå på lidt længere sigt. Til gengæld er vi i gang med et arbejde i regi af FOTdanmark og Digitalt Vejnet med projekter der rækker længere frem. Hvis vi får dette til at spille og erfaringer bliver gode, vil det være oplagt at benytte FOT eller Digitalt Vejnet til at leverer data til INSPIRE. Spørgsmålet er om vi skal bruge ressourcer på at levere en lille delmængde af vejnettet eller vi skal lave en ordentlig løsning fra start.

Pelle: Så man er i gang med at redesigne hele vejdatabase strukturen?

Lise: Egentligt ikke, det man er i gang med er at prøve at bygge bro. Geometrierne og det topologiske vejnet er rigtig godt i relation til GIS Systemer, men ikke nødvendigvis god til vejadministrative formål. Hvis man for eksempel ser på FOT vejmidten, så er de hakket op i en frygtelig masse små bidder, og for hvert vejkryds er der en bid. Når der så skal tilføjes informationer, der strækker sig over flere bidder. Dette kunne være en landevej hvor hastighedsbegrænsningen er 80 km/t . Hvis dette skulle tilføjes hvert segment (bidder), vil der skulle foretages en omfattende ajourføringsopgave. I sådanne tilfælde vil det være bedre at fortælle fra "kilometer X-Y" er hastigheden 80 km/t . Så brobygningen laves i en erkendelse af at til nogen formål er det topologiske net (geometrierne) bedre end den rent administrative reference system, men også andre steder hvor det administrative er bedst. Det skal være muligt at pege på det topologiske kort og så kunne slå op i sit administrative vejsystem.

Pelle: Det lyder meget som den måde at de har arbejdet med det i Norge på. Hvor de har en strækningsdatabase, hvor der er opbygget en geometrisk og logisk opbygning ovenpå. Det er min opfattelse fra læsning af bl.a. referater fra Digitalt Vejnet, at der har været modstand mod denne opbygning?

Lise: Der har ikke været modstand, tværtimod, så er det i regi af projekt Digital Vejnet, et mål at bygge bro mellem de to verdener. Det er klart at GIS folkene ikke altid forstår hvad vejadministrationerne har behov for, og vejadministrationerne har mere brug for at tænke på deres administrative vejreferencer end på GIS. Set oppe fra med helikopteren så er der to forskellige bruger grupper der gerne skulle kunne bruge samme data.

— **FEJL: Diktafonen blev afbrudt i ca. 7min** —

Lise: Man byggede en segmentmodel¹ i maven af VIS, hvor der blev bygget en kilometrering ovenpå. Jens-Peter Jensen der sidder på et kontor her skrev speciale på DIKU om “Strækningsorienterede database - problemstillinger og løsninger”. Hvor han går ind og analysere strækningsdata og hvorfor man vil registrerer data som strækningsdata. Den giver en forståelse på hvorfor vejdata er så anderledes end andre typer GIS data. Det er meget anderledes, og folk der normalt kun arbejde med GIS kan have svært ved at forstå dette.

Pelle: Leveringen af Informationer til INSPIRE for transportnetværk, hvilke informationer ønskes leveret, udover selve systemlinien (vejmidten)? Hastighedsdata, tværprofil etc.?

Lise: Der er lavet udkast til nogle konkrete objekttyper for vejen der kan inkluderes. I udkastet til “Objekttypekatalog for INSPIRE bilag 1 data” (Mazzoli, 2009), kan det læses at der er ca. 16 objekttyper f.eks. belægningstype, kørselsretning, vejbestyrelse, vejbredden, vejnavn m.fl. er specificeret for at kunne stilles til rådighed. Det er værd at bemærke, at i INSPIRE skal de enkelte lande ikke stille data til rådighed de ikke allerede har. Så det er ikke nødvendigvis mange informationer, men data som skal præsenteres korrekt. Så det kræver nogle stabile referencer.

Lise: Det er mit indtryk af specifikations arbejdet ikke er noget ned i detaljerne endnu, bemærk at (Mazzoli, 2009) er et udkast.

Pelle: Er det muligt for en myndighed at stille flere informationer til rådighed i INSPIRE, end hvad der umiddelbart er beskrevet? For eksempel kunne det tænkes at det digitale vejnet bliver et fantastisk system, hvori der ligger en masse informationer Danmark finder relevant at dele.

Lise: Der kan være tale om, at man i Danmark gør noget obligatorisk, som i INSPIRE er ikke-obligatorisk. For eksempel er der en ikke-obligatorisk end-node og startnode på RoadLink. Den har KMS nævnt som noget, man kunne vælge at gøre obligatorisk i den danske implementering. Jeg tror ikke vi selv kan opfinde nye attributter, da disse jo skal beskrives et sted, men om der findes generiske felter til ekstra information ved jeg ikke, der må du se i INSPIRE

¹Ja, men det er ikke et topologisk netværk. Segmenterne er lange strenge, som kilometringerne er klistret op på. Men der er fx ikke knuder, hvor segmenterne krydser hinanden.

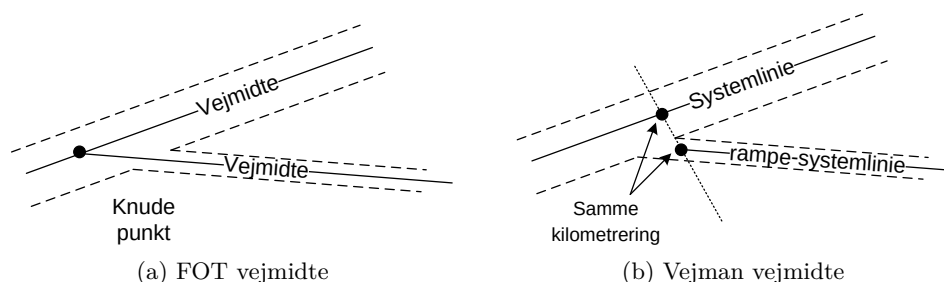
specifikationen. Så det skal vel indmeldes hos relevante standardiserings organer.

Pelle: Er det muligt at dele 3D geoinformation i INSPIRE, eller er det kun i 2D?

Lise: Det kan jeg ikke umiddelbart svare dig på, her må du kigge i INSPIRE direktivet.

Pelle: Kan du forklare problemerne der er i koblingen mellem FOT og INSPIRE. Så vidt jeg forstår, er FOT en vej til INSPIRE.

Lise: Det vi har behov for i Danmark, er et landsdækkende referencenetværk baseret på geometrier, hvor der er en kobling til det administrative vejsystem. Vi har stadig problemstillinger i dag mellem de data Vejdirektoratet og FOT har, da de systemlinier Vejdirektoratet har registreret, ikke er ligesom FOT vejmidten.



Figur B.1: To forskellige måder at registrere systemlinier. Her FOT vejmidten (a) og Vejdirektoratets systemlinie (b)

Lise: Det giver en masse problemer, det kan eksemplificeres ved figur B.1a og B.1b. Ved FOT vejmidten har vi en motorvej, vejmidte og rampe, hvor der rampens midte er trukket ud til motorvejens vejmidte i et knudepunkt. I VIS systemet, figur B.1b, kan man risikere at den nye systemlinie for rampen ikke er koblet på motorvejens systemlinie, men vil være beskrevet som om at rampen fortsætter fra kilometreret som vist på snittet i figur B.1b, i systemet vil tværsnittet være udvidet fra hvor det normale punkt, hvor FOT ville være koblet på. Der er også problemer med om der er defineret en eller to vejmidter i forhold til om vejen er adskilt af en midterrabat. Derudover så er der et spørgsmål om cykelsti-midten vil være en del af vejmidten eller have sin egen. FOT og VIS gør det ikke altid på samme måde. Der er nogle generelle definitionsspørgsmål, der skal tages op til overvejelse. Det gør at vi i Vejdirektoratet har en opgave at tage stilling til, hvordan vi forholder vores data til FOT. Sagen er at FOT geometrierne ikke altid er ligeså gode som de geometrier vi har for vejene. Vi har vejenes geometri registreret det i de Digitale Grundplaner (DGP). Har du hørt om dem?

Pelle: Jeg kender dem ikke, men vil gerne høre nærmere.

Lise: I de digitale grundplaner har vi også en systemlinie, der er flyttes over i det vejadministrative system. I DGP, der er CAD baseret, registreres alt mellem vejskel, så her har vi en meget præcis beskrivelse af vejene. Spørgsmålet er om vi både skal have FOT og DGP, men FOT er ikke så præcis som DGP pga. opmålings metoden, samt DGP indeholder flere features.

Pelle: Hvis man både har DGP og FOT, vil man så ikke stadigvæk have samme data registreret to gange?

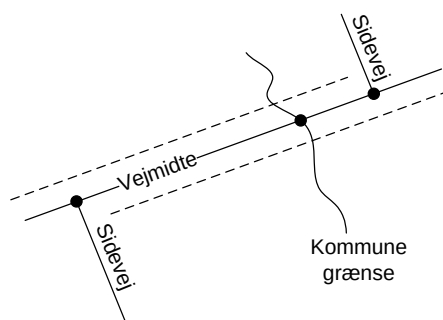
Lise: En del af mit arbejde er at få FOT, DGP og de vejadministrative systemer til at spille sammen. Måske kunne man reducere lidt i hvad man registrere i det ene og det andet system i forhold til præcisionen, så kunne de to koncepter måske mødes og dobbeltdata undgås. I øjeblikket arbejder driftsafdelingen på at udbyde drifts opgaver, hvor der er behov for at have nogle ret præcise mål for opgaverne til udbuddet, såsom arealet af græsrabatter og fortove i forhold til slåning og fejning. DGP har eksisteret i mange år, så der ligger også data for de gamle amtsveje.

Pelle: Hvor meget politik er der i at få tingene til at spille sammen. Sidder der kun teknisk personale og diskutere løsninger eller har i politikere med ved bordet som offentlig myndighed?

Lise: Internt i Vejdirektoratet er det mest tekniske diskussioner med udgangspunkt i vejsektorens behov. Men vi skal også samarbejde med kommunernes GIS-folk, KMS og FOTdanmark, som kan have andre behov, og dermed bliver det jo også politisk. Diskussionen omkring FOT, går i øjeblikket på om måden man segmenterer vejmidten. Her vil nogle GIS-brugere i kommunerne og dem, der driver FOTdanmarks database, gerne segmentere geometrien for hver gang en attribut ændrer værdi, som f.eks. skift af vejens cpr-nummer eller administrativt nummer, da dette er en simpel måde at få løst det på ud fra deres perspektiv. Vi ser det ikke som en god løsning, at klippe i geometrien på baggrund af ting der intet har med den geometriske udformning. Vi vil gerne holde den geometriske model ren, for derefter at klistre relevante attributter på. Da dette giver mulighed for stabilitet i referencer mellem geometri og det administrative system.

Pelle: Det lyder som den samme problemstilling, hvor man kan opbygge en enkelt tabel med en masse ensartet informationer, eller man kan opbygge en relationel database, der giver et bedre system men kan være sværere for slutbrugeren at anvende.

Lise: Ja, det er også noget med , at hvis man har få attributter, der klipper, så ser det ikke ud som om problemet er særligt stort i praksis. Men vi er bange for, at hvis ikke man holder modellen ren, risikerer man, at der lige så stille



Figur B.2: I FOT specifikationen for vejmidter, vil man indsætte knudepunkter ved f.eks. kryds, men også en pseudoknude når f.eks. vejid ændres eller kommunegrænsen forekommer.

kommer flere og flere attributter på, og så ender man med et stort problem. Her er der jo politik i beslutningen, da den ene løsning kan medføre et større vedligeholdelsesarbejde og dermed større omkostninger. Vi har f.eks. indstillet, at hvert segment stadig skal kunne identificeres nøjagtigt efter opdatering af vejmidten, så længe der ikke er sket ændringer i geometrien. At stille dette krav, vil betyde en større vedligeholdelsesopgave og en omkostning der skal adresseres.

Pelle: Så det er ikke altid den teknisk bedste løsning vil blive valgt?

Lise: Ikke altid, men det handler jo om hvilket udgangspunkt man har. Dels at kunne forstå hvad den teknisk bedste løsning er men også, at den teknisk bedste løsning for én gruppe, ikke altid vil være det for en anden.

Pelle: Som jeg har forstået skal INSPIRE være implementeret i 2011 for transport. Her er der nogle som skal samle op på den dataleverance ude fra kommunerne. I FOT har man vel alle vejmidter, også fra dem som bruger systemer som ROSY.

Lise: Det er som sagt kun de data man har der skal leveres, men dels så er det ikke alle kommuner der er med i FOTdanmark - der mangler vist 7 kommuner. Men kommunerne er ikke pålagt at skulle leve op til INSPIRE direktivet i første omgang, her er det kun staten.

Lise: En anden problematik, er at INSPIRE direktivet siger man kun skal stille de data til rådighed man har, men hvad er dette? Vi har nogle administrative informationer og en geometrisk i FOT, men vi mangler sammenkoblingen af de to systemer. Så har vi de ønskede data, når koblingen ikke eksisterer? Det er det som vi vil løse i forbindelse med FOT koblingen og Digitalt Vejnet. Det er Kort & Matrikelstyrelsen der står for afrapporteringen til EU og koordinere indsatsen herhjemme. Det er dem som vi er i dialog med, om hvad vi skal og hvad vi ikke skal.

Pelle: Har i noget samarbejde med andre lande om hvordan de løser opgaven.

Lise: Kort & Matrikelstyrelsen har haft kontakt med andre vejmyndigheder i Europa for at høre hvor langt de er. Her er svaret lidt at de er i gang med samme proces om hvordan man skal stille data til rådighed. Vejdirektoratet har også samarbejde med andre både europæiske og nordiske vejmyndigheder - her udveksler vi også erfaringer.

B.2 Interview med Lise Gansted-Mortensen, Aalborg Kommune

Pelle: Interviewet foregår som et semi-struktureret interview, hvilket betyder spørgsmålet mere skal ses som et udgangspunkt, hvor spørgsmålene efterhånden uddybes. De er derfor ikke stillet op som et ja og nej, men ligger op til en samtale.

Pelle: Jeg har før dette interview, lavet et lignende med vejdirektoratet informatik med fokus på hvordan de vil tackle de krav der er og vil komme til deling af data, bl.a. i forbindelse med INSPIRE direktivet.

Pelle: Hvad er baggrunden for at Aalborg Kommune har valgt at arbejde med Vejman.dk og f.eks. ikke Rosy? Hvordan så det ud før kommunalreformen? Har migreringen været uden den store hovedpine? Har i mistet data på vejen?

Lise: Vi er faktisk knap nok ikke på Vejman.dk endnu, men benytter os af VEJMAN. Vi er dog inde i en proces, hvor vores data konverteres til Vejman.dk. Dette er vi så langt med, at vi forventer at gå i drift på Vejman.dk så snart vi har mulighed for at holde et overdragelsesmøde med Vejdirektoratet.

Lise: Vi har haft VEJMAN Classic tilbage fra omkring 1990. På dette tidspunkt var det vist det eneste system, der eksisterede. Det var før jeg blev ansat her ved kommunen. Vi har i stor grad haft indflydelse på VEJMAN classic gennem tiden. Mange af de funktioner vi har været glade for i VEJMAN Classic, har vi fået med over i Vejman.dk, velvidende at når man laver et helt nyt program på et nyt grundlag, vil ikke alt være som før. Det har været meget naturligt for os at skifte til Vejman.dk, da vi i forvejen havde investeret mange timer i dens forgænger. I forbindelse med kommunalreformen, blev det overvejet om vi skulle skifte til Rosy. Rosy blev på dette tidspunkt benyttet af Nibe og Sejlflod kommuner, men det var meget begrænset af data der var registreret, bl.a. var der ikke belægningsoplysninger i Rosy. Rosy havde på dette tidspunkt en noget mere venlig brugerflade over for nybegyndere end VEJMAN Classic. Vi kunne se at Rosy havde en masse fordele, bl.a. var brugerfladen mere indbydende over for nye brugere end VEJMAN Classic. Vi havde dog fået lavet nogle GIS applikationer, der gav en nem indgang til at kunne slå en del informationer op på et kort i stedet for i det gamle program. På grund af den meget sparsomme datamængde i Rosy systemerne, og det modsatte i VEJMAN Classic samt potentialet i forsat at arbejde i samme system som Vejdirektoratet og Vejcentret, blev Vejman.dk valgt som fremtidig platform. Hvor Nibe og Sejlflod havde registret i Rosy, havde Hals Kommune en meget flot papirudgave og tilhørende Excel ark.

Pelle: Hvordan er det gået med migreringen af data? Har i mistet nogen undervejs? Har det givet ekstraordinære udfordringer? Har i migreret data, eller bare startet fra bund?

Lise: Vi fik Vejdirektoratet til at læse data ind fra Rosy systemerne, denne ekspertise havde Vejdirektoratet i forvejen, da flere andre kommuner jo har stået i samme situation. Det har dog givet lidt bøvl f.eks. at indlæse sideveje, da disse er registeret lidt anderledes i Rosy end vores system. Til at rette op på disse, har vi haft en medarbejder til at kvalitetsikrer de indlæste data bl.a. med hjælp af ortofotos. Vi tog udgangspunkt i at vi havde den første byrådsperiode til at få ajourført vores data. Allerede i løbet af 2007, havde vi det første sæt data liggende om vores veje, længderne og om det var private eller offentlige veje. Der var selvfølgelig lidt småfejl efterfølgende der løbende blev rettet til.

Pelle: Så vejmidte temaet er primært lavet på skrivebordet og ikke ved opmålinger i marken?

Lise: Ja, det er det. Der var basis oplysninger som bl.a. vejnumre, der var læst ind, men der blev lavet en manuel gennemgang af samtlige veje i de tilstødende kommuner. Dette blev løst i løbet af et lille års tid. Det var en stor opgave, men vi tror ikke vi har mistet data under migreringen. Vi mangler dog oplysninger i vores tværprofil registre for de andre veje, men disse eksisterede ikke før migreringen. Indsamlingen af disse ekstra data blev også udskudt til vi havde fået migreret de eksisterende vejmidter. Dette vil også give en god indføring i systemet for vores folk, der skal administrere dette senere.

Lise: Mine arbejdsopgaver som administrator på Vejman.dk for Aalborg Kommune, er ikke så meget at vide de tekniske detaljer, men mere at have et overblik over hvordan vi gerne vil bruge vores vejadministrations system. Det kunne være at sikre oplysninger, der gør det muligt krydse informationer på tværs af systemer.

Pelle: Så i kigger meget på at kunne genbruge de data i allerede har indsamlet?

Lise: Helt sikkert vi gider ikke lave arbejdet flere gange hvis vi kan blive fri. Vi arbejder derfor ud fra tanken, at jo flere data vi kan have i samme system og hvor det er muligt krydse informationerne, jo mere får vi ud af samme data. Kunsten her er at få nogle ajourførings rutiner, som kan give dataene en hvis kvalitet.

Pelle: Hvilke krav stiller I til jeres data? Hvilket omfang af registreringer kræver I for vejnettet? Og præcisionen (tolerancen) for opmålingerne? Jeg kan se at de gamle amtsveje, er registreret i systemet og her har tilknyttet vejens tværprofil.

Lise: Vi har haft lidt udfordringer i forbindelse med de gamle amtsveje, da vi altid har haft dem inde i vores system. Da vi danner et rutetema på baggrund af vores forvaltningssystem, hvor vejmidten er udtrukket fra, var det nødven-

digt, at have de gamle amtsveje for at få et helt rutekort. Vejmidte temaet, der er gis baseret fik tilknyttet nogle informationer fra det vejadministrative system.

Lise: Vi ønsker i vores vejnet ikke at arbejde med fejlkilometring, så derfor skal de gamle amtsvejes stedfæstelser omkilometrerer sådan at vejens kilometre er korrekte og vores vejnets stedfæstelser er ensrettet ud fra principperne i byerne.

Pelle: Så Aalborg Kommune har arbejdet ud fra Stationeringsprincippet², hvordan har i så arbejdet med veje der eventuelt ombygges?

Lise: Vi har ønsket at man skal kunne benytte vores stedfæstelse til at beregne faktiske længder, så de enkelte stationeringer er blevet revideret når det har været nødvendigt. I forbindelse med amtsveje der krydser kommune grænsen har vi valgt at stationeringen starter i kilometringens slutning. Hvor amtsvejens har km 16,723 ved kommune grænsen, så starter vores kilometrering i 16,723.

Pelle: For at vende tilbage til tværsnitsprofilerne. Den model Vejman.dk understøtter, er det muligt at have en registrering rimelig detaljeret. Men understøtter også at man bare smider en simpel bredde på for det befæstede areal. Har i nogen planer for hvordan i vil registrer tværsnittene?

Lise: Vi har i forvejen i det gamle Aalborg Kommune mange informationer om tværprofilerne. Hvor vi har tværprofilet registeret er det målt op på de enkelte elementer. Jeg mener at nogle af vores rabat arealer er lagt ind med en standard bredde. Så hvis der er en rabat mellem cykelsti og vej, så er den givet en standard bredde på omkring 30 cm. På det tidspunkt har opgaven nok været så stor, at man gav rabatten en standard bredde, da det var vigtigere at fokusere på de befæstede arealer som fortov, cykelsti og kørebaner. De steder hvor køresporene er adskilt af en midterhelle, er køresporene målt op for henholdsvis højre og venstre, men ellers vil det være registret som en samlet bredde for vejen.

Pelle: Vil der så være to vejmidter?

Lise: Nej, der vil stadig kunne være en vejmidte, men et højre og venstre kørespor, med den korrekte bredde for hver.

Lise: Nu har vi den udfordring der hedder græsklipning af rabatter udenfor bymæssig bebyggelse ligger det hos os, hvor det inden for byerne hører under Park & Natur. Den græsklipning har i de tilkomne kommuner og på gamle amtsveje været forskellig fra den måde vi gjorde det i den gamle Aalborg Kommune, fordi vi i den gamle kommune havde klippet helt ud til grøftekant,

² Muligt at stedfæste enten som: Kilometrering eller stationering (Schrøder, 2008)

klippede man på de gamle amtsveje bare efter et antal „skår“ på klippemaskinen og betalte efter en kvadratmeter pris. Af hensyn til græsklipningen nu, skal vi så have veldefinerede tværprofiler for rabatten. Så vi har en mand der gennem to år, har været ude - når vejret har tilladt det - og lavet GPS opmålinger af vores tværprofiler. Vi er ved at være færdige med Nibe kommune, så der mangler det bare at få registreringerne indlæst dem i Vejman.dk. En stor og tidskrævende opgave, men også rigtig vigtig opgave. Han vil så forsætte i Sejlfjord og Hals kommune, for at vi får et så komplet datagrundlag som muligt.

Pelle: I forbindelse med opbygningen af den rumlige vejmodel, ser jeg på hvordan vejmidten er registreret, her er den ved de gamle amtsveje flere steder registreret med et z-koordinat. Har Aalborg Kommune også registreret deres vejmidter i højden?

Lise: VEJMAN/Vejman.dk er generelt opbygget som et endimensionalt system, hvor man har en stationering og benytter den til at finde sine informationer. Den geometri, der kan udtrækkes er jo en forsimplet opbygning i forhold til virkeligheden. For Aalborg Kommune har vi belægningsopbygningen, hvor vi har en højde af hver belægningstype. I Vejman.dk vil du kunne få en grafikmodel af hvordan vejens opbygning ser ud på baggrund af en fra og til stationering. Det er ikke nødvendigvis meget overskueligt, men det kan lade sig gøre at se opbygningen. I vejman har vi ikke selv registreret andet end xy koordinater. Men i projekterings materialet for vejene har vi jo nogle koter på, men om det er faktiske koter eller relativ ved jeg ikke. Men det kunne da være rart nogle gange at have dem. Til vores vintertjeneste, har vi veje vi må yde højere service på grund af vejens hældning. Denne viden kunne være rar at have i planlægningsfasen, da vi så helt objektivt kunne sige at hvis en vej har over en hvis hældning, så får de et andet service. Eller kunne svare en entreprenør i den anden ende af landet, at den specifikke vej har den hældning. Men jeg synes ikke vi går og mangler det i hverdagen ellers.

Lise: Til at danne os et overblik over vejen, benytter vi os meget af vores VIMS billeder, hvor der er registreret billeder hver 10. meter. Vi prøver også at benytte et værktøj som Google Maps Streetview funktion. Her har vi diskuteret om vi helt kan benytte dette system som erstatning for vores. Her mangler vi dog en kvalitetskontrol af dataene, som hvor lang tid går der mellem opdateringen af vejbillederne, samt hvilke veje der tages billeder af og hvad på vejen der er i fokus (nær billeder af vejskilte etc.).

Pelle: I vejdirektoratet har de Digitale Grundplaner, hvor alle vejens elementer meget præcist er målt op. Gør I brug af den samme specifikation, eller har I noget lignende? Har I på samme måde data, der har interesse for vejen liggende udenfor jeres vejforvaltningssystem?

Lise: Det tænker jeg vores kort og it afdeling har. Vi har jo alle korttemaer liggende digitalt. Jeg kan ikke afvise af vi har ting liggende udenfor, men jeg vil vove at påstå vi har alle data liggende vi skal bruge. Ikke nødvendigvis

i Vejman.dk men i systemer der relativt nemt kan snakke sammen med Vejman.dk, dette være vores signaler og lys. Det er i hvert fald vores hensigt at kunne krydse informationerne på tværs af systemerne.

Pelle: Der har været utrolig meget politisk fokus på digital forvaltning, hvor står i henne i forhold til mere digital forvaltning? Hvor sker udviklingen af digitale forvaltningsmetoder, er det jer som initierer nye områder eller er det software leverandørerne, der fortæller i kan løse en eksisterende opgave med dette stykke software.

Lise: Vi er faktisk foran politikerne i den henseende. I forbindelse med politikernes snak om øgede besparelser i forbindelse med digitaliseringer, så håber vi ikke at der sættes nogle fast rammer for den effektivisering i alle forvaltninger, da vi i vores forvaltning er rigtig langt i denne proces. Der er selvfølgelig stadig plads til forbedringer, men vi er allerede rigtig langt, så det kan være svært at finde de flere større besparelser, da vi gør så meget i forvejen.

Lise: Et eksempel på et sted der kan effektiviseres er de tilsyn der skal laves ved opgravninger, skrives på en liste tilsynsmanden får med ud i byen. Denne kunne man forestille sig blive formidlet digitalt til vores tilsynsfolk, sådan at GPS'en i deres biler vil kunne fortælle at her er en opgravning. Hvis tilsynsfolkene fandt en ikke-registreret opgravning, eller en opgravning med manglende skiltning, kunne opgravningens placering sendes ind til forvaltningen, der så kan lave opklaringsarbejdet herom.

Lise: En vej til god digital forvaltning, er at de mange systemer så vidt muligt opbygges ens, så det er nemt for de mange forskellige personer der skal arbejde med dem, samtidig med at der ikke stille for komplicerede krav til ikke it-kyndige personer, for at kunne benytte fagsystemerne. Mange af de systemer vi benytter er i stort omfang blevet ændret til at være mere ensartede de seneste fem til seks år.

Pelle: Jeg vil gerne sig tak for din tid. Du vil modtage transskribering hurtigst muligt.



Udtræk til opbygning af teststrækning

Følgende VIsQL benyttes til at udtrække data for test strækningen.

Selve systemlinien består af en række rette linier mellem fikspunkter. Kurver vil ligeledes være opbygget af rette linier, hvorfor tætheden mellem punkterne vil variere for at tilnærme sig den pågældende kurves radius. Disse fikspunkter er overført fra Digitale grundplaner, digitaliseret kortmateriale eller via GPS. Koordinaterne der består af x, y og z koordinater i euref89/dvr90.(Vejdirektoratet, 2010c)

Udtræk for at finde den korrekte vej:

```
/* Udtræk #1: Find mulige vejstrækninger */      1
VÆLG                                             2
  Admvejnr,                                     3
  Frakmt,                                       4
  Tilkmt,                                       5
  Trafiktal('Aadt'),                           6
  Trafiktal_år('Aadt'),                        7
  Bestyrer,                                    8
  TPE_Tværprofilelement                       9
HVOR                                           10
  Bestyrer = 851 OG                             11
  Trafiktal('Aadt') < 2500 OG                   12
  TPE_Tværprofilelement = 'Kørebane'          13
```

Udtrækket er således:

```

/* Udtræk #2 af fikspunkter for systemlinien */
VÆLG
    Admvejid,
    Kmt,
    Fikspunkt_X,
    Fikspunkt_Y,
    Fikspunkt_Z,
    Fikspunkt_Identifikation,
    Fikspunktnummer,
    Fikspunkttype
HVOR
    Admvejid = '800447-0'
SORTER EFTER
    Kmt

```

Efter dette udtræk, laves der et for tværsnittet i Vejman.dk som følger:

```

/* Udtræk #3 på tværsnits geometri og funktion */
VÆLG
    Admvejid,
    Frakmt,
    Tilkmt,
    TPE_Antal_spor,
    TPE_Belægning,
    TPE_Bredde_gns,
    TPE_Bredde_slut,
    TPE_Bredde_start,
    TPE_Funktion,
    TPE_Hældning,
    TPE_Kile,
    TPE_Nulpunkt,
    TPE_Rækkefølge,
    TPE_Tværprofilelement,
    TPE_Tværprofilelementtype,
    TPE_Vejside,
    TPE_bruger,
    TPE_oprettet_bruger,
    TPE_oprettet_dato,
    TPE_senest_rettet,
    TPE_ændret,
    Justareal_Areal,
    Justareal_TPE,
    Justareal_vejside,
    Justareal_årsagstype,
    Justareal_Bemærkning
HVOR
    Admvejid = '800447-0' OG
    Tilkmt > 120485 OG

```

Frakmt <= 140000	32
SORTER EFTER	33
Frakmt, Tilkmt	34

C.1 Data udtrukket

Her følger database dump af de to udtræk henholds vis tabel C.1 og C.2.

ADM- VEJNR	ADM- VEJDE	KM	KMT	afstand kmt	KM LÆNG- DE	X- KOORDIN	Y- KOORDIN	Z- KOORDIN	LOVLIC ME- TER FRA	LOVLIC ME- TER TIL
800447	0	12	120752	0	1000	558369,949	6335603,91	14,94	0	999
800447	0	12	120768	16	1000	558368,184	6335619,915	14,947	0	999
800447	0	12	120776	8	1000	558367,308	6335627,875		0	999
800447	0	12	120812	36	1000	558363,366	6335663,693	14,897	0	999
800447	0	12	120841	29	1000	558360,07	6335691,934		0	999
800447	0	12	120894	53	1000	558354,098	6335743,867		0	999
800447	0	12	120964	70	1000	558346,244	6335813,861		0	999
800447	0	12	120985	21	1000	558343,931	6335834,577		0	999
800447	0	13	130000	15	1000	558342,279	6335849,374		0	999
800447	0	13	130047	47	1000	558337,102	6335895,738	14,528	0	999
800447	0	13	130090	43	1000	558332,172	6335938,133		0	999
800447	0	13	130095	5	1000	558331,597	6335943,102		0	999
800447	0	13	130158	63	1000	558324,347	6336005,708		0	999
800447	0	13	130247	89	1000	558314,114	6336094,582		0	999
800447	0	13	130313	66	1000	558306,545	6336160,372	14,558	0	999
800447	0	13	130350	37	1000	558302,407	6336196,988	14,36	0	999
800447	0	13	130414	64	1000	558295,25	6336260,323	14,018	0	999
800447	0	13	130457	43	1000	558290,241	6336303,348		0	999
800447	0	13	130470	13	1000	558288,726	6336316,355	13,158	0	999
800447	0	13	130489	19	1000	558286,542	6336335,033		0	999
800447	0	13	130512	23	1000	558283,898	6336357,643		0	999
800447	0	13	130591	79	1000	558274,622	6336436,737	11,488	0	999
800447	0	13	130605	14	1000	558273,013	6336450,673	11,387	0	999
800447	0	13	130692	87	1000	558263,016	6336537,272	10,758	0	999
800447	0	13	130737	45	1000	558257,773	6336582,261	10,508	0	999
800447	0	13	130780	43	1000	558253,176	6336624,822	10,199	0	999
800447	0	13	130798	18	1000	558251,252	6336642,638	10,07	0	999

ADM- VEJNR	ADM- VEJDE	KM	KMT	afstand kmt	KM LÆNG- DE	X- KOORDIN	Y- KOORDIN	Z- KOORDIN	LOVLIC ME- TER FRA	LOVLIC ME- TER TIL
800447	0	13	130808	10	1000	558250,183	6336652,536	9,998	0	999
800447	0	13	130815	7	1000	558249,435	6336659,464	9,948	0	999
800447	0	13	130828	13	1000	558247,971	6336672,478	10,068	0	999
800447	0	13	130841	13	1000	558246,507	6336685,491	10,188	0	999
800447	0	13	130897	56	1000	558240,199	6336741,551	10,704	0	999
800447	0	13	130905	8	1000	558239,298	6336749,559	10,778	0	999
800447	0	13	130908	3	1000	558238,963	6336752,533		0	999
800447	0	13	130918	10	1000	558237,846	6336762,446		0	999
800447	0	13	130939	21	1000	558235,502	6336783,264		0	999
800447	0	13	130984	45	1000	558230,477	6336827,873	11,388	0	999
800447	0	13	140000	16	1000	558228,691	6336843,672		0	999

Tabel C.1: Udtræk af systemlinien for det vejstykke der testes.

FRA- KMT	TIL- KMT	ANTA SPOR	BELÆ NING	BRED GNS	BRED SLUT	BRED STAR.	FUNK. TION	HÆLL NING	KILE	NUL- PUNK	RÆK- FØLG	TPE	TYPE	VEJ- SIDE
120776	140000	2		7,2	7,2	7,2		0		7,2	45	Køre- bane	Køre- spor	Midt
120776	140000			0,5	0,5	0,5	Kant- alm.	0		0,5	230	Yder- kantbanane	Kant- banane	Højre
120776	140000			0,5	0,5	0,5	Kant- alm.	0		0,5	230	Yder- kantbanane	Kant- banane	Venstre
120776	120985			4	4	4		0		4	290	Skil- le- rabat mod køre- bane	Skil- le- rabat	Højre
120985	130090			2	2	2		0		2	290	Skil- le- rabat mod køre- bane	Skil- le- rabat	Højre
130090	140000			1,5	1,5	1,5		0		1,5	290	Skil- le- rabat mod køre- bane	Skil- le- rabat	Højre

FRA- KMT	TIL- KMT	ANTA SPOR	BELÆ NING	BRED GNS	BRED SLUT	BRED STAR.	FUNK TION	HÆLL NING	KILE	NUL- PUNK	RÆK- FØLG	TPE	TYPE	VEJ- SIDE
120776	140000		1,8	1,8	1,8	1,8	0			1,8	290	Skil- le- rabat mod køre- bane	Skil- le- rabat	Venstre
120776	140000		1,5	1,5	1,5	1,5	0			1,5	310	Cykel- sti	Stier	Højre
120776	140000		1,6	1,6	1,6	1,6	0			1,6	310	Cykel- sti	Stier	Venstre
120776	140000		0,5	0,5	0,5	0,5	0			0,5	390	Yder- rabat	Yder- rabat	Højre
120776	140000		0,6	0,6	0,6	0,6	0			0,6	390	Yder- rabat	Yder- rabat	Venstre
120776	140000		1	1	1	1	Grøft	0		1	400	Af- vanding	Af- vanding	Højre
120776	140000		1	1	1	1	Grøft	0		1	400	Af- vanding	Af- vanding	Venstre

Tabel C.2: Databasedump af tværprofilslementer for vejnr: 800447-0



Data testet

Databearbejdningen af 3D modellen er beskrevet i dette afsnit. Appendikset formål er at supplere beskrivelsen af testprocessen beskrevet i afsnit 5.4, hvorfor ikke alt i dette afsnit vil kunne stå alene.

I afsnit D.1 vil selve opmålingen testes på baggrund af de tekniske krav der stilles i specifikationen (Vejdirektoratet, 2010b) for opmåling af veje.

I afsnit D.2 vil opmålingen testes for hvor godt denne passer i forhold til den opstillede vejmidte. Den opstillede vejmidte dannes påbaggrund af udtræk fra Vejman.dk, se appendiks C.1

Bredden for hvert enkelt tværprofilslementer testes i afsnit D.3, her er bredderne fundet langs strækningen udfra en række tilfældige punkter.

Alt statistiske analyse er foretaget på baggrund af kursusmaterialet i kurset *Anvendt Statistik i trafikplanlægning* (Thorndal, 2008) af Thorndal (2008).

D.1 Test opmålingen

Med udgangspunkt (Cederholm, 2008) findes punktspredningen og den enkeltes målings nøjagtighed.

Resultaterne vil benyttes og kommenteres i afsnit 5.4

Til dette blev skrevet et MATLAB program.

```
% Matlab program til beregning af korrekte vejmidter
clear all;

% Først henter programmet de opmålte punkter ind
importfile('vejmidte-opmaal.xls')

% Finder alle afstande for E, N og H
d_E = abs((E2-E1))
d_N = abs((N2-N1))
d_H = abs((H2-H1))

% Find middel værdien af koordinaterne (dette vil fremover være vejmidte
% punkterne, der skal bruges)

E = (E2+E1)./2
N = (N2+N1)./2
H = (H2+H1)./2

% Find standard afvigelsen af opmålte kvadratered punkter.
s_E = sqrt(sum(d_E.^2)/length(d_E))
s_N = sqrt(sum(d_N.^2)/length(d_N))
s_H = sqrt(sum(d_H.^2)/length(d_H))

% Find grov fejlen, denne er ved 95 % konfidens interval, 3x spredningen
grov_fejl_E = 3*s_E;
grov_fejl_N = 3*s_N;
grov_fejl_H = 3*s_H;

% Find pladserne for grov fejl:
find(d_E>grov_fejl_E)
find(d_N>grov_fejl_N)
find(d_H>grov_fejl_H)

% Find rtk spredning på hver akse
s_RTK_E = s_E/sqrt(2);
s_RTK_N = s_N/sqrt(2);
s_RTK_H = s_H/sqrt(2);

% Find s plan
s_P = sqrt(s_E^2+s_N^2);
s_plan = sqrt(s_RTK_E^2+s_RTK_N^2)
```

Resultat af test

Spredningen for de 2x21 systemliniepunkter er anført i tabel D.1.

Akse	Spredning [m]
$\sigma_{Eastern\Delta}$	0.0093
$\sigma_{Northern\Delta}$	0.0130
$\sigma_{Height\Delta}$	0.0479
$\sigma_{RTK,Eastern\Delta}$	0.0066
$\sigma_{RTK,Northern\Delta}$	0.0092
$\sigma_{RTK,Height\Delta}$	0.0339
$\sigma_{RTK,Plan}$	0.0113

Tabel D.1: Spredningen for opmålingen, fordelt på akser og type, hvor der er taget højde for den generellefejlteori I RTK spredningen(Cederholm, 2008)

Midlede vejmidtekoordinater:

D.2. Test hvordan den opmålte systemlinie passer med Vejman.dk systemlinie

Punkt nr.	<i>Eastern</i>	<i>Nothern</i>	<i>Height</i>
1	558370,8575	6335598,1095	15,116
2	558369,2995	6335611,85	15,095
3	558367,6115	6335627,2015	15,1275
4	558366,1835	6335641,0565	15,123
5	558364,547	6335655,5005	15,103
6	558362,871	6335670,044	15,053
7	558361,2405	6335684,5285	14,984
8	558359,531	6335699,4585	14,942
9	558357,9115	6335714,038	14,92
10	558355,93	6335731,3625	14,8625
11	558354,55	6335743,9355	14,831
12	558351,2685	6335772,662	14,7635
13	558347,65	6335803,766	14,697
14	558344,591	6335830,657	14,6525
15	558341,267	6335859,891	14,63
16	558337,9545	6335888,9185	14,628
17	558333,292	6335929,5765	14,563
18	558331,2105	6335947,6505	14,497
19	558327,877	6335976,71	14,514
20	558324,5415	6336005,6885	14,5575
21	558321,8895	6336029,1105	14,5775

Tabel D.2: Gennemsnittet af punkterne fra opmålingen af vejmidten

D.2 Test hvordan den opmålte systemlinie passer med Vejman.dk systemlinie

Afstanden findes ved at Vejman.dk punkterne, hentet via appendiks C, forbindes til en række linier. Herefter findes afstand mellem punkt og linie i planet. Punkterne er her dem i tabel D.2 anførte.

Ved hjælp af GIS applikationen ArcGIS er afstanden fundet i planet via værktøjet *Analysis Tools* → *Proximity* → *Near*, hvor input temaet har været opmålte vejpunkter og mod den optegnede vejmidte fra Vejman.dk, resultatet kan ses af tabel D.3.

I tabel D.3 kaseres måling 1, da denne ligger udenfor det område der er udtrukket fra Vejman.dk

Data i tabel D.3 er fundet normalfordelt ved en Lilliefors test, hvorefter der laves en middelværdi test (ttest) mod den kritiske værdi $k_v = 0$, da testen viser at middelværdien er større end den kritiske værdi, testes det om der er en generel forskydning af vejmidten, ved at sætte den kritiske værdi til middelværdien.

Data for testen kan ses i tabel D.4. Der er lavet et matlab script, også brugt i appendiks D.3, til at foretage beregningerne.

Punkt nr.	afstand [m]
1	5,87121559
2	0,22474516
3	0,22800462
4	0,32425057
5	0,27768631
6	0,24456362
7	0,30414158
8	0,32413864
9	0,38082476
10	0,39147367
11	0,45681945
12	0,39907145
13	0,27153978
14	0,22094797
15	0,16132468
16	0,09047299
17	0,12415112
18	0,13930172
19	0,17078594
20	0,19096562
21	0,23552035

Tabel D.3: Afstanden mellem opmålte vejmidtepunkter og Vejman.dk udtræk

Test mod Vejman.dk		Estimering af forskydning	
k_v	0	k_v	0.25
Middel Afstand	0.2580	Middel Afstand	0.2580
Spredning	0.0998	Spredning	0.0998
Resultat	$m > k_v$	Resultat	$m = k_v$

Tabel D.4: Parametre til middelværdi testen.

Sammenligning af Højde forskellen

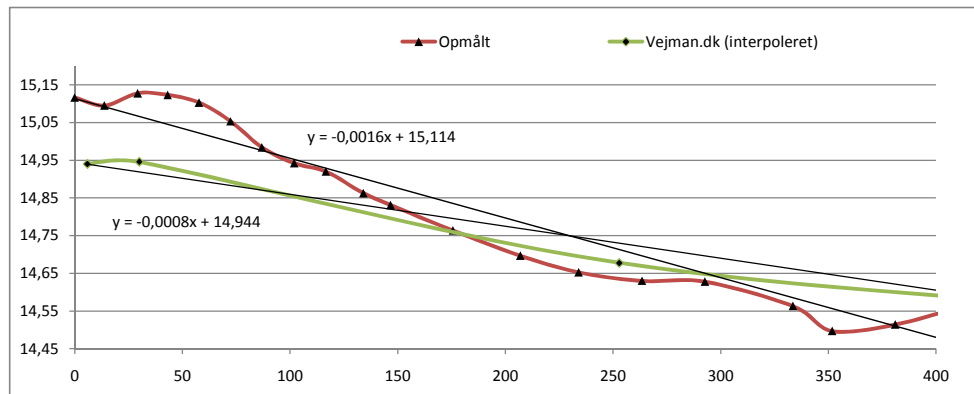
Af de 14 punkter udtrukket for det testområdet (kilometring 120752 – 130182) har kun 3 af disse et z koordinat tilknyttet sig, se appendiks C.1

Det er ikke muligt at lave en statistisk analyse på baggrund af 3 punkter, hvorfor dette i modsætning til analysen af punkterne i planen ikke vil gennemgå sådan en.

Det er dog interessant at se om højderne trodsalt ligger parallelle, da dataene i Vejman.dk, i såfald kunne være korrekte nok i forhold til stigningsforhold langsvejen.

Dette undersøges ved at finde en tendens linie for begge datasæt. Linierne er beregnet i Excel via dennes tendens liniefunktion. De to datasæt er grafisk fremstillet på figur D.1.

D.2. Test hvordan den opmålte systemlinie passer med Vejman.dk systemlinie



Figur D.1: Afstanden er defineret af 1. akse og højden af 2. akse. Det ses at linierne krydser hinanden efter ca. 180 meter. Dette giver en indikation af at højderne ikke ligger parallelt.

$$y = -0,0016x + 15,114 \quad (\text{D.1})$$

$$y = -0,0008x + 14,994 \quad (\text{D.2})$$

På baggrund af hældningen i formel D.1 og D.2, samt på figur D.1, vil det antydes at de to overflader ikke er parallelle, ikke engang tilnærmelsesvis, da hældningen i formel D.2 er halvt så stor som i formel D.1.

D.3 Bredden af opmålte elementer

Udover vejmidten er kantbanen, yderrabatten, cykelsti og grøften opmålt. For at beregne det enkelte tværprofilelementer er der lavet en række tilfældige punkter langs de opmålte linier, som anvist på figur D.2.



Figur D.2: Tilfældige punkter (207) hvorfra afstanden til nærmeste linie, bredden af hvert element kan findes

Element	Side	$\bar{X}$	σ_{samp}	K_v	Resultat
Kørebane	Venstre	3.5895	0.0275	3.6	m < vejman
	Højre	3.5761	0.0219	3.6	m < vejman
Kantbane	Venstre	0.4790	0.0274	0.5	m < vejman
	Højre	0.4895	0.0334	0.5	m < vejman
Skallerabat	Venstre	3.6171	1.3625	1.8	m > vejman
	Højre	4.2051	0.8247	4	m < vejman
	Højre	1.7132	0.3043	2	m < vejman
	Højre	1.4655	0.0207	1.5	m < vejman
Cykelsti	Venstre	1.4634	0.0088	1.6	m < vejman
Cykelsti	Højre	1.4739	0.0346	1.5	m < vejman
Yderrabat	Venstre	1.2233	0.1848	0.6	m > vejman
Yderrabat	Højre	1.2527	0.1665	0.5	m > vejman
Afvanding	Højre	3.2408	0.4796	1	m > vejman

Tabel D.5: Resultater af middelværdi ($\bar{X}$) testet mod den kritiske værdi (K_v). Resultaterne viser generelt at ingen af de opmålte bredder stemmer helt overens med de anførte i Vejman.dk

Der er lavet et matlab program til at teste om de tilfældige samples middelværdi i figur D.2, er signifikant forskellig fra den kritiske værdi der findes i Vejman.dk databasen for det enkelte tværprofil.

```

% Test for samples middelværdi mod den kritiske værdi med et konfidens
% interval på 95%

% Den opmåltebredte testes mod værdien der udtrækkes fra databasen. Der
% testes for hele strækningen, indtil bredte i følge databasen burde
% ændre sig.

% Hvis h0 accepteres vil de være ens, men ikke nødvendigvis signifikant

x = [AFSTAND INPUT];

vejman = 3.6;
[m Spredning]=normfit(x,0.05);

[h,p]=lillietest(x);
if p>0.05
    disp('H0 påvist , HA afvist , dvs. x er normalfordelte')

    % Frihedsgrader
    v=length(x)-1;

    % Værdien findes
    t=(m-vejman)/(Spredning/sqrt(length(x)));

    % kritisk t værdi, signifikans niveau på a=0.05 (95 %)
    % og frihedsgraderne v
    a = 0.05;
    tkrit=tinv(1-a,v);

    if t<tkrit
        disp('H0 afvist , H1 accepteret , m<vejman');
    elseif t>tkrit
        disp('H0 afvist , H2 accepteret , m>vejman');
    else
        disp('H0 Accepteret , m=vejman');
    end
end

else
    disp('H0 afvist , HA påvist , x er ikke normalfordelte')
    % Wilcoxon signed rank test hvis de ikke er normalfordelte
    [p,h,stats] = signrank(x,vejman)
    if p>0.05
        disp('H0 påvist , H1 afvist , m er ikke forskellig fra vejman');
    else
        disp('H0 afvist , H1 påvist , m >< vejman');
    end
end
end

```

Punkt nr.	målt [m]	k_v [m]
10	3,61836	3,6
11	3,54339	3,6
12	3,56276	3,6
13	3,55905	3,6
14	3,57843	3,6
15	3,58513	3,6
16	3,59923	3,6
17	3,58351	3,6
18	3,60666	3,6
19	3,59960	3,6
20	3,56516	3,6
21	3,60042	3,6
22	3,55093	3,6
23	3,57372	3,6
24	3,57044	3,6
25	3,54372	3,6
26	3,54939	3,6
27	3,57986	3,6
28	3,57668	3,6

Tabel D.6: Kørebanebredden for venstreside

Punkt nr.	målt [m]	k_v [m]
10	3,61836	3,6
11	3,54339	3,6
12	3,56276	3,6
13	3,55905	3,6
14	3,57843	3,6
15	3,58513	3,6
16	3,59923	3,6
17	3,58351	3,6
18	3,60666	3,6
19	3,59960	3,6
20	3,56516	3,6
21	3,60042	3,6
22	3,55093	3,6
23	3,57372	3,6
24	3,57044	3,6
25	3,54372	3,6
26	3,54939	3,6
27	3,57986	3,6
28	3,57668	3,6

Tabel D.7: Kørebanebredden for højreside

Punkt nr.	målt [m]	k_v [m]
126	0,50515	0,5
127	0,45189	0,5
128	0,46967	0,5
129	0,49089	0,5
130	0,48570	0,5
131	0,58122	0,5
132	0,48102	0,5
133	0,47229	0,5
134	0,47666	0,5
135	0,48994	0,5
136	0,48613	0,5
137	0,48106	0,5
138	0,47620	0,5
139	0,47215	0,5
140	0,46835	0,5
141	0,46775	0,5
142	0,46564	0,5
143	0,45783	0,5
144	0,46898	0,5
145	0,47185	0,5
146	0,43965	0,5

Tabel D.8: Kantbane for venstreside

Punkt nr.	målt [m]	k_v [m]
0	0,53276	0,5
1	0,52098	0,5
2	0,44008	0,5
3	0,45398	0,5
4	0,47459	0,5
5	0,46047	0,5
6	0,48137	0,5
7	0,48568	0,5
8	0,53071	0,5
9	0,51473	0,5

Tabel D.9: Kantbane for højreside

D.3. Bredden af opmålte elementer

Punkt nr.	målt [m]	k_v [m]
147	1,52794	1,8
148	1,57324	1,8
149	1,64955	1,8
150	1,85953	1,8
151	2,08372	1,8
152	2,16771	1,8
153	2,65683	1,8
154	3,05158	1,8
155	3,29616	1,8
156	3,60639	1,8
157	3,96603	1,8
158	4,31438	1,8
159	4,59006	1,8
160	4,84252	1,8
161	4,97859	1,8
162	4,96892	1,8
163	4,94833	1,8
164	4,92818	1,8
165	4,97713	1,8
166	4,98174	1,8
167	4,99051	1,8

Tabel D.10: Skillerabat for venstreside

Punkt nr.	målt [m]	k_v [m]
29	4,86421	4
30	4,86419	4
31	4,82041	4
32	4,71856	4
33	4,38438	4
34	4,04980	4
35	3,23390	4
36	2,70506	4
37	2,19349	2
38	1,84011	2
39	1,52770	2
40	1,51309	2
41	1,49147	2
42	1,49858	1,5
43	1,46927	1,5
44	1,45959	1,5
45	1,45640	1,5
46	1,44354	1,5

Tabel D.11: Skillerabat for højreside

Punkt nr.	målt [m]	k_v [m]
168	1,45117	1,6
169	1,44970	1,6
170	1,45008	1,6
171	1,45913	1,6
172	1,46728	1,6
173	1,47414	1,6
174	1,47156	1,6
175	1,46827	1,6
176	1,46464	1,6
177	1,46116	1,6
178	1,45825	1,6
179	1,45753	1,6
180	1,46198	1,6
181	1,46865	1,6
182	1,47537	1,6
183	1,48303	1,6
184	1,47073	1,6
185	1,45758	1,6
186	1,45343	1,6
187	1,46418	1,6
188	1,46973	1,6
189	1,45744	1,6

Tabel D.12: Cykelsti for venstreside

Punkt nr.	målt [m]	k_v [m]
47	1,48218	1,5
48	1,49739	1,5
49	1,51379	1,5
50	1,51193	1,5
51	1,46133	1,5
52	1,41437	1,5
53	1,49297	1,5
54	1,50253	1,5
55	1,49109	1,5
56	1,48908	1,5
57	1,50905	1,5
58	1,50470	1,5
59	1,48480	1,5
60	1,46364	1,5
61	1,44363	1,5
62	1,42642	1,5
63	1,42230	1,5
64	1,41853	1,5

Tabel D.13: Cykelsti for højreside

Punkt nr.	målt [m]	k_v [m]
190	1,46885	0,6
191	1,58402	0,6
192	1,50627	0,6
193	1,39512	0,6
194	1,31786	0,6
195	1,37441	0,6
196	1,23649	0,6
197	1,21109	0,6
198	1,19030	0,6
199	1,09923	0,6
200	0,99895	0,6
201	1,02444	0,6
202	1,04619	0,6
203	1,05665	0,6
204	1,09292	0,6
205	1,09593	0,6
206	1,09747	0,6

Tabel D.14: Yderrabat for venstreside

Punkt nr.	målt [m]	k_v [m]
65	1,37204	0,5
66	1,41776	0,5
67	1,21457	0,5
68	1,14285	0,5
69	1,13702	0,5
70	1,01541	0,5
71	1,04134	0,5
72	1,05230	0,5
73	1,06860	0,5
74	1,07557	0,5
75	1,13439	0,5
76	1,12136	0,5
77	1,30246	0,5
78	1,34394	0,5
79	1,36924	0,5
80	1,40431	0,5
81	1,43737	0,5
82	1,46331	0,5
83	1,48472	0,5
84	1,45501	0,5

Tabel D.15: Yderrabat for højreside

Punkt nr.	målt [m]	k_v [m]
85	2,96509	1
86	3,27908	1
87	3,29267	1
88	2,92752	1
89	2,64400	1
90	2,87192	1
91	2,87247	1
92	3,01516	1
93	3,18400	1
94	3,27661	1
95	3,32397	1
96	3,50584	1
97	3,64643	1
98	3,72859	1
99	3,85825	1
100	4,01549	1
101	4,02634	1
102	3,47171	1
103	2,72396	1
104	2,18718	1

Tabel D.16: Afvanding for højreside



Mail korrespondance med Jørn R. Kristiansen, Grontmij | Carl Bro A/S

Nedestående er besvarelser på spørgsmål sendt pr. email til Jørn R. Kristiansen.

Pelle: Hvordan lagrer RoSy data om den enkelte vejbestyrelses vejnet? Foregår det via een samlet database server for alle forvaltninger (som vi ser med vejman.dk), eller ligger de lokalt på forvaltningens netværk/enkelte arbejdsstation?

Jørn: Typisk ligger data på forvaltningens egen arbejdsstation. Der er som udgangspunkt intet problem i at lagre dem centralt - og i en stor database, men en undersøgelse vi har foretaget blandt vore brugere har vist, at man primært ønsker at have dataene centralt fordi de derved er enklere at nå fra andre forvaltningsafdelinger.

Pelle: Hvis ja til een samlet database; Er det muligt at lave nogle udtræk for vejnettet, såsom mængden af veje der har tilknyttet et tværsnitsprofil? (eg. Ud af 120 veje registeret i Rosy, er der bygget et tværsnitsprofil op for de 20).

Jørn: Tværsnitsprofil bliver automatisk (dynamisk) opbygget, hvor som helst på vejnettet. Tværprofilet vises ved, at systemet hente data fra de moduler, der er nødvendige for at kunne vise et tværprofil. Data der anvendes stammer typisk fra Bredderegister (kørebaner), Sideanlæg (alle elementer, frit definerbart der ligger til højre, midt eller til venstre for vejen) samt Belægningsregistret

(opbygning). Når man placerer sig i en given station (angiver stationering eller blot udpeger et punkt på kortet) vises tværprofilet automatisk. Det viste tværprofil er interaktivt. Dvs. hvis man placerer cursoren på et givet objekt, fx et belægningslag på kørebanen eller på fortovet, får man i et vindue automatisk vist de tilhørende underinformationer som eksempelvis, hvad det er for et produkt, hvem der har udført det, garanti osv.

Pelle: Hvis Nej, har du et skøn på hvor mange vejbestyrelser, der benytter sig af muligheden for at opbygge et tværsnit (og derigennem få bredder på kørebaner, rabatter, cykelsti, fortov? etc).

Jørn: Svaret giver sig selv i ovenstående svar. Det gør alle (39) RoSy brugere - det gør de endvidere ofte ved samtidig også at åbne billedviseren. Herved får de, når de eksempelvis klikker på et sted på kortet vist såvel det interaktive tværprofil såvel som billedet at vejen en slags 3D visning af situationen. I øvrigt understøtter RoSy bl.a. 3D Cad

Pelle: Hvor mange vejbestyrelser benytter i dag Rosy som deres primære vejforvaltningssystem?

Jørn: Jeg går ud for at svaret alene skal dække for Danmark, hvis ja, så er det 39. RoSy er derudover, det primære system i Island, Norge, Tyskland samt Tjekkiet, og er godt på vej til også at blive det i Sverige. RoSy anvendes i 20 lande og er på 9 forskellige sprog. Systemet er ens hos alle brugere, men setup og anvendelse er naturligvis forskellig.

Pelle: Har du mon en folder med af en art om RoSy's fortræffeligheder?

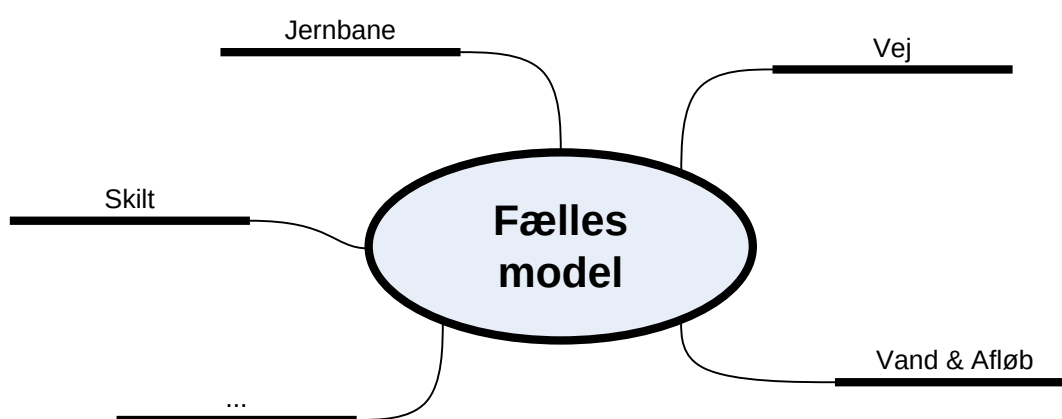
Jørn: Vi er pt. ved at udarbejde nye brochurer, idet de gamle ikke er tidssvarende mere. Jeg tror derfor jeg i stedet sender dig vedhæftede oversigt.



Besøg hos Vianova Systems

Der blev foretaget besøg hos Vianova Systems Norge i Sandvika. Besøget indeholdt to oplæg fra Idar Kirkhorn og Eivind Stallheim.

Vianova Systems er et softwarehus bag projekterings programmet NovaPoint, der i Norge benyttes til 99 % af alle vejprojekteringer samt andre dele af anlægsområdet som skitseret på figur F.1. Vianova har derudover i starten af dette årtusinde været underleverandør for det norske vegvæsen på den nye nationale Vegdatabank.



Figur F.1: I Novapoint vil modellen samlet kunne indeholde objekter fra flere dele af anlægget.

I følge Sognefest & Wethal (2001) er formålet med opbygning af en ny nationale vejdatabase har været: “Bedre resourceudnyttelse” i forvaltningen,

“fælles datamodel” for de enkelte fagsystemer, “enkel tilgang” for interne og eksterne brugere og “bedre organisering” af virksomhederne der er knyttet forvaltningen af vej- og trafikdataene.

Mødet hos ViaNova System har til formål af supplere med viden om NVDB og brugen af denne.

Nuværende udvikling hos Vianova Systems fremvist, bl.a. den kommende udgivelse af NovaPoint 19 dcm.

F.1 Torsdag den 11. marts 2010

Idar Kirkhorn holdte oplæg om Vianovas udvikling af Novapoint 19 dcm (Kirkhorn, 2010). Baggrunden i den nye udgave har været at gentænke det eksisterende forretningskoncept i anlægsbranchen. Hvor der er en klar adskillelse mellem design, konstruktion og drift som vist på figur F.2. Datamodellen for Novapoint dcm bygger på modellen Vianova har udviklet til den norske NVDB, altså den endelige drift og vedligeholdelsesmodel.



Figur F.2: De overordnede arbejde (Kirkhorn, 2010)

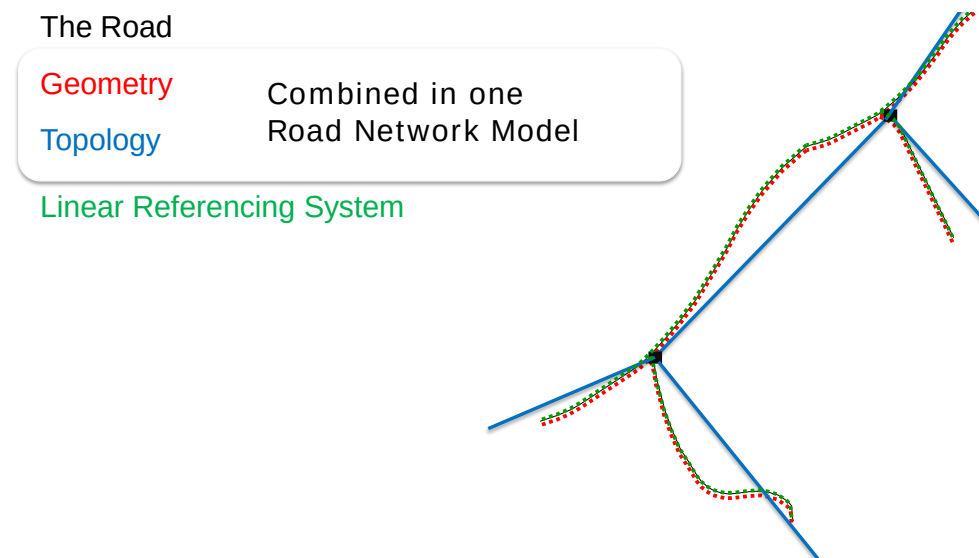
Ved at benytte den viden om den endelige drift og vedligeholdelsesmodel (NVDB) har de i Novapoint 19 dcm, skabt en metode til at kunne arbejde på samme model gennem hele infrastrukturprojektet, fra projektering over anlægsfasen til drift. Dette giver fordelene ved genbrug af allerede skabte data om vejen og derved er der potentiale til at spare tid på konvertering af data mellem de forskellige faser om det er mellem digitale systemer eller analoge.

Konstruktionsfasen af processen er endnu ikke fuldt hægtet på dette arbejde. Men i et traditionelt anlægsarbejde, vil dette afsluttes med en fuld opmåling af vejen, hvor denne opmåling herefter indlæses i drift systemet. Ved at have en fuld digital model, vil der eventuelt ved stikprøve kontrol af det byggede, kunne erklæres dette for “godt nok”, herefter vil den digitale model fra projekteringsfasen direkte kunne indlæses direkte i drift og vedligeholdelsessystemet.

Ved at bygge på den endelige datamodel, vil der gives øget mulighed for flytning af data på tværs af de traditionelle faser i et infrastruktur projekt, da det allerede i projekteringen er gjort klart hvilket udbytte der ønskes.

Det er tanken med Novapoint at det skal være et værktøj, der kan være med fra start til slut i anlægsprocessen. Alle dele af vejmodellen ønskes derfor samlet i en model. Her vil opgavestyring af modellen indgå som vist på figur F.3.

Eivind Stalheim, der har været en af hovedmændene bag principperne i den norske vejmodels opbygning, gav en introduktion til det norske vejnet.



111

Norge besluttede i starten af dette årtusinde at opbygge en ny vejdatabase, der skulle kunne beskrive vejene, komplekse som de er. Her gik man fra en standard vejkilometrerings system til den mere avanceret opbygning, som beskrevet på figur F.4.

NVDB giver en adgang til vejen på flere præmisser. Der er den traditionelle strækningsorienteret tilgang via stationering og en geometrisk med en topologisk opbygning. Ved sidst nævnte er vejen opbygget via knudepunkter, hvor der er en lænke mellem hver (der går fra 0 til 1). Ved at have en topologisk opbygning, vil vejen udover at have en geometrisk beskrivelse samt en en strækningsreference ned i de vejadministrative systemer også have en en beskrivelse af hvordan netværket hænger sammen.

F.2 Fredag den 12. marts 2010

Idar Kirkhorn fremviste denne dag hvordan NVDB nemt kan opdateres via programmet GIS/Line, både på netværksniveau men også geometrien.

Foruden dette, blev dagen brugt på opbygningen af nærværende bilag.

F.3 Opsamling

NVDB blev oprettet for at have et fremtidssikret datagrundlag for forvaltning, drift, vedligehold og udvikling af det norske vejnet. Sognefest & Wethal (2001)

VägMod, der er udviklet til den Svensk NVDB, blev valgt som datamodel for NVDB da denne ansås for at opfylde kravene til den nye opbygning for reference vejnettet, der er det centrale i NVDB.

Der arbejdes med flere serviceniveauer af data i NVDB. Eksempelvis vil tværprofilen typisk være godt beskrevet for de største veje, hvorimod veje og stier på fjeldet typisk ikke har et fuldt tværprofil beskrivelse.

Til ajourføring af data har Statens Kartverk (pendant til Kort & Matrikelstyrelsen) ansvaret for ajourføring af de enkelte kommuners vejnet. Alle veje over 50 meter er registreret, samt færgeforbindelser optræde i modelle for at skabe et sammenhængende netværk.