

Metadataservice for flyfotos –en forundersøgelse

Asger Sigurd Petersen

Metadataservice for flyfotos -en forundersøgelse

Asger Sigurd Petersen

Kgs. Lyngby 2004

Technical University of Denmark
Informatics and Mathematical Modelling
Building 321, DK-2800 Lyngby, Denmark
Phone +45 45253351, Fax +45 45882673
reception@imm.dtu.dk
www.imm.dtu.dk

IMM-THESIS: ISSN 1601-233X

Abstract

In this report it is assessed whether there is a need for an increase in accessibility to Danish aerial photographs and whether it is possible to increase accessibility in practice. The assessment is based on a number of examinations of the present conditions among users and holders of aerial photographs in Denmark. Danish producers and major collections of aerial photographs have been visited, and a description of their collections is given, as are their use of metadata and their attitude to participating in a central Danish metadata service for aerial photographs. The multifarious use of aerial photographs is surveyed and outlined, and the users' subjective opinions on accessibility under the present conditions are described. On this background it is concluded that there are large amounts of valuable data in the Danish archives of aerial photographs and that accessibility to these data is disproportionately poor.

A number of detailed studies have been carried out in preparation for a prospective internet based, Danish metadata service for aerial photographs. Among these are studies of how heterogeneous collections can be managed with hierarchical levels of metadata, how a central metadata service can give rise for new and efficient business processes in relation to the user's search for and access to aerial photographs and how the data infrastructure of an internet based metadata service can be constructed. Furthermore it is examined whether the evolving international standard, ISO 19115-2, in its present form is applicable to a metadata service for aerial photographs. In this context numerous problems and inexpediencies which can make it difficult to use the standard for analogue photographs have been identified.

Finally a number of recommendations for producers and collections of aerial photographs are given. These recommendations encompass both immediately implementable suggestions as well as suggestions for long term projects.

Keywords: *aerial photographs, producers, collections, applications, metadata, accessibility, metadata service, catalogue, ISO 19115, ISO 19115-2*

Resumé

I denne rapport vurderes det, om der eksisterer et behov for at forbedre tilgængeligheden til danske flyfotos, og hvorvidt det i praksis er muligt at forbedre tilgængeligheden. Vurderingen gives med udgangspunkt i en række undersøgelser af de nuværende forhold blandt brugere og indehavere af flyfotos. Ligeså er danske producenter og større samlinger af flyfotos besøgt, og der gives en beskrivelse af deres beholdninger af flyfotos, deres metadata for billederne, og deres holdning til at deltage i en central, dansk metadataservice for flyfotos. Der gives en oversigt over brugernes mangeartede anvendelser af flyfotos sammen med en beskrivelse af brugernes subjektive vurdering af tilgængeligheden under de nuværende forhold. På baggrund af ovenstående konkluderes det, at der eksisterer store mængder meget værdifulde data i de danske flyfotoarkiver, og at tilgængeligheden til disse data er uforholdsmæssigt lav.

Der foretages en række detailundersøgelser med henblik på at understøtte en eventuel senere internetbaseret, central, dansk metadataservice for flyfotos. Herunder undersøges det, hvorledes meget forskelligartede samlinger kan beskrives ved brug af hierarkiske metadata, hvorledes en central metadataservice kan give anledning til nye og mere effektive forretningsgange i forbindelse med brugerens søgning og erhvervelse af flyfotos og hvordan datainfrastrukturen for en internetbaseret metadataservice kan opbygges. Derudover er det undersøgt, hvorvidt den kommende internationale standard ISO 19115-2 i sin nuværende form er anvendelig til en central metadataservice for danske flyfotos. Der er i denne forbindelse fundet en række problemer og u hensigtsmæssigheder, som kan gøre det vanskeligt at anvende standarden til analoge flyfotos.

Slutteligt gives anbefalinger til producenter og samlinger af flyfotos, blandt andet om hvorledes tilgængeligheden kan øges. Disse anbefalinger omfatter både umiddelbart implementerbare forslag, såvel som forslag til længevarende projekter.

***Nøgleord:** flyfotos, producenter, samlinger, anvendelser, metadata, tilgængelighed, metadataservice, ISO 19115, ISO 19115-2*

Forord

Nærværende rapport er det håndgribelige resultat af undertegnede eksamensprojekt ved sektionen for geoinformatik på Institut for Informatik og Matematisk Modellering på Danmarks Tekniske Universitet. Hovedvejleder på projektet er Keld Dueholm fra IMM, DTU, og Poul Frederiksen fra Kort og Matrikelstyrelsen er bivejleder.

Projektet er udført fra 2. februar til 2. august 2004, og dets omfang er 30 ECTS point svarende til 5 måneders studier på fuld tid.

Gennem hele forløbet har en lang række personer og organisationer vist stor interesse og hjælpsomhed. Jeg ønsker derfor at takke Keld Dueholm for vejledning og moralsk støtte, Poul Frederiksen og Lars Tyge Jørgensen fra KMS for altid at stå til rådighed med ekspertise inden for fotogrammetrisk produktion, Anders Nielsen fra KMS for at have tålmodighed til at svare på alle mine spørgsmål om ISO-standarder og UML samt Ole Jacobi for konstruktiv kritik og lærerige samtaler. Jeg vil også gerne takke de ansatte i BlomInfo A/S, COWI A/S, SCANKORT A/S, Kastrup Luftfoto A/S og på det Kongelige Bibliotek, som har afset tid til at besvare spørgsmål trods stor travlhed. Desuden har en lang række brugere af flyfotos taget godt imod og været hjælpsomme med at svare på spørgsmål. Slutteligt vil jeg gerne takke Anne for at have støttet mig undervejs.

Rapportens serienummer er: **IMM-THESIS-2004-57**.

Lyngby, 2. august 2004

Asger Sigurd Petersen
s973826

post @ asgerpetersen.dk

Indholdsfortegnelse

ABSTRACT	III
RESUMÉ	IV
FORORD	V
INDHOLDSFORTEGNELSE	VII
1 INDLEDNING	1
1.1 MOTIVATIONEN FOR PROJEKTET	1
1.2 FORMÅL OG AFGRÆNSNING	1
1.3 FORFATTERENS BAGGRUND	2
1.4 OM RAPPORTEN	2
2 INTRODUKTION TIL FLYFOTOS OG METADATA	3
2.1 FLYFOTOS	3
2.1.1 Definition	3
2.1.2 Historisk oversigt	3
2.1.3 Kamera	4
2.1.4 Fotogrammetri	6
2.1.5 Stereoskopi	8
2.1.6 Afledte produkter	9
2.2 METADATA	9
2.2.1 Metadata for geodata	10
2.2.2 Metadatastandard	11
3 NUVÆRENDE FORHOLD	13
3.1 LEVERANDØRER AF FLYFOTOS	13
3.1.1 BlomInfo A/S	14
3.1.2 COWI A/S	16
3.1.3 Kort og Matrikelstyrelsen	18
3.1.4 SCANKORT A/S	21
3.1.5 Det Kongelige Bibliotek	23
3.1.6 Keele University	27
3.1.7 Kastrup Luftfoto A/S	29
3.2 BRUGERUNDERSØGELSE	30
3.2.1 Private anvendelser	30
3.2.2 Professionelle anvendelser	31
3.2.3 Fremtidige anvendelser	36
3.2.4 Data	37
3.2.5 Metadata	40
3.2.6 Tilgængelighed	41
3.3 METADATA	41
3.3.1 Hvilke metadata er der behov for	41
3.3.2 Faktisk registrerede metadata	50
3.3.3 Metadatastandarder	53
3.4 TILGÆNDELIGHED	54
3.4.1 Typisk forretningsgang	54
3.5 EKSISTERENDE SERVICES	58
3.5.1 Geodata-info	58
3.5.2 USGS EarthExplorer	59
3.5.3 nar	61
3.6 DELKONKLUSION	62
3.6.1 Data	62
3.6.2 Behov	63
3.6.3 Problemer	64
4 DETAILUNDERSØGELSER	67
4.1 HIERARKISKE NIVEAUER AF METADATA	67

4.2	FORRETNINGSGANGE	68
4.3	INFRASTRUKTUR FOR SERVICEN	71
4.3.1	<i>Distribueret system</i>	71
4.3.2	<i>Centraliseret system</i>	73
4.4	METADATAPROFIL	75
4.4.1	<i>ISO 19115</i>	76
4.4.2	<i>ISO 19115 part 2</i>	79
4.4.3	<i>Elementer</i>	81
4.4.4	<i>Struktur</i>	84
4.4.5	<i>Problemer</i>	89
4.4.6	<i>Hierarkier</i>	92
5	KONKLUSION	95
5.1	ANBEFALINGER	96
6	REFERENCER	97
7	ORDFORKLARING	101
BILAG 1	SPØRGSMÅL VED LEVERANDØRER	103
BILAG 2	LEVERANDØRERS METADATAPROFILER	107
BILAG 3	FLYFOTOSPECIFIKKE METADATA	115
BILAG 4	UML I ISO 19100-SERIEN	119
BILAG 5	METADATAELEMENTER I ISO STANDARDERNE	123
BILAG 6	GENNEMGANG AF GEOLOCATION INFORMATION	133
BILAG 7	ISO 19115-2 CONTENT INFORMATION	141

1 Indledning

1.1 Motivationen for projektet

Fotoet har igennem flere generationer været anvendt som en vigtig bærer af viden, og dermed har de fleste en intuitiv forståelse af mediet, og hvordan det skal tolkes. Derfor har fotos et meget stort antal anvendelsesområder. Flyfotoet har flere egenskaber, som er med til at gøre det til et attraktivt datagrundlag:

- Et foto består af rå og utolkede data. Der har således ikke været foretaget nogen form for filtrering af informationerne i billedet. Dette betyder, at selvom fotoet er optaget med et bestemt formål for øje, gør det ikke nødvendigvis billedet mindre velegnet til andre formål. Anvendeligheden af flyfotos til et givet formål afgøres af meget simple, målbare faktorer som flyvehøjde, kameratype, filmtype og så videre, hvilket står i modsætning til tolkede data såsom topografiske kort, hvor der må tages mere kvalitative parametre i betragtning såsom formålet med fremstillingen af data og datas tilblivelseshistorie.
- Fotoet er som informationskilde let tilgængeligt, netop på grund af den intuitive forståelse af mediet. Dog kan der naturligvis opnås endnu bedre tolkningsresultater efterhånden, som tolkeren bliver mere øvet.
- Et flyfoto udgør et øjebliksbillede af et afgrænset område på et ofte veldefineret tidspunkt.
- Der kan foretages geometriske målinger af de afbildede objekter, såfremt det rette udstyr har været anvendt, og fotoene opfylder nogle simple krav.
- Flyfotoet kan give informationer om et stort område, som kan overskues på én gang.
- Mange mennesker er fascineret af at se objekter i landskabet fra luften. Dette kan i sig selv virke motiverende for brugen.

Der anvendes i dag flyfotos, som er optaget for mere end et halvt århundrede siden, til en lang række af formål. Hvis denne anvendelse fortsætter, vil fotos optaget i dag altså for eftertiden være en vigtig kilde til informationer om nuværende forhold. Flere kilder har dog påpeget, at brugen af både historiske og nutidige flyfotos er begrænset af, at brugerne af forskellige årsager har svært ved at komme i besiddelse af billederne.

1.2 Formål og afgrænsning

Det grundlæggende formål med projektet er at undersøge, hvordan brugernes muligheder for at komme i besiddelse af relevante flyfotos kan forbedres, således at denne værdifulde kilde til viden kan udnyttes optimalt.

Den oprindelige idé med projektet var at etablere en prototype på en internetjeneste, som skulle tillade brugeren at foretage søgninger i metadata fra flere forskellige samlinger af flyfotos. Det var tanken, at prototypen i princippet skulle kunne fungere som en central metadataservice for danske flyfotos.

På grund af projektets praktiske sigte, blev der i de indledende faser udført en række undersøgelser og tests af software, protokoller, brugergrænseflader og lignende.

Omtrent halvvejs blev det dog klart, at nytten af projektet ville blive større, såfremt der i stedet blev lagt vægt på projektets mere teoretiske indhold.

Undersøgelser vedrørende implementering er kun dokumenteret i meget begrænset omfang i nærværende rapport, som derfor i sin endelige form har karakter af en forundersøgelse til en internetbaseret metadatatjeneste for danske flyfotos.

1.3 Forfatterens baggrund

Forfatterens baggrund for at udføre dette projekt består af et antal kurser inden for geoinformatik. Især erfaring med opstilling af dynamiske kort på internet, erfaring med spatielle databaser og erfaring med metadata tænkt udnyttet i forbindelse med projektet.

Inden projektet havde forfatteren til gengæld kun ringe kendskab til ISO-standarder og UML. Denne viden er således opbygget i løbet af projektet.

1.4 Om rapporten

Rapporten har to primære formål, som til dels er modstridende. For det første fungerer rapporten som eksamensprojekt ved DTU og for det andet som dokumentation af det udførte arbejde til brug for eventuelt efterfølgende projekter. Rapporten skal således balancere mellem eksisterende normer for omfanget af eksamensprojekter og ønsket om så udførlig dokumentation som muligt.

Rapportens første afsnit består af denne indledning. Afsnit 2 giver herefter en introduktion til flyfotos og metadata, således at læsere, hvis hovedinteresse falder inden for det ene område, kan få en grundlæggende viden om det andet fagområde. En større undersøgelse af de nuværende forhold vedrørende flyfotos i Danmark er beskrevet i afsnit 3. Undersøgelsen af de nuværende forhold giver anledning til at foretage detailundersøgelser af nogle forhold, der kan have betydning for en metadataservice for flyfotos. Disse detailundersøgelser findes i afsnit 4. Konklusion og anbefalinger gives i afsnit 5, og til sidst findes referencer, ordforklaring og bilag.

I rapporten benyttes både ordet *foto* og ordet *billede* om et fotografi. Forfatteren er klar over, at ordet *billede* er mindre nøjagtigt end *foto*, idet *billede* ikke direkte henviser til frembringelsesmetoden. At ordet alligevel benyttes, skyldes hensyn til sproglig variation.

De to begreber *metadata* og *data* giver ind i mellem anledning til forvirring. Begreberne kan bruges til at skelne mellem den primære information (*data*) og viden om den primære information (*metadata*). I denne rapport vil den primære information typisk være et flyfoto og viden om den primære information vil bestå af en samling informationer som for eksempel flyvehøjde, kameratype med mere. Muligheden for misforståelser opstår, når ordet *data* også anvendes i betydningen information i eller mellem datamaskiner. I dette tilfælde vil både primær information og viden om den primære information kunne betegnes *data*. Det er igennem rapporten forsøgt konsekvent at anvende begreberne *data* og *metadata* i betydningen primær information og viden om primær information. Undtagelsen herfra er de tilfælde, hvor det af sammenhængen klart fremgår, at der er tale om en anden definition, eksempelvis når der er tale om datastrømme i et computernetværk.

2 Introduktion til flyfotos og metadata

Rapporten bevæger sig i krydsfeltet mellem to fagområder: flyfotos og metadata. Der gives i dette afsnit en introduktion til begge fagområder, således at alle læsere uanset fagligt tilhørsforhold får en baggrund for at forstå rapportens øvrige afsnit.

2.1 Flyfotos

I dette afsnit findes en introduktion til flyfotos. Mere detaljerede gennemgange findes i for eksempel [Brande-Lavridsen93] og [Wolff00].

2.1.1 Definition

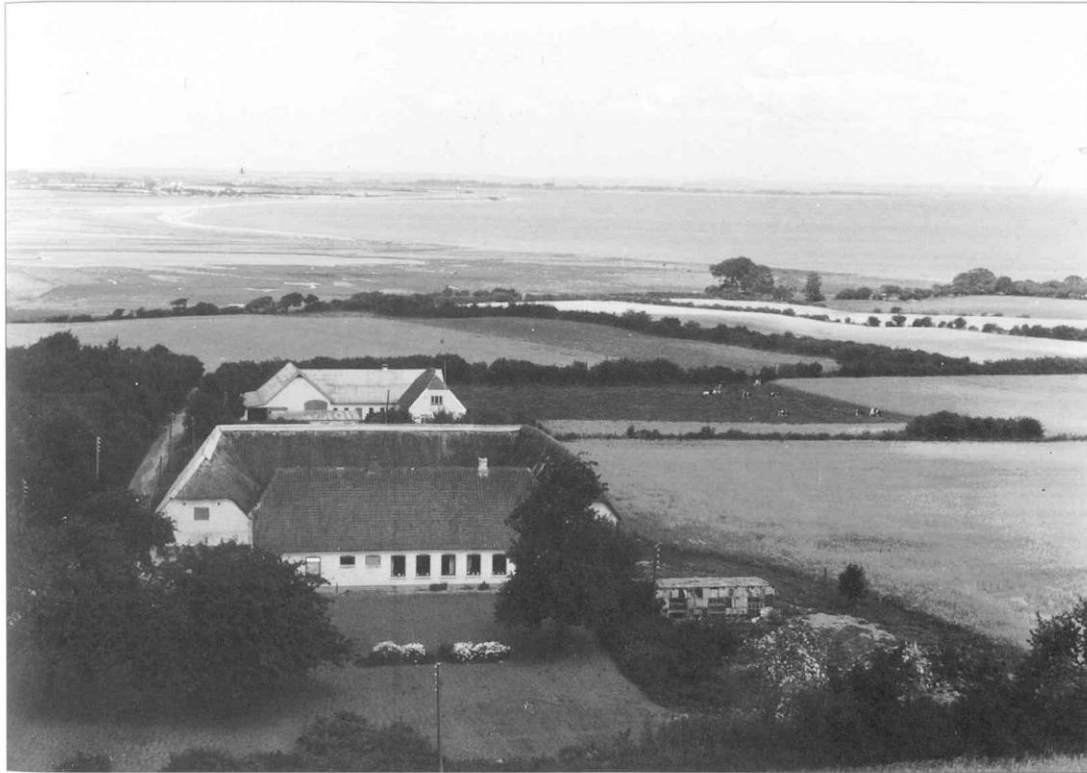
Flyfotos defineres i dette projekt som fotografier af objekter på landjorden optaget fra en luftbåren platform. Et flyfoto kan således være optaget fra helikopter, ballon, drage eller lignende, men ikke fra en satellit, et tårn, en fjeldside eller lignende, selvom denne type af billeder kan have samme egenskaber og informationsmæssig værdi som et flyfoto. Denne skelnen foretages af praktiske hensyn, idet den giver anledning til en mere robust definition.

2.1.2 Historisk oversigt

Flyvefotograferingen historie i Danmark indledtes i 1890, hvor der blev gjort forsøg med at optage billeder af jorden fra luftballoner [Dupont90]. Herefter gjorde flyvemaskinernes indtog i begyndelsen af 1900-tallet teknikken mere udbredt.

På grund af behovet for hurtig og detaljeret kortlægning udvikledes omkring første verdenskrig de fotogrammetriske principper, der muliggør kortlægning fra blandt andet flyfotos. De første danske forsøg med kortlægning fra flyfotos blev således udført i 1914-16 af Hærens Flyvetropper. Muligheden for hurtig kortlægning af store områder fra luften gav anledning til, at Geodætisk Institut i 1931-34 udførte en kortlægning i Østgrønland på baggrund af flyfotos [Jacobi97]. Herefter gik der nogle år, før den fotogrammetriske metode blev anvendt til kortlægning i Danmark. Dette skete i 1966 i forbindelse med *den 3. nyopmåling*, som afsluttedes i 1990 [Jacobi97].

Parallelt med den ovenfor beskrevne udvikling af flyvefotograferingen til kortlægning udvikledes også en anden anvendelse af flyfotos. En række private firmaer begyndte i 1930'erne at optage billeder af private ejendomme, herregårde, byer og lignende, som de derefter kunne sælge til folk med tilknytning til det fotograferede (ejereren af gården, borgerne i byen etc.) [Bjørn93]. Et eksempel på et sådant flyfoto findes i figur 2.1. Der eksisterer stadig adskillige firmaer, der producerer denne form for fotos.



Figur 2.1: Flyfoto fra 1961 af gårde ved Haderslev. Fra [Bjørn93].

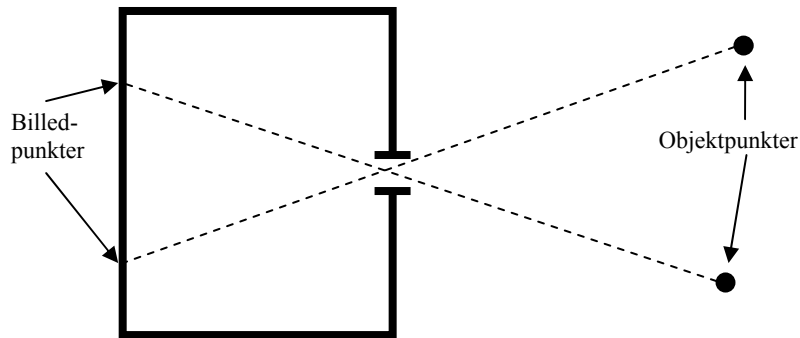
I forbindelse med den stigende anlægsaktivitet i 1960'erne opstod der en række private firmaer med speciale i fotogrammetrisk opmåling [Jacobi97]. I dag optager disse firmaer tilsammen omtrent 40.000 fotogrammetriske lodfotos om året. Et eksempel på et fotogrammetrisk lodfoto kan ses i figur 2.6.

En væsentlig udvikling i den fotogrammetriske del af flyfotoindustrien startede midt i 1990'erne med introduktionen af digitale arbejdsstationer til fotogrammetriske målinger. Før flyfotos kan anvendes på en sådan digital arbejdsstation, er det nødvendigt at konvertere dem fra analog til digital form, idet der stadig hovedsagligt anvendes analoge kameraer. Der er udviklet fuldt digitale kameraer til fotogrammetriske lodfotos flyfotos, men deres udbredelse er stadig meget begrænset.

Sideløbende med udviklingen af digitale flybilleder til fotogrammetri er der fremkommet en række fundamentalt anderledes metoder til luft- og rumbåren kortlægning. Der anvendes nu en række forskellige sensorer med vidt forskellige egenskaber fra både fly og satellit. Til decideret kortlægning i Danmark er flyfotogrammetrien dog stadig mest udbredt.

2.1.3 Kamera

Optagelse af fotografier fra fly kræver selvsagt et kamera. Kameraets funktion er at opfange lys, som udgår fra det fotograferede objekt og derved at danne et billede af objektet. Lysstrålerne passerer gennem kameraets optik, hvorefter de rammer filmen, hvis kemiske egenskaber ændres på grund af lyspåvirkningen. I et digitalkamera er filmen erstattet af en elektronisk chip, der i et antal punkter måler intensiteten i udvalgte områder af det elektromagnetiske spektrum. I figur 2.2 ses en stærkt forsimplet model af et kamera.

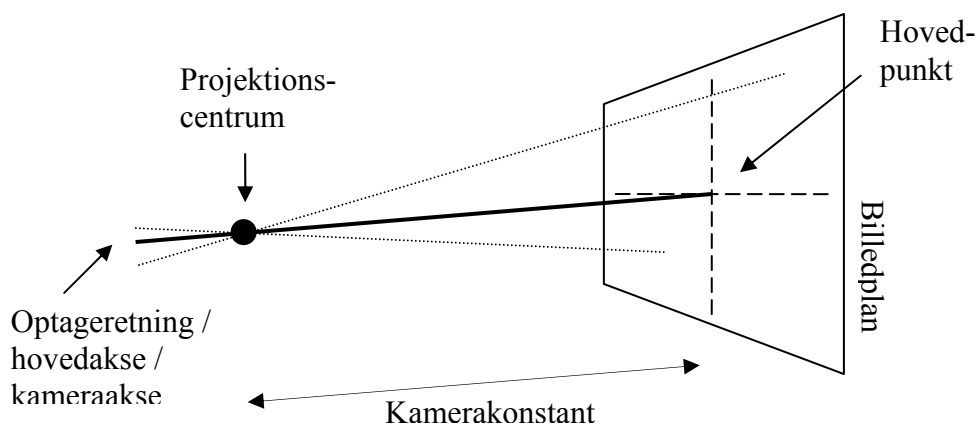


Figur 2.2: Lysstrålernes vej fra objektpunkt til billedpunkt i billedplanet gennem kameraets optik.

På deres vej fra objektpunkt til billedpunkt passerer lysstrålerne gennem kameraets optik. Undervejs skærer alle strålerne hinanden i det såkaldte projektionscentrum, og afhængig af kameratypen vil lysstrålerne være mere eller mindre retliniede på deres vej gennem optikken. Er strålerne helt rette linier fra objektpunkt til billedpunkt sker afbildningen af objekterne til filmen gennem en sand centralprojektion. Kendes nu kameraets indre geometri, vil lysstrålernes retning i forhold til kameraet i optageøjeblikket kunne genskabes ud fra kendskab til billedpunkternes placering i billedplanet ved hjælp af simpel geometri. I den virkelige verden vil der dog altid forekomme afvigelser fra en ægte centralprojektion på grund af kameraets optik. Disse afvigelser kaldes fortegnings. Ønsker man alligevel at kunne genskabe lysstrålernes retning, må man udover kameraets indre geometri tillige kende fortegningen.

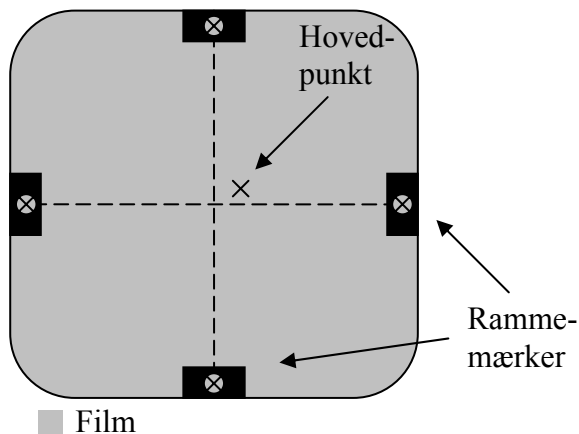
I almindelige kameraer er kameraets indre geometri kun kendt med ringe nøjagtighed, og linsefortegningen er ikke kendt.

Der fremstilles særlige målekameraer, hvis indre geometri er konstant og kendt med god nøjagtighed. Et kameras indre geometri kan principielt beskrives som på figur 2.3, hvor kameraaksen er defineret som den linie, der står vinkelret på billedplanet og som går gennem projektionscentrum. Hovedpunktet defineres som kameraaksens skæring med billedplanet, og kamerakonstanten defineres som afstanden mellem projektionscentrum og hovedpunkt.



Figur 2.3: Kameraets indre geometri.

Er disse størrelser kendt sammen med fortegningen, vil lysstrålernes retning kunne genskabes ud fra deres skæring med billedplanet. I filmkameraer er der yderligere det forhold, at filmens placering i kameraet på optagetidspunktet skal kunne fastlægges, før lysstrålernes skæring med billedplanet kan bestemmes på baggrund af filmoptagelsen. For at kunne fastlægge det enkelte billedes placering i kameraet på optagetidspunktet er der som vist på figur 2.4 langs randen af billedplanet derfor anbragt såkaldte rammemærker, som fotograferes med på filmen under eksponeringen. Rammemærkerne definerer et koordinatsystem, i hvilket hovedpunktets placering kan opgives.



Figur 2.4: Rammemærker og hovedpunkt. Hovedpunktets afvigelse fra billedcentrum er stærkt overdrevet.

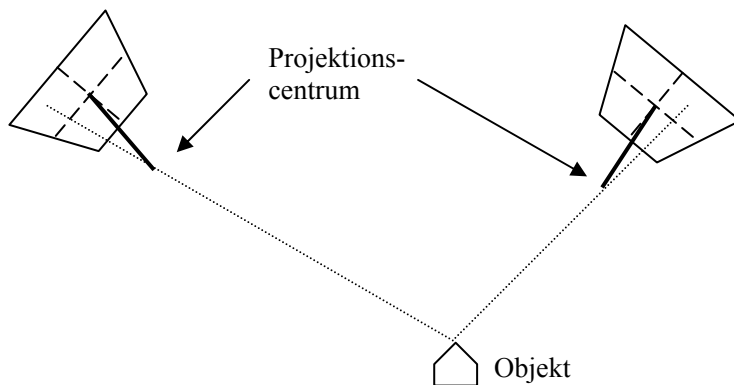
I digitale målekameraer sidder chippen fast i forhold til kameraet, og der er derfor ikke behov for rammemærker.

Linsefortegningen kan opdeles i tre kategorier: radialsymmetrisk, tangentiell og radialasymmetrisk. Ofte beskrives kun den radialsymmetriske fortegning, idet de øvrige er ubetydelige. Den radialsymmetriske fortegning kan beskrives ved koefficienterne til de ulige led i et 7-gradspolynomium eller ved at angive størrelsen af fortegningen for en række diskrete værdier af afstanden til hovedpunktet

Kameraets indre geometri og linsefortegningen betegnes under et kameraets indre orientering. For målekameraer fastlægges denne ved kalibrering med passende jævne mellemrum.

2.1.4 Fotogrammetri

Hvis det anvendte kameras indre orientering er kendt og kameraets position og drejninger i optagetidspunktet (benævnes den ydre orientering) er kendt i et givet koordinatsystem, kan hvert punkt i det resulterende billede knyttes til én linie udgående fra kameraet. Hvis det samme punkt kan genfindes i to eller flere billeder, kan punktets koordinater bestemmes i det givne koordinatsystem ved skæring mellem linierne, og dermed kan billederne anvendes til kortlægning af det fotograferede område (se figur 2.5).



Figur 2.5: Bestemmelse af koordinater til objektpunkt ved skærende linier.

Dette princip benyttes i vidt omfang til kortlægning af store landområder ved affotografering fra fly. Idet alle objekter skal kunne ses i mindst to billeder, er det væsentligt, at fotoflyvninger til kortlægning udføres, så dette krav opfyldes. I Danmark planlægges disse sædvanligvis således, at der flyves i parallelle linier, og i hver linie optages billederne med lodret kameraakse, så der er cirka 60% overlap mellem nabobilleder i dækningen af landskabet. Liniernes indbyrdes afstand afpasses, så der opnås et sideværts overlap, ofte på 20% - 30%. Af hensyn til belysningen tilstræbes det at lægge linierne i en øst-vestlig retning. Et eksempel på et flyfotogrammetrisk lodfoto ses på figur 2.6.



Figur 2.6: Flyfotogrammetrisk lodfoto. Negativets oprindelige format er 23cm x 23cm. Bemærk de otte rammemærker. I bunden af billedet anes annotationen, hvor forskellige nyttige oplysninger medeksponeres på filmen.

På grund af det flade landskab i Danmark vil flyfotos optaget med lodret kameraakse have omtrent samme målestok over hele billedet. Målestokken vil i det tilfælde kunne beregnes ud fra kendskab til kamerakonstant og kameraets højde over jorden.

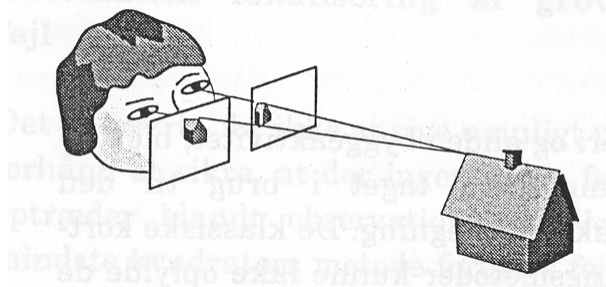
Den ydre orientering består af tre koordinater X_0 , Y_0 og Z_0 i et givet verdenskoordinatsystem samt drejninger ω , ϕ og κ (omega, phi og kappa) om de tre koordinataksler. Ved flybilleder til kortlægning vil ω og ϕ ofte være nær nul, idet det tilstræbes at fotografere med lodret hovedakse. Der kan dog især i forbindelse med lave flyvninger med turbulent luft forekomme afvigelser fra den lodrette hovedakse i størrelsesordenen 10° . Kameraets position (X_0 , Y_0 , Z_0) i optageøjeblikket kaldes en kamerastation, og punktet på jorden lodret under kamerastationen benævnes nadir.

Kendes verdenskoordinaterne til tre punkter i et billede kan kameraets ydre orientering bestemmes ved en simpel rumlig tilbageskæring, men oftest bestemmes den ydre orientering til flere kamerapositioner på én gang ved en såkaldt aerotriangulation. Fordelen ved aerotriangulation frem for orientering af hvert billede for sig er, at der kan skæres kraftigt i antallet af punkter med kendte koordinater og dermed i produktionsomkostningerne.

Inden for de seneste ti år er det blevet almindelig praksis at anvende GPS i forbindelse med fotoflyvninger. GPS anvendes både til at sørge for at billederne bliver taget på nogle foruddefinerede koordinater og til at måle omtrentlige værdier for kamerastationen. Ved at kombinere GPS med et system af accelerometre og gyroer i et såkaldt INS kan der også fås værdier for kameraets drejninger i optagetidspunktet.

2.1.5 Stereoskopi

Stereoskopien bygger på det forhold, at menneskets øjne ser to lidt forskellige billeder på grund af afstanden mellem øjnene. Dette forhold er medvirkende til, at den seende opfatter det sete som en tredimensionel verden (se figur 2.7).



Figur 2.7: Det stereoskopiske princip. Fra [Jacobi97].

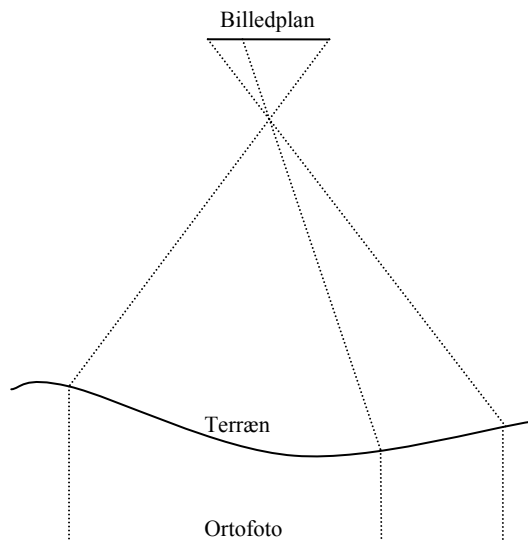
Placeres nu to billeder af det samme objekt fotograferet fra to forskellige positioner, og orienteres billederne korrekt, kan beskueren få en tredimensionel opfattelse af objektet, svarende til at beskuerens øjne befandt sig i kamerapositionerne.

Indføres et bevægeligt punkt i begge billeder, kan der skabes en illusion af, at punktet bevæger sig i alle tre dimensioner i den stereoskopiske model. På denne måde kan der udtages målinger ved brug af stereoskopisk betragtning, hvilket benyttes i stor stil til målinger i fotogrammetriske fotos.

2.1.6 Afledte produkter

Der produceres en lang række afledte produkter fra fotogrammetriske lodfotos blandt andet topografiske kort, 3D-bymodeller, terrænmodeller og ortofotos. På nær ortofotos er der tale om produkter, som primært er baseret på operatørens fotogrammetriske målinger i billederne.

Ortofotos er derimod baseret på selve de fotografiske informationer, billedet indeholder. Ved fremstilling af et ortofoto omformes billedets centralprojektion til en orthogonalprojektion som vist på figur 2.8. På denne måde skabes et fotografisk produkt, der har næsten samme geometriske egenskaber som et kort.



Figur 2.8: Principskitse af ortofotofremstilling.

2.2 Metadata

Ordet *metadata* er en sammensætning af det græske *meta* og det latinske *data*. Ordet *meta* betyder *mellem*, *efter* eller *over*, mens *data* betyder *kendsgerninger* eller *sikre oplysninger*. Den mest almindelige forklaring af sammensætningen *metadata* er *data om data*.

Selvom ordet *metadata* ifølge [Nebert04] først er blevet udbredt inden for de sidste 15 år, har konceptet været benyttet i århundreder blandt andet på biblioteker. I forbindelse med bøger består metadata af oplysninger så som titel, forfatter, forlag, udgivelsesår, udgivelsessted, opstilling, emneord og ISBN. Disse metadata besvarer spørgsmålene hvad, hvem, hvor, hvorfor, hvornår og hvordan om den beskrevne bog. Registreres oplysningerne i et kartotek, kan brugeren foretage sine søgninger i kartoteket i stedet for at gå alle bibliotekets bøger igennem.

Data om data er naturligvis en umådeligt bred definition, og der kan da også være adskillige formål med at registrere metadata om en ressource. På biblioteket registreres metadata primært for at lette tilgængeligheden til og organiseringen af bibliotekets bøger. Andre steder er det primære formål at opsamle erfaringer vedrørende ressourcen for dermed at sikre eller øge ressourcens værdi. I nogle sammenhænge er metadata en forudsætning for brugen af ressourcen.

[Nebert04] opdeler metadata efter tre hovedformål, som i egen oversættelse efterfulgt af det oprindelige engelske udtryk i parentes lyder: Opdagelsesmetadata (discovery), udforskningsmetadata (exploration) og udnyttelsesmetadata (exploitation).

Opdagelsesmetadata er den helt basale viden om en ressource, som er nødvendig for, at brugeren kan danne sig et overblik over ressourcens grundlæggende egenskaber. Denne kategori omfatter informationer til besvarelse af spørgsmålene hvad, hvem, hvor, hvorfor, hvornår og hvordan om ressourcen. Opdagelsesmetadata svarer altså til de oplysninger, som typisk registreres om bøgerne i et bibliotek.

Efter brugeren har opdaget ressourcen, kan brugeren have behov for udforskningsmetadata, da de tillader brugeren at afgøre, om ressourcen opfylder de krav, som brug til et specifikt formål medfører. Dette kan være mere detaljerede oplysninger om ressourcen eller for eksempel en henvisning til, hvor yderligere informationer om ressourcen kan indhentes. I biblioteksanalogien kunne udforskningsmetadata bestå af resumé, kapiteloversigt, anmeldelser og lignende.

Når brugeren har bestemt sig for en ressource, som vedkommende ønsker at anvende til et givet formål, kan vedkommende have brug for udnyttelsesmetadata. Disse indeholder oplysninger, som er nødvendige for ressourcens anvendelse. I bøger er udnyttelsesmetadata ofte pakket sammen med ressourcen i form af terminologi, referenceliste, indeks og så videre. I nogle tilfælde findes endda en decideret vejledning i bogens brug.

Inddelingen i opdagelses-, udforsknings- og udnyttelsesmetadata afspejler til dels en proces, der starter med søgning efter data og ender med brug af data. Yderligere afspejler inddelingen en stadig stigende kompleksitet af de nødvendige metadata. Nøjagtigt hvilke informationer, der findes i hvilke klasser, afhænger af sammenhængen, og den samme information kan godt findes i flere klasser.

Udover metadata om ressourcen registreres også ofte metadata om disse metadata. Det kan for eksempel være afgørende at vide, hvem der har frembragt metadata om ressourcen, og hvornår det er sket.

2.2.1 Metadata for geodata

Også inden for geodata har brugen af metadata en lang historie, idet mange geodata er mere eller mindre værdiløse uden tilhørende metadata. Det klassiske eksempel på metadata inden for dette felt kan ses på figur 2.9. På figuren ses et papirkort med informationer om titel, kortnummer, signaturer, produktionsmetode, produktionsdato, producent, referencesystem, nøjagtighed, målestok, geografisk beliggenhed og så videre. Uden disse oplysninger ville kortet have en stærkt begrænset værdi. Det ville måske endda være farligt at bruge.

I forhold til metadata i andre sammenhænge lægges der i metadata for geodata naturligvis megen vægt på den geografiske dimension, idet dette ofte er en af ressourcens vigtigste egenskaber.

Det er dog ikke i alle sammenhænge, at metadata lige så naturlig følger med data som i eksemplet med papirkortet. Digitale geografiske informationssystemer er først inden

for de senere år begyndt at have metadata som en integreret del af databehandlingen. Indtil da har der ikke eksisteret fælles konventioner for, hvordan metadata for digitale geodata skulle behandles, hvilket har resulteret i manglende dokumentation af data med deraf følgende problemer af både økonomisk og praktisk art.



Figur 2.9: Papirkort med udførlige metadata i kortrammen.

I nogle tilfælde produceres der metadata helt automatisk sammen med data. Dette gælder eksempelvis flyfotogrammetriske lodfotos, hvor der eksponeres nogle metadata ind på filmen i billedets annotation. Annotationen kan netop anes på figur 2.6.

2.2.2 Metadatastandard

Et af formålene med at registrere metadata er at udveksle viden om data. Succesfuld udveksling af metadata kræver blandt andet, at afsender og modtager er enige om hvilke metadata, der er nødvendige for den aktuelle ressource, og hvordan metadata skal forstås.

En metadatastandard sikrer, at alle brugere af standarden benytter samme betegnelser, definitioner, datatyper og strukturer for elementerne i metadata. Derudover definerer en standard et minimum af elementer, der skal forefindes for enhver ressource beskrevet efter standarden. Nogle standarder angiver endvidere en standardiseret metode til brugerdefinerede udvidelser af standarden.

På denne måde sikrer brugen af en metadatastandard, at afsender og modtager har et fælles grundlag for forståelsen af metadata, og at der dermed kan foretages meningsfulde sammenligninger mellem forskellige ressourcer, der er beskrevet efter samme standard. Afhængigt af hvor detaljeret standarden er, og hvor striks standarden er med hensyn til datatyper, kan sammenligninger udføres automatisk, og således er der mulighed for at udføre søgninger i store mængder metadata ved brug af computer.

Udover at sikre konsistente registreringer af metadata har brugen af en standard den fordel, at standarden ofte er et resultat af et omfattende udviklingsarbejde udført af

eksperter på området. Derved har brugere af standarden nytte af erfaringer og ressourcer, som de måske ikke ville have adgang til, såfremt de ønskede at udvikle en proprietær standard.

Såfremt metadatastandarden ikke definerer dette, kræver fuld kompatibilitet mellem afsender og modtagers metadatasystemer yderligere en fælles standard for implementering af metadatastandarden. Hvis én implementering af en metadatastandard for eksempel kun tillader titlen at have 16 karakterer mens en anden tillader 32 karakterer, er der ikke fuld kompatibilitet mellem de to implementeringer. Således kan en metadatastandard alene ikke sikre fuld kompatibilitet.

3 Nuværende forhold

Projektet er påbegyndt med en formodning om, at der eksisterer et behov for bedre tilgængelighed til flyfotos, at leverandørerne vil være interesserede, og at de i et vist omfang vil være i stand til at levere de nødvendige metadata. Der er i forbindelse med projektet gennemført undersøgelser, hvis formål har været at afklare, hvorvidt disse formodninger er korrekte. I dette afsnit beskrives resultaterne af de udførte undersøgelser.

3.1 Leverandører af flyfotos

I dette afsnit beskrives de potentielle leverandører af metadata om flyfotos.

Med leverandører af flyfotos menes flyfotosamlinger og producenter af flyfotos, som ejer rettighederne til at sælge de opbevarede billeder. Typisk beholder flyfotoproducenten rettighederne til de optagne flyfotos, og derfor er det kun producenten, der kan afgøre, om billedet kan sælges til anden person. Eksempelvis vil en kommune med en stor samling af flyfotos optaget i forbindelse med produktion af tekniske kort eller ortofotos ikke have rettigheder til at sælge kopier af billederne, hvorfor denne type samlinger ikke er relevante for dette projekt. Der eksisterer dog enkelte større samlinger af flyfotos, hvor rettighederne tilhører samlingen og ikke producenten. Denne type samling er naturligvis relevant for projektet.

Da antallet af producenter af fotogrammetriske flyfotos i Danmark er stærkt begrænset, har det været muligt at identificere og efterfølgende at kontakte samtlige disse. Det drejer sig om organisationerne BlomInfo A/S, COWI A/S, SCANKORT A/S og Kort og Matrikelstyrelsen. DTU har samarbejdet med de nævnte organisationer i adskillige år, hvilket har været en stor fordel i forbindelse med dette projekt, da de alle har udvist stor velvilje til at medvirke på trods af, at undersøgelsen er foregået midt i organisationernes travleste periode på året.

Mens kontakten mellem DTU og de fotogrammetriske producenter var særdeles veludbygget før dette projekt, var der absolut ingen kontakter til producenter af flyfotos til ikke-fotogrammetriske formål, da der ikke har været noget fagligt formål med at skabe sådanne kontakter. Der har derfor været et ganske andet udgangspunkt for at foretage undersøgelser af denne type producenter. Indledningsvis er det forsøgt at skabe et overblik over antallet af producenter, hvilket er gjort meget primitivt ved at foretage opslag i De Gule Sider og Krak, som begge er faginddelte firmakataloger på internettet. Der er på denne måde fundet i størrelsesordenen 30-40 firmaer, som helt eller delvist lever af at sælge ikke-fotogrammetriske flyfotos. En dybere undersøgelse af alle disse firmaer, ville være for tidskrævende, hvorfor firmaet Kastrup Luftfoto A/S er udvalgt til nærmere studium.

Der eksisterer så stort et antal større og mindre samlinger af flyfotos i Danmark, at det ville være endog meget ressourcekrævende at identificere dem alle. Samtidig er det som nævnt kun en delmængde af disse samlinger, der er interessante i relation til dette projekt, nemlig de af samlingerne, der samtidig også ejer rettighederne til billederne. Desværre er det ikke mindre ressourcekrævende at identificere en samling, som har rettigheder til at sælge billederne, end at identificere en samling uden hensyntagen til rettigheder. Derfor er det forsøgt at undersøge rettighedsspørgsmålet for de

væsentligste samlinger, der er identificeret, for derigennem at afgøre om samlingen er relevant for projektet. Identificeringen af væsentlige samlinger er foretaget ved at udspørge personer, der har været kontaktet i forbindelse med projektet, om deres kendskab til store samlinger af flyfotos. På denne måde er der fundet relevante samlinger hos Det Kongelige Bibliotek og Keele University i England.

Ved undersøgelserne er der lagt vægt på at få afklaret følgende for hver leverandør

- Holdning til en metadataservice for flyfotos
- Fotosamling og eventuel fotoproduktion
- Hvilke metadata registreres og hvordan
- Hvordan foregår søgninger i fotosamlingen

Fremgangsmåden ved undersøgelsen har været, at der for hvert af ovenstående fire punkter er forberedt en række uddybende spørgsmål (se bilag 1), som tilsammen burde give en fyldestgørende beskrivelse af en leverandør. Alle leverandørerne er kontaktet pr telefon, og for de flestes vedkommende er kontakten mundet ud i et personligt møde. Ved dette møde er de forberedte spørgsmål forsøgt gennemgået så grundigt som muligt.

Den valgte metode har dog sine begrænsninger. Den primære begrænsning har ligget, i at leverandøren typisk har afsat omkring en time til mødet, og det har ganske enkelt ikke været muligt at komme til bunds i alle de forberedte spørgsmål på den afsatte tid. Derfor blev det forsøgt undervejs i mødet at afgøre, hvilke aspekter det ville være mest relevant at få belyst hos den aktuelle leverandør og at lede samtalen i retning af disse aspekter. Derfor kan beskrivelsen af de forskellige leverandører forekomme en smule uensartet, men det er som nævnt tilstræbt, at beskrivelsen dækker de mest interessante forhold ved hver leverandør.

Det skal også nævnes, at enkelte leverandører ikke har ønsket at besvare visse spørgsmål eller har ønsket at besvare dem uden for citat. Dette gælder blandt andet det årlige antal af eksponeringer, som flere leverandører ikke ønsker offentliggjort. Disse leverandører har bedt om, at kun det samlede antal eksponeringer i branchen opgives. Det vurderes således, at der eksponeres cirka 40.000 fotogrammetriske lodbilleder om året i Danmark. Antallet kan ikke opgøres præcist, selvom der fra undersøgelsen kendes størrelser for den årlige tilvækst i billeder for hver leverandør. Dette skyldes, at der sker udveksling af billeder leverandører imellem, hvorfor en del billeder er medtaget flere gange i optællingen. Det kan heller ikke lade sig gøre ved blot at se på, hvor mange billeder producenterne med egen fotoflyver eksponerer, da producenterne uden egen fotoflyver sender deres opgaver i international licitation, så det i nogle tilfælde kan være et udenlandsk firma, der forestår fotoflyvningen.

Flere af leverandørerne har velvilligt stillet yderligere informationer om deres systemer til registrering og administration af metadata til rådighed i form af mindre udtræk af metadata, oversigter over databasestrukturer og lignende. På denne baggrund har det for disse leverandører været muligt at give en mere detaljeret beskrivelse af deres håndtering af metadata.

3.1.1 BlomInfo A/S

BlomInfo blev grundlagt i 1998 med fotogrammetrisk kortlægning som hovedbeskæftigelse. I de senere år har firmaet desuden opbygget kompetencer inden

for geografiske informationssystemer og har på nuværende tidspunkt mere end 40 ansatte. BlomInfo er en del af den norskejede Blom gruppe. [BlomInfo04]

Nedenstående beskrivelse af BlomInfo er baseret dels på et møde med produktions- og udviklingschef Søren Buch og dels på en oversigt over tabelstrukturen i BlomInfos metadatabase.

BlomInfos fotosamling og fotoproduktion

Hvert år producerer BlomInfo et antal tusinde lodfotos til fotogrammetriske formål. Firmaet råder ikke over fotoflyvere, men udliciterer selve fotoflyvningen til andre firmaer såsom Scankort A/S og Blom Norkart Mapping.

BlomInfos fotosamling består af billeder fra samtlige årgange tilbage fra firmaets første sæson i 1998. En del af disse billeder findes i digitale kopier på magnetbånd, dog er tilgængeligheden til disse billeder præget af, at det kan tage op til et par timer, at hente et billede ud fra et sådant bånd. Umiddelbart tilgængelige digitale kopier på en filserver haves kun for den indeværende sæson.

BlomInfos metadata

Der haves digitale metadata for alle fotos i samlingen. En del metadata opsamles automatisk og lagres digitalt under flyvningen og kan dermed lagres direkte i BlomInfos metadatabase, der er bygget op i et professionelt, relationelt databasesystem. De resterende metadata indtastes manuelt i databasen ved brug af en applikation, der er fremstillet specielt til formålet. Se BlomInfos metadataprofil i bilag 2.

Ved konstruktionen af metadatabasen er der ikke gjort brug af nogen form for metadatastandard. I stedet er der taget udgangspunkt i firmaets behov.

Søgninger i BlomInfos fotosamling

Søgninger kan enten foretages direkte i den relationelle database eller ved brug af GIS'et MapInfo, der kan fungere som brugerflade til den relationelle database. MapInfo udgør på denne måde en forholdsvist brugervenlig adgang til at udføre geografiske og tekstuelle søgninger i de lagrede metadata. Søgninger direkte i den relationelle database benyttes kun, hvis søgningen er af en vis kompleksitet.

For eksterne brugere af flyfotos foregår søgningen på den måde, at brugeren henvender sig (typisk pr telefon) og gøre rede for sine behov, hvorefter en ansat ved BlomInfo foretager søgningen ved brug af MapInfo.

BlomInfos holdning til en metadataservice

Holdningen til en fælles dansk metadataservice for flyfotos er meget præget af de økonomiske perspektiver ved at deltage i et sådant projekt. BlomInfos holdning til at sælge flyfotos fra arkiverne er generelt, at det ikke kan betale sig. Faktisk vurderer Søren Buch, at det i mange tilfælde er tabsgivende, idet der er et meget stort arbejde forbundet med at sælge et billede. Kunden ringer og skal have fat i en person hos BlomInfo, der kan søge efter et billede, som passer kunden. Derefter skal data fremskaffes fra arkivet, hvilket kan tage lang tid, hvis der er tale om data lagret på magnetbånd. Det fundne billede skal så kopieres enten fotografisk eller digitalt, der

skal skrives følgebrev, og det hele skal sendes. Den faktiske pris for BlomInfo anslås at være i nærheden af 1000-2000 kr. for det første billede, hvilket Søren Buch vurderer at være for dyrt til de kunder, der typisk er interesserede. I denne forbindelse nævner Søren Buch, at det er hans opfattelse, at det typisk er folk, der gerne vil have et billede af slægtsgården eller lignende, der henvender sig.

På baggrund af vurderingen af at salg af billeder ikke er en god forretning, er BlomInfo ikke umiddelbart interesseret i at udbrede kendskabet til deres samlinger.

BlomInfo er dog ikke afvisende over for en metadataservice, der er meget billig at deltage i, som firmaet kan henvise kunderne til, så de selv kan lave en del af søgearbejdet, og som ved at oplyse om priserne kan skræmme useriøse kunder væk. Hovedpointen er, at det skal være billigt eller helt uden omkostninger for BlomInfo.

Af konkurrencehensyn vil BlomInfo formentlig kun lade billeder, der er mindst et år gamle, offentliggøre via en sådan service.

3.1.2 COWI A/S

COWI er et danskbasert konsulentfirma med 2000 ansatte i Danmark og 1400 ansatte uden for landets grænser. COWI rådgiver blandt andet inden for byggeri, miljø og økonomi og har gennem opkøbet af Kampsax A/S i 2002 fået en stor afdeling for fotogrammetrisk flyfotografering. Kampsax indledte sine fotogrammetriske aktiviteter i 1962 og var på overtagelsestidspunktet Danmarks største fotogrammetriske firma. [COWI04]

Nedenstående beskrivelse af COWI er baseret på et møde med Lars Gjøg Petersen, Jens Bille Lind og Søren Ammitzbøll, på en demonstration af COWIs fotodatabase til lodfotos samt på en telefonsamtale med Poul Nørgaard om COWIs skråfotos.

COWIs fotosamling og fotoproduktion

Der optages ifølge COWIs hjemmeside cirka 25.000 fotogrammetriske lodbilleder i og uden for Danmark om året ved brug af COWIs egen flyflåde. Alle optagelser skannes, og COWI vurderer, at der inden for en overskuelig årrække (på måske 2-3 år) vil blive anvendt fuldt digitale kameraer, hvorved data vil blive født digitale.

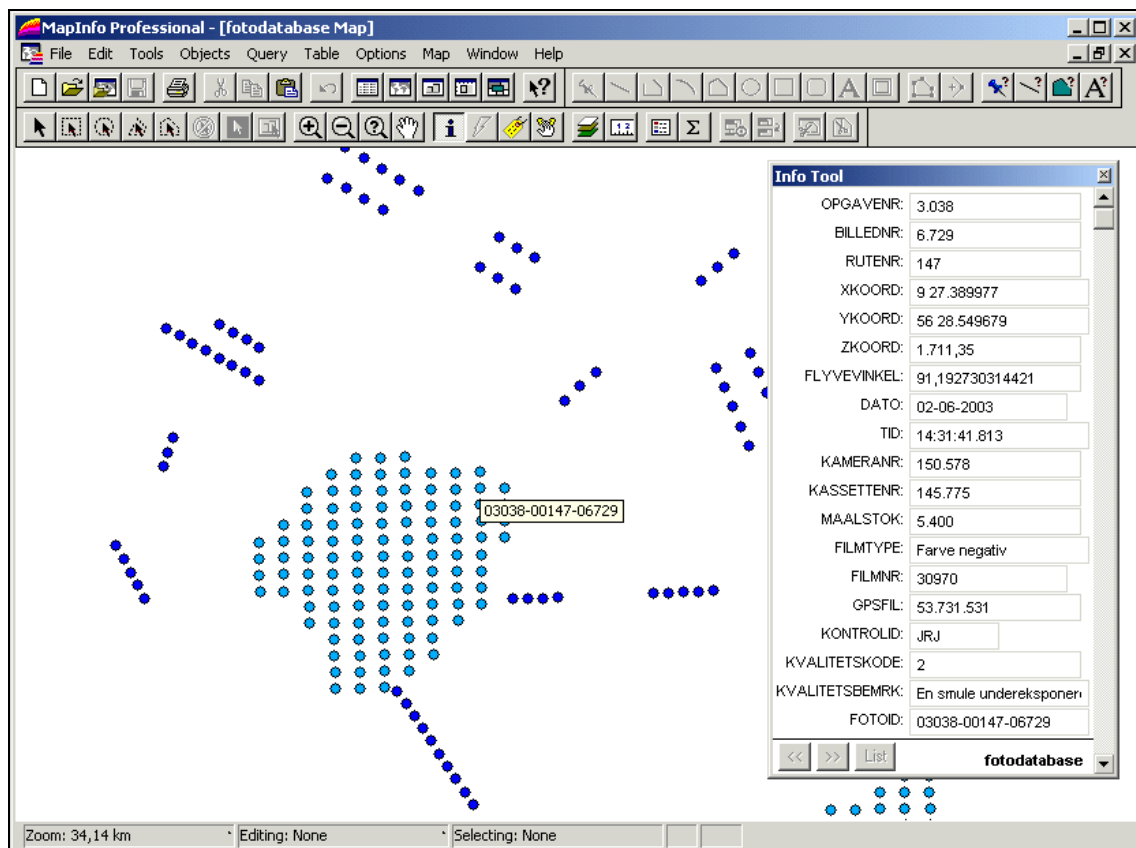
COWI er kontraktligt forpligtet til at gemme de digitale kopier i en årrække (typisk 5 år). Lagringen sker på magnetbånd, der genanvendes efter udløbet af den forpligtede tid, og dermed slettes data. Filmene gemmes i en længere periode, men ikke nødvendigvis i COWIs arkiver. For eksempel er alt billedmateriale fra før 1992 overdraget til Det Kongelige Bibliotek (se beskrivelsen af Det Kongelige Bibliotek i afsnit 3.1.5).

COWI er begyndt at tilbyde optagelse af skråfotos fra forholdsvis lav højde i byområder. Der anvendes digitale kameraer på 22 megapixel, som ikke er kalibrerede dels på grund af anvendelsen af udskiftelig optik, og dels på grund af at der ikke påregnes udført målinger i billederne. Af samme årsag er billederne ikke taget med stereooverlap. Indtil videre er der produceret en komplet dækning af Københavns Kommune bestående af cirka 10.000 optagelser, og det planlægges at udføre lignende dækninger af flere af de større danske byer.

COWIs metadata

Historisk set har COWI digitale metadata til samtlige lodbilleder optaget efter 1995, idet der er anvendt GPS på alle flyvninger siden da. Derudover er der også benyttet INS på en del flyvninger inden for de senere år, men der registreres de samme metadata uafhængigt af, hvilke instrumenter, der er brugt. Således registreres der for eksempel ikke drejningerne fra INS, selvom disse eventuelt findes. Se COWIs metadataprofil i bilag 2.

Fra og med fotosæsonen i år 2003 har COWI benyttet sig af et samlet edb-system til håndtering af næsten alle opgaver i forbindelse med lodfotoprojekter. Systemet anvendes blandt andet til beregning af cirkapriser i forbindelse med tilbudsgivning, registrering af solgte ydelser, grovplanlægning af fotoflyvninger og registrering af metadata for billederne. Konkret består systemet af en række tabeller i MapInfo, som tilgås ved hjælp af nogle MapInfofunktioner udviklet af COWI specielt til formålet. Et eksempel på visning af fotopunkter i MapInfo kan ses på figur 3.1.



Figur 3.1: Visning af fotopunkter i MapInfo. I vinduet til højre vises oplysninger om et specifikt billede. Bemærk i øvrigt at dette skærmdump er lavet på DTU og ikke i COWIs eget system, hvorfor der i forhold til COWIs system mangler både menupunkter og baggrundskort.

COWI benytter ikke et egentlig metadatasystem for skråfotos, og der er heller ikke planer om at etablere et sådant. Firmaet har ligeledes besluttet ikke at satse på implementering af internationale standarder. I stedet er der taget udgangspunkt i forrettningens behov ved etableringen af ovenstående metadataprofil.

Søgninger i COWIs fotosamling

Databasen i MapInfo benyttes til udvælgelse af relevante billeder på baggrund af de ønskede søgekriterier. Der er ofte ikke online-adgang til data, da disse som nævnt er lagret på backupmedier af forskellig art. Data kan leveres både analogt og digitalt, men for billeder, hvor COWI ikke længere har pligt til at gemme en digital kopi, kan der blive tale om ekstraudgifter til kontaktkopiering samt scanning.

Der er ikke særlige søgemuligheder for eksterne brugere af flyfotos, som derfor må søge med en ansat ved COWI som mellemmand, hvilket kan være en ganske bekostelig affære, da der opkræves fuldt konsulentonorar for den medgåede tid.

COWIs holdning til en metadataservice

Holdningen hos COWI er, at der skal være et klart forretningsmæssigt perspektiv, hvis firmaet skal deltage i en metadataservice. Umiddelbart mener COWI ikke, at nemmere adgang til at søge i metadata for flyfotos vil resultere i flere betalende kunder, idet prisen på et flyfoto er relativt høj. Cirkaprisen for et flyfoto fra COWIs arkiver vurderes til omtrent 2000 kr. plus eventuelt omkostninger forbundet med scanning af billedet. COWI tvivler således på værdien af en metadatabase, da de få kunder, som har råd til at betale, hvad et flyfoto koster, godt ved, hvor de skal henvende sig og gerne betaler for at få den omkostningsbehæftede personlige service, som der er i dag.

Idet COWIs vurdering af markedet bygger på fornemmelser, efterlyses en undersøgelse af, hvilke nye kunder en metadataservice vil give. Hvis en sådan undersøgelse påviser et uopdyrket marked, så har projektet en berettigelse, og COWI vil i det tilfælde gerne deltage.

Umiddelbart vurderer Lars Gjøg Petersen, at der ikke vil være restriktioner forbundet med offentliggørelse af metadata. COWI vil altså i princippet ikke være bekymrede for at offentliggøre metadata for flyfotoene dagen efter, at flyveren er landet.

Til sidst skal det nævnes, at mens COWI er skeptiske over for nytten af en metadataservice på nationalt plan, er der interesse i en metadataservice, som kan fungere internt i COWI.

3.1.3 Kort og Matrikelstyrelsen

Kort og Matrikelstyrelsen (KMS) er en statslig myndighed under Miljøministeriet, som har ansvar for opmåling, kortlægning og matrikel- og landinspektørvæsen i Danmark. Derudover udfører KMS forskning inden for kort og geodata. KMS blev i 1989 dannet ved en sammenlægning af institutionerne Geodætisk Institut, Søkortarkivet og Matrikeldirektoratet og har i dag cirka 350 ansatte. [KMS04]

Den følgende beskrivelse af KMS er baseret på en række møder med Poul Frederiksen og Lars Tyge Jørgensen, der begge er ansatte i det såkaldte *Landkortområde*. Landkortområdet står blandt andet for produktion og ajourføring af KMS' topografiske produkter og anvender i den forbindelse store mængder fotogrammetriske lodfotos.

KMS' fotosamling og produktion

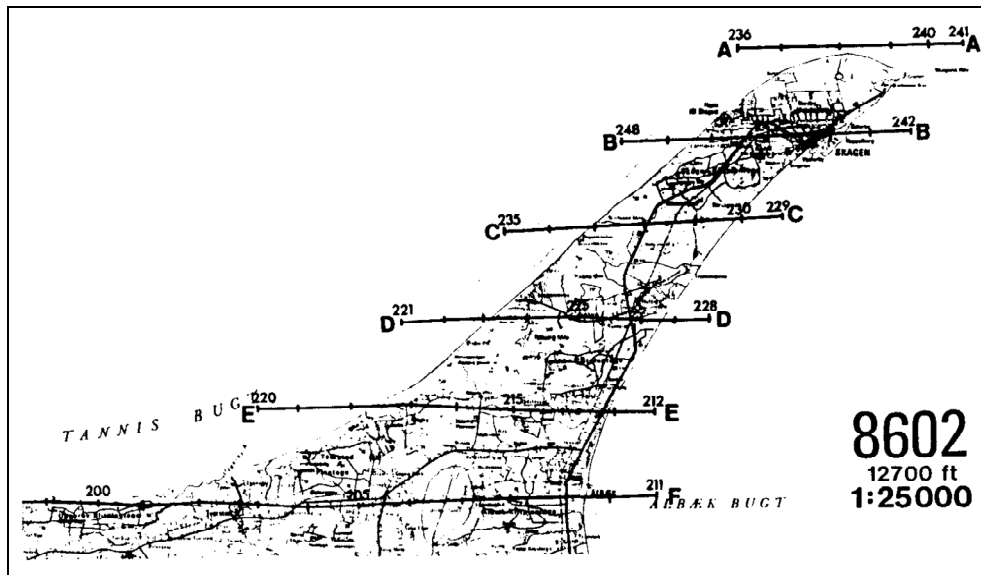
Der optages årligt cirka 1500 billeder, hvilket dækker omtrent 1/5 af Danmark, således at hele Danmark gennemfotograferes over en periode på 5 år. Fotoflyvning, fremkaldelse og skanning udliciteres, men KMS har alle rettigheder til billederne. Alle billeder skannes, da al KMS' fotogrammetri foregår digitalt.

I KMS' arkiv findes billeder fra anden verdenskrig og frem, hvorimod billeder fra før anden verdenskrig er overdraget til det Kongelige Bibliotek. Af efterkrigstidens billeder skal det såkaldte *Basic Cover* fremhæves, da det er et meget populært historisk kildemateriale. Basic Cover er en landsdækkende fotografering i 1:10.000 udført af det amerikanske luftvåben i 1954.

Principielt opbevares negativerne til evig tid enten i KMS' eget arkiv eller i en anden institutions arkiv. Skanninger af billederne opbevares principielt også evigt, om end der endnu ikke er fundet en holdbar, systematisk arkiveringsmetode. Således er der anvendt flere forskellige medier til lagring, ligesom den fysiske placering af data ikke er omfattet af streng systematik. Der arbejdes på nuværende tidspunkt på at opstille en allerede indkøbt filserver med stor lagerkapacitet, således at der på denne server bliver plads til cirka 8000 billeder, hvilket udgør 6/5 danmarksdækning.

KMS' metadata

KMS har sporadiske digitale metadata fra midtthalfemserne, og fra 1996 haves digitale ruteoversigter på vektorformat. Før dette er alle billeder og flyvelinier registreret på topografiske kort som vist på figur 3.2.



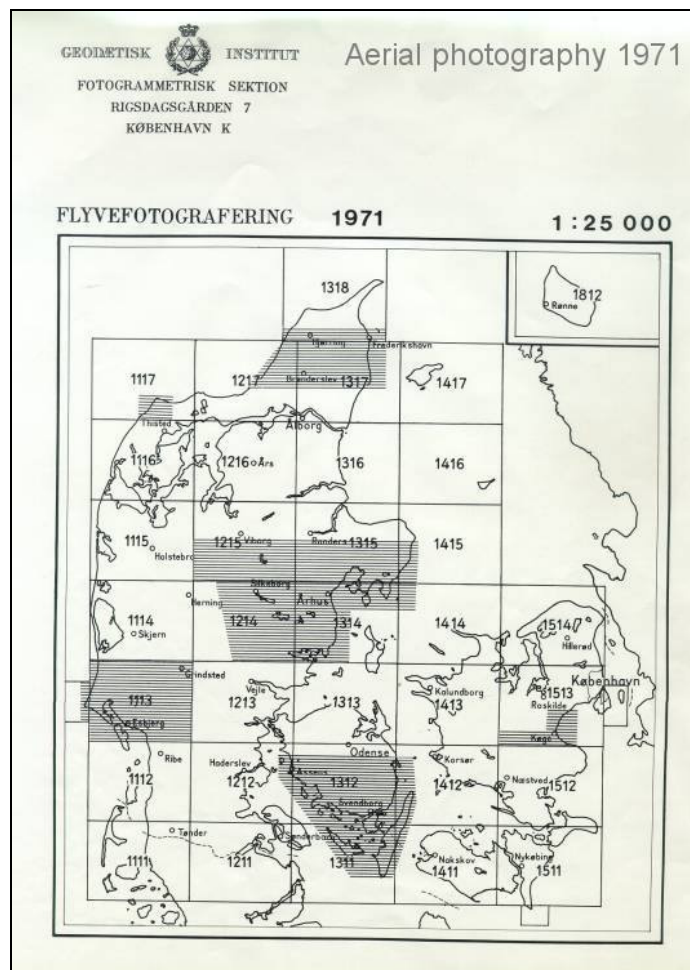
Figur 3.2: Eksempel på rutekort. Fra [Brande-Lavridsen93].

Yderligere er der for hver sæson fremstillet et oversigtskort, som med skraveringer viser hvilke områder af Danmark, der er fotograferet (se figur 3.3).

For hver eksponering forlanger KMS i øjeblikket følgende metadata fra leverandøren: Projektnummer, ruteidentifikation, billednummer, easting og northing (i UTM zone 32 WGS84), kote, dato, klokkeslæt og kameranummer. Disse metadata opsamles automatisk under flyvningen og leveres til KMS i et specielt KMS-defineret filformat,

som importeres i en MapInfofil for hvert projekt. De projektopdelte MapInfofiler samles slutteligt i én stor MapInfo-opsætning for hver fotosæson. Se KMS' metadatatprofil i bilag 2.

Brugen af MapInfo som metadatabase anses for at være midlertidig, da KMS i fremtiden ønsker at benytte en relationel database til opsamlingen af metadata.



Figur 3.3: Oversigt over KMS' flyfotos fra 1971. Fra [KMS04].

Ligesom hos COWI og BlomInfo er KMS' metadata for flyfotos ikke opstillet under hensyntagen til internationale standarder. I stedet har KMS også valgt at tage udgangspunkt i egne behov.

Søgninger i KMS' fotosamling

Søgninger i fotoarkivet foregår ved, at brugeren møder personligt op på KMS eller sender et brev med vedkommendes ønsker samt en markering af det ønskede dækningsområde på et kort. Der er i KMS en ansat, som tager sig af kundehenvendelser vedrørende flyfotos, og vedkommende står for hele arbejdsgangen fra identificering af det ønskede billede i fotoregisteret til kopiering af billedet i KMS' fotolaboratorium.

Inden brugeren henvender sig til KMS, kan vedkommende danne sig et groft overblik over, hvor og hvornår KMS' billeder er optaget, idet de ovenfor nævnte årsopdelte oversigtskort er offentliggjort på KMS' hjemmeside (se figur 3.3). Ud fra disse kort

kan brugeren afgøre, om der eksisterer billeder i KMS' arkiv, der lever op til vedkommendes krav om eksponeringssted og -tidspunkt.

Priser inklusiv moms ifølge KMS' hjemmeside:

Grundbetaling pr henvendelse: 100 kr.

Første negativ i farver: 660 kr.

Første digitale, skannede billede: 386 kr.

Købes flere end 25 billeder gives der rabat, således at for eksempel skanning nummer 101 og de efterfølgende koster 180 kroner stykket.

KMS' holdning til en metadataservice

KMS har solgt kopier af billeder fra samlingerne igennem mange år og vil sandsynligvis fortsætte i mange år endnu, da billederne anses for at være aktstykker i en offentlig forvaltning og derfor skal være offentligt tilgængelige. Derfor er KMS positivt indstillet over for at deltage i en metadataservice for flyfotos.

KMS har arbejdet med en form for internetindex over udvalgte flyfotos fra Grønland, men der er endnu ikke truffet beslutning om at etablere en service, der omfatter danske optagelser. I stedet forsøger KMS på deres hjemmeside at give generel information om billederne i flyfotoarkivet. Der findes korte beskrivelser af, hvad et fotogrammetrisk lodbillede er, hvordan det optages, hvilke formater det kan leveres på, hvad det koster og så videre.

Priserne på hjemmesiden er beregnet ud fra de faktiske omkostninger, som er forbundet med salget, og der er således ikke økonomiske tab ved salget af billeder. Brugere køber billeder for omtrent 1 million kroner hos KMS hvert år. Her er det vigtigt at påpege, at KMS har eget fotolaboratorium, hvilket sammen med ordremængden kan have indflydelse på prisen.

Der vil ikke være restriktioner på hvilke metadata, som kan offentliggøres på en metadataservice. Ligeledes gælder det, at når en kunde har købt flyfotos hos KMS, har kunden rettighed til at foretage fotogrammetriske opmålinger i billederne og videresælge de på denne måde afledte produkter.

3.1.4 SCANKORT A/S

Scankort A/S er et firma med cirka 40 ansatte, der beskæftiger sig med fotogrammetri, opmåling og GIS. Firmaet blev grundlagt i 1970 og arbejdede i perioden fra 1990 tæt sammen med LLO A/S (Landinspektørernes Luftfoto Opmåling) indtil LLO A/S blev en del af Scankort A/S i 2001. [SCANKORT04]

Nedenstående beskrivelse af Scankort A/S er baseret på et møde med Andrew Flatman, der arbejder med fotogrammetri i Scankort.

Scankorts fotosamling og produktion

Der eksponeres et femcifret antal fotogrammetriske lodbilleder om året. Dette tal er inklusiv flyvninger for organisationer som for eksempel KMS og BlomInfo, der køber alle rettigheder til billederne, og Scankort har således kun rettigheder til en del af de optagne billeder.

Det vurderes, at 95 % af billederne, som Scankort beholder rettighederne til, skannes. De resterende 5 % benyttes på små ajourføringsopgaver, hvor der stadig anvendes analytiske instrumenter, hvorfor der ikke er grund til at skanne billeder fra denne type projekter.

Scankort har digitale billeder tilbage fra 1998. En del af disse er dog lagret på såkaldte DLT-bånd, der har vist sig at have kortere levetid end forventet, idet båndene allerede efter cirka fire år kan være så nedbrudte, at de ikke kan læses. Af denne årsag er alle skanninger siden 2002 lagret på flytbare harddiske, hvilket også betyder en kraftigt reduceret adgangstid til de lagrede billeder.

Scankort har siden 1961 lagret de eksponerede film i dåser i et arkiv. Der føres en papirjournal over hvilke billeder, der er taget hvor og hvornår, og denne journal udgør nøglen til de arkiverede film.

Scankorts metadata

Scankort har filer med GPS-målte kamerakoordinater på alle billeder cirka fra år 2000. For billeder, der er orienteret ved en aerotriangulation, findes de aerotriangulerede kamerakoordinater på digital form fra begyndelsen af 1980'erne. Filerne med de aerotriangulerede kamerakoordinater er dog ikke samlet et sted, og det vil derfor kræve flere ressourcer at fremskaffe disse sammenlignet med filerne med de GPS-målte kamerakoordinater.

Det er forskelligt fra projekt til projekt, hvad der helt specifikt lagres af metadata, men almindeligvis lagres en fil med de under flyvningen automatisk indsamlede metadata. De mest almindelige metadata kan ses i bilag 2.

Søgninger i Scankorts fotosamling

Som ovenfor nævnt benytter Scankort et index til deres fotoarkiv bestående af ringbind med samtlige ruteplaner trykt på papir. Men før ringbindet med ruteplaner tages i anvendelse, forhøres som oftest en person, der har været længere tid i firmaet, om vedkommende kan erindre noget om billeder fra det ønskede område. På denne måde kan der spares tid på søgninger, der viser sig at være forgæves.

Også hos Scankort sker kundekontakten overvejende telefonisk. På nuværende tidspunkt kan Scankort levere analoge og digitale kopier, og prisen for det første billede ligger på cirka 500 kroner.

Scankorts holdning til en metadataservice

Scankort er generelt positivt indstillet over for en metaservice for flyfotos, da der vurderes at være et stort potentiale for salg af flyfotos fra arkiverne. Umiddelbart anslås potentialet at være så stort, at det kan komme på tale, at Scankort investerer nogle ressourcer i at få tilvejebragt digitale metadata for en del af de ældre billeder, som ikke på nuværende tidspunkt har digitale metadata.

Det er dog et krav, at en sådan metadataservice udformes, så det er tilpas besværligt at "malke" den for oplysninger, der kan bruges til at vurdere omfanget af Scankorts opgaver. Altså, må det gerne være nemt for brugeren at besvare spørgsmålet *Hvem har fotograferet netop dette sted?* Hvorimod det skal være besværligt at besvare spørgsmålet *Hvor har Scankort fotograferet?* Desuden vil der formodentlig være et

forbehold om, at metadata først publiceres, når billederne har nået en alder på omkring et år.

Scankorts interesse i at give brugeren en nem adgang til at søge i fotoarkivet understreges af, at Scankort i 2001 arbejdede med ideen om en internetbaseret metadataservice. Dette arbejde mundede ud i en fungerende prototype, men derefter er der ikke sket mere i sagen. Prototypen bestod af et internetbaseret kort med zoom-, panorerings- og udvælgelsesværktøjer, så brugeren kunne navigere i kortet, hvor de tilgængelige billeder var markeret med en prik i kamerakoordinaten. Et klik på en af prikkerne medførte åbning af et nyt vindue, hvor der var en skanning af billedet i lav opløsning samt nogle metadata om billedet. I dette vindue kunne brugeren ved at trykke på en knap åbne et nyt vindue, hvorfra der kunne sendes en bestilling direkte til Scankort.

3.1.5 Det Kongelige Bibliotek

Det Kongelige Bibliotek fungerer som Danmarks nationalbibliotek, og har i den egenskab som opgave at forvalte den nationale kulturarv i form af blandt andet kort og billeder. Derfor har Det Kongelige Bibliotek siden 1902 haft en særlig afdeling for kort og billeder, der i 2004 har en samling på hen ved 11 millioner enheder. Heraf findes cirka 4 millioner enheder i Luftfotosektionen.[KB04]

Den følgende beskrivelse af Luftfotosektionen under Det Kongelige Bibliotek bygger dels på et møde med forskningsbibliotekar Henrik Dupont dels på [Dupont90] og [Bjørn93], der begge handler om sektionens samlinger.

Det Kongelige Biblioteks fotosamling

Luftfotosektionens samlinger består af i alt 15 delsamlinger, der er vidt forskellige med hensyn til billedtyper, negativformater, kameratyper, indekseringssystem, arkiveringssystem og så videre. For alle delsamlingerne anvendes de oprindeligt registrerede metadata og indekseringssystemer, som er overtaget sammen med samlingerne, og ingen af disse er digitale. Der er således adskillige, meget forskelligartede indekseringsmetoder og metadataprofiler, hvorfor det at søge og finde billeder i Luftfotosektionens samlinger er kompliceret og kræver erfaring. Til at varetage disse opgaver er der ansat en medarbejder på halv tid.

Flere billeder findes både som negativ og i indtil flere papirkopier, hvorfor det er vanskeligt at afgøre præcist hvor mange unikke fotos, samlingen består af, men det anslås at være omkring tre millioner. Af hensyn til den indtægtsdækkede virksomhed er det et krav, at biblioteket sammen med billederne overtager alle rettigheder til videresalg, og således ejer Det Kongelige Bibliotek alle rettigheder til samtlige billeder i samlingen.

Luftfotosektionen kategoriserer delsamlingerne efter, om de hovedsagligt består af skråfotos eller lodfotos. Det skal bemærkes, at der godt kan forekomme billeder optaget med lodret kameraakse i en delsamling kategoriseret som skråfotos og omvendt. Fælles for alle billeder kategoriseret som lodfotos er dog, at de er optaget med metriske kameraer med fotogrammetri for øje.

De væsentligste delsamlinger betegnet som lodfotos er:

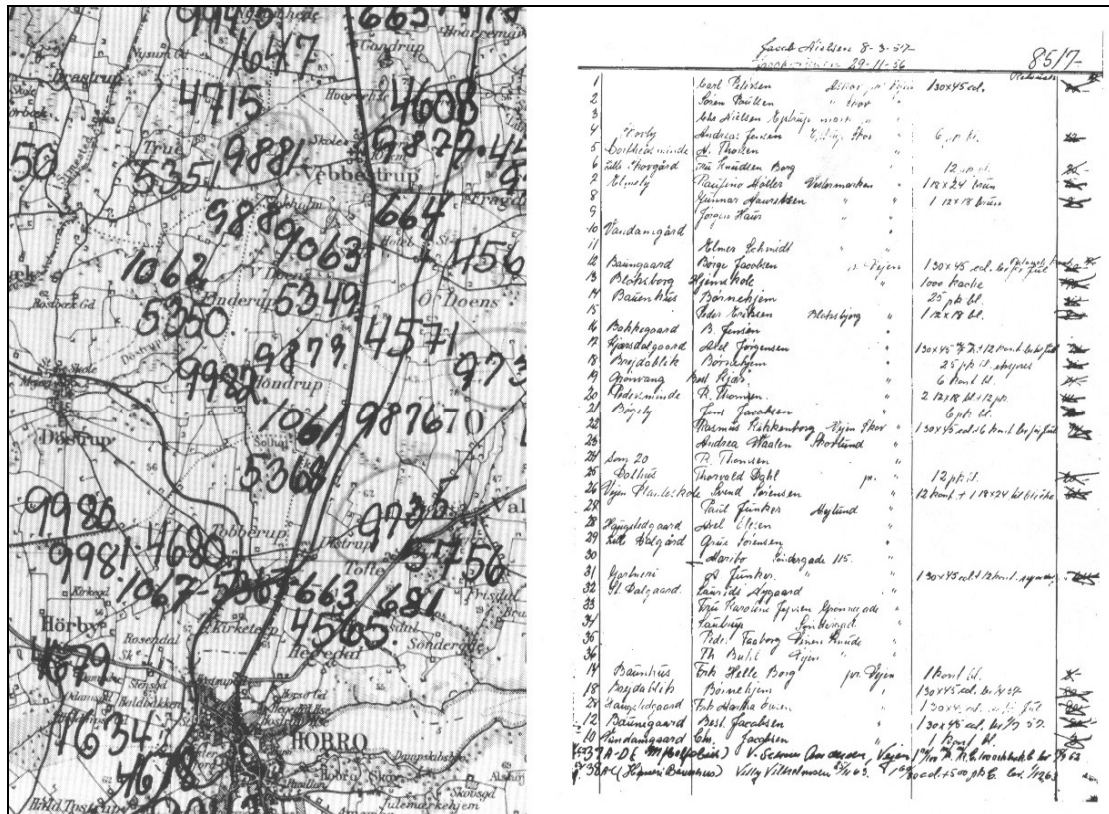
- Kampsaxsamlingen, der består af filmruller med 5-600.000 fotogrammetriske lodfotos eksponeret i perioden 1965-1992. Billederne er optaget af Kampsax A/S eller et af de tre firmaer, der inden 1992 er lagt sammen med Kampsax A/S. Billederne er indekseret efter hvilket firma, der har taget billederne, hvilket år billederne er taget, og hvilket projekt billederne er taget til. Først derefter findes oplysninger om billedernes geografiske placering. Indekset består af et ringbind fra hvert firma for hvert år. Hvert ringbind er delt op i en række projekter, og for hvert projekt er der blandt andet et topografisk kort med flyveruter og kamerastationer. Nøglen til projekterne i en sådan mappe er projektnavnet, der i en del tilfælde ikke giver den mindste information om geografisk placering. Eksempler på sådanne ikke-informative projektnavne er *Belysningsvæsnet* og *Hedeselskabet*.

Det er således en ualmindeligt tung proces at afgøre, om der eksisterer et foto i Kampsaxsamlingen fra et bestemt geografisk sted. Søgeprocessen vil være som følger: Først afgøres det, hvilken tidslig periode, der skal gennemsøges. For hvert år i den fastlagte periode skal de pågældende ringbind (ét fra hvert firma) findes frem og listen over projektnavne gennemblæses. En del af projekterne kan straks afvises som værende irrelevante på baggrund af geografisk information indeholdt i projektnavnet. For de resterende projekter bladres frem til det topografiske kort i projektdetaljerne, hvorefter det kan afgøres, om der er taget billeder i det efterspurgte område. Det Kongelige Bibliotek tager et ekstra gebyr for at foretage søgninger i denne samling.

- Flyvertaktisk Kommandos produktion af fotogrammetriske lodfotos i 1:25.000 med en landsdækkende flyvning cirka hvert tredje år i perioden 1985-1992.
- Geodætisk Instituts såkaldte historiske optagelser bestående af fotogrammetriske fotos fra perioden 1922-1939 registreret på topografiske kort i 1:40.000.

De væsentligste delsamlinger af skråfotos er:

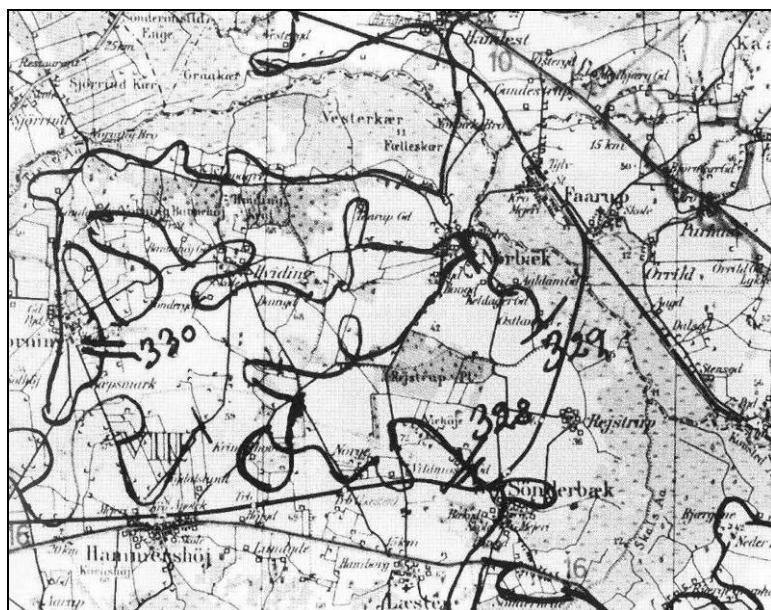
- Sylvest Jensen-samlingen, der består af cirka tre millioner skråfotos underinddelt i serier af blandt andet gårde, herregårde og byer fotograferet i perioden 1936-1989. Serierne er temmelig forskellige, hvilket også afspejler sig i de anvendte kameraer, der har negativformater fra 24x36 mm til 14x14 cm. Hver film er markeret med et nummer på et topografisk kort. Nummeret fungerer som geografisk indeks til håndskrevne protokoller, hvor der for hvert billede er anført oplysninger om det fotograferede objekts navn, eventuelt ejerens navn samt oplysninger om bestillinger af billedet (se figur 3.4).



Figur 3.4: Metadata fra Sylvest Jensen-samlingen. Til venstre ses udsnit af et oversigtskort og til højre en protokolside. Fra [Bjørn93].

- Aalborg Luftfoto-samlingen bestående af cirka 200.000 negativer og positiver af gårde, huse og landsbyer. Optaget i perioden 1938 til cirka 1965. Billedernes omtrentlige geografiske placering er registreret ved minutløst at indtegne den fløjne rute sammen med filmnummeret på topografiske oversigtskort som vist på figur 3.5. Informationer om det fotograferede objekts navn og eventuel ejer er registreret på bagsiden af positiverne, hvilket gør det noget mere besværligt at søge i Aalborg Luftfoto-samlingen i sammenligning med Sylvest Jensen-samlingen.
- Odense Luftfoto-samlingen, som består af cirka 300.000 negativer og positiver af gårde og landsbyer fotograferet i perioden 1949-1964. Registreringen er foregået ved indtegnning af det befløjne område på oversigtskort i 1:100.000, og ligesom Aalborg Luftfoto er objektnavn og ejer registreret på bagsiden af papirpositivet.

- Dansk Luftfoto-samlingen af cirka 450.000 farveoptagelser af enkeltejendomme fotograferet i perioden 1986-1992.



Figur 3.5: Oversigtskort med indtegnet rute og filmnummer. Fra [Bjørn93].

Derudover har Det Kongelige Bibliotek flere mindre samlinger af skråfotos af byer, gårde og lignende. Flere af disse har alene registreret navnet på det fotograferede objekt, hvorfor en geografisk søgning i disse samlinger kan være særdeles vanskelig.

På nuværende tidspunkt har biblioteket ingen digitale billeder i Luftfotosektionens samlinger, men det er under overvejelse, hvordan biblioteket skal håndtere denne type af data.

Det Kongelige Biblioteks metadata

I forbindelse med de ovenstående beskrivelser af delsamlinger er det forsøgt samtidig at give et indtryk af de registrerede metadata.

Som nævnt overtager biblioteket metadata til billederne uden videre forarbejdning, hvorfor der er adskillige metadataprofiler i brug. Biblioteket registrerer ikke selv metadata, da bearbejdning af eksisterende og efterregistrering af nye metadata er særdeles omkostningstungt.

Der arbejdes dog pt. på at udvikle en prototype på en internet-portal, hvor biblioteket skanner fotos fra samlingen og publicerer dem på portalen. Det er derefter meningen, at brugere af portalen skal kunne georeferere billederne og tilføje lokalhistoriske kommentarer. Prototypen vil have begrænset funktionalitet og kun dække et begrænset geografisk område, men det er bibliotekets forhåbning, at prototypen kan demonstrere, at dette er en effektiv og billig måde at registrere geografiske metadata om billederne.

Det ydermere er bibliotekets forhåbning, at det vil være muligt at skanne de mange håndskrevne protokoller og oversigtskort på en billig og effektiv måde, når skannings- og tekstgenkendelsesteknologierne bliver bedre.

Søgninger i Det Kongelige Biblioteks flyfotosamling

Brugeren giver så mange oplysninger om det ønskede motiv som muligt, hvorefter biblioteket foretager søgningen, som foregår ved manuel gennemgang af oversigtskort og protokoller. Den ansattes hukommelse og erfaring medvirker stærkt til, at dette kan foregå nogenlunde effektivt.

Der opkræves et gebyr på cirka 150 kroner per forespørgsel til arkivet. Gebyret refunderes ved efterfølgende køb af billeder, eller hvis søgningen ikke giver resultat. Prisen på et billede starter på cirka 400 kroner for en sort/hvid papirkopi i 20cm x 25cm. Der opkræves som nævnt særskilt gebyr for søgning i Kampsaxsamlingen.

Det Kongelige Biblioteks holdning til en metadataservice

Henrik Dupont er positivt indstillet over for en metadataservice for flyfotos, da han mener, at der er et stort potentiale for salg af flyfotos. Den største hindring for at folk køber flere billeder end i dag er, at de ikke er klar over, at det kan lade sig gøre.

Som eksempel på dette nævner Henrik Dupont Det Kongelige Biblioteks samarbejde med Kastrup Luftfoto (se afsnit 3.1.7). Selskabet har en række faste sælgere, og biblioteket har en aftale med firmaet således, at når sælgerne drager rundt i landet, medbringer de udover selskabets egne billeder fra området også kopier af bibliotekets billeder. På denne måde sælger biblioteket ganske mange billeder, hvilket giver Henrik Dupont anledning til at tro, at der kan sælges mange flere billeder end i dag, blot folk bliver opmærksomme på muligheden for at købe disse billeder.

Brugernes anvendelse af billeder fra Luftfotosektionens samlinger begrænser sig ikke til dekorationsformål, men varierer fra miljøundersøgelser til afgørelse af juridiske tvister. Eksempelvis har der været en forespørgsel på, om biblioteket kunne fremskaffe billeder, der kunne bevise, om en specifik flisebelægning var etableret i 1992 eller 1993.

Luftfotosektionen ekspederer cirka 1000 henvendelser om flyfotos om året, hvilket giver en årlig omsætning i nærheden af 400.000 kroner.

3.1.6 Keele University

The Aerial Reconnaissance Archives (TARA) på Keele University hører under det britiske nationalarkiv og er den eneste relevante samling uden for landets grænser, der er identificeret i forbindelse med dette projekt.

Det er forsøgt at kontakte TARA for at stille samme spørgsmål som til de danske leverandører, men henvendelserne er ikke blevet besvaret, og derfor er beskrivelsen herunder baseret på oplysninger fra TARAs hjemmeside [TARA04]. Hjemmesiden er etableret med henblik på, at brugere skal kunne foretage onlinesøgninger i TARAs arkiver, men ifølge forsiden er denne service midlertidigt nedlagt, indtil der er fundet en teknisk løsning, der kan håndtere den åbenbart overvældende interesse fra brugerne. Det ville naturligvis have været meget nyttigt at vide, hvordan TARAs service rent teknisk er bygget op, hvilke metadata, der registreres, hvor mange billeder, der er af Danmark og så videre. Visse af disse spørgsmål vil kunne besvares, når TARA igen åbner for online søgninger. Det vil under alle omstændigheder være oplagt for et eventuelt efterfølgende projekt at følge op på disse spørgsmål.

TARAs samling af flyfotos består blandt andet af 5,5 millioner billeder optaget af de allierede under anden verdenskrig. Billederne er primært optaget over de besatte lande i Vesteuropa. Formålet med optagelsen af billederne var militær rekognoscering, og der er tilsyneladende tale om både skrå- og lodfotos optaget med stereooverlap. Hvor mange af disse rekognosceringsfotos, der er optaget over Danmark, er uvist, men der er ingen tvivl om, at der rent faktisk er optaget billeder. Som eksempel på, hvordan et såkaldt *sortie plot* kan se ud, benytter TARA en mission fløjet over København (se figur 3.6). Dog er denne mission fløjet kort tid efter besættelsens ophør.



Figur 3.6: Såkaldt *sortie plot* fra fotoflyvning over København den 12. maj 1945. Fra [TARA04].

Udover de allieredes egne rekognosceringsfotos, har TARA også fået overdraget store mængder af tyske rekognosceringsfotos, som efter anden verdenskrigs ophør blev beslaglagt af de allierede. Eksistensen af disse data har været hemmeligholdt i adskillige år efter krigens ophør, da der blandt andet er store mængder billeder fra det tidligere Sovjetunionen, hvilket for NATO-landene udgjorde en værdifuld kilde til viden under den kolde krig. Iblandt de beslaglagte fotos er der muligvis også en meget interessant serie af fotos set med nutidens danske øjne. Det drejer sig om en komplet fotodækning af Danmark fløjet af tyskerne under besættelsen. Der eksisterer i dag enkelte fotomosaikkort på Det Kongelige Bibliotek, som er fremstillet af tyskerne på baggrund af billederne fra den omtalte flyvning, men man har ikke kendt filmenes skæbne, indtil luftarkæolog Lis Helles Olesen på et flyfotoseminar i maj 2004 annoncerede, at hun var blevet kontaktet af Keele University, som hævder at have samtlige filmruller i deres arkiv. Det er endnu ikke ved færdiggørelsen af dette projekt fastslået, hvorvidt dette faktisk er tilfældet.

3.1.7 Kastrup Luftfoto A/S

Den herunder følgende beskrivelse af Kastrup Luftfoto bygger på et kort møde med en ansat i firmaet.

Kastrup Luftfoto har eksisteret siden 1948 og hævder at være Danmarks største og ældste eksisterende producent af skråfotos. Produktionen foregår således, at firmaet i sæsonen har op til tre fly i luften over Danmark, og fra disse fly optages billeder af gårde, huse og virksomheder i det befløjne område. Efterfølgende får ejerne af de fotograferede bygninger besøg af en af Kastrup Luftfotos adskillige provisionslønnede repræsentanter, som tilbyder ejeren at købe kopier af det optagne billede.

Kastrup Luftfotos fotosamling og produktion

I Kastrup Luftfotos samling findes cirka to millioner negativer af gårde, huse og virksomheder optaget i perioden 1962 til i dag. Alle billeder optaget før 1962 er kasseret i forbindelse med en flytning af firmaets arkiv, hvilket betyder, at Kastrup Luftfoto må samarbejde med Det Kongelige Bibliotek for at kunne levere ældre historiske optagelser (se afsnit 3.1.5).

Kastrup Luftfotos metadata

For hvert billede findes oplysninger om ejeren af den fotograferede bygning, bygningens adresse, fotodato samt oplysninger om eventuelt salg af billeder til ejeren. Disse metadata er registreret i en digital database, der omfatter samtlige to millioner billeder i samlingen. Derudover markeres det befløjne område på et topografisk kort, hvilket kan anvendes som geografisk nøgle til samlingen.

Søgninger i Kastrup Luftfotos fotosamling

Kunder ringer til Kastrup Luftfoto med oplysninger om adressen på det ønskede motiv, hvorefter en ansat hos Kastrup Luftfoto foretager søgningen i fotosamlingen, som primært foregår ved brug af databasen og med adressen som søgekriterium.

Holdning til en metadataservice for flyfotos

Kastrup Luftfoto er meget interesserede i en internetbaseret metadataservice for flyfotos. Firmaet har overvejet selv at etablere en internetside med mulighed for at søge direkte i firmaets omfattende fotosamling, men har ikke haft tilstrækkelige ressourcer til at føre ideen ud i livet.

3.2 Brugerundersøgelse

I dette afsnit beskrives brugerne af flyfotos og deres mangeartede anvendelser af billederne. Formålet med at foretage en brugerundersøgelse er for det første, at afgøre om der eksisterer et behov, som kan retfærdiggøre opstillingen af en metadataservice, og for det andet at undersøge, hvordan en sådan service skal fungere.

Fremgangsmåden ved brugerundersøgelsen har været således, at private anvendelser af flyfotos er forsøgt belyst gennem interviews med leverandørerne af flyfotos, litteraturstudier samt enkelte samtaler med private købere af flyfotos. Dette er vurderet at være tilstrækkeligt, da undersøgelsen tyder på, at denne gruppe af brugere er forholdsvist homogen.

Det var forventet, at de professionelle anvendelser ville være mere forskelligartede, hvorfor det er forsøgt at identificere hvilke fagområder, der anvender flyfotos, idet det antages, at gruppen af brugere inden for et givet fagområde er nogenlunde homogen med hensyn til benyttelsen af flyfotos. Identificeringen er foregået ved at spørge leverandører og andre i miljøet samt ved research på internettet, i medierne og i litteraturen. Derefter er det tilstræbt at skaffe så fyldestgørende oplysninger om de enkelte fagområders brug af flyfotos som muligt.

Studierne af de professionelle brugere er hovedsagligt baseret på viden indsamlet i forbindelse med litteraturstudier, møder med udvalgte brugere og ved deltagelse i seminaret *Luftfoto – teknik, historie og anvendelse* afholdt den 13. maj 2004 af Historisk-kartografisk netværk (se eventuelt [Hiskis04]).

Den benyttede metode har den svaghed, at kun eksisterende brugere, som har tilknytning til det etablerede miljø af flyfotobrugere, som optræder i den læste litteratur eller er beskrevet med bestemte termer på internettet, er undersøgt. Dermed er der muligvis nogle typer af brugere, som ikke er repræsenteret i denne undersøgelse. Undersøgelsen repræsenterer heller ikke fremtidige brugere, som vil opstå, hvis der etableres en lettere adgang til flyfotos. Dette aspekt er kun belyst ved at spørge eksisterende brugere om deres vurdering af et eventuelt uudnyttet potentiale i de eksisterende samlinger af flyfotos. Den rent kvalitative undersøgelsesmetode betyder også, at undersøgelsen ikke egner sig til at vurdere, i hvor høj grad en metadataservice vil kunne finansieres af brugerne. Til dette formål bør der i stedet udføres mere kvantitativt orienterede analyser.

Afsnittet er inddelt, så der først gives en beskrivelse af flyfotoets anvendelser. Efter introduktionen til flyfotoets mange brugere og deres anvendelser af billederne følger beskrivelser af, hvilke data der anvendes, hvordan brugerne opfatter tilgængeligheden til disse data og til sidst en beskrivelse af, hvilke metadata brugerne efterspørger. Disse afsnit vil til dels være sammenfatninger af oplysninger allerede givet i afsnittet om anvendelser og dels introducere nye oplysninger.

3.2.1 Private anvendelser

Når private køber flyfotos, beror det ofte på fotoets konnotative betydning. Det vil sige de associationer og følelser, som fotoet kalder frem i beskueren. Billedets motiv kan for eksempel være fødehjemmet, det nuværende hjem, skolen, arbejdspladsen eller en særlig begivenhed såsom en festival eller et idrætsstævne. Typisk vil der være

tale om skråfotos, der er optaget netop til dette formål, men også lodfotos kan opfylde denne type behov.

En udmærket illustration af formålet med at købe et billede af sit hus, kan fås ved at betragte de gamle skråoptagelser af gårde og huse, som blev solgt i tusindvis i midten af forrige århundrede. I den periode producerede fotofirmaerne ikke blot smukke sort/hvide billeder, men tilbød også håndkolorering af sort/hvid-forstørrelserne. Det endelige produkt kan måske bedst beskrives som en slags erstatning for et maleri, idet der udover farvelægning også kunne udføres omfattende retouchering under håndkoloreringen. Retoucheringen kunne fjerne mødding, vasketøj, skrammelbunker og lignende, og samtidig kunne man tilføje flaget på flagstangen og måske nogle blomster, der egentlig ikke blomstrede på optagetidspunktet. Dermed kunne billedet gøres mere egnet til ophængning i den pæne stue [Bjørn93]. I dag benyttes farvefilm, og der er derfor ikke behov for håndkoloreringen, men den grundlæggende betydning af denne type af fotos har ikke ændret sig: Det er underordnet, om billedet repræsenterer sandheden, det er følelserne, der vækkes i beskueren, som er formålet.

En del af de nedenfor beskrevne professionelle anvendelser af flyfotos drejer sig om at benytte flyfotoet til effektiv kommunikation med mennesker, der måske ikke er vant til at se på topografiske kort og derfor kan have fordel af at se informationerne formidlet på baggrund af et foto. På denne måde vil den privatpersoner i visse tilfælde være målgruppen for nogle af de professionelle anvendelser.

3.2.2 Professionelle anvendelser

De professionelle anvendelser forekommer blandt offentlige myndigheder, private firmaer og forskere inden for en lang række af fagområder. I forbindelse med dette projekt er der konstateret brug af flyfotos inden for følgende faggrene (Bemærk, at visse kategorier er meget brede. Kategorien *historie* dækker eksempelvis over kulturhistorie, landbohistorie, lokalhistorie og samfundshistorie):

- Agronomi
- Arkitektur
- Arkæologi
- Biologi
- Byplanlægning
- Ejendomsmægling
- Byggebranchen
- Forstbranchen
- Geografi
- Geologi
- Historie
- Journalistik
- Jura
- Kartografi
- Miljø
- Sikkerhed
- Turistbranchen

Selvom fagområderne er forskellige, og formålet med deres anvendelse af flyfotos kan være forskellige, er der dog så mange fælles træk i anvendelsen, at det forekommer naturligt at tage udgangspunkt heri frem for at beskrive hver eneste fagområdes brug af flyfotos. For hver anvendelse er dog givet nogle få eksempler for at tydeliggøre hvad, der menes. Bemærk i øvrigt, at anvendelserne overlapper hinanden, eksempelvis bygger langt de fleste anvendelser på tolkning i en eller anden grad.

Tolkning

En af flyfotoets mest attraktive egenskaber er, at det er bærer af utolket information, men for at kunne udnytte de store mængder latent information er det nødvendigt at tolke billedet. Helt centralt for de professionelle anvendelser af flyfotos ligger derfor tolkningen af de informationer, som fotoene indeholder, og følgelig bygger alle de herunder beskrevne anvendelser i større eller mindre grad på tolkning. Det er dog forskelligt fra anvendelse til anvendelse, hvor stor specialviden det kræver at foretage tolkningen. Eksempelvis vil de fleste danskere være i stand til med stor sikkerhed at genkende et hus på et skråfoto optaget fra lav højde, hvorimod det kræver en del træning at udpege overpløjede gravhøje i lodfotos optaget fra stor højde.

Opmåling

En af de klassiske anvendelser af flyfotoet er opmåling. Store områder kan med brug af fotogrammetri opmåles fra skrivebordet, hvilket kan være både hurtigere og billigere end at foretage opmålingen i felten. Fotogrammetrisk måling i flyfotos benyttes i stort omfang til produktion af topografiske og geologiske kort, og det er da også denne anvendelse, der er årsag til en meget stor del af de fotogrammetriske lodfotos, der optages hvert år. Som nævnt benyttes primært lodbilleder, men også skråbilleder optaget med metriske kameraer og passende overlap anvendes i sjældne tilfælde eksempelvis til geologisk beskrivelse af blottede profiler ved klinger.

Flyfotos udnyttes også til mere grove opmålingsopgaver, hvor nøjagtighedskravene er lavere end ved fotogrammetriske opmåling. Disse målinger foretages derfor enten direkte i monoskopiske positiver, i oprettede monoskopiske billeder eller i mosaikker af ortoprettede fotos. Et eksempel på en sådan grov opmåling er bestemmelse af længder af levende hegn i forbindelse med en landskabsanalyse.

Klassifikation

Flyfotos anvendes til løsning af en række klassifikationsproblemer såsom klassifikation af naturtyper, afgrødetyper, bedriftstyper, bygningstyper og så videre. Der kræves blot, at forekomster af de forskellige klasser kan skelnes på flyfotos. Ofte forekommer der klassifikation af de opmålte objekter i forbindelse med fremstilling af kort.

Rekognoscering

I flere sammenhænge benyttes gennemgang af en række flyfotos med det formål at opdage hidtil ukendte forekomster af det, der søges.

Inden for den såkaldte flyfotoarkæologi bruges flyfotos til opdagelse af arkæologiske forekomster, idet der ledes efter tre typer af spor i fotoene: De såkaldte reliefspor, som består af ujævnheder i jordoverfladen efter bygningsanlæg. Vegetationsspor, som skyldes variationer i vegetationens udseende afhængig af beskaffenheden af jordlag, der ikke umiddelbart er synlige fra luften (se figur 3.7). Endelig kan arkæologiske forekomster spores på grund af forskelle i jordfarve, der igen kan skyldes forskelle i de underliggende lag. Denne form for mønsteropdagelse foretages både i lodfotos (fra stor højde er det ting som jordfarvning efter gravhøje og lignende større objekter, der kan opdares) og i skråfotos.



Figur 3.7: Luftarkæologi. Flere cirkulære strukturer ses tydeligt i vegetationen.

Et eksempel på større rekognosceringsprojekt inden for miljøområdet er registreringen af potentielle forurenede grunde i Fyns Amt. Her har man indledningsvist forsøgt at identificere særligt forurenende virksomheder ved brug af telefonbøger og lokalhistoriske kilder, men disse kilder er langt fra tilstrækkelige til at kunne afgøre, om der rent faktisk er foregået forurenende virksomhed og i hvilket omfang. For eksempel var en købmandsforretning i midten af forrige århundrede en potentielt forurenende virksomhed, idet nogle købmandsforretninger havde benzinstandere i tilknytning til butikken. Men de ovennævnte kilder kan ikke afsløre, hvorvidt den enkelte forretning har haft benzinstandere, for slet ikke at tale om hvor på grunden standerne i så fald har stået. Da det ville være et meget dyrt projekt at udtage prøver på samtlige grunde, hvor der har ligget købmandsforretninger, benyttes i stedet skråfotos af købmandsforretningerne fra Det Kongelige Biblioteks samlinger. Ved at gennemgå disse billeder kan det hurtigt afgøres, om en given købmandsforretning havde benzinstandere, og hvor på forretningens grund disse var placeret. Derefter kan der foretages målrettet prøvetagning.

Dokumentation og bevisførelse

På grund af flyfotoets (sædvanligvis) objektive og letfattelige afbildning af et område til et ofte ganske veldefineret tidspunkt er det oplagt at anvende det til dokumentation og bevisførelse.

I forbindelse med fredningssager er det ikke ualmindeligt, at det fredningen er formuleret, så området skal ”bevares i dets nuværende tilstand”, og i det tilfælde er det meget nyttigt at have mulighed for at se fotos af områdets faktiske tilstand på fredningstidspunktet.

Juridiske tvister kan til tider afgøres alene på baggrund af flyfotos. Blandt andet i de tilfælde hvor striden drejer sig om objekter, som ikke eksisterer længere, og som kunne ses fra luften, da de eksisterede. I nogle tilfælde optages alene flyfotos med det

formål, at de skal kunne anvendes som dokumentation eller bevis ved en eventuel retssag. Dette forekommer for eksempel i forbindelse med byggeprojekter, hvor entreprenøren kan binde sig kontraktlig til løbende at levere dokumentation af bygherrens tilstand til bygherren i form af flyfotos.

Overvågning

Ved brug af flyfotos fra regelmæssige overflyvninger kan udviklingen på særlige interesseområder overvåges. Eksempelvis kan landmænds overholdelse af dyrkningsgrænser i forbindelse med fredede områder nemmere overvåges ved brug af flyfotos end ved feltarbejde.

Ændringsanalyser

Hvis der haves flyfotos optaget på forskellige tidspunkter af det samme geografiske område, er det oplagt at benytte disse til temporale analyser. Ved at sammenligne resultater opnået ved rekognoscering, opmåling eller klassifikation i billeder fra forskellige tidsrum kan der skaffes dokumentation for den tidlige udvikling inden for det undersøgte.

Temporale analyser ved brug af flyfotos er selvfølgelig kun nyttige ved undersøgelse af fænomener, som ændrer sig med en hastighed, der er så hurtig, at der rent faktisk forekommer ændringer inden for det tidsrum, hvor der findes fotografier. Hvis formålet med undersøgelsen er at beskrive selve ændringsforløbet, skal ændringshastigheden desuden være tilstrækkeligt langsom, så der findes flere flyfotos undervejs i forløbet. Visse geologiske ændringer sker eksempelvis så langsomt, at det er meningsløst at forsøge at studere ændringerne ved brug af flyfotos. Andre geologiske ændringer sker til gengæld så hurtigt, at der ikke optages flyfotos med tilstrækkeligt høj frekvens. For eksempel stiller ændringsanalyser af de danske kyststrækninger forskellige krav til fotofrekvensen afhængigt af, hvor dynamisk kysten opfører sig. En del af strækningerne ændrer sig så langsomt, at det er nok at have flyfotos med fem-ti års mellemrum, mens andre strækninger ændrer sig så hurtigt, at der er behov for billeder med mindre end et års mellemrum.

Også inden for miljøområdet benyttes flyfotos til ændringsanalyser, for eksempel som på figur 3.8 i forbindelse med opfyldning af grusgrave. Her identificerer en indledende rekognoscering grusgrave i ældre flyfotos, og en efterfølgende ændringsanalyse viser, om grusgravene senere er blevet fyldt op.

Nielsen **Indland** 1. sektion · Mandag den 2. februar 2004

Flyfoto afslører glemte lossepladser

En metode, der sammenligner digitaliserede flyfoto fra mange årtier, påviser et stort antal opfyldninger og affaldsdepoter i landskabet. Geologer skønner, at der i hele landet findes op mod 100.000 opfyldte markhuller og råstofgrave. Nogle indeholder miljøfarligt affald.

MILJØ
Af THOMAS BJERG

■ Titusinder af grusgrave, mergelhuller, ler- og tørvgrave, ja selv naturlige lavninger er fyldt op. Langt de fleste med uskadeligt byggeaffald, overskudsjord, sten eller gammel dagrenovation. Men nogle steder har industrivirksomheder i 1950'erne, 60'erne og 70'erne læsset kemikalier og produktionsaffald ned i huller, som efterfølgende er dækket til med jord.

Antallet af opfyldninger og uregistrerede lossepladser er meget stort, viser undersøgelser, som konsulentfirmaet Ejlskov Consult har udført for Vejdirektoratet, Københavns Energi og Sønderjyllands Amt.

Ved at sammenligne indscannede flyfotos, optaget med årtiers mellemrum tilbage til 1945, finder geologerne grusgrave, vandhuller og mængdegrave, hvor landmænd i årtier har hentet kalkholdigt ler til at sprede ud på markerne. På senere fotografier er hullerne fyldt op.

«Vi finder i gennemsnit tre opfyldte huller og arealer per kvadratkilometer. Flest tæt på byerne, hvor der er gravet efter ler, grus og tørv, og hvor lokalsamfundet er kommet af med sit affald. Ser man på hele Danmarks areal (43.094 km², rød), bliver antallet svimlende. Jeg gætter på op mod 100.000 opfyldninger,» siger Palle Ejlskov, geolog og direktør i Ejlskov Consult.

Forurening

Det er alt fra opfyldte huller på størrelse med et parcelhus til opfyldte råstofgrave med arealer på flere fodboldbaner. Indimellem har opfyldningerne lossepladse karakter med kemikalier og industriaffald.

Det bekræfter undersøgelser fra Storstrøms Amt. I 19 tilfældigt udvalgte mængdegrave fandt antet tjærestoffer og pesticidrester, men dog ikke i alarmerende mængder. Derudover har antet opsporet ti mængdegrave, hvor et garveri sandsynligvis har dumpet tungmetallholdigt affald og kløretede opløsningsmidler. De tre, der truer grundvandet mest, vil antet undersøge i år.

Amtet har også spurgt et mindre antal landmænd, om de har skaffet sig af med pesticider i deres mængdegrave. Fire ud af ti svarede ja anonymt, fremgår det af en

1999 - Øst for Herning afslørede flyfoto'ene 11 ukendte fyld- og lossepladser langs den 12 kilometer lange linjeføring til den kommende motorvej mellem Herning og Vejle. Den største losseplads er på 16.000 kvadratmeter - eller tre internationale fodboldbaner.

Quist, miljøkoordinator i Vejdirektoratets anlægsafdeling.

«Vi støder som regel på en til to fyld- eller lossepladser per kvadratkilometer, som kommer til at betyde anlægsarbejderne. Hvis vi i forvejen ved, at der ligger en losseplads, kan vi tage højde for det i linjeføringen og udbuds materialet. Desuden får vi bedre tid til at sortere og genbruge en stor del af affaldet. Dermed bliver det billigere,» siger Michael Quist.

Han giver en etape af den kommende motorvej mellem Herning og Vejle som eksempel. Øst for Herning afslørede flyfotoene 11 ukendte fyld- og lossepladser langs den 12 kilometer lange linjeføring. Den største losseplads er på 16.000 kvadratmeter - eller tre internationale fodboldbaner.

Trussel mod grundvand

Andre steder får hensyn til grundvand amter og vandforsyninger til at ty til metoden. På et 40 kvadratkilometer areal nord for Frederikssund fandt Ejlskov Consult 320 opfyldte huller og lossepladser for Københavns Energi, der planlægger nye drikkevandsboringer.

Sønderjyllands Amt har fået undersøgt et areal på 50 kvadratkilometer ved Rødekro, hvor der har været gævet intensivt efter grus. Areal er et vigtigt og sårbart grundvandsområde, og her dukkede 204 opfyldte arealer frem.

«Vi har på forhånd kendskab til en hel del råstofgrave og fyld- og lossepladser, men den systematiske kortlægning med luftfotos viser, at der findes yderligere et antal opfyldninger,» siger geolog Niels Just fra amtets grundvandsafdeling.

Amtet forventer ikke, at alle de fundne opfyldninger vil forurene omgivelserne.

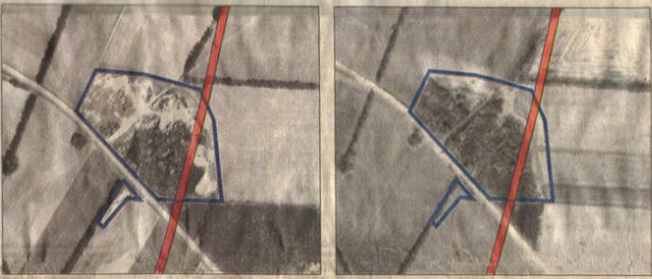
«Omvendt må vi forvente, at der i et antal tilfælde vil være deponeret affald, der kan udgøre et problem i forhold til grundvandet. Opgaven er at finde frem til disse opfyldninger, og der regner vi med størst risiko ved huller, der er fyldt op i 60'erne og begyndelsen af 70'erne. Den gang kom der for alvor gang i industrisamfundet med produktion af kemikalieaffald, og Kommunekemi var endnu ikke begyndt at modtage og destruere affald,» siger Niels Just.

Han mener, at flyfotoene kan spare samfundet for mange penge, fordi det bliver muligt at tage højde for de mange opfyldninger, når myndigheder og private planlægger nye vandværksboringer, boligområder og vejprojekter.

indland@jp.dk



Copyright: COWI



1954 - Samme område fotografieret i 1954. Foto: COWI

1969 - Og sådan så området ud i 1969. Foto: COWI

«Vi finder i gennemsnit tre opfyldte huller og arealer per kvadratkilometer. Flest tæt på byerne, hvor der er gravet efter ler, grus og tørv, og hvor lokalsamfundet er kommet af med sit affald. Ser man på hele Danmarks areal bliver antallet svimlende. Jeg gætter på op mod 100.000 opfyldninger»

Palle Ejlskov, geolog og direktør i Ejlskov Consult

forskningsartikel i tidsskriftet Jord og Vand.

Dyrere motorveje

Også Vejdirektoratet støder på mange fyld- og lossepladser, når det anlægger motorveje. Det forsinket og fordyrer vejene, og derfor leder Vejdirektoratet konsulentfirmaet finde de fyldte råstofgrave. Dem er der mange af, forklarer Michael

Figur 3.8: Artikel fra Jyllands-Posten, 2/2-2004, 1. sektion side 2

Præsentation

Det gode og letfattelige overblik, som et flyfoto kan give, udnyttes af mange til at give præsentationer.

Flyfotos benyttes i vid udstrækning som baggrund til informationer, der kræver, at beskueren kan fastlægge informationernes geografiske placering. Den største udbredelse findes nok inden for ortofotos, da de uden videre kan vises sammen med kortdata. Dette udnyttes til baggrund for visning af administrative data på adskillige amtsslige og kommunale hjemmesider.

Skråfotos med påtegnede informationer benyttes for eksempel ved præsentation af lokalplaner (figur 3.9), byggeprojekter og lignende.



Figur 3.9: Skråfoto med påtegninger, som giver beskueren overblik over et område. [Fra 'Forslag til lokalplan "Golfbane på Kalvebod Fæled", Københavns Kommune, 2004']

I andre tilfælde udgør billedet i sig selv præsentation af en information. Det ses hos ejendomsmæglere, som får taget skråfotos af særligt attraktive boliger i særligt attraktive omgivelser. Billedet er i det tilfælde en præsentation af huset og dets omgivelser.

Planlægning

I forbindelse med planlægning anvendes flyfotos til at give informationer, som enten ikke findes andre steder eller som er lettest tilgængelige i fotos. Politiet benytter sig eksempelvis af flyfotos til planlægning af beredskab og indsats ved store begivenheder. Brandvæsenet bruger de samme fotos til at danne sig et indtryk af en brændende bygnings beskaffenhed og adgangsveje.

Inden for naturpleje kan det være en stor fordel under planlægningen på kontoret at kunne betragte det aktuelle område i et spejlstereoskop og dermed få en tredimensionel opfattelse af vegetation og højdeforhold.

3.2.3 Fremtidige anvendelser

Det er naturligvis ikke muligt nøjagtigt at forudsige de fremtidige anvendelser af flyfotos, men i dette afsnit omtales alligevel nogle mulige konsekvenser af den stigende brug af computere til dataanalyse.

Øget databehandlingskapacitet i form af større båndbredde på internetforbindelser, større lagerkapacitet og øget regnekraft vil formodentlig gøre det mere attraktivt at anvende rådata direkte og foretage databehandlingen lokalt frem for at anvende præprocesserede produkter. I forbindelse med flyfotos kan direkte adgang til en digital kopi af det originale billede samt dets orienteringsparametre give en masse nye muligheder. Med den rette software (og supplerende data) vil brugeren nu kunne benytte sig af ortofotos, fotorealistiske 3D-modeller og så videre alt afhængigt af opgave og behov. Måske anvendes flyfotos fra én leverandør, højdemodel fra en anden og processeringsservice fra en tredje.

Det er interessant at betragte udviklingen inden for kartografiske geodata, idet fotografiske geodata muligvis vil gennemgå samme udvikling, hvor de nye muligheder for dataprocessering giver større behov for adgang til rådata. Udviklingen er altså gået fra præprocesserede produkter med meget lille brugerindflydelse (for eksempel traditionelle papirkort), over services med en række prædefinerede kortopsætninger (WMS) til services, der tilbyder fuld brugerkontrol over rå vektordata (WFS). Hvis denne sammenligning er gyldig, kan man således forvente, at behovet for adgang til de oprindelige flyfotos vil stige, idet brugerne ønsker selv at kunne kontrollere databehandlingen.

Stereo Analyst for ArcGIS fra Leica Geosystems er et eksempel på, at dette allerede er teknisk muligt. Produktet integrerer digital fotogrammetrisk databehandling med et meget udbredt GIS, således at en GIS-operatør ved brug af orienterede flyfotos kan betragte billederne stereoskopisk og foretage målinger i tre dimensioner [Leica04]. Dette skal sammenlignes med at tolkning og registrering i GIS normalt foregår på baggrund af ortofotos.

3.2.4 Data

I dette afsnit omtales de forhold omkring de anvendte flyfotos, som brugerne anser for at være væsentlige for deres anvendelse af flyfotos. Afsnittet kan således også betragtes som en introduktion til, hvad brugerne opfatter som de væsentligste metadata.

Produkttyper af lod- og skråfotos

Idet formålet med at optage skråfotos ofte er fotoet i sig selv snarere end et afledt produkt, benyttes skråfotos ofte i deres oprindelige form.

Brugerne, som har været kontaktet i forbindelse med dette projekt, har samlet set benyttet sig af følgende forskellige typer af data baseret på lodfotos:

- Uoprettede monoskopiske fotos

Som oftest betragtes billederne monoskopisk, da denne metode ikke kræver særligt udstyr, særlige data eller særlige stereoskopiske evner, og da metoden til mange anvendelser er fuldt ud tilstrækkelig. I analoge kopier foregår betragtningen eventuelt med brug af en lup, hvis der er brug for at kunne skelne små detaljer, hvor der i digitale kopier benyttes billedsoftware til at forstørre udvalgte dele af billedet. Er interesseområdet fotograferet med stereodækning kan en total dækning af monoskopiske fotos fås ved at udvælge hvert andet foto.

- Stereodækning

Skal billederne betragtes stereoskopisk må der anvendes stereopar. Adskillige brugere benytter spejlstereoskoper til rumlig betragtning, mens fotogrammetrisk opmåling i avancerede, digitale instrumenter kun foretages af meget få brugere. I dette projekt er der kun registreret brug af sådanne hos de fotogrammetriske producenter og hos Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.

- Oprettede monoskopiske fotos

Nogle brugere foretager selv en simpel opretning af monoskopiske billeder ved brug af digital billedbehandling. Disse kan anvendes til opmåling med begrænsede krav til

nøjagtigheden eller til præsentation af informationer, der blot kræver et nogenlunde målfast billede.

- **Ortofotos**

Langt den største del af lodfotoene er optaget med metriske kameraer til fotogrammetriske formål og kan derfor bearbejdes til forskellige afledte produkter, der stadig har fotografisk karakter. Digitale ortofotos er et meget populært produkt, da de er meget nemme at arbejde med i et GIS. Ortofotoene kan umiddelbart anvendes som kortbaggrund, og da det stadig er et fotografisk produkt, kan det benyttes til at foretage visse typer af tolkninger, målinger, dokumentation og planlægning. Det kan lade sig gøre, at betragte ortofotos stereoskopisk, såfremt der fremstilles en særlig ortofoto-stereopartner, men dette produkt har så vidt vides ikke været tilbudt i Danmark i en længere årrække. Derimod er det blevet almindeligt at anvende et digitalt ortofoto til at give en tredimensionel, digital overflademodel et fotorealistisk udseende.

Selvom ortofotos ikke kan siges at være et flyfoto, er det alligevel relevant for undersøgelsen, da det er et produkt, der til mange anvendelser foretrækkes frem for flyfotos, og som dermed kan have indflydelse på behovet for at øge tilgængeligheden til flyfotos.

Geografisk placering

Billedets nøjagtige geografiske dækningsområde er for de fleste brugere det primære udvælgelseskriterium, idet der typisk arbejdes inden for et afgrænset geografisk område. Det kan være et forskningsområde, en offentlig myndigheds geografiske ansvarsområde, en bedrift eller på anden måde et geografisk område, der har særlig interesse for brugeren. Hvis ikke fotoet er fra dette område, er det uinteressant.

Tidslig placering

Det er for mange anvendelser vigtigt at kunne tidsfæste optagelsen med så stor nøjagtighed som muligt.

Det kan være en væsentlig kvalitet, at billedet har en vis alder. Dette gælder naturligvis i forbindelse med historiske undersøgelser, juridiske tvister og lignende. Sammen med den geografiske placering er dette ofte en helt afgørende kvalitet ved arkiverede fotos.

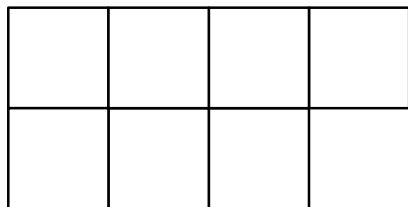
Ligesom det kan være en kvalitet at billederne er af ældre dato, kan det også være en kvalitet, at billederne er så nye som muligt. Aktualitet er selvfølgelig væsentlig i forbindelse med ajourføring af kort, overvågning af nuværende forhold og lignende.

Serier af billeder

Hvor de private brugere af flyfotos tit kun investerer i et enkelt skilderi, har de professionelle brugere meget ofte brug for mere end ét foto for at opnå det ønskede resultat. Afhængigt af anvendelsen kan der være brug for geografiske serier, tidslige serier eller en kombination af geografiske og tidslige serier.

- **Geografiske serier**

En geografisk serie består af fotos, der tilsammen dækker et geografisk område (se figur 3.10). Offentlige myndigheder vil eksempelvis gerne have en total dækning af deres område, som de så kan anvende til mange forskellige formål. Ligeledes har mange forskningsprojekter et interesseområde, som ønskes dækket.



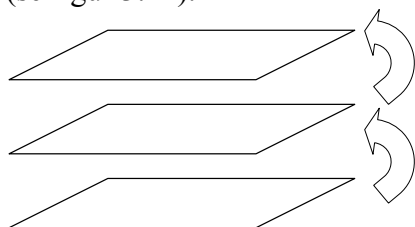
Figur 3.10: Geografisk serie

For lodfotos vil en geografisk serie teoretisk set kunne dække samtlige punkter i interesseområdet, enten som enkeltdekning, hvor hvert punkt er afbildet i mindst et billede, eller som stereodækning, hvor hvert punkt er dækket af mindst to billeder.

Også for skråfotos kan en geografisk serie dække samtlige punkter i interesseområdet, hvilket eksempelvis gør sig gældende for COWIs serie af skråfotos af København. Dette er dog undtagelsen snarere end reglen, da det er sjældent, at der foretages skråfotografering med det formål at dække alle punkter. I stedet kan en geografisk serie af skråfotos for eksempel bestå af fotos af samtlige større gårde i interesseområdet. Der er således ikke tale om dækning af alle punkter i interesseområdet, men en mere eller mindre komplet dækning af forekomster af en objekttype i området

- Tidsserier

En tidsserie består af billeder optaget det samme sted, men til forskellige tidspunkter (se figur 3.11).

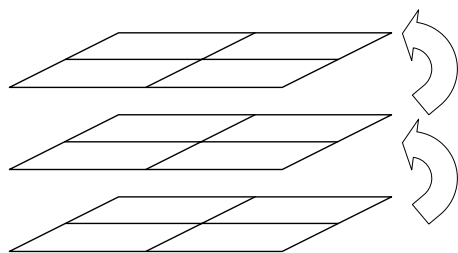


Figur 3.11: Tidsserie

Tidsserier er naturligvis forudsætningen for at kunne udføre ændringsanalyser. Den tidslige afstand mellem billederne afhænger af anvendelsen og kan variere fra nogle få dage til adskillige år.

- Tidsserie af geografiske serier

En tidsserie af geografiske serier består af flere tidsligt adskilte geografiske serier fra det samme geografiske område (se figur 3.12). En tidsserie af geografiske serier benyttes, når der skal udføres en ændringsanalyse i et område, som ikke kan dækkes af et enkelt foto.



Figur 3.12: Tidsserie af geografiske serier

Målestok

Da formålet med at benytte et flyfoto som oftest er at foretage en eller anden form for tolkning, er billedets målestok en ganske væsentlig kvalitetsparameter, idet den er afgørende for, om de ønskede detaljer kan ses i billedet.

For skråfotos, hvor målestokken varierer voldsomt henover billedet, er det målestokken ved interesseobjektet, som er afgørende for billedets anvendelighed.

3.2.5 Metadata

Når brugerne spørges direkte om, hvilke metadata de selv mener at have brug for, nævner de fleste kun nogle ganske få elementer, der i øvrigt alle er opdagelsesmetadata. Det er formodentlig også disse elementer, som brugeren oplyser til leverandøren for at få det rette billede, men inden da har brugeren bevidst eller ubevidst gjort sig nogle overvejelser om, hvilke typer billeder, som vedkommende kan bruge, og ud fra disse overvejelser har brugeren kontaktet en eller flere leverandører. Ved den første kontakt til leverandøren vil brugeren typisk oplyse, hvad fotoet skal anvendes til, og den ansatte hos leverandøren kan ud fra disse oplysninger selv slutte sig til en række metadata.

De metadataelementer, som de fleste brugere nævner, er som nævnt få, simple og meget ens på tværs af brugsformål:

- Sted
- Tid
- Målestok (for lodfotos)

Som det ses, er der tale om meget beskedne krav. En enkelt adspurgt bruger, der benytter flyfotos, til fotogrammetrisk udtegnings af kort til geologiske formål, har dog mere specifikke ønsker til metadata. Tid, sted og målestok er stadig primære, men derudover ønsker vedkommende oplysninger, der kan give et fingerpeg om hvilke omkostninger, der vil være forbundet med at benytte billederne til opgaven:

- Paspunktsgrundlag
- Tilgængelige orienteringsparametre
- Dataformat

Dog må det som tidligere nævnt forventes, at der er brug for yderligere en række metadata, som på nuværende tidspunkt ligger implicit i brugernes valg af leverandør, eller som kun anvendes af leverandøren, og som derfor ikke falder brugeren ind at nævne.

3.2.6 Tilgængelighed

I forbindelse med undersøgelsen er brugerne blevet bedt om deres vurdering af tilgængeligheden til flyfotos. Her er den generelle opfattelse blandt de adspurgte brugere, at det er meget besværligt at finde flyfotos.

Forvirringen blandt de lejlighedsvis brugere af flyfotos er total. Der tales om flyfotos, luftfotos og ortofotos og ind imellem rodes begreberne oven i købet sammen (jævnfør også servicen *kortals* brug af ordet luftfoto. Se afsnit 3.4). At flere af de fotogrammetriske leverandører oplever at få henvendelser fra kunder, der ønsker et billede med egenskaber, der er typiske for skråfotos, viser blot, at brugerne er på herrens mark med hensyn til at opsøge relevante leverandører.

Selv ganske erfarne flyfotofolk går så vidt som til at kalde det en pine at støve billeder op. En af de kontaktede brugere benytter sig blandt andet af et reklametryk fra Geoplan udgivet i 1974. Reklametrykket indeholder et danmarkskort i A4-format med skraveringer af områder, som Geoplan har fotograferet, og dette benyttes til at afgøre, om der er chancer for, at der er relevante fotos fra før 1974 i Kampsax's Geoplansamling. Generelt benytter brugerne sig af faglige og personlige netværk samt internettet til at identificere potentielle leverandører.

Et indirekte tegn på tilgængeligheden er, at flere af de brugere, der er kontaktet i forbindelse med projektet, har haft glæde af samtalen på den måde, at de under samtalen har fået viden om relevante samlinger, de tidligere ikke anede eksisterede. Selv Kort og Matrikelstyrelsens årsoversigter (se figur 3.3) er ikke kendt af alle, som arbejder professionelt med lodfotos.

En anden generel opfattelse blandt brugerne er, at en øget tilgængelighed vil medføre større brug af flyfotos. Dette synspunkt blev også fremført flere gange ved Historisk-kartografisk netværks flyfotoseminar (se eventuelt [Hiskis04]).

3.3 Metadata

3.3.1 Hvilke metadata er der behov for

I dette afsnit kombineres brugernes udmelding med den øvrige viden opnået gennem projektet til en mere omfattende liste over metadata, som en datasøgende bruger kan have brug for. Det er forsøgt at tage højde for de faktiske forhold hos producenterne af flyfotos, således at brugeren opnår sin viden om flyfotoet gennem metadataelementer, der allerede bliver registreret, eller som producenterne har en realistisk mulighed for at registrere. Der er ved opstillingen af metadataelementerne søgt inspiration i en række eksisterende standarder og tekniske dokumenter omhandlende metadata for flyfotos (se [Fadaie00], [FGDC02], [ISO19115-2], [ISO19129] og [Bøvith00]).

En komplet beskrivelse af nødvendige metadata vil være meget omfattende, idet en sådan ville indeholde elementer såsom telefonnummer til leverandør, oprettelsesdato for metadata, priser og så videre. Disse er alle vigtige metadata, men de er udførligt beskrevet i adskillige metadatastandarder og betragtes derfor som værende trivielle i denne sammenhæng. I stedet vil afsnittet være koncentreret om metadata, der er særlig vigtig for flyfotos.

Det er forsøgt at inddele elementerne i opdagelses-, udforsknings- og udnyttelsesmetadata, da denne inddeling til en vis grad afspejler vigtigheden af elementerne. Samtidig kan inddelingen også ses som en rangering af elementerne efter stigende kompleksitet, og dermed til en vis grad også stigende ressourceforbrug ved eventuel implementering, drift og vedligehold af såvel service som metadata.

Overgangen mellem inddelingerne er forholdsvis flydende, og det vil også kunne diskuteres, om et element hører hjemme under den ene eller anden inddeling. For en del elementer, der ligger mellem udforsknings- og udnyttelsesmetadata, er det valgt at placere et element i udforskningsmetadata, der fortæller, at det andet element eksisterer i udnyttelsesmetadata. Naturligvis vil dette betyde redundant information, hvis brugeren har adgang til både udforsknings- og udnyttelsesmetadata, men i det tilfælde hvor brugeren ikke har direkte adgang til de relevante udnyttelsesmetadata, kan det være en vigtig information, at de eksisterer andetsteds.

En samlet oversigt over nedenstående metadataelementer kan ses i bilag 3.

Opdagelsesmetadata

Det minimum af metadata, som er nødvendige for, at brugeren kan blive klar over fotoets helt grundlæggende egenskaber, består af en kombination af følgende elementer, der primært omhandler sted, tid, målestok samt muligheden for at skelne skråfotos og lodfotos.

- Identifikation
 - Unik id

 - Projekt id
 - Rute id
 - Station id

 - Filmrulle id
 - Fotonummer

Identifikation af fotoet inden for en leverandørs samling kan ske på tre måder: ved et af leverandøren tildelt unikt id, ved registrering af projekt id, rute id og station id eller ved registrering af filmrulle id og fotonummer. Fotoet bør altid tildeles et unikt id, da der kan ske fejl således, at de to andre metoder ikke giver en unik identifikation af billedet. Dog kan det af leverandøren tildelte unikke id bestå af en sammenskrivning af de øvrige felter, såfremt leverandøren kontrollerer, at dette virkelig giver en unik id.

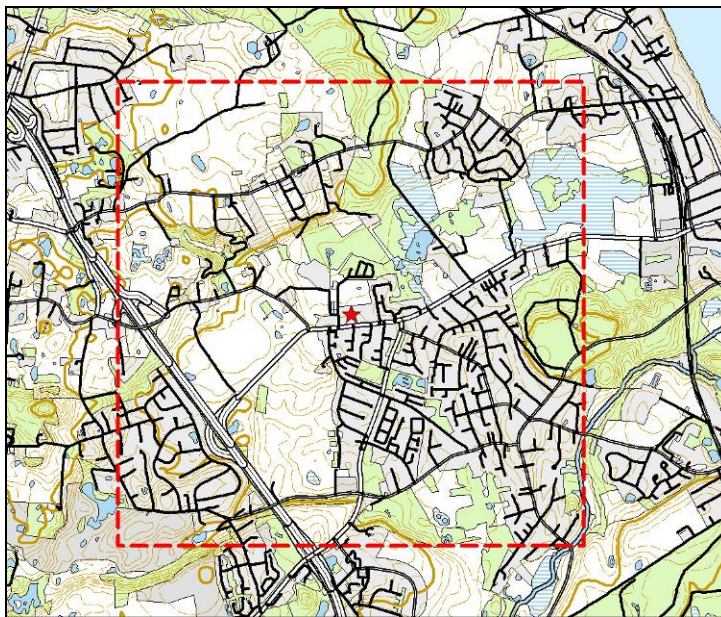
Da projekt id, rute id og station id identificerer fotoet i forbindelse med produktion, og filmrulle og fotonummer identificerer billedet i forbindelse med arkivering, kan leverandøren i øvrigt have interesse i at registrere alle oplysninger, selvom dette måske er overflødig med hensyn til unik identifikation af fotoet.

- Omtrentlig geografisk placering
 - Målområdets centerkoordinater

I modsætning til mange andre typer af geodata er den nøjagtige geografiske dækning af et flyfoto ofte ukendt, og for den type af skråfotos, hvor horisonten er med i billedet, er den geografiske dækning tilmed særdeles vanskelig at definere. I stedet for at registrere et dækningsområde registreres derfor koordinaterne til punktet på jorden, der er i centrum af målområdet.

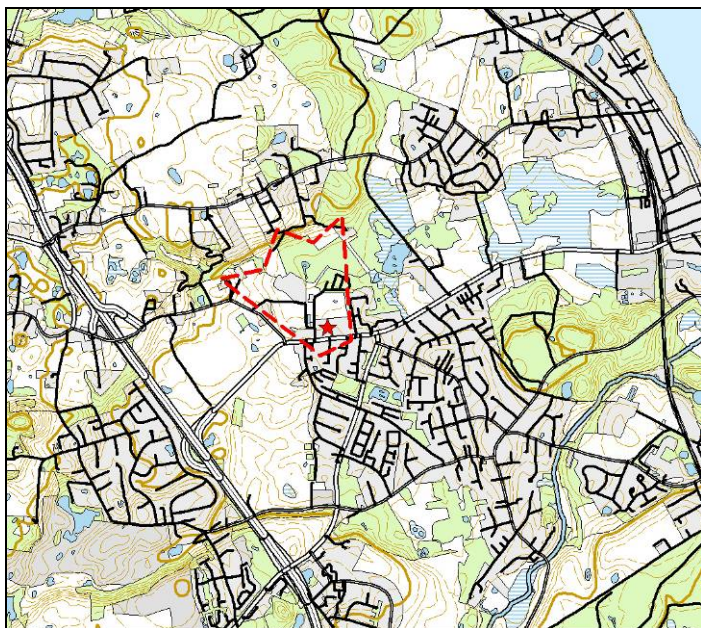
For lodfotos vil koordinaterne til målområdets centrum med god tilnærmelse være lig koordinaterne til nadir. Forudsat at nøjagtigheden på koordinaterne er bedre end eller svarer til, hvad der kan aflæses på de typisk anvendte topografiske kort, vil denne oplysning for både lod- og skråfotos stedfæste fotoets primære dækningsområde med få kilometers nøjagtighed eller bedre. For lodfotos vil målområdets centerkoordinater kombineret med oplysninger om målestok og negativformat give en forholdsvis god ide om, hvad billedet dækker, da lodfotoets dækningsområde vil være symmetrisk om nadir.

På figur 3.13 er målområdets centerkoordinat illustreret sammen med det geografiske dækningsområde for et lodfoto. Brugeren vil dog ikke ud fra opdagelsesmetadata kunne genskabe det geografiske dækningsområde nøjagtigt, da kameraets drejninger er ukendte, men en god tilnærmelse er mulig i form af koncentriske cirkler.



Figur 3.13: Målområdets centerkoordinat og billedets geografiske dækningsområde for et lodfoto.

For skråfotos er dækningsområdet som vist på figur 3.14 asymmetrisk, men typisk er den for brugeren interessante del af motivet forholdsvis begrænset i sin geografiske udstrækning (se f. eks. figur 2.1), idet der kan være tale om et billede af en gård, en virksomhed eller lignende. Således vil koordinaterne til et punkt også i dette tilfælde give en forholdsvis god ide om billedets indhold.



Figur 3.14: Målområdets centerkoordinat og billedets geografiske dækningsområde for et skråfoto.

Den lidt kryptiske formulering *målområdets centerkoordinater* er valgt frem for en formulering baseret på billedets midtpunkt for at imødegå de tilfælde, hvor målobjektet ikke ligger i billedcentrum. Dette forekommer for eksempel, når der fotograferes med vandret eller nær vandret kameraakse. Målområdet skal ikke forstås som billedets geografiske dækningsområde, men som det geografiske område, hvori den vigtigste del af motivet (den fotograferede gård, by etc.) befinder sig.

Målområdets centerkoordinater kunne også formuleres som *registreringspunkt*, hvilket signalerer, at der er tale om koordinaterne til det punkt, som giver det bedste indtryk af fotoets indhold, og at punktet er valgt ud fra subjektive kriterier.

- Optagetidspunkt

Er den næstvigtigste information om et billede, som så vidt muligt altid skal registreres og med så stor nøjagtighed som muligt.

- Skrå- eller lodfoto

Fotograferingsvinklen i forhold til lodret har meget stor indflydelse på billedets indhold, og derfor er det nødvendigt, at dette fremgår tydeligt af metadata. Det kunne for eksempel gøres ved brug af en lukket liste bestående af mulighederne *lodret*, *skrå* og *horisont*, hvor skelnen mellem *skrå* og *horisont* giver yderligere en indikation af, hvor skrå kameraaksen er.

- Omtrentlig målestok

Både for lodfotos og skråfotos er det afgørende for anvendeligheden af billedet, hvilke detaljer det er muligt at skelne i billedet, hvilket blandt andet afgøres af billedets målestok.

Det kan overvejes, hvorvidt en registrering af den omtrentlige målestok ved målobjektet kunne være nyttig for skråfotos, men det er ikke en størrelse, som man med rimelighed kan forvente, at skråfotoproducenterne beregner og registrerer, og det er vurderet, at beskrivelsen af motivet sammenholdt med flyvehøjde giver brugeren tilstrækkelig viden.

- Omtrentlig flyvehøjde

Billedets karakter er naturligvis også stærkt afhængig af flyvehøjden, der kan variere fra få meter(!) til flere kilometer [Bjørn93]. Oplysningen er især væsentlig for skråfotos, hvor den er medvirkende til at give en god ide om målestokken ved målobjektet.

Udforskningsmetadata

Når brugeren på baggrund af opdagelsesmetadata har fundet frem til en række billeder, som muligvis er relevante for vedkommende, skal nedenstående elementer principielt indeholde tilstrækkelig supplerende information til at brugeren kan afgøre, om et af disse fotos kan bruges i en given sammenhæng eller ej.

- Preview

En helt oplagt og intuitivt forståelig måde at illustrere billedets egenskaber på er at lade brugeren se en kopi af billedet. På denne måde vil brugeren ved selvsyn kunne konstatere, hvad billedet viser og hvordan. Således vil et preview være en meget værdifuld kilde til viden, når brugeren skal afgøre, om vedkommende kan bruge billedet.

Af forretningsmæssige og praktiske hensyn kan det være nødvendigt, at brugeren præsenteres for en kopi, hvor anvendeligheden er forringet i forhold til originalen. For eksempel kan billedets opløsning formindskes, så det er mindre detaljeret end originalen. Et billede med reduceret opløsning kan eventuelt suppleres med et lille udsnit af det oprindelige billede i den oprindelige opløsning, så brugeren også kan vurdere, om opløsningen er tilfredsstillende. En anden måde at begrænse anvendeligheden af previewet kunne være at forsyne billedet med en meget fremtrædende tekst, som uvilkårligt vil skygge for dele af billedet og samtidig proklamere, at der er tale om et prøvebillede. I begge tilfælde må brugeren købe en kopi af originalen for at få det fulde udbytte af billedet.

- Geografisk dækning

Et punkt, der angiver beliggenheden af det fotograferede objekt, vil kun kunne give en overordnet vejledning om billedets geografiske dækning, og dette vil naturligvis ikke altid være tilstrækkeligt til, at brugeren kan afgøre, om billedets dækning er tilfredsstillende. Erfarne flyfotobrugere kan ud fra opdagelsesmetadata for billedet samt dets nabobilleder fastlægge fotogrammetriske lodbilleders dækningsområde forholdsvist nøjagtigt, men dette kræver et ganske godt kendskab til flyfotoets egenskaber og de typiske produktionsmetoder. Registreres billedets geografiske dækningsområde som en polygon, vil dette, ved kombination med for eksempel et topografisk kort eller et ortofoto, som vist på figur 3.13 give brugeren en intuitivt forståelig beskrivelse af billedets dækningsområde. Registreringen vil desuden kunne

anvendes til automatiske geografiske søgninger, idet det vil være muligt at afgøre, om et givet punkt ligger inden for et givet billedes polygon.

Er fotoets ydre og indre orientering kendt med tilstrækkelig nøjagtighed kan den geografiske dækning beregnes automatisk. Alternativt kan den registreres manuelt.

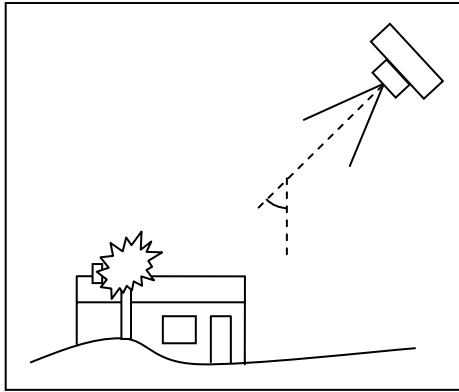
- Motiv
 - Beskrivelse
 - Målobjekt
 - Beskrivelse
 - Geografisk reference
 - Referencetype (adresse, bygningsnavn, bynavn, stednavn etc.)

For skråfotos kan det geografiske dækningsområde være stærkt asymmetrisk og til tider særdeles vanskeligt at afgrænse. Afgrænsningen besværliggøres af, at den fjerne grænse kan være bestemt af sigtbarhed og/eller landskabsform. Ydermere er kameraets ydre orientering kun sjældent kendt med stor nøjagtighed, hvorfor det kan være vanskeligt at beskrive dækningsområdet fyldestgørende ved brug af geometriske størrelser. Derfor er det valgt at supplere med muligheden for at give en tekstuel beskrivelse af motivet.

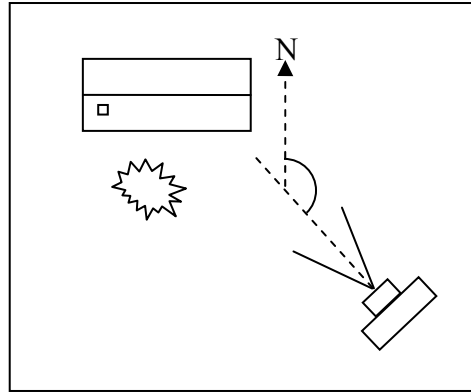
En mere struktureret beskrivelse af motivet kan gives ved at registrere oplysninger om de enkelte målobjekter i billedet. Er der for eksempel tale om et billede af en gård, vil det være naturligt at registrere gårdens adresse og eventuelt dens navn. Er også nabogården en fremtrædende del af billedet, kan også dennes navn og adresse registreres. Hvis der er tale om et billede af en by, vil det være naturligt at registrere bynavnet, selvom man naturligvis også vil kunne registrere adresserne på samtlige synlige bygninger. Et målobjekt er således et lidt diffust begreb, der skal dække over alle typer af objekter i billedet, som det kan være relevant at registrere oplysninger om.

- Omtrentlig ydre orientering
 - Nadir
 - Kappa
 - Optageretning
 - Kameraaksens afvigelse fra lodret
 - Kameraaksens retning i forhold til nord

En simpel angivelse af kamerastationen (nadir og flyvehøjde) og optageretningen (se figur 3.15 og figur 3.16) kan medvirke til, at brugeren ved at kombinere med viden om målobjekter kan få en fornemmelse af, om billedet indeholder den ønskede information. Udover at give brugeren en bedre fornemmelse af billedets geografiske dækningsområde vil fotoretningen naturligvis også give information om, hvilke husfacader der er skjult og hvilke flader, der kan forventes at være synlige på billedet.



Figur 3.15: Kameraaksens afvigelse fra lodret



Figur 3.16: Kameraaksens retning i forhold til nord

Registreres nadir og fuld information om optageretning vil dette sammen med opdagelsesmetadata give anledning til en form for dataredundans, idet det ud fra nadir, målområdets centerkoordinater samt flyvehøjden vil kunne lade sig gøre at beregne værdier for optageretningen. Argumentet for alligevel at registrere disse oplysninger er, at det skal være muligt at registrere metadata i den form, som producenten kender, da alle de nævnte registreringer er omtrentlige, og resultatet af en omregning dermed kan være behæftet med stor usikkerhed.

For lodfotos er omtrentlige værdier for nadir og kappa meget nyttige i forbindelse med brugerens vurdering af billedets geografiske dækning. Kameraaksens afvigelse fra lodret vil være tæt på nul, og dermed vil kameraaksens retning i forhold til nord være irrelevant.

- Fotogrammetriske egenskaber
 - Stereodækning
 - Er der stereodækning?
 - Størrelse af længdeoverlap
 - Størrelse af sideoverlap
 - Ydre orienteringsparametre tilgængelige?
 - Paspunkter tilgængelige?
 - Kamerakalibreringsrapport tilgængelig?
 - Radiometrisk kalibrering tilgængelig?

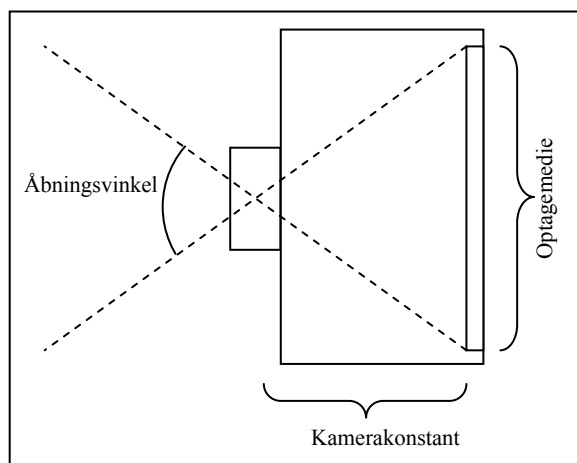
For de brugere, der søger billeder til fotogrammetriske formål, vil det være yderst relevant at vide, om billederne er optaget med stereodækning, og om der er adgang til ydre og indre orienteringsparametre, eller om disse kan frembringes. For billeder optaget med digitalkamera kan det være afgørende, om der er adgang til en radiometrisk kalibrering af kameraet.

- Kamera
 - Beskrivelse
 - Type
 - Omtrentlig kamerakonstant
 - Åbningsvinkel (supervid-, vid-, normalvinkel, tele)
 - Analogt kamera
 - Filmformat

- Digitalkamera
 - Chip
 - Type
 - Format (størrelse i x- og y-retning)
 - Antal pixels i x-retning
 - Antal pixels i y-retning
 - Pixelstørrelse
 - Spektral opløsning
 - Radiometrisk opløsning

Metadata om kameraet bærer præg af, at vigtigheden af disse er meget forskellige fra anvendelse til anvendelse, og dermed er der også stor forskel på, hvad det kan forventes, at producenterne har af oplysninger om deres kameraer. For nyoptagelser vil kameratypen nemt kunne registreres, hvorimod denne kan være ukendt for ældre optagelse, hvorfor der kun kan gives en overordnet beskrivelse af kameraet.

Det resulterende fotos egenskaber er i høj grad afhængig af forholdet mellem kamerakonstanten og størrelsen på optagemediet, idet dette forhold bestemmer kameraets åbningsvinkel som vist på figur 3.17. Det kan dog ikke forventes, at disse oplysninger er kendt for alle kameraer, hvorfor der også bør være mulighed for at angive en omtrentlig åbningsvinkel direkte.



Figur 3.17: Sammenhæng mellem kamerakonstant, størrelse på optagemedie og åbningsvinkel. (Teknisk set opgives åbningsvinklen svarende til optagemediets diagonal.)

For ikke-metriske digitalkameraer kan der være problemer med at registrere oplysninger om kamerakonstant og chipstørrelse, da der er stor forskel på, hvordan kameraproducenterne beskriver deres produkter. Således er der ligesom for kamerakonstanten flere mulige indgange til beskrivelse af chippens størrelse.

- Film
 - Spektral kategori (sort/hvid pankromatisk, sort/hvid infrarød, farve, farve infrarød etc.)
 - Positiv/negativ
 - Type

For billeder optaget med analogt kamera er det nødvendigt at kende filmens egenskaber. En generel klassifikation efter spektrale egenskaber samt en angivelse af, om der er tale om positiv- eller negativfilm, vil tilfredsstille de flestes behov. Derudover kan der suppleres med filmens nøjagtige type-betegnelse.

- Dataformat
- Datahistorie

For brugeren er det vigtigt at vide, hvilket format data har. (Dette skal ikke forveksles med, hvilke formater data kan leveres på.) Er data ikke tilgængelige i sin originale, rå form, må frembringelsen af den tilgængelige kopi beskrives, såfremt denne har egenskaber, der er forskellige fra originalens. Eksempler på tilfælde, hvor dette forekommer, kunne være en papirforstørrelse eller en digital kopi, hvor det tilhørende negativ er gået tabt.

- Kvalitet
 - Belysning af film (tilpas, over/underbelyst, falsk lys, etc.)
 - Vejrforhold (skyer, dis, nedbør, etc.)
 - Terrænforhold (snedriver, oversvømmelse, etc.)
 - Fremkaldelse (overfremkaldt, underfremkaldt, etc.)
 - Datas fysiske tilstand

Udover de hidtil nævnte metadataelementer, kan de ovenstående, mere kvalitetsbetonede parametre have indflydelse på fotoets brugbarhed for en given bruger.

Udnyttelsesmetadata

Når brugeren ud fra udforskningsmetadata har besluttet sig for, at et foto kan bruges, kan vedkommende få brug for yderligere metadata i forbindelse udnyttelsen af fotoet. Disse er listet herunder. Som det fremgår, vil udnyttelsesmetadata primært blive benyttet af brugere, som ønsker at anvende fotoet til fotogrammetriske formål.

- Kamera
 - Unik identifikation af kamera
 - Unik identifikation af eventuel udskiftelig optik
 - Konfiguration under flyvningen
 - Kalibrering
 - Henvisning til kalibreringsrapport
 - Dato for kalibrering
 - Kalibreret kamerakonstant
 - Fortegningsparametre
 - Hovedpunktskoordinater (PPA, PPS)
 - Rammemærkekoordinater
 - Kvalitet af kamerakalibrering

Som før nævnt er kendskab til kameraets indre geometri en forudsætning for at kunne foretage fotogrammetri med høj nøjagtighed. Kamerakalibreringen kan enten registreres direkte som metadata, eller der kan henvises til en kamerakalibreringsrapport, hvori oplysningerne findes.

- Ydre orientering
 - Projektionscentrums koordinater
 - Drejninger
 - Kvalitet af koordinater og drejninger
 - Identifikation af koordinatsystemet, hvori den ydre orientering er opgivet

Den ydre orientering kan bestemmes på flere måder. De forskellige metoder giver forskellige nøjagtigheder, og det er derfor væsentligt at angive kvaliteten af parametrene.

3.3.2 Faktisk registrerede metadata

På baggrund af de indsamlede oplysninger om leverandørernes metadataprofiler gives der i dette afsnit en samlet beskrivelse af hvilke metadata, der i praksis registreres om flyfotos.

Da det har vist sig, at der er stor forskel på praksis inden for registrering af metadata for henholdsvis skrå- og lodfotos behandles disse særskilt. Desuden vil tidligere praksis også blive omtalt, da det har relevans for fotos af ældre dato.

Lodfotos

Herunder gives en samlet oversigt over hvilke metadata, de fotogrammetriske producenter registrerer for hvert nyt foto. Det skal holdes for øje, at der formodentlig registreres metadata andre steder i producenternes produktionsapparat, som ikke er identificeret i forbindelse med dette projekt. Det kan for eksempel være oplysninger om formålet med optagelsen af billederne og hvilke afledte produkter, der er fremstillet af billederne. Ligeledes vil der ganske givet være metadata, der er ens for samtlige billeder og dermed er implicite for producenterne, og som det derfor ikke er fundet nødvendigt at registrere, men som for den udenforstående kan være uundværlige. Det kan for eksempel være oplysninger om, at billederne er optaget med stereodækning og metrisk kamera. Disse metadata vil naturligvis nemt og hurtigt kunne tilføjes.

Nedenstående skema skal altså forstås således, at det viser de metadata, som med sikkerhed registreres digitalt i organisationens metadatabase.

Attribut	Antal producenter, der registrerer dette (ud af 4)	Kommentar
Unikt Id	2	Alle fire har givetvis en måde at identificere det enkelte foto. Men kun to af producenterne har altså fundet det nødvendigt at registrere Id'et særskilt
Projektnummer	4	

Projektbeskrivelse	3	Den sidste producent registrerer givetvis dette andetsteds
Rutenummer	4	
Fotonummer	4	
Stednavn	2	
X-koordinat	4	
Y-koordinat	4	
Z-koordinat	3	
Omega	1	Producenten medtager kun denne, når der flyves med INS
Phi	1	Do
Kappa	2	
Datum	1	Datum er implicit for de øvrige
Projektion	1	De øvrige benytter ikke projektion
Dato	4	
Klokkeslæt	4	
Kameranummer	4	
Kameratype	2	Eksempelvis <i>Wild kamera RC30-15/4 UAG-S No</i>
Kamerakonstant	2	
Kamerakalibreringsdato	1	
Fortegningsparametre	1	
Rammemærkekoordinater	1	
Hovedpunktskoordinater	1	
Målestok	4	
Filmtype	2	Eksempelvis <i>Kodak PANATOMIC X2412</i>
Filmkategori	3	Eksempelvis <i>Farve, Color, Sort/hvid, Infrarød</i>
Kvalitet	3	Registreres på tre forskellige måder

Tabel 1: Oversigt over faktisk registrerede metadata for fotogrammetriske lodfotos.

Som det ses, er der forholdsvis stor enighed om hvilke metadata, der skal registreres. Blandt de attributter, som samtlige fire producenter har valgt at registrere, er projektnummer, rutenummer og fotonummer, hvilket utvivlsomt skyldes, at dette anvendes som unik identifikation af det enkelte foto. Ligeledes registrerer samtlige fire producenter kameraets plane koordinater i eksponeringsøjeblikket, tidspunktet for eksponeringen, kameranummeret samt billedets omtrentlige målestok.

At kun en enkelt producent registrerer kamerakalibreringsparametre skal naturligvis ikke tages som et udtryk for, at disse ikke er væsentlige for de øvrige producenter. Der kan være flere forklaringer på, at kun én ud af fire vælger at registrere disse helt centrale oplysninger for hvert foto:

- 1) Registrering af parametrene for hvert foto giver anledning til unødvendig dataredundans.
- 2) Der er ikke behov for disse informationer i de arbejdsgange, hvor metadatabasen benyttes.
- 3) Kamerakalibreringsrapporten haves ikke på en passende digital form.

Der er dog ingen tvivl om, at kamerakalibreringsparametrene er kendte for hvert billede på det tidspunkt, hvor billedet indgår i produktionen. Om producenterne opbevarer kamerakalibreringsparametrene lige så længe, som de opbevarer de øvrige metadata, er ikke undersøgt.

Derudover registrerer tre af producenterne oplysninger om billedets kvalitet i metadatabasen, men på dette område er der forholdsvis stor forskel på praksis imellem producenterne. Generelt beskrives kvaliteten enten tekstuel eller ved at tildele billedet en numerisk værdi, der henviser til en kvalitetsklasse. Nogle leverandører vælger at lave en samlet kvalitetsvurdering af billedet, mens andre bryder den samlede kvalitet op i vurderinger af specifikke forhold såsom placering, overlap, målforhold og lignende.

En enkelt leverandør registrerer yderligere metadata om skanning af billedet sammen med metadata om billedet.

For de ældre fotos, hvor metadata er registreret på analog form, gælder, at man i det store hele registrerede de samme oplysninger som ovenfor. En vigtig undtagelse er dog, at kamerastationen ikke er registreret direkte i form af koordinater. I stedet er den omtrentlige plane position indtegnet på et topografisk kort som vist på figur 3.2. Med *ældre fotos* menes i denne sammenhæng samtlige fotos fra før senhalvfemserne.

Skråfotos

Metadata for skråfotos er generelt mere sparsomme end for lodfotos. Da der som tidligere nævnt er for mange producenter af skråfotos, til at det har været muligt at skabe et totalt overblik i forbindelse med dette projekt, er heller ikke dette afsnit fuldstændigt med hensyn til hvilke metadata, der registreres.

Registrering af metadata for skråfotos er centreret om genfindning af billedet. For de af skråfotoproducenterne, der foretager spredte optagelser, gælder det om at kunne finde billedet igen, hvis der senere skulle komme en kunde til det samme billede. For COWI, der leverer en komplet dækning af et geografisk område, gælder det om, at kunden mellem de mange billeder skal kunne finde det rette billede ud fra geografiske kriterier.

De af skråfotoproducenterne, der optager fotos af enkeltobjekter, registrerer typisk følgende metadata

- Dato
- Kundenavn
- Motivtype (Kan være indirekte registreret ved inddeling i serier)
- Objektidentifikation (Efter indførelsen af adresser registreres denne. Tidligere som gårnavn, virksomhedsnavn og lignende eventuelt i kombination med et bynavn)

- Eventuelt yderligere objekt/motivbeskrivelse
- Omtrentlig dækning af en serie af billeder ved indtegnning på topografiske kort

For den nyere type af skråfotos, der er præget af den fotogrammetriske tradition, registreres de samme metadata som for lodfotos i det omfang, de er tilgængelige. Dog med den tilføjelse, at kameradrejningerne har højere prioritet, når der er tale om skråfotos.

3.3.3 Metadatastandarder

I dette afsnit gives en oversigt over metadatastandarder for geografiske data, som kunne være relevante for dette projekt.

CEN ENV 12657

CEN ENV 12657, Geographic Information - Data Description – Metadata var en europæisk præstandard for metadata om geografiske data udgivet af *Comité Européen de Normalisation* (CEN). Ifølge [Tom03] besluttede CEN i november 2003 at trække CEN ENV 12657 tilbage for i stedet at påbegynde arbejdet med at antage ISO 19115 som europæisk standard. Eventuelt vil der blive udfærdiget en specifik europæisk profil af ISO 19115.

På trods af at CEN ENV 12657 ikke længere er en officiel præstandard, anvendes den stadig blandt andre af den danske metadataservice *Geodata-info*, hvor især danske offentlige institutioner offentliggør metadata om deres datasamlinger. CEN ENV 12657 er derfor forholdsvist udbredt i Danmark. Det forventes i øvrigt, at Geodata-info overgår fra CEN ENV 12657 til ISO 19115 i løbet af 2004 [Geodata-info04].

Thomas Bøvith har i forbindelse med et specialprojekt ved Institut for Planlægning på DTU i 2000 udarbejdet et forslag til en udvidelse af CEN ENV 12657, der skal tillade registrering af flyfotospecifikke metadata [Bøvith00]. I profilen udvides præstandardens med 17 basale elementer såsom filmformat, kameratype, kamerakonstant og flyvehøjde. Så vidt vides, er Bøviths profil endnu ikke anvendt i praksis.

FGDC CSDGM

Federal Geographic Data Committee (FGDC) er en national enhed til fremme af koordineret udvikling, brug, deling og udbredelse af geografiske data i USA. Som en del af FGDC's virke er der udviklet en omfattende standard for metadata om geospatiale data kaldet *Content Standard for Digital Geospatial Metadata* (CSDGM) [FGDC98]. Standarden er udviklet til brug i USA, men benyttes også af cirka 25 andre nationer blandt andre Canada, Storbritannien og Sydafrika [Nebert04].

For at kunne registrere metadata om remote sensing data (herunder flyfotos) har FGDC udarbejdet en udvidelse til CSDGM kaldet *Content Standard for Digital Geospatial Metadata: Extensions for Remote Sensing Metadata* [FGDC02]. Der er tale om en ganske omfangsrig udvidelse på omtrent 250 elementer, idet det er forsøgt at tage højde for alle forhold vedrørende remote sensing data.

FGDC forventer (trods standardens vide udbredelse), at CSDGM med tiden vil blive afløst af en eller flere profiler af ISO 19115 [FGDC03].

ISO 19115

International Organization for Standardization (ISO) har i 2003 udgivet den internationale standard *ISO 19115 Geographic Information – Metadata*, som er udviklet på baggrund af eksisterende standarder (herunder CEN ENV 12657 og FGDC CSDGM [Eller03]). Standarden giver en abstrakt model for metadata om geografiske data og omfatter således ikke implementering af modellen. Implementeringen beskrives i stedet i ISO 19139, der i første omgang alene omhandler ISO 19115's formatering i XML. Selvom standarden er udviklet med henblik på digitale geografiske data, hævdes det i standardens tekst, at dens principper også kan anvendes på andre former for geografiske data [ISO19115].

ISO 19115 indeholder kun enkelte elementer til beskrivelse af fotografiske data, og er blandt andet i [Fadaie00] og [ISO19124] vurderet at være utilstrækkelig til beskrivelse af denne type data. Der pågår derfor arbejde med at udforme et tillæg kaldet *ISO 19115 Geographic information – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data*, der skal tillade udførlig registrering af metadata for blandt andet billeddata. Status for arbejdet med tillægget er, at dokumentet er under forberedelse af en teknisk arbejdsgruppe, som den 13/10-2003 offentliggjorde version to af deres arbejde med dokumentet. Når den tekniske arbejdsgruppe har afsluttet sit arbejde, hvilket efter planen sker i 2006, skal dokumentet igennem yderligere tre faser med hver mindst én runde af kommentarer fra interessenter samt efterfølgende afstemning. Denne proces forventes ifølge [TC21104] tilendebragt omkring år 2008, hvor dokumentet i så fald kan udgives som international standard.

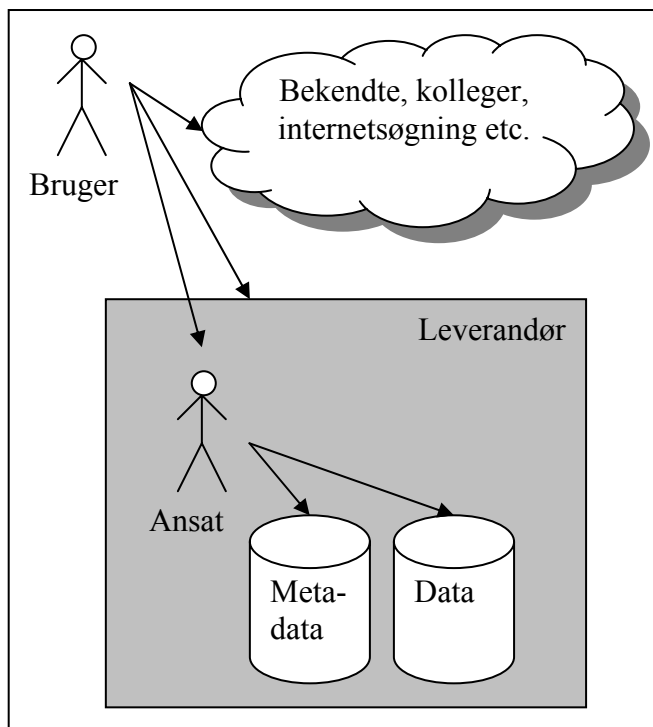
ISO 19115 part 2 i sin nuværende form kan altså nå at gå gennem adskillige revisioner inden den endelige form ligger fast, og den kan godkendes som international standard. Når ISO 19115 part 2 engang har fundet sin endelige form, skal der udarbejdes en ISO 19139 part 2, før der i ISO-regi foreligger en metadatastandard med flyfotospecifikke elementer, som rent faktisk kan implementeres.

3.4 Tilgængelighed

To beslægtede forhold er interessante med hensyn til tilgængelighed. Det første forhold er tilgængelighed til metadata, hvormed der menes i hvor høj grad, det er muligt at blive bekendt med datas eksistens og beskaffenhed. Tilgængeligheden til metadata er således en parameter for, i hvor høj grad leverandøren formår at formidle hvilke data, den besidder. Det andet forhold er tilgængelighed til selve data, hvilket dækker over, i hvor høj grad det er muligt at komme i besiddelse af de data, som er blevet identificeret gennem deres metadata eller på anden vis. En forudsætning for god tilgængelighed til data er således, at der også er god tilgængelighed til metadata. Omvendt behøver god tilgængelighed til metadata ikke at betyde, at der også er god tilgængelighed til data.

3.4.1 Typisk forretningsgang

Under de nuværende forhold er tilgængeligheden for metadata og data omtrent den samme, idet adgangen til både data og metadata som illustreret på figur 3.18 nødvendigvis må foregå med en ansat hos leverandøren som mellemmand.



Figur 3.18: Brugerens vej til data

Den samlede forretningsprocessen ved en brugers søgning efter relevante flyfotos er illustreret på figur 3.19. Beskrevet i detaljer er forretningsprocessen som følger.

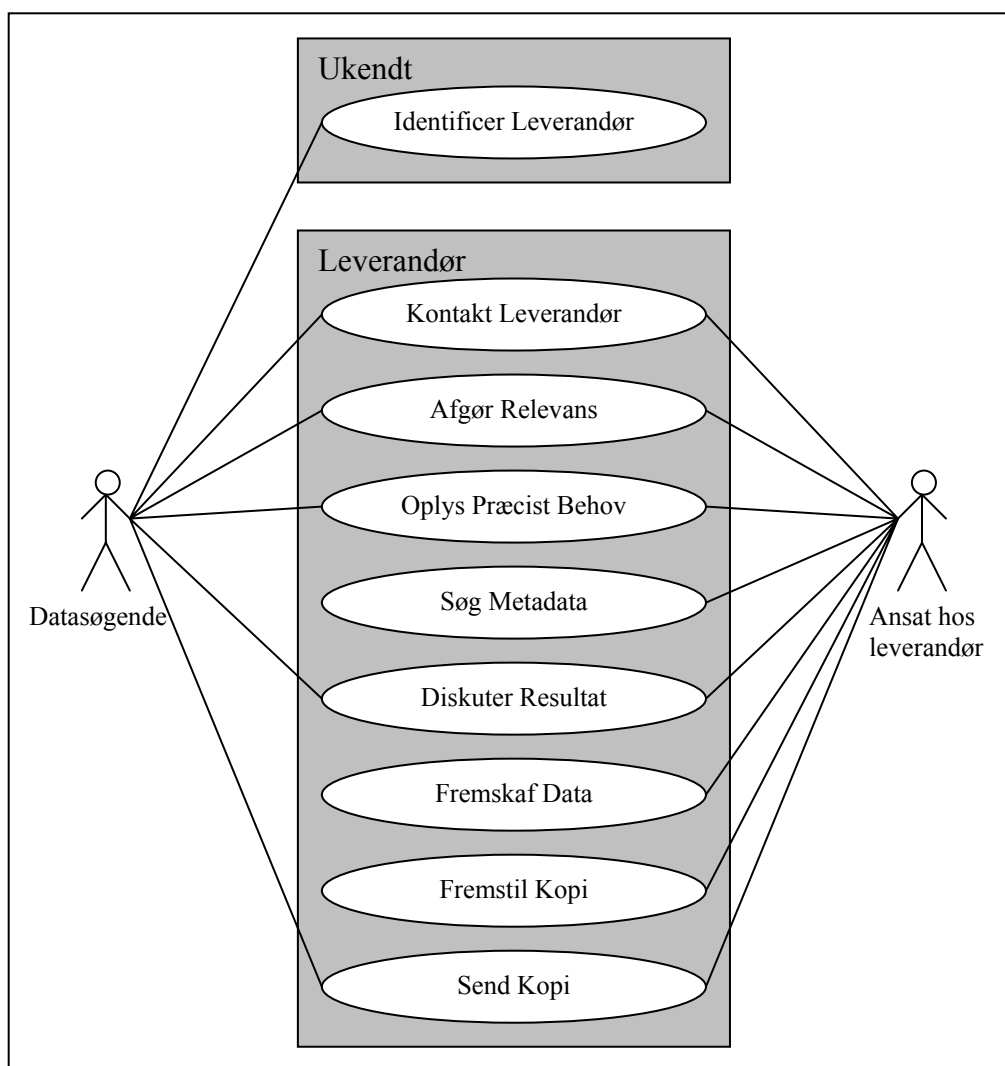
1. Brugeren identificerer en eller flere leverandører via forespørgsler hos bekendte eller kollegaer, søgning på nettet eller lignende.
2. Brugeren kontakter en identificeret leverandør. Ofte telefonisk.
3. Leverandøren tildeler brugeren en "sagsbehandler". Hos skråfotoproducenter vil det ofte være den samme person, som indledningsvist besvarer kontakten, hvorimod brugeren hos de fotogrammetriske producenter vil blive henvist til en ansat med særlig erfaring i at håndtere denne type forespørgsler.
4. Sagsbehandleren afdækker brugerens overordnede behov for at afgøre, om der er en chance for, at der er brugbare billeder i leverandørens arkiv, og om brugeren er villig til at betale prisen.

Hvis det viser sig, at leverandøren ikke er relevant for brugeren, kan brugeren starte forfra med en ny leverandør (punkt 2).

5. Sagsbehandleren forsøger nu at afdække brugerens nøjagtige behov. Dette kan foregå pr telefon eller i nogle tilfælde ved indsendelse af kortudsnit eller lignende.
6. Sagsbehandleren oversætter brugerens krav og ønsker til søgekriterier i leverandørens metadatabase. Metadatabasen tjekkes for billeder, der opfylder samtlige brugerens krav. Det kan også undersøges, om der er billeder, der delvist opfylder kravene. Eventuelt fremfindes det/de relevante fotos for manuel inspektion af dækningsområde eller andre forhold, der ikke fremgår tilstrækkeligt nøjagtigt af metadata.
7. Sagsbehandleren vender tilbage til brugeren og oplyser om resultatet af undersøgelsen i punkt 6.

Er der ikke fundet relevante fotos, kan der eventuelt startes fra punkt 5 med reviderede krav, eller brugeren kan starte forfra med en ny leverandør (punkt 2).

8. Sagsbehandleren finder det/de aftalte fotos frem.
9. Sagsbehandleren sørger for at få lavet kopier på den bestilte form.
10. Sagsbehandleren sørger for følgebrev, betalingsopkrævning og sender det bestilte til brugeren.



Figur 3.19: Typisk forretningsproces ved salg af flyfotos

Den ovenfor beskrevne forretningsgang giver anledning til en del problemer.

Den første forudsætning, for at en brugers søgning efter flyfotos kan krones med held, er, at brugeren kan identificere leverandøren af det relevante flyfoto. Der findes, så vidt vides, ingen samlet oversigt over danske leverandører, hvorfor brugeren må benytte sig af mere tilfældige kilder for at finde frem til potentielle leverandører. Internetsøgning kan enten foregå ved brug af en søgeservice eller ved at brugeren besøger sandsynlige internetadresser.

Det er i dette projekt forsøgt at søge på internettet med ordene *flyfoto*, *flyfotografi*, *flybillede*, *luftfoto*, *luftfotografi*, *luftbillede* samt disse ords flertalsformer. Antallet af

danske sider, hvor disse ord optræder ved søgning med søgemaskinen *Google* ses i tabel 2.

Søgeord	Antal hits
Flyfoto	450
Flyfotos	500
Flyfotografi	5
Flyfotografier	20
Flybillede	25
Flybilleder	*275
Luftfoto	10.300
Luftfotos	3.800
Luftfotografi	100
Luftfotografier	1.780
Luftbillede	70
Luftbilleder	150

Tabel 2: Antal hits fra danske internetsider ved internetsøgning på www.google.com. Søgkriteriet *site:.dk* er anvendt for at begrænse søgningen til danske internetsider. *Ordet *flybilleder* anvendes tilsyneladende primært om billeder af flyvemaskiner.

Det ses, at ordet *luftfoto* er det mest udbredte af de 12 ord. I den forbindelse kan det måske undre, at ved søgning på ordet *luftfoto* glimrer samtlige ovenfor beskrevne leverandører ved deres fravær iblandt de første 100 hits. En slags undtagelse herfra er COWIs service *kortal*, der under overskriften *Luftfotos* tilbyder brugeren at købe et selvvalgt udsnit af COWIs landsdækkende ortofoto(!) [kortal04]. For de øvrige søgeord er det kun under *flyfoto* og *flyfotos*, der findes hits til en af leverandørerne blandt de første 100 hits, og her optræder kun KMS. Kvalitativt er søgeresultaterne præget af de mange mindre firmaer og amatører, der tilbyder at udføre flyfotografering på bestilling, samt af henvisninger til hjemmesider for kommuner, amter og private, der har et eller flere flyfotos på deres hjemmeside.

Internetsøgning ved brug af Google giver således ikke brugeren særlig gode muligheder for at opdage de i denne rapport nævnte leverandører. Dette er medvirkende til, at selv brugere, der ofte anvender flyfotos, kan være uvidende om relevante leverandører. Omvendt kan problemet med at identificere relevante leverandører også medføre, at brugere henvender sig til leverandører, der absolut ikke er relevante, hvilket giver anledning til omkostninger for både leverandør og bruger i forbindelse med den indledende betjening af brugeren.

Sagsbehandleren skal kunne oversætte brugerens behov til søgekriterier i leverandørens metadatabase, og skal, for at kontakten kan ske telefonisk, være til rådighed inden for almindelig arbejdstid. For de leverandører, hvis salg af flyfotos er begrænset, betyder dette, at brugeren betjenes af en dyrt lønnet ekspert, som må forlade andre arbejdsopgaver under betjeningen. Dette medfører naturligvis en højere pris på produktet, hvilket kan virke hæmmende på tilgængeligheden til data.

At metadata kun kan tilgås med en mellemmand hos leverandøren medfører en risiko for, at relevante data ikke bliver fundet. Sagsbehandleren kan misforstå brugeren, der kan være problemer i sagsbehandlerens oversættelse af brugerens behov til søgekriterier, der kan være fotos, som ikke opfylder kundens udtrykte behov, men

som alligevel ville kunne bruges og så videre. En succesfuld søgning efter flyfotos afhænger altså i høj grad af mellemmanden hos den kontaktede leverandør, og af hvor afklaret brugeren er med hensyn til sine behov.

Forretningsgangen indebærer således flere muligheder for, at brugeren ikke finder billeder, der opfylder vedkommendes behov, selvom de faktisk skulle eksistere. Derudover betyder forretningsgangen, at der spildes mange ressourcer på opgaver, der ikke giver produktet ekstra værdi.

3.5 Eksisterende services

Der eksisterer adskillige services i udlandet, men mange af disse services opererer med mere homogene data i forhold til en eventuel fælles dansk service. Eksempelvis publiceres kun metadata om flyfotos optaget for eller af en bestemt organisation. I dette afsnit beskrives et mindre udvalg af services, som vurderes at være interessante i denne forbindelse.

3.5.1 Geodata-info

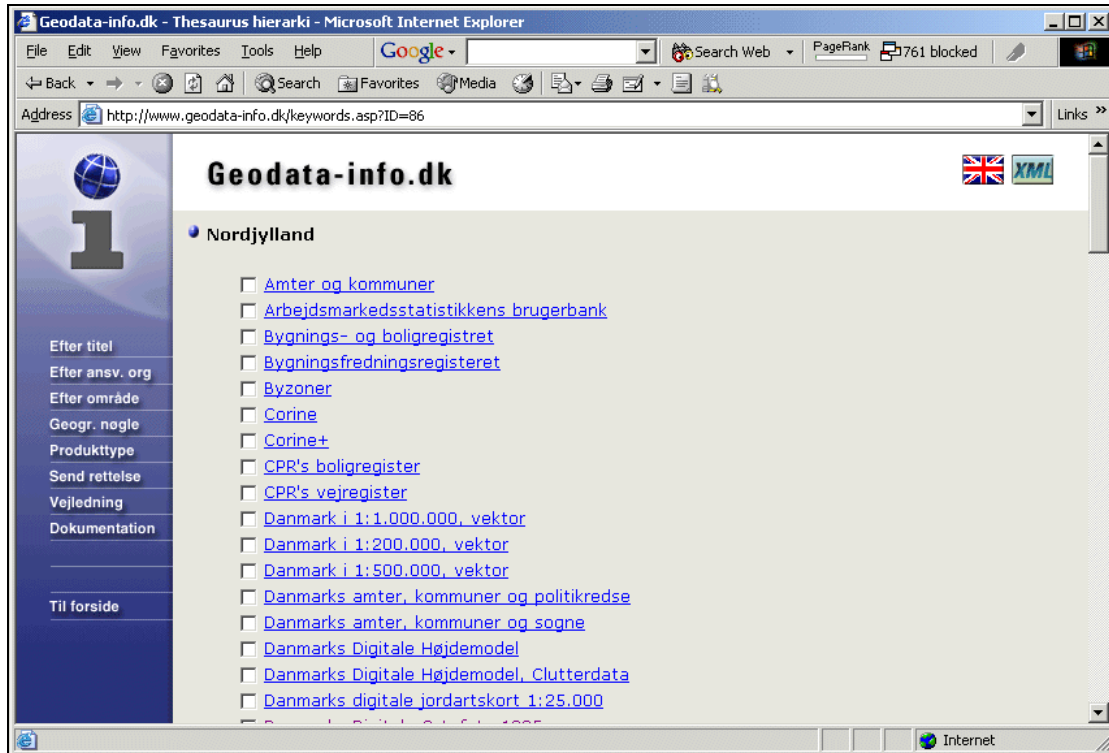
Geodata-info er, så vidt vides, den eneste dansk internetbaserede metadatateneste for geografiske data, og det kan derfor overvejes, om publicering af metadata om flyfotos kan ske via denne tjeneste.

Geodata-info, der er etableret og drevet af Kort og Matrikelstyrelsen, tillader publicering af nogle få, basale metadata om geografiske data og datasamlinger. De beskrevne data og datasamlinger tilhører primært offentlige institutioner såsom kommuner, amter, ministerier og forskningsinstitutioner, men også enkelte større, private dataproducenter benytter sig af tjenesten. Geodata-info benytter pt. en profil af CEN ENV 12657, men arbejder på at skifte til ISO 19115. [Geodata-info04]

Søgemulighederne i Geodata-info er meget begrænsede, idet brugeren kun kan vælge imellem at liste alle datasamlinger

- alfabetisk efter datasamlingens titel
- efter ansvarlig organisation
- inden for en af 12 regioner
- der benytter et valgt referencesystem
- af en valgt produkttype

Som det ses, har tjenesten kun en meget grov geografisk søgemulighed, idet mindste geografiske enhed svarer til et amt, og dermed vil en geografisk søgning gennemsnitligt bestå af 1/12 af samtlige poster. Et eksempel på en geografisk søgning i Geodata-info ses på figur 3.20. Geodata-info anvendes derfor primært til beskrivelse af datasamlinger og datasæt, der har en vis udbredelse som for eksempel dækkende hele landet, et amt eller en kommune.



Figur 3.20: Eksempel på resultat af geografisk søgning i Geodata-info. Samtlige datasamlinger fra Nordjylland vises. Fra [Geodata-info04].

Søgefunktionaliteten er tydeligvis bygget op ud fra en antagelse om, at der totalt set er et begrænset antal poster, således, at hvis brugeren eksempelvis ønsker at udføre en geografisk søgning, vil denne ikke resultere i flere poster, end at brugeren kan overskue dem alle på én gang. På nuværende tidspunkt indeholder Geodata-info cirka 750 poster, hvilket skal sammenholdes med, at der optages omtrent 40.000 fotogrammetriske lodfotos om året i Danmark plus et ukendt antal skråfotos.

Geodata-info er ikke i sin nuværende form særlig velegnet til at indeholde et meget stort antal datasæt med lille geografisk udstrækning, som det ville være tilfældet, hvis tjenesten skulle anvendes til publicering af metadata om enkeltfotos. Derimod er det et oplagt sted at publicere metadata om leverandørernes samlinger af flyfotos.

Servicen er i høj grad henvendt til professionelle databrugere og kan derfor have problemer med at kommunikere med lejlighedsvis databrugere. Dette understreges blot af, at Geodata-info aktivt forhindrer internetsøgmaskiner i at indekser indholdet af tjenestens sider, hvorfor tjenesten ikke vil optræde som resultat, hvis brugeren for eksempel søger på *dansk informationstjeneste for geografiske data* med Google, selvom netop disse ord står på siden.

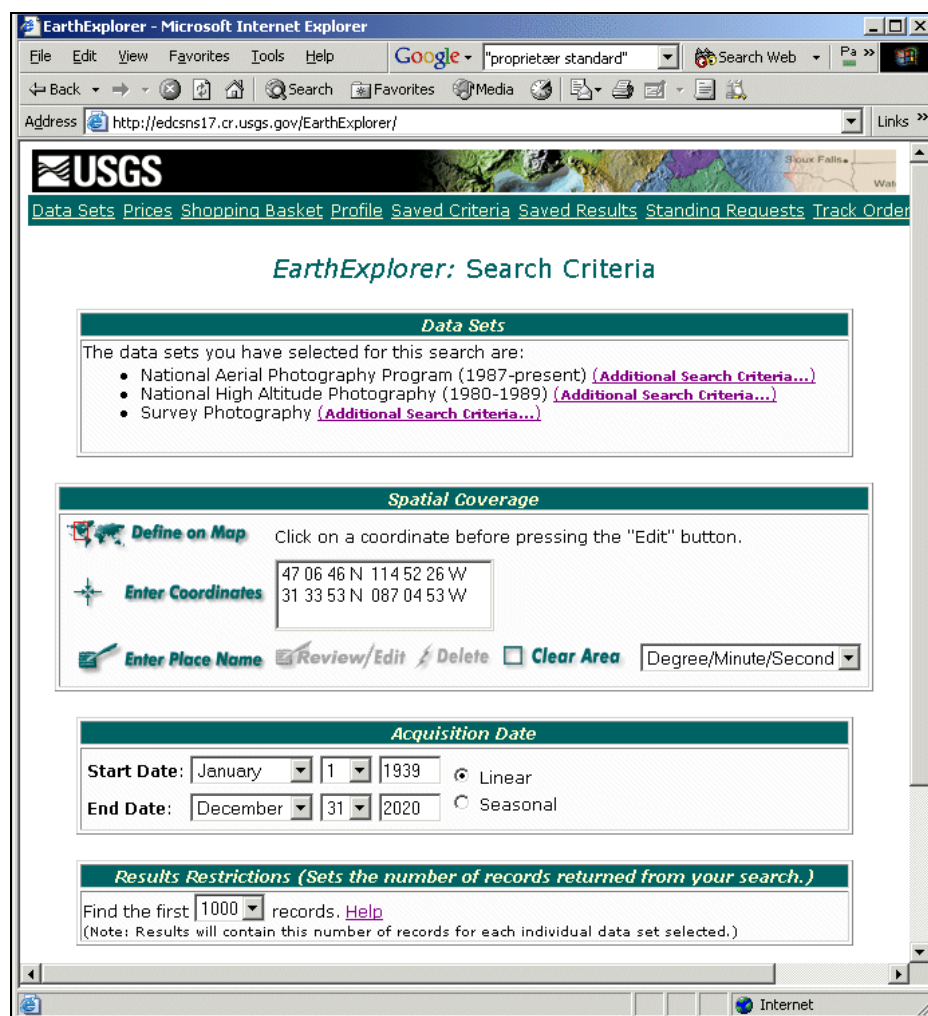
3.5.2 USGS EarthExplorer

United States Geological Survey driver en tjeneste, der tillader brugeren at søge i organisationens samlinger af flyfotos. Samlingerne består af lodfotos fra to store nationale fotoprojekter *National Aerial Photography Program* og *National High Altitude Photography* og derudover lodfotos og skråfotos fra mindre projekter udført af statslige organisationer såsom USGS, NASA, US Air Force, US Navy med flere. Der er således udelukkende tale om fotos optaget af eller for nationale organisationer.

Det mest interessante ved denne service er forskelligartetheden af de indgående datasamlinger. Der er flyfotos tilbage fra 1940 til i dag, og der er både skrå- og lodoptagelser. På denne måde er datagrundlaget lige så forskelligartet som det, en fælles dansk service vil have. Dog er der den forskel at samtlige fotos tilhører offentlige institutioner.

Samlingerne har forskellige metadataprofiler, men fælles for alle samlingers metadata er en registrering af den geografiske og tidslige dækning. Dette udgør således også den primære søgeindgang til samlingerne.

Efter at have valgt, hvilke datasamlinger brugeren ønsker at søge i, skal brugeren opstille søgekriterierne, der mindst består af et geografisk område og et tidsrum (se figur 3.21).



Figur 3.21: Opstilling af søgekriterier i USGS EarthExplorer. Før dette skærbillede har brugeren valgt hvilke datasamlinger, der skal søges i. Fra [USGS04].

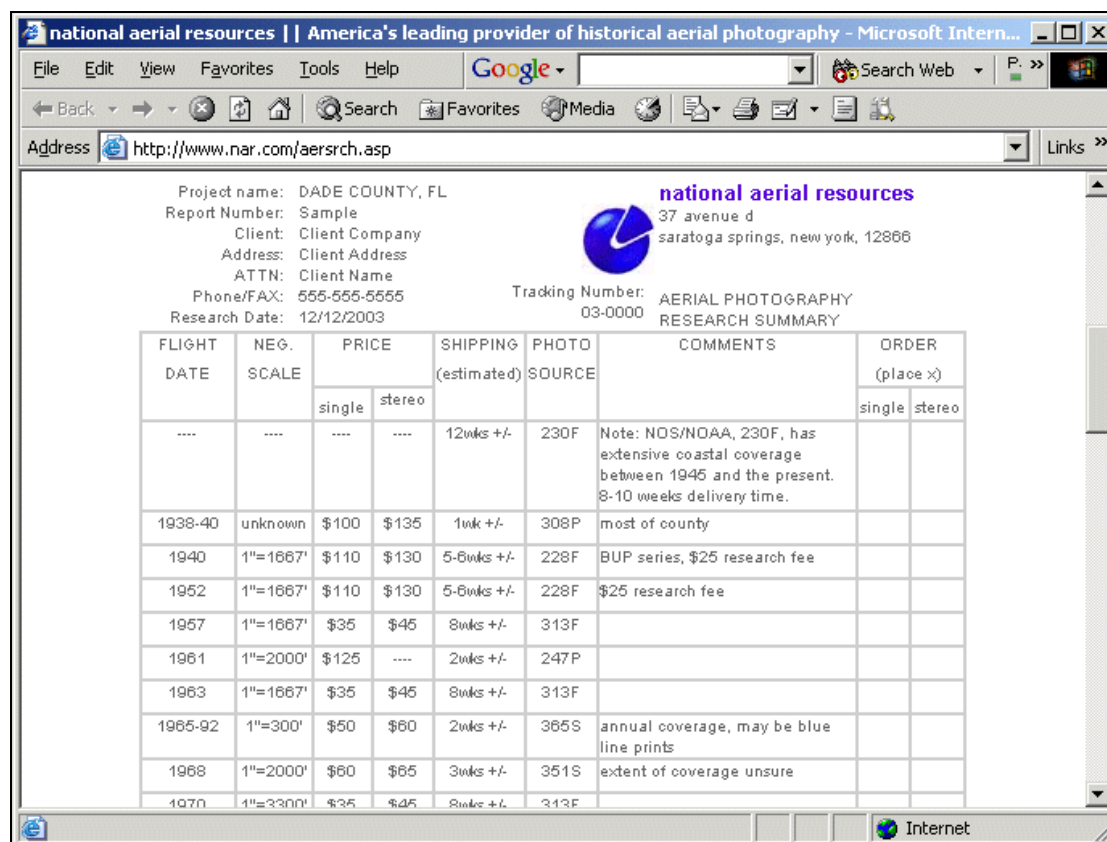
For hver samling kan der desuden opstilles særskilte søgekriterier alt efter samlingens metadataprofil. Eksempelvis er det for søgninger i National Aerial Photography Program muligt at opstille søgekriterier for filmrullenummer, billednummer, filmtype, flyvelinie og kamerastationnummer, mens det for National High Altitude Photography kun er muligt at opstille kriterier for filmrullenummer, billednummer, filmtype og projektnummer.

Når søgekriterierne er angivet startes søgningen, der foregår simultant i de valgte samlinger. Antallet af fundne poster i hver samlingen vises i en samlet oversigt, og fra oversigten kan brugeren vælge at få vist de fundne poster for hver samling. Det er ikke muligt at få ét samlet resultat, der indeholder samtlige fundne poster i alle de valgte samlinger på én gang, hvilket sandsynligvis skyldes, at metadatatprofilerne er forskellige fra samling til samling, og at der derfor er et særligt visningsformat for hver samling.

Det er med denne service lykkedes USGS at etablere en forholdsvis nemt betjent, let overskuelig og tilsyneladende effektiv metadataservice for flyfotos på trods af, at der er ganske stor forskel på både data og metadata fra samling til samling.

3.5.3 nar

Den private virksomhed *national aerial resources* (nar) hævder at have opbygget USA's mest omfattende database over fotoflyvninger omfattende adskillige private og offentlige leverandører (herunder blandt andre USGS). Firmaet driver en internettjeneste, hvor brugeren for 49\$ kan købe en liste over fotoflyvninger fra brugerens geografiske interesseområde (se figur 3.22). Lever en af fotoflyvningerne op til brugerens krav, kan brugeren bestille fotos fra denne flyvning ved at indsende en detaljeret beskrivelse af det ønskede geografiske område til nar, som herefter vil fremskaffe de relevante fotos.



Project name: DADE COUNTY, FL
 Report Number: Sample
 Client: Client Company
 Address: Client Address
 ATTN: Client Name
 Phone/FAX: 555-555-5555
 Research Date: 12/12/2003

national aerial resources
 37 avenue d
 saratoga springs, new york, 12866

Tracking Number: 03-0000
 AERIAL PHOTOGRAPHY
 RESEARCH SUMMARY

FLIGHT DATE	NEG. SCALE	PRICE		SHIPPING (estimated)	PHOTO SOURCE	COMMENTS	ORDER (place x)	
		single	stereo				single	stereo
....	12wks +/-	230F	Note: NOS/NOAA, 230F, has extensive coastal coverage between 1945 and the present. 8-10 weeks delivery time.		
1938-40	unknown	\$100	\$135	1wk +/-	308P	most of county		
1940	1"=1667'	\$110	\$130	5-6wks +/-	228F	BUP series, \$25 research fee		
1952	1"=1667'	\$110	\$130	5-6wks +/-	228F	\$25 research fee		
1957	1"=1667'	\$35	\$45	8wks +/-	313F			
1961	1"=2000'	\$125	2wks +/-	247P			
1963	1"=1667'	\$35	\$45	8wks +/-	313F			
1965-92	1"=300'	\$50	\$60	2wks +/-	365S	annual coverage, may be blue line prints		
1968	1"=2000'	\$60	\$65	3wks +/-	351S	extent of coverage unsure		
1970	1"=3300'	\$35	\$45	8wks +/-	313F			

Figur 3.22: Eksempel på oversigt over fotoflyvninger fra nar. Fra [nar04].

Denne tjeneste er interessant, fordi den viser, at amerikanske flyfotobrugere finder det så vanskeligt selv at opsøge flyfotos, at de er villige til at betale 49\$ alene for at få overblik over eksisterende fotoflyvninger fra et givet område.

3.6 Delkonklusion

I dette afsnit vil der blive konkluderet på de ovenstående undersøgelser. Afsnittet fungerer desuden som oplæg til rapportens næste del.

3.6.1 Data

Som de ovenfor beskrevne undersøgelser har vist, eksisterer der millioner af flyfotos af det danske land i perioden fra 1922 til i dag, og hvert år kommer der tusindvis af nye fotos til.

At negativerne er blevet gemt igennem årene vidner om, at man har anset dem for at have en vis værdi. Negativer har den gode egenskab, at de er langtidsholdbare, hvis de opbevares under de rette vilkår. Til gengæld er det forholdsvist omstændeligt og dermed dyrt at fremstille kopier af negativer.

Det, at de fotogrammetriske producenter inden for de sidste år har skannet stort set alle billeder, vil naturligvis kunne medvirke til at give brugerne en nemmere adgang til billederne, idet de på digital form vil kunne behandles automatisk og kopieres forholdsvist billigt. Dog anser flere af de fotogrammetriske firmaer ikke skanningen som værende et værdifuldt stykke data. Under alle omstændigheder vælger nogle bevidst at slette skanningerne efter en årrække, mens andre gemmer dem på svært tilgængelige og i visse tilfælde let forgængelige medier. Dette er uheldigt, da det med nutidens priser på lagerkapacitet formentlig vil være meget billigere at opbevare skanningen frem for at skulle foretage en ny skanning, når en kunde senere ønsker en digital kopi af fotoet.

Alle kontaktede leverandører med undtagelse af Det Kongelige Bibliotek har produceret digitale metadata til nye flyfotos igennem en årrække, hvilket er et stort fremskridt, da det med den omfattende digitale registrering af metadata er blevet realistisk at etablere en service, der tillader brugeren at søge i fotoarkiverne helt ned på fotoniveau. Der er dog stor forskel på, hvordan leverandørerne lagrer deres digitale metadata, og således vil ressourceforbruget ved nye anvendelser af disse metadata variere stærkt fra leverandør til leverandør.

Der eksisterer en risiko for at forpasse de nye muligheder ved ikke at behandle digitale metadata på en hensigtsmæssig måde. For eksempel ved simpelthen at slette dem, eller ved at registrere og arkivere dem på en måde, der gør dem svære at komme til og anvende på andre måder end oprindeligt tænkt. Sidstnævnte er tidligere sket i forbindelse med Kampsax-samlingen på Det Kongelige Bibliotek, der netop er meget tung at søge i, fordi man nu ønsker at anvende andre søgekriterier end tidligere. Alle de nødvendige metadata er der, men de er bare arrangeret på en meget uhensigtsmæssig måde.

Sammenlignes de faktisk registrerede metadata med den opstillede liste over nyttige metadataelementer, ses det, at opdagelsesmetadata for nyere fotos i stort omfang allerede eksisterer digitalt eller vil kunne beregnes automatisk ud fra de eksisterende registreringer. Enkelte elementer vil skulle registreres manuelt, men en del af disse

har samme værdi for samtlige fotos i en samling og vil dermed kunne registreres én gang for hver samling. Derudover findes udnyttelsesmetadata på forskellige former.

3.6.2 Behov

Adskillige faggrene benytter sig fra tid til anden af de muligheder, der åbnes af den næsten ubegrænsede mængde information, som et flyfoto indeholder. I nogle tilfælde er der tale om at flyfotos indeholder informationer, som ganske enkelt ikke ville kunne fremskaffes ad anden vej. Flyfotos udgør således en særdeles væsentlig kilde til viden inden for flere fagområder.

Desværre er tilgængeligheden til flyfotos forholdsvis lav: Brugeren skal være klar over, at leverandøren eksisterer, hvilket ikke nødvendigvis er en simpel opgave. Derefter skal brugeren kunne formulere sine behov så præcist, at den ansatte i den kontaktede organisation kan afgøre, om der er relevante billeder i samlingen. Derudover er visse samlinger indrettet på en sådan måde, at det forøger omkostningerne forbundet med søgninger i arkivet. I andre tilfælde handler det om at organisationen ikke er indrettet til at foretage salg fra arkiverne.

Alle adspurgte professionelle brugere af flyfotos mener, at lav tilgængelighed er en begrænsende faktor for brugen af flyfotos. Der har derfor også blandt de adspurgte brugere været meget stor interesse for en løsning, der kan medvirke til at forbedre tilgængeligheden.

Der er en modsætning i det forhold, at det med registrering af digitale metadata er blevet realistisk at etablere en service, som tillader brugeren at søge i metadata for nye fotos, og at mange brugere finder det historiske aspekt ved fotoene mest interessant. Det kan således diskuteres, hvorvidt det overhovedet er relevant at publicere metadata for nyere billeder uanset hvor billigt og nemt, det kan gøres. Heroverfor kan argumenteres, at disse billeder også vil få historisk værdi engang, og at det derfor kan være en god ide, at indsamle og strukturere metadata, så de ikke går tabt eller bliver arkiveret på en uhensigtsmæssig måde.

Et andet spørgsmål angående værdien af nyere billeder er, om disse gradvist vil miste deres enestående historiske værdi efterhånden som Danmark dækkes af ortofotos i stadigt stigende geometrisk og tidslig opløsning. Der er ingen tvivl om, at det til en del af de tidligere beskrevne anvendelser ganske givet vil være helt tilstrækkeligt med de eksisterende ortofotos, men der er også en række anvendelser, som kræver de oprindelige fotos. Der er anvendelser hvor korrekt tolkning afhænger af data i så høj opløsning som muligt eller af informationer fra de dele af billederne, som udelades ved fremstilling af ortofotoet, eller hvor fejl introduceret under ortoopretningen ikke kan accepteres. Der kan også være tale om, at der kræves en højere tidslig opløsning (eller blot fotos optaget på andre tidspunkter) end de producerede ortofotos. Derudover er det indiskutabelt, at der går informationer og dermed muligheder tabt i forbindelse med en ortoopretning. For eksempel er det ikke muligt at betragte et almindeligt ortofoto stereoskopisk og foretage målinger i tre dimensioner. Under alle omstændigheder eksisterer der en mængde flyfotos, der ikke laves ortofotos fra, og altså er der masser af viden, som stadig kun findes i flyfotoarkiverne.

3.6.3 Problemer

Leverandørerne har et produkt, som er efterspurgt af mange brugere, men der er en række problemer, som gør, at løsningen ikke er trivial.

Publicering af metadata om enkeltfotos fra ældre samlinger, hvor metadata for nuværende kun findes på analog form, vil være særdeles ressourcekrævende. Hvis Det Kongelige Bibliotek får succes med at lade frivillige foretage manuel georeferering af enkeltbilleder, vil dette naturligvis åbne mulighed for også at publicere metadata om ældre billeder på enkeltbilledniveau, men indtil da er det nødvendigt at finde en mindre ressourcekrævende metode til at øge tilgængeligheden til ældre samlinger. Dette kunne eksempelvis være publicering af metadata på samling eller del-samlingsniveau. Det bør undersøges, hvordan dette kan håndteres.

Det er fundet, at leverandørernes ressourcer til projekter af denne type er ganske begrænsede. Flere leverandører er skeptiske overfor, om offentliggørelse af metadata for billeder i deres fotosamlinger vil være en god forretning. Nogle er skeptiske af den årsag, at de ikke mener, at en sådan service vil give et forøget salg af billeder i forhold til den nuværende situation, mens andre mener at de taber penge på ekspedition af flyfotos, og at de dermed vil tabe penge på et øget salg. Skal disse leverandører deltage i en fælles løsning er det derfor nødvendigt, at der er udsigt til en eller anden form for økonomisk gevinst ved deltagelsen, eller at det i det mindste er omkostningsfrit at deltage. En sådan service skal altså balancere mellem brugerens behov for ubesværet adgang til billederne og leverandørernes krav om, at det skal give dem en økonomisk gevinst.

Bredden af leverandørgruppen og brugergruppen er også medvirkende til, at det kan være et problem at etablere en metadataservice for flyfotos på tværs af alle de forskelligheder, der eksisterer inden for leverandører og brugere.

I leverandørgruppen er der de fotogrammetriske firmaer, som er særdeles projektorienterede og tjener deres penge på at levere nyeksponerede billeder til kommuner, amter og andre større kunder. Visse af disse firmaer har udtrykt bekymring for, at konkurrenterne kan komme til at vide for meget om deres aktiviteter, hvis de offentliggør metadata for billederne. Desuden er visse af firmaerne ikke umiddelbart interesserede i at sælge enkelte billeder fra samlingerne, hvilket også afspejler sig i billedernes tilgængelighed i samlingerne. Der er skråfotoproducenterne, som konkurrerer om enkelte, forholdsvist små fotoopgaver såsom fotograferingen af en gård eller lignende. Disse firmaer er mere interesserede i at markedsføre sig overfor den brede befolkning. Og endelig er der Det Kongelige Bibliotek og Kort og Matrikelstyrelsen, som både har nationale forpligtelser, og som samtidig skal fungere som en forretning med overskud fra salg af billeder. Det er en udfordring at udtænke en forretningsmodel for en fælles metadataservice, som kan eksistere med alle disse modsætninger.

Leverandørernes forskellige forretningsområder og –modeller smitter selvfølgelig også af på deres data- og metadatasamlinger. Samlet set er de undersøgte data- og metadatasamlinger ganske heterogene, hvilket blandt andet skyldes, at samtlige leverandører har valgt ikke at anvende standarder for registrering af metadata. I stedet har alle valgt at tage udgangspunkt i forretningsbestemte behov.

Betragtes alene fotogrammetriske lodfotos er der tale om mere ensartede samlinger, selvom der stadig er nogen forskel på metadataregistrering. Skelnes yderligere mellem fotogrammetriske lodfotos før og efter indførslen af digitale metadata, vil de nyere fotos udgøre en endnu mere homogen masse. Det er derfor nærliggende at afgrænse omfanget af en metadataservice til kun at omfatte nyere fotogrammetriske lodfotos, idet disse har nogenlunde ensartede digitale metadata, og dermed kan de publiceres forholdsvist billigt på en fælles service. Men ved en sådan begrænsning tabes en del af styrken ved løsningen, idet brugerne netop efterspørger én indgang til flyfotos. Denne indgang skal være så dækkende som muligt, ellers skal brugerne alligevel ud at lede på egen hånd. I øvrigt er der en række brugere, for hvem opdelingen i lod- og skråbilleder vil være u hensigtsmæssig, idet der er anvendelser, hvor det snarere er målestok og tidspunkt, der afgør om et billede af et givet område er relevant. En metadatatjeneste bør således ikke udelukke flyfotosamlinger, men det kan dog overvejes, om det er hensigtsmæssigt at behandle alle samlinger ens.

De to eksisterende standarder, som har en eller anden form for mulighed for registrering af flyfotospecifikke metadata, vil begge på kort eller lang sigt forsvinde. CEN 12657 er trukket tilbage og skal afløses af ISO 19115 og FGDCs CSDGM vil med tiden blive faset ud til fordel for profiler af ISO 19115. Således konvergerer de internationale metadatastandarder mod ISO 19115, og det ville således være helt oplagt at benytte denne standard. Problemet er imidlertid, at der endnu ikke foreligger en endelig version af den udvidelse til ISO 19115, som skal tillade flyfotospecifikke metadataelementer, og at der følgelig endnu ikke er erfaringer med denne udvidelse. Det må således overvejes, hvorvidt en metadataservice for flyfotos skal baseres på en endnu ufærdig og uafprøvet standard med deraf følgende risiko for, at den etablerede service ikke er kompatibel med den endelige version af udvidelsen. Der bør udføres yderligere undersøgelser af ISO 19115 part 2 for at klarlægge, om denne kan være egnet til formålet.

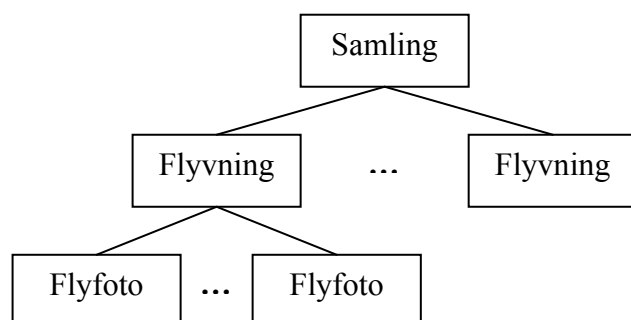
4 Detailundersøgelser

Udvikling af en fuldt funktionel metadataservice er et særdeles omfattende arbejde. Dette projekt har været begrænset af en maksimal varighed på fem måneder, hvorfor der kun er foretaget mere detaljerede studier af nogle udvalgte forhold omkring etableringen af en fælles dansk metadataservice. Disse studier beskrives i det følgende.

4.1 Hierarkiske niveauer af metadata

Leverandørernes meget forskellige metadata for flyfotos i deres samlinger betyder, at det vil være upraktisk at benytte samme detaljeringniveau i beskrivelsen af de forskellige samlinger. Mens det forholdsvist nemt kan lade sig gøre at publicere metadata på fotoniveau i en samling med digitale metadata for hvert flyfoto, vil det være en meget stor opgave i en samling, hvor metadata for det enkelte billede er noteret med håndskrift på bagsiden af en papirkopi af billedet.

Dette problem kan, som foreslået i [Bøvith00], håndteres ved at indføre hierarkiske niveauer af metadata. Bøvith foreslår en inddeling bestående af de tre niveauer *samling*, *flyvning* og *foto*, således at en samling består af en eller flere flyvninger, hvorunder der er optaget et eller flere fotos (se figur 4.1). Denne inddeling tager altså udgangspunkt i den fysiske tilvejebringelse af data, idet der lægges vægt på, at fotoet er optaget under en flyvning.



Figur 4.1: Niveauer i en flyfotosamling som foreslået i [Bøvith00].

En fordel ved at indføre flere niveauer af metadata er, at beskrivelsen splittes op i flere detaljeringsgrader, således at det eksempelvis kræver færre ressourcer og mindre detaljeret viden at beskrive en samling end at beskrive samtlige fotos i samlingen. En fuldstændig beskrivelse af samlingen består således af metadata på samlings-, flyvnings- og fotoniveau. Mindre detaljerede beskrivelser består af metadata på samlings- og flyvningsniveau eller blot på samlingsniveau. I et sådant system kan en leverandør altså vælge en detaljeringsgrad af metadata, der passer til leverandørens samling og ressourcer. Ud fra en betragtning om at det er bedre med metadata på samlingsniveau end slet ingen metadata vil dette system give bedre resultater end et system, hvor der kræves metadata på fotoniveau.

En anden fordel ved inddeling i niveauer er, at der kan etableres nedrivning af metadata fra højere niveauer, således at metadata, der er fælles for samtlige fotos, kun skal registreres på samlingsniveau etc. Også på denne måde vil der kunne spares ressourcer.

Betragtes alene fotogrammetriske lodfotos, eksisterer der i praksis allerede en niveauinddeling i form af den produktionsbetingede inddeling i *projekter*, som består af *ruter*, som igen består af *fotos*. Tages Bøviths navngivning af niveauerne bogstaveligt, kan der ikke oversættes direkte mellem de to inddelinger, idet ét projekt rent fysisk kan bestå af flere flyvninger, for eksempel hvis der har været landet for tankning, og der kan optages fotos til flere projekter under én flyvning. Det vil derfor være uhensigtsmæssigt at benytte Bøviths inddeling i forbindelse med fotogrammetriske lodfotos.

At benytte inddelingen i projekt, rute og foto på samtlige flyfotos vil heller ikke fungere, da skråfotoproducenterne ikke arbejder med disse inddelinger. Her arbejdes med flere forskellige inddelinger, hvoraf en svarer til Bøviths og en anden tager udgangspunkt i målobjektet, således at inddelingen bliver *samling*, *målobjekt* og *foto*. Her der altså tale om både geografiske og tidslige serier, hvor de tidligere nævnte serier alene har været geografiske.

Ved at ændre navngivningen på det mellemste niveau i Bøviths inddeling fra *flyvning* til *serie* opnås en mere generisk inddeling, som kan fungere sammen med alle (kendte) inddelinger. Det er med denne inddeling i højere grad op til leverandøren at afgøre, hvad der udgør en serie i det aktuelle tilfælde.

For de af samlingerne, der ikke har digitale metadata, vil det være oplagt at begynde i toppen af hierarkiet med beskrivelse af samlingen og derefter øge detaljeringsgraden efterhånden som behovet kræver, og ressourcerne tillader. I samlinger, der kun har digitale metadata på fotoniveau, må der dannes metadata på serie- og samlingsniveau. En del af denne proces kan automatiseres, idet fotos kan tilknyttes serier på baggrund af nogle simple kriterier som for eksempel projektnummer. Herefter kan metadata fra fotoene såsom geografisk udstrækning, flyvehøjde, kamera og så videre automatisk aggregeres til serie- og derefter samlingsniveau.

Anvendelsen af et metadatahierarki kan dog give problemer i forbindelse med søgninger i metadata. I et tænkt eksempel er der to flyfotosamlinger i en metadatabase. Den ene samling har billeder fra forskellige steder i hele landet og er kun beskrevet på samlingsniveau. Den anden samling har også billeder fra hele landet, men denne samling er beskrevet på fotoniveau. Søger brugeren nu på fotos fra et specifikt geografisk område, vil begge samlinger dukke op. At den ene samling dukker op, giver brugeren information om, at der eksisterer billeder fra området i samlingen. At den anden dukker op, fortæller blot brugeren, at der i denne samling eksisterer billeder fra hele landet. Uanset hvilket område i landet brugeren søger på, vil den landsdækkende samling altså være en del af resultatet, uagtet at brugeren ikke får nye eller mere detaljerede informationer ud af dette. Dette problem kan måske løses med inspiration fra USGS EarthExplorers måde at håndtere forskelligartede metadatafiler. Denne problemstilling skal dog undersøges nærmere.

4.2 Forretningsgange

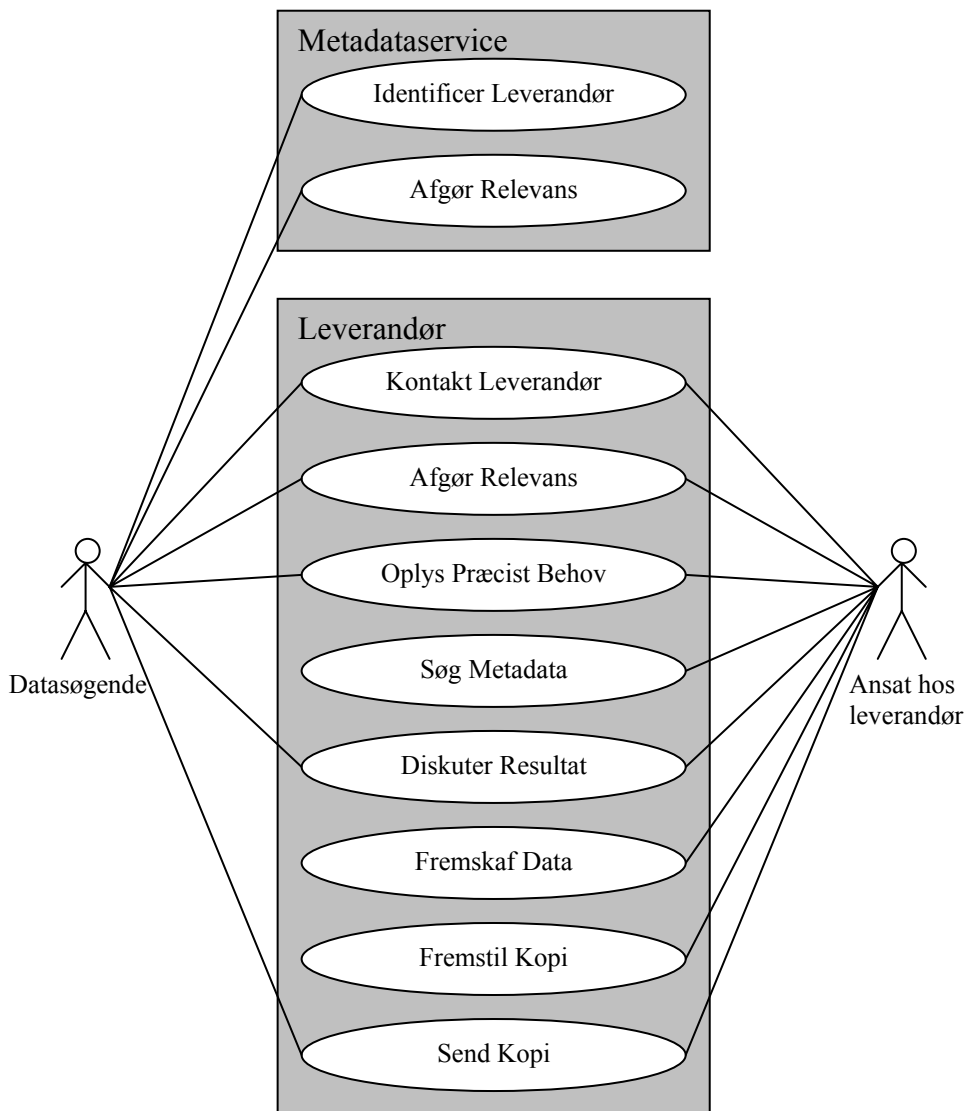
Med udgangspunkt i det ovenfor skitserede hierarki og de tre typer af metadata er der i tabel 3 opstillet et skema for den samlede detaljeringsgrad af metadata.

	Samling	Serie	Foto
Opdagelse	1	X	X
Udforskning	2	4	X
Udnyttelse	3	5	6

Tabel 3: Samlet detaljeringsniveau af metadata.

Skemaet skal forstås sådan at opdagelsesmetadata på samlingsniveau (markeret '1' i skemaet) er den laveste detaljeringsgrad og udnyttelsesmetadata på fotoniveau (markeret '6' i skemaet) repræsenterer den højeste detaljeringsgrad, idet alle metadata fra 1 til 6 er til stede. Udnyttelsesmetadata er udeladt for samling og serie, da de i høj grad er knyttet til det enkelte foto.

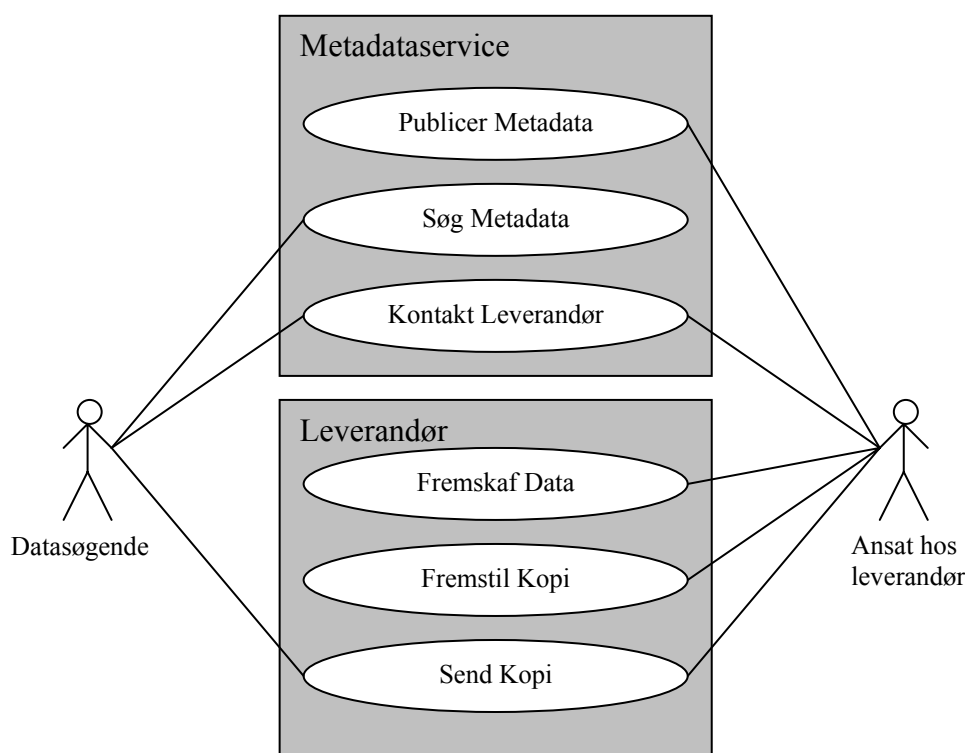
Skemaet kan bruges i forbindelse med planlægning af nye forretningsgange, idet der gælder, at jo højere detaljeringsgrad jo flere beslutninger er brugeren selv i stand til at træffe. En simpel, central service med udforskningsmetadata på samlingsniveau vil eksempelvis kunne give anledning til en forretninggang som vist på figur 4.2.



Figur 4.2: Metadataservice med udforskningsmetadata på samlingsniveau.

I forhold til den nuværende forretningsgang (se figur 3.19) har denne model den fordel, at brugeren har lettere ved at identificere leverandørerne og lettere ved at afgøre, hvorvidt det er relevant at kontakte en identificeret leverandør for eksempel ud fra oplysninger om billederne i samlingen eller prisen for at erhverve et af billederne. Med en sådan service vil leverandørerne opleve færre irrelevante henvendelser. Det vil dog stadig kunne forekomme, at den ansatte hos leverandøren kan afvise brugerens henvendelse med det samme, da detaljeringsgraden af metadata trods alt er forholdsvist lav.

Har brugeren gennem en central metadataservice adgang til så detaljerede metadata, at vedkommende alene på baggrund af disse er stand til at træffe beslutning om køb kan forretningsgangen i figur 4.3 benyttes.



Figur 4.3: Metadataservice med detaljerede metadata.

Ved denne forretningsgang behøver den ansatte hos leverandøren ikke længere være lige så erfaren som under de nuværende forhold. Vedkommende behøver blot at kunne fremskaffe data, lade en kopi fremstille og sende data. Da brugeren allerede inden kontakten har truffet sin beslutning, behøver kontakten til leverandøren ikke være telefonisk, idet der ikke skal diskuteres og vejledes. I stedet kan kontakten eksempelvis foregå via en formular på metadataservicen, hvorved det sikres, at brugeren oplyser alle relevante forhold på en konsistent måde. Ved at ændre kontakten mellem bruger og leverandør til at være asynkron opnås, at behandlingen af bestillinger kan samles på bestemte tidspunkter, og der kan ansættes en person specifikt til dette arbejde. På denne måde kan leverandøren ansætte en person uden særlige flyfotokvalifikationer til på foruddefinerede tidspunkter at ekspedere indkomne bestillinger.

Bemærk dog, at der i stedet for de hos leverandøren eliminerede opgaver vil være nye opgaver, som er knyttet til upload og vedligehold af data på metadataservicen. Disse

opgaver kan dog udføres omtrent en gang årligt efter flyfotosæsonen i modsætning til de tidligere opgaver, der var spredt ud over året.

Det er bevidst ikke angivet nøjagtigt hvilken detaljeringsgrad, der er behov for, for at brugeren kan træffe beslutning om køb, da dette afhænger af hvilken type flyfotos, der er tale om. For fotogrammetriske lodfotos kan det være tilstrækkeligt med udforskningsmetadata på serieniveau. Da produktet er ensartet og velbeskrevet, kan brugeren være tilfreds med at kunne konstatere, at der eksisterer lodfotos, som opfylder vedkommendes krav, og blot bestille en passende dækning. Dette kan også gælde tidsserier af skråfotos, hvorimod geografiske serier af skråfotos formodentlig vil forudsætte metadata på fotoniveau.

4.3 Infrastruktur for servicen

Det basale problem, som en metadataservice vil skulle løse, er at give den søgende adgang til dele af organisationernes metadata om deres flyfotos gennem en central brugerflade. Infrastrukturen, som skal muliggøre denne flytning af information, vil blive behandlet nærmere i det følgende.

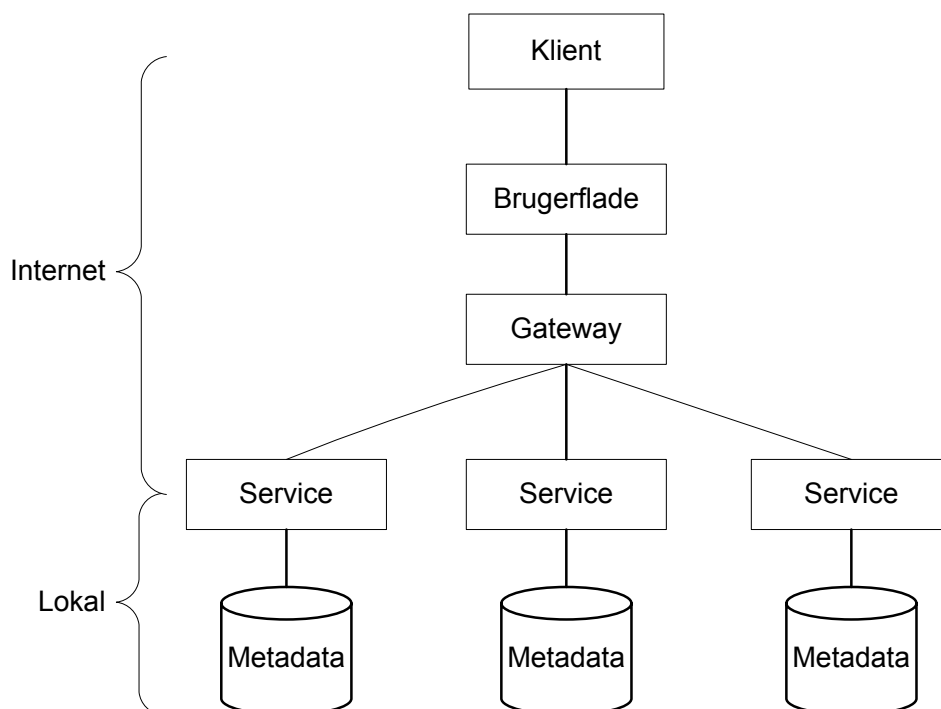
4.3.1 Distribueret system

På figur 4.4 ses en model for infrastrukturen, hvor metadata ligger hos de enkelte deltagende organisationer, og hvor metadataservicens funktion blot er at give en samlet brugergrænseflade til de bagvedliggende metadatabaser. Det vil sige, at den centrale del af metadataservicen skal:

- Tilbyde den søgende en brugerflade til opstilling af søgekriterier
- Formidle søgekriterierne ud til organisationernes metadataservices
- Modtage, sammenstille og præsentere søgeresultatet for den søgende gennem brugerfladen

Kravet til de deltagende organisationer i denne model er, at de hver især implementerer en service, som giver adgang til søgning i deres metadatasamling.

Denne model anvendes blandt andre af FGDC i deres såkaldte Clearinghouse, hvor offentlige, akademiske, kommercielle og ikke-kommercielle organisationer kan offentliggøre metadata om geografiske data. For offentlige, føderale organisationer er der i øvrigt en særlig pligt til at offentliggøre metadata via FGDCs Clearinghouse [Nebert96][FGDC04].



Figur 4.4: Distribueret system. Datastrømmen går begge veje ved alle forbindelser.

En stor fordel ved denne model er, at metadata altid vil være så friske som overhovedet muligt, da de trækkes direkte fra organisationen, der registrerer og vedligeholder metadata. En ændring af metadata ved en leverandør vil således øjeblikkeligt trænge igennem til den centrale metadataservice.

Implementering af denne model vil kræve investeringer i software, arbejdstid og eventuelt også hardware hos hver af organisationerne, idet der skal etableres individuelt tilpassede services, der tillader forespørgsler til de lokale metadatabaser. For visse organisationer vil det derudover være nødvendigt at reorganisere deres metadata, så det rent faktisk bliver muligt at tilgå dem fra en internetservice. Desuden vil hver organisation have udgifter til løbende vedligehold af servicen.

Opbygges de deltagende organisationers services efter åbne standarder, og gives der fri adgang til at benytte disse services, er det ikke kun den her beskrevne metadataservice, der kan trække data fra organisationerne, men i princippet en hvilken som helst internetbruger. Dette vil kunne udnyttes af andre metadataservices, som da vil kunne tilbyde deres brugere direkte adgang til metadata om en organisations billeder og vil dermed også understøtte andre anvendelser af metadata end den i dette projekt skitserede. Denne model kan således være medvirkende til, at der opstår en bredere anvendelse af metadata, hvilket kan være med til at gøre modellen attraktiv.

Visse organisationer kan være skeptiske overfor at give internetadgang til deres database, da der kan være oplysninger deri, som anses for at være forretningshemmeligheder, og som derfor må beskyttes på behørig vis. Formentlig vil disse organisationer foretrække, at deres databaser er så isolerede fra internettet som muligt, hvorfor det kan være nødvendigt for organisationen at drive en særskilt database med data til offentliggørelse og at begrænse adgangen til at udføre søgninger.

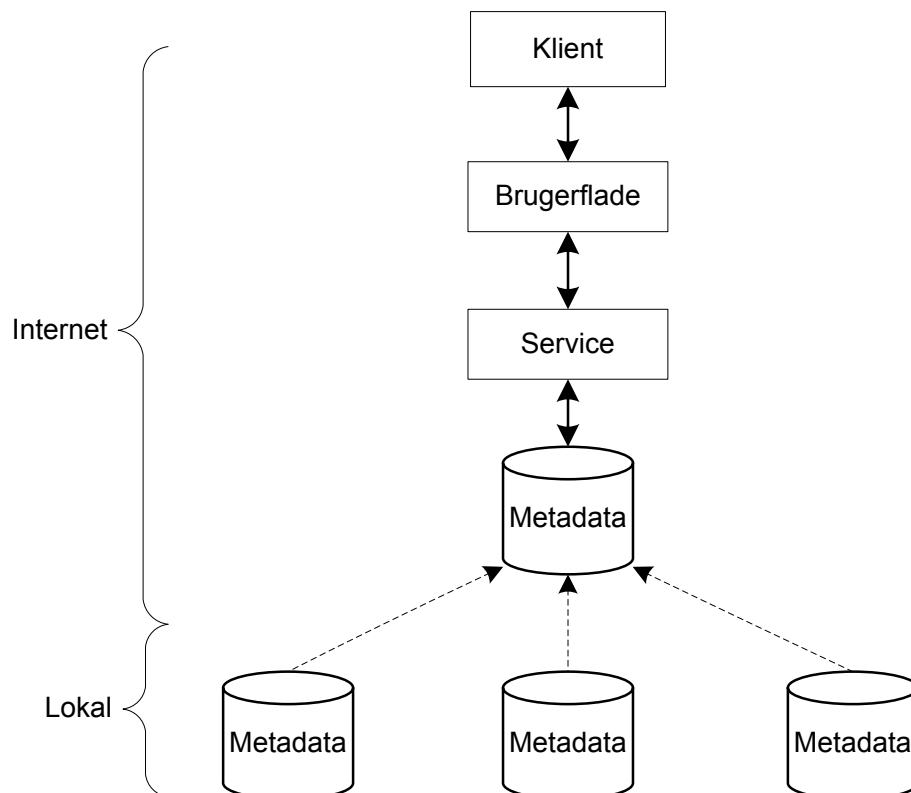
Endnu en konsekvens af at benytte denne model er, at servicens funktion er stærkt afhængig af et velfungerende datanetværk. Da en forespørgsel til den centrale metadataservice vil give anledning til, at der sendes en forespørgsel til hver af de tilknyttede organisationer, som returnerer et svar, kan der blive tale om større datamængder, der skal transporteres over netværket mellem serverne. Især ved brug af et interaktivt kort til opstilling af søgekriterierne, vil der skulle gennemføres mange forespørgsler i de underliggende databaser, da hver eneste panorering eller zoom i kortet i princippet giver anledning til en forespørgsel i hver af de underliggende databaser. (En hybridløsning (se senere) vil dog kunne mindske den overflødige del af denne trafik). Ud over at dette gør servicen sårbar over for trafikproblemer på netværket, kan det også betyde, at de deltagende organisationer må øge båndbredden på deres netværksopkobling for at kunne leve op til efterspørgslen, og dermed at projektet fordyres.

4.3.2 Centraliseret system

På figur 4.5 ses en model for infrastrukturen, hvor de enkelte deltagende organisationer sender deres metadata til en central metadatabase, hvori alle søgninger foretages. Det vil sige, at metadataservicen skal:

- Tilbyde den søgende en brugerflade til opstilling af søgekriterier
- Foretage forespørgslen i metadatabasen
- Præsentere søgeresultatet for den søgende gennem brugerfladen

Derudover skal servicen tillade organisationerne at uploade, vedligeholde og slette metadata i den centrale metadatatdatabase.



Figur 4.5: Centraliseret system. Bemærk at datastrømmen mellem den centrale og de lokale metadatabaser kun går i én retning.

En model svarende til denne anvendes blandt andre af *NOKIS*, som er en større tysk metadataservice for kystrelaterede data [Lehfeldt03].

I modsætning til ovenstående model kan en stor del af besværet og initialomkostningerne forbundet med etableringen af en central metadataservice i denne model lægges på metadataservicen. Organisationerne kan med det centraliserede system helt slippe for at skulle bruge ressourcer på etablering og vedligehold af webservices, ekstra båndbredde og så videre. Der kan desuden laves fleksible løsninger på metadataservicen for upload af metadata, så behovet for at reorganisere data i organisationerne mindskes. For eksempel kunne der åbnes for upload i de filformater, som metadata ligger i hos de enkelte organisationer, hvorefter metadataservicen enten fuld- eller semiautomatisk oversætter metadata fra organisationens profil til metadataservicens profil.

Modellen bygger som nævnt på, at de enkelte organisationer sender opdateringer til den centrale database. En ulempe ved denne konstruktion kan være, at metadata i den centrale database kan blive forældede, idet ”friskheden” af disse metadata afhænger af, hvor tit organisationerne uploader nye metadata og vedligeholder allerede uploadede metadata. Problemet kan minimeres ved at automatisere upload- og vedligeholdelsesprocesserne, således at det for eksempel udføres automatisk hver nat, men automatisk opdatering medfører at de lokale databaser i en eller anden grad skal tilsluttes internettet, hvilket både medfører en sikkerhedsrisiko og et ressourceforbrug i forbindelse med etableringen af tilslutning samt automatik. Det skal nævnes, at sikkerhedsrisikoen ved denne model kan gøres mindre end i den ovenfor beskrevne, da den lokale database ikke behøver at være eksponeret for internettet døgnet rundt.

Vælger organisationen at upload og vedligehold skal foregå manuelt, undgås sikkerhedsrisiko og udviklingsomkostninger, men til gengæld er der ingen garanti for kvaliteten af metadata, idet frekvensen og kvaliteten af opdateringerne kommer til at afhænge af en række menneskelige og organisatoriske faktorer som for eksempel motivation, tidspres og kompetence.

En anden ulempe, ved at metadata skal lagres to steder i systemet, er, at dette naturligvis vil optage dobbelt så meget lagerplads. Så længe, der primært er tale om tekstuelle metadata og en tilvækst på i størrelsesordenen 100.000 poster om året, vil dette dog ikke udgøre noget større problem.

Der er nævnt en del økonomiske argumenter for og imod de to modeller, men det er klart, at udgifter til etablering og drift under alle omstændigheder vil variere kraftigt fra organisation til organisation. Eksempelvis er COWIs og KMS’ nuværende metadatabaser mindre egnede til anvendelse sammen med en webservice (da de består af simple lister i et proprietært filformat), hvorimod BlomInfos relationelle database forholdsvis nemt kan anvendes.

Begge modeller vil tillade transport af store mængder af metadata, men såfremt der ikke er behov for at transportere store mængder metadata, for eksempel hvis servicen kun indeholder metadata på samlingsniveau, må den centrale model foretrækkes, da initialomkostningerne for denne model er små.

Bemærk i øvrigt, at de to modeller typisk begge forekommer i en infrastruktur - blot på forskellige niveauer. I det ovenstående er infrastrukturen beskrevet med hensyn til en central metadataservice for danske organisationer. Hvis man skifter skala og i stedet betragter en intern metadataservice hos en af organisationerne, hvor de enkelte afdelinger er leverandører af metadata til organisationens metadataservice, kan der her anvendes en distribueret eller en centraliseret infrastruktur til registrering af metadata. I dette tilfælde vil klienten til systemet for eksempel kunne være den centrale danske metadataservice. Tilsvarende gør sig naturligvis gældende, hvis man betragter den centrale danske metadataservice som leverandør af metadata til en international metadataservice. Spørgsmålet er således ikke, om der skal anvendes en infrastruktur baseret på enten distribueret eller centraliseret søgning af metadata, men snarere på hvilke niveauer, det er optimalt at anvende enten den ene eller anden infrastruktur.

Der kan naturligvis også tænkes kombinationer eller hybrider af de to modeller. Eksempelvis kunne man i den distribuerede model udstyre metadataservicen med et midlertidigt lager, der gemmer brugerens seneste søgeresultat. Udgør en efterfølgende søgning en delmængde af den oprindelige søgning, kan man nøjes med at udføre søgningen på det gemte resultat. FGDCs tidligere omtalte Clearinghouse er faktisk blevet udbygget, så den nu er en hybridmodel, idet en central database "høster" metadata fra de distribuerede databaser for at mindske svartiden for forespørgsler [FGDC04]. En anden hybrid kunne bestå af, at en nærmere specificeret delmængde af metadata ligger på den centrale server og den del af metadata, som ofte ændrer sig, eller som organisationen ønsker særlig kontrol over, ligger ude hos organisationerne. Man kunne også forestille sig en løsning, hvor en del af organisationerne opstiller en åben metadataservice, og hvor andre foretrækker at sende deres metadata til den centrale service. I det tilfælde kan den centrale metadataservice opbygges som en kombination af de to ovenstående infrastrukturer, således at visse organisationers metadata ligger på den centrale server, hvor andres hentes ved forespørgsler til organisationens egen metadataservice.

4.4 Metadataprofil

Som beskrevet i afsnit 3.3.3 konvergerer de internationale metadatastandarder for geografiske data i øjeblikket mod ISO 19115, hvorfor det synes oplagt at basere nye metadataservices på denne standard. Et problem ved at basere en metadataservice for flyfotos alene på ISO 19115 er dog, at standarden tidligere er fundet utilstrækkelig til blandt andet billeddata. Af samme årsag arbejdes der på at udvikle ISO 19115 part 2, som er en udvidelse til ISO 19115, og som skal tilføje blandt andet flyfotospecifikke metadataelementer. Udvidelsen er endnu i et tidligt stadie, og det er, så vidt vides, endnu ikke forsøgt at anvende udvidelsen i praksis. Der eksisterer således ingen konkrete erfaringer med ISO 19115 part 2, hvorfor der mangler grundlag for at træffe en beslutning om, hvorvidt en metadataservice for flyfotos kan baseres på ISO 19115 part 2.

I dette projekt undersøges det derfor, hvorvidt ISO 19115 part 2 i sin nuværende form er egnet til brug for en metadataservice for flyfotos. Dette gøres ved først at undersøge, om standarderne tillader registrering af de nødvendige metadataelementer og derefter om standardernes struktur er egnet til flyfotometadata. Resultatet af disse undersøgelser beskrives i dette afsnit.

Undersøgelserne er koncentreret om de flyfotospecifikke metadataelementer. Disse alene er ikke tilstrækkelige til at beskrive flyfotos, idet der skal registreres oplysninger om distribution og så videre, men kan passende koordineres med en relevant, officiel profil af ISO 19115.

Der vil flere gange i det følgende blive brugt UML-modeller fra standarderne til at illustrere standardernes struktur. For den øvede er en UML-model en effektiv måde at få overblik over en kompliceret struktur, mens det for den uøvede kan være ganske svært at afkode. En lille vejledning i læsning af den benyttede notation kan findes i bilag 4.

For at undgå fejl og misforståelser anvendes i vidt omfang de officielle engelske betegnelser fra ISO-standarderne, idet der ikke findes en officiel dansk oversættelse. Det kunne naturligvis lade sig gøre at lave en uofficiel oversættelse af betegnelserne, men en sådan oversættelse vil være forbundet med adskillige problemer. Selve arbejdet med oversættelsen vil være kompliceret og omfattende og vil ikke i sig selv bibringe projektet yderligere værdi, da det forventes, at læseren forstår de engelske termer. Desuden vil en oversættelse kunne introducere fejl og misforståelser, både hvis man forsøger at anvende oversættelsen sammen med den officielle version af standarderne, og hvis man forsøger at sammenholde to uofficielle danske oversættelser.

Indledningsvis gives en kort introduktion til ISO 19115 og ISO 19115 part 2.

4.4.1 ISO 19115

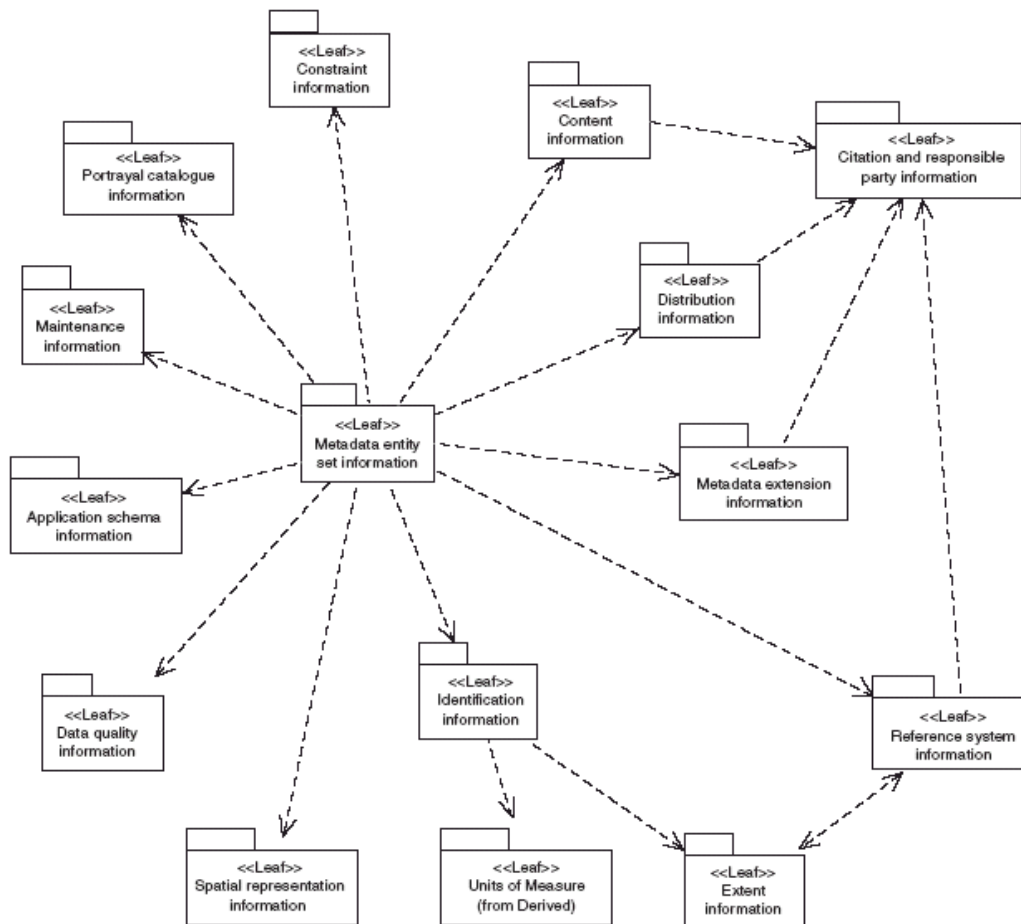
ISO 19115 er én ud af en serie af ISO-standarder inden for geografisk information. Serien kendes som ISO 19100-serien, og formålet med disse standarder er at etablere et fælles udgangspunkt for forståelse og brug af geografiske data.

For at sikre konsistens mellem standarderne og minimere dobbeltarbejde henviser ISO-standarderne i høj grad til hinanden. Således er det eksempelvis beskrevet i én standard, hvordan koordinater anvendes til spatielle referencer, og derefter behøver de øvrige standarder blot henvise til denne, når der benyttes koordinater. På denne måde refererer ISO 19115 direkte til 18 ISO-standarder, hvoraf de 11 hører til ISO 19100-serien (se tabel 4), disse refererer igen til andre standarder og så fremdeles.

19106 – Profiles	19112 – Spatial referencing by geographic identifiers
19107 – Spatial schema	19113 – Quality principles
19108 – Temporal schema	19114 – Quality evaluation procedures
19109 – Rules for application schema	19117 – Portrayal
19110 – Methodology for feature cataloguing	19118 – Encoding
19111 – Spatial referencing by coordinates	

Tabel 4: Referencer i ISO 19115 til øvrige standarder i ISO 19100 serien.

ISO 19115 består af 14 pakker, der til sammen udgør grundlaget for metadata modellen (se figur 4.6). Hver pakke er en gruppering af modelementer inden for et aspekt af metadata såsom datakvalitet eller distribution.



Figur 4.6: Metadatatpakker og deres indbyrdes afhængigheder. Fra [ISO19115].

Idet ikke alle pakkenavne umiddelbart afslører indholdet af pakken, beskrives dette ganske kort i det følgende:

- Metadata entity set information

Indeholder en række metadatat om metadatat såsom, hvilket sprog metadatat er skrevet i, hvornår metadatat er produceret og så videre. Derudover er pakken, som det fremgår af figur 4.6, omdrejningspunkt for hele modellen.

- Identification information

Indeholder informationer, der identificerer de beskrevne data, herunder for eksempel titel, sammenfatning, formål og målestok.

- Constraint information

Denne pakke indeholder information om restriktioner på data eller metadatat.

- Data quality information

Indeholder elementer, der tillader en generel vurdering af datas kvalitet samt en beskrivelse af datas herkomst.

- Maintenance information

Indeholder information om omfang og frekvens af opdateringer af data.

- Spatial representation information

Pakken indeholder information om de mekanismer, der benyttes for at repræsentere spatiel information i data. Der skelnes for eksempel mellem vektor- og grid-repræsentation.

- Reference system information

I denne pakke findes information om spatielle og temporale referencesystemer benyttet i data.

- Content information

Denne pakke indeholder information om datas indhold. Blandt andet er det muligt at beskrive et såkaldt *feature catalogue*, der er en beskrivelse af abstraktionen fra den virkelige verden til data. Derudover er der en række billedspecifikke elementer.

- Portrayal catalogue information

Denne pakke giver mulighed for at henvise til et såkaldt *portrayal catalogue*, der er en samling af definitioner af forskellige måder at præsentere data.

- Distribution information

Indeholder information om distributører af data og forskellige forhold vedrørende distributionen.

- Metadata extension information

Denne pakke indeholder information om eventuelle brugerdefinerede udvidelser af standarden.

- Application scheme information

Indeholder information om datas såkaldte *application scheme*, der er en formel beskrivelse af datastruktur og indhold krævet af en eller flere applikationer.

- Extent information

Indeholder information om datas spatielle og temporale udbredelse.

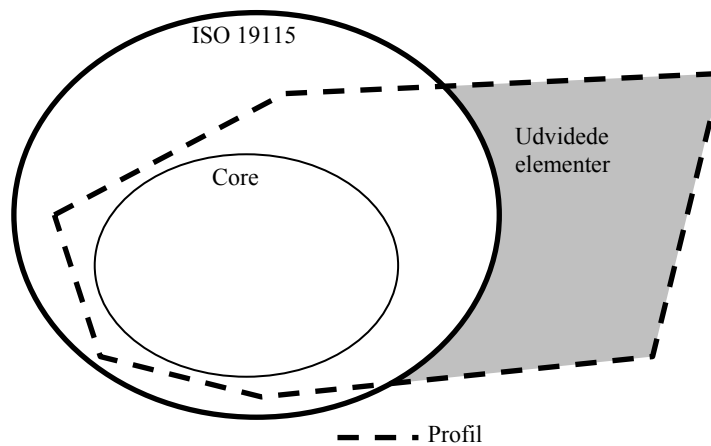
- Citation and responsible party information

Giver mulighed for at citere en ressource og henvise til ansvarlig person eller part.

Hver pakke består af én eller flere klasser, der kan have en række attributter. For samtlige klasser og attributter angiver standarden, hvorvidt benyttelsen heraf er obligatorisk, betinget eller frivillig.

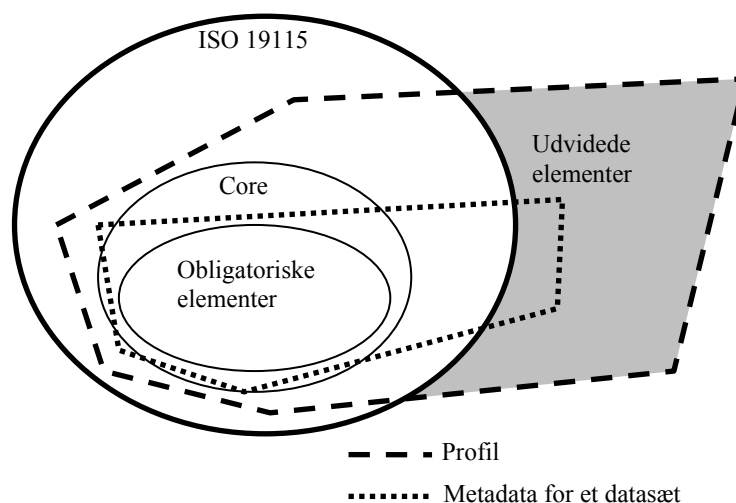
Standarden definerer i nærheden af 300 metadataelementer samt en standardiseret metode til at udvide antallet af elementer efter behov. I praksis ville det være meget u hensigtsmæssigt, hvis dataproducenten skulle tage stilling til den eventuelle anvendelse af 300 metadataelementer, hver gang der produceredes nye metadata. I stedet kan producenten anvende en såkaldt profil, der består af en delmængde af elementerne i ISO19115 plus eventuelt nogle elementer, der udvider standarden. En profil kan eksempelvis udvikles på nationalt eller internationalt plan, inden for et fagområde eller i forbindelse med en applikation

For at sikre at alle profiler af standarden indeholder et basalt minimum af metadata, definerer standarden en kerne (engelsk: *core*) af elementer, som skal være indeholdt i en profil for at den opfylder standarden (Se figur 4.7).



Figur 4.7: Metadata profil. Bemærk, at en profil ikke nødvendigvis udvider standarden. Efter [ISO19115].

Mens en profil *skal* indeholde core for at overholde standarden, behøver metadata for et datasæt ikke at have alle elementer i core udfyldt for at overholde standarden. Her er kravet blot, at standardens obligatoriske elementer er udfyldt (se figur 4.8).



Figur 4.8: Metadata for et datasæt. Kun standardens obligatoriske elementer skal forefindes, for at metadata opfylder standarden.

4.4.2 ISO 19115 part 2

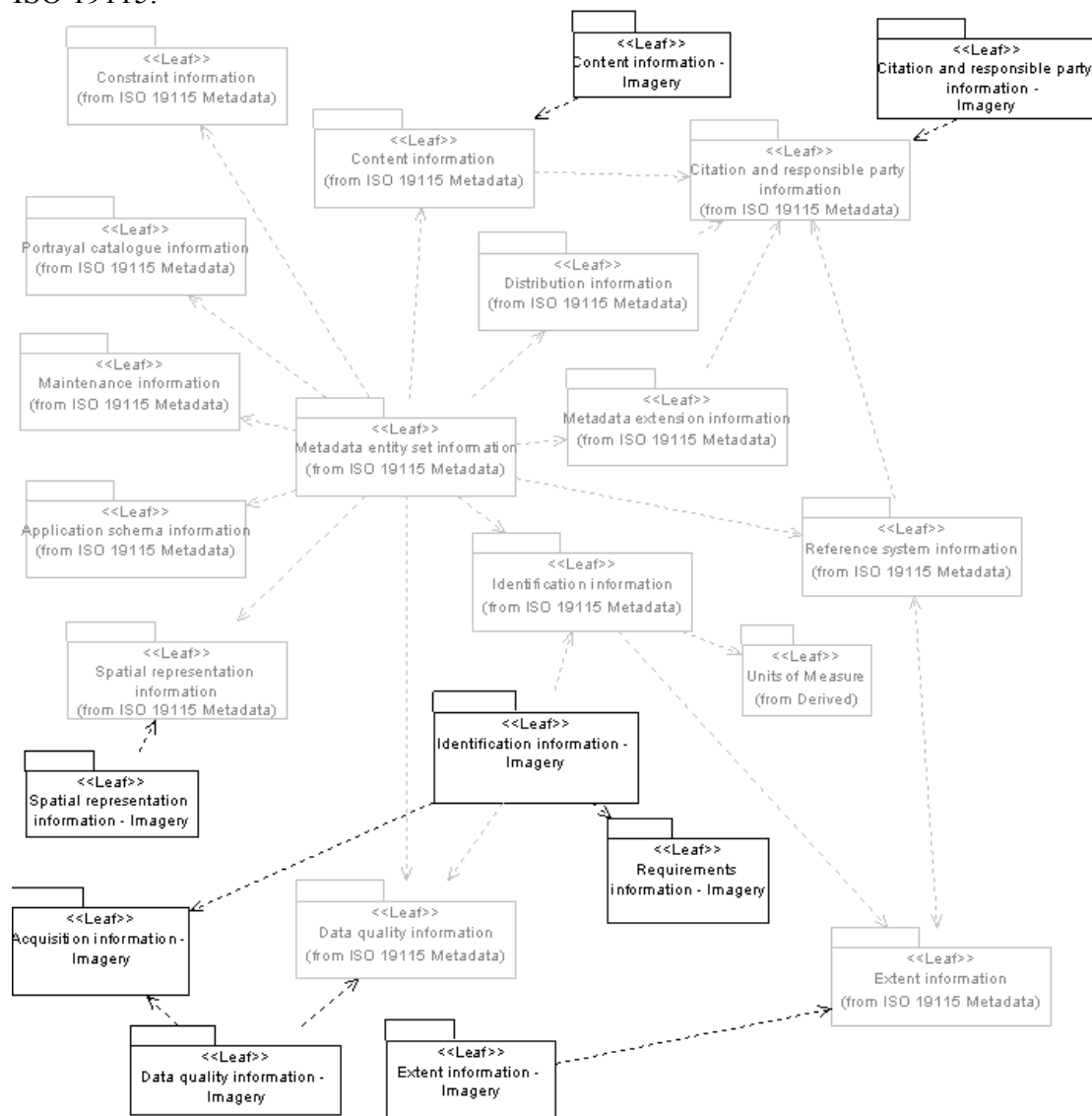
ISO 19115 part 2 (herefter også benævnt *part 2*) er som nævnt en udvidelse til ISO 19115, der definerer elementer og struktur, som er nødvendig for at kunne registrere metadata om remote sensing data.

Part 2 er stadig på et meget tidligt stadie i processen frem mod at blive godkendt som international standard. I den version, som er anvendt ved dette projekt (se [ISO19115-2]), betyder dette blandt andet, at det flere steder er understreget, at der er tale om

ufærdige modeller, at der er fundet uoverensstemmelser mellem UML-modeller og data dictionary og at en del af dokumentets formalia endnu ikke er udfyldt.

Manglende formalia omfatter blandt andet normative referencer, hvorfor disse ikke umiddelbart kan listes her. Nogle få referencer er dog vigtige at nævne alligevel. Udover at standarden naturligvis referer til ISO 19115 refereres i høj grad til ISO 19130 med titlen *Sensor and data model for imagery and gridded data*.

Part 2 udvider ISO 19115 med otte pakker (se figur 4.9). Seks af disse pakker er udvidelser af eksisterende pakker i ISO 19115, mens to af pakkerne er nye i forhold til ISO 19115.



Figur 4.9: Metadatapakker i ISO 19115 og ISO 19115 part 2. Pakker i ISO 19115 part 2 er trukket op med fed. Efter [ISO19115-2].

Indholdet af pakkerne i ISO 19115 er beskrevet ovenfor, herunder beskrives derfor kun indholdet af pakkerne i part 2.

- Identification information

Denne pakke udvider den tilsvarende pakke i ISO 19115 med information om erhvervelsen af data.

- Data quality information

Pakken udvider den tilsvarende pakke i ISO 19115 med yderligere information om kilddata og processing ved fremstilling af data.

- Spatial representation information

Denne pakke indeholder en udvidelse af den tilsvarende pakke i ISO 19115 med information om georeferering billeddata. En del af metadataelementerne til georeferering findes i klasser defineret i ISO 19130.

- Content information

Også denne pakke er en udvidelse af en eksisterende pakke i ISO 19115. Pakken indeholder information om indholdet af billeddata samt om den anvendte sensor. En del af metadataelementerne omhandlende sensor findes i klasser defineret i ISO 19130.

- Acquisition information

Pakken indeholder information om, hvordan data er erhvervet i form af informationer om anvendt instrument og platform samt information om missionen. En del af metadataelementerne omhandlende platformen findes i klasser defineret i ISO 19130.

- Requirements information

Denne pakke indeholder information om forudgående krav til de indsamlede data i form af information om ønskede målobjekter samt missionsplan.

- Extent information

Denne pakke udvider den tilsvarende pakke i ISO 19115 med yderligere information om datas vertikale udstrækning.

- Citation and responsible party information

Denne pakke indeholder en udvidelse af den tilsvarende pakke i ISO 19115 med information om citerede ressourcer.

4.4.3 Elementer

Det er i projektet undersøgt, om der i part 2 kan registreres metadata svarende til de i afsnit 3.3.1 skitserede. Den fundne sammenhæng mellem førnævnte skitserede metadata og metadataelementer i ISO-standarderne kan ses i bilag 5. I dette afsnit gives en summerende beskrivelse af erfaringerne opnået i forbindelse med disse undersøgelser.

Opdagelsesmetadata

Det var på forhånd ventet, at det ikke ville volde problemer at finde elementer til opdagelsesmetadata i standarden, da der er tale om meget basale informationer. Det viser sig dog, at flere af de skitserede elementer kun kan registreres med lidt tilpasning.

Med hensyn til identifikation af billedet kan kun *projekt id* og *rute id* registreres i dertil beregnede elementer. De øvrige oplysninger om station id, filmrulle id og billede id kan i stedet registreres i et felt beregnet til generel identifikation af data.

Det umiddelbart største problem i forbindelse med opdagelsesmetadata udgøres af stedbestedelsen. Traditionelt har man inden for både fotogrammetri og skråfotografering knyttet billedet til et punkt, men ISO-standarderne benytter enten todimensionale geometriske datatyper i form af en bounding box eller polygon eller indirekte georeferencer til at angive datas geografiske placering. Derfor kan det ikke umiddelbart lade sig gøre at angive datas omtrentlige geografiske placering med et punkt. Det er dog muligt at angive billedets nadir, hvilket for lodfotos svarer til det ønskede.

Det kan naturligvis lade sig gøre at beregne en mere eller mindre nøjagtig udbredelse af billedet afhængigt af kendskabet til kameraets ydre og indre orientering, men det er stadig en mangel, at det ikke kan lade sig gøre at registrere den mest oprindelige form af metadata. Ikke mindst fordi der er tale om den mest udbredte metode i branchen. Af hensyn til kompatibilitet med eventuelle søgemekanismer, der baserer sig på informationerne om datas udbredelse for eksempel i forbindelse med en SDI, bør metadata i øvrigt i videst muligt omfang forsynes med enten bounding box eller polygon.

Registrering af tidspunktet for billedets optagelse er mulig i indtil flere forskellige elementer. Dette følger blandt andet af modellen i ISO 19130, der tillader beskrivelse af platformen i forhold til jorden, sensor i forhold til platform, optik i forhold til sensor og så videre. For hvert af disse forhold kan der opgives tidspunkt for billedets optagelse.

En mulighed for at skelne mellem skrå- og lodfotos findes ikke umiddelbart, men der er dog mulighed for at registrere kameraaksens vinkel i forhold til lodret. Dette er ikke en optimal metode, da der så må tildeles en omtrentlig hældning til alle billeder, hvor den ydre orientering er ukendt. Men, da der ikke samtidig er mulighed for at angive nøjagtigheden på vinklen, vil dette undergrave anvendelse af feltet til mere nøjagtige angivelser.

Der er ikke i de nugældende versioner af standarderne fundet elementer, der tillader registrering af en omtrentlig værdi for flyvehøjden.

Trods de oprindelige forventninger om forholdsvist få problemer med opdagelsesmetadata har det altså vist sig, at der er flere af disse, der ikke umiddelbart passer ind i ISO-standardernes metadatamodel. Det er forsøgt at finde en løsning på disse problemer, idet der som nævnt er tale om meget basale metadata.

En mulig løsning på den manglende mulighed for at angive billedets omtrentlige midtpunkt kunne være at udvide klassen *MI_ImageDescription* med elementet *viewedPoint [0..1]: GM_Point*. Dette element ville således optræde i samme klasse som nadir, og det ville stemme fint overens med, at definitionen af flere af klassens øvrige elementer henviser til et *viewed point*.

Som et alternativ til den uheldige brug af en vinkel til at skelne mellem lod- og skråfotos, kunne der laves en udvidelse til *MD_ImagingConditionCode*. En anden løsning kunne være at udvide *MD_ImageDescription* med et element, der kunne hedde *cameraTilt* og have en codelist med elementerne *vertical*, *lowOblique* og *highOblique* som datatype.

Udforskningsmetadata

Af de 39 skitserede flyfotospecifikke udforskningsmetadataelementer er det kun lykkedes at finde matchende ISO-elementer til cirka halvdelen.

Det mest påfaldende problem er, at der ikke findes elementer til beskrivelse af de fysiske forhold vedrørende optagelse af fotos. Det kan således ikke umiddelbart lade sig gøre at registrere oplysninger om filmformat, filmens spektrale kategori, filmens typebetegnelse, om der er tale om positiv eller negativ film, kvaliteten af belysning af filmen, kvaliteten af filmens fremkaldelse og fotoets nuværende fysiske tilstand. Det er heller ikke umiddelbart muligt at skelne mellem forskellige analoge formater, idet der kun kan angives, om billedet er analogt.

Der er i part 2 defineret en klasse, *MI_Target*, til beskrivelse af målobjekter. Klassen indeholder alle ønskede informationer, men ifølge klassens definition beskriver *MI_Target* kun objekter, som *ønskes* afbildet i forbindelse med en mission. Det er altså ikke hensigten, at denne klasse skal anvendes til at beskrive objekter, der *er* afbildet i det optagne foto. Dokumentet bemærker i øvrigt om pakken, hvori denne klasse indgår, at den er under udarbejdelse. Det må altså forventes, at der kan ske ændringer i denne del af modellen i fremtidige versioner.

Der mangler også en række elementer til angivelse af, om billedet indgår i en serie, hvor der er stereoskopisk dækning, og af hvor stort overlap, der i givet fald er mellem billederne. Der kan dog gives en reference til stereopartnerne i klassen *MD_AggregateInformation*, hvilket unægtelig kræver et noget større kendskab til data. Det er i dette tilfælde ikke længere nok at vide, at der er stereopartnerne, de enkelte stereopartnerne skal også identificeres og refereres til. Det vil således være dyrere at benytte denne metode i forhold til en simpel angivelse af eksistensen af stereodækning.

Derudover er der problemer med at registrere omtrentlige værdier for parametre, som også kan være kendt med større nøjagtighed. Dette gælder for kappas og kamerakonstanten.

Udnyttelsesmetadata

I kraft af ISO 19130s detaljerede sensor-model er det lykkedes at finde matchende eller delvist matchende ISO-elementer til 12 ud af 14 skitserede udnyttelsesmetadata. Enkelte af de skitserede elementer er oversat til adskillige ISO-elementer, hvorved der sikres større konsistens i beskrivelsen. Der er således en ganske god beskrivelse af udnyttelsesmetadata i ISO-standarderne.

I forbindelse med beskrivelse af kameraets konfiguration under flyvning og henvisning til kamerakalibreringsrapport har det været nødvendigt at benytte mere generelle elementer til disse beskrivelser nemlig et element til generel beskrivelse af sensor og et element til generelle henvisninger vedrørende sensoren.

Der benyttes i sensormodellen defineret i ISO 19130 en øjebliksbeskrivelse af sensorens geometri. Det er således ikke muligt at angive oplysninger om kalibreringen: hvornår, hvem, hvordan, gyldighed og så videre.

Det er heller ikke lykkedes at finde elementer til beskrivelse af nøjagtigheden af parametrene i den ydre orientering.

4.4.4 Struktur

Det er ikke tilstrækkeligt at undersøge, om standarden indeholder de relevante metadataelementer, det er også nødvendigt at undersøge, om strukturen tillader registrering af de ønskede elementer på en hensigtsmæssig måde. Strukturen skaber sammenhæng mellem forskellige metadataelementer, og dermed kan en uhensigtsmæssig struktur medføre, at relevante metadata kobles sammen med irrelevante eller endda undefinerede. I dette afsnit beskrives strukturen i udvalgte dele af modellen for at illustrere problemer af denne art.

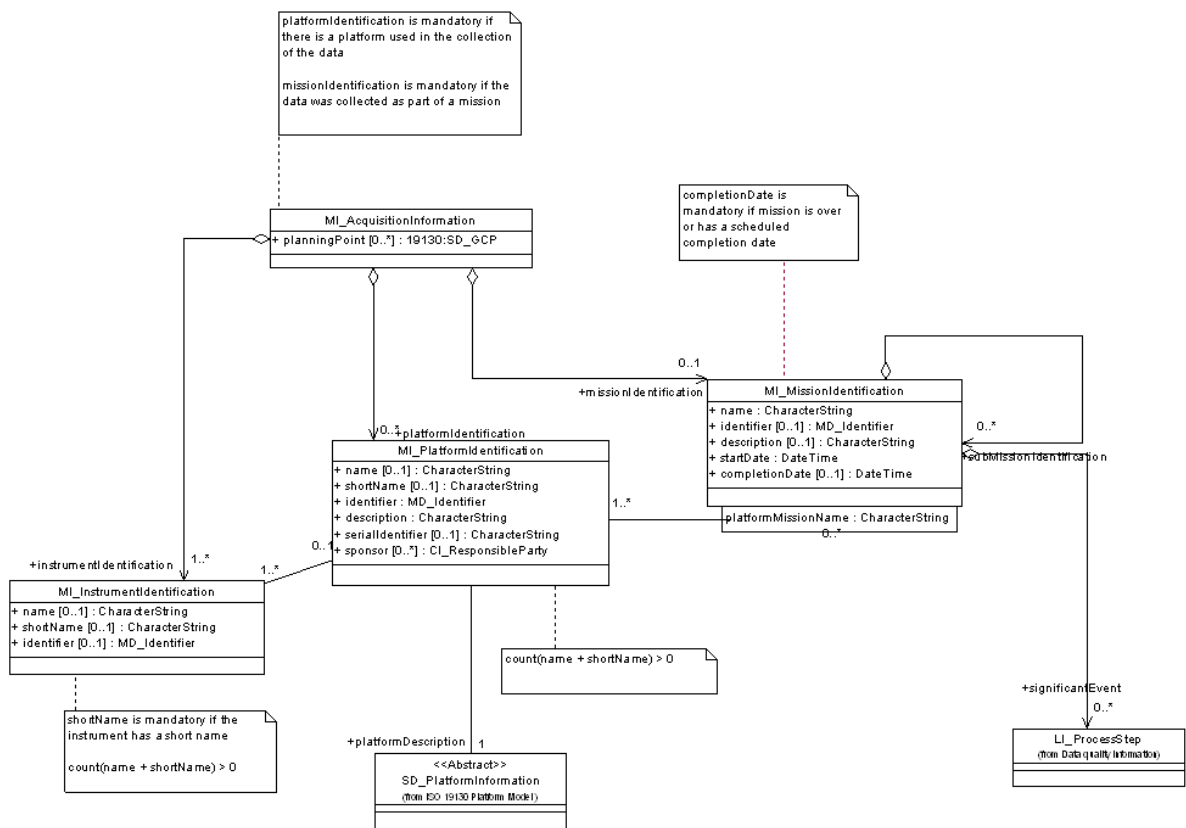
Obligatoriske elementer

En metadataprofil skal som tidligere nævnt indeholde samtlige elementer i core for at overholde standarden. For en metadataprofil for flyfotos betyder dette, at følgende elementer skal indgå i profilen trods deres diskutabile relevans for fotografiske data: *Dataset language* og *Dataset characterset*.

Når der er tale om beskrivelse af et datasæt, er det ikke nødvendigt at udfylde samtlige elementer i core for at overholde standarden. Her er mindstekravet i stedet, at alle obligatoriske elementer skal udfyldes. For metadata om et flyfoto betyder dette blandt andet, at elementet *Dataset language* skal udfyldes, selvom det i mange tilfælde nok kan diskuteres, om feltet giver mening. En løsning på dette kan være at give feltet værdien *NULL*, hvorved det signaleres, at værdien er undefineret.

Acquisition information

I denne pakke er der brug for at registrere informationer om identifikation af det anvendte instrument og eventuelt informationer om projektet, som fotoet er blevet til som en del af.



Figur 4.10: Acquisition information. Fra [ISO19115-2].

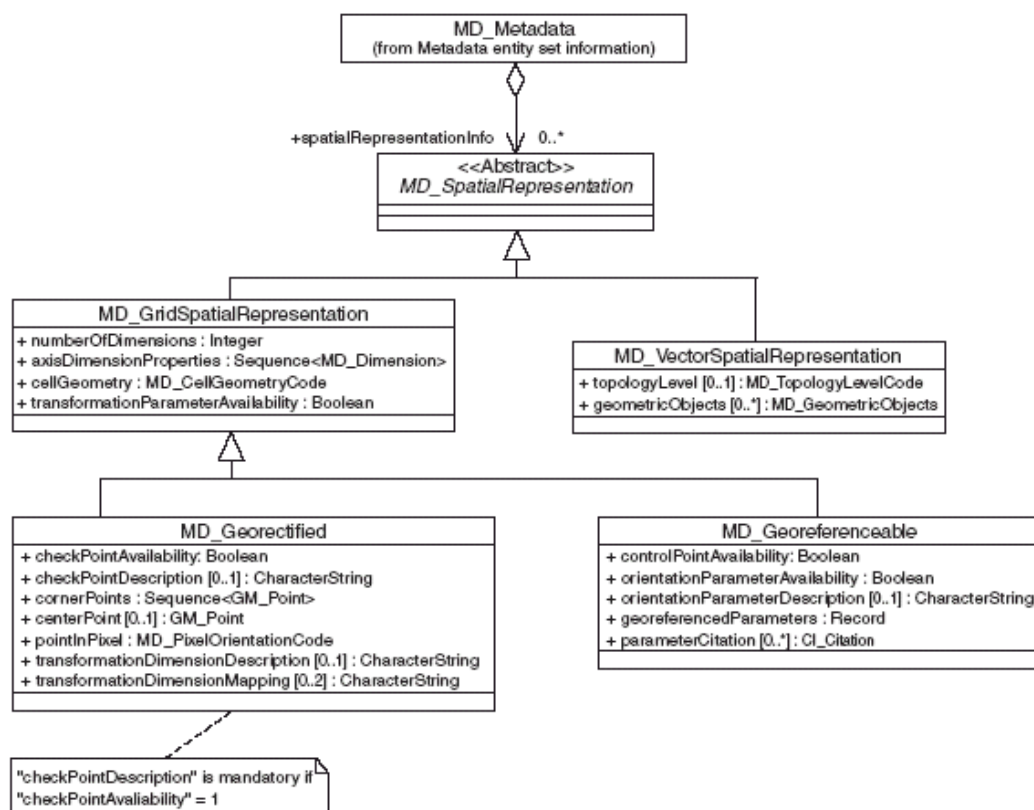
Identifikation af kameraet foregår i klasse *MI_InstrumentIdentification* som er en komponentklasse under *MI_AcquisitionInformation*. Som det ses af figur 4.10, kræver standarden, at der også registreres oplysninger om den benyttede platform, såfremt klassen *MI_AcquisitionInformation* anvendes. Dette er oplysninger, som ofte ikke er kendte for flyfotos, og som af nogle betragtes som værende irrelevante for andre end producenten. Skal standarden overholdes, må disse oplysninger altså enten indsamles, eller der må opfindes tilpas generiske værdier, så kravene i standarden er opfyldt, uden at det kræver kendskab til de faktiske informationer.

Det skal også nævnes, at klassen *SD_PlatformInformation*, der ifølge diagrammet i figur 4.10 er obligatorisk (hvorimod data dictionary ikke nævner relationen), blandt andet indeholder elementer til unik identifikation af platform samt beskrivelse af platformen (se evt. bilag 6). Disse elementer findes også i *MI_PlatformIdentification*, og dermed brydes der med princippet om *single best home*. Single best home er et princip i objektorienteret modellering, om at informationer og funktioner kun findes ét sted i modellen (det mest oplagte). Derudover indeholder klassen en obligatorisk beskrivelse af et platformspecifikt koordinatsystem samt platformens ydre orientering i form af position og drejninger. Disse metadata er ikke nødvendige for brugen af flyfotos, men de skal altså registreres, hvis standarden skal overholdes. Klassen indeholder dog ét i denne sammenhæng nyttigt element, *dynamicPlatformType*, som giver mulighed for at registrere, at der er tale om en dynamisk, luftbåren platform.

Spatial representation

I denne del af modellen findes elementerne, der tillader registrering af informationer vedrørende fotoets ydre orientering. Det er således her, information om

tilgængelighed til orienteringsparametre og paspunkter samt kameraets koordinater og drejninger findes. Den i ISO 19115 definerede del af spatial representation ses i figur 4.11 og den i part 2 definerede del i figur 4.12.

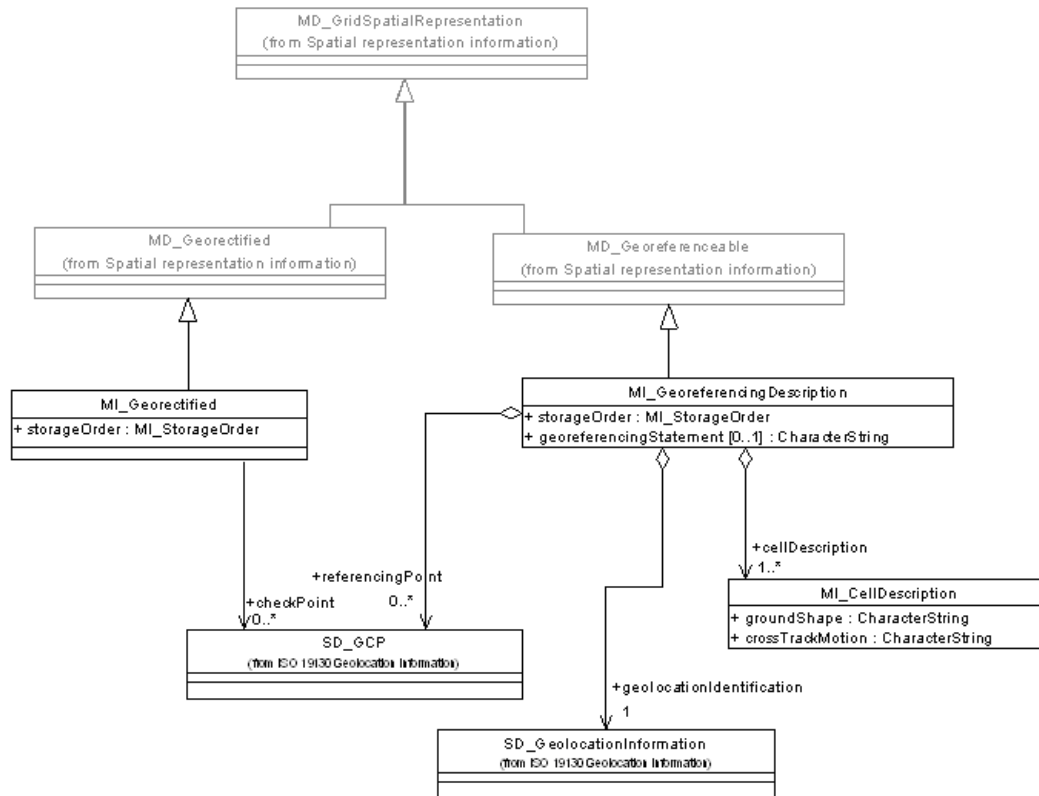


Figur 4.11: Spatial representation defineret i ISO 19115. Fra [ISO19115].

Som det fremgår af figuren, er elementerne *controlPointAvailability* og *orientationParameterAvailability* defineret i en subklasse til *MD_GridSpatialRepresentation*. Dette er særdeles problematisk i forbindelse med analoge fotos, idet disse ikke er repræsenteret i et grid og derfor ikke hører hjemme under denne klasse.

Det kan lade sig gøre at overkomme dette problem ved at udvide standarden, men en sådan udvidelse vil kræve en ny subklasse under *MD_SpatialRepresentation* med nogle af de samme elementer som i *MD_Georeferenceable*, og dermed vil udvidelsen stride mod princippet om *single best home*. Det er altså tvivlsomt, om modellen rent faktisk egner sig til også at omfatte analoge billeder.

Man kan muligvis finde nogle værdier, der giver mening til visse af elementerne i *MD_Georeferenceable* og dens superklasse og så blot indsætte værdien NULL i de øvrige elementer, men det ændrer ikke ved det faktum, at anvendelsen strider mod selve definitionen af klassen.



Figur 4.12: Spatial representation defineret i ISO 19115 part 2. Fra [ISO19115-2].

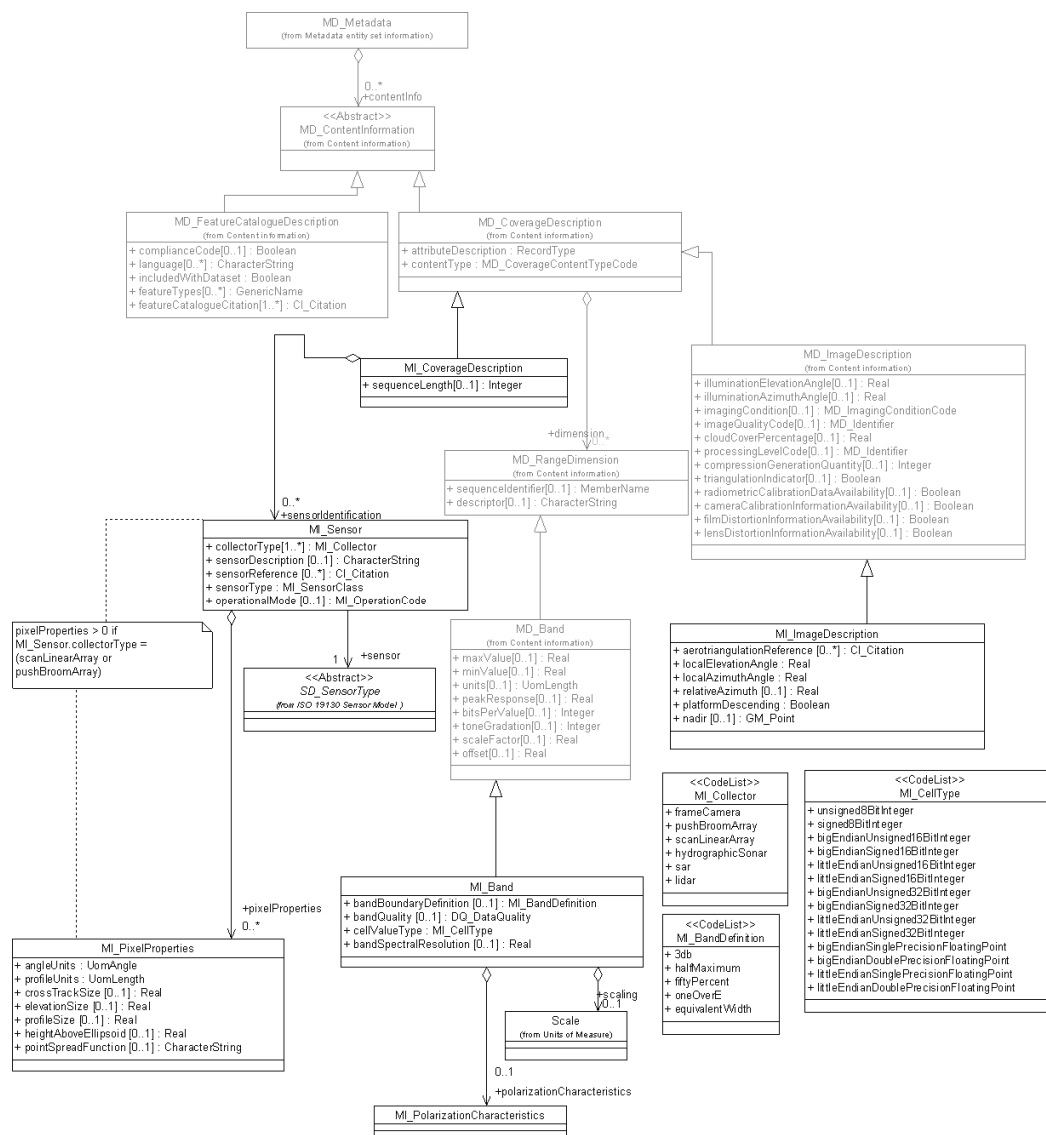
Som det ses af figur 4.12, findes klassen *SD_GeolocationInformation*, som indeholder parametrene for den ydre- og indre orientering også under *MD_GridspatialRepresentation* med de deraf følgende problemer. I dette tilfælde vil en udvidelse dog kunne løse problemet helt, idet *SD_GeolocationInformation* ikke er en subclasse til *MD_GridspatialRepresentation*.

Beskrivelsen af kameraets indre og ydre orientering sker gennem en forholdsvis kompleks model under klassen *SD_GeolocationInformation* defineret i ISO 19130. Gennemgangen af denne model er ganske pladskrævende og er derfor placeret i bilag 6. Konklusionen på gennemgangen i bilaget er, at modellen i sin nuværende form er fejlbehæftet og ganske kompliceret, at flere elementer savner en definition i den aktuelle sammenhæng, at modellen antager samtlige orienteringsparametre for kendte, samt at det ikke er muligt at angive nøjagtigheden af den ydre orientering.

Især de to sidste forhold giver anledning til problemer. At samtlige orienteringsparametre antages kendt, er problematisk, idet det kan forekomme, at der er brug for at registrere udvalgte parametre for den ydre orientering. Et eksempel på dette kunne være et fotogrammetrisk billede, hvor koordinaterne til projektiionscentrum er målt med GPS, men hvor drejningerne ikke kendes. I samme eksempel kunne det måske også være praktisk at have en mulighed for at registrere med hvilken nøjagtighed, positionen er bestemt. Omvendt er det rimeligt at forlange registrering af samtlige parametre, når formålet med klassen *SD_GeolocationInformation* er at give en matematisk sammenhæng mellem billedkoordinater og geografiske koordinater. Set i dette lys er problemet måske snarere, at der ikke er andre muligheder for at registrere oplysningerne om kameraets ydre orientering.

Content information

I denne del af modellen findes elementer til beskrivelse af forhold vedrørende billedet og kameraet. UML-diagrammet for denne del af modellen ses i figur 4.13. I bilag 7 findes en mere læsevenlig udgave af diagrammet.



Figur 4.13: Content information. Klasser defineret i ISO 19115 part 2 er fremhævet med fed. Fra [ISO19115-2]. En mere læsevenlig version kan findes i bilag 7.

I *MD_ImageDescription* findes en række vigtige elementer om billedets kvalitet og tilgængelighed til kalibreringsparametre.

Der er et par problemer i forbindelse med elementet *imagingCondition*, der skal beskrive forhold, som har påvirket billedet. For det første er indholdet af listen over påvirkende forhold særdeles mangelfuld. Den består af 11 elementer, der dækker over forhold inden for så forskellige emner som vejrforhold, tidspunkt på døgnet, terrænforhold og øvrige forhold. Da der er tale om en codelist, er dette ikke noget stort problem, da den blot udvides i forbindelse med en profil. Det andet problem med *imagingCondition* er mere alvorligt. På trods af at elementet er eneste mulighed for at

beskrive en lang række af forskellige forhold, der kan påvirke billedet, må der maksimalt vælges ét af disse forhold. Det er således ikke muligt at beskrive for eksempel både terrænforhold og vejrforhold for et billede – det kan altså ikke både regne og være halvmørkt.

Udover ovennævnte er der ingen strukturelle forhold, som gør det problematisk at anvende elementerne i *MD_ImageDescription*. Men klassen må siges at indeholde elementer, der logisk set kunne høre hjemme i andre pakker. Umiddelbart kan det for eksempel undre, at elementet *imageQualityCode* ikke er placeret i pakken til beskrivelse af datas kvalitet.

Den udvidede klasse *MI_ImageDescription* indeholder blandt andet nadir og er derfor ganske relevant i denne sammenhæng. Desværre er der også nogle obligatoriske elementer, som giver anledning til problemer. At elementet *platformDescending* er obligatorisk, er ganske overraskende. Elementets formål er at beskrive, om platformen flyver i en nordlig eller sydlig retning, hvilket er en forholdsvist unøjagtig og ubrugelig oplysning i flyfotosammenhæng. Især fordi det ved fotogrammetriske optagelser i Danmark tilstræbes at flyve i en øst-vestlig retning, giver *platformDescending* i bedste fald ikke nyttig viden, og i værste fald er den udefineret.

Det er tidligere beskrevet, at det kunne være nyttigt at have mulighed for at registrere den ydre orientering gennem kameraaksens afvigelse i forhold til nord og lodret. Netop disse informationer kan registreres i *MI_ImageDescription*, men elementerne er her gjort obligatoriske. Ifølge modellen forudsættes kameraets drejninger altså at være kendt, hvis man ønsker at registrere eksempelvis nadir. For fotos med lodret kameraakse vil *localAzimuthAngle* være udefineret.

Ifølge [ISO19115-2] er denne del af modellen under udvikling. Det hævdes ligefrem, at "*In the future content information vil be fully captured in this package*". Der er altså mulighed for, at ovenstående problemer vil blive løst.

4.4.5 Problemer

Overordnet set er der flere årsager til, at anbefalingen fra dette projekt vil være at eventuelle senere flyfotoprojekter skal være varsomme med hensyn til brugen af ISO-standarder. Dette skal ikke forstås på den måde, at det ikke er en god ide at anvende internationale standarder for metadata, men der er på nuværende tidspunkt en række problemer, som skal håndteres, før standarderne lader sig anvende til beskrivelse af alle typer flyfotos.

Designet til digitale data

Som introduktionen til ISO 19115 part 2 fremhæver, er det i forbindelse med remote sensing data vigtigt at opbevare metadata om instrumenter og optageproces sammen med de rå data. Her opstår der imidlertid et dilemma, idet fotografiske rådata kan være på analog form, og dermed falder de principielt uden for ISO 19115s direkte anvendelsesområde.

Problemet omtales ikke direkte i part 2, men i ISO 19130 anerkendes og håndteres problemet i følgende sætninger: "*The photographic film is the original data source.*" og "*The images of analogue cameras require the scanning of the photographic film. This standard deals with digital images only.*" [ISO19130]. Standarderne afstår altså

fuldstændig fra at definere elementer, der kan beskrive film som optage- og datamedie på trods af, at der defineres elementer til beskrivelse af analoge kameraer. Man kan med udgangspunkt i introduktionen til part 2 spørge, om det ikke ville være relevant at kunne beskrive de analoge rådata, idet en skanning altid vil være forbundet med tab af informationer. Skanningens egenskaber vil under alle omstændigheder være stærkt afhængig af filmens egenskaber, men disse kan altså heller ikke beskrives.

Standardernes manglende fokus på analoge data kommer til udtryk gennem både manglende elementer og strukturelle problemer.

Manglende elementer

Som beskrevet mangler der i part 2 en del elementer, for at det kan lade sig gøre at beskrive et flyfoto tilstrækkeligt detaljeret alene med elementer fra standarden. Standarden er i et forholdsvist tidligt stadie i sin udvikling, og der vil derfor sandsynligvis ske ændringer i antallet af elementer i de kommende versioner.

Præcis hvilke elementer, der vil komme til, er det i sagens natur ikke muligt at forudsige, men der nævnes i part 2's introduktion et annex i [ISO19130b], som indeholder detaljerede lister over metadataelementer for forskellige sensortyper. I dette annex findes blandt andet omtrent 70 elementer til en meget omfattende beskrivelse af kamera og film. Der står i intet i part 2 om, at disse elementer vil blive integreret i standarden, men det må forventes, at de i det mindste tages i betragtning i forbindelse med det videre arbejde. Dog ligger en del af elementerne modelmæssigt set inden for ISO 19130s ansvarsområde, og det er derfor tvivlsomt, om de vil blive optaget i part 2. ISO 19130 har i sin nuværende form fravalgt alle ikke-generiske elementer, og det kan derfor også betvivles, om elementerne vil blive tilføjet denne standard.

Strukturelle problemer

Standardernes struktur medfører, at der i visse tilfælde kræves registrering af irrelevante, ukendte eller ligefrem undefinerede elementer. I andre tilfælde findes relevante elementer i en klasse, der ifølge definitionen ikke kan benyttes til beskrivelse af analoge billeder. Udefinerede elementer kan omgås ved at angive værdien NULL, men det er problematisk, hvis standarden lægger op til, at brugeren selv er herre over, om et obligatorisk element behøver at være udfyldt med andet end NULL. På denne måde drages der jo tvivl om samtlige obligatoriske elementer i standarden. (FGDCs CSDGM skelner mellem *obligatorisk* og *obligatorisk, hvis defineret*, og dermed skelnes der altså mellem elementer, som *skal* være udfyldt, og elementer hvor brugeren skal vurdere, om det er relevant at udfylde elementet.)

Udover de tidligere beskrevne problemer skabt af strukturen, er der naturligvis også en række mindre alvorlige uhensigtsmæssigheder som for eksempel ulogisk placering af elementer. Man kan eksempelvis undre sig over, at den ydre orientering hører under spatial representation og den indre orientering under content, da de tilsammen giver billedets extent og spatial resolution. Der er næppe noget, der identificerer et billede mere unikt end kombinationen af den ydre orientering og tid, idet der rent fysisk kun kan være ét kamera på samme sted og tid.

Man kan også undre sig over, at nadir ligger under content, idet denne størrelse ikke nødvendigvis har noget med billedets indhold at gøre. Alt i alt spreder part 2

metadata-elementer, der måske burde høre under identification, ud over hele modellen. Dermed er det ikke muligt at oprette én instans af *MD_Metadata*, *DQ_DataQuality*, *MD_Distribution*, *MD_Content* og så videre for en hel serie af billeder. Det kan ikke lade sig gøre, fordi disse entiteter nu indeholder identifikationsmetadata.

Metadata af forskellig nøjagtighed

ISO 19115s meget strikse datatyper er med til at sikre metadataes konsistens og dermed søgbarhed. Brugen af en numerisk datatype til et element såsom målestok tillader for eksempel søgning ved brug af intervaller, hvorimod det samme element beskrevet i tekst, næsten er umuligt at søge på. Ulempen ved dette er, at det ikke er muligt at angive forbehold og gradueringer såsom *cirka 500* eller *ukendt, men sandsynligvis 500*. Sådanne angivelser må i stedet ske i dertil beregnede elementer, som det for eksempel sker i elementet *qualityOfFocalLength*, hvor standardafvigelsen på kamerakonstanten skal registreres. Det er dog meget få steder i standarden, det er muligt at registrere nøjagtigheden af en opgivet størrelse. Det er eksempelvis ikke muligt at angive nøjagtigheden af den ydre orientering, hvilket er problematisk i flyfotosammenhænge. Her kan elementerne i den ydre orientering være kendt med meget forskellig nøjagtighed blandt andet afhængigt af hvilket måleudstyr, der er brugt, og hvilket produktionsforløb fotoet har været igennem.

Sammenblanding af mere og mindre nøjagtige oplysninger uden en mulighed for at angive nøjagtigheden af de enkelte oplysninger vil undergrave værdien af de nøjagtige oplysninger.

Der er i ISO 19115 defineret en pakke til beskrivelse af datakvalitet og herunder positionsnøjagtighed, men ifølge definitionen beskriver pakken kvaliteten af data og altså ikke metadata. Det kan naturligvis lade sig gøre at benytte denne pakke, men det vil principielt være forkert.

Sideløbende udvikling af ISO 19115 part 2 og ISO 19130

De to dokumenter ISO 19130 og ISO 19115 part 2 udvikles parallelt, og part 2 har hele tiden skullet tilpasse sig ændringerne i 19130. Derfor har der ifølge [Bordick03] undervejs været tvivl om ansvarsfordelingen mellem de standarder, men da ISO 19130 nu er i committee draft, må det forventes at ansvarsfordelingen nu ligger fast.

På grund af den parallelle udvikling er der elementer, som undervejs er flyttet mellem de to standarder. Ved at undersøge [ISO19115-2b], som er en tidligere version af part 2, hvor både UML-modeller og data dictionary fra den på det tidspunkt nyeste version af 19130 er inkluderet, fås et øjebliksbillede af hvilke elementer, man på det tidspunkt mente, var relevante samlet set. Der er på denne måde fundet flere elementer, som på det tidspunkt var en del af den samlede model, men som ikke længere findes i hverken den ene eller anden standard. Det drejer sig blandt andet om klassen *SD_FlightProtocol*, der indeholdt elementer til beskrivelse af en omtrentlig flyvehøjde og tilgængelighed til GPS- og INSdata. Også elementer til beskrivelse af kamerakonfiguration under flyvningen og fysisk beskrivelse af filmen er gledet ud af den samlede model. Det har ikke været muligt at afgøre, om nogle af disse elementer vil finde tilbage til modellen.

Udvidelser

En del af de ovenfor beskrevne problemer kan løses ved at tilføje manglende elementer til standarden ved brug af udvidelsesmekanismerne fra ISO 19115 eller ved at tolke definitionerne lidt løsere end oprindeligt tiltænkt. (Sidstnævnte er dog ikke tilladt ifølge ISO 19115.) Dog svinder formålet med at anvende en standard, hvis anvendelsen forudsætter omfattende, proprietære udvidelser. I det tilfælde er der ikke længere tale om elementer og struktur, som har gennemgået adskillige runder af kommentarer fra kvalificerede personer, og dermed er så gennemtænkt som muligt. Der er heller ikke tale om elementer og struktur, der på forhånd er kendt af andre, som derfor kan tage højde herfor ved udvikling af deres applikationer. Det anbefales derfor i ISO 19115s annex vedrørende regler for udvidelser, at store udvidelser inden for et fagspecifikt område koordineres gennem brugergrupper.

Arbejdet med at udvide ISO-standarderne til at omfatte analoge billeddata er så generelt og så omfattende, at det må koordineres på internationalt plan.

Det er i øvrigt uklart, om udvidelsesmekanismerne i ISO 19115 kan benyttes på klasser defineret i ISO 19130, hvilket kan have betydning for, hvordan arbejdet med en sådan udvidelse kan foregå.

Implementering

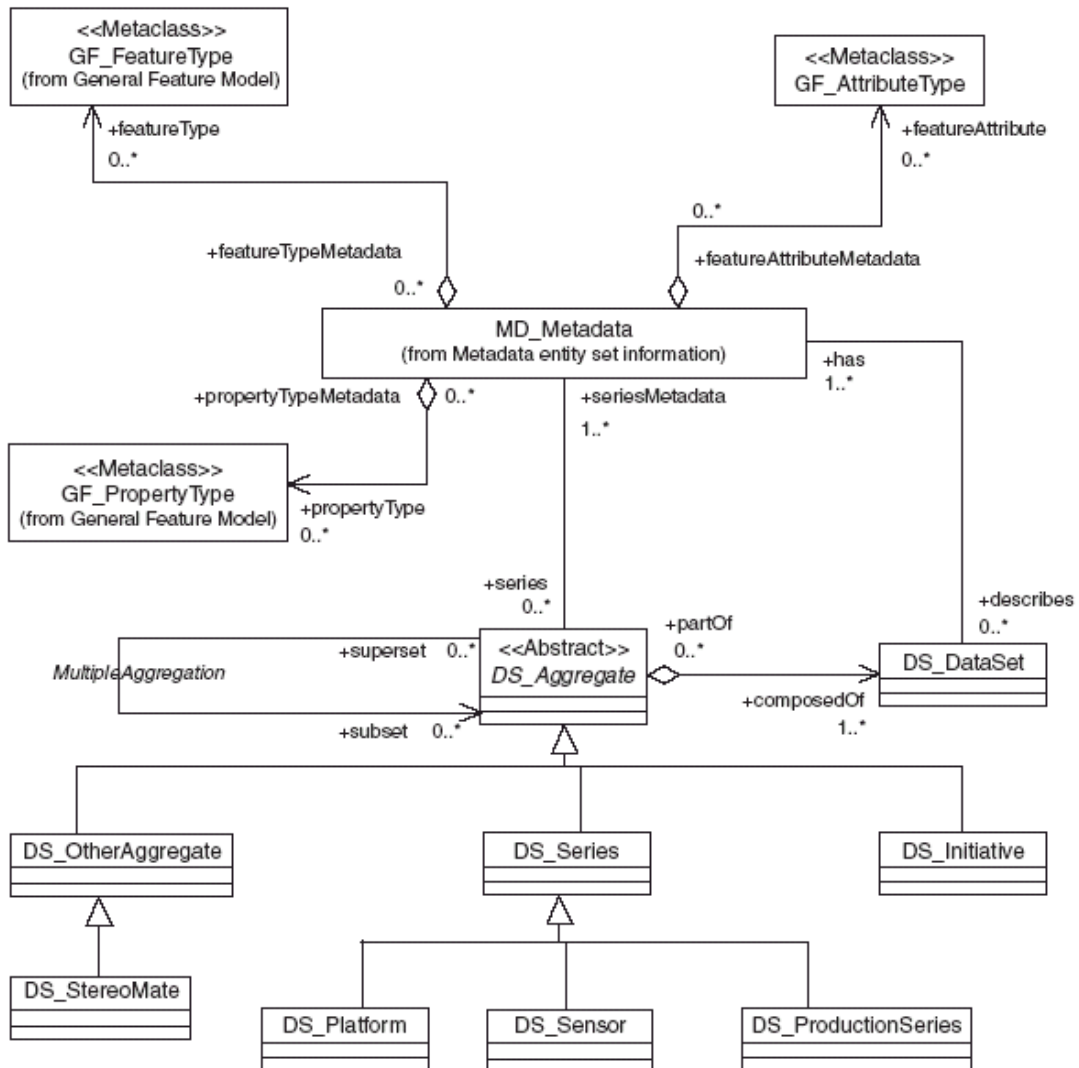
Én ting er, at de abstrakte metadastandarder måske kan bruges, når de engang foreligger i deres endelige versioner, en anden ting er, at der formodentlig kommer til at gå adskillige år, før der udkommer en standard, som definerer, hvordan de abstrakte standarder rent faktisk skal implementeres. I forbindelse med udfærdigelsen af en sådan implementeringsstandard kan det ske, at der af praktiske hensyn må ændres i modellens struktur. Der er således ganske stor usikkerhed om, hvordan den endelige, implementerbare struktur kommer til at se ud.

4.4.6 Hierarkier

Understøttelse af metadata er stærkt ønskeligt, men ikke afgørende for standardens brugbarhed til flyfotos. I dette afsnit beskrives metadatahierarkier i ISO 19115 kort.

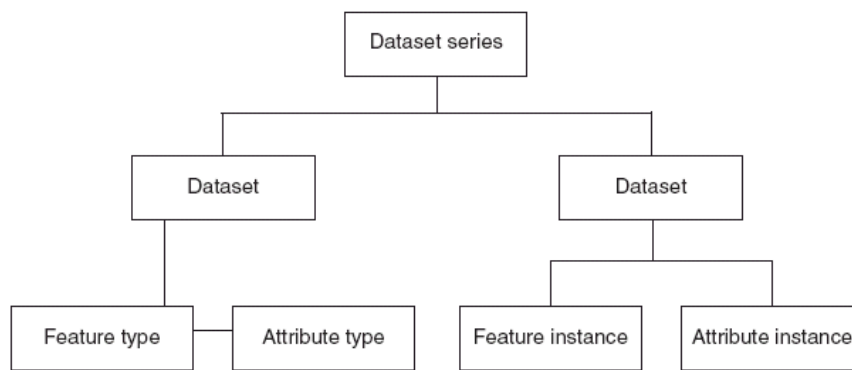
ISO 19115s model for metadataas anvendelse i forhold til datasæt og aggregeringer af data er vist i diagrammet på figur 4.14. Det fremgår af dette diagram, at metadata også kan anvendes på multiple aggregeringer af data.

I ISO 19115 skelnes mellem metadata på forskellige niveauer ved at angive metadataas virkefelt (engelsk: scope) i entiteten *MD_Metadata*. Virkefeltet skal vælges fra en codelist, som både indeholder elementer til beskrivelse af hierarki og informationsklasse. Af relevante hierarkiske elementer kan angives enten *series* eller *dataset*.



Figur 4.14: Anvendelse af metadata. Fra [ISO19115].

Brugen af et metadatahierarki er nærmere beskrevet i et ikke-normativt annex. Annexets beskrivelse efterlader blandt andet gennem figur 4.15 det indtryk, at der kun kan forekomme ét aggregeringsniveau over datasættet. Dette stemmer også overens med at metadata's virkefelt kun kan angives til enten *dataset* eller *series*. Det er dog muligt i *MD_Metadata* at give virkefeltet et navn, hvorved flere niveauer af *series* kan skelnes fra hinanden. Navnet kan dog ikke angives de øvrige steder i modellen, hvor virkefeltet skal angives, og her er det altså ikke muligt at benytte denne metode til at skelne mellem forskellige niveauer af *series*.



Figur 4.15: Metadata hierarki. Fra [ISO19115].

Det er muligt, at det kan lade sig gøre, at anvende metadata på multiple aggregeringer over datasættet, men dette er i så fald dårligt dokumenteret i standarden.

Nedarvning af metadata i et hierarki er også beskrevet i et ikke-normativt annex. Annexet begrænser sig dog til blot at konstatere, at *”When the lower levels of the metadata hierarchy are populated, only the revised metadata values are recorded. So, if the distributor of the data remains the same, this need not be carried down the structure”*. Der gives ingen regler for hvilke elementer, der kan nedarves, hvordan det håndteres, hvis et element ikke skal nedarves og så videre. Disse problemer overlades til den aktuelle applikation, hvorfor der også her er basis for yderligere arbejde.

5 Konklusion

Det er fundet, at der hos producenter og større samlinger findes store mængder danske flyfotos, som udgør en værdifuld kilde til viden for adskillige faggrupper.

Tilgængeligheden til disse data er dog langt fra optimal, hvilket både brugere og leverandører er opmærksomme på. Flere leverandører arbejder eller har arbejdet på at etablere proprietære tilgængelighedsforbedrende tiltag på internettet. Indtil videre er der dog ingen fungerende services af denne art, hvilket til dels skyldes manglende ressourcer hos den enkelte leverandør til at udvikle en egen løsning. Udover at der er store værdifulde datasamlinger og et behov for bedre tilgængelighed til disse samlinger, er flere af ejerne af disse datasamlinger altså begyndt at interessere sig for at øge tilgængeligheden.

På denne baggrund kan det hævdes, at der er en enestående mulighed for at etablere en fælles dansk metadataservice for flyfotos. Men der er dog især blandt de fotogrammetriske producenter visse forbehold mod sådan en service. De økonomiske ressourcer er begrænsede. Derfor skal deltagelse i en metadataservice i det mindste være udgiftsneutralt. Derudover er der enkelte producenter, som af konkurrencehensyn kun ønsker at offentliggøre metadata, som er mere end et par år gamle. Tages der passende hensyn til disse forhold, vurderes det dog, at det vil være muligt at opstille en internetbaseret metadataservice, som vil kunne tilfredsstille alle implicerede parter. Lave omkostninger kan blandt andet opnås ved at tillade hierarkiske niveauer af metadata og ved at benytte en sådan service til at optimere forretningsgangen ved en brugers køb af flyfotos.

Alle besøgte producenter af flyfotos benytter proprietære digitale systemer til registrering af metadata. Også dette forhold kan være medvirkende til at retfærdiggøre etablering af en central metadataservice efter internationale standarder, idet dette vil kunne bidrage til at sikre metadata for fremtiden.

Det er undersøgt, hvorvidt den kommende internationale standard ISO 19115 part 2, kan benyttes i forbindelse med en metadataservice for de danske flyfotos. Der er i denne forbindelse fundet en række problemer og uensigtsmæssigheder, som kan gøre det vanskeligt at anvende standarden til analoge flyfotos. Skal ISO-standarderne i deres nuværende form anvendes til en fuld beskrivelse af opdagelses-, udforsknings- og udnyttelsesmetadata for analoge skrå- og lodfotos, vil det kræve et stort arbejde med udvidelser og 'workarounds'. Spørgsmålet er, om ikke dette vil være spildt arbejde, idet den resulterende profil måske vil ligge så langt fra den oprindelige ISO-model, at den i praksis ikke er en standard. Hvis alle væsentlige elementer findes som udvidelser eller workarounds, så lever profilen måske op til standardens skrevne krav, men ikke til dens egentlige formål.

Det er meget uheldigt, at den metadatastandard for geografiske data, som er på vej til at blive den internationalt dominerende, helt bevidst afviser at beskrive analoge data. I flyfotosammenhænge betyder dette, at det ikke umiddelbart lader sig gøre, at anvende ISO 19115 part 2 til beskrivelse af rådata, som produceres den dag i dag. Det betyder ligeledes, at de millioner af værdifulde, historiske, analoge flyfotos, som findes i arkiverne, ikke kan beskrives. Der er således en fare for, at disse data ikke kommer til at indgå i en eventuel fremtidig global infrastruktur for geodata.

5.1 **Anbefalinger**

Leverandørerne kan lette brugernes datasøgning ved at etablere en internetside med beskrivelser af deres flyfotosamlinger. De leverandører, der allerede har en sådan side bør undersøge, om siden opnår tilstrækkelig høj placering ved søgning med relevante søgeord (*flyfoto, flyfotografi, flybillede, luftfoto, luftfotografi, luftbillede* samt ordenes flertalsformer) på relevante søgemaskiner for eksempel Google. Eventuelt kan der etableres internetlinks mellem leverandørernes internetsider om flyfotos, hvilket vil have to positive effekter. For det første vil det lette brugerens identificering af leverandører, og for det andet vil det medvirke til en højere placering på søgemaskiner, der anvender samme rangerings-system som Google.

Det må i relevante fora diskuteres, hvordan de danske flyfotoleverandører i fremtiden ønsker at håndtere metadata for analoge og digitale flyfotos. Skal der etableres en fælles metadataservice? Skal der anvendes en international standard, en international profil af ISO 19115, en dansk profil af ISO 19115, en proprietær dansk standard eller slet ingen standard? For at få optimalt udbytte af registreringen af metadata bør der så vidt muligt arbejdes på en internationalt udbredt og accepteret profil af ISO 19115 omfattende elementer til beskrivelse af analoge remote sensing data. Det kunne for eksempel ske i samme regi som ISO 19115 part 2 eller gennem ISPRS.

Geodata-info kan benyttes til overordnet beskrivelse af flyfotosamlingerne (det kan endda undre, at ingen af samlingerne på nuværende tidspunkt er registreret dér). Der er dog det problem med Geodata-info, at det er en service, som henvender sig til professionelle databrugere, og dermed er der en risiko for, at siden ikke formår at kommunikere med de lejlighedsvis databrugere. Ydermere vil det på grund af Geodata-infos meget brede sigte ikke være muligt at give flyfotospecifikke råd og vejledning, som det ville være på en dedikeret flyfotoside. Geodata-info bør derfor udgøre et supplement til en dedikeret flyfotoservice.

I første omgang behøver denne flyfotoservice ikke være andet end en internetside med beskrivelser af hvilke typer af flyfotos, der findes, hvad disse typer hver især kan anvendes til, samt hvor og hvordan man skal søge for at finde et billede, der passer til ens formål. På den måde kan det i det mindste undgås, at der er brugere, som går glip af relevante billeder på grund af manglende kendskab til en leverandørs eksistens. Siden bør ikke ligge under en af de eksisterende organisationers internetadresse, da dette kræver brugerens kendskab til pågældende organisation. I stedet bør der erhverves et (eller flere) domænenavne, som kan anvendes specifikt til en sådan side. Det er nødvendigt, at siden udformes på en måde, så den kommer til at stå meget højt ved søgninger efter de ovenstående nøgleord. Derudover kan der etableres et samarbejde med faglige selskaber og foreninger for at udbrede kendskabet til siden. Alle deltagende organisationer bør etablere links til servicen fra egne internetsider, af hensyn til de ovenfor beskrevne positive effekter.

Under alle omstændigheder bør alle leverandører fremtidssikre deres digitale metadata ved at opbevare dem på en form, der medfører færrest mulige begrænsninger for fremtidige anvendelser. Dette indebærer, at metadata skal bringes på et ikke-proprietært filformat.

6 Referencer

- [Bjørn93] C. Bjørn (Ed.), *Set fra luften – Sylvest Jensen og den danske bondegård*, Det kgl. Bibliotek og Landbohistorisk selskab, 1993
- [BlomInfo04] BlomInfo A/S web page: <http://www.blominfo.dk> [Accessed: 15/2-2004]
- [Bordick03] L. Bordick, *ISO 19115 - Geographic information - Metadata - Part 2 Change Document*, October 8, 2003 [Available (registered users): <http://metadata.dgiwg.org/Imagery/index.htm> Accessed: 2/7-2004]
- [Brand-Lavridsen93] O. Brande-Lavridsen, *Fotogrammetri*, Lab. for Fotogrammetri og Landmåling, Ålborg Universitetscenter, 1993
- [Bøvith00] T. Bøvith, *Metadata om luftfotografier – Forundersøgelse*, student report, Institut for Planlægning, DTU, Lyngby, 2000
- [Coulondre98] S. Coulondre, T. Libourel and L. Spéry, *Metadata and GIS – A Classification of Metadata for GIS*, GIS PlaNET'98 - 1st International Conference and Exhibition on Geographic Information, Lisbon, Portugal, (cd-rom), September 7-11, 1998 [Available: <http://www.lirmm.fr/~coulondr/publications.html> Accessed: 11/2-2004]
- [COWI04] COWI A/S web page: <http://www.cowi.dk> [Accessed: 15/2-2004]
- [Dupont90] H. Dupont, *Luftfotografiet i Danmark 1890-1990*. In: T. Hansen (red.) *Sølv og salte – Fotografi og forskning*, Rhodos, 1990
- [Eller03] J. Eller, *The ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics Metadata Standards Status Report*, Presentation at: 2003 ESRI Users Conference - FGDC led session "In the Metadata Garden of Good and Evil - the ISO metadata standard", San Diego, CA, July 9, 2003 [Available: <http://www.fgdc.gov/ppt/> Accessed: 11/2-2004]
- [Fadaie00] K. Fadaie, M. Habbane, O'Brien C. D., *Extensions to ISO/TC 211 - 19115.3 Metadata to Support Imagery and Gridded Data*, ISO/TC211/WG1, Geographic Information Standards, Framework and Reference Model , 2000 [Available: http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/rd/sci_pub/bibpdf/13005.pdf Accessed: 22/4-2004]
- [FGDC98] FGDC Metadata Ad Hoc Working Group, *Content standard for digital geospatial metadata version 2*, FGDC, Washington D. C., 1998 [Available: http://www.fgdc.gov/standards/documents/standards/metadata/v2_0698.pdf Accessed: 12/6-2004]
- [FGDC02] FGDC Standards Working Group, *Content standard for digital geospatial metadata: Extensions for Remote Sensing Metadata*, FGDC, 2002 [Available: http://www.fgdc.gov/standards/documents/standards/remote_sensing/MetadataRemoteSensingExtens.pdf Accessed: 12/6-2004]

- [FGDC03] FGDC, *FGDC/ISO Metadata Standard Harmonization*, FGDC web page, 2003. [Available: <http://www.fgdc.gov/metadata/whatsnew/fgdciso.html> Accessed: 20/6-2004]
- [FGDC04] FGDC, *Fact Sheet on the National Geospatial Clearinghouse*, FGDC, march 2004 [Available: <http://www.fgdc.gov/publications/documents/clearinghouse/clearinghouse.html> Accessed: 24/3-2004]
- [Fowler99] M. Fowler, K. Scott, *UML distilled: a brief guide to the standard object modelling language (2nd ed.)*, Addison-Wesley, 1999
- [Geodata-info04] Geodata-info web page: <http://www.geodata-info.dk> [Accessed: 10/5-2004]
- [Hiskis04] Historisk-kartografisk netværk web page: <http://www.hiskis.dk> [Accessed: 10/5-2004]
- [ISO19115] ISO/TC 211, *ISO/FDIS 19115:2003 – Geographic information – Metadata*, ISO/TC211, 2003
- [ISO19115-2] ISO/TC 211/WG6, *ISO/WD 19115-2.2, Geographic information – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data*, ISO/TC211, October 13, 2003 [Available (registered users): <http://metadata.dgiwg.org/Imagery/index.htm> Accessed: 2/7-2004]
- [ISO19115-2b] ISO/TC 211/WG6, *ISO/WD 19115-2, Geographic information – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data*, ISO/TC211, May 6, 2003 [Available (registered users): <http://metadata.dgiwg.org/Imagery/index.htm> Accessed: 2/7-2004]
- [ISO19124] ISO/TC211/WG1, *Draft review summary from stage 0 of project 19124, Geographic information - Imagery and gridded data components*, ISO/TC211, December 1, 2000
- [ISO19129] ISO/TC 211/WG1, *ISO/WD 19129.2, Geographic information - Imagery, gridded and coverage data framework*, ISO/TC211, April 15, 2002
- [ISO19130] ISO/TC 211/WG6, *ISO/CD 19130, Geographic information – Sensor and data model for imagery and gridded data*, ISO/TC 211, January 27, 2004
- [ISO19130b] ISO/TC 211/WG6, *ISO/WD 19130.2, Geographic information – Sensor and data model for imagery and gridded data*, ISO/TC 211, April 16, 2003
- [ISO19139] ISO/TC 211/WG7, *ISO/WD 19139.3, Geographic information - Metadata – implementation specification*, ISO/TC 211, November 25, 2003
- [Jacobi97] O. Jacobi, *Digital Kortlægning – 3. Udgave*, Institutet for Planlægning, Danmarks Tekniske Universitet, Lyngby, 1997.

-
- [Janée03] G. Janée, *Issues in Georeferenced/Geospatial Digital Libraries*, Alexandria Digital Library Project research homepage, 2003
[Available: <http://www.alexandria.ucsb.edu/research/dla/index.htm>
Accessed: 10/2-2004],
- [Jung99] V. Jung, *MetaViz: Visual Interaction with Geospatial Digital Libraries*, Technical Report TR-99-017, ICSI, Berkeley, California, October, 1999.
[Available: <http://www.icsi.berkeley.edu/techreports/1999.html>]
- [KB04] Det Kongelige Bibliotek web page: <http://www.kb.dk> [Accessed: 16/6-2004]
- [KMS04] Kort og Matrikelstyrelsen web page: <http://www.kms.dk> [Accessed: 15/2-2004]
- [kortal04] Kortal web page: <http://www.kortal.dk> [Accessed: 22/6-2004]
- [Lehfeldt03] R. Lehfeldt (Ed), C. Hedimann (Ed). *NOKIS - Erstellung eines Metadateninformationssystem für die Küstenforschung und das Küsteningenieurwesen Zwischenbericht 2003*, Technical report, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe, May 2003
[Available: <http://nokis.baw.de/papers/> Accessed: 17/2-2004]
- [Leica04] Leica Geosystems GIS & Mapping Division home page:
<http://www.lggm.com/> [Accessed: 29/6-04]
- [Lowe02] J. Lowe, *Finders and Keepers In Search of Spatial Data*, Geospatial Solutions Magazine, November 1, 2002
[Available: <http://www.giswebsite.com/pubs/> Accessed: 11/2-2004]
- [Mueschen03] B. Mueschen. *Setup of an Internet Accessible Database and Spatially Enabled Internet Applications for Water Resources Management*. Proc. 30th International Symposium on Remote Sensing of Environment, Nov. 10-14, Honolulu, Hawaii, 2003
[Available: <http://www.tizariver.com/index.php?s=public>
Accessed: 10/2-2004]
- [nar04] national aerial resource web page: <http://www.nar.com> [Accessed: 27/6-2004]
- [Nebert96] D. Nebert, *Information Architecture of a Clearinghouse*, Presentation to the WWW Access to Earth Observation/Geo-Referenced Data workshop, World Wide Web Conference 5, May 6, 1996. [Available:
<http://www.fgdc.gov/publications/documents/clearinghouse/clearinghouse.html> Accessed: 24/3-2004]
- [Nebert04] D. Nebert (Ed), *Developing spatial data infrastructures: The SDI cookbook, Version 2.0*, Technical report, Global Spatial Data Infrastructure Organization, January 25, 2004
[Available:
<http://www.gsdi.org/docs2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf>
Accessed: 17/2-2004]
- [SCANKORT04] SCANKORT A/S web page: <http://www.scankort.dk> [Accessed: 15/2-2004]

- [Skaloud02] J. Skaloud, *Direct Georeferencing in Aerial Photogrammetric Mapping*, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, pp. 207-210, March, 2002
[Available:
<http://www.asprs.org/asprs/publications/pe&rs/2002journal/march/march.html> Accessed: 19/2-2004]
- [Smith96] T. Smith. *A digital library for geographically referenced materials*. IEEE Computer, 29(5):54--60, 1996
- [TARA04] The Aerial Reconnaissance archive web page:
<http://www.evidenceincamera.co.uk> [Accessed: 22/5-2004]
- [TC21104] ISO/TC 211 web page: <http://www.isotc211.org> [Accessed: 11/6-2004]
- [Tom03] H. Tom (Ed.), *ISO/TC 211 Geographic information / Geomatics Newsletter No. 3*, ISO/TC 211, December 2003. [Available:
http://www.isotc211.org/Outreach/Newsletter/Newsletter_03_2003/TC_211_Newsletter_03_with_appendix.pdf Accessed: 20/6-2004]
- [USGS04] United States Geological Survey EarthExplorer web page:
<http://earthexplorer.usgs.gov> [Accessed: 1/7-2004]
- [Vendelhaven02] T. Vendelhaven, *Objektorienteret systemudvikling med UML*, Ingeniøren|bøger, København, 2002
- [Wolf00] P. Wolf, B. Dewitt, *Elements of Photogrammetry: with Applications in GIS – 3rd edition*, McGraw-Hill, Boston, MA, 2000
- [Zhu00] B. Zhu, M. Ramsey and H. Chen, *Creating a Large-Scale Content-Based Airphoto Image Digital Library*, IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 9, No. 1, Januar, 2000

7 Ordforklaring

Committee draft	ISO dokument på trin tre (ud af seks) mod publicering som international standard
Data Dictionary	Tekstuel beskrivelse af definition, struktur og type af data.
Gateway	Computersystem, der udveksler information mellem to ellers inkompatible netværk
GIS	Geografisk InformationsSystem, Computersystem til behandling af geografiske data
GPS	Global Positioning System, satellitbaseret positioneringssystem
Grid	Netværk bestående af to eller flere sæt af kurver, i hvilket medlemmerne af hvert sæt skærer medlemmerne af de øvrige set på en algoritmisk måde
INS	Inertial Navigation System, giver ved et system af gyroer og accelerometre relative positioner i forhold til et udgangspunkt
ISPRS	International Society for Photogrammetry and Remote Sensing
PPA	Principal Point of Autocollimation, Metrisk kameras hovedpunkt bestemt ved autokollimation
PPS	Principal Point of (best) Symmetry, Metrisk kameras hovedpunkt defineret af linsefortegningen
Remote sensing	Dansk: telemåling. Indsamling af informationer om et objekt uden at være i fysisk kontakt med objektet.
Single best home	Princip i objektorienteret modellering om at informationer og funktioner kun findes ét (det mest oplagte) sted i modellen
UML	Unified Modeling Language, objektorienteret modelleringsprog og notation
WMS	Web Map Service, Internetservice der leverer rasterkort genereret ud fra geodata på baggrund af brugerforespørgsler
WFS	Web Feature Services, Internetservice der leverer vektordata på baggrund af brugerforespørgsler
Working draft	ISO dokument på trin to (ud af seks) mod publicering som international standard
XML	eXtensible Markup Language – universelt anerkendt format til strukturering af data. Derfor også meget anvendt til udveksling af data

Bilag 1 Spørgsmål ved leverandører

I dette bilag findes de tjeklister over spørgsmål, som er anvendt i forbindelse med interviews af potentielle leverandører af metadata til en central dansk metadataservice. Da alle interviews havde karakter af samtale er der forskel på, hvilke spørgsmål, der er besvaret hos de forskellige interviewede. Det er under alle omstændigheder så vidt muligt forsøgt at få et dækkende billede af leverandøren, og derfor kan der også være stillet spørgsmål, som ikke er noteret her.

Spørgsmål ved fotogrammetriske producenter

- Mener firmaet, at der er brug for en metadataservice for flyfotos?
 - Hvad er firmaets holdning til en sådan metadataservice?
 - Kunne firmaet tænkes at deltage i et sådant arbejde?
 - Eventuelt med forbehold?
 - Hvordan stiller firmaet sig til at have en server stående, som er dedikeret til en metadataservice?
- Hvilke data har firmaet?
 - Hvor mange billeder optages pr år?
 - Har firmaet rettigheder til alle billederne?
 - Digitaliseres alt?
 - Hvor mange digitale billeder ligger på lager?
 - Hvor mange billeder haves digitale metadata til?
 - Hvad sker der med billederne efter endt produktion? Gemmes kun den analoge kopi?
- Hvilke metadata registreres i dag i firmaet?
 - Hvilke niveauer af dataset opereres med? Billede, flyvelinie, blok, projekt, samling?
 - Anvendes en standard for metadata?
- Hvordan registreres metadata?
 - Opsamles metadata automatisk under produktionen, eller er der manuelt arbejde forbundet med opsamlingen?
 - Opsamles metadata på papir, i filer eller i en database? Hvordan er strukturen i filerne/databasen?
- Hvordan vedligeholdes metadata?
 - Hvor stort er behovet for vedligehold? Hvor tit ændres adgangsvejen til billederne for eksempel?
- Hvordan foretages søgninger i firmaets billedsamlinger i dag? Hvordan søger interne/eksterne brugere?
 - Anvendes metadata og hvordan?
 - Services a la WMS?
- Hvordan har brugeren adgang til data?
 - Priser
 - Kunne det tænkes, at der gives online adgang til data? Eventuelt med restriktioner og eller betaling?

Spørgsmål ved skråfotoproducent

- Generel introduktion til firmaet
 - Historie kort
 - Forretningsgang (Bestillings-, eller ”salgs”-baseret)

- Hvor mange ansatte i alt (beskæftiget med hvad?)
- Hvor mange flyvere
- Hvilke områder af landet arbejdes i
- Hvilke data har firmaet?
 - Hvor mange billeder optages pr år?
 - Hvilke typer af billeder er det? (Skrå, lod, horisont, gårde, fabrikker...)
 - Med hvilke kameraer?
 - Digitaliseres billederne?
 - Hvor mange (digitale) billeder ligger i arkiv?
 - Fra hvilke perioder?
 - Hvordan er billederne indekseret?
 - Hvad sker der med billederne efter endt produktion? Gemmes kun den analoge kopi?
- Hvilke metadata registreres i dag i firmaet?
 - Projektinformation, objektnavn/adresse, dato, kamera, filmnummer, flyvehøjde, kameraposition...?
- Hvordan registreres metadata?
 - Opsamles metadata automatisk under produktionen, eller er der manuelt arbejde forbundet med opsamlingen?
 - Opsamles metadata på papir, i filer eller i en database? Hvordan er strukturen i filerne/databasen?
- Hvordan foretages søgninger i firmaets billedsamlinger i dag?
 - Hvordan søger interne/eksterne brugere?
- Mener firmaet, at der er brug for en metadataservice for flyfotos?
 - Hvad er firmaets holdning til en sådan metadataservice?
 - Kunne firmaet tænkes at deltage i et sådant arbejde?
 - Eventuelt med forbehold?
 - Hvordan stiller firmaet sig til at have en server stående, som er dedikeret til en metadataservice?

Spørgsmål ved samlinger

- Mener vedkommende, at der er brug for en metadataservice for flyfotos?
 - Hvad er vedkommendes holdning til en sådan metadataservice?
 - Kunne samlingen tænkes at deltage i et sådant arbejde?
 - Eventuelt med forbehold?
- Hvilke data har samlingen?
 - Hvordan er forholdene mht rettigheder til billederne?
 - Hvor mange digitale billeder ligger på lager?
 - Hvor mange billeder haves digitale metadata til?
- Hvilke metadata findes allerede og hvilke registreres for nye billeder i bibliotekets database?
 - Hvilke niveauer af dataset opereres med? Billede, flyvelinie, blok, projekt, samling?
 - Anvendes der en standard for metadata?
 - Er der erfaring for hvilke metadata ”kunderne” efterspørger?
- Hvordan registreres metadata?
 - Automatisk, eller er der manuelt arbejde forbundet med opsamlingen?
 - Opsamles metadata på papir, i filer eller i en database? Hvordan er strukturen i filerne/databasen?

-
- Hvordan foretages søgninger i samlingen?
 - Hvordan søger interne/eksterne brugere?
 - Anvendes metadata og hvordan?
 - Hvordan har brugeren adgang til data?
 - Pris
 - Hvor mange ”kunder” er der?
 - Online? Digital kopi via post?
 - Analoge kopier?
 - Kunne det tænkes, at der gives online adgang til data? Eventuelt med restriktioner og eller betaling?
 - Hvilke andre samlinger af flybilleder kender vedkommende?
 - Hvordan søges flyfotos i dag?
 - Hvilke fotosamlinger søges rent faktisk?
 - Hvem bruger samlingen og hvilke behov har de?
 - Hvilke billeder anvendes? Lodfotos/skråfotos, hvilken producent kommer de fra, hvornår er de fløjet, hvor i landet. Anvendes der ortofotos?
 - Hvad er de vigtigste søgekriterier? Sted, tid, målestok, filmtype, lod/skrå etc
 - Hvor mange billeder langes over disken om året?
 - Hvilke potentielle brugere er der, som ikke benytter billeder i dag på grund af hindringerne?
 - Hvilke hindringer er det?
 - Hvordan bruges flybilleder om 5-10 år?
 - Hvilke ønsker kunne vedkommende have til en central service?
 - Ønsker til metadata. Hvilke er nødvendige og hvilke er nice-to-have?
 - Brugerinterface
 - Er det relevant at lave en service alene for nyere billeder?
 - Hvordan får man eventuelt ældre billeder med?

Bilag 2 Leverandørers metadataprofiler

I dette bilag findes detaljerede opgørelser over hvilke metadata, der registreres hos BlomInfo, COWI, Kort og Matrikelstyrelsen og Scankort.

BlomInfo A/S

I den relationelle database registreres følgende metadata om hvert foto

Attribut	Bemærkning
Id	Unikt identifikationsnummer tildelt af databasen
Projektnummer	
Projektbeskrivelse	
Årstal for job	
Sagsnummer	
Sagsnavn	
Sagsbeskrivelse	
Fotofirma	Vælges fra en foruddefineret liste
Kameranummer	Vælges fra en foruddefineret liste
Målforhold	
Fototidspunkt	
Filmnummer	
Filmtype	Vælges fra en foruddefineret liste
Farve	Ja/nej
Filmrullennummer	
Filmrulleplacering	
Filmrullestatus	
Filmrullebemærkning	
Rutenummer	
Billednummer	
Kamerastation X-koordinat	
Kamerastation Y-koordinat	
Kontaktkopitype	Vælges fra en foruddefineret liste

Desuden indeholder databasen oplysninger om scanning af billedet. Her registreres følgende egenskaber:

Attribut	Bemærkning
Scanningsopløsning	
Filformat	Vælges fra en foruddefineret liste
Komprimeringsalgoritme	Vælges fra en foruddefineret liste
Komprimeringsfaktor	
Placering	
IOresidual	
Datamedietype	Vælges fra en foruddefineret liste
Backuptype	
Dato for modtagelse af scanning	
Inhouse	Ja/nej
Scanningsfirma	Vælges fra en foruddefineret liste
Antal overviews	

Tiled	Ja/nej
Bemærkning	

Endelig registreres resultaterne fra en række kvalitetskontroller af filmtype, fotodato, placering, kvalitet, overlap, scanning og målforhold.

COWI A/S

I COWIs system for lodfotos registreres for hvert billede følgende metadata:

Attribut	Bemærkning
Id	Unikt identifikationsnummer sammensat af opgavenummer, rutenummer og billednummer
Opgavenummer	
Rutenummer	
Billednummer	
Kamerastation X-koordinat	Fotokoordinater bestemt ved GPS
Kamerastation Y-koordinat	Do
Kamerastation Z-koordinat	Do
Flyvevinkel	Beregnes på baggrund af det foregående og efterfølgende billedes placering
Dato	
Klokkeslæt	
Kameranummer	
Kassettenummer	Registreres for at kunne spore fejl på en kassette
Målestok	
Filmtype	Eksempelvis "Sort/Hvid" eller "Farve negativ"
Filmnummer	
GPSfilnummer	Navn på fil indeholdende GPS-navigationsdata
Initialer på kvalitetskontrollør	
Kvalitetskode	Angivelse af billedets kvalitet på en numerisk skala
Kvalitetsbemærkning	Tekstuel beskrivelse af eventuelle kvalitetsproblemer

Udover tabellen med fotospecifikke registreringer indeholder flere af systemets øvrige tabeller metadata, der kan have relevans for det enkelte billede. I kameratabellen findes en nærmere beskrivelse af de anvendte kameraer. Dog registreres der ikke kamerakalibreringsparametre i systemet, da disse findes i særskilte filer med skanninger af kamerakalibreringsrapporterne. I filmtabellen registreres oplysninger om produktnavn og emulsionsnummer for de anvendte film og i lokalitetstabellen registreres en tekstuel beskrivelse af de fotograferede lokaliteter.

For hvert skråfoto registreres

Tid
Kamerastation X-koordinat
Kamerastation Y-koordinat
Kamerastation Z-koordinat
Omega

Phi

Kappa

Desuden beregnes de plane koordinater til hvert hjørne af billedets footprint, således at der kan leveres en dækningspolygon for hvert billede.

Kort og Matrikelstyrelsen

I KMS' metadatabase arbejdes med følgende attributter til beskrivelse af et billede (bemærk at der er tilføjet nogle elementer i forhold til dem, der leveres fra fotofirmaet):

Attribut	Kommentar
Projektnummer	
Ruteidentifikation	Bogstav- eller talkode
Billednummer	
Kamerastation X-koordinat	
Kamerastation Y-koordinat	
Kamerastation Z-koordinat	
Tid	Sammensat af år, måned, dag, klokkeslæt
Kameranummer	
Dåsenummer	Anvendes endnu ikke. Tænkt til registrering af filmens nummer i arkivet
Kappa	Anvendes endnu ikke
Omega	Anvendes endnu ikke
Phi	Anvendes endnu ikke
Statustekst	Anvendes eksempelvis til at notere, om billedet er maskinelt godkendt
Status	Numerisk statuskode
Område	Tekstuel beskrivelse af det fotograferede område. Eksempelvis "Anholt"
Datum	Datum for de opgivne koordinater
Projektion	Projektion for de opgivne koordinater
Antalpict	Samlet antal billeder i projekt
Filmtype	Eksempelvis "color"
Målestok	
Kamerakalibreringsdato	
Kamerakonstant	
16 fortegningsparametre	Til beskrivelse af den radialsymmetriske fortegning. (De 16 parametre registreres i hver deres felt)
x- og y-koordinater til 8 rammemærker	(De 16 koordinater registreres i hver deres felt)
x- og y-koordinater til hovedpunktet	
Kameratype	Eksempelvis "Wild kamera RC30-15/4 UAG-S No"
Dato for forældelse af kalibrering	Anvendes endnu ikke

Derudover registreres en række oplysninger, der anvendes til at foretage maskinel kontrol af, om billederne lever op til KMS' krav. På denne måde tjekkes blandt andet for afstanden mellem kamerapositionerne, flyvehøjde og overensstemmelse mellem bestilte og målte kamerakoordinater. Kamerastationerne til KMS' billeder er lidt specielle, idet KMS stiller krav om, at eksponeringen skal ske på nogle foruddefinerede koordinater, således at billederne eksponeres omtrent i de samme koordinater hver gang et område fotograferes. Nøjagtighedskravet på

overensstemmelse mellem de foruddefinerede og de målte koordinater er, at middelfejlen på en flyvelinie skal være under 30 meter og den maksimale fejl i planen skal være under 100 meter.

SCANKORT A/S

Det er forskelligt fra projekt til projekt, hvad der helt specifikt lagres af metadata, men almindeligvis lagres en fil med de under flyvningen automatisk indsamlede metadata.

En sådan fil indeholder typisk følgende informationer om hver eksponering:

Attribut
Projekt
Projektnavn
Rute
Billednummer
Kamerastation X-koordinat
Kamerastation Y-koordinat
Kamerastation Z-koordinat
Kappa
Dato
Klokkeslæt

Er der på flyvningen anvendt INS, lagres der yderligere

Omega
Phi

Bilag 3 Flyfotospecifikke metadata

I dette bilag findes en samlet oversigt over metadata med særlig betydning for brugere af flyfotos som beskrevet i afsnit 3.3.1. Bemærk, at der i nedenstående ikke er taget højde for, hvordan elementerne i praksis skal registreres. Der er således ikke angivet datatyper, kardinalitet og så videre. Det er dog forsøgt at organisere elementerne således, at punktopstillingernes niveauer viser hvilke elementer, der logisk set hører sammen.

Bemærk også, at nedenstående ikke er en udtømmende metadataprofil for flyfotos, idet der mangler adskillige elementer af mere generel karakter. En udtømmende liste over denne type af elementer kan findes i diverse standarder for metadata eksempelvis [ISO19115] og profiler heraf.

Opdagelsesmetadata

- Identifikation
 - Unikt id

 - Projekt id
 - Rute id
 - Station id

 - Filmrulle id
 - Fotonummer

- Omtrentlig geografisk placering
 - Målområdets centerkoordinater

- Optagetidspunkt

- Skrå- eller lodfoto

- Omtrentlig målestok

- Omtrentlig flyvehøjde

Udforskningsmetadata

- Preview

- Geografisk dækning

- Motiv
 - Beskrivelse
 - Målobjekt
 - Beskrivelse
 - Geografisk reference
 - Referencetype (adresse, bygningsnavn, bynavn, stednavn etc.)

- Omtrentlig ydre orientering

- Nadir
- Kappa
- Optageretning
 - Kameraaksens afvigelse fra lodret
 - Kameraaksens retning i forhold til nord
- Fotogrammetriske egenskaber
 - Stereodækning
 - Er der stereodækning?
 - Størrelse af længdeoverlap
 - Størrelse af sideoverlap
 - Ydre orienteringsparametre tilgængelige?
 - Paspunkter tilgængelige
 - Kamerakalibreringsrapport tilgængelig?
 - Radiometrisk kalibrering tilgængelig?
- Kamera
 - Beskrivelse
 - Type
 - Omtrentlig kamerakonstant
 - Åbningsvinkel (supervid-, vid-, normalvinkel, tele)
 - Analogt kamera
 - Filmformat
 - Digitalkamera
 - Chip
 - Type
 - Format (størrelse i x- og y-retning)
 - Antal pixels i x-retning
 - Antal pixels i y-retning
 - Pixelstørrelse
 - Spektral opløsning
 - Radiometrisk opløsning
- Film
 - Spektral kategori (sort/hvid pankromatisk, sort/hvid infrarød, farve, farve infrarød etc.)
 - Positiv/negativ
 - Type
- Dataformat
- Datahistorie
- Kvalitet
 - Belysning af film (tilpas, over/underbelyst, falsk lys, etc.)
 - Vejrforhold (skyer, dis, nedbør, etc.)
 - Terrænforhold (snedriver, oversvømmelse, etc.)
 - Fremkaldelse (overfremkaldt, underfremkaldt, etc.)

-
- Datas fysiske tilstand

Udnyttelsesmetadata

- Kamera
 - Unik identifikation af kamera
 - Unik identifikation af eventuel udskiftelig optik
 - Konfiguration under flyvningen
 - Kalibrering
 - Henvisning til kalibreringsrapport
 - Dato for kalibrering
 - Kalibreret kamerakonstant
 - Fortegningsparametre
 - Hovedpunktskoordinater (PPA, PPS)
 - Rammemærkekoordinater
 - Kvalitet af kamerakalibrering
- Ydre orientering
 - Projektionscentrums koordinater
 - Drejninger
 - Kvalitet af koordinater og drejninger
 - Identifikation af koordinatsystemet, hvori den ydre orientering er opgivet

Bilag 4 UML i ISO 19100-serien

Nedenstående vejledning i læsning af UML-diagrammer stammer fra [ISO19115]. En mere tilbunds gående introduktion til UML kan findes i [Fowler99] og [Vendelhaven02].

UML notations

The diagrams that appear in this International Standard are presented using the Unified Modelling Language (UML) static structure diagram with the ISO Interface Definition Language (IDL) basic type definitions and the UML Object Constraint Language (OCL) as the conceptual schema language. The UML notations used in this International Standard are described in the Figure 1.

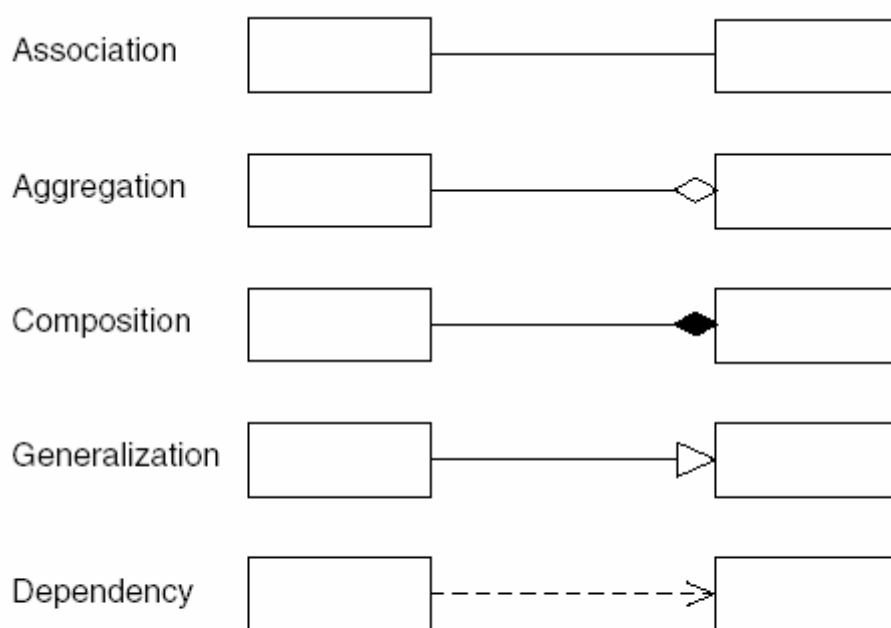


Figure 1 — UML notation

UML model relationships

Associations

An association is used to describe a relationship between two or more classes. UML defines three different types of relationships, called association, aggregation and composition. The three types have different semantics. An ordinary association shall be used to represent a general relationship between two classes. The aggregation and composition associations shall be used to create part-whole relationships between two classes. The direction of an association must be specified. If the direction is not specified, it is assumed to be a two-way association. If one-way associations are intended, the direction of the association can be marked by an arrow at the end of the line.

An aggregation association is a relationship between two classes in which one of the classes plays the role of container and the other plays the role of a containee.

A composition association is a strong aggregation. In a composition association, if a container object is deleted, then all of its containee objects are deleted as well. The composition association shall be used when the objects representing the parts of a container object cannot exist without the container object.

Generalization

A generalization is a relationship between a superclass and the subclasses that may be substituted for it. The superclass is the generalized class, while the subclasses are specified classes.

Instantiation/Dependency

A dependency relationship shows that the client class depends on the supplier class/interface to provide certain services, such as:

- Client class accesses a value (constant or variable) defined in the supplier class/interface;
- Operations of the client class invoke operations of the supplier class/interface;
- Operations of the client class have signatures whose return class or arguments are instances of the supplier class/interface.

An instantiated relationship represents the act of substituting actual values for the parameters of a parameterized class or parameterized class utility to create a specialized version of the more general item.

Roles

If an association is navigable in a particular direction, the model shall supply a “role name” that is appropriate for the role of the target object in relation to the source object. Thus in a two-way association, two role names will be supplied. Figure 2 represents how role names and cardinalities are expressed in UML diagrams.

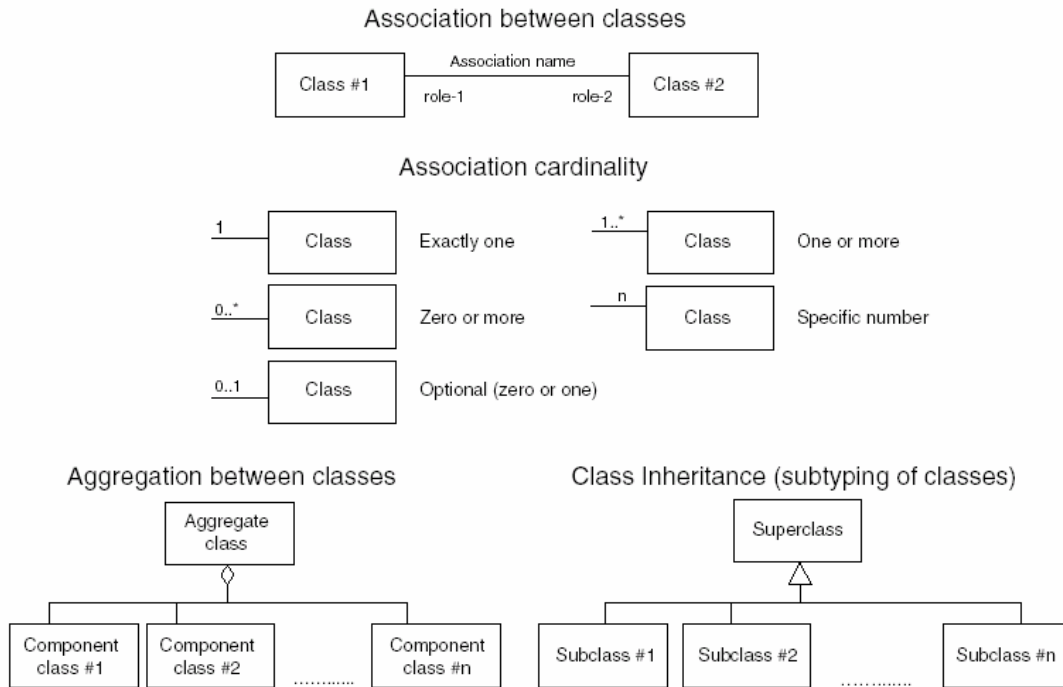


Figure 2 — UML roles

UML model stereotypes

A UML stereotype is an extension mechanism for existing UML concepts. It is a model element that is used to classify (or mark) other UML elements so that they in some respect behave as if they were instances of new virtual or pseudo metamodel classes whose form is based on existing base metamodel classes. Stereotypes augment the classification mechanisms on the basis of the built-in UML metamodel class hierarchy. Below are brief descriptions of the stereotypes used in this International Standard, for more detailed descriptions consult ISO/TS 19103.

In this International Standard the following stereotypes are used:

- a) <<Type>> class used for specification of a domain of instances (objects), together with the operations applicable to the objects. A type may have attributes and associations.

- b) <<Enumeration>> data type whose instances form a list of named literal values. Both the enumeration name and its literal values are declared. Enumeration means a short list of well-understood potential values within a class.

- c) <<DataType>> a descriptor of a set of values that lack identity and whose operations do not have side effects. Datatypes include primitive pre-defined types and user-definable types. Pre-defined types include numbers, string, and time. User-definable types include enumerations.

- d) <<CodeList>> used to describe a more open enumeration. <<CodeList>> is a flexible enumeration. Code lists are useful for expressing a long list of potential values. If the elements of the list are completely known, an enumeration should be used; if the only likely values of the elements are known, a code list should be used.

- e) <<Union>> describes a selection of one of the specified types. This is useful to specify a set of alternative classes/types that can be used, without the need to create a common super-type/class.
- f) <<Abstract>> class (or other classifier) that cannot be directly instantiated. UML notation for this to show the name in italics.
- g) <<Metaclass>> class whose instances are classes. Metaclasses are typically used in the construction of metamodels. A metaclass is an object class whose primary purpose is to hold metadata about another class.
- h) <<Interface>> named set of operations that characterize the behaviour of an element.
- i) <<Package>> cluster of logically related components, containing sub-packages.
- j) <<Leaf>> package that contains definitions, without any sub-packages.

Bilag 5 Metadataelementer i ISO standarderne

I nedenstående tabel findes en gennemgang af, hvordan de flyfotospecifikke elementer, der er identificeret i forbindelse med dette projekt, kan oversættes til et eller flere elementer i ISO 19115 part. Bemærk i øvrigt at en del af elementerne er ikke defineret i selve ISO 19115 part, men i stedet i ISO 19115 eller ISO 19130. Bemærk også, at nedenstående *ikke* er en metadataprofil for flyfotos, idet der mangler adskillige elementer af mere generel karakter. En udtømmende liste over denne type af elementer kan findes i diverse standarder for metadata eksempelvis [ISO19115] og profiler heraf.

Det antages, at følgende gør sig gældende for modellen i ISO 19130 på trods af, at andet fremgår af UML-diagrammer og data dictionary i den benyttede version [ISO19130]:

- SD_GeolocationInformation er <<Abstract>>
- SD_SensorModel er IKKE <<Abstract>>
- SD_LocationModel er IKKE <<Abstract>>
- Relationen providePosition fra SD_locationModel har kardinaliteten 1..2
- SD_PointPosition og SD_SatellitePosition er begge subklasser til SD_Position (og altså ikke aggregerede)
- Der er ingen constraints på forholdet mellem SD_Position og dens tilknyttede subklasser
- SD_Correction er <<Abstract>>

Søjlerne i tabellen indeholder følgende: *Element* henviser til metadataelementer listet og beskrevet i rapportens afsnit 3.3.1. *ISO element* er projektets forslag til, et tilsvarende element defineret i en af ISO standarderne ISO 19115, ISO 19115 part 2 eller ISO 19130. Der er benyttet en notation, hvor 'A.b' angiver, at der er tale om attributten b i klassen A, og hvor 'A>C' angiver, at der er tale om klassen C med relation til klassen A. *Defineret i* angiver, hvilken af de tre standarder elementet er defineret i. Til sidst er der mulighed for at knytte en kommentar om det trufne valg eller om eventuelt alternative muligheder.

Opdagelsesmetadata			
Element	ISO element	Defineret i	Kommentar
Identifikations.Unik id	MD_Metadata.fileIdentifier	19115	
Identifikations.Projekt id	MD_Metadata>MI_DataIdentification>MI_AcquisitionInformation>MI_MissionIdentification.name	Part 2	Derudover vil det være naturligt, at datasættets titel er en kombination af blandt andet projekt id, rute id og station id.
Identifikations.Rute id	MD_Metadata>MI_DataIdentification>MI_AcquisitionInformation>MI_MissionIdentification>MI_MissionIdentification.name	Part 2	Datasæt titel: MD_Metadata>MD_DataIdentification.citation.CI_Citation.title
Identifikations.Station id			Intet direkte match, men station id kan for eksempel indgå i datasættets titel, den unikke id eller eventuelt i en 'identifier' (se næste element) sammen med projekt id og rute id.
Identifikations.Filmrulle id	MD_Metadata>MD_DataIdentification.citation>CI_Citation.identifier	19115	Ingen direkte match, men det nævnte ISO-element kan benyttes, hvis der kombineres med fotonummer, hvorved kombinationen bliver unik inden for producentens system.
Identifikations.Fotonummer			
Omtrentlig geografisk placering			Ingen mulighed for at registrere et punkt. Det er muligt at registrere nadir i MD_Metadata>MI_ImageDescription.nadir, hvilket for lodfotos svarer til det ønskede.

Optagetids punkt	MD_Metadata>MD_DataIdentification.extent>EX_Extent>EX_TemporalExtent.extent ELLER MD_Metadata>MD_DataIdentification.citation>CI_Citation.date ELLER MD_Metadata>MI_GeoreferencingDescription>SD_SensorModel>SD_ImageProcess.acquisitionTime ELLER MD_Metadata>MI_GeoreferencingDescription>SD_SensorModel>SD_LocationModel.dateTime	19115	TemporalExtent har den fordel, at man kan opgive enten et tidspunkt eller en periode og man kan give en tekstuel beskrivelse af registreringen. Hvis det nøjagtige tidspunkt er ukendt, kan man således opgive en periode og en bemærkning om dette. Modellen bryder med 'single best home'-princippet, idet optagetidspunkt findes flere steder, blandt andet i alle instanser af SD_LocationModel, hvilket vil sige for platform, sensormodel og hver sensorkomponent herunder.
Skrå- eller lodfoto			Intet direkte match, men eventuelt kan MD_Metadata>MI_ImageDescription.localElevationAngle anvendes.
Omtrentlig målestok	MD_Metadata>MD_DataIdentification.spatialResolution>MD_Resolution.equivalentScale>MD_RepresentativeFraction.denominator	19115	
Omtrentlig flyvehøjde			Intet match. Kun fuldstændig ydre orientering kan angives.

Udforskningsmetadata			
Element	ISO element	Defineret i	Kommentar
Preview	MD_Metadata>MD_DataIdentification>MD_BrowseGraphic	19115	ISO indeholder en klasse til håndtering af preview
Geografisk dækning	MD_Metadata>MD_DataIdentification.extent>EX_Extent>EX_BoundingPolygon.polygon	19115	

Motiv.Beskrivelse	MD_Metadata>MD_DataIdentification.abstract	19115	
Motiv.Målobjekt.Beskrivelse			Klassen MD_Metadata>MI_DataIdentification>MI_AcquisitionInformation>MI_MissionIdentification>MI_Target indeholder netop de ønskede elementer, men klassen skal ifølge standarden anvendes til ' <i>the characteristics and geometry of the intended object to be observed</i> '. Klassen beskriver altså ikke afbildede objekter, men objekter som <i>ønskes</i> afbildet.
Motiv.Målobjekt.Geografisk reference			
Motiv.Målobjekt.Referencetype			
Omtrentlig ydre orientering.nadir	MD_Metadata>MI_ImageDescription.nadir	Part2	
Omtrentlig ydre orientering.kappa			Intet match. Kun fuldstændig ydre orientering kan angives.
Omtrentlig ydre orientering.Optageretning.afvigelse fra lodret	MD_Metadata>MI_ImageDescription.localElevationAngle	Part2	
Omtrentlig ydre orientering.Optageretning.Kameraakse i forhold til nord	MD_Metadata>MI_ImageDescription.localAzimuthAngle	Part2	
Fotogrammetriske egenskaber.Stereodækning .Er der stereodækning?			Det kan ikke registreres, om billedet har stereopartnere. Der kan gives en reference til stereopartnere i klassen MD_Metadata>MD_DataIdentification>AggregateInformation

Fotogrammetriske egenskaber.Stereodækning .Længdeoverlap			Intet match.
Fotogrammetriske egenskaber.Stereodækning .Sideoverlap			Intet match.
Fotogrammetriske egenskaber.Ydre orientering tilgængelig?	MD_Metadata>MD_Georeferenceable.orientationParameterAvailability	19115	
Fotogrammetriske egenskaber.Paspunkter tilgængelige?	MD_Metadata>MD_Georeferenceable.controlPointAvailability	19115	
Fotogrammetriske egenskaber.Kamerakal. rapport tilgængelig?	MD_Metadata>MD_ImageDescription.cameraCalibrationInformationAvailability og MD_Metadata>MD_ImageDescription.lensDistortionInformationAvailability	19115	Kamerakalibrering er splittet op i to elementer.
Fotogrammetriske egenskaber.Radiometrisk kalibrering tilgængelig?	MD_Metadata>MD_ImageDescription.radiometricCalibrationInformationAvailability	19115	
Kamera.Beskrivelse	MD_Metadata>MI_CoverageDescription>MI_Sensor.sensorDescription	Part2	
Kamera.Type	MD_Metadata>MI_DataIdentification>MI_InstrumentIdentification.name eller shortName	Part2	
Kamera.Omtrøntlig kamerakonstant			Intet match. Kun kalibreret kamerakonstant kan registreres.

Kamera.Åbningssvinkel			Intet match.
Kamera.Analogt kamera.Filmformat			Intet match.
Kamera.Digitalkamera.Chip.type	MD_Metadata>MI_CoverageDescription>MI_Sensor>SD_DigitalFrameCamera.detectorArray>SD_DetectorArray.type	19130	
Kamera.Digitalkamera.Chip.Format			Intet match (men værdien er en funktion af antal pixels og pixelstørrelse, se nedenfor)
Kamera.Digitalkamera.Chip.Pixels i x-retning	MD_Metadata>MI_CoverageDescription>MI_Sensor>SD_DigitalFrameCamera.detectorArray>SD_DetectorArray.xElements, .yElements, .xStepSize, .yStepSize, .xElementSize, .yElementSize	19130	ISO-modellen af en chip er mere detaljeret (og fyldestgørende) end den i dette projekt skitserede
Kamera.Digitalkamera.Chip.Pixels i y-retning			
Kamera.Digitalkamera.Chip.Pixelstørrelse			
Film.Spektralkategori			Intet match.
Film.Positiv/negativ			Intet match.
Film.Type			Intet match.
Dataformat	MD_Metadata>MD_DataIdentification.citation>CI_Citation.presentationForm	19115	Delvist match. <i>presentationForm</i> er en codelist, hvor de relevante muligheder er <i>imageHardcopy</i> og <i>imageDigital</i> . Der kan altså ikke skelnes mellem om billedet er på for eksempel film eller fotopapir.

Datahistorie	MD_Metadata>DQ_DataQuality>LI_Lineage.statement	19115	ISO-modellen for datahistorie er mere omfattende end blot et enkelt element. Det er således muligt, at registrere information om kilddata, processing og så videre
Kvalitet.Belysning af film			Intet match.
Kvalitet.Vejrforhold	MD_Metadata>MD_ImageDescription.imagingCondition og MD_Metadata>MD_ImageDescription.cloudCoverPercentage	19115	Delvist match. imagingCondition er en codelist med følgende vejrspecifikke-elementer: <i>cloud</i> , <i>fog</i> , <i>rain</i> og <i>heavySmokeOrDust</i>
Kvalitet.Terrænforhold	MD_Metadata>MD_ImageDescription.imagingCondition	19115	Delvist match. imagingCondition er en codelist med følgende terrænspecifikke-elementer: <i>snow</i>
Kvalitet.Fremkaldelse			Intet match.
Kvalitet.Datas fysiske tilstand			Intet match

Udnyttelsesmetadata			
Element	ISO element	Defineret i	Kommentar
Kamera.Unikid	MD_Metadata>MI_DataIdentification>MI_InstrumentIdentification.identifier	Part2	
Kamera.Unikid af optik	MD_Metadata>MI_CoverageDescription>MI_Sensor>SD_FrameCamera.optics>SD_OpticalSystem.identifier	19130	
Kamera.Konfiguration	MD_Metadata>MI_CoverageDescription>MI_Sensor.description	Part 2	Delvist match. Intet særskilt element til konfiguration.

Kalibrering.h envisning til kal.rapport	MD_Metadata>MI_Coverag eDescription>MI_Sensor.sen sorReference	Part 2	Delvist match. Intet særskilt element til kamerakalibreringsrapport.
Kamera.Kali brering.Dato for kalibrering			Intet match. Standarden beskriver blot den indre orientering, som den er på optagetidspunktet.
Kamera.Kali brering.Kalib reret kamerakonst ant	MD_Metadata>MI_Coverag eDescription>MI_Sensor>S D_FrameCamera.optics>SD _OpticalSystem.calibratedFo calLength	19130	
Kamera.Kali brering.Forte gningsparam etre	MD_Metadata>MI_Coverag eDescription>MI_Sensor>S D_FrameCamera.correction> SD_Correction	19130	Standardens beskrivelse af fortegning er mere omfattende end den i dette projekt skitserede og består derfor af adskillige elementer i den opgivne klasse.
Kamera.Kali brering.Hove dpunktskoord inater	MD_Metadata>MI_Coverag eDescription>MI_Sensor>S D_FrameCamera.correction> SD_Distortion.princPointBes tSymmetry og MD_Metadata>MI_Coverag eDescription>MI_Sensor>S D_FrameCamera.optics>SD _OpticalSystem.princPointA utocoll	19130	
Kamera.Kali brering.Ram memærkekoo rdinater	MD_Metadata>MI_Coverag eDescription>MI_Sensor>S D_FrameCamera.interiorOri entation>SD_Film	19130	Standardens beskrivelse af rammemærker er mere omfattende end den i dette projekt skitserede og består derfor af adskillige elementer i den opgivne klasse.
Kamera.Kali brering.Kvali tet af kalibrering	MD_Metadata>MI_Coverag eDescription>MI_Sensor>S D_FrameCamera.optics>SD _OpticalSystem.qualityOfFo calLength, MD_Metadata>MI_Coverag eDescription>MI_Sensor>S D_FrameCamera.optics>SD _OpticalSystem.quality OfPrincPointAutocoll og MD_Metadata>MI_Coverag eDescription>MI_Sensor>S D_FrameCamera.correction> SD_Distortion.qualityOfPrin cPointBestSymmetry	19130	

Ydre Orientering. Projektionscentrums koordinater	MD_Metadata>MI_GeoreferencingDescription>SD_SensorModel>SD_LocationModel>SD_PointPosition.origin	19130	
Ydre Orientering. Drejninger	MD_Metadata>MI_GeoreferencingDescription>SD_SensorModel>SD_AngleAttitude eller MD_Metadata>MI_GeoreferencingDescription>SD_SensorModel>SD_MatrixAttitude	19130	Standardens beskrivelse af drejningerne foregår enten ved en rotationsmatrix eller ved specifikation af de enkelte drejninger samt deres rækkefølge. Beskrivelsen består således af flere elementer i én af de opgivne klasser.
Ydre Orientering. Kvalitet af koordinater og drejninger			Intet direkte match. Til nød kan MD_Metadata>MD_Georeferenceable.orientationParameterDescription måske bruges.
Ydre Orientering. Koordinat system id	MD_Metadata>MI_GeoreferencingDescription>SD_SensorModel>SD_LocationModel.referenceCRS	19130	

Entiteten MD_Metadata>MI_CoverageDescription>MI_Sensor>SD_FrameCamera findes i den samlede metadatamodel også som MD_Metadata>MI_GeoreferencingDescription>SD_SensorModel>SD_FrameCamera.

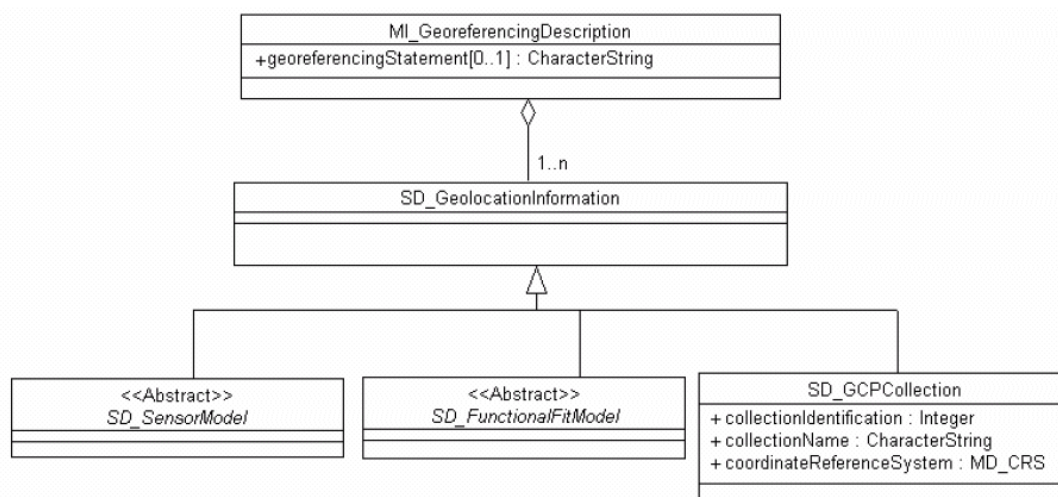
Bilag 6 Gennemgang af Geolocation Information

I dette bilag gives en gennemgang af strukturen vedrørende metadata for et kameras ydre og indre orientering, som den er defineret i ISO 19130. Kun strukturen for et analogt kamera beskrives, men alle klasser nødvendige for at beskrive et digitalt kamera er til stede i bilaget.

Det antages, at følgende gør sig gældende for modellen i ISO 19130 på trods af, at andet fremgår af nedenstående UML-diagrammer og data dictionary fra den benyttede version [ISO19130]:

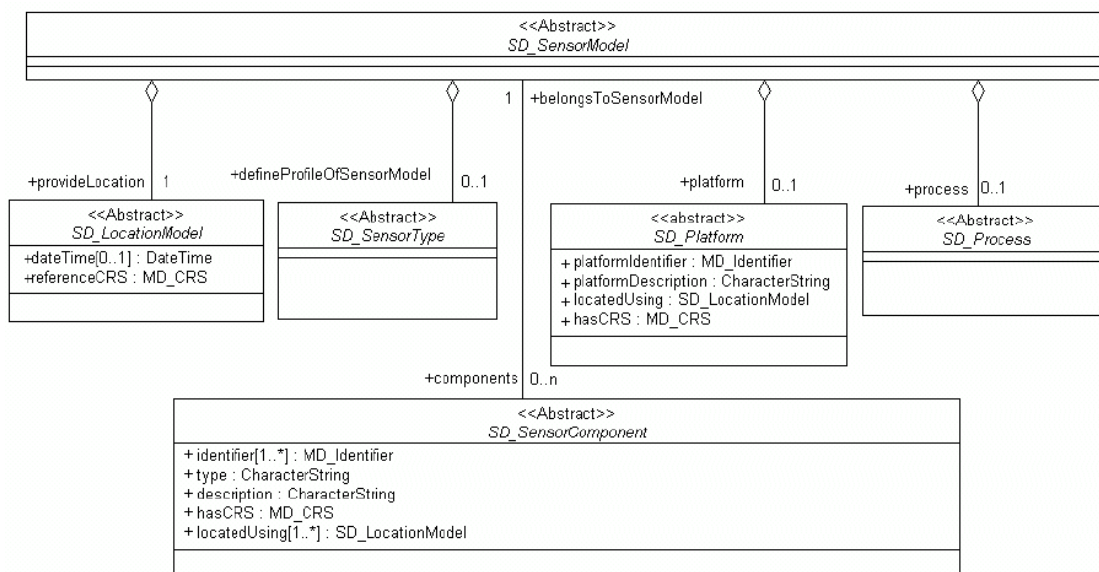
- *SD_GeolocationInformation* er <<Abstract>>
- *SD_SensorModel* er IKKE <<Abstract>>
- *SD_LocationModel* er IKKE <<Abstract>>
- Relationen *providePosition* fra *SD_locationModel* har kardinaliteten 1..2
- *SD_PointPosition* og *SD_SatellitePosition* er begge subclasses til *SD_Position* (og altså ikke aggregerede)
- Der er ingen constraints på forholdet mellem *SD_Position* og dens tilknyttede subclasses
- *SD_Correction* er <<Abstract>>

Koblingen til ISO 19115 part 2 sker gennem en relation mellem *MI_GeoreferencingDescription* og *SD_GeolocationInformation*, hvilket også fremgår af figur 1. Derudover er der fra part 2 relationer fra *MI_Sensor* i content-pakken til *SD_SensorType* og fra *MI_PlatformIdentification* i acquisition-pakken til *SD_PlatformInformation*.



Figur 1: *SD_GeolocationInformation* klasse. Fra [ISO19130].

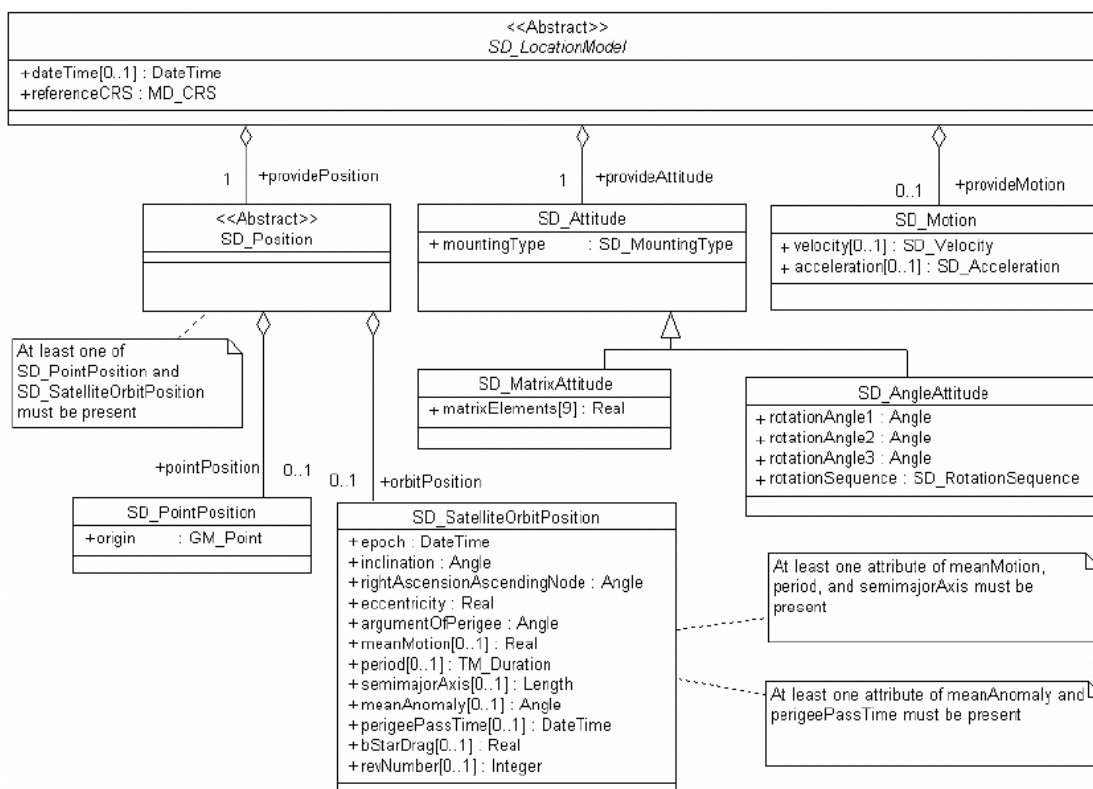
Som det ses af figur 1 specialiseres *SD_GeolocationInformation* til tre subclasses, hvoraf kun klassen *SD_SensorModel* er interessant i forbindelse med registrering af parametre for ydre og indre orientering. Klassen *SD_SensorModel* ses på figur 2.



Figur 2: SD_SensorModel klasse. Fra [ISO19130].

Sensormodellen består af fire komponentklasser, hvoraf kun *SD_LocationModel* er obligatorisk ifølge ISO 19130. Ved kobling gennem de tidligere beskrevne relationer til ISO 19115 part 2 fås dog, at også *SD_SensorType* og *SD_Platform* vil være relevante i denne sammenhæng. Disse tre komponenter gennemgås herunder én for én.

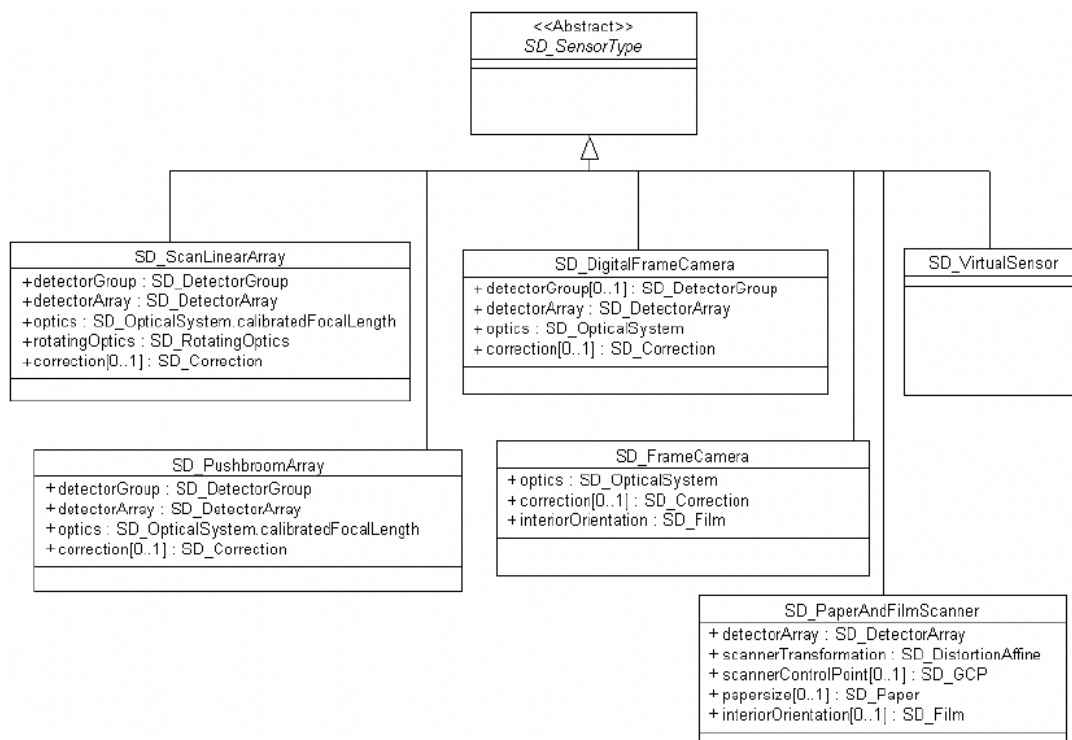
Den ydre orientering findes i *SD_LocationModel*, der kan ses i figur 3.



Figur 3: SD_LocationModel klasse. Fra [ISO19130].

Via denne klasse findes information om tidspunkt for optagelse af data, referencekoordinatsystem samt position og drejninger af kamerakoordinatsystemet i forhold til referencekoordinatsystemet. Bemærk, at det er obligatorisk at angive både kameraposition og -drejninger. Bemærk også, at modellen ikke giver mulighed for at angive nøjagtigheden af hverken position eller drejninger.

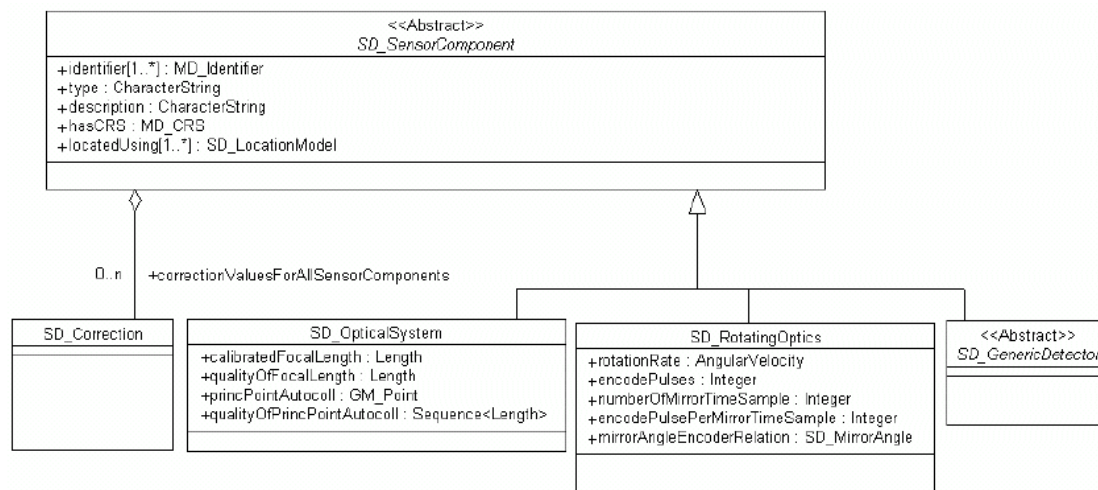
Kameraets indre orientering findes i *SD_FrameCamera*, der kan ses i figur 4.



Figur 4: *SD_SensorType* klasse. Fra [ISO19130].

SD_FrameCamera består blot af tre attributter til beskrivelse af henholdsvis optik, forstørrelse og rammemærker. Disse tre gennemgås herunder.

Optikken beskrives i klassen *SD_OpticalSystem*, der er en subclasse til den generiske *SD_SensorComponent* (Se figur 5).

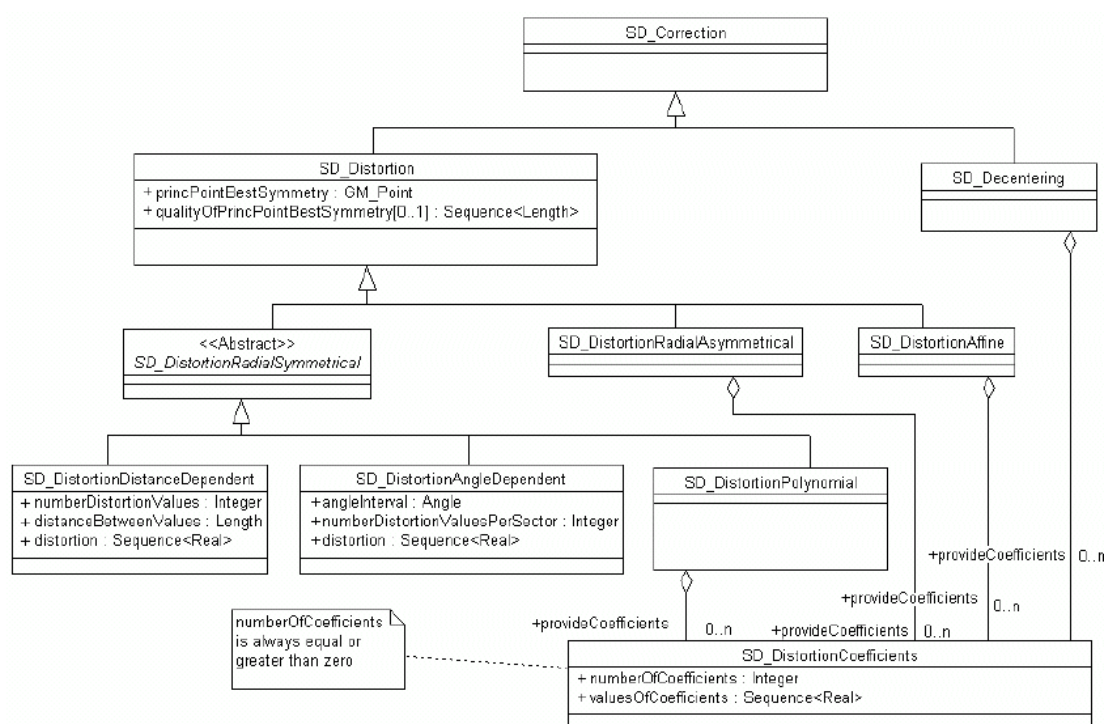


Figur 5: *SD_SensorComponent* klasse. Fra [ISO19130].

De fleste elementer i *SD_OpticalSystem* er relevante for fotogrammetriske kameraer, men en del af dem vil være ukendte for ikke-fotogrammetriske kameraer. I forhold til den traditionelle beskrivelse af et fotogrammetrisk kamera er det noget usædvanligt, at der i *hasCRS* kræves et særskilt koordinatsystem for optikken, samt at dette koordinatsystem skal relateres til et andet koordinatsystem gennem den tidligere beskrevne *SD_LocationModel*. Her viser sig et problem ved den meget generiske struktur af ISO 19130. Idet *SD_SensorComponent* og *SD_LocationModel* er generiske, er også definitionerne af elementerne i de to klasser generiske. Faktisk har ingen af attributterne i *SD_SensorComponent* en beskrivelse i data dictionary i [ISO19130].

Det er således ikke muligt at afgøre præcis hvad, det er meningen, *SD_LocationModel* skal bruges til i denne sammenhæng. En anvendelse kunne være at angive den geometriske relation mellem optikkens koordinatsystem og sensorkoordinatsystemet. Hvis dette er korrekt, er der tale om simple værdier for fotogrammetriske kameraer, idet sensor-koordinatsystemet og optikkens koordinatsystem i dette tilfælde er identiske. Der er dog intet modelmæssigt til hinder for, at *SD_LocationModel* i stedet anvendes til at angive optikkens position i et vilkårligt koordinatsystem.

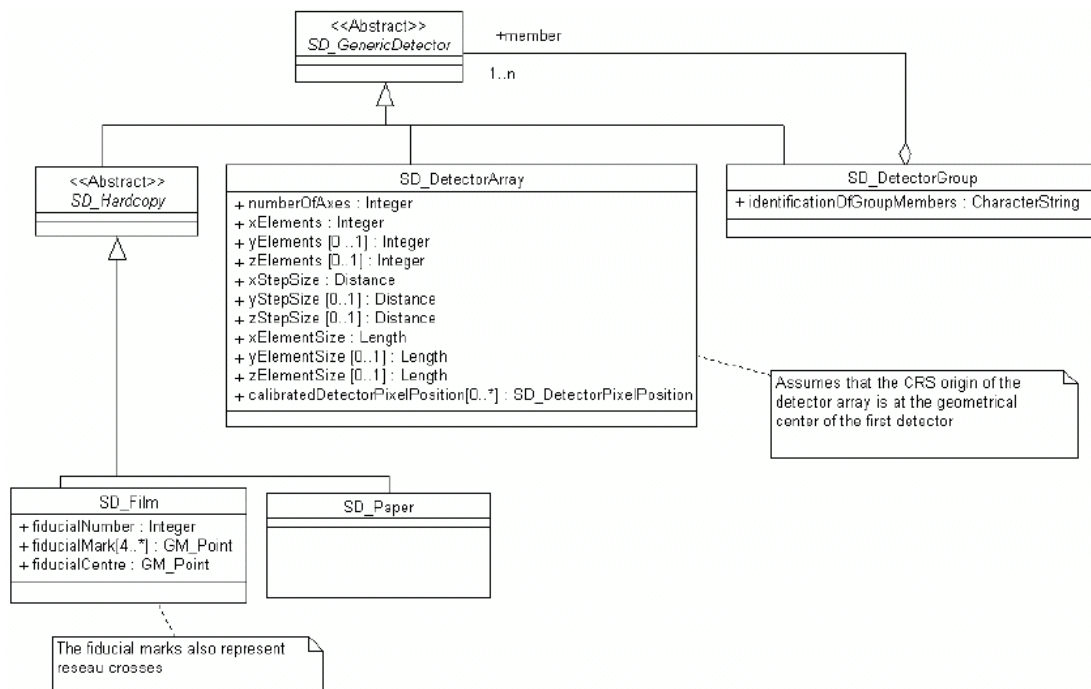
Fortegningsparametrene findes i klassen *SD_Correction*, som ses i figur 6.



Figur 6: *SD_Correction* klasse. Fra [ISO19130].

Der er ikke umiddelbart problemer i forbindelse med beskrivelse af fortegning ved brug af ovenstående model.

Den sidste attribut i *SD_Framecamera* er *interiorOrientation*, som er af typen *SD_Film*. Diagrammet, hvori denne indgår, ses i figur 7.

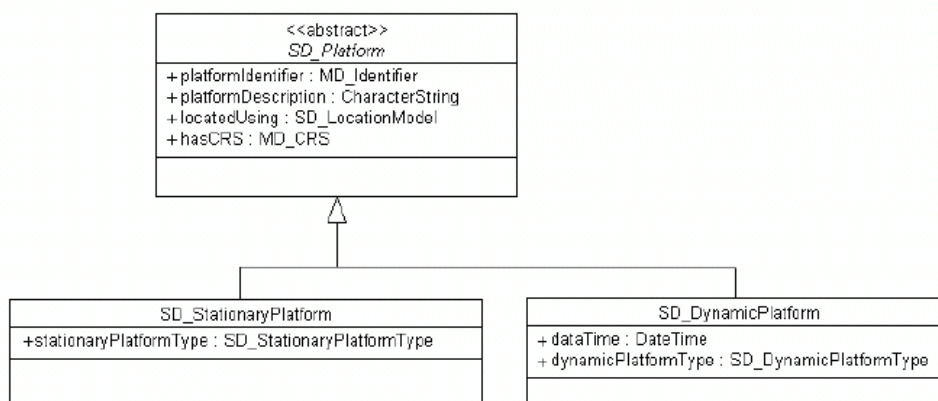


Figur 7: SD_GenericDetector klasse. Fra [ISO19130].

Selve beskrivelsen af rammemærker med videre er uden problemer, men *SD_Film* nedarver fra *SD_GenericDetector*, der igen nedarver fra *SD_SensorComponent* (se figur 5). Der optræder derfor igen problemer, der skyldes, at attributterne i *SD_SensorComponent* er generiske og helt mangler beskrivelser i data dictionary. Definitionen af *SD_Film* lyder: *information on geometry of a film and the relation of the film towards its camera*. Dette taget i betragtning sammen med standardens overordnede formål leder til en formodning om, at attributterne i *SD_SensorComponent* skal afspejle geometriske forhold ved filmen og ikke forhold vedrørende eksempelvis filmens kemiske beskaffenhed. Hvis dette er korrekt, kan det være svært at gennemskue, hvad *identifier* rent faktisk skal identificere og hvilke forhold, der skal beskrives gennem *type* og *description*.

Igen kræves det, at filmens koordinatsystem kobles til et andet koordinatsystem (formodentlig kameraets koordinatsystem) uafhængigt af, om dette måtte være tilstrækkeligt beskrevet gennem de allerede opgivne parametre for den indre orientering.

Den sidste obligatoriske komponent i sensormodellen er *SD_Platform* (se figur 8). Denne klasse er ikke obligatorisk for sensormodellen defineret i ISO 19130, men ifølge ISO 19115 part 2 er klassen obligatorisk, såfremt der er benyttet en platform ved indsamlingen af data.



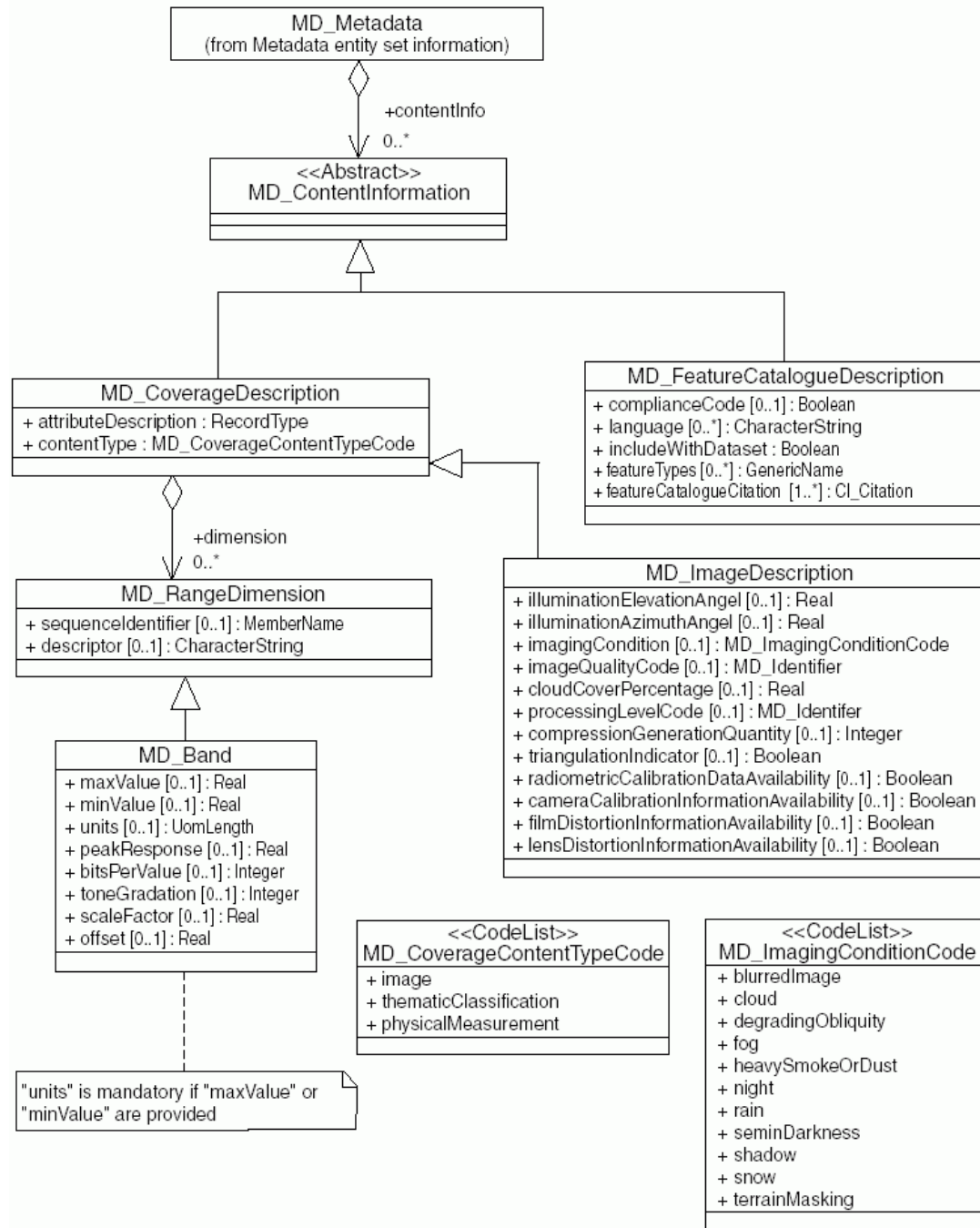
Figur 8: SD_Platform klasse. Fra [ISO19130].

I forbindelse med flyvefotografering er det sjældent interessant at registrere metadata om platformen. Det er ofte helt underordnet præcist hvilken flyvemaskine, der er benyttet. Denne klasse indeholder altså en række obligatoriske elementer, der er irrelevante i flyfotosammenhænge. Dog kan det være nyttigt, at have elementet *dynamicPlatformType*, hvormed det specifikt kan angives, at der er tale om data optaget fra en luftbåren platform.

Som det fremgår af det ovenstående, betyder den generiske tilgang til sensormodellen, at det i flyfotosammenhænge er nødvendigt at medtage elementer, som ikke har nogen direkte anvendelse. For eksempel er det overflødigt at beskrive geometrien mellem optik, film og kamera gennem deres respektive koordinatsystemer, da dette allerede er tilstrækkeligt beskrevet gennem de øvrige parametre for den indre orientering. Et rent praktisk problem ved dette er, at standarden ikke giver megen hjælp med hensyn til, hvad de generiske elementer skal bruges til i de forskellige sammenhænge. Desuden er det u hensigtsmæssigt, at det er muligt at angive optagetidspunktet, hver eneste gang *SD_LocationModel* forekommer.

Tilsyneladende har det ikke hele vejen gennem udviklingsarbejdet bag ISO 19130 været tilstræbt at lave en så generisk model som ovenfor. Som eksempel på dette er en kameramodel fra en tidligere version af ISO 19130 vist i figur 9. Der tydeligvis tale om en mere anvendelsesorienteret model, idet modellen stemmer noget bedre overens med registreringspraksis hos de fotogrammetriske producenter.

Det er i øvrigt ikke kun modelstrukturen, der er blevet mere generisk. Der er også gledet en række anvendelsesspecifikke metadataelementer ud af modellen. Det drejer sig blandt andet om kamerakonfiguration under flyvning, en omtrentlig angivelse af flyvehøjden og angivelse af om GPS- og/eller INSdata er tilgængelige. Disse og andre elementer fra tidligere versioner af ISO 19130 er blandt andet beskrevet i [ISO19115-2b].



Figur 2: Content information defineret i ISO 19115. Fra [ISO19115].