Forandringer i det danske landskab

ANALYSE AF DEN DANSKE LANDSKABS UDVIKLING

AALBORG UNIVERSITET

• Marianne G. Sørensen • Speciale i Integrativ Geografi • Foråret 2012

AALBORG UNIVERSITET

OVERORDNET TEMA:

Frit (speciale)

TITEL:

Forandringer i det danske landskab - Analyse af den danske landskabs udvikling

PERIODE:

Speciale,

Forår 2012

SPECIALE AFSLUTTET:

12. juni 2012

Udarbejdet af:

Marianne G. Sørensen

VEJLEDER:

Esben Munk Sørensen

OPLAGSTAL: 3

ANTAL SIDER: 103

SYNOPSIS:

Specialet omhandler landskabsanalyse med henblik på at måle diversiteten af arealanvendelsesklasser i det danske landskab. Først introduceres en artikel af (Frost et al.) fra 2007, som viser, at Danmark er det land i EU med lavest landskabsdiversitet. Specialet er bygget op omkring denne artikel, og derfor søges artiklen bekræftet eller afkræfte heri.
I teorien introduceres der grundlæggende begreber indenfor landskabsanalyse og landskabsdiversitetsindekser, som patch, edge, Shannon og Simpsons diversitets indeks. Der behandles yderligere teori om indhold af en naturvidenskabelig artikel, samt grundlæggende statistiske begreber, som middelværdi, varians og spredning.
Første led i analysen er en analyse af artiklen af (Frost et al.) med henblik på forståelsen af artiklens resultater og metode. I andet led af analysen efterprøves artiklens metode på danske arealanvendelses datasæt, CORINE Land Cover kort fra 1994 og 2006. Sidste led i analysen er en historisk analyse af udviklingen, som har forårsaget landskabsændringer i Danmark.
Der konkluderes, at landskabsdiversiteten ikke har forandret sig siden 1994. For større landskabsdiversitet i fremtiden foreslås der anderledes arealanvendelsesmuligeheder.

© Marianne G. Sørensen

CHANGES IN LANDSCAPE STRUCTURES IN DENMARK

Resumé

This thesis is the finishing touches on a five year two-subject masters degree with major in Integrated Geography and minor in Mathematics at Aalborg University. In itself the thesis has taken little over four months to complete. Through my education at Aalborg University, I have always been fascinated by agriculture and nature. I have worked with agriculture in many aspects and therefore this thesis was a golden opportunity to pursue my interest.

The Danish landscape is a cultural and a homogeneous landscape mainly occupied by agriculture and cultivated land use. About 57 % of the Danish land area is cultivated. That is in fact the largest area in Europe for cultivation. During the last 80 years the Danish landscape has gone through major changes caused by politics. This period can be divided into three sub periods:

- 1940-1970: the phase of reclamation of land
- 1970-1985: the phase of status quo
- 1985 - present: the phase of restoring nature

These three periods describe the leading politics at the time in question and how the landscape was and is formed. Since the 1980's there has been several indications for making Denmark a greener place and making room for nature. But are we putting enough effort into making Denmark green? An article by (Frost et al.) from 2007 analyses the heterogenity in the landscape in Europe. The analysis in the article showed that Denmark was in fact the least heterogenous country in Europe and therefore has the lowest landscape diversity.

The main focus of this thesis was to confirm or invalidate the methods used in the article on a national scale. By making a national landscape analysis over a timeseries from 1994 to 2006, where the methods from the article is partly followed, it showed that there was no or very little change in landscape diversity in Denmark. The measurements in the landscape analysis was based on five metrics: simpel diversity, patch density, edge density, Shannon and Simpson diversity indices. These results are terrifying, since there has been many initiatives to incorporate environmental consideration into farming, afforestation and natural parks and these qualitative results did not show any influence in the quantitative analysis. The biggest problem in present time is how agriculture still has a major impact on the Danish landscape. There is a great demand for land in the open countryside for industrial development, land to supplement full-time farms, urban developement and new natural resorts. Denmark is indeed too small a country to meet everyone's need for land. Due to this, future planning of the landscape needs to be prioritised. In this thesis the future management of land use is discussed and the conclusion is that we should use the open countryside differently by concentrating environmental adaptions, extensive

agriculture and intensive agriculture to certain areas. This would provide diversity in the agricultural areas in Denmark and therefore make Denmark a greener place.

FORORD

Dette speciale er blevet til i løbet af foråret 2012 som den afsluttende del af en tofags kandidatuddannelse i Integrativ Geografi på Institut for Planlægning og Geografi og Matematik på Institut for Matematiske Fag ved Aalborg Universitet. Specialet henvender sig hovedsageligt til vejleder og censor, men er også relevant for andre med interesse for landskabs- og vektorbaseret analyse.

Jeg har med mit speciale haft et ønske om at kombinere disse to fagområder, som jeg har stiftet bekendtskab med gennem min uddannelse og dette har givet anledning til denne rapport om landskabsanalyse. Udarbejdelsen af specialet har fundet sted under kyndig og kompetent vejledning af Esben Munk Sørensen, lektor ved Institut for Planlægning. Jeg vil gerne takke Esben for god inspiration og konstruktiv kritik under processen.

I forbindelse med specialets afslutning vil jeg gerne benytte lejligheden til at takke dem, der har hjulpet og ydet støtte gennem hele projektets forløb, men også gennem hele mit uddannelsesforløb. Tak til min familie og specielt en stor tak til min kæreste Lars. Mange tak for opbakningen når hårde dage forekom og for at gøre de gode dage fantastiske. Til sidst en stor tak til den interviewede som har deltaget og givet sin mening tilkende.

Flere af billederne på forsiden er fra [Google Earth, 2012], de resterende er private billeder.

Aalborg den 12/6 2012

Marianne G. Sørensen

Læsevejledning

Figurer og billeder uden anden kildeangivelse har jeg udarbejdet/taget primært på dette semester. Hvis intet andet er angivet, er kort orienteret mod nord. Figurer og tabeller er nummereret fortløbende for hvert kapitel, mens fodnoter er nummeret fortløbende for hele rapporten. Engelske citater er ikke oversat. Det forventes, at læseren har tilstrækkelig engelskkundskaber, og en oversættelse kan gøre en skarp pointe vag.

Der er i specialet løbende inkluderet eksempler. Formålet med disse er først og fremmest at illustrere den gennemgåede teori, men også at give læseren en mere konkret indsigt i og forståelse for aspekterne ved de beskrevne metoder.

Til kildehenvisning anvendes Harvard-metoden, som angives ved forfatteres efternavn og årstal, som [Efternavn, År, Evt. sidetal]. Mellem hovedrapporten og bilagsrapporten findes en kildeliste, hvor anvendt litteratur og kilder er opstillet i alfabetisk rækkefølge. Hvis kildehenvisningen er skrevet før punktum, henviser kilden til den pågældende linie. Hvis kildehenvisningen derimod står efter punktum, henvises der til hele det forudgående afsnit, medmindre andet er angivet. Når der i rapporten skrives specialet, henføres der alle steder til dette speciale. Yderligere er der vedlagt CD-rom med beregninger, samt medvirkende til interview.

INDHOLDSFORTEGNELSE

Kapitel 1 Forandringer i det danske landskab **1**

1.1 Problemformulering 6

1.1.1 Begrebsafklaring 7

1.2 Problemafgrænsning 8

1.3 Opbygning af specialet 9

Kapitel 2 Metode **11**

2.1 Videnskabelige overvejelser 12

2.2 Skala 13

2.3 Dataindsamling 14

2.3.1 Primære data 15

2.3.2 Sekundære data 21

2.4 Validitet og reliabilitet 22

Kapitel 3 IMRaD, diversitet og statistik **23**

3.1 IMRaD 24

3.2 Landskabsindikatorer 25

3.2.1 Hyppighed 26

3.2.2 Rigdom 26

3.2.3 Patches 26

3.2.4 Edges 28

3.2.5 Shannon Diversitets Indeks 30

3.2.6 Simpson Diversitets Indeks 32

3.3 Statistik 33

Kapitel 4 Analyse **37**

4.1 Kritisk review af artikel 38

4.2 Landskabets udvikling 1994 til 2006 49

4.2.1 Landskabsanalyse 49

4.3 Arealanvendelse fra 1940 til i dag 58

4.3.1 1940-1970 58

4.3.2 1970-1985 61

4.3.3 1985 - i dag 62

4.3.4 Sammenfatning 64

Kapitel 5 Diskussion **65**

5.1 Sammenligning 66

5.2 Hvorfor kvantificering? 67
5.3 Fremtidig arealanvendelse 68

Kapitel 6 Konklusion **71**

Litteratur **73**

A Artikel **77**

B Eksempel **89**

C CD **93**

KAPITEL 1

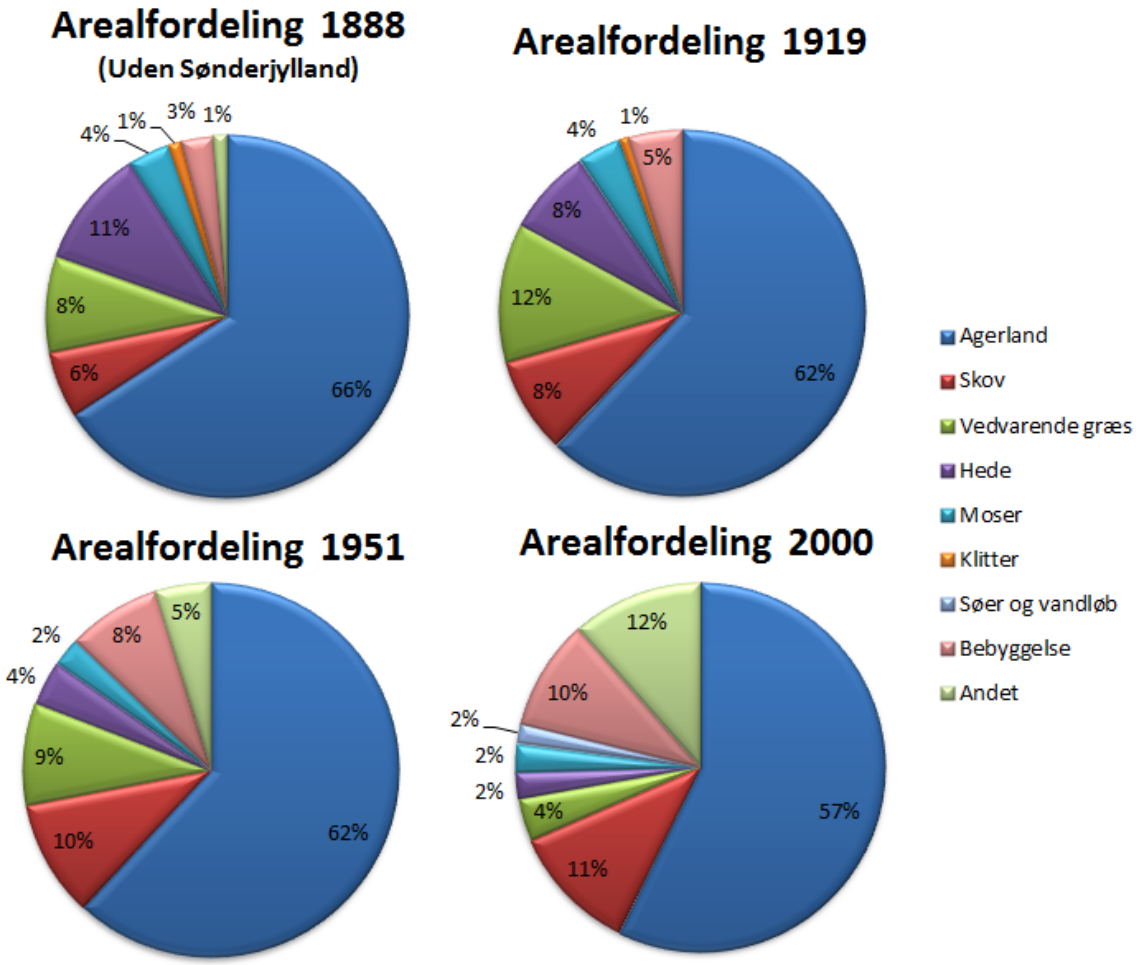
FORANDRINGER I DET DANSKE LANDSKAB

Resumé:

Dette kapitel angiver en kort analyse af problemstillingen, samt hovedtræk af specialets kontekst og rationale. Der redegøres for projektets problemformulering, hvorefter centrale begreber i problemformuleringen afklares i en kort begrebsafklaring. Kapitlet beskriver afslutningsvis specialets opbygning som en læsevejledning. (Privat billede, skovområde i nærheden af Fuglslev, nord for Ebeltoft.)

Man behøver ikke lang erfaring for at observere, at det danske landskab har været under kraftige forandringer de sidste mange årtier. Landskabets fremtræden på et givet tidspunkt er resultatet af et samspil mellem naturgrundlaget, de kulturgeografiske mønstre og de rumlige, visuelle forhold. Siden landbrugets indførsel i Danmark, for 6000 år siden, begyndte mennesket at manipulere med omgivelserne, og siden da har landskabet ændret sig med tiltagende styrke. Gennem opdyrkning af nye arealer og anvendelse af bedre dyrkningsmetoder er der sket en gradvis ændring af landskabet frem mod det intenstivt opdyrkede kulturlandskab, som det kendes i dag. I det danske landskab er der næppe en plet, som ikke er berørt af menneskelig aktivitet. [Rasmussen et al., 2007] Specielt gennem de sidste 250 år har det danske landskab ændret sig drastisk. I dag er ca. 57% af det danske areal kultiveret landbrug, dette skyldes de historisk førte politikker, som har skabt det landskab, vi lever i. Specielt fra 1940'erne og frem til 1970'erne skete der store forandringer med det danske landskab, dette var en periode med stor politisk interesse i at udstykke jord til landbrug og husmandsbrug. Et resultat her af var store landvindingsprojekter, som tørlagde søer, vandløb og vådområder, samt tab af den vilde flora og fauna for at realisere ønsket om jordudstykning. Fra 1970'erne og frem til i dag er der gjort store forsøg på at genoprette mange af de søer, vandløb og vådområder som blev tørlagt få år inden. Det danske landskab har over kort tid vist sig at være omstruktureringsdygtig i den forstand, at landskabet er blevet formet og omformet af samfundet. Dette er sket og sker på baggrund af, hvad politikere mener, som værende den rigtige retning for landskabets udvikling.

Ved at se på arealanvendelsen i Danmark er det muligt at fortælle noget om landets udvikling, både politisk og landskabsmæssigt. På Figur 1.1 ses arealanvendelsesfordelingen fra år 1888 til 2000 fordelt på en række arealkategorier. Det fremgår tydeligt af figuren, at det danske landskab i den beskrevne periode, har gennemgået store forandringer indenfor arealanvendelsen. Figuren skal fortolkes lidt varsomt, da kildematerialet gennem tiden er fortolket forskellige af kilderne, og derfor eksisterer der forskellige definitioner for arealklassetyperne repræsenteret deri. Modsat giver figuren en god oversigt over den mulige udvikling, som har fundet sted gennem tiden. Ud fra figuren kan det konkluderes, at landbruget har været svagt stigende indtil 1960'erne, hvor det derefter har været svagt faldende igen. I dag udgør landbrugsarealet inklusiv brakmarker ca. 57 % af det samlede areal. Arealet med skov har siden slutningen af 1800-tallet været stigende. Skov udgjorde ca. 4,5 % af Danmarks landareal i 1866, og i 1951 udgjorde skov 10 % i 1951 og 11 % i 2000. Denne stigning skyldes etableringen af nåletræsplantager og en mindre stigning af løvtræsarealer fra 1990'erne. Figuren viser også, at mange af de lysåbne naturtyper har været stærkt faldende fra 1800-tallet og frem til i dag. I 1888 udgjorde de lysåbne arealer omkring 25 % af det samlede areal, hvorimod i 2000 udgjorde mindre end 10 %. Det som her betegnes som lysåbne arealer, er: fersk eng, overdrev, strandeng, hede, mose og klit. Enten er områderne blevet pløjet op, drænet, plantet til med skov eller blevet bebygget. Det bebyggede areal er steget gennem hele perioden; fra omkring 3 % af det samlede landareal i 1881 til 10 % i 2000. Klitter hører under den type arealanvendelse med tyndt vegetation. Det er opsigtsvækkende, at et land med ca. 7300 km kystlinie ikke har repræsenteret nogen klitter. I 2000 udgør klitter under 1 % og er derfor ikke repræsenteret i figuren. Gennem hele perioden har arealet, som der ikke kunne gøres rede for, været stigende. Andre arealer indebærer både søer og vandløb, mindre skovarealer og beplantninger. Desuden dækker det også over en del bebyggede og befæstede arealer, samt mindre dyrkede og udyrkede områder. Denne kategori eksisterer idet, der ikke har været tilstrækkelig offentliggørelser i de forskellige statistikker gennem tiden og derfor ikke har været kategoriserbar. [Levin og Normander, 2008] Ud fra figuren



Figur 1.1: *Fordeling af arealklasser i procent af landets samlede areal fra 1888-2000. I 1920 tilkommer Danmark Sønderjylland og dermed udvides det danske areal fra ca. 39.000 km^2 til ca. 43.000 km^2. Baseret på [Levin og Normander, 2008].*

kan det konkluderes, at den mest dominerende arealanvendelse siden 1888 er landbruget, efterfulgt af bebyggede områder, som i stigende grad vil vokse fremover. Natur- og landbrugsarealer vil i fremtiden blive presset af kravet om plads til den stigende byudvikling og infrastruktur. [Wilhjelmudvalget, 2001] Figuren giver et kvantitativt billede af homogenitet og monotoni i det danske landskab.

Et citat af Michael Stoltze i hans bog „Dansk natur“ fra 2007, er et citat som beskriver, hvordan det danske landskab forvaltes og kan anskues. Og det gør det ganske godt:

> „Landet kan anskues som én stor, romantisk have, hvor naturen har passende plads og naturen ikke udfolder sig vildere, end haveejerne tillader. ... Dansk landnatur er præget af en tæmmet vildskab eller rettere: Vildskaben er begrænset til steder, hvor man tillader naturens kræfter at få frit spil.“ [Stoltze, 2007, s. 25]

Det danske landskab karakteriseres altså ifølge Stoltze, som en romantisk have. Dette er ikke en tilfældighed, og han er ikke den eneste om at have dette natursyn. For også ifølge Wilhjelmudvalget, er det danske landskab et landskab med for lidt plads til naturen og for lidt

sammenhæng mellem naturområder. I rapporten „En rig natur i et rigt samfund“ fra 2001 af Wilhjelmudvalget udvises der skepsis overfor landbrugets dominerende eksistens i det danske landskab.

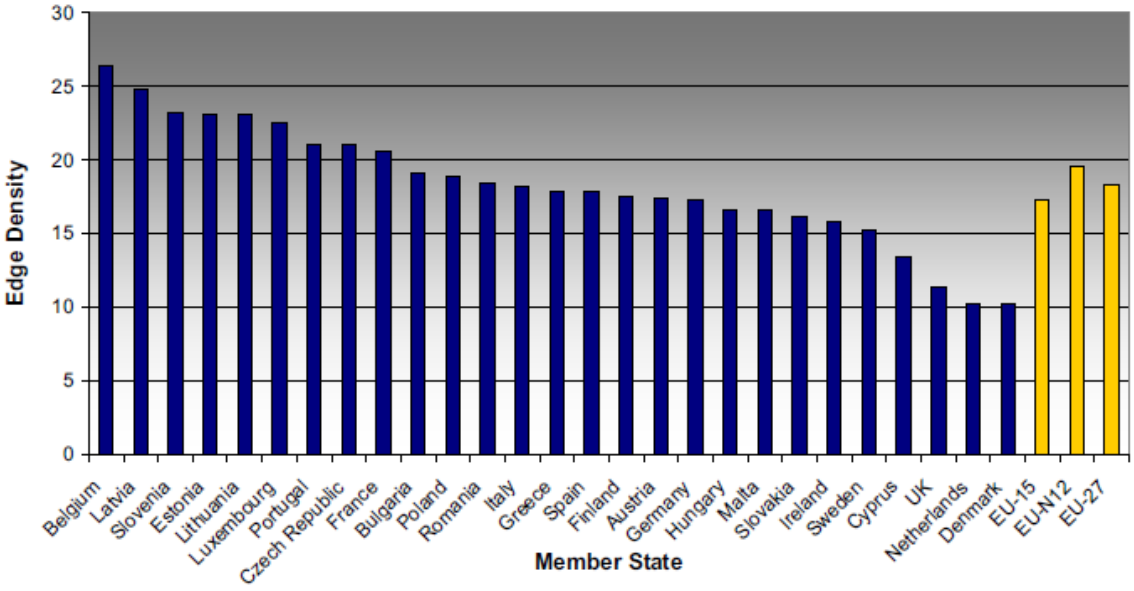
> „Danmark er et af de lande i Europa der har det forholdsmæssigt største areal under plov. Det betyder omvendt, at Danmark er et af de lande i Europa der i forhold til landets areal har det mindste areal med natur. Det skyldes bl.a. at de naturgivne forhold egner sig godt til landbrug, og at samfundet har tilskyndet denne udvikling.“ [Wilhjelmudvalget, 2001, s. 5]

Siden da er flere og flere rapporter udkommet om naturen og landskabet i Danmark i et håb om, at i fremtiden kan der fås et Danmark i balance. [Naturstyrelsen, a]

Den stigende opmærksomhed på landskabet og dets rumlige struktur forekommer både nationalt [Miljøministeriet, 2007] og internationalt, EU [Eiden et al.]. Inden for planlægning og landskabsforskning arbejdes der med såkaldte landskabsanalyser med henblik på at undersøge et landskabs sammensætning og rumlige struktur for således at opnå et bedre grundlag for forvaltning og planlægning af landskabet. Et europæisk udspil på en landskabsanalyse er udkommet som artikel i 2007 skrevet af (Frost et al.). [Artikel vedlagt som bilag, se Appendiks A] Artiklen søger at beskrive EU-landenes landskablige strukturer og rumlige sammensætning, som i artiklen refereres til landskabsdiversitet. Dette er gjort ved hjælp af arealanvendelseskort, CORINE Land Cover kort[1] for alle 27 lande i EU, samt ved brug af programmet Geografiske Informations Systemer, GIS, til beregning af enheder, som beskriver landskabsdiversiteten i EU. Der måles efter fem landskabsindikatorer: Simpel diversitet[2], Patch densitet, edge densitet, Shannon og Simpson diversitet. Disse indikatorer er fem forskellige måder at beskrive landskabsdiversitet på. Disse indikatorer uddybes yderligere i teorikapitlet Kapitel 3. Ved at analysere på disse fem landskabsindikatorer har (Frost et al.) analyseret sig frem til, at Danmark er det land i EU, som har lavest landskabsdiversitet. Et af resultaterne fra artiklen ses på Figur 1.2. Af figuren kan det aflæses af jo længere til venstre i figuren jo større landskabsdiversitet, jo længere til højre jo lavere landskabsdiversitet. Figuren giver altså et udtryk for, hvilket land som er heterogent eller homogent. Af figuren ses det, at Danmark har den laveste landskabsdiversitet af alle EU-landene. De resterende resultater i artiklen peger i samme retning, som ovenstående. Dette har vakt min undren og skaber fundamentet for specialet. Kan det virkelig passe, at Danmark har så lav en landskabsdiversitet, som (Frost et al.)'s artikel påstår? Det er således værd at undersøge, hvilke metoder og forudsætninger artiklen antager i undersøgelsen for at måle på landskabsdivsersiteten i EU. Formålet med specialet bliver således at undersøge og eftervise artiklens metode og resultater. Er resultaterne overhovedet reelle og viser de tilnærmelsesvist virkeligheden? Hvad kan en landskabsanalyse af Danmark bidrage til den offentlige debat? Kan vi komme et skridt videre mod et Danmark i balance? Gennem min uddannelse på Aalborg Universitet har jeg altid været fascineret af landbruget og naturen. Da jeg fandt denne artikel fra EU kommisionen blev jeg svært begejstret og havde således et emne jeg gerne ville undersøge til bunds. Med denne inspiration kunne jeg således kombinere mine

[1] CORINE Land Cover kort er et arealanvendelseskort, (COoRdination of INformation on the Environment) fra år 2000. Kortlægningen er grundlæggende foretaget ved hjælp af satellitbilleder med høj opløsning, varierende i alder og type fra område til område. Det er således kort, som viser byområder, skovdække, landbrug, vand osv.

[2] Simpel diversitet kvantificerer landskabets komposition, mens de fire andre indikatorer inddrager fysiognomien af forskellige patchtyper i landskabet.



Figur 1.2: *Middel Edge Density for EU-landene. [Frost et al., 2007]*

to uddannelsesfag, matematik og geografi, men også tilfredsstille min interesse for landbrug og natur.

1.1 Problemformulering

Ud fra ovenstående problemstillinger er det nu muligt at specificere specialets problemformulering

Problemformulering:
Hvad er den valgte metode bag den landskabsanalyse, som (Frost et al.)'s artikel præsenterer? Ved nedskalering af den valgte metode i artiklen til national skala, hvilken udvikling ses i det danske landskab i perioden fra 1994 til 2006? Samt hvilke kvalitative forklaringer kan understøtte de kvantitative resultater af landskabsanalysen?

Herunder vil der blandt andet også søges svar på følgende undersøgelsespørgsmål:

- Er det en rimelig konklusion artiklen kommer frem til om Danmark?
- Hvilke forbehold skal tages for artiklen, er den valid og pålidelig?
- Er artiklens valgte metode brugbar på national skala?
- Er det muligt at gentage undersøgelsen på en tidsrække?

Hovedformålet med dette speciale er, således at bekræfte eller afkræfte den undersøgelse, som (Frost et al.) har fremlagt fra 2007. Dette gøres, for det første, ved at efterleve samme metode, som de har benyttet til analysen af EU's landskabsdiversitet. For at kunne gøre dette, er det yderst vigtig at forstå artiklens benyttede metode 100 %, for således at kunne efterleve den. Derfor bliver der lagt vægt på kritisk læsning af artiklen, hvor der undervejs bliver efterprøvet artiklens metode på national skala. Der afgrænses i specialet kun til at forholde sig til artiklens GIS analyse og dermed ses der bort fra de statistiske data fra LUCAS[3], som artiklen benytter sig af til at verficere artiklens indhold. I specialet beregnes der på de samme fem landskabsindikatorer, som (Frost et al.) benytter sig af: Simpel diversitet, patch densitet, edge densitet, Shannon og Simpson diversitet. Disse indikatorer er statiske mål og derfor vil der yderligere i specialet laves en tidsrækkeanalyse for det danske landskab, for hermed at analysere på landskabets udvikling over en periode. Specialet er hermed opbygget under samme forudsætninger, som haves for (Frost et al.). Besvarelsen af første del af problemformuleringen sker således ved at gennemgå samme metode på landskabsanalyse, som (Frost et al.) har benyttet sig af, og derfor haves der en teoriramme omhandlende simpel diversitet, patches, edges, Shannon og Simpson diversitets indeks. Til besvarelse af anden spørgsmål i problemformuleringen, benyttes der således tilsvarende form for datasæt som (Frost et al.) har benyttet, altså CORINE Land Cover kort. For at kunne lave denne tidsrækkeanalyse udvælges CORINE Land Cover kort fra Dansk Jordbrugsvidenskablige Fakultet fra år 1994 og fra Dansk Miljø Undersøgelse fra år 2006. Tidsrækkeanalysen skal være behjælpelig til at forklare landskabets udvikling over tid og derfor er det hensigten med tidsrækkeanalysen, at resultaterne skal sammenlignes. Alt afhængig af, hvad (Frost et al)'s artikel giver af resultater, bliver der lagt op til en diskussion af det danske landskabs udvikling. Til tredje spørgsmål i problemformuleringen besvares denne ud fra et litteraturstudie og et interview. Dette vil resultere i en diskussion om det danske landskab og et forsøg på at rykke

[3]LUCAS er Land Use/Cover Area frame Statistical Survey. Navnet afspejler metoden, der anvendes til at indsamle oplysningerne. Estimater af et område besat af forskellig arealanvendelse eller arealdække typer er beregnet på baggrund af observationer i EU.

debatten om landskabets udvikling. Besvarelsen af problemformuleringen kræver en afklaring af begreberne landskabsanalyse og landskabsdiversitet.

1.1.1 Begrebsafklaring

Begrebsafklaring er en del af teorien og udspringer alene af den grund, at begreber altid vil være abstraktioner af virkeligheden. Begrebsdefinitioner vil typisk være modifikationer af begreber, som de anvendes i den relevante litteratur. Enhver begrebsdefinition har til formål at afklare og afgrænse ved at udelukke nogle betydninger. Dermed sagt, at virkeligheden bliver inddelt i noget, der falder indenfor eller undenfor klassifikationen af et begreb. [Rienecker og Jørgensen, 2005, s. 196] Dette speciale indeholder i problemformuleringen to begreber, der er vigtige at afklare for læseren. Det er begreberne landskabsanalyse og til dels også landskabsdiversitet, der herunder afklares med fokus på de betydninger, der er relevante for udarbejdelsen af specialet.

Landskabsanalyse

Specialets problemformulering indeholder begrebet landskabsanalyse. Dette afsnit har til formål at afklare, hvad der i dette specialets menes med landskabsanalyse.
Landskaber indeholder komplekse rumlige mønstre i fordelingen af ressourcer, der varierer over tid. I specialet benyttes landskabsanalyse, som en kvantitativ beskrivelse af landskabsstrukturer ud fra kort. Generelt betragtes kvantitative landskabsanalyser som værende omfattet af fire grundlæggende typer af geodata.

1. **Rumlige punkt-mønstre** repræsenterer samlinger af enheder, hvor det er de geografiske placeringer af enhederne, som er af primær interesse. Det er altså ikke nogen kvantitativ eller kvalitativ egenskab af enheden selv, som er fokus. Som et eksempel kan nævnes kort over træer i en skovbestand. Dataene består af en liste over træerne og deres geografiske beliggenhed. Målet med analysen er at afgøre om punkterne klumper ved en tilfældighed og/eller at finde den rumlige skala(er), hvormed punkter har en tendens til ikke at være tilfældigt fordelt.
2. **Lineære netværks-mønstre** repræsenterer samlinger af lineære landskabselementer der krydser hinanden, for således at danne et netværk. Et eksempel kunne være vandløbsnære arealer, hvor data består af knudepunkter og forbindelsen mellem knudepunkterne. Målet med analysen er således at karakterisere fysiske struktur (f.eks. korridor tæthed, maskestørrelse, netværksforbindelse, kredsløb) af netværket.
3. **Overflademønstre** repræsenterer kvantitative målinger, som varierer kontinuerligt over et landskab. Der er altså ingen eksplicitte grænser mellem forskellige landskabselementer. Dataene kan repræsenteres som en tre-dimensionel overflade, hvor de målte værdier på hver geografisk placering er præsenteret ved en højde på overfladen. Et eksempel er blandt andet en digital højdemodel, hvor analysen således søger at karakterisere terrænoverflade (f.eks. hældning, eksponering).
4. **Tematiske kort-mønstre** repræsenterer data, som en mosaik af adskilte landskabselementer. Ses dette fra et økologisk perspektiv, så repræsenterer disse elementer områder med relativt homogene miljømæssige forhold på en bestemt skala. Grænserne mellem landskabselementerne er kendetegnet ved et skift af miljømæssig karakter og er derfor afvigende fra omgivelserne. Her kan blandt andet nævnes arealanvendelsesklasser, hvor data består af polygoner (vektor-format) eller cellelokalisering (raster-format), som er

inddelt i adskilte arealanvendelseklasser. Målet med denne analyse er således at karakterisere sammensætningen og den rumlige fysiognomi af landskabselementerne.

[McGarigal]
Specialet beskæftiger sig med den sidste af de fire kvantitative landskabsanalyser. Analysen bygger på tematiske data over arealanvendelsen i Danmark. Dvs. de landskabselementer, som er repræsenteret er bebyggelse, infrastruktur, skovområder, vand og lignende. Landskabsbegrebet er skalaafhængigt. Landskabet kan ikke defineres entydigt, men landskabet skal forstås i sammenhæng med det, der undersøges og skala. Arealstørrelsen kan således gå fra få hundrede m^2 til mange hundrede km^2. Arealet af undersøgelsesområdet er hele Danmark, dermed er den valgte skala national skala. [MCGarigal og Marks, 1995, s. 3 - 4] Det som skal undersøges er arealanvendelseklassernes sammensætning og den rumlige fysiognomi i Danmark.

Landskabsdiversitet

Landskabsdiversitet er ikke specifikt nævnt i problemformuleringen, men der bør alligevel forekomme en definition af, hvad der menes med landskabsdiversitet på så tidligt et tidspunkt. Dette afsnit har til formål at afklare, hvad der i dette speciale menes med landskabsdiversitet.
Diversitet betyder ifølge ordbogen mangfoldighed, men denne har flere specialiseringer. Landskabsdiversitet er i specialet den mangfoldighed, som eksisterer i landskabet, dvs. de landskabselementer repræsenteret i et arealanvendelseskort. Begrebet landskabsdiversitet benyttes, da den teori, som er grundlæggende for specialet, måler på diversiteten eller mangfoldigheden af arealanvendelsen i Danmark.

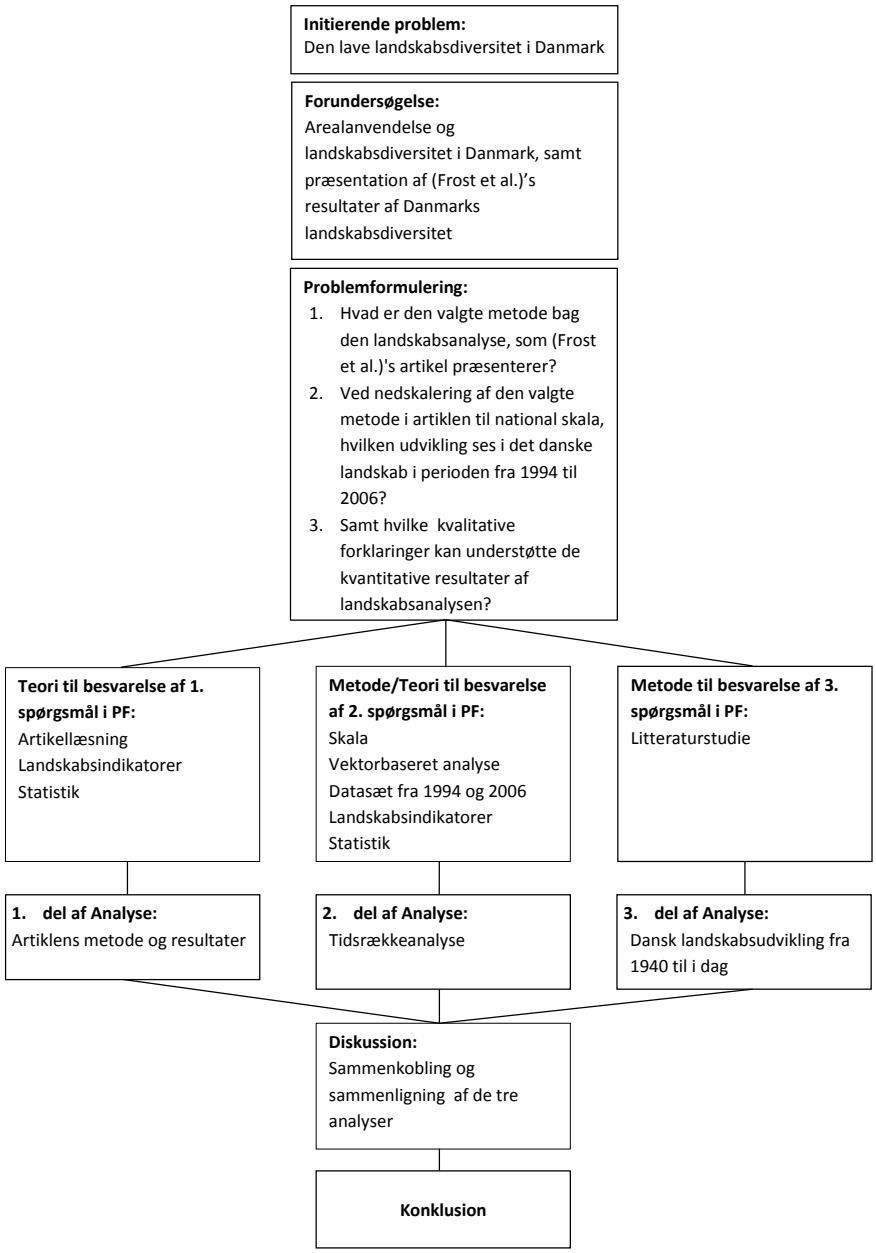
1.2 Problemafgrænsning

Til besvarelsen af andet spørgsmål i problemformuleringen afgrænses der fra at se på de kvalitative værdier, som findes i et landskab, der tages ikke højde for biodiversitet eller æstestik. Der tages således kun højde for de kvantitative resultater om landskabsdiversitet, som eksisterer på national skala. Det vil sige der afgrænses fra regional og lokal skala, idet formålet med specialet ikke søger at beskrive i detajler, hvordan landskabets terræn, jordtype, regional bebyggelse eller den regionale rumlig og visuelle fremtoning er. Specialet søger overordnet at forklare landets arealudvikling.
Til besvarelsen af spørgsmålet om, hvilke kvalitative forklaringer, der ligger bag analysens resultater, kræver dette et litteraturstudie af det danske landskabs udvikling og ejendomsudvikling. Der afgrænses i specialet til perioden fra 1940'erne og frem til i dag. Dette skyldes, at det danske landskab undergår flest forandringer i denne periode. Dermed ikke sagt, at et landskab ikke er under ændringer hele tiden. Landskaber er under konstant forandring. Selvom det danske landskab er et kulturlandskab med stor påvirkning af menneskets tilværelse, påvirkes naturen også af naturen selv. Der skal hermed ledes længe i Danmark for ikke at finde en plet, som ikke er berørt af mennesket [Rasmussen et al., 2007]. Tidshorisonten for specialet er begrænset på 4,5 måned og derfor er valget af tidsperspektivet blevet på denne periode.

Efterfølgende præsenteres specialets opbygning, der fungerer som en læsevejledning. Gennem denne præsenteres metode og teori, der udgør rammen for specialets analyse og konklusion.

1.3 Opbygning af specialet

Dette afsnit beskriver specialets opbygning og kan anvendes som læsevejledning. Specialets opbygning, med indhold i de enkelte kapitler og deres rolle i forhold til specialet, ses i Figur 1.3. I figuren visualiseres, hvorledes specialet forekommer. Problemformuleringen er i



Figur 1.3: *Specialets opbygning*

tre spørgsmål og ud fra de tre spørgsmål er vist, hvilken metode og teori, som benyttes til at besvare spørgsmålene. Hvilket også gør, at analysen falder i tre dele, hvorefter diskussionen

opsamler på de tre analyser ved sammenligne data. Slutteligt udmundes der i en konklusion.

KAPITEL 2

METODE

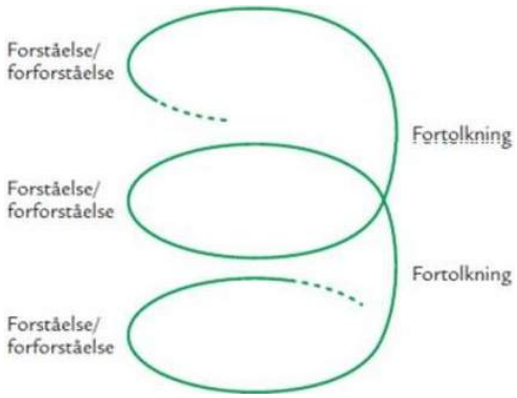
Resumé:
Dette kapitel har til formål at redegøre for de metoder, der anvendes til besvarelse af problemformuleringen. Først forklares den grundlæggende metodologi bag hele specialet i form af videnskabelige overvejelser. Derefter forklares de faktiske metoder, dvs. de, der ligger bag dataindsamlingen. Der vil ligeledes blive redegjort for metodikken, der anvendes til indsamling og behandling af data. (Privat billede, vandløb i nærheden af Fuglslev nord for Ebeltoft.)

2.1 Videnskabelige overvejelser

Formålet med specialet er, gennem analyse af kvantitativt og kvalitativt empiri, at få klarhed over det danske landskabs diversitet. Dette skal give et bidrag til debatten om det danske landskab og dets fremtidige arealanvendelses udvikling. Hertil anvendes først og fremmest teori om forskellige GIS værktøjer til bestemmelsen af et landskabs diversitet. Da specialet beskæftiger sig med sammenhængen mellem natur- og samfundsvidenskabelige processer, anvendes der i specialet videnskabssyn og metoder fra begge videnskaber. Der redegøres her for, hvordan disse videnskabssyn indgår i undersøgelsen, og hvorledes metoderne anvendes i specialet til besvarelse af ovenstående problemformulering.

Som de første spørgsmål i problemformuleringen pointerer, anvendes der her overvejende en positivistisk tilgang til problemet. Der ønskes således forklaret forhold i naturen gennem årssagsforbindelser. Herunder lægges der særligt vægt på forståelsen af landskabsdiversiteten i Danmark, som er styret af landets historie. Den positivistiske tilgang benytter derfor kvantitative dataindsamlingsmetoder, da den netop søger resultater, der er mål- og kvantificerbare. Denne naturvidenskabelige metode bliver ligeledes anvendt i den del af analysen, der omhandler kortlægningen af landskabet.

I specialets redegørende del af analysen, beskrives en række forhold som danner baggrund for resultaterne fra den kvantitative analyse. Der tilstræbes en forståelse gennem tolkning af gamle tekster og lovgivninger. Der indtræffes med denne redegørende del, det som indenfor hermeneutikken kaldes for en for-forståelse til den videre problematik i form af problemformuleringen. Den anses som noget stående bagved en persons bevidsthed, som derigennem påvirker personens forståelse af det omgivende miljø [frit oversat fra [Nørreklit, 2006, s. 4]]. Da mennesker modsat objekter i naturvidenskaben har en egen forståelse, er der ligeledes behov for en videnskabelig tilgang, som beskæftiger sig med forståelsen af mennesker. Først efter at have opnået forståelse af mennesket, er det muligt at tolke på den verden mennesket indgår i. Den hermeneutiske cirkel eller måske nærmere betegnet, som den hermeneutiske spiral illustrerer sammenhængen mellem del og helhed, se Figur 2.1. Her består fortolkningen i bevægelser mellem det, der skal fortolkes og den kontekst, det skal fortolkes i. Dermed afhænger tolkningen af delen, af hvordan helheden tolkes og omvendt, da delen afhænger af, hvordan helheden tolkes. I den hermeneutiske spiral tydeliggøres, at nok er der tale om en cirkelbevægelse, men det er en bevægelse, der fører frem til større forståelse med hver cirkelbevægelse. [Salling Larsen og Vejleskov, 2006, s. 24] I specialet vil en analyse af den danske historie føre til en større forståelse af, hvordan det danske landskab har udviklet sig og gennem en analyse af landskabsdiversiteten, vil sammenhængen mellem disse give en forståelse af problemstillingen som en helhed. Som et led til dette inddrages også den kritiske realisme, som fastslår, at der forefindes en virkelighed uden for, før og uafhængig



Figur 2.1: *Den hermeneutiske spiral [Primus]*

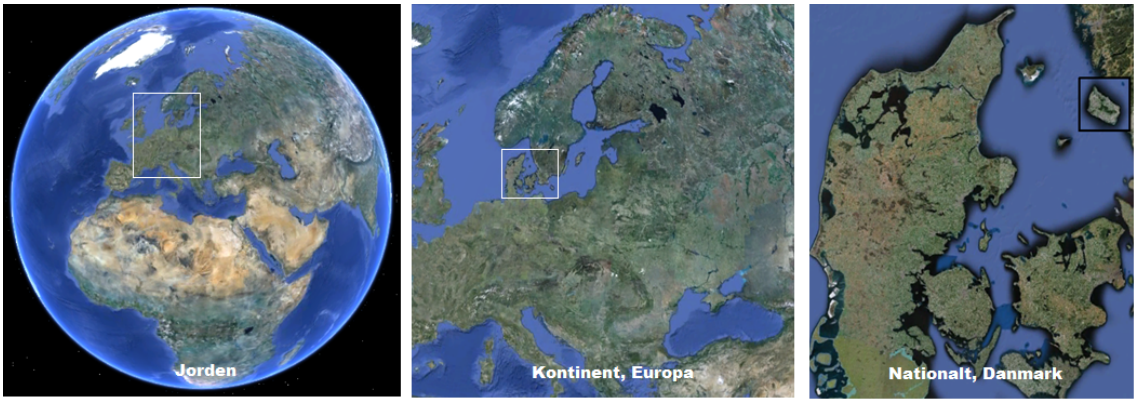
af iagttageren, men at denne virkelighed samtidig indeholder systemer og strukturer, der ikke kan erkendes på en direkte målelig måde. Ifølge den kritiske realisme, består forskerens opgave ikke i at generalisere en række enkeltfænomener til en lovmæssighed, men derimod at afdække de skjulte årsager til erfarede begivenheder [Hansen og Simonsen, 2004]. Specialet søger dermed at forstå landskabs udviklingen og hvad der ligger bag denne.

2.2 Skala

Skala har en central placering inden for geografien. Skala er et udtryk for hvor stort eller småt landskabet og dets karaktergivende elementer er. Skala dækker over tre emner; rum-, tid- og tematisk skala. Tidsmæssig skala omhandler størrelsen af tidsenheder og tematisk skala vedrører grupperingen af enheder eller attributter, såsom personer eller vejr variabler. I specialet opereres der inden for alle tre skala. Hvor den rumlige skala vedrører afstande, arealer og størrelser, mens den tidsmæssige skala benyttes i form af, at der laves en analyse af landskabsdiversiteten for to årrækker, samt en historisk analyse af problemstillingen. Den tematiske skala benyttes idet, der i analysen arbejdes med arealanvendelsesklasser, som er grupperet i en attributtabel.

Når der arbejdes med landskaber og landskabsanalyse er det vigtig at definere den rumlige skala. Skala inddeles i forskellige niveauer, fra det globale til det lokale. Selvom der er identificeret skala på et lokalt niveau, vil dette lokale niveau stadig indgå i en global sammenhæng. Det er således nyttigt at definere hvilken skala, der arbejdes på, og hvilken udveksling og sammenhæng, der findes mellem forskellige niveauer. [Montello, 2001]

Da specialet vedrører landskabsanalyse er det derfor vigtigt at definere, hvilken skala der arbejdes indenfor. Figur 2.2 illustrerer tre niveauer, som landskab kan anskues på. Yderligere eksisterer der regionale og lokale niveauer. Det er vigtigt at klarlægge hvilken skala, der opere-



Figur 2.2: *Skala har også indflydelse på, hvordan landskaber og ændringer i disse anskues. Her illustreres landskab på tre forskellige skala i forhold til rumlig udbredelse. [Google Earth, 2012] Det sidste niveau illustrerer specialets skala.*

res på, idet landskabsændringernes størrelse og vigtighed afhænger af skalaen. Hermed menes der, at ved at undersøge landskaber på forskellige skalaer kan de på en fremstå som homogene, men på en lavere skala vil det samme areal fremstå som heterogent. F.eks. fremstår Europa i Figur 2.2's første felt som homogent, men på næste felt – ét niveau lavere i skala, fremstår Europa

som heterogen etc. Anderledes kan dette også anskues ved, at småskala landskaber typisk er sårbare overfor nye anlæg, som er af stor skala eller andre tiltag, som vil bryde den lille skala, som f.eks. et stort byggeri. Storskala landskaber er typisk sårbare overfor etablering af mange små nye elementer, som f.eks. småplantninger. [Morsø kommune og Niras Konsulenterne, 2009] Specialets skala er på nationalt niveau. Det er det fysiske miljø i form af landskabet, der arbejdes med. Desuden er der også en lovgivningsmæssig skala, idet der er lovgivninger, der udstikker rammer for, hvordan landskabet må udvikle sig, samtidig eksisterer EU's lovgivninger, som skal medtages i overvejelserne om landskabets udvikling. Således er der interaktion mellem nationalt og internationalt niveau.

Som nævnt dækker skala over tre former for skala, og i projektet bevæges der også i en tidsmæssig skala. Den tidsmæssige skala strækker sig fra en geologisk tidsalder og frem til nutiden og kan endda strække sig ind i den nærmere fremtid. Den tidsmæssige skala kan anskues på seks perioder:

1. Geologisk tidsalder (frem til stenalderen, ca. 13.000 f.kr.)
2. Arkæologisk tidsalder (fra stenalder til vikingetiden, ca. 13.000 f.kr. til år 800)
3. Historisk tidsalder (fra år 800 til nu)
4. Nutid
5. Nærmere fremtid
6. Fjernere fremtid

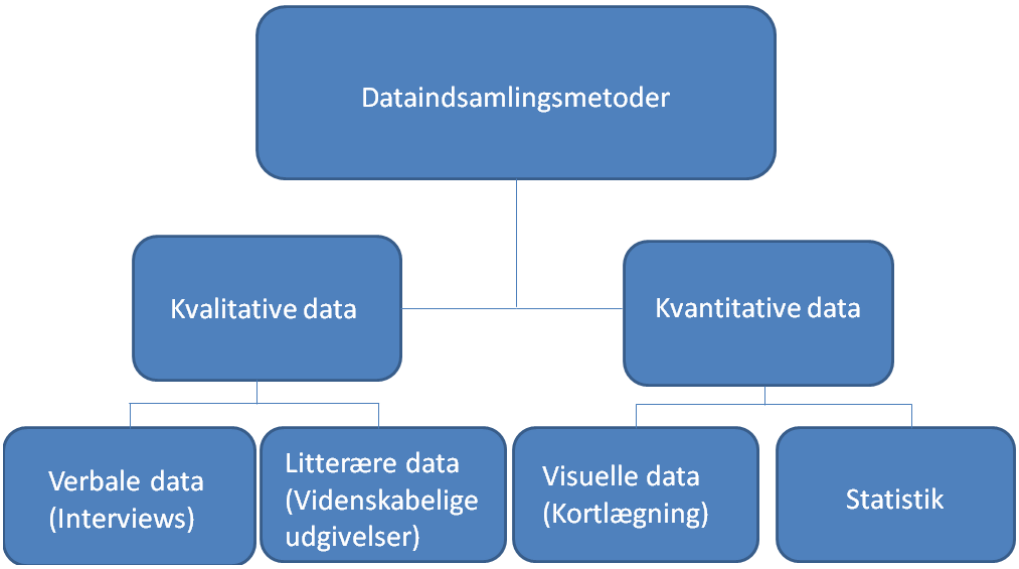
Den tidsmæssige skala i specialet strækker sig indenfor tre af perioderne efter den ovenstående opstilling. Som det første behandles nutiden i specialet, med idet der ønskes at give et handlingsorienteret formål, må specialet også strække sig ind i den nærmere fremtid. Desuden gives der et historisk tilbageblik af udviklingen af det danske landskab. Dette gøres for at danne forståelsen for den udvikling, der har fundet sted gennem tiden og derfor beskæftigere specialet også med den historiske tidsalder. Når der inddeles i skala, skal alt det omkringliggende stadig huskes. Er der tale om skala i form af den tidsmæssige skala eller den rumlige, indgår de valgte skalaniveauer i et hierarki og er derfor stadig i forbindelse med andre niveauer. Så selvom den tidsmæssige skala er nutiden og nærmeste fremtid har den historiske udvikling også en indvirkning på landskabet i dag.

2.3 Dataindsamling

Dette afsnit vil beskrive, hvorledes data i dette projekt er genereret. Der er overordnet set to typer af data, de primære og de sekundære. Begge datatyper kan indsamles via kvalitative og kvantitative metoder. I specialet er der valgt at triangulere mellem forskellige metoder, for således at få en mere grundig analyse. Derfor benyttes der både kvalitative og kvantitative dataindsamlingsmetoder. De kvantitative data anvendes i forbindelse med undersøgelser af det, der kan erfares i tal, som mængder eller størrelsesforhold. Kvantitative data er således kvantificerbare, som for eksempel talmæssige oplysninger eller visuelle i form af kort. Ved anvendelse af kvalitative data er det muligt at undersøge særlige egenskaber og kvaliteter ved det undersøgte. En undersøgelse der ligger op til anvendelsen af kvalitative data, er derfor interesseret i at undersøge hvordan eller hvorfor.

2.3.1 Primære data

Primære data er data, der er indsamlet til besvarelse af en specifik problemformulering. Primære data kan udgøres af både kvalitative og kvantitative data. I dette speciale udgøres de primære data hovedsageligt af kvantitative data. Figur 2.3 illustrerer specialets indsamling af data i form af kvalitative og kvantitative dataindsamlingsmetoder. Som figuren også viser, kan



Figur 2.3: *Dataindsamling benyttet i specialet. Inspiration fra [Salling Larsen og Vejleskov, 2006]*

de kvalitative metoder siges at resultere i en form for data. I specialet benyttes litteraturstudie som form for generering af data. De kvantitative metoder siges at resultere i to former for data, der anvendes i form af kortlægning, samt generering af statistik. Der vil i det efterfølgende ses nærmere på generering af data, samt hvordan de anvendes i specialet.

Verbale data

Verbale data indsamles gennem interviews. Metoden er en selvstændig metode, hvor udformningen af selve processen har indflydelse på de data, der genereres. Interviewet er velegnet til at undersøge oplevelser, holdninger og meninger. Det kan sammenlignes med den kvantitatives metode for spørgeskema. I mødet med respondenten, kommer både interviewerен og respondenten med forestillinger og forventninger til interviewet. Som interviewer i dette sociale møde er det således vigtigt have gode interpersonelle evner, lytte og stille opfølgende spørgsmål. Det er vigtigt, at respondenten føler sig godt tilpas og stoler på interviewerен, ellers kan det risikeres at respondenten ikke vil dele sin viden med interviewerен. Som interviewer er det også vigtigt at forholde sig neutral i sine spørgsmål og formuleringen af disse, så der ikke introduceres bias i det indsamlede data. Ved at stille ledende spørgsmål, har respondenten en formodning om, hvad der ønskes svaret på og derfor svarer tilsvarende. [EMU, 2012]

Interviews kan gennemføres gennem en række forskellige tilgange. Disse kan overordnet inddeles i tre kategorier: Struktureret, semi-struktureret og narrativt interview. Disse tre tilgange afspejler i hvor høj grad interviewet er styret af interviewerен. Det narrative interview foregår som en samtale. Respondenten får lov at fortælle sin historie, kun med ganske få spørgsmål

fra intervieweren. I et semi-strukturerede interview ledes respondenten igennem interviewet af interviewerens spørgsmål. Det semi-strukturerede interview giver plads til fordybelse af områder, som findes interessant af intervieweren eller som bliver gjort opmærksom på i løbet af interviewet. Den sidste interviewform er det strukturerede interview. Her leder intervieweren stramt interviewet. Der er ikke mulighed for at afvige fra spørgeguiden, hvis andre emner kommer frem i løbet af interviewet. [Salling Larsen og Vejleskov, 2006, s. 89 - 90] I specialet benyttes interviews, som supplement og underbygning af diskussionen om Danmarks fremtidige arealanvendelsesmuligheder.

Kvantitative data

I specialets mellem del repræsenteres den grafiske landskabsanalyse af Danmark ved efterlevelse af metoden benyttet i (Frost et al.)'s artikel fra 2007. Denne udgør således primære, kvantitative data. Analysen foretages på baggrund af **G**eografiske **I**nformations **S**ystemer, **GIS**, som er et computerværktøj, som kan bruges til at præsentere og bearbejde data, der har geografisk relation. Programmet anvender kort i digitalt format, der kan vises på en skærm. Det sker gennem såkaldte geodata som er alle typer af information, som ligger i et digitalt kort og som kortet bliver vist ud fra [Balstrøm et al., 2006, s. 15]. Ved brug af kort til at vise, hvordan Danmarks landskabsdiversitet er, er der nogle metodiske overvejelser, som er vigtige at forholde sig til. Det er vigtigt at være opmærksom på, at kortet ikke er virkeligheden. Kortet kan kun fungere som en en repræsentation af virkeligheden. [Brodersen, 2008] Hvad enten det er et topografisk, højde eller arealanvendelseskort, vil kortet kun vise en delmængde af virkeligheden. Virkeligheden kan derefter tolkes og beskrives ud fra kortet [Balstrøm et al., 2006, s. 21]. Valget af detaljeringsgrad får således en afgørende rolle for, hvor stor en delmængde af virkeligheden kortet skal repræsentere. GIS rummer muligheden for at fremstille og bearbejde digitale kort. Det er bl.a. muligt at håndtere flere kort på én gang som lægges over hinanden i lag og som kan sammenlignes eller sammenføjes og trække elementer ud fra et kort og overføre dem til andre kort. Desuden indeholder et GIS en række værktøjer til rumlige analyser af digitale kort.

Digitale kort findes i to grundformater: vektor- og rasterformat. Vektorformat er enheder i kortet, som er defineret som linier eller polygoner, som hver har tilknyttet bestemte værdier, dvs. det er et geometrisk format. Dets fordel er, at det giver stor rumlig nøjagtighed i forhold til placeringen af de enkelte enheder. [Balstrøm et al., 2006, s. 29 - 32] Rasterformat er et kort opdelt i celler, som har tilknyttet en bestemt værdi. Dette giver et mosaikagtigt billede og en mindre rumlig nøjagtighed end vektorformatet, men er til gengæld velegnet til bl.a. statistiske analyser, fordi alle celler har samme størrelse. Der benyttes i specialet vektorbaseret analyse og derfor uddybes der herefter yderligere, hvad vektorbaseret analyse indebærer.

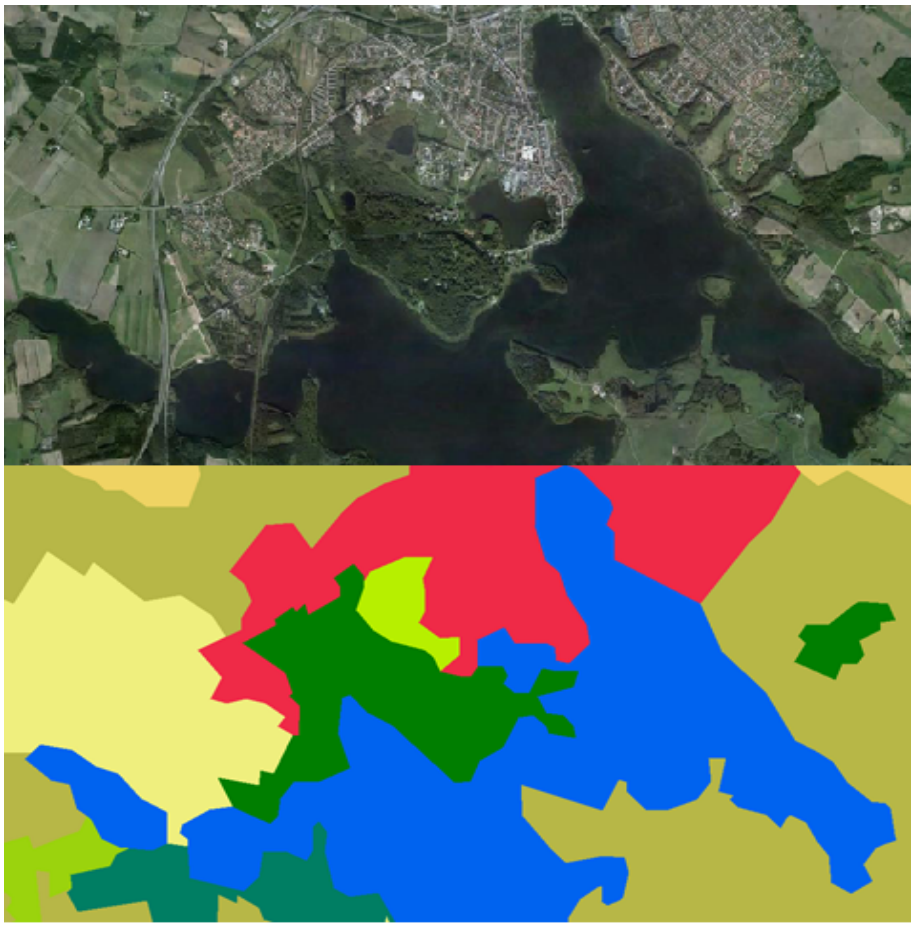
I vektorbaseret analyse opdeles det beskrivende geografiske område eller virkeligheden i objekter i form af punkter, linier eller polygoner (flader). Dvs. de rumlige enheder i en vektormodel svarer nogenlunde til entiteterne i den virkelige verden, eksempelvis repræsenteres et træ, som et punkt, selvom træet i virkeligheden har en areal udbredelse. En vej repræsenteres som en linie i vektormodellen, selvom vejen har en areal udbredelse og en bygning repræsenteres vha. et polygon. [Balstrøm et al., 1994, s. 45] Til disse objekter er der knyttet en række egenskabsdata, som er præsenteret i en egenskabstabel. Egenskabsdataene indeholder data om:

- Det enkelte objekts størrelse og placering i et koordinatsystem
- Hvad objektet repræsenterer i den virkelige verden
- Relationer til andre objekter.

Objekter grupperes i bestemte grupper ud fra samme type egenskabsdata såsom jordbundsklasser eller arealanvendelsesklasser. I GIS programmet benævnes disse grupper som temaer. [Balstrøm et al., 1994, s. 73] Objekters beliggenhed på jordens overflade angives normalt vha. koordinater i et kartesisk koordinatsystem. Punktobjekter angives ved et xy-koordinat, kan også i nogle tilfælde være givet med z-koordinat, mens linie og polygon objekter er ordnet ved en række xy-koordinater, der afgrænser linien og polygonen. Kortenes plane natur gør, at den tredimensionelle verden bliver forenklet til en todimensionel verden. Informationer om den tredje dimension, z-aksen kan på papir påtegnes på selve kortet og derefter lagres i GIS, som en værdi i attributtabel. Specialet tager udgangspunkt i både den rumlige dimension og tidsperspektivet i analysen. Tidsdimensionen er svær at gengive på et kort, fordi kortet i sig selv svarer til et øjebliksbillede. [Balstrøm et al., 2006, s. 23] For dette speciale er tidsdimensionen en vigtig bestanddel, eftersom der arbejdes med en tidsrækkeanalyse af arealanvendelsen i Danmark for 1994 og 2006. Det er vigtigt i denne sammenhæng at understrege, at de to kort, som produceres er øjebliksbilleder af, hvordan arealanvendelsen er i Danmark på de respektive tidspunkter. Kvantificering er et altså et vigtigt redskab til at identificere ændringer i et landskab, selvom der er faldgruber og fejlkilder ved anvendelse af denne metode.

I forhold til specialet benyttes tematiske kort. Tematiske kort repræsenterer udvalgte data, som er analyseret ud fra andre data. En ganske almindelig anvendelse er at klassificere et satellitbillede i arealanvendelsesklasser. Dermed grupperes der værdier af multispektrale data i klasser og tildeles en kategorisk værdi, eksempelvis vegetationstyper.

De datasæt, som benyttes i specialet, er CORINE Land Cover, CLC, fra henholdsvis 1994 og 2006. CORINE Land Cover er en arealanvendelses kortlægning af Europa baseret på satellitbilleder. Satellitbilledernes information er blevet tolket og korrigeret vha. billedbehandlingssoftware og derefter gengivet som en abstrakt egenskab, som altså ikke selv er naturen. Se Figur 2.4. En egenskab er abstrakt, fordi den ikke forekommer i naturen, men derimod beror på en given anvendelse. [Brodersen, 2008, s. 73] Kortlægningen er oprindeligt startet i begyndelsen af 1980'erne (CLC1994) og senere opdateret i 2000 (CLC2000) og 2006 (CLC2006). CLC2006 er både en opdatering og en revision af tidligere kortlægning CLC1994, som blev udført af Staten Jordbrugsforskning. CLC2000 og CLC2006 er i Danmark udført af DMU, Afd. for Ferskvandsøkologi. CLC er et arealanvendelseskort over Danmark i vektorformat, som er gengivet i målestoksforholdet 1:100.000. CLC1994 har 40 klassifikationsklasser, som er tilpasset EU standarder. Det mindst tolkede areal i CLC1994 er 25 ha og objekter under 100 meter brede er ikke med-



Figur 2.4: *Gengivelse af naturen ved Skanderborg sø (øverst vha. et satellitfoto) og gengivelse af betydning (nederst vha. arealanvendelseskort) [Dansk Jordbrugsvidenskabelige Fakultet; Google Earth, 2012]*

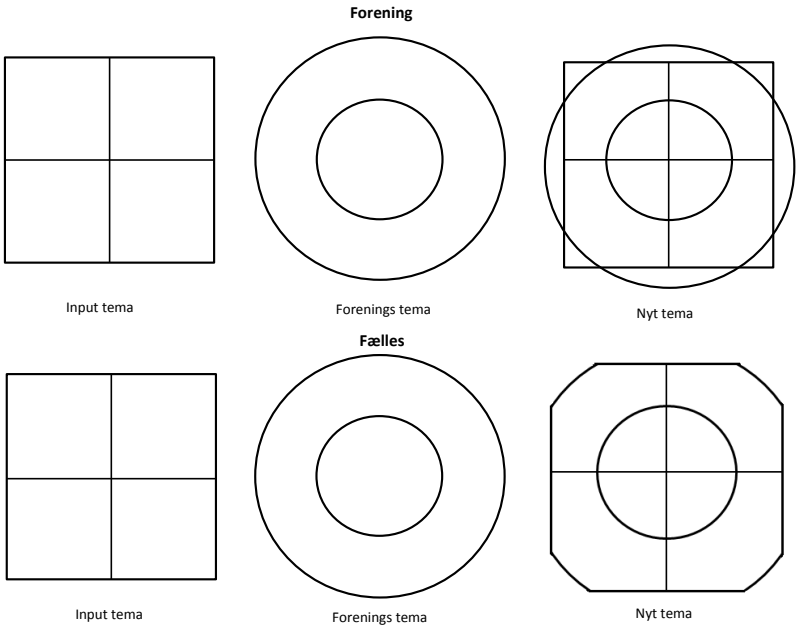
taget i fortolkningen af kortet. [Dansk Jordbrugsvidenskabelige Fakultet] CORINE Land Cover klassifikationen omfatter i oprindelig tilstand (dvs. EU klassifikationen) 44 klasser. Klassifikationen er hierakisk med 5 hovedklasser. Den danske oversættelse af klassifikationerne er foretaget i samarbejde med Skov- og Naturstyrelsen og indeholder kun de aktuelle klasser for danske forhold. For CLC2006 haves der 31 klassifikationer, og er hierarkisk med 5 hovedklasser: kunstig bebyggelse, landbrugsarealer, skov- og halvkulturarealer, vådområder og vand. Herunder hører der således andre mindre klassifikationer. I CLC2006 er alle forandringer over 5 ha er medtaget, uanset om det har medført forandringer i det resulterende arealanvendelseskort. [Dansk MiljøUndersøgelse] Grundet uoverensstemmelse mellem DMU's hjemmeside og datasættets indhold, er der alligevel valgt at benytte dataene, idet de er det eneste, som eksisterer inden for området af nyere dato. Ændringer i forhold til hjemmeside og datasæt er klasser, som (2.4.1) „Enårig afgrøder i forbindelse med permanente afgrøder", (3.3.4) „Afbrændte områder" og (5.1.1) „Vandløb" der ikke er til stede i datasættet, mens (4.4.3) „Vade" er givet ved et andet titelnummer (4.2.3). CLC datasættene indholder data om afbildingen i GIS i form af polygoner, arealanvendelsesklasser både i form af et tal og tekst, arealet af de forskellige polygoner i m^2, omkreds i m. Se eksempelvis Figur 2.5. I attributtabellen angives arealanvendelsesklasserne både som tal og som tekst, samt tekst uden sommerhusområde. Dette gør det muligt både at arbejde med kompleks blandede klasser eller mere forsimplede klasser. I arbejdet med areal-

FID	Shape *	AREA	PERIMETER	AREATYPEI *	MINUSSOMRH	AREA_TEKST	MINU_TEKST
0	Polygon	2136639345,541	323038,765	5230	5230	Åbent vand	Åbent vand
1	Polygon	1155355,151	5353,573	3220	3220	Hede	Hede
2	Polygon	1582069,357	9317,49	1120	1120	Åben bebyggelse	Åben bebyggelse
3	Polygon	1448340,389	8507,796	3240	3240	Blandet krat/skov	Blandet krat/skov
4	Polygon	381691582,549	488577,427	2110	2110	Dyrket, ikke kunstvandet	Dyrket, ikke kunstvandet
5	Polygon	5179901,105	19842,551	3110	3110	Løvskov	Løvskov
6	Polygon	473177,925	4014,507	2430	2430	Blandet landbrug/natur	Blandet landbrug/natur
7	Polygon	448236,578	3076,725	1420	1420	Sports- og fritidsanlæg	Sports- og fritidsanlæg
8	Polygon	973975,035	8263,63	2430	2430	Blandet landbrug/natur	Blandet landbrug/natur
9	Polygon	1297417,239	9214,453	1120	1120	Åben bebyggelse	Åben bebyggelse
10	Polygon	164131,363	1642,76	1120	1120	Åben bebyggelse	Åben bebyggelse
11	Polygon	386019,189	4181,842	3110	3110	Løvskov	Løvskov
12	Polygon	437844,236	4372,736	3110	3110	Løvskov	Løvskov
13	Polygon	924787,248	6805,251	2430	2430	Blandet landbrug/natur	Blandet landbrug/natur

Figur 2.5: *Udsnit af attributtabellen for CLC1994. [Dansk Jordbrugsvidenskabelige Fakultet]*

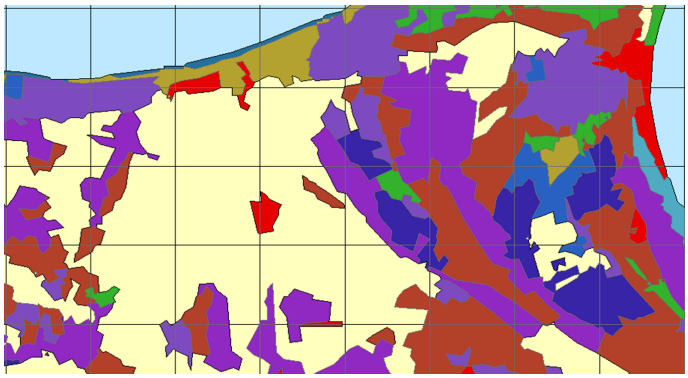
anvendelseskort og landskabsindikatorer er det nødvendigt også at definere den skala, som der arbejdes med i GIS. Den rumlige skala på dataene, som benyttes i en analyse af landskabsstrukturer vil have indflydelse på resultaterne af landskabsindikatorerne. Denne følsomhed betyder, at sammenligning af landskabsdata repræsenteret i forskellig skala kan være invalide, fordi resultaterne repræsenterer skalarelaterede fejl snarere end forskelligheder i landskabsstrukturer. Når skala vokser, falder opløsningen. Sjældne arealanvendelsesklasser vil blive dårligere repræsenteret eller muligvis forsvinde fra kortet pga. dette. Yderligere underestimeres grænsen mellem forskellige arealanvendelsesklasser, når skala vokser, idet arealklasseformafbildningen bliver mindre kompleks og detaljer kan mistes. [Turner et al., 2001, s. 102 - 103]

Som det første i landskabsanalysen foretages der en reklassificering af de 40 klasser, hvor der reduceres fra 40 klasser til 15 for CLC1994 data og for CLC2006's 31 klasser til 15 klasser. Reklassificeringen gøres i forhold til (Frost et al.), hvor differenteringen af klasserne forekommer på tre niveauer: fin-, mellem- eller udifferentierede overfladeklasser. De udifferenterede overflader repræsenterer kunstige overflader, som er samlet under én klasse. Indenfor de to datasæt forholder det sig sådan, at de kunstige overflader rækker over 13 klasser i hvert datasæt. De mellem differentierede overfladeklasser beskriver klasseområder som skove, tyndt bevoksede områder, vådområder og vandområder. De fineste differentierede overfladeklasser bruges til landbrugsklasser og krat eller urteagtige vegetations sammenslutninger. Herefter nedlægges der et 3×3 km grid over datasættene for at lave beregninger for hver af de celler som fremkommer, når der nedlægges dette gridnet. Dette er gjort ved først af lave et såkaldt fiskenet i GIS, Create Fishnet, hvorefter datasættene er forenet til et samlet datasæt for således at foretage overlayanalyse på dataene. Når der foretages overlayanalyse kombineres enhederne i et inputtema med enheder i et andet tema. Først ved beregning af fællesskæringspunkter, hvor der herefter etableres nye flader, som lagres i et nyt tema med en nyoprettet egenskabstabel. Indenfor overlayanalyse er der både fælles- og foreningsmængdeanalyser. Forskellen på disse to er ikke stor, men afhængig af hvilke data og om der er huller i dataene eller ej, afgøres hvilken en af de to analyser, der er mest fordelagtig at benytte. Hvis de to inputtemaer ikke dækker det samme areal, vil en egenskabstabel for en fællesmængde beregning indeholde en liste over flader, som findes i det fælles overlap for inputtemaerne. Modsat egenskabstabellen for foreningsmængde beregningerne vil der være en liste over forekomster af samtlige flader, altså både overlappende og ikke-overlappende inden for det samlede analyseområde. Før der foretages overlay analyse er det nødvendigt, at de temaer, som skal sammenlægges har samme projekterede koordinat system. Den kort projektion der arbejdes med i specialet er ERTS 1989 UTM 32N. [Balstrøm et al., 2006, s.174 - 176] Figur 2.6 illustrerer, hvordan disse to over-



Figur 2.6: *Illustration af fælles og foreningsmængden af to temaer. Efter [Balstrøm et al., 1994, s. 77]*

layanalyser fungerer. Med de to datasæt der er tilrådighed dækker de ikke helt det samme areal og derfor er der valgt at benytte fællesmængden mellem de to temaer. Dette gør det således muligt at beregne på fem landskabsindikatorer: Simpel diversitets indeks, patch densitet, edge densitet, Shannon og Simpson diversitets indeks. Teorien bag disse landskabsindikatorer beskrives i Kapitel 3. Et udsnit af fællesmængden af 3 × 3 km gridnet og CLC1994 ses på Figur 2.7. Som det næste led i en overlayanalyse udregnes hvert enkelt areal af hver klasse i hver 3 × 3



Figur 2.7: 3×3 *km kvadratnet. Her over Vendsyssel. [Dansk Jordbrugsvidenskabelige Fakultet]*

km celle. Dette har givet grundlaget for simpel diversitet, patch densitet, Shannon og Simpson diversitets indeks. Alle tabellerne er herefter samlet i excel ark. Se Appendiks C. I excel er der foretaget udregninger på dataene. Dataene er inddelt i tre niveauer: Hovedtotal, subtotal og detaljedata. Hovedtotalen er det yderste led og viser det samlede data, som en data. Subtotalen er mellemled og viser hver enkelt 3 × 3 km celles indhold af arealanvendelsesklasser, samt hver celles simpel diversitet patch densitet, Shannon og Simpsons diversitets indeks. Det sid-

ste led er detaljedata, som viser alle detaljerne i hver 3 × 3 km celler. Subtotaltabellen overføres til GIS, hvor der foretaget et join mellem tabellen og CLCkort forenet med fiskenettet. Herefter foretages der endnu en intersect mellem et regionskort og fiskenettet med data for således at beregne landskabsindikatorerne for hver region i Danmark på de to årstal. Til beregning af edge densiteten er benyttet samme procedure, men i stedet for shape area er der benyttet shape length, som beskriver perimeterværdierne i datasættene. Ved hjælp af statistik er de store mængder data overskueliggjort ved beregning af middelværdi, varians og spredning for hver af landskabsindikatorerne. Der er i det endelige resultat set bort fra de 3 × 3 km celler, som indeholder rent hav, da disse præsenterer en baggrund, som ikke er repræsentabel indenfor det analyse felt, som haves i specialet, nemlig landskabsdiversitet af ikke-urbane områder. Landskabsindikatorerne og statistikken der af gør det muligt at sammenligne mellem de to datasæt og (Frost et al.)'s resultater i artiklen. Landskabsindikatorerne tjener som et nyttigt redskab til at beskrive landskabsstrukturen i dens forskellige aspekter, som f.eks. landskab mangfoldighed eller fragmentering. [Eiden et al.]

2.3.2 Sekundære data

Modsat primære data er sekundære data genereret af andre, muligvis til andre sammenhænge. Sekundære data er en valid tilgang og i nogle henseender den eneste mulighed, f.eks. kan det være besværligt eller umuligt at indsamle primære data fra eksotiske caselokaliteter. Sekundære data er dog indsamlet til andre formål og passer således sjældent præcist på den nærværende problemformulering. Yderligere kan forskeren, der anvender sekundære data, ikke være helt fortrolig med den måde, de er genererede på. [Bregendahl et al., 2010, Afsnit 2.1] Dette speciale anvender sekundære data i form af kvalitative, litterære og kvantitative data.

Litterære data

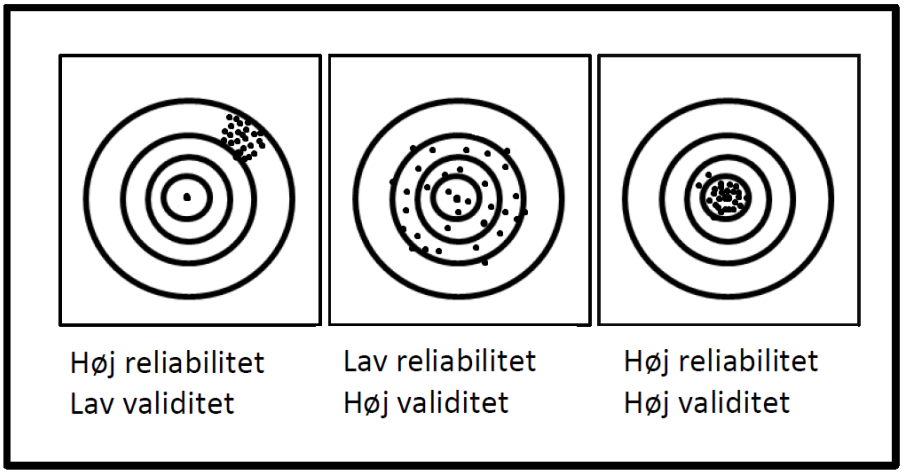
Indsamlingen af litterære data foregår gennem tekstanalyser, eller fortolkninger af tekster. Der kan være tale om analyser af personlige kilder som f.eks. dagbøger og selvbiografier, eller der kan være tale om et mere almindeligt litteraturstudie af officielle/offentlige udgivelser som f.eks. lovbekendtgørelser eller videnskabelige artikler. [Salling Larsen og Vejleskov, 2006, s. 49 - 52] I dette speciale er de litterære data hovedsageligt indsamlet gennem det almindelige litteraturstudie og overvejende udgjort af akademiske tekster. Litteraturstudiet foretages ved at læse baggrundslitteratur, teoretisk litteratur, videnskabelige udgivelser, officielle rapporter og lovbekendtgørelser, der har relevans for den aktuelle problemstilling, og det skaber et indblik i, hvor vægten skal lægges i forhold til en analyse. Yderligere er dette speciale bygget op omkring en artikel af (Frost et al.) fra 2007, hvis metode forsøges eftervist i dette speciale, for således at afkræfte eller bekræfte de resultater som (Frost et al.) har beregnet sig frem til.

Kvantitative data

I specialet udgøres de sekundære, kvantitative data af statistik vedrørende arealanvendelsen i Danmark fra 1888 til 2000 præsenteret i indledningen.

2.4 Validitet og reliabilitet

Når der laves undersøgelser, er det vigtigt, at de data der genereres ud fra de benyttede metoder er valide og pålidelige. På Figur 2.8 vises forholdene mellem validitet og reliabilitet i forskellige



Figur 2.8: *Forhold mellem validitet og reliabilitet. Efter [Bukh, 2005]*

situationer. Validitet betyder, at det der undersøges i specialet ligeledes er det, der konkluderes på, mens reliabilitet omfatter, at undersøgelserne foretages ved brug af veldokumenterede metoder, således at undersøgelsen teoretisk ville kunne gentages og samme resultat vil fremkomme. Generaliserbarhed betyder, at undersøgelsen kan bruges i andre sammenhænge en den undersøgte. [Bukh, 2005]

Det næste kapitel udgør specialets teoriramme og danner i sammenhold med specialets metoder og data grundlag for analysen i Kapitel 3.

KAPITEL 3

IMRaD, DIVERSITET OG STATISTIK

Resumé:

Dette kapitel har til formål at redegøre for det teori, der anvendes som grundlag for analysen. Først i kapitlet behandles teori om opstilling og indhold af en naturvidenskabelig artikel, dernæst behandles begreber indenfor landskabsøkologi, som benyttes i programmet GIS til at analysere på landskaber. Landskabsanalyse beskriver landskabets struktur eller sammensætning og dets rumlige placering og er derfor et vigtigt værktøj indenfor naturforvaltning. (Billede fra [Google Earth, 2012], København.)

3.1 IMRaD

Når der studeres artikler er det nødvendigt at forholde sig kritisk til indholdet i artiklerne. Oftest opbygges artikler efter **IMRaD** metoden, som omfatter:

I Introduction
M Methods
R Results
a and
D Discussion

Inden introduktionen findes et kort resumé af artiklens indhold, her præsenteres artiklens baggrund for emnet kort. I resuméet fremhæves de vigtigste resultater, som følge af den viden som allerede forelægger i diksussionen og konklusionen. I introduktionen af en artiklen kan der opstilles og spørges til en række spørgsmål. I tekstboksen ses eksempler på hvilke spørgsmål, som kan stilles.

- Hvad er det man ved om emnet?
- Hvad er det man ikke ved?
- Hvad vil man gerne vide?
- Hvorfor vil man gerne vide det?
- Hvilke hypoteser vil man teste ?

Under metode skal der beskrives det materiale, som der arbejdes med og de anvendte metoder så klart, at en fagfælle kan eftergøre arbejdet efter beskrivelsen. Hvis der arbejdes med kvantitative metoder skal der være en omhyggelig beskrivelse af dataindsamling, målinger og analysemetoder. Arbejdes der med kvalitative metoder skal der tilsvarende være omhyggelig beskrivelse af metoder og materialer. Hvis et arbejde er baseret på empirisk arbejde kan det være relevant at vedlægge bilag med f.eks. interviewguide eller de spørgsmål, undersøgelsen anvender fra et spørgeskema. Der skal dog ikke vedlægges interviewudskrifter eller fordelinger fra en spørgeskemaundersøgelse. Beskriver artiklen et oversigtsarbejde med en gennemgang af relevant faglitteratur, så er det denne faglitteratur, som er opgavens materiale. Dermed skal afsnittet så rumme en beskrivelse af, hvordan der er søgt, fundet og udvalgt denne litteratur, samt hvordan der er arbejdet med den og uddraget kundskaber fra den. I dette afsnit skal der ikke omtales nogle resultater af undersøgelsen, men kun hvordan der er arbejdet med materialet. Afsnittet rummer normalt heller ikke en diskussion af stærke og svage sider ved anvendt materiale og metode, disse overvejelser bør findes i diskussionsafsnittet. Således overskueliggøres skelnen mellem fakta og forfatterens/forfatternes personlige vurderinger for læseren. Med dette afsnit skal læseren kunne vurdere om materiale og metoder er hensigtmæssige at benytte i forhold til formålet med undersøgelsen.

Under resultater fremlægges undersøgelsens fund med tilstrækkelig dokumentation og uden unødige detaljer. Resultaterne kan være mange ting, f.eks. resultater fra en empirisk undersøgelse, resultater fra gennemgang af relevant faglitteratur, anvendelse af en teoretisk model på et genstandsområde eller andet. Det er ikke hovedformålet med dette afsnit at diskutere eller forklare resultaterne. Tabeller og figurer skal kunne læses uafhængigt af teksten, hvilket betyder, at figurer og tabeller skal have en klar overskrift og klare figur-/tabeltekster. Der skal begrænses til det nødvendige i dette afsnit og skal indholde data i bearbejdet form - ikke rådata. Den skrevne tekst bør ikke rumme de samme informationer som tabeller og figurer, men der kan i teksten fremhæves særligt vigtige fund. Beskæftiges der med en undersøgelse hvor der benyttes kvalitative metoder, bør resultaterne dokumenteres med omhyggeligt udvalgte citater for at

sikre relevant og kortfattet illustration af væsentlige fund.

Under diskussion vurderer forfatteren/forfatterne resultaterne, samt materiale og metode. I dette afsnit er det tilladt at fremhæve personlige vurderinger og holdninger, det skal dog fremgå tydeligt for læseren, hvornår det er personlige vurderinger i teksten. Væsentlige resultater bør fremhæves, dvs. de vigtigste eller mest overraskende eller mest perspektivrige, samt refleksion over disse. Resultaterne skal sammenlignes med beslægtet teori, forskning eller faglitteratur, omhyggeligt dokumenteret med kildehenvisninger. Afviger resultaterne fra den eksisterende videnskab, forudsættes det, at forfatteren/forfatterne overvejer hvorfor. Der skal yderligere i dette afsnit overvejes stærke og svage sider ved benyttet materiale og metode. Der skal altså vurderes i hvilken udstrækning, de fremlagte resultater er præget af eller er forvrænget af det anvendte materiale eller metode. Indenfor forskning- og udviklingsarbejde kan der i løbet af undersøgelsen være opstået nye spørgsmål, som derfor har konsekvenser for det fremtidige arbejde. Eksempelvis hvilke metodespørgsmål skal løses eller benyttelse af andet materiale og lignende. [Simonsen, 2010]

3.2 Landskabsindikatorer

Kvantificeringen af landskabsstrukturer er et område, som har bred praktisk interesse. Interessen for at måle landskabsstrukturer er styret af forudsætningen af, at økologiske processer afhænger af rumlige strukturer og om der ved hjælp her af kan forudsiges noget om de fremtidige økologiske processer. Pga. denne interaktion mellem rumlige strukturer og økologiske processer er det derfor nødvendigt at eksperimentere med metoder, som kan kvantificerer rumlige strukturer. Landskabets rumlige struktur er forbundet med dets sammensætning og fysiognomi af landskabselementer. Sammensætningen referer til antallet og forekomsten af forskellige typer af landskabselementer, mens fysiognomi omfatter den fysiske fordeling eller den rumlige karakter i et landskab. Kvantificering af landskabet henviser til målinger som kan gøres på diversiteten, homogeniteten, fragmentering eller heterogeniteten.

Landskabselementer kan beskrives og kategoriseres under forskellige aspekter: som biotoper, som levesteder eller i en mere „forenkelt“ og aggregeret måde, som arealanvendelsesklasser. Sådanne arealanvendelses klasser repræsenterer grænsefladen mellem naturforhold og menneskelige indflydelse over tid.

Den rumlige mosaik af landskabselementer bestemmes i høj grad af fysiognomi, det visuelle udseende og den menneskelige opfattelse af et landskab. Modsat så spiller den rumlige fysiognomi og sammensætning af landskabselementer (habitater og biotoper) en vigtig rolle i den økologiske funktionalitet og den biologiske mangfoldighed.

Der kan tales om, at der er tre niveauer inden for måling af landskabsdiversitet.

patch: et rumligt og funktionelt sammenhængende objekt (en skov bestand eller biotop)

klasse: Mængden af (funktionelt) lignende genstande på kortet, typisk det samme som en arealanvendelsesklasse, vegetation eller naturtype.

Landskab: hele billedet, måske bortset fra den klasse, som er defineret som „baggrund“. Målinger af den sammensatte mangfoldighed kan kun beregnes på landskabs niveau.

[MCGarigal og Marks, 1995, s. 10 - 11] Landskabsdiversiteter er følsomme over for en række forhold, som kan have afgørende betydning for resultaterne af de forskellige landskabsindikatorer. Dette drejer sig om den geometriske og den tematiske opløsning, som påvirker resultaterne. Det er afgørende, at omfanget af undersøgelsen og den rumlige opløsning af de data svarer til hinanden. Finskala eller multi skala fremgangsmåder kan være mere informativ end fremgangsmåder baseret på kun én eller kun meget grove skalaer. [Walz] Mange af de eksempler og figurer, som forekommer i teoriafsnittet viser raster information, men teorien for landskabsindikatorerne er den samme som for vektor information. Teorien omkring landskabsindikatorer er visuelt lettere at forstå gennem raster end vektor data.

3.2.1 Hyppighed

Til beregning af landskabsindikatorer er det en nødvendighed at kende til hyppigheden af en forekomst i et landskab. Hyppigheden fokuserer på kompositionen af landskabet, dvs. hvilke klasser er til stede, og hvor mange klasser er der af dem. Den tager ikke højde for den rumlige fordeling af de forskellige klasser til stede i landskabet og beregnes ud fra det totale antal tilstedeværende individer og forekomsten eller samlede antal individer.

$$p_i = \frac{\text{Det totale areal af klasse i}}{\text{Totale areal af landskabet}} = \frac{s_i}{S}, \tag{3.1}$$

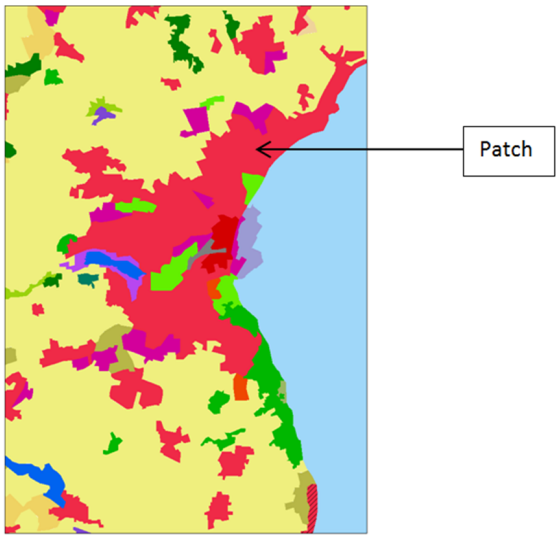
hvor p_i står for hyppighed. Hvis $p_i = 1$ er det fordi der således kun er en klasse i landskabet. Hyppigheden har stor indflydelse på andre landskabsindikatorer så som patch størrelse, længden af en edge i et landskab og benyttes også i udregningen af Shannon og Simpson diversitets indeks, og derfor er landskabsindikatorerne således korrelerede indikatorer. [Cardille og Turner, 2002]

3.2.2 Rigdom

Den simpleste måde at måle landskabsdiversitet er ved at måle rigdom i et landskab. Rigdom kvantificerer, hvor mange forskellige klasser et landskab indeholder. For eksempel er artsrigdom af et landskab antallet af forskellige klasser, som tilhører de pågældende klasselister. Rigdom er et simpelt mål, og er derfor også et populært diversitets indeks, blandt andet inden for økologi. Specielt for tilfældet hvor forekomsten eller hyppigheden ikke er tilgængelige i landskabet. Da dette indeks ikke tager hyppighed i betragtning, er indekset ikke det samme som diversitet, som nemlig tager hyppigheden i betragtning. [Cardille og Turner, 2002]

3.2.3 Patches

Landskaber er sammensat af mosaikpatches. Patches defineres som et ikke-lineært overfladeareal, som er afvigende i udseendet i forhold til dets omgivelser [Frit oversat fra [Turner et al., 2001, s. 106]], dvs. en flade der repræsenterer et område, der er omfattet af en enkelt arealanvendelse. Det vil hermed sige, at en patch er et sammenhængende område, hvor f.eks. en patch kan være en sø, skovområde eller ethvert område som er homogent i forhold til en bestemt klassifikation. [Frohn, 1998, s. 9] Konceptet af en patch er intuitiv; det er til at forstå, hvad der udgøre en patch af skov eller mark. Den klare definition af en patch, som beskrevet ovenfor er nødvendig før en systematisk analyse. Ved at analysere på patches kan der således siges noget om sammenhængen i et landskab, altså om landskabet er heterogent eller homogent. Definitionen af patches er stærkt afhængig af skala på dataene og klassifikationssystemet.



Figur 3.1: *Et eksempel på et arealanvendelseskort genereret af forskellige patches af forskellige arealanvendelsesklasser. Som figuren viser, forstås det røde område, som et samlet patch. Århus by. [Dansk Jordbrugsvidenskabelige Fakultet]*

Skala og den rumlige opløsning bestemmer, hvor detaljeret et kort er. Klassifikationen af klasser kan være forskellige fra dataudbydere og et enkelt kort kan risikere at skulle reklassificeres for udføre patch analyse. [Turner et al., 2001, s. 106 - 107]

Antallet af patches (NP) henviser til, at en bestemt naturtype kan påvirke en bred vifte af økologiske processer, alt afhængig af landskabets sammensætning. NP er lig med antallet af patches af den tilsvarende patchtype.

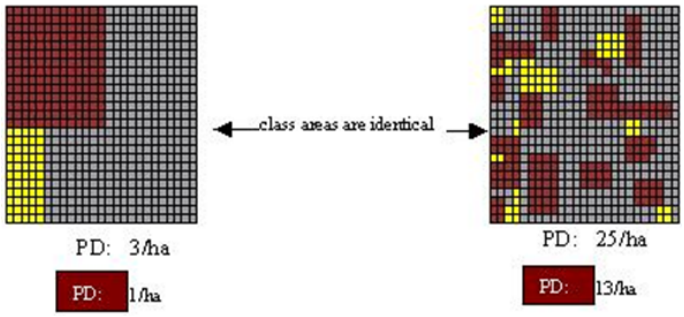
$$\text{NP} = n_i, \tag{3.2}$$

hvor der gælder at NP ≥ 1. Hvis $NP = 1$, indeholder landskabet kun en enkelt patch.

Patch densitet (PD) er et mål for en bestemt naturtype pr. arealenhed af landskab, pr. 100 hektar. Denne tæthed øges, når antallet af patches øges i et areal. En øget PD kan indikere en lavere grad af sammenhæng i et landskab og dermed en højere fragmentering, idet der gennemsnitligt er flere forskellige patches pr. 100 ha. [MCGarigal og Marks, 1995, s. 17] PD udregnes, som følgende

$$\text{PD} = \frac{n_i}{a} \cdot 10000 \cdot 100, \tag{3.3}$$

hvor PD er patch densitet pr. 100 ha, n_i er antallet af patches i landskabet af en bestemt type patchklasse og a er det totale areal i m^2. Disse er multipliceret med 10000 for at konvertere til hektar og 100 for at konvertere til 100 hektar. [Eiden et al.]
På Figur 3.2 er repræsenteret to forskellige „landskaber“, som består af tre patch typer eller arealklasser over samme størrelse område. Forskelligheden mellem de to områder er homogeniteten eller heterogeniteten, som således kan udtrykkes med antallet af patches af hver klasse. Da PD afspejler i hvilket omfang et landskab er fragmenteret, kan den have afgørende betydning for vurderingen af landskabelige strukturer, som således også gør det



Figur 3.2: *Patch densitet [Eiden et al.]. Ved større PD, jo større fragmentering i landskabet. Til venstre ses der et samlet areal, som har en PD på 3 ha. ud af disse 3 ha har det brune areal en PD på 1 ha. Til højre ses samme størrelse areal, som samlet set har en PD på 25 ha, hvoraf det brune repræsenterer en PD på 13 ha ud af de 25 ha.*

muligt at sammenligne enheder af forskellige størrelser. Ved anvendelse af PD kan der også måles på den procentvise patchandel af det samlede areal, og der kan regnes på afstand til den nærmeste patch af samme type. Denne afstand kan fortælle noget om indflydelsen på de økologiske processer i et område.

3.2.4 Edges

Edge målinger repræsenterer bedst et landskabs fysiognomi, hvor en edge referer til grænsen mellem to forskellige arealklasser. Oftest kan en edge også omtales, som perimeter, altså som omkredsen af et areal. Der beregnes først på den samlede edge (TE) ved:

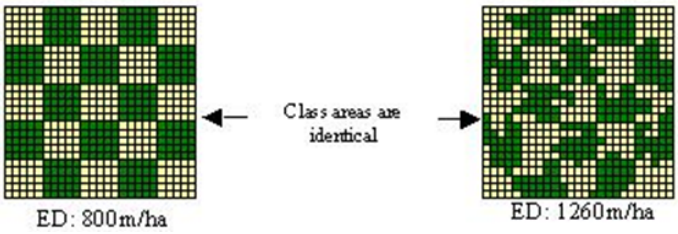
$$\text{TE} = \sum_{k=1}^{m} e_{ik}, \tag{3.4}$$

hvor TE betyder total edge, som har måleenheden meter. For TE summes der over antallet af patchtyper, som er til stede i landskabet, herunder landskabets grænsen, hvis denne er til stede. TE er altså lig med summen af længderne i meter af alle edge udsnit, som involverer den tilsvarende patchtype. Et landskabs grænse definerer omkredsen af landskabet og omgiver patchmosaikken af interesse. En patch inden for landskabets grænse har en positiv typebetegnelse, mens patches udenfor landskabets grænse (som en edge eller baggrund) har negativ typebetegnelse. Baggrund er et udefineret område enten inden i eller uden for i forhold til det landskab som undersøges. Baggrund kan eksistere som en form for „huller“ i landskabet eller det kan helt eller delvis omgive landskabet. Det kan opstå på kanten af det udpegede landskab og kan derfor udspænde landskabets grænse. [MCGarigal og Marks, 1995, s. 15 - 16] Det er kun landskabsindikatorer, som måler edge længder, hvor baggrund har indflydelse. Som regel er $TE \geq 0$, hvis $TE = 0$ betyder det, at der ingen edge er til stede i landskabet, dvs. at hele landskabet, samt landskabets grænse er indeholdt i den undersøgte patch og der ikke kan defineres en edge ved hjælp af grænse eller baggrund.

Edge densitet (ED) måler således længden/mængden af alle grænser mellem forskellige arealklasser i undersøgelsesområdet pr. hektar. Denne udregnes som

$$\text{ED} = \frac{\sum_{k=1}^{m} e_{ik}}{a} \cdot 10000, \tag{3.5}$$

hvor ED målt i meter pr. ha., og er summen af e_{ik}, som er den totale længde i meter af alle kanterne i landskabet, som hører under patch klasse i, divideret med det samlede areal betegnet a af undersøgelsesområdet, som måles i kvadratmeter. For at konvertere til hektar multipliceres der med 10000. Eksempelvis betyder en edge densitet på 100, at der er 100 meter kant pr. hektar i landskabet. I modsætning til PD, tager ED patchenes form og kompleksitet i betragtning. ED måler således kompleksiteten af formerne for patchene, samtidig er den også et udtryk for rumlig heterogenitet i landskabet ligesom PD. Edge densitet standardiserer en edge



Figur 3.3: *Edge densitet [Eiden et al.]. Til venstre ses simple patches med lige edges, mens til højre ses patches med komplekse edges.*

til en arealenhed og letter sammenligning mellem landskaber af forskellig størrelse.Edges er lige som PD også påvirket af opløsningen af billedet. En finere opløsning, jo bedre detajler fås edgenes afbildning og således fås også en længere edge længde. En grov opløsning kan medføre, at edges forekommer, som rette linier og omvendt ved fin opløsning fremkommer edges som bevægelige. Resultater af edge indikatorer bør ikke sammenlignes mellem billeder af forskellige opløsning. Vektor og raster afbilder linier forskelligt.

Baggrunden for diversitets målinger er grundlæggende deres store udstrækning inden for mange forskellige økologiske anvendelser. Oprindeligt har diversitetsmålinger vundet popularitet, som mål for plante- og dyrearters diversitet. Der vil i det efterfølgende blive præsenteret to diversitetsindeks: Shannon og Simpsons diversitets indeks. Diversitets indeksene bliver påvirket af to komponenter - jævnhed og rigdom. Rigdom identificerer antallet af klasser eller patch typer. Det skal forstås således, at et landskab bestående af f.eks. tolv klassetyper anses for at være „rigere“ end et landskab der kun indeholder tre klassetyper. Jævnhed refererer til fordeling af området mellem de forskellige typer. Eksempelvis siges der, at et landskab, som er nogenlunde ligeligt fordelt mellem klassetyper, at være „jævn“, i modsætning til et landskab, som har et par klasser, der dominerer området. [MCGarigal og Marks, 1994, s. 51 - 52] Mange diversitets indekser er afledt af informationsteori[1]. Ved brug af den benævnte hyppighed, p_i værdier, af alle klasser kan der beregnes en værdi, som beskriver hele landskabet. Diversitet er dybest set et spørgsmål om forudsigelighed. Jo større diversitet, der er i et landskab, desto mindre sikkert kan man udtale sig om hvilken klasse et tilfældigt individ tilhører. Informations teoretiske indikatorer blev først brugt indenfor landskabsanalyse af William Romme i 1982. I et forsøg på at beskrive forandringer i et landskab med skov af forskellig alder, ræsonnerede han sig frem

[1]Ved informationsteori, der er emnet for informationsvidenskab, forstås teoribygningen omkring, hvordan data kan repræsenteres, opfattes og formidles. Dette kan imidlertid opfattes på tre forskellige måder, men her er kun nævnt den form, som det benyttes i specialet:
En måde, hvor alle former (og mulige udfald af noget tilfældigt) opfattes som mere eller mindre komplekse mængder af information. Begrebet entropi er et nøglebegreb i denne betydning. Informationsteori i denne betydning handler altså i første række om noget naturvidenskabeligt og statistisk.

til at indeksene, som kvantificerede artsdiversitet i forskellige samfund, kunne modificeres og anvendes til at beskrive mangfoldigheden af landskaber. [Cardille og Turner, 2002]

3.2.5 Shannon Diversitets Indeks

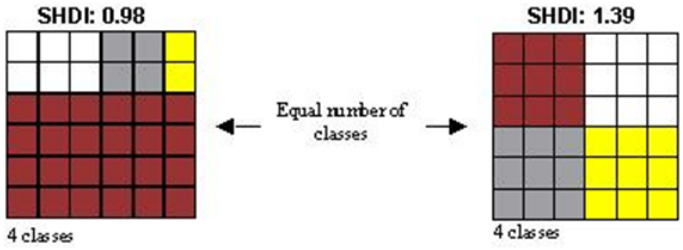
Shannon Diversitets Indeks (SHDI) er en af de mest benyttede diversitets indeks. SHDI er baseret på informationsteori og er oprindeligt udviklet af Claude Shannon i 1949. Claude Shannon foreslog oprindeligt, at indekset kvantificerede entropien (usikkerheden eller indhold af oplysninger) i tekststrenge. Ideen var så, at jo flere forskellige bogstaver, der var repræsenteret i tekststrengen, og jo mere lige hyppigheden var i strengen, jo vanskeligere var det at forudsige korrekt, hvilket bogstav der ville være det næste i strengen. Shannon indekset kvantificerer den usikkerhed (entropi eller graden af overraskelse) i forbindelse med denne forudsigelse. SHDI er mere følsom overfor righed end jævnhed. Dvs. at sjældne patch typer har en uforholdsmæssig stor en indflydelse på størrelsen af indekset. [Eiden et al.] Den udregnes som

$$\text{SHDI} = -\sum_{i=1}^{n} p_i \cdot \ln\left(p_i\right) \tag{3.6}$$

SHDI er altså lig med den negative sum af alle patch typerne af hyppigheds forholdet for hver patch type, som således er multipliceret med den naturlige logaritme til hyppigheden. SHDI vokser når antallet af forskellige patchtyper vokser eller når hyppigheds fordeling af arealet mellem de forskellige patcher er mere retfærdigt fordelt eller begge ting. For et vis antal af klasser antager SHDI maksimum værdi, når alle klasser har samme størrelse/areal. SHDI kvantificerer altså den usikkerhed der er ved at forudsige artsidentiteten af en klasse, der er taget tilfældigt fra datasættet. Det ses, at SHDI er baseret på vægtet geometrisk gennemsnit af hyppigheden af klasserne og jo mere ulige fordelingen af typerne er, jo større er det vægtede geometriske gennemsnit af klasserne og jo mindre vil SHDI således blive. SHDI er det vægtede geometriske gennemsnit, da der ved omskrivning, fås:

$$\begin{aligned}
\text{SHDI} = -\sum_{i=1}^{n} p_i \cdot \ln(p_i) &= -\sum_{i=1}^{n} \ln\left(p_i^{p_i}\right) \\
&= -\left(\ln\left(p_1^{p_1}\right) + \ln\left(p_2^{p_2}\right) + \cdots + \ln\left(p_n^{p_n}\right)\right) \\
&= -\ln\left(p_1^{p_1} \cdot p_2^{p_2} \cdots p_n^{p_n}\right) \\
&= \ln\left(\left(p_1^{p_1} \cdot p_2^{p_2} \cdots p_n^{p_n}\right)^{-1}\right) \\
&= \ln\left(\frac{1}{p_1^{p_1} \cdot p_2^{p_2} \cdots p_n^{p_n}}\right) \\
&= \ln\left(\frac{1}{\prod_{i=1}^{n} p_i^{p_i}}\right)
\end{aligned}$$

Hvilket var det ønskede. Hvis store dele af forekomsten er koncentreret under én klasse og de resterende klasser er sjældne (selvom der er mange af dem) vil SHDI altså nærme sig nul. Når der kun er én klasse til stede er SHDI præcis lig med nul og dermed er der ingen usikkerhed i at forudsige klassen af den næste tilfældige valgte klasse. På Figur 3.4 eksemplificeres effekten af jævnhed i et landskab. To forskellige områder begge sammensat af fire klasser, dvs. der repræsenteres ens rigdom, hvorimod andelen besat af de fire klasser varierer. Denne effekt af variation kommer til udtryk i SHDI, hvor jo mere lige andelen af klasserne er, jo højere er SHDI.



Figur 3.4: *Shannon diversitets indeks. Indflydelse af areal hyppighed (jævnhed) af forskellige klasser på SHDI. [Eiden et al.]*

Shannon indekset benyttes som et relativt indeks til sammenligning af forskellige landskaber eller det samme landskab på forskellige tidspunkter. Tager vi eksemplet, som vises på figuren beregnes SHDI som i følgende Tabel 3.1: I Tabel 3.1 ses repræsenteret de fire klasser, antallet af klasserne repræsenteret i landskabet, den relative forekomst af klasserne, samt udregningen af $p_i \ln(p_i)$. Således fås der en Shannon diversitets indeks på 0,98, da

$$\text{SHDI} = -(-0,2986 - 0,1605 - 0,2441 - 0,2703) = -(-0,9735) = 0,9735 \approx 0,98. \tag{3.7}$$

Samme procedure gør sig gældende for den anden tabel, Tabel 3.2. Således fås der en Shannon diversitets indeks på 1,39, da

$$\text{SHDI} = -(-0,3465 - 0,346 - 0,346 - 0,346) = -(-1,386) = 1,386 \approx 1,39. \tag{3.8}$$

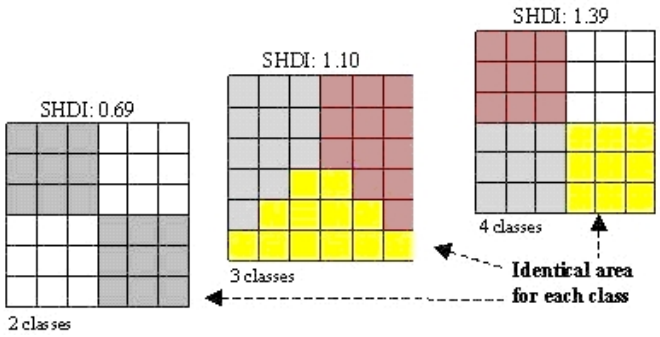
Holdes jævnheden konstant, dvs. at den proportionelle procent af et areal, som dækkes af hver klasse holdes konstant, men antallet af klasser stiger, altså stigende rigdom. Som et resultat her af, vil SHDI også stige. Dette ses eksemplificeret i Figur 3.5. SHDI kan benyttes som et relativt indeks, som gør det muligt at sammenligne forskellige landskabs enheder eller som gør det muligt at sammenligne landskaber på forskellige tidspunkter. Det kan være svært at fortolke

Klasse	Antal	Relative forekomst	$p_i \ln(p_i)$
Hvid	6	1/6	-0,2986
Gul	2	1/18	-0,1605
Grå	4	1/9	-0,2441
Brun	24	2/3	-0,2703
I alt	36	1	-0,9735

Tabel 3.1: *Udregning af SHDI for kvadratet til venstre.*

Klasse	Antal	Relative forekomst	$p_i \ln(p_i)$
Hvid	9	1/4	-0,3465
Gul	9	1/4	-0,3465
Grå	9	1/4	-0,3465
Brun	9	1/4	-0,3465
I alt	36	1	-1,386

Tabel 3.2: *Udregning af SHDI for kvadratet til højre.*



Figur 3.5: *Stigende antal af klasser (rigdom) influerer på Shannon diversitets indeks. [Eiden et al.]*

på SHDI, da det er en kombination af rigdom og jævnhed. Et andet diversitets indeks, som måske ikke er knap så følsom overfor rigdom som jævnhed er Simpson Diversitets indeks.

3.2.6 Simpson Diversitets Indeks

Simpson diversitets indekset (SIDI) er en anden nyttig funktion som måler diversiteten i et landskab. Modsat Shannon indekset er Simpson indekset ikke baseret på informationsteori, men på sandsynlighedsregning, opfundet af Edward H. Simpson i 1949. Simpson gav sandsynligheden for at to patches udtages tilfældigt fra et uendeligt stort fællesskab tilhører forskellige patch typer. Simpson indekset er stærkt afvejet mod de hyppigst forekommende patch typer i en undersøgelse, hvorimod indekset er mindre følsom overfor rigdom. Og derfor har en fortolkningsform som er mere intuitiv end SHDI. Jo højere en værdi der fremkommer af SIDI, jo større er sandsynligheden for, at to tilfældigt udtrukket patches, vil være forskellige patch typer, og dermed større diversitet. I forhold til SHDI, så kan SIDI fortolkes i både absolutte og relative termer, da det er en sandsynlighed. SIDI repræsenteres ved

$$\text{SIDI} = 1 - \sum_{i=1}^{n} p_i^2. \tag{3.9}$$

Hvor $\sum_{i=1}^{n} p_i^2$ svarer til det vægtede aritmetiske gennemsnit af hyppighederne p_i af de interesserede patches, hvor disse hyppigheder benyttes som vægte. Da

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^{n} p_i^2 &= \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{s_i}{S}\right)^2 \\
&= \sum_{i=1}^{n} \frac{s_i^2}{S^2} \\
&= \frac{s_1^2}{S^2} + \frac{s_2^2}{S^2} + \ldots + \frac{s_n^2}{S^2} \\
&= \frac{s_1^2 + s_2^2 + \ldots + s_n^2}{S^2} \\
&= \frac{1}{S^2} \sum_{i=1}^{n} s_i^2
\end{aligned}$$

Således er det nu vist, at $\sum_{i=1}^{n} p_i^2$ er det aritmetiske gennemsnit. Hyppigheden er begrænset til værdier mellem 0 og 1, mens den vægtede aritmetiske gennemsnit og dermed også SIDI kan

aldrig blive mindre end $\frac{1}{\text{Totale antal af klasser}}$, hvilket kun nås, når alle klasserne er uniformt fordelt. Da SIDI er en sandsynlighed ligger indekset mellem 0 og 1. Er SIDI = 0 indeholder landskabet kun en patch, og dermed er der ingen diversitet. SIDI nærmer sig 1, når antallet af forskellige klasser stiger og den proportionelle fordeling af arealet mellem klasser bliver mere ensfordelt. Simpsons diversitets indeks findes i forskellige afskygninger og det er vigtigt at specificere for en undersøgelse, hvilken der benyttes. [MCGarigal og Marks, 1995, s. 118] Ser vi tilbage på Figur 3.4 fås der således er SIDI for figuren til venstre

$$\text{SIDI} = 1 - \left(\left(\frac{1}{6}\right)^2 + \left(\frac{1}{18}\right)^2 + \left(\frac{1}{9}\right)^2 + \left(\frac{2}{3}\right)^2\right) = 0,512 \tag{3.10}$$

og figuren til højre:

$$\text{SIDI} = 1 - \left(\left(\frac{1}{4}\right)^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2\right) = 0,75. \tag{3.11}$$

Således vokser SIDI når klasserne bliver mere ligeligt fordelt i landskabet. Den sidste SIDI er således det mest opnåelige indeks for det landskab, der er repræsenteret.

En enkelt indikator, der beskriver alle aspekter af et landskabsstruktur eksisterer ikke. For at undgå fejlfortolkninger bør der altid indgå flere landskabsindikatorer som beregnes, samt fortolkningen af disse indikatorer bør henvise til hinanden.

3.3 Statistik

Statistik er en gren indenfor matematik, som udspringer af sandsynlighedsregning. Målet med dette kapitel er at give en introduktion til nogle grundlæggende elementer indenfor deskriptiv statistik for at give en forståelse af de benyttede termer i artiklen af (Frost et al.), samt beregningerne i tidsrækkeanalysen. Ved hjælp af statistik kan man præsentere data grafisk med tabeller, landkort eller diagrammer eller numerisk ved gennemsnit, varians og standard afvigelse. Når data skal fortolkes er der en række essentielle termer, som er vigtige at definere. Først og fremmest termen "population", som betyder den gruppe, som der fokuseres på eller det som vi gerne vil måle på. Population kan eksempelvis være pixels i et billede eller grids i rasterdata. En populationens størrelse betegnes, som N. Statistiske procedurer kan være behjælpelig når der skal analyseres og evalueres på data, som udviser rumlig variation. Satellitbilleder vises i pixels og viser variation i billeder. Variationen er relateret til reflekteringen af jordens overflade, eksempelvis variationen mellem skov og landbrug. Variationer beskrives ved variabler, hvor hver variabel er relateret til en egenskab. En variable kan altså tage forskellige værdier på baggrund af de egenskaber fremkommet fra jordens overflade. For at kunne analysere på sine data, må man kende typen af sine data. Data kan inddeles i to typer, som hver i sær kan inddeles i to typer. De to overordnede typer er kvantitativ og kvalitativ data. Under kvantitative data hører således følgende undertyper:

> ***Kontinuerte data***, dvs. data, som antager værdier som er på kontinuert skala, alle reelle tal. Eksempelvis kan nævnes en pixelværdi, selvom at disse oprindeligt kun er tilgængelige, som bits og at mellemliggende værdier ikke nedskrives. Men f.eks. kan et decimaltal som 231,1 godt fortolkes, som en realistisk pixelværdi mellem 231 og 232, hvor tallet er tættest på 231. Temperaturer eller nedbør er eksempler på andre kontinuerte variabler.

Diskrete data, dvs. data som kun antager et begrænset antal af diskrete værdier, altså Z. Eksempelvis kan nævnes antal af blade på en blomst eller arealanvendelsesklasser.

Den anden type data, kvalitativ data, er når der gøres observationer, som falder under forskellige separate kategorier. Kvalitative data inddeles i to følgende undertyper:

Ordinal data er data i ordnet skala, hvor eksmpelvis lille, mellem og stor benævnes 1, 2 og 3 eller A, B og C. Ordinalskala er ofte en simplificering af de kvantitative skalaer.
Nominal data er data i uordnet skala, eksempelvis mand og kvinde eller arealanvendelsesklasser eller historiske registreringer.

Kvalitative data har et begrænset antal numre for alternative værdier, så derfor siges disse data også at være beskrevet som diskrete data. Til statistisk analyse kan kvalitative data konverteres til diskrete numeriske data ved at tælle de forskellige værdier, som optræder. [Stein, 2002, s. 10] En enkel og effektiv måde at sammenfatte diskret (kvalitative eller kvantitative) data er ved at tælle antallet af observationer der falder i hver kategori. Antallet forbundet med hver kategori kaldes frekvens eller hyppighed og indsamling af frekvenser over alle kategorier giver frekvensfordelingen af denne variabel og er repræsenteret ved et tal mellem 0 og 1. Den relative frekvens/hyppighed er et tal, der beskriver den del af observationer, som falder i en given gruppe. Frekvensen eller hyppighed er faktisk et emne der allerede er præsenteret som simpel diversitet. Disse data kan repræsenteres i et søjlediagram for grafisk forklaring. For kontinuerte data kan hyppigheden beregnes efter samme procedure, som for kvantitative data, men hvor man derimod gruppere observationerne. Det vil sige ved at vælge et sæt af tilgrænsede, men intervaller, som ikke er overlappende, hvori observationerne kan samles for at danne diskrete data fra kontinuerte data. Som regel ønskes der ved en undersøgelse at drage en konklusion om en egenskab ved en bestemt gruppe elementer. Er populationen meget lille eller vel registreret, kan målingerne samles og præsenteres direkte. Hvis der ikke er adgang til hele populationen, udtages en delmængde af populationen, som kaldes for en stikprøve. Ud fra denne stikprøve ønskes det således at kunne sige noget om hele populationen. Dette kaldes for statistisk inferens og vil ikke gennemgås yderligere her, da dette ikke er tilfældet i specialet.

I statistikken er det vigtigt at beskrive det samlede data med så få tal som muligt. Dette gøres ved at beskrive den centrale tendens for dataene. Der angives et tal, som kan opfattes som centrum for dataene. Dvs. der beskrives dataenes beliggenhed vha. f.eks. middelværdi, median og modus. Yderligere viser dataenes beliggenhed, hvordan de fordeler sig omkring dette centrum. Til dette benyttes varians og spredning.

I det næste vil præsenteres et par af de metoder der bruges til at beregne beliggenhed og spredning. Alt afhængig af hvilke data der arbejdes med defineres middelværdi eller den forventede middelværdi forskelligt. [Hulme et al.] I specialet arbejdes der med arealanvendelsesklasser, som i sin oprindelige form er nominale data, men disse klasser er tildelt en hel tals værdi og kan derfor beskrives, som diskrete data.

Det mest benyttede mål for at beskrive centrale tendenser for data er middelværdien. Antag at der foreligger N observationer, $x_1, \ldots, x_N$. Så defineres gennemsnittet for observationerne som

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N} = \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_N}{N} \tag{3.12}$$

Ved beregning af en populations middelværdi eller gennemsnit lægges observationerne sammen og divideres med det samlede antal. Middelværdien er ikke tilstrækkelig til at beskrive et datasæt. Derfor indføres der et mål for, hvor spredt observationerne ligger i forhold til middelværdien. En populations empiriske varians udregnes ved at summe over kvadraterne på forskellene mellem middelværdien $\bar{x}$ og observationerne.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2}{N} = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \ldots + (x_N - \bar{x})^2}{N} \tag{3.13}$$

Populationens empiriske spredning defineres som kvadratroden af variansen.

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \tag{3.14}$$

Jo større den empiriske spredning er, des mere „spredt“ ligger observationerne omkring gennemsnittet $\bar{x}$. I Tabel 3.3 ses opstillet et eksempl, hvor den statistiske teori benyttes, dette gøre med henblik på at illustrere metoden overfor læseren.

Datasæt	3, 7, 7, 12, 21
Middelværdi	$\bar{x} = \frac{3+7+7+12+21}{5} = 10$
Varians	$\sigma^2 = \frac{(3-10)^2+(7-10)^2+(7-10)^2+(12-10)^2+(21-10)^2}{5} = \frac{192}{5} \approx 38,4$
Spredning	$\sigma = \sqrt{\frac{192}{5}} \approx 6,19$

Tabel 3.3: *Eksempel på et datasæt, samt beregning af middelværdi, varians og spredning*

Dette kapitel anvendes i det efterfølgende til at analysere på det danske landskabs udvikling ved hjælp af patches, edges, SHDI og SIDI.

KAPITEL 4

ANALYSE

Resumé:
Dette kapitel udgør analysen bag besvarelsen af problemformuleringen. Den endelige besvarelse findes i konklusionen i Kapitel 6. Analysen er delt ind i tre dele. Indledningsvist analyseres der på artiklen fra EU kommisionen, som kort er præsenteret i problemanalysen. Dernæst analyseres der på det danske landskab og dets arealanvendelse fra to perioder, det drejer sig om henholdsvis 1994 og 2006. Dette gøres ud fra teorien i Kapitel 3, som følger artiklens tilgang til problemstillingen.
Herefter analyseres de historiske problemstillinger baseret på litteraturstudie for at kunne forstå, hvorfor det danske landskab ser ud som det gør i dag. I afsnittet klarlægges hvilke aktører og lovgivninger, som har været medvirkende til ændringerne i landskabet.
Analyserne kobles sidst i kapitlet til en samlet vurdering af landskabet i Danmark med henblik på besvarelsen af problemformuleringen. (Billede fra [Google Earth, 2012], motorvej nær København.)

4.1 Kritisk review af artikel

Som nævnt i indledningen foretages der i dette afsnit en kritisk analyse af artiklen af (Frost et al.) fra 2007. Der analyseres på artiklens resultater og metode. Der vil blive diskuteret, hvordan aspekter, såsom kortlægningsenheder, skala, både i tid og sted, og nomenklatur har indflydelse på de opnåede resultater i artiklen. Ved at diskutere artiklens indhold, klargøres der således hvilke problemstillinger, som artiklens metode kan give på national skala, samt om det er muligt at nedskalere metoden. Grunden til at analysen af (Frost et al.)'s artikel først forekommer nu, er at artiklen kræver kendskab til de teoretiske termer, som benyttes deri. På baggrund af Kapitel 3 er læseren nu styrket til at forstå de fagudtryk, som benyttes i artiklen.

(Frost et al.) udkom i 2007 med en artikel om det europæiske landskabs heterogenitet ved brug af CORINE Land Cover kort og LUCAS (Land Use/Cover Area Statistic). Artiklens opbygning følger den såkaldte **IMRaD** metode med: introduktion, materiale og metode, resultater og en diskussion. Der vil gennem analysen af artiklen blive fremhævet, hvordan artiklens indhold forholder sig til det at opfylde en naturvidenskabelig artikel, samt om forudsætningerne for artiklens valgte metode kan nedskaleres til national skala.

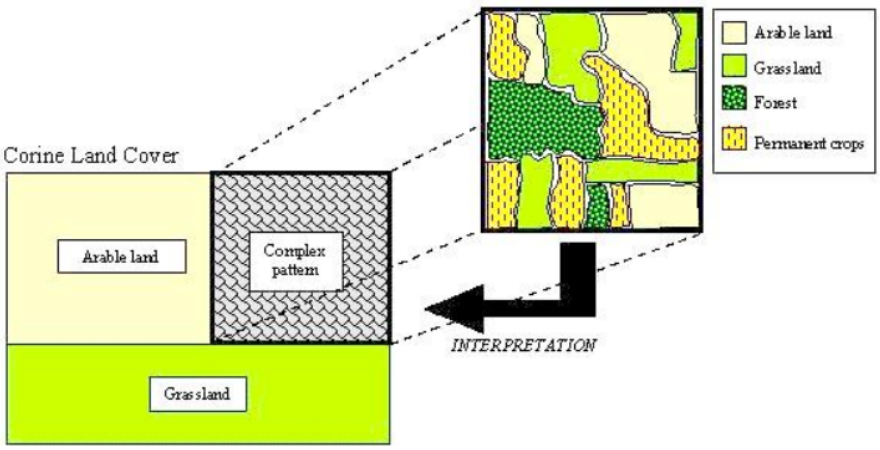
Artiklens introduktion

I artiklens introduktion begrundes der for artiklens opstandelse og der fremhæves den vigtige, men kortfattet metodeanvendelse for artiklen. Artiklens opstandelse bunder i, at der sker ændringer i arealanvendelsesmønstrene i EU. Det påpeges i artiklen, at arealanvendelsesmønstrene har udviklet sig omkring to faktorer: typen og adgang til naturressourcer og dynamikken i demografiske processer. Sammenspillet mellem miljø og menneske er sat i fokus i artiklen og skal forstås, som et komplekst system, som kan tydes ud fra landskabets struktur og fysiognomi. Dette har ifølge artiklens grundlæggere afgørende betydning for bæredygtigheden, både den sociale og miljømæssige samt den økonomiske. Artiklens formål er, ved hjælp af landskabsanalyse, at få større forståelse for landskabets strukturer på en måde, som giver funktionelle resultater for politiske beslutninger. Landskabsanalyser har således mange formål, som kan være på flere forskellige skala og af forskellig type, alt afhængig af, hvad der skal undersøges. I artiklen undersøges der på de 27 EU-lande for således at give et samlet billede af EU's landskabelige heterogenitet eller fragmentation. Problemstillingen om et landskabs fragmentering eller heterogenitet er en reel problemstilling og er også et besøgt diskussionsemne både i den offentlige debat og blandt politikere i Danmark. De to faktorer som nævnes for udviklingen er også en tendens der ses i Danmark. Dette vil blive belyst i et senere afsnit i analysen.

Artiklens materiale og metode

Under artiklens materiale og metode, skal det fremgå tydeligt, hvilke forudsætninger, det kræver for enhver anden at kunne gentage forsøget. Artiklen benytter metadata af CORINE Land Cover kort fra 2000 som ejes af European Enviroment Agency. De data som er til rådighed er samlet data på landsplan, som geografisk dækker de 27 lande repræsenteret i EU. Referencesystemet, som benyttes, er ERTS89 (European Terrestrial Reference System 1989). Det er en tredimensionel, geodætisk referenceramme, der bruges som præcisionsstandard for GPS i Europa. Det er altså samme referencesystem, som benyttes over hele Europa og derfor også benyttes i Danmark. CLC2000 er hovedsageligt baseret på satellitbilleder. Når

der benyttes satellitbilleder er det muligt, at satellit-sensorerne ikke opfanger alle objekter på jordens overflade. Selvom CLC er det bedste homogene arealanvendelseskort, som er til rådighed og som dækker det meste af de europæiske lande, så er der nogle tekniske valg som er forskellig fra land til land. Satellitbillederne og fortolkningen her af, er bestemt ud fra de forskellige sensorers opløsning, om det er SPOT, Landsat eller om de er fortolket gennem et billedbehandlingssoftware før de overføres som informationlag til f.eks. GIS. For SPOT sensoren er den rumlige opløsning på 10×10 m og for Landsat sensoren er det 80×80 m opløsning. Derved adskilles objekter på jordens overflade sig kun hvis de er større end sensorens pixel størrelse og samtidig er spektralt forskellig fra de omgivende objekter. Disse kapaciteter antyder altså, at kun store træk af arealdække kan kortlægges. Nomenklaturen i datasættet bliver altså tilpasset sensorkapacitet, hvilket ikke er den rigtig måde at opbygge en nomenklatur på. CLC2000 dataene har målestoksforholdet 1:100.000 og de mindste data, som er repræsenteret i CLC2000, er 25 ha, samt at lineære objekter på under 100 meters bredde ikke repræsenteres i CLC2000. En konsekvens af denne indstilling, selvom man er i stand til at skelne mellem forskellige funktioner på et satellitbillede, som f.eks. græsarealer og agerjord, er at dækker de et areal mindre end 25 ha, er de grupperet og kategoriseret som en blandet klasse. Et eksempel på dette ses på Figur 4.1. Dette betyder altså også, at



Figur 4.1: *Eksempel på klassifikation af et kompleks sammensat område af mindre små homogene arealklasser under 25 ha. [Eiden et al.]*

nomenklaturen for CLC2000 indeholder nogle arealklasser, som indeholder nogle blandede klasser af små mindre arealklasser, som ikke overstiger 25 ha. Og som dermed får en fælles betegnelse og karakteriseres, som et homogent areal. Dette gælder generelt for alle de data der findes indenfor CLC og derfor er disse problemer også til stede ved danske datasæt. Med den bedre teknologi og viden, som fremover vil komme, vil det forhåbentlig i fremtiden blive muligt at kunne give mere specifikke arealklasser. Dvs. bedre kvalitet og præcision af satellitbillederne til at kunne definere mindre arealer. Danmark er et lille land, som ikke har store natur områder som får lov til at være uberørt af mennesker og derfor kan denne kategorisering af mindre arealklasser have konsekvenser for landets arealinddeling af små områder.

På Figur 4.2 ses nomenklaturen for CLC2000 data for EU. For EU-landene er der fem hovedklasser, som hver er inddelt i 15 mellemklasser, hvor så igen hver af disse 15 mellemklasser er repræsenteret af i alt 44 arealklasser. På Figur 4.3 ses nomenklaturen for Danmark for henholdsvis CLC1994 og CLC2006. Der inddeles i henholdsvis 40 klasser og 31 klasser, som er

Level 1	Level 2	Level 3	
1. Artificial surfaces	1.1 Urban fabric	1.1.1 Continuous urban fabric	Artificial surfaces
		1.1.2 Discontinuous urban fabric	
	1.2 Industrial, commercial and transport units	1.2.1 Industrial or commercial units	
		1.2.2 Road and rail networks and associated land	
		1.2.3 Port areas	
		1.2.4 Airports	
	1.3 Mine, dump and construction sites	1.3.1 Mineral extraction sites	
		1.3.2 Dump sites	
		1.3.3 Construction sites	
	1.4 Artificial, non-agricultural vegetated areas	1.4.1 Green urban areas	
		1.4.2 Sport and leisure facilities	
2. Agricultural areas	2.1 Arable land	2.1.1 Non-irrigated arable land	
		2.1.2 Permanently irrigated land	
		2.1.3 Rice fields	
	2.2 Permanent crops	2.2.1 Vineyards	
		2.2.2 Fruit trees and berry plantations	
		2.2.3 Olive groves	
	2.3 Pastures	2.3.1 Pastures	
	2.4 Heterogeneous agricultural areas	2.4.1 Annual crops associated with permanent crops	
		2.4.2 Complex cultivation patterns	
		2.4.3 Land principally occupied by agriculture with significant areas of natural vegetation	
		2.4.4 Agro-forestry areas	
3. Forests and semi-natural areas	3.1 Forests	3.1.1 Broad-leaved forest	Forest
		3.1.2 Coniferous forest	
		3.1.3 Mixed forest	
	3.2 Shrub and/or herbaceous vegetation associations	3.2.1 Natural grassland	
		3.2.2 Moors and heathland	
		3.2.3 Sclerophyllous vegetation	
		3.2.4 Transitional woodland scrub	
	3.3 Open spaces with little or no vegetation	3.3.1 Beaches, dunes, sand plains	Open spaces with little vegetation
		3.3.2 Bare rock	
		3.3.3 Sparsely vegetated areas	
		3.3.4 Burnt areas	
		3.3.5 Glaciers and perpetual snow	
4. Wetlands	4.1 Inland wetlands	4.1.1 Inland marshes	Inland wetlands
		4.1.2 Peat bogs	
	4.2 Coastal wetlands	4.2.1 Salt marshes	Coastal wetlands
		4.2.2 Salines	
		4.2.3 Intertidal flats	
5. Water bodies	5.1 Continental waters	5.1.1 Water courses	Inland water
		5.1.2 Water bodies	
	5.2 Marine waters	5.2.1 Coastal lagoons	Marine water
		5.2.2 Estuaries	
		5.2.3 Sea and ocean	

Figur 4.2: *Nomenklatur for EU-landene, samt den benyttet reklassificering af EU nomenklatur til 22 klasser.*

CLC1994 Nomenklatur for Danmark	
Kunstige overflader	Tæt bebyggelse
	Åben bebyggelse
	Åben bebyggelse / Sommerhusareal
	Industri og handel
	Vej og jernbane
	Havneområder
	Lufthavne
	Råstofgrave
	Lossepladser
	Større anlægsområder
	Byparker
	Sports- og fritidsanlæg
	Sports- og fritidsanlæg / Sommerhusareal
Landbrugsområder	Dyrket, ikke kunstvandet
	Frugt- og bærplantager
	Græsmarker
	Komplekst dyrkningsmønster
	Blandet landbrug / Natur
	Blandet landbrug / Natur / Sommerhusareal
Skov og semi-naturlige områder	Løvskov
	Løvskov / Sommerhusareal
	Nåleskov
	Nåleskov / Sommerhusareal
	Blandet skov
	Blandet skov / Sommerhusareal
	Naturlige græsarealer
	Naturlige græsarealer / Sommerhusareal
	Hede
	Hede / Sommerhusareal
	Blandet krat / Skov
	Blandet krat / Skov / Sommerhusareal
	Sand / Strand / Klitter ubevokset
	Tyndt vegetationsdække
Vådområder	Fersk sump
	Mose og kær
	Strandeng og -sump
	Vade
Vand	Søer
	Kystlaguner
	Åbent vand

(a) Nomenklatur for CLC1994 for Danmark

CLC2006 Nomenklatur for Danmark		
1. Kunstige overflader	1.1 Bymæssig bebyggelse	1.1.1 Tæt bebygget
		1.1.2 Åben bebyggelse
	1.2 Industri, handel og transport	1.2.1 Industri og handel
		1.2.2 Vej- og jernbane arealer
		1.2.3 Havneområder
		1.2.4 Lufthavne
	1.3 Råstofgrave, lossepladser og byggepladser	1.3.1 Råstof-grave
		1.3.2 Lossepladser
		1.3.3 Større anlægsområder
	1.4 Grønne områder	1.4.1 Byparker og kirkegårde
		1.4.2 Sports- og fritidsanlæg
2. Landbrugsarealer	2.1 Dyrkede landbrugsarealer	2.1.1 Ikke-kunstvandede dyrkede arealer
	2.2 Permanente afgrøder	2.2.2 Frugt- og bærplantager
	2.3 Græsmarker	2.3.1 Græsmarker
	2.4 Blandede landbrugsområder	2.4.2 Komplekst dyrkningsmønster
		2.4.3 Overvejende landbrugsområde med stort islæt af naturlig vegetation.
3. Skov og halv-kultur arealer	3.1 Skov	3.1.1 Løvskov
		3.1.2 Nåleskov
		3.1.3 Blandet skov
	3.2 Krat og / eller urtevegetation	3.2.1 Tørre enge og overdrev
		3.2.2 Heder og hedemoser
		3.2.4 Krat og ungskov
	3.3 Åbne arealer med ringe/ingen vegetation	3.3.1 Strand, klitter og sandflader
		3.3.3 Tyndt bevoksede arealer
4. Vådområder	4.1 Ferske vådområder	4.1.1 Ferske enge
		4.1.2 Moser og kær
	4.2 Salte vådområder	4.2.1 Marsk og strandeng
		4.2.3 Vade
5. Vand	5.1 Ferskvand	5.1.2 Søer
	5.2 Salt- og brakvand	5.2.1 Brakvandssøer og kyst laguner
		5.2.3 Åbent hav

(b) Nomenklatur for CLC2006 for Danmark

Figur 4.3: *Nomenklaturer for Danmark.*

repræsentative for de landskabsstrukturer, som er her i landet. Det er tydeligt, at der er mange af de arealklasser, som er repræsenteret for EU, ikke er repræsenteret i Danmark af den simple grund, at de ikke er tilstedeværende. I forhold til så mange andre lande har Danmark et mere simpelt udvalg af arealklasser. Dette har den betydning, at i forhold til EU standarder, så begrænser Danmarks landskabsstruktur sig til en lille del af de valgte arealklasser, når man sammenligner Figur 4.2 og Figur 4.3.

CLC data repræsenterer et enkelt "øjebliksbillede"af arealanvendelse på europæisk plan. En tidsserie er ikke tilgængelig på så stort et areal som EU, på grund af de enkelte landes manglende satellitfotos gennem tiden. Hvorimod i Danmark er der fotograferet siden 1986, og derfor er det på national skala muligt at lave en tidsrækkeanalyse til at kunne beskrive udviklingen af de danske arealklasser. Hvilket også gøres i næste Afsnit 4.2.

Metoden benyttet i artiklen er vektorbaseret analyse på CLC2000 dataene. Som det første led i artiklens metoder foretages der en reklassifikation, således at der ikke arbejdes med 44 arealklasser, men med 22 arealklasser. Reklassifikationen af de forskellige arealklasser sker på baggrund af overskueliggørelse af datasættene og færre beregninger. Klassifikationen fremgår også af Figur 4.2. Reklassifikationen sker efter følgende inddeling: fin-, mellem- eller udifferentierede overflader. Den fineste differentiering bruges til landbrugsklasser og krat eller urteagtige vegetation, det mellemliggende niveau bruges til skove, tyndt bevoksede områder, vådområder og vandområder. De udifferentierede overflader benyttes til kunstige overflader, hvilket betyder, at byområder udgør blot én af de 22 arealanvendelses klasser. Artiklens analyse kommer således til at udtrykke heterogenitet af ikke-urbane landskaber. Det vil dermed sige, at interesseområdet for undersøgelsen er forholdet mellem landbrug og landskab i landdistrikterne og på den baggrund har artiklens forfattere valgt at reducere antallet af klasser. Grunden til at kunstige overflader, samt skove, vand- vådområder er slået sammen, må være fordi de ikke direkte er tilknyttet til landbruget, men at de bidrager til mangfoldigheden i landskabet i landdistrikterne. Ved at kvantificere landskabet ved hjælp af kun 22 af de 44 klasser, som er til rådighed i undersøgelsen, afspejles der ikke den fulde heterogenitet af de mulige landskabstræk. Reklassificeringen gør, at nogle landskaber antager større homogenitet end de ellers ville. Diversiteten af forskellige arealklasser overses, herunder blandt andet de sammenslåede klasser, altså kunstige overflader, skovområder, vådområder og vandområder. Så hvis der vælges en anden kategorisering af arealklasser, fås et andet resultat end dem, som er produceret her i artiklen. Det er altså landbrugsjordene og de forskellige klasser herunder, som er vægtet tungest i forhold til andre klasser. Ved denne reklassificeringen sammenslås således mange af de arealklasser, som før ikke var repræsenteret i Danmark og dermed giver det forhåbning om, at Danmark bliver bedre repræsenteret i undersøgelsen. Men ud af de 11 klasser under landbrugsarealer, som er repræsenteret i Figur 4.2, så er der for Figur 4.3a repræsenteret fire af de 11 landbrugsklasser, mens der er to i CLC1994 nomenklaturen, som er selvlavet af DJF. For Figur 4.3b er der større overensstemmelse mellem de to nomenklaturer, der er her repræsenteret 6 af de 11 landbrugsklasser. Generelt er de arealanvendelsesklasser, som er repræsenteret i CLC2000 meget specifikke, så som olivenlunde, rismarker, skovlandbrug og vinmarker, som ikke er til stede i Danmark. Da Danmark ikke har så mange forskellige landbrugsarealklasser, som er repræsenteret for EU-landene, indsnævres muligheden for at vise diversitet inden for landbruget, selvom højsædet i undersøgelsen er de forskelligartede landbrugsjorde.

Da artiklen undersøger heterogenitet virker det en anelse påklageligt at reklassificere arealklasser, som jo netop sammenfatter flere arealklasser under en klasse. Reklassificeringen giver også anledning til voksende patchstørrelser. Specielt indenfor de sammenslåede klasser, men også da Danmark er et land med store opdyrkede arealer, så er en høj andel af arealet afsat til en enkelt arealanvendelse. Denne lave grad af fragmentering oversættes til et relativt homogent landskab både på EU skala og national skala.

Som det næste led i artiklens metode vælges der et 3×3 km grid, som sættes ned over vektorkortet. Det er indenfor disse 3×3 km, at der beregnes på landskabsindikatorerne. Denne cellestørrelse er valgt, idet der antages, at denne udstrækning repræsenterer menneskets synsvidde. For hver 3×3 km celle beregnes der på de fem landskabsindikatorer. Der arbejdes altså med store mængder data, for at få dette puslespil til at gå op. Men det er en grundig måde, hvorpå der undersøges heterogenitet i et landskab, idet der på denne måde kan zoomes ind

til et lokalt område for at studere landskabet i en enkelt celle. Vil en mindre cellestørrelse på griddet, eksempelvis 1 × 1 km give et bedre resultat eller vil det ikke bidrage til resultaterne af de generelle landskabsindikatorer? Hvordan er dette gridnet fordelt, og er der i undersøgelsen fravalgt at se bort fra nogle arealklasser, eksempelvis de store mængder hav, som er til stede i dataene? Dette fremgår ikke tydeligt i undersøgelsen, men kunne forestilles, at det var nogle overvejelser, som forfatterne har gjort sig.

Ud fra de 22 arealklasser, samt inddelingen i 3 × 3 km kvadrater foretages der analyse på heterogeniteten ved at måle efter fem landskabsindikatorer: Simple diversitet, patch densitet, edge densitet, Shannon og Simpson diversitets indeks. De fem landskabsindikatorer, som artiklen har valgt at operere med, er valgt ud fra den generelle accept af deres virkning i den bredere litteratur, og deres potentiale for lette fortolkninger, både rumligt og visuelt. Indikatorerne repræsenterer forskellige måder at klassificere et landskab og dermed giver forskellige oplysninger om fysiognomien. De fire sidste landskabsindikatorerne er nogle indikatorer, som der har været mulighed for at finde litteratur om. Hvad angår simpel diversitets indekset har der været ganske begrænset litteratur, idet der findes mange forskellige indikatorer, som beskriver noget simpelt i et landskab. F.eks. rigdom[1] eller sand diversitet.[2] I specialet er der medtaget i teorien, den landskabsindikator, som der forudsættes at blive benyttet i artiklen. De fem landskabsindikatorer er nyttige beregningsredskaber, da de kan benyttes på forskellige niveauer. Ud over de nævnte landskabsindikatorer findes der mange andre indikatorer, som kan måle landskabsdiversitet, blandt andet i [MCGarigal og Marks, 1994, 1995] beskrives mange andre forskellige muligheder, som findes indenfor området. Teorien bag landskabsindikatorerne er beskrevet i Kapitel 3 og vil i det næste afsnit blive diskuteret som et led i artiklens resultater.

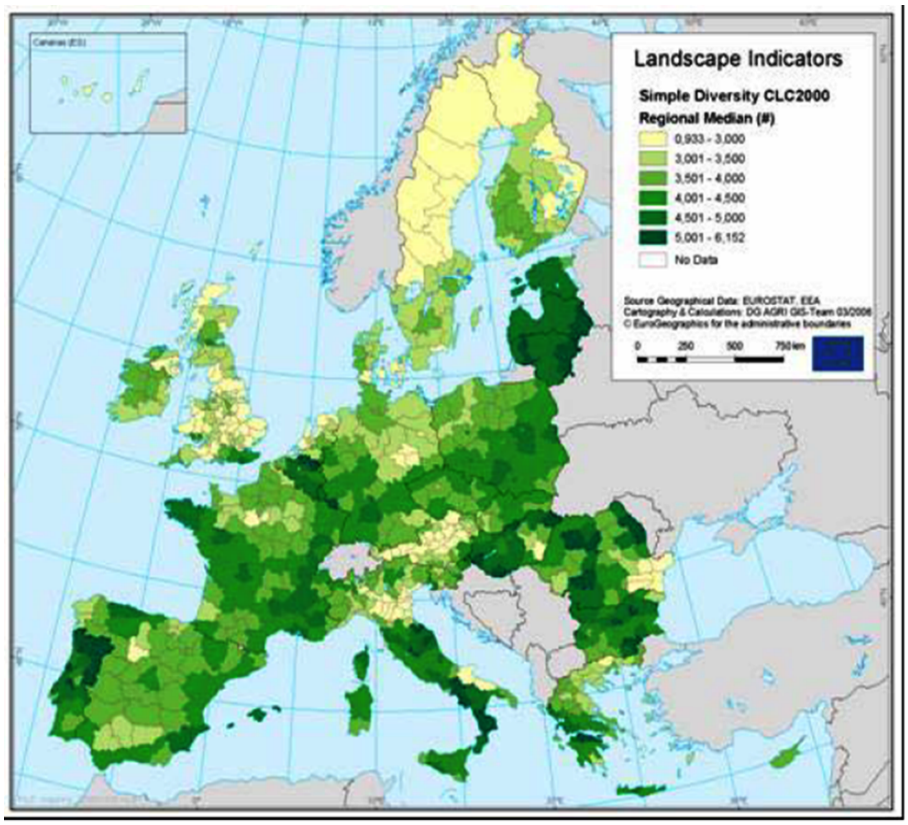
Artiklens resultater

I dette afsnit af artiklen fremlægges resultaterne for undersøgelsen. Resultaterne er fremlagt ved hjælp af figurer. Figurerne og den skrevne tekst kan læses uafhængigt af hinanden. Det fremgår tydeligt af figurerne, hvad de repræsentere, og hvad der skal tydes ud af dem. Figurerne og teksten beskriver ikke de samme informationer. Af figurerne læses de beregnede landskabsindikatorer, som simpel diversitets indeks, patch densitet, edge densitet samt Shannon indeks. Hvorimod i teksten beskrives den statistiske analyse bag landskabsindikatorerne. Man behøver altså ikke læse hele artiklen for at forstå, at der konkluderes, at Danmark har en lavere landskabsdiversitet end resten af Europa. Man kan enten nøjes med at læse den skrevne tekst eller ved at studere figurerne for at få et indblik i artiklens indhold og resultater. Der diskuteres hverken de beregnede resultater eller forsøg på at forklare resultaterne. Dette forekommer først i diskussionen. Der vil i det efterfølgende analyseres på de beregnede resultater i artiklen. Resultaterne vil senere blive sammenlignet med de resultater, som beregnes i specialet. Hvorledes resultaterne er beregnet, fremgår ikke tydeligt gennem artiklen. Der benyttes et bestemt ordvalg i artiklen, nemlig „visualisering af resultaterne“. Visualiseringen kunne antyde, at det ikke har været muligt at give nogle specifikke resultater og derfor er visualiseringen blevet det endelige og mest repræsentable resultat.

[1] Måler, hvor mange forskellige klasser der er til stede i et landskab

[2] Måler antallet af lige fordelte klasser, som er nødvendige for den gennemsnitlige proportionale mængde af de klasser, til at være lig med det, som bliver observeret i det interesserede datasæt (hvor alle typer ikke kan være lige fordelt).

Det første resultat præsenteret i artiklen er fordelingen af det såkaldte simpel diversitets indeks i EU-landene. Figur 4.4 viser heterogeniteten i EU. De statistiske resultater for simpel diversitet

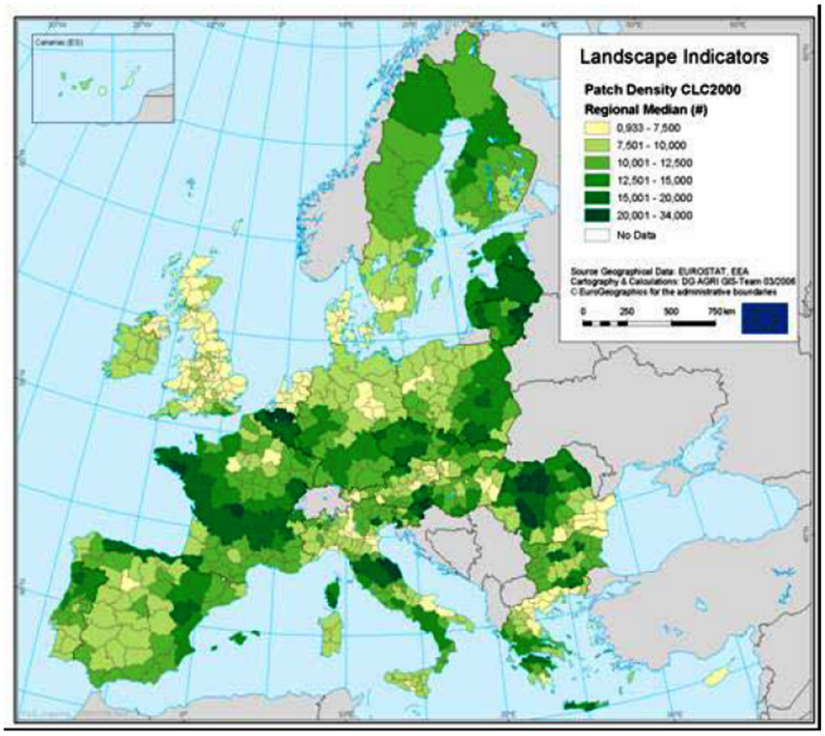


Figur 4.4: *Fordelingen af simple diversity index.*

viser, at den gennemsnitlig simpel diversitet for alle landene er på 3,7 med en standardafvigelse eller spredning på 0,6. Altså et udtryk for, hvordan heterogeniteten fordeler sig omkring gennemsnittet. Der er altså først beregnet på middelværdien for alle landene og derefter er der beregnet på varians og standardafvigelse for at kunne fortælle noget om heterogenitet for alle landene. Ud fra Figur 4.4 kan det konkluderes, at Danmark, ifølge artiklens beregninger, har et simpel diversitets indeks mellem 0,9-4,0 og dermed ligger i den lave ende af skalaen. Syddanmark og øerne ligger mellem et indeks på 0,9 og 3,0. Nordjylland, samt Østjylland ligger i et indeks på 3,0 og 3,5. Til sidst placeres Vestjylland i et indeks mellem 3,5 og 4,0. Den valgte intervalinddeling for diversitets indekset giver ikke tydelige resultater, det første interval 0,9-3,0 er altså et interval som dækker over et spektrum på 2,1. Det er svært at sige noget om Danmarks diversitet ud fra dette interval. Spørgsmålet er om Syddanmark og øerne ligger tæt på de 0,9 eller om de er nærmere de 3,0? Der er stor forskel, for hvis de ligger tættere på de 3,0, så er Danmark generelt ikke langt fra den gennemsnitlige simpel diversitets indeks på de 3,7 for EU-landene. Figuren rummer altså ikke helt en fornuftig intervalinddeling, ved at specificere intervalinddelingen mere ville der tydeliggøres yderligere, hvilke områder/lande der har lav/-mellem/høj diversitet.

På Figur 4.5 er der således beregnet på patch densitets indekset. Her er benyttet samme procedure med gennemsnit, varians og standardafvigelse. For de 27 EU-lande er den gennemsnitlige PD på 10,5 med en standardafvigelse på 3,3. PD strækker sig over et interval fra 0,9 til 34,0.

Denne gang viser det sig, at hele Danmark ligger i den lave ende af skalaen, og har et PD indeks

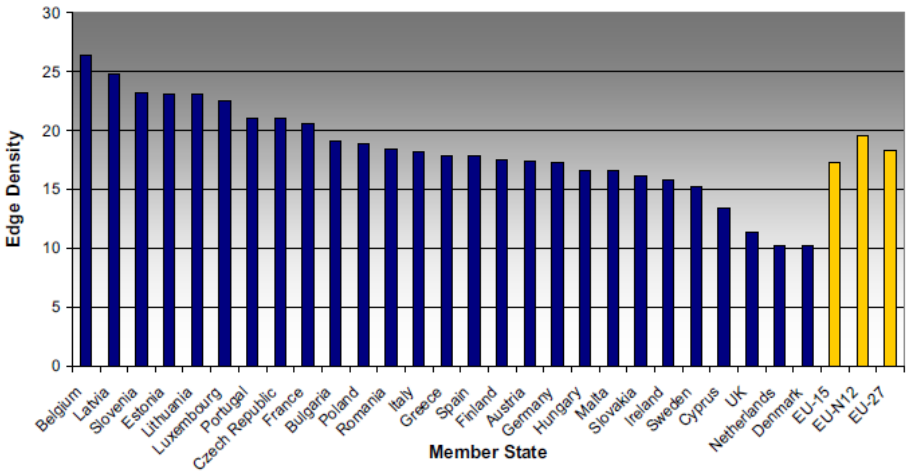


Figur 4.5: *Fordelingen af Patch Densitet i EU-landene.*

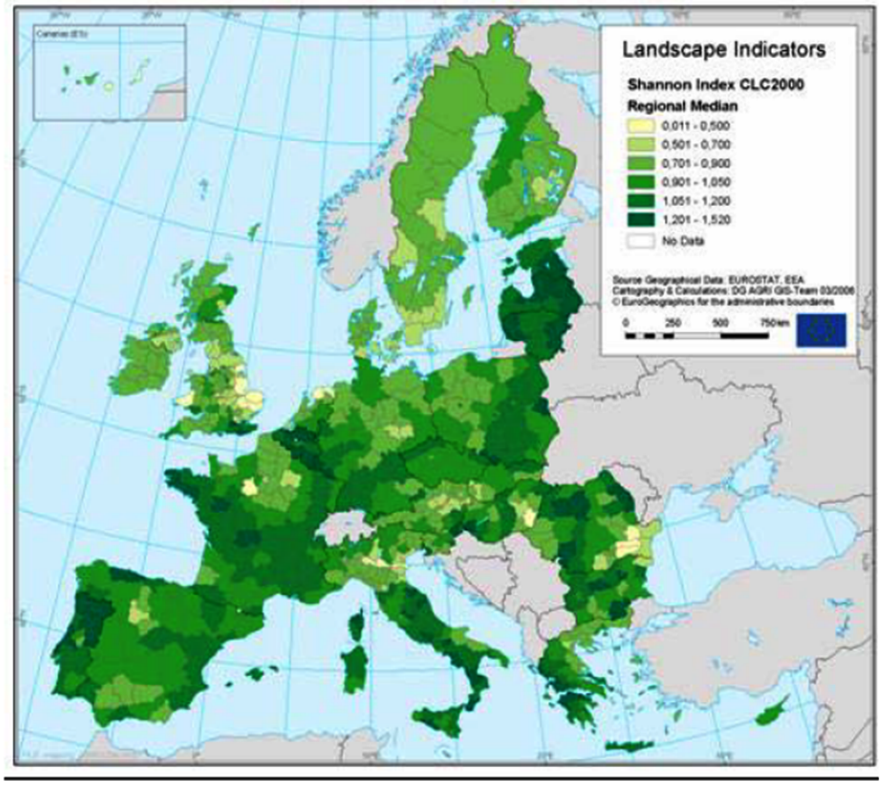
mellem 0,9-7,500. Igen haves der en lidt skæv intervalinddeling af PD, som gør det svært at sige om Danmark ligger nærmere de 0,9 PD eller de 7,5 PD. I artikelteksten skrives der, at Danmark er det land med lavest landskabs heterogenitet, idet at der i artiklen er beregnet, at den danske diversitet er 54,1 % lavere end EU gennemsnittet. Her indtræffer lidt uoverensstemmelse i artiklen, hvor der lige er nævnt, at gennemsnittet for PD var 10,5 er nu ændret til 5,1. Dette kan virke ganske mystisk og læseren kan begynde at betvivle artiklens indhold og resultater. Uoverensstemmelsen af det gennemsnitlige PD gør det ikke muligt at tolke på indikatioren og der er validiteten af artiklen svækket. Der kan også være den mulighed, at det er en skrivefejl i artiklen. Men hvordan skal en læser kunne vurdere om dette er en mulighed?

På Figur 4.6, ses selv samme figur, som blev introduceret i indledningen. Søjlediagrammet viser det gennemsnitlige edge densitets indeks. Endnu engang viser artiklens resultater, at Danmark ligger i bunden af skalaen i forhold til resten af EU. For EU's 27 lande haves der et gennemsnit på omkring de 18 ED, som ses længst til højre i Figur 4.6. Danmark derimod har en gennemsnitlig ED mellem 10 og 11. Der er altså omtrent 45% lavere end EU-gennemsnittet. Der skal dog tages det forbehold, at ED skal fortolkes med forsigtighed. ED er mere følsom over for landskabets fragmentering end et landskabs heterogenitet. For et stærkt fragementeret landskaber der således flere edges, som medregnes i resultatet. Og derfor kan være et udtryk for det modsatte af heterogenitet.

Figur 4.7 viser Shannon indekset. Der er målt et Shannon indeks for Danmark på 0,7, hvilket ifølge artiklen gør Danmark til det land med lavest landskabsdiversitet, specielt i Københavns-område, hvilket skyldes den valgte inddeling af arealklasser, som derfor giver lav diversitet i ho-



Figur 4.6: *Gennemsnitlig Edge densitet for EU-landene*



Figur 4.7: *Shannon indekset for EU-landene.*

vedstadsområdet. Intervalinddelingen på figuren er mere passende, selvom der stadig er større afstand i første intervalinddeling og sidste intervalinddeling. Generelt står der ikke meget i artiklen om SHDI og SIDI, andet end at de komplementerer hinanden ganske godt.

De fremviste resultater blev herefter sammenlignet med fotografier for nogle udvalgte områder. Der er altså zoomet helt ind på kortet til et 12 × 12 km's udsnit. For således at eftervise artiklens resultater med billeder fra den virkelige verden på lige præcis et område. Artiklen forsøger at bekræfte resultaterne om landskabsdiversitet gennem sammenligning af fotos. På denne må-

de er undersøgelsen forsøgt at validere og pålideliggøre sig selv. Endnu et resultat her af er, at artiklen laver en endelig konklusion om, at Danmark er det land i EU med lavest landskabsdiversitet.

Artiklens diskussion

I artiklens diskussionsafsnit forekommer en vurdering af de fundne resultater, samt den valgte metode og det benyttede materiale. Som noget af det første benævnes, at landskaber ser ud som de gør, blandt andet pga. de naturlige omgivelser i de forskellige lande, menneskelige aktiviteter, landbrugspolitik, samt metoden, som er valgt til undersøgelsen. Under de naturlige omgivelser nævnes blandt andet Danmark, som med topografien er et oplagt grundlag for, at Danmark har ensartet arealanvendelse. Idet det danske land er et fladt område, som med en gennemsnitlig højde på 31 meter over havniveau altså egner sig ganske godt til landbrug. Derfor er Danmark dækket af hovedsageligt en arealanvendelse og dermed giver udtryk for et homogent land i forhold til så mange andre EU-lande. Det er begrænset, hvor meget et land på ca. 43.000 km^2 kan have af forskellige arealanvendelsesklasser. Når der både skal være plads til natur og den stadig stærkt voksende befolkning i Danmark. Specielt omkring de store byer, hvor befolkningstætheden er høj vil der være en tendens til store homogene områder, idet der skal udvides både med bolig og infrastruktur til den tilkommende befolkning.

En væsentlig faktor, som nævnes i diskussionen er den fælles landbrugspolitik, som føres og er blevet ført i EU siden 1962. Det er et afgørende element for Europas landskaber. En politik, som blev ført for stabilitet samt øget og bedre produktivitet indenfor landbrugssektoren. Der blev altså fra EU's side givet incitament til at producere, øge produktionen og intensivere dyrkningen blandt andet gennem tilskud og garanterede priser for landbrugsvarer. Dette har altså ført til, at mange medlemsstater, gennem 1970'erne og 1980'erne har haft store landvindingsprojekter igang for at gøre plads til landbruget. Blandt andet Danmark har været med på denne bølge, hvilket bliver uddybet senere i specialet. Siden 1980'erne har den fælles landbrugspolitik ændret sig til at inddrage miljømæssige hensyn. Specielt de nyeste tiltag om den „grønnere" fælles landbrugspolitik, hvor der i stedet for at give tilskud til øget produktivitet og intensivering af jorddyrkning, så ydes der tilskud til vedligeholdelse af arealer og etablering af miljømæssige initiativer. Dette er blandt andet en politik, som er blevet vedtaget i Danmark, som dermed fremover skal give anledning til et mere heterogent land. Dette vil vise sig med tiden.

Der diskuteres også de anvendte data, samt den valgte metode til at komme frem til resultaterne. Forfatterne er klar over de valg, som er truffet gennem undersøgelsen, giver nogle begrænsninger til deres forskning. Der nævnes blandt andet reklassificeringen samt metadataene. Metadataene er nu dem, som der er til rådighed og derfor er disse valgt. Man kan håbe på, at der i fremtiden vil komme bedre og mere specialiserede kort. Således at mindre områder kan klassificeres i datasættet. Indenfor reklassificeringen af arealklasserne kan det diskuteres om der er nogle af de tilstedeværende klasser, som ikke nødvendigvis bidrager til diversiteten. Blandt andet de to arealklasser, „non-irrigated arable land" (CLC 2.1.1) og „permanently irrigated land" muligvis ikke ville bidrage til en anderledes diversitet i landskabet.

Det kan som noget andet også diskuteres hvorvidt den valgte cellestørrelse at arbejde indenfor, altså de 3×3 km er tilstrækkelige at arbejde indenfor. Ville det give bedre resultater om

landskabsindikatorerne, hvis man benyttede mindre cellestørrelse eller en større cellestørrelse. Dette vil der i fremtiden kunne være noget, som skulle undersøges yderligere.

Sammenfatning

Gennem analysen af artiklen er der fremhævet både de positive og negative elementer. Det er store mængder data, som (Frost et al.) arbejder med, og derfor er der nogle antagelser, som foretages for at lette en del af arbejdet. Men det giver også artiklen nogle begræsninger. Først reklassificeres CLC2000 dataene fra 44 arealanvendelsesklasser til 22 ved hjælp af en treinddeling: fin-, mellem- og udiffentierede overflader. Herefter nedsættes der et 3×3 km gridnet på vektordataene, hvor der ifølge artiklen beregnes på de fem landskabsindikatorer i hver gridcelle. I artiklen fremgik det ikke tydeligt, hvilken fremgangsmåde der var benyttet til at finde frem til de endelige resultater. Og derfor er det ikke en artikel, som er pålidelig idet det ikke er artikel, som man kan eftervise. Formålet med denne analyse af artiklen, var om den valgte metode deri kunne nedskaleres til national skala og konklusionen på dette bliver, at på de to første punkter i artiklens metode er det muligt at nedskalere på national skala. Fremgangsmåden til beregning af resultaterne for landskabsindikatorerne kan der gisnes om, idet artiklen ikke er gennemsigtig og fremgangsmåden kan derfor ikke afprøves af en fagfælle. Det er altså ikke en artikel der kan eftervises, men der kan gøres et tilnærmelsesvist forsøg ved hjælp af overlay analyse.

I det næste afsnit af analysen foretages der således en tilnærmelsesvis eftervisning af artiklens metode på national skala over en tidsrække, nemlig 1994 og 2006. Resultaterne for de to datasæt, samt artiklens resultater vil blive sammenlignet i diskussionen med henblik på at forstå det danske landskabs udvikling.

4.2 Landskabets udvikling 1994 til 2006

I dette afsnit anvendes der tilnærmelsesvist (Frost et al.)'s metode på national skala på CORINE Land Cover data fra henholdsvis 1994 og 2006. Tidsrækkeanalysen benyttes med henblik på at kunne sige noget om det danske landskabs udvikling over en periode. Er det muligt at se forandringer i landskabet siden 1994? Hvordan er situationen, er den blevet forbedret eller forværret? Analysen skal bidrage til en diskussion af artiklens valgte metode, samt muligheden for rykke debatten om et Danmark i balance. Analysen er lavet ved hjælp af programmet GIS.

4.2.1 Landskabsanalyse

Som et led i analysen er det vigtigt at forholde sig kritisk til de data som er tilgængelige. Det er en nødvendighed at kende sin analyses begrænsninger og eventuelle mangler. Metadataene benyttet til denne analyse er vektorbaserede areanvendelseskort CORINE Land Cover fra 1994 (CLC1994) ejet af Dansk Jordbrugsforskning, samt CORINE Land Cover fra 2006 ejet af Danmarks Miljøundersøgelse under Aarhus Universitet. Datasættet CLC1994 er baseret på satellitbilleder fra sensor typen Landsat (TM, SPOT XS og SPOT PAN). Denne har en rumlig opløsning på 80×80 m, altså en ganske grov opløsning til opfangning af jordens overfladeelementer. Nomenklaturen for CLC1994 bærer præg af denne grove opløsning, hvilket ses af Figur 4.8. På Figur 4.8 ses 40 arealanvendelsesklasser for CLC1994, hvoraf mange af arealanvendelsesklasserne er blandede klasser med sommerhusareal, som en del af klassen. Sommerhusarealet hører i princippet til under kunstige overflader, men pga. den rumlige opløsning har det været svært at skelne mellem hovedparten af den arealanvendelsesklasse, som er repræsenteret deri, samt sommerhusarealet, og er derfor samlet under en. Alle klasserne kan også repræsenteres uden sommerhusarealet, men resultatet bliver det samme i sidste ende og er derfor medtaget i analysen. Figur 4.8 viser også hvilke klasser, som er reklassificeret til en samlet klasse. Dette er gjort efter metoden fin-, mellem- og udifferentieret, som blev anvendt i (Frost et al.)'s artikel. Datasættet CLC2006 er baseret på satellitbilleder, som også er fra sensor typen Landsat, men af udgave 5 og 7. Denne har en rumlig opløsning på 30×30 m, som er en finere opløsning til opfangning af jordens overfladeelementer i forhold til CLC1994. Dette giver også nomenklaturen en finere og specifik inddeling af klasser, når den rumlige opløsning er på denne størrelse. Nomenklaturen for CLC2006 ses på Figur 4.9, som indeholder 31 klasser. Figuren viser også hvilke klasser, som er reklassificeret efter artiklens metode. Reklassificeringen af datasættene gør således, at der for hver datasæt er 15 klasser at arbejde med i hver undersøgelse. Reklassificeringen har indflydelse på det endelige resultat idet den må medføre lavere heterogenitet og større homogenitet i Danmark. Selvom landskabsindikatorerne måler heterogenitet, fragmentering eller homogenitet betyder en reklassficering af klasserne, at der ikke måles på den fulde heterogenitet i et landskab. I det 3×3 km gridnet er der for hver celle beregnet på de fem landskabsindikatorer præsenteret i teorikapitlet. I Appendiks B er der vist, hvordan der for en enkelt gridcelle er beregnet på de fem landskabsindikatorer. Her i analysen vises kun det endelige resultat af beregningerne for hver region i Danmark i datasættene. Ved inddeling af CLC1994 og CLC2006 i 3×3 km gridceller, fås der ca. 5800 celler at regne på for hvert årstal. Alle beregningerne for datasættene findes på en cd-rom under Appendiks C.

Det første resultat i analysen er simpel diversitet. Da det ikke har været muligt at læse ud fra artiklens metode, hvilke form for simpelt diversitet de har beregnet efter. Er det i specialet antaget, at simpel diversitet måler relativ rigdom i hver celle. Altså hvor mange forskellige klasser

CLC1994 Nomenklatur for Danmark		
Kunstige overflader	Tæt bebyggelse	Kunstige overflader
	Åben bebyggelse	
	Åben bebyggelse / Sommerhusareal	
	Industri og handel	
	Vej og jernbane	
	Havneområder	
	Lufthavne	
	Råstofgrave	
	Losseplads	
	Større anlægsområder	
	Byparker	
	Sports- og fritidsanlæg	
	Sports- og fritidsanlæg / Sommerhusareal	
Landbrugsområder	Dyrket, ikke kunstvandet	
	Frugt- og bærplantager	
	Græsmarker	
	Komplekst dyrkningsmønster	
	Blandet landbrug / Natur	Blandet landbrug
	Blandet landbrug / Natur / Sommerhusareal	
Skov og semi-naturlige områder	Løvskov	Skov
	Løvskov / Sommerhusareal	
	Nåleskov	
	Nåleskov / Sommerhusareal	
	Blandet skov	
	Blandet skov / Sommerhusareal	
	Naturlige græsarealer	Naturlige græsarealer
	Naturlige græsarealer / Sommerhusareal	
	Hede	Hede
	Hede / Sommerhusareal	
	Blandet krat / Skov	Blandet krat/skov
	Blandet krat / Skov / Sommerhusareal	
	Sand / Strand / Klitter ubevokset	Tyndt vegetationsdække
	Tyndt vegetationsdække	
Vådområder	Fersk sump	Indlands vådområder
	Mose og kær	
	Strandeng og -sump	Kyst vådområder
	Vade	
Vand	Søer	
	Kystlaguner	Hav
	Åbent vand	

Figur 4.8: *Nomenklatur for CLC1994, samt reklassificering af de danske arealklasser.*

der er repræsenteret i hver celle. Efter reklassificeringen kan hver celle altså maksimalt indeholde op til 15 klasser. Af kortene ses den gennemsnitlige værdi for hver region i Danmark for henholdsvis 1994 og 2006. For alle fem regioner er der forekommet en stigning af simpel diversitet. Region Nordjylland er den region, som har haft den lavest stigning og den højeste stigning af SD er for region Sjælland. På national plan viser de statistiske beregninger for hver årgang, at der generelt er en stigning af simpel diversitets indekset. For 1994 haves en middelværdi på 3,9 med en spredning på 1,4, og for 2006 haves en middelværdi på 4,1 med en spredning på 1,5. Dette skyldes blandt andet den bedre rumlige opløsning af satellitbilleder, som gør det muligt at analysere jordens overflade. Yderligere skyldes det også tolkning af billeder foretaget af DMU, da alle ændringer over 5 ha er medtaget i det endelige resultat. Samfundsmæssige intentioner og politik kan også være en medvirkende faktor til udviklingen af landskabets udseende. Det stigende antal af celler med flere forskellige klasser, må i forhold til den simple diversitet betyde, at der er fremgang mod større diversitet i Danmark siden 1994. Hvilke ændringer i antallet af celler med flere end fem klasser har indflydelse på de videre resultater? Giver det grobund for heterogenitet, homogenitet eller større fragmentering i landskabet?

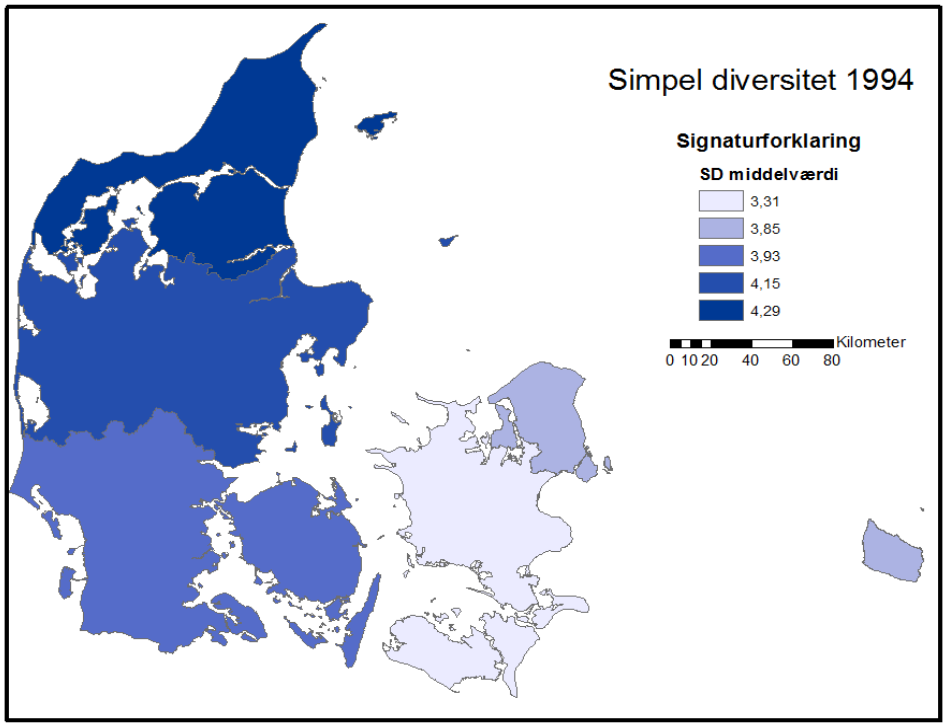
På Figur 4.11 ses, hvorledes patch densiteten er fordelt for de to årgange. Igen ses der en stigning af patch densiteten for regionerne. Denne gang er region Midtjylland, den region med størst patch densitet. Det er altså i region Midtjylland, hvor der optræder flest patches pr. 3×3

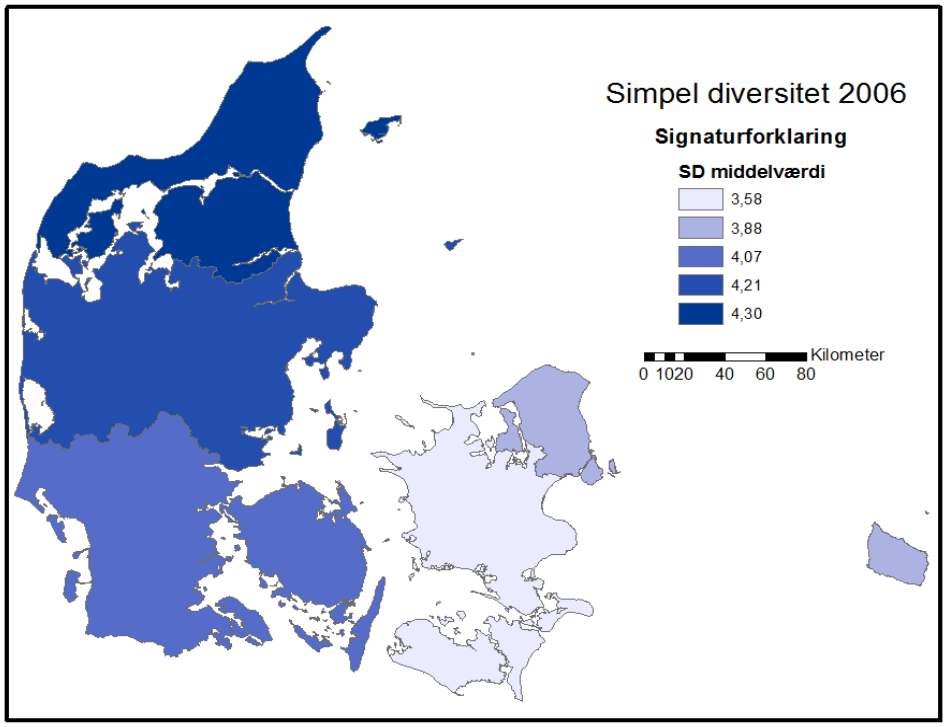
CLC2006 nomenklatur		
Bymæssig bebyggelse	1.1.1 Tæt bebygget	Kunstige overflader
	1.1.2 Åben bebyggelse	
Industri, handel og transport	1.2.1 Industri og handel	
	1.2.2 Vej- og jernbane arealer	
	1.2.3 Havneområder	
	1.2.4 Lufthavne	
Råstofgrave, lossepladser og byggepladser	1.3.1 Råstof-grave	
	1.3.2 Lossepladser	
	1.3.3 Større anlægsområder	
Grønne områder	1.4.1 Byparker og kirkegårde	
	1.4.2 Sports- og fritidsanlæg	
Dyrkede landbrugsarealer	2.1.1 Ikke-kunstvandede dyrkede arealer	
Permanente afgrøder	2.2.2 Frugt- og bærplantager	
Græsmarker	2.3.1 Græsmarker	
Blandede landbrugsområder	2.4.2 Komplekst dyrkningsmønster	
	2.4.3 Overvejende landbrugsområde med stort islæt af naturlig vegetation.	
Skov	3.1.1 Løvskov	Skov
	3.1.2 Nåleskov	
	3.1.3 Blandet skov	
Krat og/eller urtevegetation	3.2.1 Tørre enge og overdrev	
	3.2.2 Heder og hedemoser	
	3.2.4 Krat og ungskov	
Åbne arealer med ringe/ingen vegetation	3.3.1 Strand, klitter og sandflader	Tynd vegetationsdække
	3.3.3 Tyndt bevoksede arealer	
Ferske vådområder	4.1.1 Ferske enge	Ferske vådområder
	4.1.2 Moser og kær	
Salte vådområder	4.2.1 Marsk og strandeng	Salte vådområder
	4.2.3 Vade	
Ferskvand	5.1.2 Søer	
Salt- og brakvand	5.2.1 Brakvandssøer og kyst laguner	Hav
	5.2.3 Åbent hav	

Figur 4.9: *Nomenklaturen for CLC2006, samt hvordan reklassificeringen forekommer. [Dansk MiljøUndersøgelse] Denne udgave er efter de arealanvendelsesklasser, som er repræsenteret i datasættet og ikke ud fra DMU's hjemmeside.*

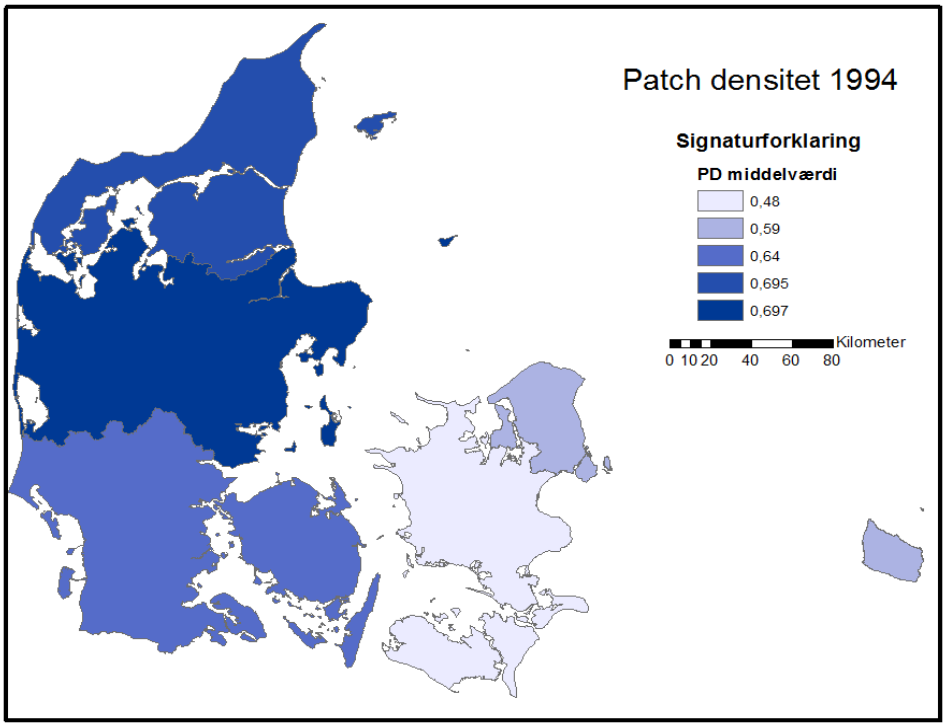
km celle. Hvorimod region Sjælland har lavest PD, men har den største stigning af PD fra 1994 til 2006. På national plan er PD generelt svagt stigende for perioden. Middelværdien for 1994 er på 0,63 pr. 100 ha med en spredning på 0,3, mens der for 2006 haves en PD på 0,65 pr. 100 ha med en spredning på 0,3. PD er følsom over for antallet af små patches i landskabet. Det vil sige at jo flere små patches der er i en celle, jo større PD, mens hvis der kun er en patch i en celle fås en lav PD. Ifølge teorien kunne en voksende patch densitet kunne både betyde større diversitet, mens stærkt voksende PD kunne give anledning til et større fragmenteret landskab. Da der forekommer en voksende PD i perioden, men i mindre grad, må den voksende PD tolkes som større diversitet i Danmark i 2006 end i 1994.

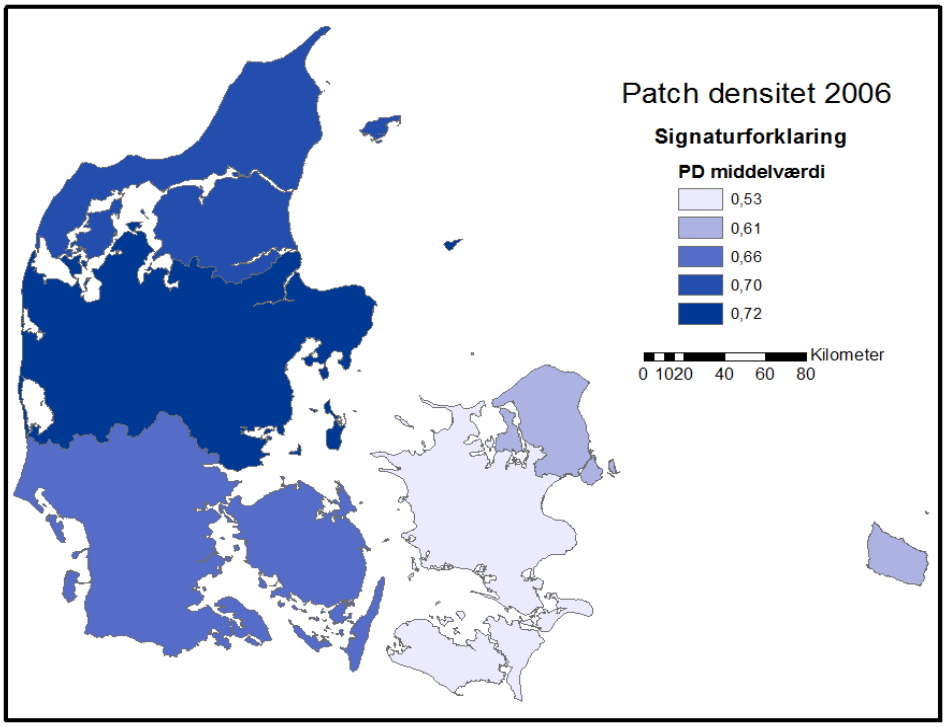
På Figur 4.12 ses fordelingen af edge densiteten i Danmark for de to årgange. Edge densiteten indikere hvor kompleks en grænse er for et område. For region Sjælland, region Hovedstaden, region Syddanmark viser kortene, at middelværdien af ED er voksende i perioden, mens der for region Midt- og Nordjylland haves en faldende middelværdi af ED. Generelt er region Midtjylland den region med flest 3×3 km celler, som indeholder komplekse patches og derfor også har komplekse edges. Generelt for hele Danmark haves der en svag stigning af ED i perioden. For 1994 haves der en middelværdi på 34,58 pr. ha med en spredning på 12,3 omkring mid-



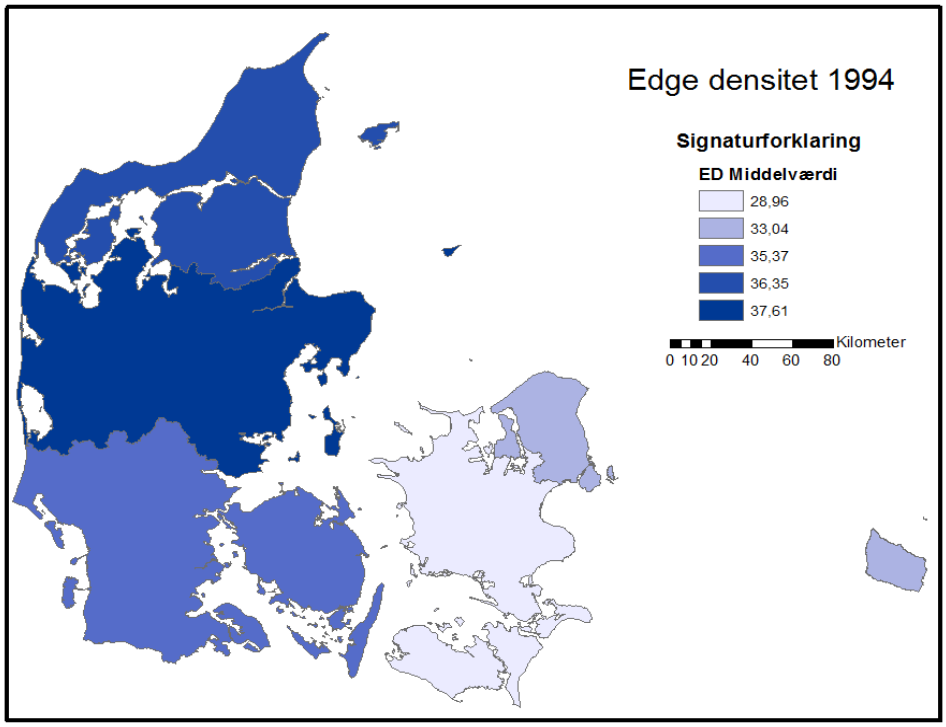


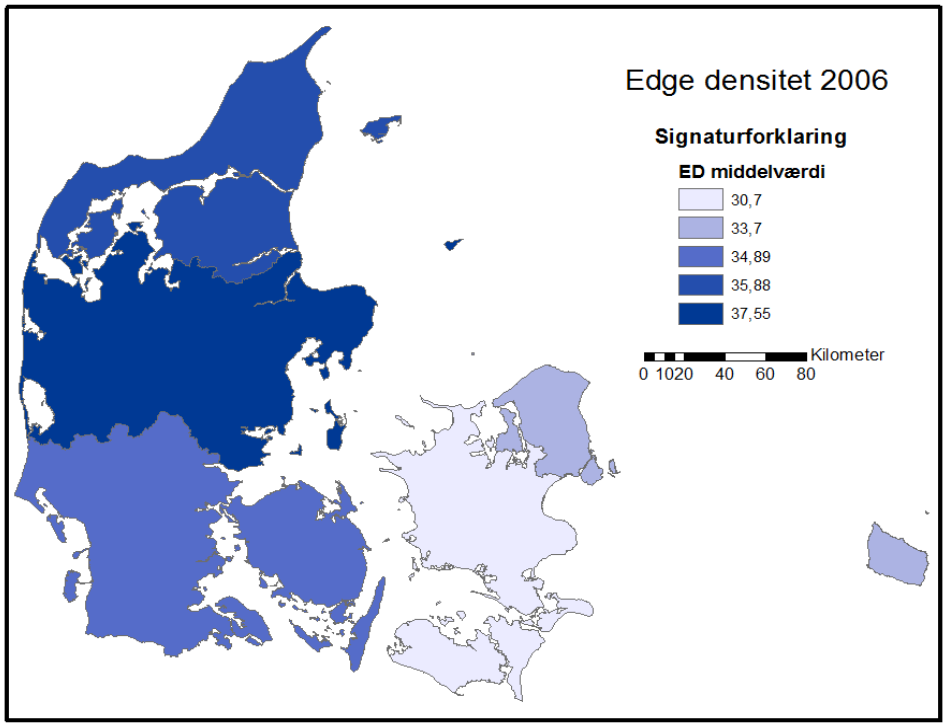
Figur 4.10: *Fordeling af regionernes middelværdi for simpel diversitet i 1994 og i 2006.*





Figur 4.11: *Fordeling af regionernes middelværdi for patch densitet i 1994 og i 2006.*





Figur 4.12: *Fordeling af regionernes middelværdi for edge densitet i 1994 og i 2006.*

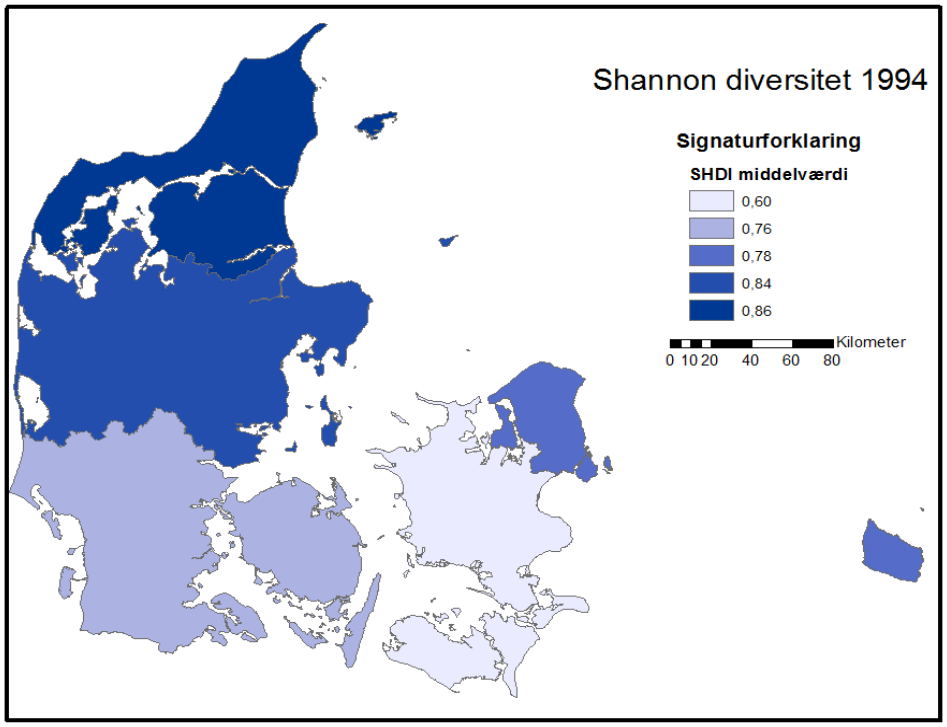
delværdien. For 2006 haves en middelværdi for ED på 34,67 pr. ha med en spredning på 12,8. Som den stigende spredning antyder, er der forekommet en anderledes fordeling af 3 × 3 km celler, hvilket også er det, som kan tydes ud af kortene. Dette hænger sammen med den ændrede patch densitet og simpel diversitet, som har indflydelse på, hvordan ED forholder sig. Var patchene vokset i størrelse, ville det have givet anledning til, at ED vil falde, men den voksende simpel diversitet har givet flere klasser pr. celle og dermed flere patches pr. celle, hvilket gør, at ED stiger. Kompleksiteten af omkredsen af arealklasserne i 1994 er ud fra kortene generelt mere komplekse end i 2006. ED er en af de mere vanskelige diversitetsindekser at analysere, da ED er mere følsom over for fragmentering end heterogenitet. De høje ED indekser forekommer hovedsageligt i Jylland, det var også her der forekom flest celler med mange forskellige klasser i. Hvilket giver anledning til større ED idet der er mange små områder, som således kommer til at influere på ED og derfor er denne voksende.

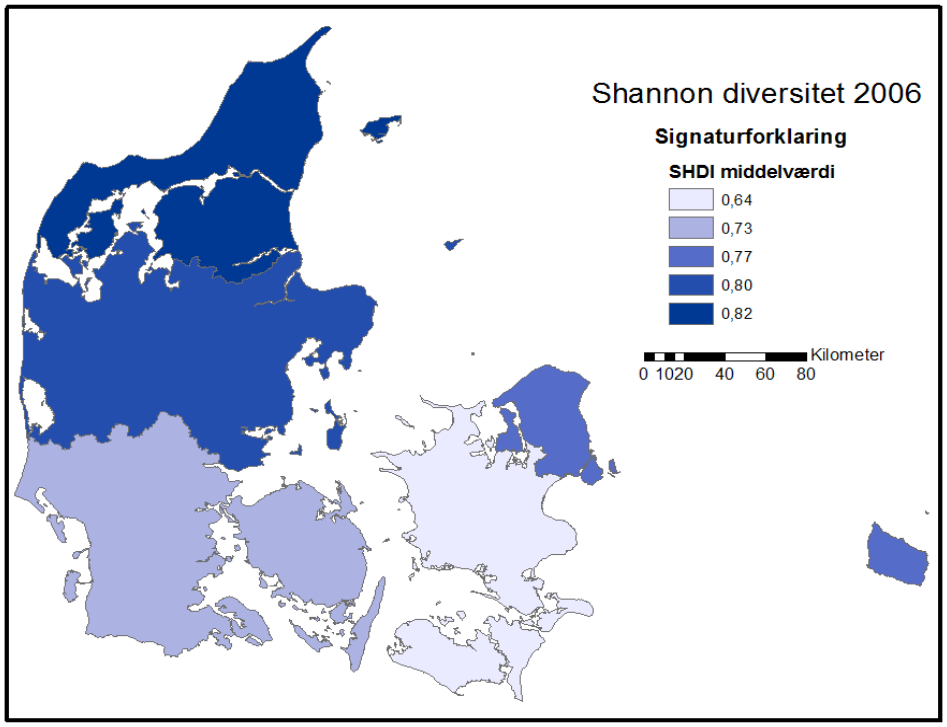
På Figur 4.13 ses fordelingen af Shannon diversitets indekset for 1994 og 2006. Resultatet for SHDI for de to årgange viser, at region Sjælland er den eneste region, som faktisk har en stigning af SHDI. De fire andre regioner udviser et svagt fald af SHDI. Region Nordjylland er den region med højest SHDI, mens region Sjælland igen ligger i bunden. Generelt for Danmark viser det sig for perioden, at SHDI er svagt faldende. For 1994 haves der en middelværdi på 0,77 med en spredning på 0,4 og der for 2006 haves en SHDI på 0,75 og en spredning på 0,4. Da der teoretisk set ikke er nogen grænse for, hvor stor SHDI kan blive, viser resultaterne et lavt indeks, som er tæt på nul. Det lave indeks viser således, at der er lav differentiation i det danske land, samt at mange af de 3 × 3 km celler i undersøgelsen, som har nogle dominerende klasser, mens andre klasser er mindre godt repræsenteret. Hvilket gør, at SHDI vil nærme sig nul, idet SHDI var mere følsom overfor rigdom end jævnhed. Dette betyder inden for informationsteori, at det er næsten 100 % forudsigeligt, hvilket arealdække der haves i Danmark. Det danske landskab er altså nemt at forudsige og derfor må det danske landskab være homogent.

På Figur 4.14 ses fordelingen af Simpsons diversitets indeks for Danmark. SIDI indekset viser nogenlunde det samme som SHDI gør. Nemlig at region Sjælland er den eneste af regionerne, som faktisk har en svag stigning i SIDI. På Danmarks plan haves der for 1994 en middelværdi på 0,41 med en spredning på 0,2 og for 2006 haves der en middelværdi på 0,39 og en spredning på 0,2. Da SIDI er en sandsynlighed og derfor bevæger sig indenfor området $0 \leq SIDI < 1$, må en sandsynlighed tættere på nul SIDI udgive en lavere diversitet. Da Simpson indekset var afhængig af jævnhed snarer end rigdom, må det konkluderes jo tættere på nul SIDI er, jo lettere er det at forudsige, hvilken patch type der vil forekomme i en 3 × 3 km celle.

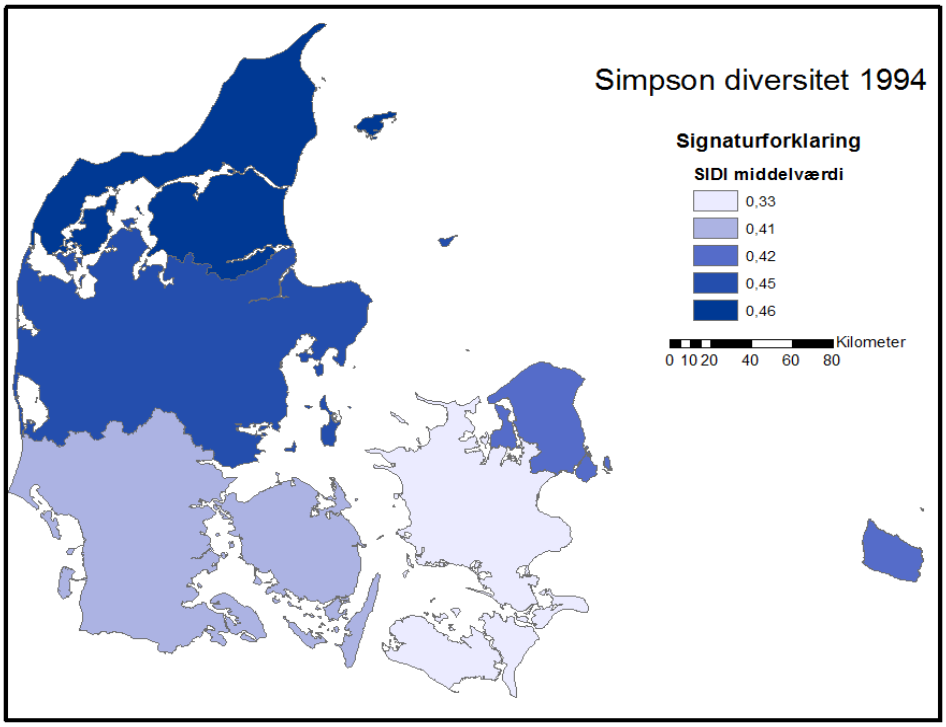
Sammenfatning

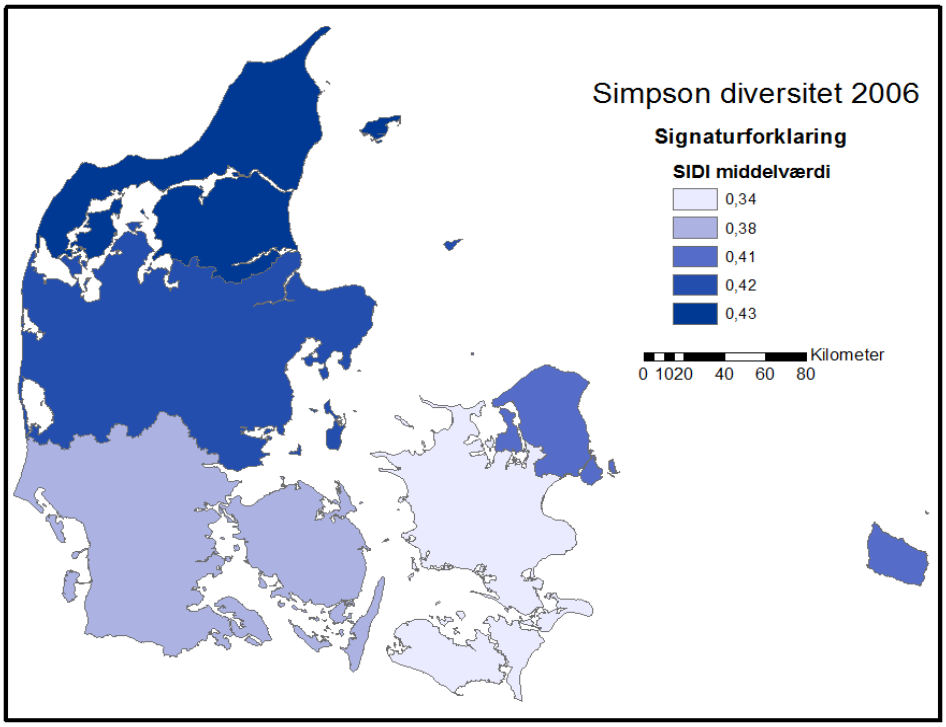
På national skala er der ud fra denne analyse, vist resultater om det danske landskabs udvikling. I perioden fra 1994 til 2006 kan det konkluderes, at der er sket ændringer på 0,03, hvilket svarer til at situationen for det danske landskab er den samme, som for 1994. De første tre landskabsindikatorer, simpel diversitet, patch densitet og edge densitet, viste en svag stigning, mens der for Shannon og Simpsons diversitets indeks var svagt faldende eller stortset ens for de to årrækker. Det danske landskab kan ud fra denne undersøgelse konkluderes, som værende et homogent landskab. Hvilke bagvedliggende faktorer har indflydelse på landskabsdiversiteten og hvad kan der fremover gøres for få plads til større diversitet i det danske land? Det vil der i næste analyse del forekomme eksempler på.





Figur 4.13: *Fordeling af regionernes middelværdi for Shannon diversitet i 1994 og i 2006.*





Figur 4.14: *Fordeling af regionernes middelværdi for Simpson diversitet i 1994 og i 2006.*

4.3 Arealanvendelse fra 1940 til i dag

Denne del af analysen søger at forklare, hvorfor det danske landskab ser ud som det gør i dag. Dette gøres ved at studere den danske historie og forstå de processer, som gennem tiden har resulteret i landskabsændringer i Danmark. Analysen sker på baggrund af litteraturstudie.

Det danske landskab er et kulturlandskab. Påvirket og til stadighed påvirkes af mennesket i form af opdyrkelse og anvendelse af skovbrug, landbrug, byudvikling og infrastruktur, bare for at nævne et par stykker arealanvendelsesklasser, som udfylder det danske landskab. Det danske landskab som vi kender i dag, er ikke et land præget af store områder med udyrkede arealer, som får lov at være natur uden menneskelig påvirkning. Nej, det danske land er et kulturland. Den danske landskabsudvikling skal ses i øjnene af den danske historie, dette skal ske ved inddragelse af ejendomsudviklingen og fordelingen i samfundet. Et af de mest grundlæggende objekter i det danske landskabsbillede er ejendommene. Ejendommene indgår i mønstre og strukturer som tilsammen udgør det fysiske rum i byer og på landet. Når et samfund står i forandring, sker der ændringer med ejendomsstrukturen, f.eks. ved fysisk planlægning. Ejendomsændringer over tid giver dermed et udtryk for et samfunds udvikling. Ejendomsændringer forekommer på forskellig skala, dvs. både nationalt, regionalt og lokalt. Der vil i det næste lægges vægt på ejendomsændringer på national skala, hvor der er nogle regelsæt, som udstikker rammerne for ejendomsændringerne. Der er udarbejdet en række love, som påvirker ejendomsudvikligen, det drejer sig blandt andet om plan-, udstyknings-, og byggelovgivningen, herunder hører også en række love indenfor veje, landbrug, miljø, naturbeskyttelse, råstof, skov og byfornyelse, samt det finansielle love, som skatte og erhvervslovgivninger. På nationalt niveau arbejdes der også med regelsæt udstukket fra EU, herunder hører blandt andet landbrugets støtteordninger. [Sørensen, b, s. 9 - 14] Disse skaber forståelsen for, hvordan det danske lands udvikler sig og bidrager også til forståelsen af den aktuelle debat om det danske landskab arealanvendelse. Ejendomsudviklingen er tæt forbundet med landbrugets udvikling. Det er den stadig og det har den også været gennem de sidste 100 år. Ganske kort kan tiden fra 1940 til i dag beskrives i tre perioder, efter [Pedersen]:

1. 1940-1970 Land fremfor vand - Landvindingsfasen
2. 1970-1985 Land forbliver land, vand forbliver vand - Status quo fasen
3. 1985-nutid Vand fremfor land - naturgenopretningsfasen

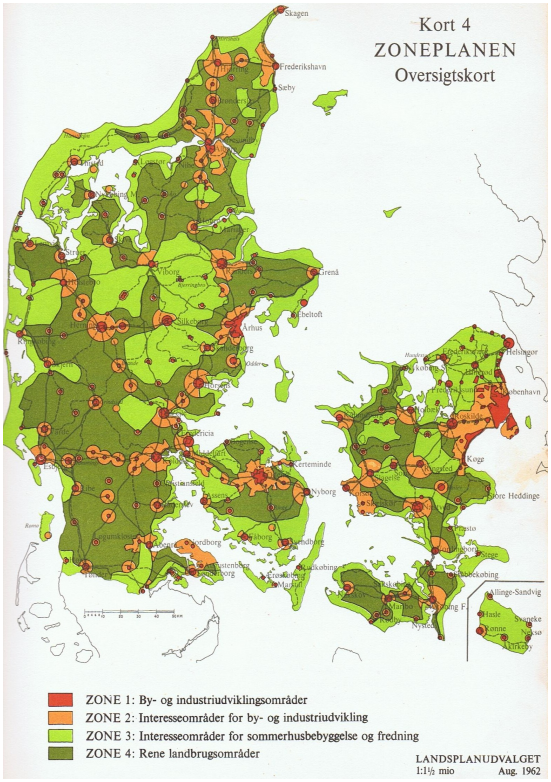
Disse tre perioder beskriver de paradigmer, samt paradigmeskift, som har været i Danmarks historie.

4.3.1 1940-1970

Perioden fra 1940 til 1970 beskriver en periode med en hård jordpolitik. Der er tale om en periode, hvor 2. verdenskrig hærger Europa og et Danmark, som ønsker at komme så helskindet ud af krigen, som muligt. I frygt for arbejdsløshed og strukturel sammenbrud for landbruget, fremsatte regeringen en beskæftigelsesplan i 1940, som skulle afværge disse foranstaltninger, men det var en lov som også blev anvendt i perioder med høj beskæftigelse. Dette resulterede i udstykning af jorde til husmandsbrug og oprettelse af nye landbrugsejendomme. [Sørensen, a, s. 247] En stor del af jordudstykninger blev skabt ved at afvande søer, vandløb og fjorde, samt opdyrkning af jorde, som tidligere var marginale. I historien repræsenterer denne periode store afvandings- og landvindingsprojekter. Våde områder i landskabet blev reduceret og

afløst af tørre dyrkningsflader. Dermed forsvandt levesteder for flora og fauna. [Sørensen, 2012, s. 87] Efter krigens afslutning stod Europa overfor et kæmpe oprydningsarbejde. Det danske landbrug var kommet forholdsvis intakt igennem, mens andre befolkningsgrupper led hårdt under krigen. Dette skyldtes dels den store eksport af landbrugsvarer til Tyskland. [Hansen, 2008, s. 329] Sulten var stor gennem hele Europa efter krigens afslutning og mange mennesker skulle brødfødes på kort tid. En kærkommen hjælp fra USA, Marshallhjælpen, satte gang i landets økonomi og mekaniseringen. [Museum Langelandsfortet] Med mekaniseringen overflødiggjordes megen arbejdskraft. Dette medførte en omfattende vandring fra land til by. Mekaniseringen betød endvidere, at større arealer kunne drives af det enkelte brug, hvilket satte gang i en strukturudvikling mod færre og større bedrifter. [Mogesen, 1971, s. 1] Med strukturudviklingen kom en faldende interesse for landbrugsbedrifter og hvert år forsvandt der gennemsnitlig 2200 bedrifter indtil 2010. [Danmarks Statistik] I første omgang var det især de små husmandsbrug på 0-10 ha som var urentable, der enten forsvandt eller blev sammenlagt med andre. Modsat den manglende interesse for husmandsbrug, var der derimod stor interesse i udstykning af jordlodder til sommerhuse i 1950'erne. Det var ikke kun danske, men også udenlandske opkøb af jorde, der blev anset som et stigende problem. Da der på daværende tidspunkt ikke var en lovgivning med generelle regler for placering af byggeri, blev der således bygget sommerhuse overalt i det åbne land. Dermed opstod grundlag for en lov med særlig vægt på byplanloven, samt regulering af bymæssige bebyggelser og det åbne land.

Zoneplan 1962 var et dokument udarbejdet af Landsplanudvalget i 1962 med henblik på at danne sig et samlet overblik over fordelingen af arealanvendelsesinteresserne. På Figur 4.15 ses et oversigtskort af landzoneplanlægning i 1962. Den daværende byudviklingsplanlægning skulle sikre byernes vækstmuligheder uden, at dette måtte gå ud over landskabelige interessser (landbrug, friluftsliv, naturfredning). Denne lov fik dog aldrig nogen praktisk betydning for byplanarbejde og virkede heller ikke som inspiration for nogen anden planlægningsvirksomhed. Ønsket om, at landbruget ikke skulle aflægge areal til by-, sommerhus- og industriudvikling holdt dog ikke længe. Den voldsomme befolkningstilvækst, vækst i levestandard og afvandring fra land til by gennem 1950'erne og 1960'erne, samt ændringer af danskernes mobilitet gjorde, at landbrugets arealinteresser måtte vige for den nye udvikling. Transportmønsterets ændringer forekom i et dratisk voksende antal af privatbiler, samt godstrafikken blev i stigende grad overtaget af lastbiltrafikken. Så det traditionelle begreb om byen med centrum om jernbanestationerne blev således omformuleret, samt det at arbejde i den by, hvor man boede. Men der var stadig ikke orden på arealplanlægningen i Danmark og i 1970 vedtages den første rigtige by og landzone lov. Formålet med loven var at få kontrol over bebyggelsen i det åbne land, og sikre at byudvikling kun sker der, hvor det er planlagt for byudvikling. Med denne nye lov blev landet således inddelt i landzone, byzone og sommerhusområder. Zoneinddelingen har siden formået at bevare de forskelligartede værdier der findes i det åbne, samt en klar adskillelse mellem by og land. Således er der gennem tiden formået at undgå spredte og tilfældige bebyggelse, som ikke har en eller anden form for tilknytning til det allerede eksisterende bebyggelse. [Landsplanafdelingen] Det der på daværende tidspunkt blev anset som landskabsbeskyttelse kunne også tolkes som landbrugsjordernes beskyttelse, idet landzoneinddelingen gav plads til landbrugets- og skoverhvervets udvikling uden indflydelse af boligbebyggelse. [Sørensen, 2012] Sammen med kommunalreformen i 1970 skulle der forekomme bedre fysisk planlægning, således blev planlægning inddelt i tre niveauer: landsplaner på nationalt niveau, regionplaner på amtsniveau samt kommuneplaner på lokalt niveau. Rammeplanlægningsprincippet betød, at planlægning på et lavereliggende niveau skulle ske indenfor de rammer der var udstukket af planlægningen på et overordnet niveau. Resultatet blev et system, der overlod en stor del af de daglige beslutninger til de relevante administrative enheder på de forskellige niveau og undgik dobbeltarbejde, samt minimerede behovet for kontrolinstanser til at godkende planlægning på kommunalt og amtsligt niveau. Man må have lov til at sige at det var et fleksibelt system, som også fik lov til at leve i over 30 år og som først blev ændret af strukturreformen i 2007. [Landsplanafdelingen] Tydelige træk viste, at det dan-



Figur 4.15: *Inddeling af det danske landskab i forskellige zoner. [Landsplanudvalget, 1962, s. 12]*

ske samfund var under forvandling, fra at være et landbrugsland til at være et industrisamfund. Fremover skulle der tages større hensyn til industrien og ikke så meget til landbruget, deres tid var ovre.

4.3.2 1970-1985

Perioden fra 1970 - 1985 kendetegnes som en periode, hvor der ikke foretages nye landvindinger, men der genoprettes heller ikke ny natur. Marker forblev marker, og naturarealer forblev naturarealer – medmindre arealer skulle inddrages til byudvikling eller veje. De sidste mange årtier har budt på kraftig reduktion i naturområdernes kvalitet og udstrækning landet over og dermed også levestederne for vilde dyr og planter. For at modvirke denne udvikling blev der vedtaget i 1972 naturfredningsloven om generel beskyttelse af naturtyper og som senere blev udvidet med naturbeskyttelsesloven i 1992. Naturfredningslovens paragraf 3 omfattede således hede, mose, strandenge, strandsumpe, ferske enge, overdrev og udvalgte vandløb og søer. [Münier, 2009, s. 83]

Med Danmarks indtræden i EF i 1973 blev landbruget anset som en samfundsmæssig ressource, som skulle beskyttes mod overgang til andet formål. Danmark blev optaget i EF i 1973 på grund af økonomiske interesser i eksport af landbrugsvarer. En sidegevinst ved denne indtræden var, at landbruget fik del af EF's landbrugsstøtteordninger. [Olesen] Det europæiske fællesskab blev etableret med det formål at forøge landbrugsproduktionen og sikre fødevareforsyningen i Europa. Da man efter Anden Verdenskrigen ønskede at være selvforsynede. Landbrugspolitikken gik ud på at støtte priserne på landbrugsvarer så landmændene var sikret mindstepriser for en række af de afgrøder de producerede. Der skulle skabes bedre vilkår for landbrugets struktur, blandt andet ved jordomlægninger mellem landbrugsejendomme, samt en fortsat intensiv dyrkning af noteret landbrugsarealer. [Sørensen, 2012] Siden indtrædelsen i EF har landbrugets ejendoms- og bedriftsstruktur udviklet sig i en retning af mellemstore bedrifter/ejendomme er blevet mindre og mindre, mens de små og store bedrifter/ejendomme er vokset. [Sørensen, b, s. 41] Drivkraften bag denne udvikling var strukturudvikling hen imod stadig større driftsenheder for at sikre rentabiliteten i heltidslandbrug. [Sørensen, b, s. 326] I 1970'erne og op til midt 1980'erne sker der store omlægninger af landbrugsnoteret jordpuljer som følge af landbrugsloven fra 1973 og 1978. Således blev det vedtaget, at køberetten for landbrugsnoteret jord og ejendom kun var forbeholdt landmænd med en landmandsuddannelse, og landbrug som hovederhverv. På denne måde reduceredes køberkredse og de jorder som var ledige blev tildelt fuldtidslandmænd. [Sørensen, b, s. 318] I løbet af 1980'erne blev landbrugets arealinteresser dokumenteret i forhold til en interesseafvejning mellem landbruget og andre arealinteresser, som råstof, fredning, recipient/vandforbrug, som blev en del af tre delings plansystemet inden for planlægning. Hvilket ville sige, at landbrugsinteresser og landbrugslov blev indpasset under plansystemet. Sammenspillet mellem regionsplanlægningen og sektorplanlægning har haft store konsekvenser for landbrugets interesser, idet at der på regionplanlægning blev prioriteret, at der skulle sikres flest mulige vand- og arealressourcer til landbruget, som helhed. Hvor der på sektorplanlægningen skulle beskæftiges med administrationen af landbrugsloven, dvs. at det var på sektorplanlægningen, hvor f.eks. udpegning af områder med behov for investeringssikkerhed eller miljøtilpasning/ekstensivering. Der var altså ikke sammenhæng mellem den fysiske planlægning og områdeudpegning i forhold til reguleringen og udviklingen af landbrugserhvervet, i henhold til landbrugsloven. [Sørensen, a, s. 249 - 250]

4.3.3 1985 - i dag

Midt 80'erne var det danske landskab voldsomt præget af monotont udseende i form af marker. Stort set alle vandløb var enten lagt i rør, kanaliseret eller reguleret. Vandkvaliteten var dårlig overalt og biodiversiteten var nedadgående. Arealer med speciel natur, som hede, enge og moser var skrumpet ind. Landmændenes støtteordninger fra EF gav dem ingen grund til gøre noget for dette. [Hansen, 2008, s. 753] På daværende tidspunkt udgjorde landbrugsstøtten 68 % af EF's samlede budget. Denne periode beskriver, hvordan natur- og miljøinteresser skal indpasses i landbrugslandskabet, herunder opbygning af grøn jordpolitik, samt anderledes anvendelse af heltidslandbrug.
Siden først i 1980'erne har landbrugets påvirkning af miljøet været genstand for en stigende offentlig og politisk debat. I midten af 80'erne forekom voldsom forurening og iltsvind i mange fjorde og vande og i nogle tilfælde med fiskedød som følge. Hovedårsagen blev lagt ved landbruget og førte til en redegørelse af landbrugets benyttelse af næringsstoffer som kvælstof, fosfor og ilt i vandmiljøet. [National Agency of Enviromental Protection, 1984, s. 3] Og således startes en ny periode med tydelige ændringer i arealforvaltningen. Eutroficering af vandmiljøet gav algevækst og medførte iltsvind og i værste tilfælde fiskedød i landets fjorde. Ved indførsel af diverse „Vandmiljøplaner" skabtes de første ændringer med indpasning af andre interesse på forvaltningsområder, som egentlig var forbeholdt landbrugsinteresser. Forureningen af miljøet blev også et hurtigt aktuelt emne på EU plan, men der var også problemer med den interne voksende overskudsproduktion fra landbruget i EU. Hvilket fører til en landbrugsreform 1992.
I løbet af 80'erne liberaliseres landbrugsloven, hvor landbrugsejendomme under en 15 ha og 30 ha ikke længere skulle opfylde kravet om egen drift. Således kunne befolkningen uden en landmandsuddannelse og landbrug som hovederhverv frit købe en landbrugsejendom. Det var også en periode med aktiv naturforvaltning, hvor der søges at etablere mere natur i landbrugslandet. Det er blandt andet i denne periode, hvor et nyt ord opstår, nemlig naturgenopretning. Disse nye tiltag indenfor naturforvaltning kom flere interesser til gavn. Blandt andet naturens plante- og dyreliv, øget skovareal, forbedring af mennesker rekreative muligheder, samt sikre kulturhistoriske værdier. Realiseringen af disse projekter blev blandt andet indfriet ved marginalisering af de dårligste landbrugsjorde, og medført omlægning fra agerjord til ekstensiv græsning og arealer fik lov at ligge udyrket hen, gro til og dermed danne et potentiale for en fremtidig natur. I 1992 reformere EU den fælles landbrugspolitik. En del af denne reform betød udlægning af landbrugsjord til brak, som forudsætning for at opnå landbrugsstøtten. [Münier, 2009, s. 83] Brakordningen havde det udelukkende formål at begrænse overskudsproduktionen af fødevarer i EU-landene, men med ordningen fulgte også en gevinst for miljøet. Landbruget blev økonomisk kompenseret for at lade urentabel jord ligge brak, ofte enge i nærheden af søer og vandløb og dermed blev der skabt levesteder for dyr og planter. Omtrent 150.000 ha landbrugsjord blev lagt i brak [Danmarks Miljøundersøgelser] Med Vandmiljøplanerne kom der blandt andet regler om harmoni i dyreholdet, og således ændredes efterspørgslen på tillægsjord for at kunne opfylde disse nye arealkrav og dermed var marginaliseringen af landbrugsjord aftaget. [Sørensen, b, s. 323 - 327][Münier, 2009, s. 83]
Siden naturbeskyttelseslovens inddragelse af naturforvaltning i 1992 har naturgenopretning indgjort massive projekter til i dag. Søer er blevet genskabt, vandløb, som har været udrettet er blevet ført tilbage til mere naturlige forløb, samt store skovrejsningsprojekter. Disse tiltag har helt eller delvist haft til hensigt at begrænse landbrugets uhensigtmæssige påvirkning af omgivelserne. Mange af tiltagene har endvidere haft et sigte om rekreativitet, som skulle sikre

den stigende bybefolknings muligheder for at opleve og færdes i det åbne land. [Stenak et al., 2009, s. 301] Det danske samfund ændrer sig fra at være et industrisamfund til et informations- og servicesamfund [Sørensen, b, s. 35]. I 2000 nedsættes det såkaldte Wilhjelmudvalg. Udvalget havde til formål at udarbejde en national handlingsplan for at sikre den biologiske mangfoldighed og naturbeskyttelse, men den skulle også sikre, at Danmark levede op til de internationale forpligtelser og medvirke til opfylde EU målsætningen om at standse tabet af biologisk mangfoldighed. I rapporten tilkendegives der, at gennem tiden er der forekommet mange indsatser for naturbskyttelsen, men at indsatsen ikke har været tilstrækkelig:

> *„Denne brede vifte af initiativer har været med til at stoppe nedgangen i Danmarks naturarealer og været med til at etablere nye. Det må imidlertid samtidig konstateres at indsatsen ikke har været tilstrækkelig til at afbøde en løbende forringelse af naturens kvalitet.“* [Wilhjelmudvalget, 2001, s. 33]

Wilhjelmudvalget fremsætter en række anbefalinger til fremtidens naturpolitik, blandt andet bedre beskyttelse af den eksisterende natur og natur med mere plads og bedre sammenhæng. Landbruget fik gennem 00'erne indordnet ændring af deres adfærd, så der i landbrugets daglige drift blev integreret større hensyn til naturen. Erhvervet skulle være en aktiv medspiller i at nå de mål om biologisk mangfoldighed og naturbeskyttelse, som regering og EU havde sat på daværende tidspunkt. Denne integration går under navnet sektorintegration og betød, at det tilskud, som landbruget fik fra EU, blandt andet skulle bidrage til at opfylde forpligtelserne, som f.eks. i EU's Habitatdirektiv og Vandrammedirektiv. Tilskuddet til landbruget skulle målrettes mod ekstensiv landbrugsdrift af f.eks. enge og overdrev, men også på særlige områder for at reducere udvaskning af næringsstoffer til vandløb, søer og vådområder. Dermed kunne landmændene opnå tilskud, hvis de tog miljøhensyn og det kan de også den dag i dag. [Naturstyrelsen, b] I 2007 sker der både nationale og internationale ændringer. Nationalt forekommer en strukturreform pr 1. januar, hvor regeringens intentioner var at skabe en bedre forvaltning af natur og miljø. Opgaver som sikring af internationale forpligtelse, nationale interesser og teknisk komplicerede sager skulle varetages af staten. Mens kommunerne skulle varetage opgaver på natur- og miljøområdet. Kommunerne blev reduceret til 98, amterne blev nedlagt og fem nye regioner blev skabt. Kommunerne får altså med strukturreformen en helt central rolle med hensyn til forvaltningen af arealanvendelsen og naturen i det åbne land. [Ministeriet for sundhed og forebyggelse] Sammen med implementeringen af en række forskellige miljødirektiver fra EU fik kommunerne således en stor arbejdsbyrde med forvaltningen af det åbne land. For landmændene var 2007 året hvor EU valgte at ophæve brakordningen under landbrugsstøtten, da overskudslagrene med fødevarer var tomme. Siden da valgte de fleste landmænd at inddrage mange af deres brakmarker til dyrkning igen. Omkring 115.000 ha brak er blevet genindført som landbrugsjord. Dermed forsvandt de levesteder for dyr og planter, som har levet der gennem 17 år. [Danmarks Miljøundersøgelser] Med handlingsplanen „Grøn Vækst“ fra 2009 kom der et modspil til brakophøret fra EU for således at give incitament til at genetablere ekstensiverende områder. „Grøn Vækst“ skal forstås som en generel samfundsmæssig indsats i det åbne land. Dette skal gøres gennem kortlægning, udvikling og forvaltning. Der skal ske ændringer af ejendomsstrukturen, samt rettighederne som hører til her. [Regeringen, 2009] IEn ny tendens, som forekommer i landskabet er, at mange af de jordamputerede ejendomme sælges til byfolk, som hobbybrug. En drøm om livet på landet. En ny landbokultur er kommet til landdistrikterne, specielt omkring de større byer. En befolkning uden tilknytning til og økonomisk afhængighed af landbrug som erhverv.

Fremover vil nye landskabsændringer forekomme, styret af andre værdier end tidligere. [Stenak et al., 2009, s. 301] Gennem de sidste 20 år er der forekommet store genopretningsprojekter for at sikre bedre naturværdier i Danmark. Ud fra tidsrækkanalysen i forrige afsnit er der ikke forekommet nogen store ændringer af diversitetsindikatorer på national skala. Der kan altså tilsluttes samme holdning, som Wilhjelmudvalget har om de ikke tilstrækkelige initiativer. Der gøres altså ikke nok på nationalt plan for at skabe større landskabsdiversitet i Danmark. De politiske intentioner om at beskytte den danske natur vi har eller skabe ny er vigtige for fremtiden. Specialets undersøgelse viser, at mange af de politiske tiltag og holdninger bør udleves i højere grad for at skabe større diversitet i Danmark.

4.3.4 Sammenfatning

Gennem lovgivninger og støtteordninger mm. har samfundet gennem tiden forsøgt at styre arealanvendelsen i den retning, som der på det pågældende tidspunkt var politisk enighed om, var den rigtige retning. De forskellige nævnte lovgivninger er alle sammen et udtryk for samfundets skiftende holdninger til den ønskede arealanvendelse i det åbne land. Gennem analysen er det blevet tydeliggjort, at den vigtigste type landskab der er i landet er landbruget. Og derfor er forståelsen af landbrugets udvikling og struktur en vigtig nøgle i dansk historie. Analysen viser også et landskab, som har været bæredygtigt i den forstand, at landbruget har tilpasset sig mange af de krav, som samfundet har stillet gennem tiden. Modsat har denne „bæredygtige tilpasning“ haft negative konsekvenser, som forurening og udledning af nærringsstoffer. Analysen viser, at det danske kulturlandskab har ændret sig betydeligt siden 1940'erne. Der er sket en betydelig homogenisering af landskabet gennem øget opdyrkning, som den teknologiske udvikling og den førte politik har ført med sig.

Hvilken fremtid venter os? Dette er blot et af de emner, som vil blive diskuteret i næste kapitel.

KAPITEL 5

DISKUSSION

Resumé:

Dette kapitel har til formål at reflektere over de metoder, der er anvendt i besvarelsen af specialets problemformulering. Desuden vurderes pålideligheden og gyldigheden af de besvarelser, der fremkommer gennem analysen. Først diskuteres og vurderes de anvendte metoder, hvorefter analysens besvarelser vurderes. (Privat billede, raspmark ved Grenå.)

5.1 Sammenligning

Gennem første del af analysen er det blevet klargjort, at den anvendte metode i (Frost et al.) tilnærmelsesvis var mulig at nedskalere til national skala. Det skal i dette kapitel diskuteres resultaterne fra artiklen, samt resultaterne fra undersøgelsen på de to årgange 1994 og 2006 for Danmark. Resultaterne fra reklassificeringen af nomenklaturen har indflydelse på det endelige resultat. Idet der i de danske datasæt ikke findes samme nomenklatur, som for EU. Dette har besværliggjort reklassificeringen på national skala, men der er gjort et forsøg efter samme metode og dette har vist sig at være fornuftige valg der er taget i forhold til sammenligning med artiklens resultater. Selvom nomenklaturen for de to datasæt har været forskellige har reklassificeringen standardiseret de to sæt, så de er sammenlignelige. Grunden til de store forskelle i datasættene er den bedre teknologi til at opfange jordens overflade gennem billeder, samt tolkningen af billederne, som er foretaget af DJF og DMU. Derfor er datasættet fra 2006 væsentlig mere detaljeret end datasættet fra 1994. Alt afhængig hvad der vil undersøges, kan en reklassificering foretages anderledes og give et andet resultat. Til fremtidige undersøgelser burde der ikke benyttes en reklassificering, idet hele et landskabs diversitet bør kvantificeres. Dette kan enten give større heterogenitet, homogenitet eller vise større fragmentering af landskabet. Det er vel den sande sandhed, som der forsøges undersøgt? Derfor bør der medtages alle faktorer i undersøgelsen for at vise diversiteten. Ved inddeling af landskabet i 3 × 3 km celler gør, at det er muligt at zoome ind til et specifikt område for således at studere diversiteten i en specifik celle. Det giver også et stort datasæt at arbejde med, samt de forskellige klasser i datasættene giver forholdsvis mange detaljer, selvom der er forsøgt at omklassificere til en overskuelig mængde arealanvendelsesklasser. Den første landskabsindikator, simpel diversitet, er forskellig fra det, som benyttes i artiklen. Dette skyldes, at der i artiklen ikke er tydeliggjort, hvilken form for simpel diversitet der er benyttet. Der er mange måder at vise simpel diversitet på. Den landskabsindikator, som er valgt i specialet, giver et indblik i, hvor mange forskellige klasser der er repræsenteret i en enkelt celle. Der måles således på den relative rigdom. Der gives således et hurtigt overblik over klassefordelingen i Danmark, samt hvilke områder, der kunne forventes at have lav og høj landskabsdiversitet. I artiklen fremgik det, at den gennemsnitlige simpel diversitet for alle lande var på 3,7. I specialet viser simpel diversitet sig at have et gennemsnit for 1994 på 3,9 klasser og for 2006 på 4,1 klasser. Der er en vis sandsynlighed for at det er samme metode, som benyttes idet der er sammenfaldende resultater. Da det ikke vides med 100% sikkerhed er resultaterne fra artiklen, samt resultaterne fra specialet altså valgt ikke blive sammenlignet yderligere. Patch densiteten for Danmark i artiklen lå i et interval af størrelsen 0,933 til 7,5. PD i specialet viste, at der for 1994 var en gennemsnitlig PD på 0,63 pr. 100 ha og for 2006 var en gennemsnitlig PD på 0,65 pr. 100 ha. Altså to PD, som er mindre end resultatet i artiklen. Desværre står der ikke nogen enheder på artiklens resultater. Det er derfor ikke muligt at vide om der er beregnet efter PD pr. 100 ha. eller en PD pr. ha. Uanset hvad der er beregnet efter, viser resultaterne i specialet, at Danmark har en PD, som er meget lav. Hvad angår edge densitet haves der forskellige resultater. For artiklen viste det sig, at Danmark havde en ED på mellem 10 og 11, mens der for 1994 var en gennemsnitlig ED på 34,6 og for 2006 en gennemsnitlig ED på 34,7. Dette kan skyldes, at der i GIS ikke er fraregnet kanter på de 3 × 3 km's celler og derfor er kanterne på disse desværre medregnet. Derfor er resultaterne ikke sammenlignelige med artiklens resultater. Resultaterne for SHDI i artiklen viste, at Danmark havde et gennemsnitlig SHDI på 0,7. Dette stemmer ganske godt overens med de beregnede SHDI i specialet, som for 1994 var på 0,77 og for 2006 på 0,75. Der forekommer således i perioden et lille og nærmest

ubetydeligt fald i landskabsdiversiteten. Det er ikke umiddelbart muligt at sige mere om artiklens resultat, da der ikke er medtaget flere decimaler, som kunne vise om år 2000 er et decideret midtpunkt mellem de to på 0,76 eller om det er højere end begge de årstal, som er benyttet her i specialet. Om SIDI blev der ikke skrevet synderligt meget om i artiklen, andet end at indekset viste samme resultater som SHDI. Derfor er det ikke muligt at sammenligne resultaterne fra specialet med resultaterne i artiklen. For 1994 var der et gennemsnitlig SIDI på 0,41, mens for 2006 var et SIDI på 0,39. Artiklen konkluderede, at SIDI viste samme tendens som SHDI. Det samme kan også konkluderes her. Artiklens resultater sammenlignet med specialets resultater bekræfter og komplementere hinanden og derfor bekræftes det desværre at det danske landskab er homogent.

Artiklens fremgangsmåde og metode er ikke umiddelbar tydelig i artiklen. Muligvis er det heller ikke artiklens formål, at metoden skal kunne efterleves af andre fagfæller. Men artiklen mister dens troværdighed og det har gennem specialet også skabt frustrationer over artiklens indhold og metode. Grundet den manglende synlighed i artiklen har det derfor været nødvendigt at benytte egen metode til fremvisning af egne resultater. Så derfor synes artiklens indhold ikke at opfylde kravene om indholdet af en naturvidenskabelig artikel og derfor også manglende validitet og reliabilitet. Den anvendte metode i specialet har krævet en del manuel sortering af de forskellige data og derfor er der små uoverensstemmelser mellem de forskellige excel data. De endelige resultater vil kun blive influeret marginalt på grund af dette, men bør stadig påpeges overfor læseren.

5.2 Hvorfor kvantificering?

Det bør diskuteres, hvorfor der ønskes kvantificering af et landskab og giver det ikke modstrid med de kvalitative natur værdier der findes i et landskab? Kvantificeringen er en nødvendighed for at belyse forholdet mellem rumlige mønstre og i nogen henseender også de økologiske processer. Kvantificering er ganske meningsfuld, når der f.eks. skal sammenlignes landskab over tid eller sammenligning af forskellig geografi og bør anses for at være et værktøj snarere end et mål i sig selv. Enhver analyse bør indeholde spørgsmål til de kvalitative egenskaber i et landskab. Dette er forsøgt gjort gennem et litteraturstudie, som dog stadig kun overfladisk berører de kvalitative egenskaber ved en landskabsanalyse og nok heller ikke er den form for kvalitative egenskaber, som økologer søger undersøgt. Det er blevet nævnt tidligere, at kvantificering af et landskab er utrolig følsom over for ændringer af den rumlige opløsning eller omfanget af dataene, som kommer til at influere på resultaterne. Det er tilstadighed en udfordring at bestemme skala og skalere mellem forskellige niveauer, når der arbejdes med landskabsindikatorer. I specialet er den rumlige opløsning valgt ud fra de tilgængelige data af CORINE Land Cover kort, altså nationalt og i artiklen internationalt, samt efter det ønskede formål med specialet, nemlig arealanvendelsen i Danmark. Det er altså ikke nødvendigt at skulle i små skala, men det er vigtigt at forholde sig til, at det hele spiller sammen i en større sammenhæng. Landskabsindikatorer er et omdiskuteret emne på internationalt plan indenfor landskabsøkologisk forskning. For hvordan skal det bestemmes hvor mange landskabsindikatorer der skal benyttes til en undersøgelse, samt hvilke kombinationer skal forekomme for således at få resultater der er meningsfyldte og kan fortolkes. Dette er til stadighed en udfordring. En hovedregel for at vælge, hvilke landskabsindikatorer der skal vælges til en undersøgelse er, at de skal være forholdsvise ukorrelerede. Ved at vise ti højt korrelerede indikatorer gives ikke ny information, men van-

skeliggører fortolkningen af dem. [Turner et al., 2001, s.107] De udvalgte landskabsindikatorer i artiklen er forholdsvis ukorrelerede indikatorer udvalgt fra 30 af de beskrevede indikatorer i [MCGarigal og Marks, 1994]. Da simpel diversitet viser, hvor mange forskellige klasse der er til stede i hver celle, har således ikke indflydelse på de andre indeks. Patch densitet og edge densitet er afhængige af hinanden, hvilket også giver mening, da størrelsen af en patch og dens omkreds naturligt hænger sammen. Hvad angår Shannon og Simpson diversitets indeksene benytter de samme hyppighed i beregningen, hvor således at Shannon indekset fremhæver rigdom og Simpsons indekset fremhæver jævnhed. Disse to indikatorer er korrelerede, da de deler samme information om hyppighed.

I analysen blev det vist at Danmark var et homogent land med dyrket jord, som den dominerende arealanvendelsesklasse i landskabet. Omvendt må det også betyde, at naturområder, som skov, eng osv. ligger fragmenteret spredt rundt i landskabet. Nye landskabsindikatorer er ved at blive udviklet og dette faktum indikere, at der tilstadighed er nogle aspekter inden for landskabsmønstre, som ikke er dækket ordentlig af de allerede eksisterende landskabsindikatorer, eller hvis der er problemer med skala, deres fortolkelighed, samt andre lignende problemer. [Uuemaa et al.] [Turner et al., 2001, s. 125] Der bør dog stadig ikke forekomme en undervurdering af betydningen af forholdet mellem landskabets mønster og de økologiske processer, selvom disse nye landskabsindikatorer er under udvikling. Kritikken i brugen af kvantificering af naturen er stor, idet diversitetsindikatorer ikke formidler nogen oplysninger om den faktiske artssammensætning i et område. Diversiteter er summariske mål for et område, hvor der ikke tages hensyn til potentielle økologiske, sociale eller økonomiske betydninger for de enkelte arter eller arealklasser. Et område kan have høj artsdiversitet eller klasse diversitet, hvor disse er omfattet af hovedsageligt uønskede klasser. Omvendt kan et område have lav klassediversitet, som er bestående af særligt unikke, sjældne og muligvis mere ønskede klasser. Selvom kritikken er til stede værende benyttes kvantificeringen af landskabet stadig. Idet kvantificeringen giver et hurtigt resultat, som er nemt at tolke i forhold til mange andre kvalitative værdier, som oftes fortolkes individuelt. Yderligere kan diversitetsindeksene kritiseres for deres kombination af rigdom og jævnhed, idet nogle mener, at der er mere information i at fortolke rigdom og jævnhed uafhængigt af hinanden.

5.3 Fremtidig arealanvendelse

I dagens Danmark er der stor efterspørgsel på jord og arealer i det åbne land. Danmark er simpelthen for lille et land til at opfylde alles behov for arealer til erhvervsudvikling, by og nye naturområder. Efterspørgsel på suppleringsjord til heltidslandbrug. Efterspørgsel på storbyens drøm om et landligt hjem, skovrejsning, ekstensivering af landbrugsarealer af hensyn til vandmiljø, samt indførsel af naturparker er stor. Den fremtidige arealanvendelse af det danske landskab kræver en stærk planlægning og prioritering. Når der skal planlægges fremtidig arealanvendelse skal der inddrages og overvejes en række forhold, som er gældende, eksempelvis EU's direktiver, støtteordninger, samt nationale love og regler. Den såkaldte zoneinddeling af Danmark er ikke tilstrækkelig længere, der er brug for flere zoner i arealplanlægningen. En opdeling af landzonen kunne gøre det muligt at koncentrere miljøindsatser på nogle arealer, eksempelvis arealer, som helt tages ud af drift. På andre arealer kan der vægtes en mere ekstensiv landbrugsproduktion og for områder, hvor der ikke er klassificeret følsomme områder eller habitatsområder kunne ske en intensivering af dyrkningen. Der er i Danmark brug for at finde

en balance mellem naturen og landbrugsdriften. Vejen frem mod større diversitet er at benytte arealerne mere hensigtsmæssigt. Spørgsmålet er så, om denne indsats vil medføre større diversitet eller større fragmentering i det danske landskab. Da landbruget optager 57 % af det danske landskab haves der en stor homogen og sammenhængende flade. Hvilket kunne give muligheden for, at store områder med urentable dyrkningsjorde lå op af hinanden og derfor kunne medføre, at disse områder enten kunne ekstensiveres eller miljøtilpasses. Det bliver i fremtiden altså nødvendigt at forholde sig mere til jordernes kvalitet, frem for kvantitet.

> „Det kan godt betyde en biodiversitetsafvikling i de rene produktionsområder ...hvordan man så kan få biotopværdier ind i dyrkningsfladerne eller lige omkring dyrkningsfladerne og der er hele bræmmediskussionen aktuel (red. Grøn Vækst tiltag om ti meters randzoner ved søer over 100 m^2 og alle vandløb)... Her kan man både opnå beskyttelseseffekt og tilbageholdelseseffekt på nitrat og fosfor. Og man kan opnå skabelsen af en vigtig spredningskorridor i produktionslandskabet ...mere ekstensiv afgræsning og dræner ikke så hårdt.“ (Esben M. Sørensen, Appendiks C)

Som Esben M. Sørensen fremhæver i dette citat, så er det muligt at indføre biodiversitet i de intensive dyrkede landbrugsområder ved at benytte nogle tiltag, som f.eks. er fremhævet i „Grøn Vækst“ fra 2009. Dette vil give anledning til større diversitet i de tætdyrkede produktionsområder. Det må altså antages, at et tiltag om opdeling af landzonen, kan medføre større diversitet i de agrare områder i landet. Selvom det har den effekt at intensivere dyrkningsflader til nogle områder, mens opdelingen vil bidrage med anderledes forvaltning og forhåbentlig større diversitet i andre områder.

Det danske landskab har vist sig at være omstruktureringsdygtigt og formet sig efter samfundets og de politiske holdninger, der har været gennem tiden. Et spørgsmål til den fremtidige arealanvendelse kunne være: Hvad er det for et landskab, som ønskes? I praksis betyder dette, at det danske landskabs udformning kan udvikle sig i forskellige retninger i fremtiden. Dette afhænger af hvilke kræfter, der får lov til at have overtaget af denne udvikling. Dermed er der underlagt i spørgsmålet, hvilket landbrug der ønskes, byudvikling osv. Landskabet ændres konstant og i disse år er land og by, så småt ved at flyde sammen. På grund af byernes stadig stigende befolkningsvækst kræver det, at byerne breder sig, hvilket influerer på de omkringliggende landskaber, samt landbrugets industrialisering også er voksende. Det ville være svært at forestille sig et dansk landskab uden landbruget. Fremtidens landskab bør rumme et aktivt landbrug. Men det er et landbrug på andre betingelser end de nuværende. Men er nutidens landskab lige så omstruktureringsdygtig, som det har været før i tiden?

> „Det danske landskab er meget omstruktureringsparat, og vil indfange de nye politiker, som kommer. Så hvis man ser på det danske landskab over tid, så har det været præget af beskæftigelsepolitik, socialpolitik, eksportpolitik og meget andet, som har været på den politiske dagsorden. Og det har omsat sig til jordpolitiske regler, planlægningstiltag og derfor er det danske landskab, som det porøse landskab, som det er, meget formeligt. Man kan forme vands gennemtrængen i landskabet. Man kan forme landskabets former, fordi det ikke er klippe land. Det er porøst landskab. ...I det danske landskab udspiller sig kulturprocesser og kulturel adfærd kan påvirkes, dvs. ejerne kan påvirkes til en bestemt udvikling af

> deres ejendom og til en bestemt anvendelse til deres arealer.“ (Esben M. Sørensen, Appendiks C)

Det danske landskab kan ikke bevæge sig tilbage til noget, som det engang har været, men skal frem mod noget nyt. Landskabet vil fortsat blive påvirket af kulturen, men udformningen af landskabet vil forandre sig, fordi landskabets tilstand og fremtid optager befolkningen og politikere mere end nogensinde før. De politiske incitamenter for, at der skal gøres mere for at beskytte den natur Danmark har eller skabe ny natur er korrekte, hvis der skal skabes større diversitet i Danmark. Dette understøttes yderligere af undersøgelsen her i specialet, at de politiske tiltag og holdninger bør i højere grad udleves for at stoppe tabet af landets mangfoldighed.

KAPITEL 6

KONKLUSION

Resumé:
Dette kapitel har til formål at besvare projektets problemformulering. (Privat billede, sommerhusområde ved Hvide Sande.)

I Danmark er naturen blevet en del af et komplekst kulturlandskab, hvor menneskets aktiviteter er den altdominerende faktor. Den menneskelige indflydelse har ændret sig i takt med de samfundsmæssige og kulturelle ændringer, samt den teknologiske udvikling. Dette har lagt pres på landskabet og naturen gennem tiden.

Specialets problemformulering lød som følgende:

Problemformulering:
Hvad er den valgte metode bag den landskabsanalyse, som (Frost et al.)'s artikel præsenterer? Ved nedskalering af den valgte metode i artiklen til national skala, hvilken udvikling ses i det danske landskab i perioden fra 1994 til 2006? Samt hvilke kvalitative forklaringer kan understøtte de kvantitative resultater af landskabsanalysen?

Besvarelsen sker ud fra en opsummering af de foregående analyser.

Artiklens valgte metode til at foretage landskabsanalyse på international skala kunne tilnærmelsesvis nedskaleres til national skala. De benyttede data i artiklen var CORINE Land Cover kort fra 2000, hvor der gennem vektorbaseret landskabsanalyse forekom resultater om EU's heterogenitet. Fremgangsmåde for landskabsanalysen var primært reklassificering af arealanvendelsesklasserne efter fin-, mellem- og udifferentieret overflader for herefter at nedsætte et gridnet af 3×3 km celler. Indenfor hver celle blev der således beregnet på fem landskabsindikatorer: Simpel diversitet, patch densitet, edge densitet, Shannon og Simpsons diversitets indeks. Idet der ikke forelå hvorledes resultaterne var beregnet, blev det konkluderet, at den valgte metode til landskabsanalyse i artiklen kun tilnærmelsesvis kunne eftervises på national skala. Artiklens manglende gennemsigtighed gjorde, at den skal tolkes og eftervises varsomt. Ved at foretage en landskabsanalyse på en tidsrække, for henholdvis 1994 og 2006, var det muligt at tolke en udvikling af det danske landskab i perioden. I analysen blev det tydeliggjort, at der for simpel diversitet, patch densitet og edge densitet var svagt stigende diversitet, mens Shannon og Simpson diversitets indeksene viste ingen, eller en ganske svag tilbagegang af diversitet i perioden fra 1994 til 2006. Det kunne altså konkluderes, at der på national skala ikke var sket de store forandringer af landskabet i den 12 årige periode, og at diversitetsindeksene generelt var lave, hvilket betød, at det danske landskab var et homogent landskab. Artiklens resultater blev således bekræftet gennem analysen og landskabsdiversiteten i Danmark har ikke ændret sig. Der må derfor tilsluttes samme konklusion, som i artiklen. Danmark har lavt landskabsdiversitet. Resultaterne af landskabsanalysen blev understøttet af den historiske analyse, som fremhævede landbrugets dominerende anvendelse i det danske landskab gennem en lang årrække og det tilstadighed er. Under diskussionen blev der diskuteret muligheder for fremtidens arealanvendelse. Det blev fremhævet, at den såkaldte landzone kunne opdeles for således at koncentrere miljøtilpasningen, ekstensiveringen og intensiveringen til bestemte områder. Dette vil således skabe større diversitet i det agrare landskab i Danmark.

LITTERATUR

Balstrøm, Jacobi, og Sørensen, **1994**. Thomas Balstrøm, Ole Jacobi, og Esben M. Sørensen. *GIS i Danmark 1*. ISBN: 87-571-1775-6. Teknisk forlag, 1994.

Balstrøm, Jacobi, og Bodum, **2006**. Thomas Balstrøm, Ole Jacobi, og Lars Bodum. *Bogen om GIS og geodata*. ISBN: 87-991446-0-3. Forlaget GIS & Geodata, 2006.

Bregendahl, Haase, Madsen, Mortensen, og Østergaard, **2010**. Michael Bregendahl, Morten Haase, Jan H. Madsen, René Mortensen, og Birte R. Østergaard. *Afsætning 1*. ISBN: 978-87-616-2794-0. Systime, 2010.

Brodersen, **2008**. Lars Brodersen. *Kommunikation med kort*. ISBN: 978-87-517-2630-3. Nyt Teknisk Forlag, 2008.

Bukh, **2005**. Per N. Bukh. *Hvornår er forskningen nyttig?*, 2005.

Jeffrey A. Cardille og Monica G. Turner. Understanding landscape metrics 1. In *Learning Landscape Ecology*, number ISBN: 0-387-95254-3. Springer, 2002.

Danmarks Miljøundersøgelser. Danmarks Miljøundersøgelser. *Braklægning i landbruget*. URL: `http://naturogmiljoe.dmu.dk/jord/brak/`. Hentet: 13-03-2012.

Danmarks Statistik. Danmarks Statistik. *Landbrug og Fiskeri, BDF: Bedrifter efter område, type, bedrifter og areal (AFSLUTTET)*. URL: `http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1311`. Hentet: 13-03-2012.

Dansk Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. Dansk Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. *Arealanvendelse*. URL: `http://www.djfgeodata.dk/datasaml/index.html`. Hentet: 18-04-2012.

Dansk MiljøUndersøgelse. Dansk MiljøUndersøgelse. *CORINE Land Cover*. URL: `http://www.dmu.dk/udgivelser/kort_og_geodata/clc2000/`. Hentet: 18-04-2012.

Eiden, Kayadjanian, og Vidal. Gerd Eiden, Maxime Kayadjanian, og Claude Vidal. *Capturing landscape structures: Tools*. URL: `http://ec.europa.eu/agriculture/publi/landscape/ch1.htm`. Hentet: 21-12-2011.

EMU, **2012**. EMU. *Spørgeteknikker*, 2012.

Frohn, **1998**. Robert C. Frohn. *Remote sensing for landscape ecology*. ISBN: 1-56670-275-5. Lewis Publishers, 1998.

Frost, Willems, Lathuy, og M.S. Calvo Iglesias, **2007**. L.C Frost, E. Willems, C. Lathuy, og og M.S. Calvo Iglesias. *AN ASSESSMENT OF LANDSCAPE HETEROGENEITY IN THE EUROPEAN UNION USING CORINE LAND COVER 2000 and LUCAS SURVEY DATA*. XI CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE PROYECTOS, XI, 1–12, 2007.

Google Earth, **2012**. Google Earth. *Google Earth*, 2012.

Hansen og Simonsen, **2004**. Frank Hansen og Kirsten Simonsen. *Geografiens videnskabsteori*. ISBN: 978-87-786-7228-5. Roskilde Universitetsforlag, 2004.

Hansen, **2008**. Kjeld Hansen. *Det tabte land*. ISBN: 978-87-12-04373-7. Gads Forlag, 2008.

Hulme, Sherratt, og Moss. Philip Hulme, Tom Sherratt, og John Moss. *Statweb*. URL: `/http://www.dur.ac.uk/stat.web/`. Hentet: 21-05-2012.

Landsplanafdelingen. Miljø- og Energiministeriet Landsplanafdelingen. *Planhistoriske forudsætninger for rummeligheden til bolig- og erhvervsbyggeri*. URL: `http://www.byerhvervudvalg.dk/Rapporter%20og%20notater/planhistorie.htm`. Hentet: 06-03-2011.

Landsplanudvalget, **1962**. Landsplanudvalget. *Zoneplan 1962 for Danmark*. S.L. Møllers Bogtrykkeri, 1962.

Levin og Normander, **2008**. Gregor Levin og Bo Normander. *Arealanvendelse i Danmark siden slutningen af 1800-tallet*, 2008.

McGarigal. Kevin McGarigal. *Landscape pattern metrics*. Encyclopedia of Environmetrics.

MCGarigal og Marks, **1995**. Kevin MCGarigal og Barbara J. Marks. *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure*, 1995.

MCGarigal og Marks, **1994**. Kevin MCGarigal og Barbara J. Marks. *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure*, 1994.

Miljøministeriet, **2007**. Miljøministeriet. *Vejledning om landskabet i kommuneplanlægningen*, 2007.

Ministeriet for sundhed og forebyggelse. Ministeriet for sundhed og forebyggelse. *Kommunalreformen*. URL: `http://www.sum.dk/Indenrigs/Kommunalreformen.aspx`. Hentet: 06-06-2012.

Bernd Münier. Landskabets udvikling siden midten af 1800-tallet. In *Danske landbrugslandskaber gennem 2000 år*, number ISBN: 978-87-7934-420-4. Århus Universitetsforlag, 2009.

Mogesen, **1971**. G. Viby Mogesen. *Afvandring fra landbruget*. Tidsskrift.dk, 109(5-6), 266–280, 1971.

Montello, **2001**. D. R. Montello. *Scale in Geography*. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, pages 3501–13504, 2001.

Morsø kommune og Niras Konsulenterne, **2009**. Morsø kommune og Niras Konsulenterne. *Landskabstjekliste*, 2009.

Museum Langelandsfortet. Museum Langelandsfortet. *Marshall-planen*. URL: http://www.langelandsfortet.dk/Langelandsfortet%20Fentz/Langelandsfortet/Marshall-planen.htm. Hentet: 06-03-2011.

National Agency of Enviromental Protection, **1984**. National Agency of Enviromental Protection. *The NPO report*, 1984.

Naturstyrelsen, **a**. Naturstyrelsen. *Landsplanredegørelse*. URL: http://www.naturstyrelsen.dk/Planlaegning/Landsplanlaegning/Landsplanredegoerelse/. Hentet: 06-05-2012.

Naturstyrelsen, **b**. Naturstyrelsen. *Mere natur og miljø via landbruget*. URL: http://www.naturstyrelsen.dk/Vandet/Vaadomraader/Sektorintegration/. Hentet: 15-03-2012.

Nørreklit, **2006**. Lennart Nørreklit. *The double hermeneutics of life world*. Philosophy and Science Studies, 5, 1–12, 2006.

Olesen. Thorsten Borring Olesen. *Danmark og EF/EU efter 1973*. URL: http://danmarkshistorien.dk/leksikon-og-kilder/vis/materiale/danmark-og-efeu-efter-1973/. Hentet: 07-03-2011.

Anders Branth Pedersen. Fra landvindingspolitik til naturgenopretningspolitik – policy-netværks magt og forandring. PhD thesis, Institut for Statskundskab, Aarhus.

Primus. Primus. *Den hermeneutiske spiral*. URL: http://primus.systime.dk/index.php?id=497. Hentet: 15-03-2012.

Rasmussen, B. Nielsen, og Bradshaw, **2007**. Peter Rasmussen, Anne B. Nielsen, og Emily Bradshaw. *Landskabets udvikling i Danmark*. Geoviden, 1, 2–9, 2007.

Regeringen, **2009**. Regeringen. *Grøn Vækst*, 2009.

Rienecker og Jørgensen, **2005**. Lotte Rienecker og Peter S. Jørgensen. *Den gode opgave*. ISBN: 87-593-1164-9. Forlaget for Samfundslitteratur, 2005.

Salling Larsen og Vejleskov, **2006**. Anne-Lise Salling Larsen og Hans Vejleskov. *Videnskab og forskning*. ISBN: 978-87-12-04271-6. Gads forlag, 2006.

Simonsen, **2010**. Mette Kildevæld Simonsen. *At læse videnskabelige artikler – viden og øvelse*. Slides, 2010.

Esben M. Sørensen. Regionale og lokale ændringsmønstre i landskabets ejerforhold. In Per G. Møller, Poul Holm, og Linda Rasmussen, editors, *Aktører i landskabet*. a.

Esben M. Sørensen. Hvordan kan arealplanlægning understøtte bevarelse og forbedring af biodiversitet? In *Danmarks natur frem mod 2020*. Det Grønne Kontaktudvalg, 2012.

Esben M. Sørensen, editor. *Ejendomsændringer i det 20. århundrede*.

Alfred Stein. Some basic elements of statistics. In *Spatial Statistics for Remote Sensing*, number ISBN: 0-306-47647-9. Kluwer Academic Publishers, 2002.

Morten Stenak, Jørgen R. Rømer, Ulf Näsman, og Bent Odgaard. Landskabsforandringer gennem 2000 år. In *Danske landbrugslandskaber gennem 2000 år*, number ISBN: 978-87-7934-420-4. Århus Universitetsforlag, 2009.

Stoltze, **2007**. Michael Stoltze. *Dansk natur*. ISBN: 87-02-05543-0. Gyldendal, 2007.

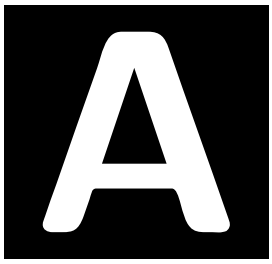
Turner, Gardner, og O'Neill, **2001**. Monica G. Turner, Robert H. Gardner, og Robert V. O'Neill. *Landscape ecology*. ISBN: 0-387-95122-9. Springer, 2001.

Uuemaa, Antrop, Roosaare, Marja, og Mander. Evelin Uuemaa, Marc Antrop, Jüri Roosaare, Riho Marja, og Ülo Mander. *Landscape Metrics and Indices: An Overview of Their Use in Landscape Research*. URL: `http://landscaperesearch.livingreviews.org/open?pubNo=lrlr-2009-1&page=articlese3.html`. Hentet: 05-06-2012.

Walz. Ulrich Walz. *Landscape Structure, Landscape Metrics and Biodiversity*. URL: `http://www.livingreviews.org/lrlr-2011-3`. Hentet: 20-03-2012.

Wilhjelmudvalget, **2001**. Wilhjelmudvalget. *En rig natur i et rigt samfund*, 2001.

APPENDIKS



ARTIKEL

XI CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE PROYECTOS LUGO, 26-28 Septiembre, 2007

AN ASSESSMENT OF LANDSCAPE HETEROGENEITY IN THE EUROPEAN UNION USING CORINE LAND COVER 2000 and LUCAS SURVEY DATA

L.C. Frost , E. Willems(p) ,C. Lathuy, M.S. Calvo Iglesias

Abstract

This paper explores the spatial dimension of the landscape, with the aim of building an indicator of landscape state for the European Union that accounts for the difference in heterogeneity among rural landscapes across Member States.

The investigation mainly utilised land cover data from the CORINE Land Cover 2000 inventory. This was later compared with ground truth photographic data for specific focus regions, obtained from the European Commission LUCAS area frame survey.

Landscape characterisation was conducted across the European Union by means of five landscape pattern metrics calculated within a 3 x 3km grid, assuming that this extent represents the range of human view. Grid-level data were synthesised at the level of NUTS 2/3 to assess the landscape median heterogeneity per region. Results reveal significant differences between landscape heterogeneity in the EU-15 and EU-N12. In particular, CLC2000 reveals extreme homogeneity in Denmark, the United Kingdom, and the Netherlands. In Northern Portugal and the Baltic states heterogeneity is high. Reasons for this discrepancy were analysed in terms of agricultural policy and environmental attributes of the different Member States.

Individual areas were then investigated in greater depth to assess the degree to which the CORINE data analysis is representative of true landscape heterogeneity. The analysis with LUCAS uncovers a high level of consistency between the two datasets in the focus regions, and discernible ground-level distinctions between areas of "high"and "low"heterogeneity. Despite the promising results, this consistency is not universally conclusive; therefore further analyses are needed to ascertain its reliability.

Keywords: landscape analysis, European Union, Corine Land Cover, LUCAS survey

Resumen

Este estudio explora la dimensión espacial del paisaje, con el objetivo de contribuir a la construcción de un indicador de "estado del paisaje"para la Unión Europea que recoja la diferencia en heterogeneidad de los paisajes rurales en los distintos Estados Miembros.

Para esta investigación se utilizaron fundamentalmente los datos de Corine Land Cover 2000, que posteriormente fueron comparados con fotografías procedentes del muestreo LUCAS.

El análisis paisajístico fue llevado a cabo mediante el cálculo de cinco índices de paisaje calculados en grids de 3x3 km, asumiendo que este tamaño representa el campo de visión humano. Los resultados fueron sintetizados a nivel de NUTS 2/3 para analizar la heterogeneidad de cada región a partir de su mediana. Se han observado diferencias significativas de heterogeneidad para los paises EU-15 y EU-N12. En concreto se ha observado gran homogeneidad en Dinamarca, UK y Holanda, mientras que Portugal y los Países Bálticos son muy heterogéneos. Estos resultados fueron analizados posteriormente en el contexto de la política agraria y de las características ambientales de los Paises Miembros.

Del análisis de los datos LUCAS se obtuvieron resultados similares permitiendo la diferenciación de áreas con alta y baja heterogeneidad. A pesar de los prometedores resultados, el carácter exploratorio del estudio muestra la necesidad de realizar posteriores investigaciones para evaluar el grado de complementariedad entre ambas fuentes de datos.

Palabras clave: análisis del paisaje, Unión Europea, Corine Land Cover, encuesta LUCAS

1. Introduction

The diversity of rural landscapes in Europe is a distinctive feature of the continent (Stanners and Bourdeau, 1995). Land use patterns have evolved around two significant factors: the type and accessibility of natural resources and the dynamics of demographic processes, Stanners and Bourdeau (1995) – factors which inevitably fluctuate in extremes across the European Union's 4,336,790 sq km area. As such, there is great variation between different landscapes in terms of the distribution and intensity of human occupancy, forest, arable, grassland, permanent crops and other agricultural uses. Hedgerows and other linear elements are likewise an important feature, EEA (2005). This spatial mosaic of landscape elements is the major determinant of the physical semblance, visual appearance, and human perception of landscape. It is the defining characteristic of regional environments and the scene with which local people identify and frame their lives, contributing to the formation of local cultures, natural and cultural heritage and human well-being, Council of Europe (2000). It is an important part of the quality of life for people everywhere. Furthermore, the configuration and composition of landscape elements – in terms of habitat fragmentation and ecosystem viability – play an important role for ecological functionality and biological diversity, McGarigal and Marks (1994). Thus, landscape structure and form represent "complex human-environment systems", O'Neill et al. (1989), crucial for both social and environmental sustainability, as well as for the economic activities which they support Jessel (2006), Stanners and Bourdeau, (1995), Council of Europe (2000).

As such, landscape analysis is of increasing importance in the bid to comprehend landscape structures in a way which yields functional results for policy formation. Bailey et al. (2006) observe the wide use of landscape quantification to monitor environmental quality at regional scales e.g. O'Neill et al. (1997); to measure and monitor landscape change e.g. Lausch and Herzog (2002); to quantify ecological processes e.g. Bender et al. (2003); to study the effects of society on landscape e.g. Saura and Carballal (2004); and to aid in landscape design Gustafson and Parker (1994). Documenting trends in land use, land cover and landscape pattern contributes to a better understanding of the interaction between landscape structure and ecological and human processes Griffith et al. (2003); Calvo-Iglesias et al. (2006). But landscape is an inherently difficult concept to capture on the basis of available information EEA (2005). Possessing the dual dimensions of variation through both time and space, landscapes may be seen as a palimpsest of specific, sometimes intangible, local conditions. This necessitates analysis of both the trajectories of change and its spatial distribution Mertens and Lambin (2000); Bürgi et al. (2004); Calvo-Iglesias et al., (2006). This paper examines the spatial dimension, exploring the roles of two key European sources of landscape data in understanding the varying structure and form of landscape throughout the EU-27.

The investigation surveys landscape heterogeneity and fragmentation across the European Union, mainly utilising spatial data from the CORINE Land Cover 2000 inventory. These data were used to conduct landscape analysis across the EU by means of five landscape pattern metrics, calculated within a 3 x 3 km grid. The computed results were later compared with visual information for specific focus regions, provided by the ground images of the LUCAS area frame survey. The study examined the complementarity between the ground truth images and satellite-based data, and assessed the added value of LUCAS data to landscape analyses based on medium-resolution satellite imagery.

2. Materials and methods

2.1. Materials

The investigation mainly utilised land cover data from the CORINE Land Cover 2000 inventory. This was later compared with ground truth photographic data for specific focus regions, obtained from the European Commission LUCAS area frame survey.

The initial Corine inventories, incorporating the majority of the EU-25, took place between 1986-95 (Corine Land Cover 1990). We used the update launched in January 2000, which covers all EU-27 countries. The mapping units of the CORINE survey measure 25ha in area, classified based on the dominant type of land cover within the polygon. Linear features of less than 100m wide are disregarded. The scale of the final output is 1:100,000 equating to a location precision of 100m. CLC describes land cover based on a nomenclature of 44 classes, organised hierarchically in three levels. It was decided to use an intermediate thematic resolution by aggregating some of the classes at the first and second level. This reduced the number of CORINE classes to 22. The finest differentiation is used for agricultural classes and shrub or herbaceous vegetation associations; the intermediate level is used for forests, sparsely vegetated areas, and for

wetlands and water bodies; artificial surfaces are undifferentiated, meaning that urban areas constitute just one of the 22 land cover classes. The emphasis here is thus on the heterogeneity of the non-urban landscape.

LUCAS is an European area frame survey based on the observation of a sample of georeferenced points, with the primary objective to provide representative and harmonised estimates of land cover and land use at EU level. It also includes more environmental information. The base sample with the latest methodology is linked to a 1km grid corresponding to around 4,000,000 points for the entire EU. The master sample incorporates a subset of these points, corresponding to a 2km grid and consisting of around 1,000,000 points. The master sample has been combined with NUTS boundaries to extract points on the EU territory and allocate them by country. Each point of the master sample has been photo-interpreted in order to classify the sample into seven strata, based on the most recent ortho-photography or on satellite imagery. From the stratified master sample, a sub-sample of around 250,000 points is extracted, to be classified by field visit according to the full land nomenclature. These visits are intended to focus on agricultural land. Due to the low quality and lack of harmonised methodology for the collection of the pictures in the survey in 2000, this research employs landscape images from the most recent inventory in 2006 which covers 11 Member States.

2.2. Methods

Raw CLC data were quantified into workable statistics using five landscape pattern metrics: Simple Diversity, Patch Density, Edge Density, Shannon and Simpson Diversity. The five diversity indices were chosen based on general acceptance of their efficacy in the wider literature, and their potential ease of interpretation, both spatially and visually from the LUCAS images. The metrics represent different ways of classifying the landscape and thus yield differing information concerning landscape configuration. For instance, whilst Simple Diversity quantifies landscape composition, the Patch Density, Edge Density, Shannon and Simpson Diversity indices also consider the configuration of patch types within the landscape. For description and mathematical formulae detailed information can be found in McGarigal et al. (1994). The base unit for computation of each index was a grid cell of 3 x 3km2, in which the indices are calculated. The grid size was decided based on the approximate limits of human view in an almost flat environment, following trials in previous studies using cells of 10 x 10km (Willems et al. 2000). Furthermore, this cell dimension provides a high number of squares for aggregation at regional (NUTS 2/3) level, a good picture of intra-regional diversity and fine inter-regional comparisons.

Based on the results of the CORINE analysis, a subset of LUCAS points was selected for ground-level analysis of the landscape in five regions of the Member States featuring low, medium and high heterogeneity values. The selection of focus regions was restricted by the areas for which reliable data were available. After filtering out the poorer quality images from the initial subset of 5 LUCAS points per test region, photographs for 2-3 points per Member State remained for comparison with the CLC data.

Visual image interpretation of photographs is a non-numerical approach based on the perceived image characteristics, Antrop and Van Eetvelde (2000). Important factors for interpretation are the degree of detail in the photographs and their comparability with the other material

used, Nüsser (2001). It was assumed in the CORINE analysis that a grid size of 3 x 3km approximates the limits of human view. As such, it is assumed that the human view depicted in the LUCAS landscape photographs is roughly simultaneous with the spatial reference units of the CORINE analysis. Only LUCAS points located in the centre of grid reference squares were chosen, since these would approximate the spatial extent of the landscape metrics more accurately. Hence, for this exploratory exercise, the two datasets are considered comparable. The inaccuracies in this assumption may be resolved by future research.

The LUCAS analysis focused on three specific landscape metrics for comparison with the CORINE data – Simple Diversity, Patch Density and the Simpson Diversity Index – since these were the easiest to estimate through visual interpretation. Bearing in mind the resolution of the satellite data and the aggregation of CLC classes, the number and density of visible land cover types and patches were counted for each landscape photograph, and the dominant CLC class identified. The results were compared with the values obtained during the CORINE analysis to assess the consistency of the two datasets. The photographs were also analysed to determine the additional landscape information yielded by ground truth data, which can expand upon the details obtained from the CORINE analysis.

3. Results

Figure 1 shows landscape heterogeneity across the EU-27 at the regional level, as reflected by the simple diversity index. The mean heterogeneity of all countries is 3.7 (within a range from 0.9 to 6.2), with a standard deviation of 0.6. Thus, approximately 2/3 of the Member States display a mean Simple Diversity within a distance of 0.6 units either side of the mean. Figure 2

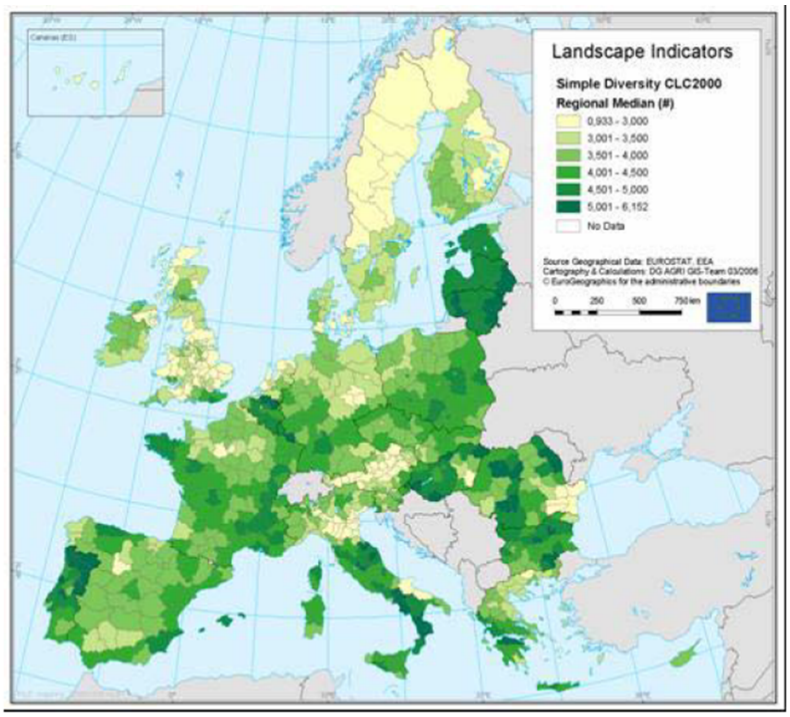


Figure 1. Distribution of NUTS Regions according to Simple diversity index

categorises regions of the EU based on the Patch Density index. The average PD for the EU-27

is 10.5 (within a range from 0.9 to 34.0), with a standard deviation of 3.3. Approximately 2/3 of the Member States exhibit a PD within 3.3 units either side of the mean.

Patch density reveals the lowest landscape heterogeneity at Member State level to be that of Denmark, where the diversity is 54.1% lower than the EU average, at 5.1. The Netherlands also possesses a particularly low degree of landscape heterogeneity. At regional level, London (0.9), Paris (1.0) and København (1.5) constitute the three regions of lowest heterogeneity. 30 regions have a PD of below 4.0, of which 19 are located in the UK. At Member State level, the countries

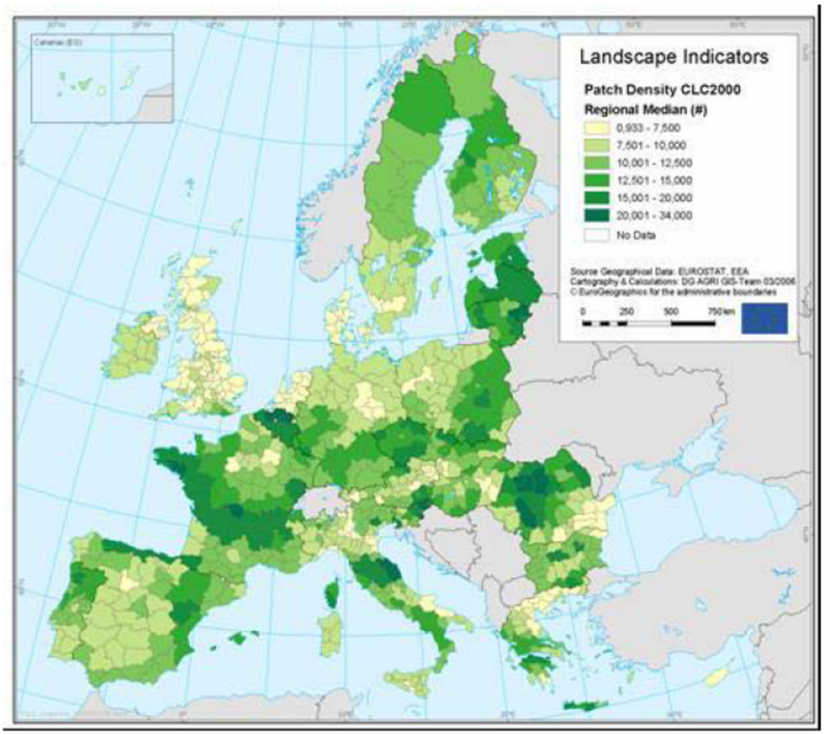
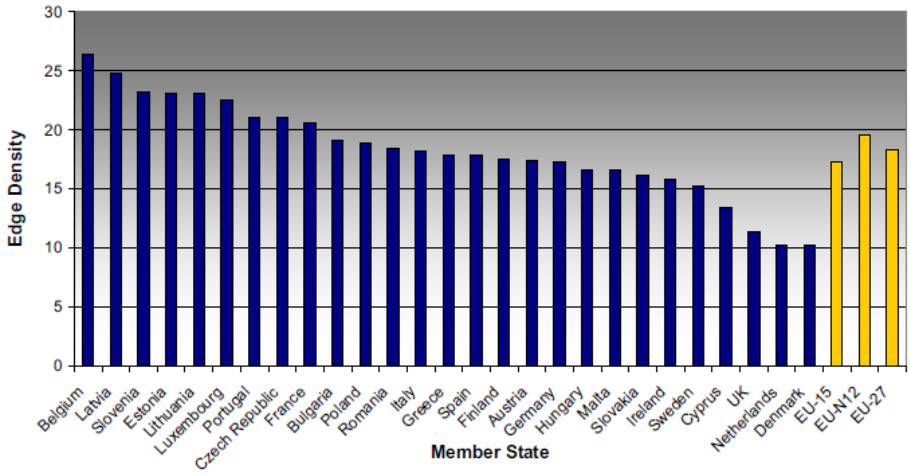


Figure 2. Distribution of NUTS Regions according to Patch Density Index

with the highest landscape heterogeneity are Belgium, with a mean value of 26.4, and Latvia (24.8) (see figure 3). These results should be interpreted with care, as the edge density is sensitive to landscape fragmentation rather than heterogeneity alone. With the Shannon index



(figure 4), the lowest landscape diversity is found in Denmark and Sweden (0.7). At a regional level the urban areas display the lowest diversity due to the low level of differentiation in the urban land cover classes. As with the other indices, several urban départements of France and agricultural provinces of Italy also feature in this list, together with two predominantly agricultural regions of Romania. Simpson's diversity showed very similar results. Based on the results

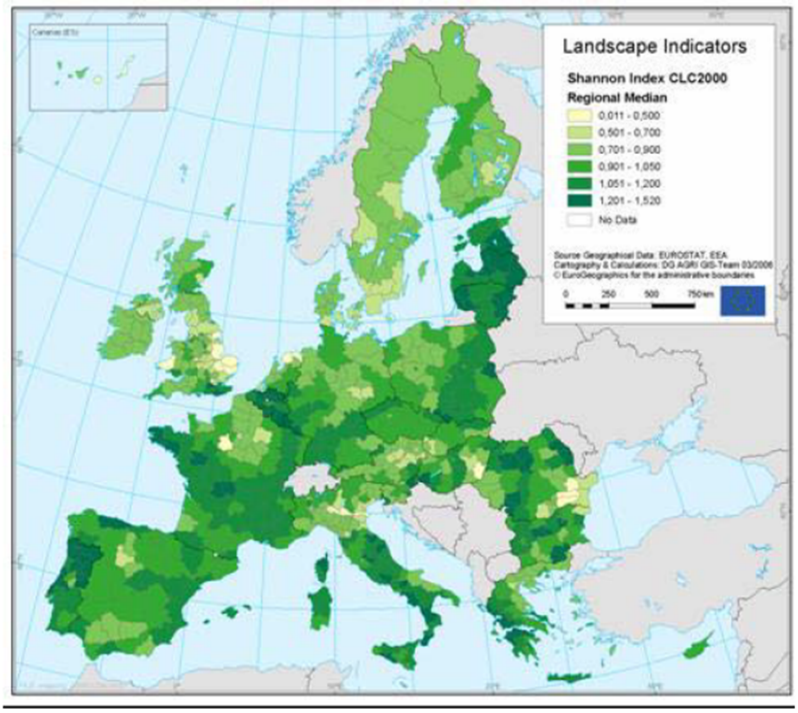


Figure 4. Distribution of NUTS Regions according to Shannon Index

of the CORINE analysis, and bearing in mind the areas for which reliable data were available, five points were selected from the 2006 LUCAS survey in each of Belgium, Italy and Poland – representing the more heterogeneous landscape types. For the regions of lower heterogeneity, five points were selected in each of the Netherlands and Hungary. After filtering out the poorer quality images, photographs for 2-3 points per test area remained for analysis. In general, the results from the analysis of LUCAS images confirm the findings regarding landscape heterogeneity across Member States. Based on the areas sampled in this investigation, it appears that LUCAS data sets yielded additional information regarding the internal heterogeneity of CLC classes and the particularities of landscape character and form. Figures 5 shows the landscape information provided by LUCAS data in relation to CORINE.

4. Discussion

Results show the extreme variation in landscape heterogeneity across the EU-27 Member States, the explanation for which can be grounded, amongst other things, in the natural settings of the different regions, human pressure, agricultural policy and methods utilised for this research.

Regarding the topography, more homogeneous regions are characterised by vast expanses of flat land (e.g. Netherlands, southeast Hungary). Aside from the regions explored above, this

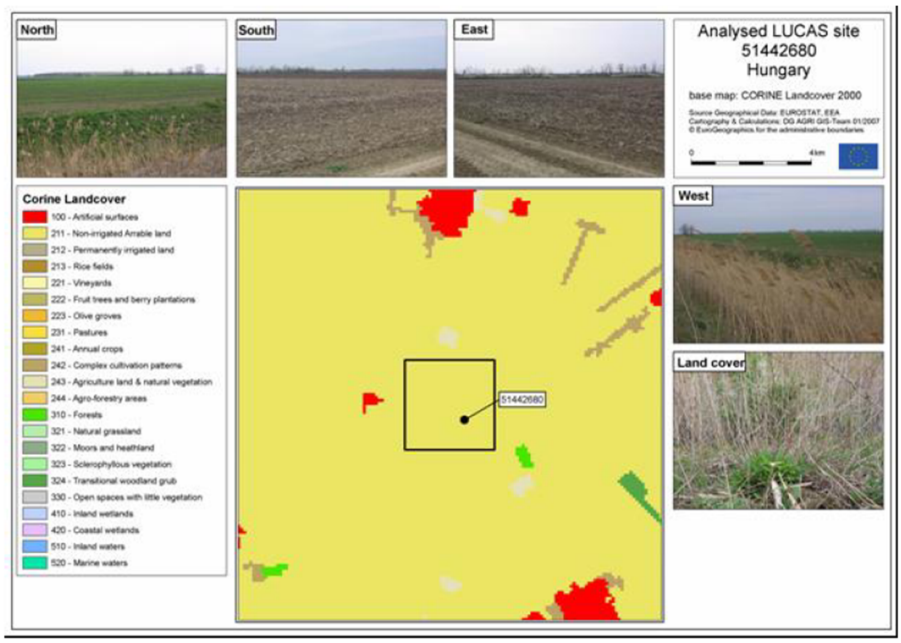


Figure 5. Landscape information provided by LUCAS and CORINE in a sample for Hungary

theory can be extrapolated to other states exhibiting low heterogeneity, namely Denmark – the least heterogeneous of all EU Member States, where the average height above sea level is only 31 metres – and eastern areas of the United Kingdom. Such uninterrupted topography lends itself ideally to large-scale farming practices. Land is easily accessed by all manner of machinery, making all types of arable and pastoral agriculture possible. Field (patch) sizes are large, and consequently a high proportion of land area is devoted to a single land cover. This low degree of fragmentation translates to a relatively homogeneous landscape in terms of the metrics utilised above. By contrast, regions of higher landscape heterogeneity possess a more fragmented land use pattern and in many cases a more rolling topography. However, it can be seen that the most mountainous regions of the EU actually exhibit relatively low landscape heterogeneity (see for example the Italian Alps, and the Slovenian Alps and Dinarides). At these higher altitudes heterogeneity decreases due to climatic and topographical constraints on land use (for example, gradient in the Alps peaks at 51%, significantly reducing its utility for agricultural and other human uses). Similarly, Belgium and the Baltic states, which were found to possess some of the most heterogeneous landscapes of the EU, exhibit a relatively flat terrain.

Other possible factors overriding topographical considerations can be inferred from the case of Belgium – a relatively flat country (mean slope angle for the country as a whole is 2.96%) exhibiting high landscape heterogeneity. The reasons for this fragmentation are likely to emanate from the traditions of farming practice, and from the environmental characteristics of the land. Production conditions in Belgium vary greatly from one region to the next, influenced both by the physical environment (including topography, geology, latitude) and the area of land used by farms. In fact, the varying production conditions, combined with the small average farm size, explain the high heterogeneity of agricultural land covers in Belgium. This scenario is compounded by a high population density (342/km2, placing it 29th most densely-populated country in the world) which places demands on the landscape for competing interests, including residential and amenity land cover types (see part iv. below). These factors combine to produce a

highly heterogeneous landscape, irrespective of topographical influences. It seems likely that such environmental factors have similar influence on landscape heterogeneity in other Member States, although this requires further scrutiny using ground truth data. For example in the Baltic, where heterogeneity was also found to be high, crop production is limited by a short growing season and limited cultivable land area. This restricted crop area must be divided between the primary crops – cereals, feed crops, potatoes, vegetables and sugar beet (Latvia and Lithuania only). There are thus numerous competing land uses on a relatively small area of land, leading to high fragmentation. Livestock production is the basis of the agricultural economy across a broader area. More generally, the low-lying Baltic States are characterised by numerous lakes (Estonia boasts more than 1400 and Latvia over 3000), wetlands, and peat bogs. In addition, they are some of the most densely-forested states of the EU. These factors, combined with a growing urban area, contribute further to the heterogeneous land covers highlighted by the landscape pattern metrics.

The degree of humanisation of a country or region has a great impact on the apparent heterogeneity of the landscape. In northern Belgium and western Germany, the high population density contributes urban elements to the landscape, which increase the overall heterogeneity detected by the CORINE survey. The relatively low population density of south-east Hungary and eastern Scotland may likewise be considered a contributory factor to the homogeneity of those landscapes – there are fewer artificial surfaces in the landscape and therefore a lower diversity of land cover types. But, on the other hand, the homogeneous landscapes of the Netherlands and parts of northern Italy have a relatively high population density. This could be related to the thematic aggregation of land cover classes, as all different classes related to urban areas were aggregated to one single class. Similarly, some of the most heterogeneous regions, including Latvia, Lithuania, western France and Northern Portugal, have very sparse populations. It is possible that the environmental factors and agricultural activities in these regions have a greater influence on the landscape than the degree of humanisation. More over, the extent of urbanisation might be relatively small and dispersed compared with other regions, and therefore not detected by the CORINE survey. Urbanisation effects should be researched further with the aid of higher resolution data.

Agricultural policies undoubtedly also impact landscape heterogeneity across the European Union. The most crucial element of this is the Common Agricultural Policy, which has been in operation in the six founding Member States since 1962, and in all accessing states thereafter. Until its reform in the 1990s, the emphasis of the policy was on encouraging better productivity in the food chain to ensure consumers a stable supply of food, whilst also developing a viable agricultural sector. The CAP offered subsidies and guaranteed prices to farmers, providing incentives for them to produce. By promoting such expansion in agricultural production, the CAP induced farmers to increase their production area and intensify cultivation. Throughout the 1970s and ’80s field sizes in the old Member States increased as hedgerows were removed, woodlands deforested and wetlands and peat bogs drained to make way for agriculture. Such homogeneous landscapes of large field sizes and low landscape fragmentation are now predominant in many agricultural areas of western Europe, notably in eastern England where landscape heterogeneity has been found to be particularly low. Since the late-1980s the productivity ethic of the CAP has been gradually reformed and environmental concerns introduced by the 1992 McSharry reforms, Agenda 2000, and the CAP reforms of 2003/4. The latest

reforms have re-oriented the CAP as a policy based on two pillars: market policy and rural development policy, with a financial shift towards the second pillar. This "greener"CAP is the policy which the EU-N12 have adopted on accession to the Union. This is a policy which subsidises farmers not for production, but for maintenance of land, creation of environmental assets and, indirectly, for diversification of farming practices. It is therefore a policy which would nurture a more heterogeneous rural landscape.

Regarding the method, there are a number of limitations in the use of CORINE and LUCAS data. The thematic aggregation of land cover classes within the CORINE Land Cover survey could lead to methodological artifacts. In choosing to quantify the landscape using only 22 of the 44 classes available in the survey, indices of heterogeneity do not reflect the full complement of possible landscape features. Not only is the diversity of artificial surfaces overlooked, but also of forest types, open spaces, wetlands and waters. A more exhaustive categorisation of land cover types would yield very different results from those produced here, where agricultural land types have been weighted more heavily than others. On the other hand, it would also be more difficult to interpret whether the observed landscape heterogeneity would be in terms of urban or agricultural character (see Bailey et al., 2006). In addition, the specific nature of the land cover classes in CORINE is significant. It is possible that a land parcel may fall under more than one type of land cover class, for example 2.4.3 ("Land principally occupied by agriculture with significant areas of natural vegetation") as well as 2.2.2 ("Fruit trees and berry plantations"), which describes more accurately the type of agriculture. It should be considered however, that for determining the spatial configuration of landscape, not every agricultural category must be defined. For example, the difference between "non-irrigated arable land"(CLC 2.1.1) and "permanently irrigated land"(CLC 2.1.2) contributes little to the overall landscape heterogeneity. It has also been suggested that broad categories such as 2.4.2 – "complex cultivation patterns"– comprise a plethora of different land types which, if separated out, could prove vital contributors to landscape heterogeneity. These issues are worthy of consideration when deciding future thematic aggregations. Schmit et al. (2006) find that the CORINE data strongly over-estimate arable land use and cannot correctly represent minor land use classes (i.e. land covers measuring less than 25ha in area or linear features less than 100m in width), a conclusion supported by the internal heterogeneity shown by the LUCAS images to exist within CORINE classes. Whilst globally the thematic accuracy of CLC is found to be 85to country. Future work might seek to fine tune the results with a correction factor based on LUCAS or Farm Structure Survey data regarding parcel size, in order to reflect this heterogeneity within classes. In particular, more weight could be allocated to heterogeneous classes, such as "Land principally occupied by agriculture with significant areas of natural vegetation"(CLC 2.4.3).

The analysis of landscape characteristics with LUCAS was difficult in landscape with extreme characteristics in terms of openness. In fact the depth of view available from ground-level photography is extremely limited in enclosed landscapes with steeply sloping topography while in very open landscapes is difficult to identify the land covers for analysis. The restrictions in the perspective inhibit the identification of patches, and especially of which patches are linked to one another. The latter difficulty might be surmounted to some extent by using panoramic photographs, which would show more clearly the continuity of the landscape. Aerial photography or satellite data can also assist in this respect. In any case, the detail available from landscape images is likely not to be quantitative, but of a more qualitative nature. A further li-

mitation to the photographs is their unknown scale. It is impossible to define the size of the area covered by individual land cover types, or by the landscape images as a whole. Only through association with satellite imagery or orthophotography can the visible area be approximated.

5. Conclusions

This work has explored the heterogeneity of the European landscape, using both CORINE Land Cover 2000 and LUCAS area frame data. The CORINE survey demonstrates a marked difference between landscape heterogeneity in the countries of northern Europe and those of central and southern Europe. In general, the available LUCAS images appear to confirm these findings. Based on the areas sampled in this investigation, it appears that the CORINE and LUCAS data sets are mutually reinforcing. Ground-level LUCAS data proves a valuable counterpart to the lower resolution satellite data derived from CORINE, yielding additional information regarding the internal heterogeneity of CLC classes and the particularities of landscape character and form. Through LUCAS it has been possible to posit some possible explanations for the landscape patterns revealed by CORINE. The most salient of these have been the impact of topographical and environmental attributes, socio-economic activities and agricultural policy on the rural landscape. Likewise however, an accurate understanding of the complex landscapes in the LUCAS images depends on aerial information regarding landscape configuration.

The limitations of this exploratory study should not be overlooked. It is hoped that this research will open the door for future investigations to improve the reliability of these findings and increase their value in the policy process.

References

Antrop, M., and Van Eetvelde, V. (2000) "Holistic aspects of suburban landscapes: visual image interpretation and landscape metrics". Landscape Urban Planning, Vol. 50, pp: 43-58.

Bailey, D., Herzog, F., Augenstein, I., Aviron, S., Billeter, R., Szerencsits, E., and Baudry, J. (2006)."Thematic resolution matters: Indicators of landscape pattern for European agroecosystems". Ecological Indicators. In Press, Corrected Proof.

Bender, D.J., Tischendorf, L., Fahrig, L. (2003) Using patch isolation metrics to predict animal movement in binary landscapes. Landscape Ecology Vol.18, pp:17-39.

Bürgi, M., Hersperger, A.M., Schneeberger, N. (2004) Driving forces of landscape change – current and new – directions. Landscape Ecology Vol. 19, pp: 857-868.

Calvo-Iglesias, M.S., Fra-Paleo, U., Crecente-Maseda, R., and Diaz-Varela, R.A. (2006) "Directions of change in land cover and landscape patterns from 1957 to 2000 in agricultural landscapes in NW Spain". Environmental Management Vol. 38, pp: 921-933.

Council of Europe (2000) "European Landscape Convention". Council of Europe Publishing Division, Strasbourg.

EEA (2005). "Agriculture and Environment in EU-15 – the IRENA indicator report". European Environment Agency, Copenhagen.

Griffith, J.A, Stehman, S.V. and Loveland, T.R. (2003) "Landscape trends in Mid Atlantic and Southeastern United States ecoregions". Environmental Management Vol 32, pp: 572-588.

Gustafson, E.J.and Parker, G.R. (1994). "Using an index of habitat patch proximity for

landscape design". Landscape Urban Planning Vol. 29, pp:117-130.

Jessel, B. (2006). "Elements, characteristics and character – information functions of landscapes in terms of indicators". Ecological Indicators Vol. 6, pp: 153-167.

Lausch, A. and Herzog, F. (2002). "Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability". Ecological Indicators Vol. 2, pp: 3-15.

McGarigal, K. and Marks, B. (1994). "Fragstats - spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure". Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis.

Mertens, B. and Lambin., E.F. (2000). "Land cover change trajectories in Southern Cameroon". Annals of the Association of American Geographers, Vol. 90, pp: 467-494.

Nüsser, M. (2001). "Understanding cultural landscape transformation: a re-photographic survey in Chitral, eastern Hindukush, Pakistan". Landscape and Urban Planning, Vol. 57, pp: 241-255.

O'Neill, R.V., Hunsaker, C.T., Jones, K.B., Riitters, K.H., Wickham, J.D., Schwartz, P.M., Goodman, I.A., Jackson, B.L. and Baillargeon, W.S. (1997). "Monitoring environmental quality at the landscape scale. Using landscape indicators to assess biotic diversity, watershed integrity, and landscape stability". Bioscience Vol. 47, pp: 513-519.

O'Neill, R.V., Johnson, A.R. and King, A.W. (1989) "A hierarchical framework for the analysis of scale". Landscape Ecology, Vol. 3, pp: 193–205.

Saura, S. and Carballal, P. (2004). "Discrimination of native and exotic forest patterns through shape irregularity indices: an analysis in the landscapes of Galicia, Spain". Landscape Ecology Vol. 19, pp: 647-662.

Stanners, D. and Bourdeau, P. eds. (1995). "Landscapes – Chapter 8". In Europe's Environment – The Dobris Assessment. European Environment Agency, Copenhagen.

Correspondence

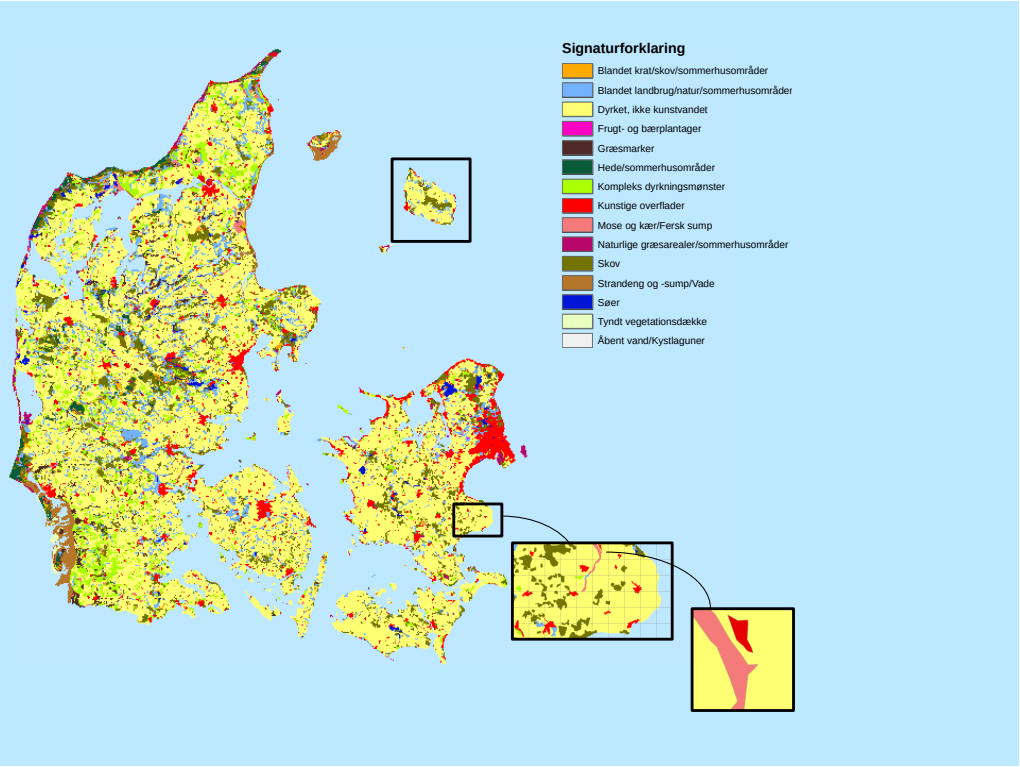
Eric WILLEMS Commission européenne - European Commission Direction générale de l'Agriculture - Agriculture-Directorate General Analyses quantitatives, prévisions and statistiques AGRI-G2 Quantitative analyses, forecasts and statistics AGRI-G2 Office LOI130-5/25 Rue de la Loi, 130 B-1049 Bruxelles e-mail: eric.willems@ec.europa.eu

APPENDIKS

B

EKSEMPEL

På Figur B.1 ses den udvalgte celle, som der vil blive beregnet på. Beregningen drejer sig om fem landskabsindikatorer: simpel diversitet, patch densitet, edge densitet, samt Shannon og Simpson diversitets indeks. Cellen, som der beregnes på er tilfældigt valgt. Cellen befinder sig på Sydsjælland og indeholder 3 arealanvendelsesklasser ud af de 15 klasser repræsenteret i datasættet, altså „Dyrket, ikke kunstvandet“, „Kunstige overflader“ og „Mose og kær/Fersk sump“. I



Figur B.1: *Den valgte celle til at eksemplificere teorien og den valgte metode.*

eksemplet haves en der et samlet areal på 9000000 m^2 i gridcellen, da dennes størrelse er valgt som 3 × 3 km. „Mose og kær/Fersk sump“ er i den udvalgte celle repræsenteret med et areal på 1664541 m^2, „Kunstige overflader“ er repræsenteret med et areal på 341282 m^2, mens „Dyrket, ikke kunstvandet“ fylder det resterende areal på 6994176 m^2. Disse arealer er fundet vha. overlay analysen, som beskrevet i metodeafsnittet.

Der beregnes først på simpel diversitet for sige noget om hyppigheden af de tilstedeværende

klasser i cellen, som var defineret som

$$p_i = \frac{\text{Det totale areal klasse i}}{\text{Totale areal af landskabet}},$$

For „Mose og kær/Fersk sump“ er hyppigheden i cellen:

$$p_m = \frac{1664542m^2}{9000000m^2} = 0,185.$$

Omregnes der til procenter fås således en hyppighed på 18,5% for „Mose og kær/Fersk sump“ i den udvalgte celle. For „Kunstige overflader“ er hyppigheden i cellen:

$$p_k = \frac{341282m^2}{9000000m^2} = 0,038.$$

Omregnes der til procenter fås således en hyppighed på 3,8% for „Kunstige overflader“ i den udvalgte celle. For „Dyrket, ikke kunstvandet“ er hyppigheden i cellen:

$$p_d = \frac{6994176}{9000000m^2} = 0,777.$$

Omregnes der til procenter fås således en hyppighed på 77,7% for „Dyrket, ikke kunstvandet“ i den udvalgte celle. Det er altså „Dyrket, ikke kunstvandet“, som er den dominerende klasse i eksemplet.

Det næste som der skal beregnes på er antallet af patches i eksemplet. Der er i alt fire patches i eksemplet, to for „Dyrket, ikke kunstvandet“ og en af hver af „Kunstige overflader“ og „Mose og kær/Fersk sump“.

$$\text{PD} = \frac{n}{a}(10000)(100),$$

For cellen haves der således en PD på:

$$\text{PD} = \frac{4}{9000000m^2}(10000)(100) = 0,44pr.100ha.$$

Det næste som beregnes er edge densiteten, som beregnes ud fra følgende formel,

$$\text{ED} = \frac{\sum_{k=1}^{m} e_{ik}}{a}(10000),$$

For „Mose og kær/Fersk sump“ haves der en TE på 8187 m, for „Kunstige overflader“ haves en TE på 3037 m og til sidst have en TE for „Dyrket, ikke kunstvandet“ på 21021 m, målt i GIS.

$$\text{ED} = \frac{21021m + 3037m + 8187m}{9000000m^2}(10000) = 35,82mpr.ha$$

Dette betyder altså, at der for hver ha er 35,82 meter kant.
De næste to landskabsindikatorer er Shannon diversitets indeks, samt Simpsons indeks. Shannonindekset beregnes ud fra følgende formel:

$$\text{SHDI} = -\sum_{i=1}^{n} p_i \cdot \ln(p_i)$$

Således bliver SHDI for eksemplet:

Klasse	Hyppighed	$p_i \cdot \ln(p_i)$
Mose og kær/Fersk sump	0,185=37/200	-0,312
Kunstige overflader	0,038=19/500	-0,124
Dyrket, men ikke kunstvandet	0,777=777/1000	-0,196
I alt	1	-0,632

Tabel B.1: *Udregning af SHDI for eksemplet.*

$$\text{SHDI} = -(-0,312 - 0,124 - 0,196) = -(-0,632) = 0,632.$$

Det ses af Figur B.1, at „Dyrket, ikke kunstvandet“ er den dominerende arealanvendelsesklasse i cellen, og dette bærer SHDI præg af, da dette indeks er mere følsom over for rigdom end jævnhed. Det vil altså sige, at SHDI ikke tager højde for hvorledes klasser er ligefordelt mellem hinanden, men at der er tre klasser repræsenteret der i. Da der ingen grænse er for hvor høj SHDI kan blive er et indeks på 0,632 relativt lille og derfor må det betyde, at det er næsten 100 % forudsigeligt, hvad cellen indeholder af klasser. Hovedsageligt landbrug.

Simpsons diversitet beregnes ud fra følgende formel:

$$\text{SIDI} = 1 - \sum_{i=1}^{n} p_i^2$$

For kvadratet i eksemplet fås således en SIDI på

$$\text{SIDI} = 1 - ((\frac{37}{200})^2 + (\frac{19}{500})^2 + (\frac{777}{1000})^2) = 0,3606$$

Der ses altså et SIDI som er tættere på 0 end på 1 og derfor haves der en meget ensartet struktur i denne celle. Jo tættere på 0 SIDI jo tættere er cellen på ikke at have nogen diversitet, idet at cellen så kun vil indeholde en patch. Det kan altså for denne celle konkluderes, at der er lav landskabsdiversitet. Fire af indeksene kunne have været væsentlig højere. Simpel diversiteten kunne have haft op til 15 klasser i cellen, men der er altså kun tre arealanvendelsesklasser repræsenteret. Patch densiteten og edge densiteten kunne have været højere, hvis der igen var flere klasser til stede. Dog kunne det godt henvise til stor fragmentering, hvis der kom for mange små klasser i en celle, hvilket ikke er ønskværdigt. For Shannon og Simpsons indekset kunne disse også godt have været højere for således at have en højere landskabsdiversitet.

APPENDIKS

C

CD