

## **Funktionelle regioner i Danmark omkring 1960**

**Teoretiske modeller og empiriske undersøgelser**

Af Sven Illeris

### **Abstract**

*On the base of the gravity model of interaction, models of hinterland delimitation are developed and applied on Denmark on various hierarchical levels and with various distance exponents. The models are compared with empirical hinterland delimitations, and conclusions are drawn concerning the application of such models for practical purposes.*

Formålet med denne artikel er at opstille modeller for funktionelle regioner i Danmark omkring 1960 og at sammenholde modellerne med empirisk materiale fra samme periode. Som funktionelle regioner betegnes områder, der kan afgrænses ud fra egenskaber ved interaktionsmønstrene. Begrebet interaktion omfatter i videste forstand overførsel af personer, varer, kapital og information fra en lokalitet til en anden. I denne artikel vil imidlertid kun blive taget hensyn til detailhandel og ydelse af anden service samt til transport og telekommunikation, der kan antages for en væsentlig del at have tilknytning til handel og ydelse af anden service, og hvis geografiske optræden viser nært sammenfald med det geografiske mønster for handels- og serviceinteraktionerne.

De samlede systemer af interaktioner er komplicerede og uoverskuelige. I denne artikel vil som grundlag kun blive brugt et af interaktionsmønstrenes væsentligste træk, nemlig den største interaktionsstrøm der udgår fra hver enkelt lokalitet. Det vil af det empiriske afsnit fremgå, at disse største interaktionsstrømme løber sammen i et begrænset antal lokaliteter, de såkaldte centre eller noder. Systemet af største interaktionsstrømme beskrives da ved kortlægning af centre og af „vandskelslinierne“ imellem dem. Vandskelslinierne afgrænser nodale regioner eller oplande, som altså bliver den form for regioner, denne artikel skal behandle. I visse centre samles de største interaktionsstrømme fra flere andre centre. De førstnævnte centre siges at være af højere orden, og omkring dem kan der afgrænses oplande af højere orden. – Det skal bemærkes, at

interne oplande inden for byer inkl. forstæder – i Københavnsregionen forstået som området inden for købstadsringen fra Helsingør til Køge – ikke vil blive behandlet.

Det empiriske materiale, der anvendes, er for størstedelens vedkommende samlet af landsplanudvalgets og kommunalreformkommissionens sekretariater, og det vil blive nærmere beskrevet i en rapport om oplandsforhold, der er under forberedelse derfra. Når det her forsøges at supplere de empiriske undersøgelser med teoretiske modeller, er det, fordi de i praksis kan anvendes til forudsigelser om oplandsmønsterets ændringer, hvilket vil blive diskuteret i artiklens konkluderende afsnit.

### Modeller

For afstandsafhængigheden for en mængde arter af interaktion er opstillet modeller, som på grund af deres lighed med fysikkens massetiltrækningslove kaldes gravitationsmodeller, og som i deres simpleste form siger, at

$$I_{ij} = \frac{m_i m_j}{d_{ij}^a} \quad (1)$$

- hvor  $I_{ij}$  = interaktionen mellem lokaliteterne i og j,  
 $m_i$  og  $m_j$  = „masserne“ i i og j, målt på en for vedkommende interaktionsform meningsfuld måde, fx antal personer, biler, telefoner eller den samlede indkomst,  
 $d_{ij}$  = afstanden mellem i og j, målt fx som luftlinieafstand, vejafstand, tidsafstand eller transportomkostningsafstand,  
 $a$  = en eksponent, der angiver, hvor brat interaktionen aftager med afstanden (stor eksponent angiver stor afstandsfriktion).

Alt efter interaktionens art går denne model eller modifikationer deraf under navne som *Ravensteins* vandringslov, *Lill's* rejselov eller *Reilly's* lov om detailhandelsgravitation. Modellen er af talrige forfattere blevet udbygget på forskellig måde, men vil her blive anvendt i den simpleste form.

Interaktionsmodellen kan nu omdannes til en oplandsmodel, idet enhver lokalitet henregnes til oplandet for det center, som den ifølge modellen har størst interaktion med. Har man to centre for interaktionsstrømme, A og B, kan man af (1) udlede beliggenheden

af oplandsgrænsen, forstået som det geometriske sted for lokaliteter, der har lige stor interaktion med A og B.

Godlund (1954) har givet udledningen, når afstandseksponenten er 2. En tilsvarende udledning kan gennemføres for en hvilken som helst afstandseksponent  $a$ , og resultatet bliver da, at det geometriske sted beskriver en cirkel med centrum C beliggende på linien AB i en afstand fra A:

$$AC = \frac{\sqrt{\frac{a}{2}} m_A \cdot l}{\sqrt{\frac{a}{2}} m_A \div \sqrt{\frac{a}{2}} m_B} \quad (2)$$

og radius:

$$r = \frac{l}{\sqrt{\frac{a}{2}} m_A \div \sqrt{\frac{a}{2}} m_B} \sqrt{\frac{a}{2}} m_A m_B \quad (3)$$

hvor  $l$  = afstanden AB, og  $m_A$  og  $m_B$  = centrene A og B's masse

#### Modeller for 103 oplande

Teoretisk er der ingen grænse for, hvor mange centre der kan tildeles oplande, men centre med meget lille „masse“ vil få uhyre små oplande. Før man udformer modeller, må man derfor vælge, på hvilke niveauer de skal placeres, d. v. s. hvor mange centre og oplande de skal omfatte, og hvor detaljeret oplandsgrænserne ønskes bestemt.

De empiriske undersøgelser, som modellerne her skal sammenholdes med, udpeger på laveste niveau oplande til 103 centre, og der vil da først blive udformet modeller, som afgrænser oplande til de samme 103 centre.

Da modellerne skal have detailhandel, ydelse af anden service, transport og telekommunikation som emne, må man som „masse“ anvende et kvantitativt mål for centrenes betydning (deres centralitet) inden for detailhandel og service. Som det eneste foreliggende kvantitative mål anvendes Illeris' (1964) tal for byernes overskudsbeskæftigelse i oplandsbetjening 1958/60. Da der ikke er foretaget beregninger for landets 4 største byer, må oplandsgrænserne mellem disse 4 centre og deres naboer udelades.

Som afstandsmål anvendes luftlinieafstand, idet det dog undgås at måle over hav. Modellen gives tre alternative udformninger, hvor afstandseksponenten  $a$  har værdierne henholdsvis 3, 2 og 1,5.

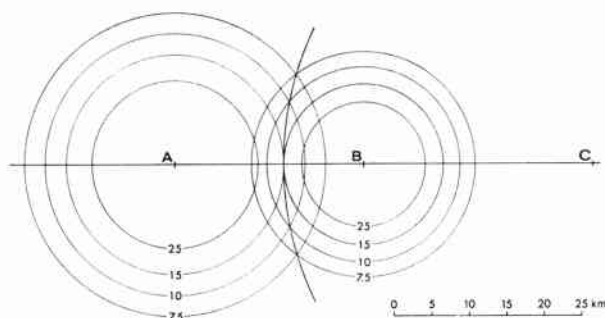


Fig. 1. KONSTRUKTION AF TEORETISK OPLANDSGRÆNSE. Et centers feltstyrke i et punkt defineres som centrets centralitet divideret med afstanden (opløftet til den valgte potens) mellem centret og punktet. For hvert center beregnes det, i hvilke afstande feltstyrken er henholdsvis 25, 15, 10, 5 o.s.v., og i disse afstande tegnes koncentriske cirkler om centret. Den teoretiske oplandsgrænse mellem to centre A og B, hvert omgivet af sit sæt koncentriske cirkler, konstrueres som en cirkelbue gennem skæringspunkterne mellem koncentriske cirkler med samme feltstyrke. Cirkelns centrum C ligger på forlængelsen af de to centres forbindelseslinje.

*Fig. 1. CONSTRUCTION OF THEORETICAL HINTERLAND BOUNDARY. The field strength of a centre in a point is defined as the centrality of the centre, divided by the distance between the centre and the point, raised to a given power. Around each centre, concentric circles are drawn in the distances where the field strengths are, say, 25, 15, 10, 5 etc. The theoretical hinterland boundary between two centres A and B, each surrounded by its set of concentric circles, may then be constructed as a circular line through the intersection points of concentric circles with equal field strengths. The centre of the circular line will be on the prolongation of the line connecting the two hinterland centres.*

Ved udtegningen af modellerne har det vist sig hurtigere at anvende den på fig. 1 viste fremgangsmåde i stedet for at benytte formlerne (2) og (3).

Fig. 2, 3 og 4 viser de således konstruerede kort over 103 teoretiske oplande med afstandsekspONENTER på 3, 2 og 1,5. De vil i næstsidste afsnit blive sammenholdt med de empiriske oplande, hvorefter de kommenteres nærmere i det konkluderende afsnit. Det administrative grundlag for disse og de følgende kort er kommuneinddelingen i 1960.

#### Modeller for 4 oplande

Da de empiriske undersøgelser over oplande af høj orden udpeger oplande til 4 overordnede centre, vil det også have interesse at udforme modeller, der afgrænser teoretiske oplande om disse centre. Sådanne modeller behøver ikke at være så detaljerede som modellerne for de 103 oplande. I stedet for at bestemme oplandsgrænserne på et kontinuert plan med uendeligt mange lokaliteter vil det være tilstrækkeligt at bestemme de teoretiske tilhørsforhold til de overordnede centre for et begrænset antal udvalgte lokaliteter. Man

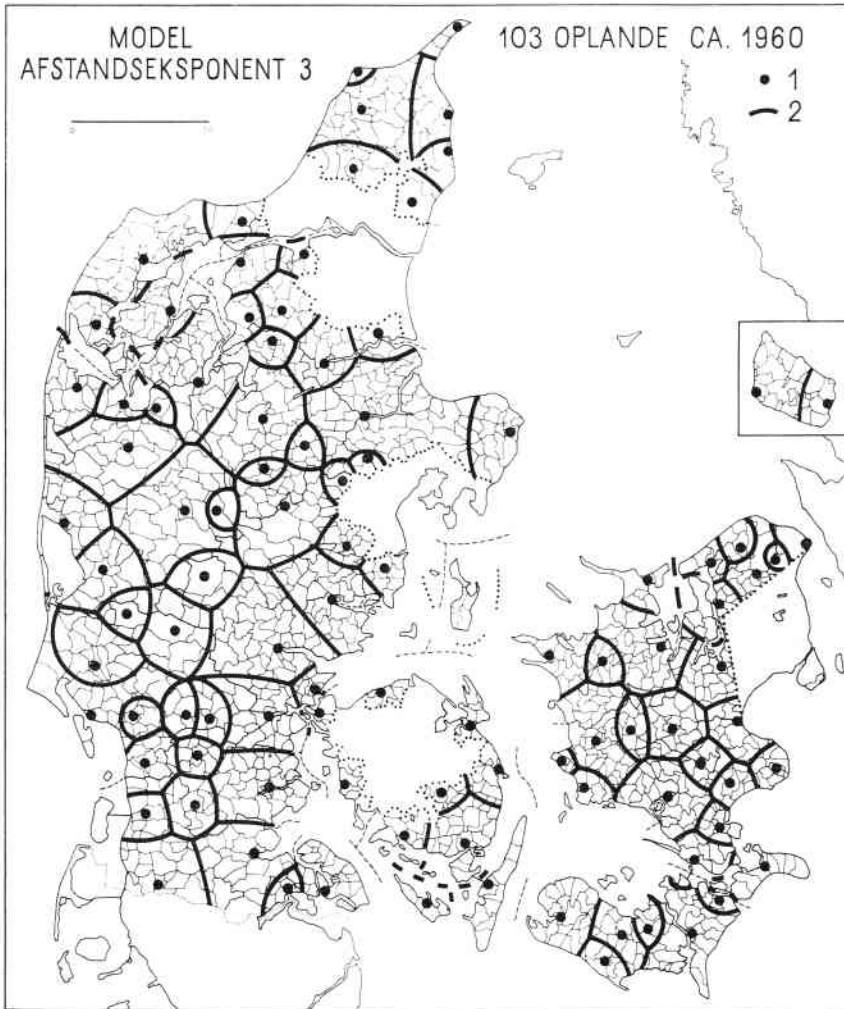


Fig. 2. Oplandsgrænserne er konstrueret som de geometriske steder for punkter med lige stor beregnet interaktion med de omgivende centre. 1. Oplandscenter. 2. Teoretisk oplandsgrænse.

Fig. 2. Model of 103 hinterlands about 1960, distance exponent 3. 1. Centre. 2. Theoretical hinterland boundary. Each hinterland boundary forms the locus of points with equal amounts of interaction with the neighbouring centres.

kan derfor undlade at konstruere modellen geometrisk og gå over til at anvende maskinelle beregninger. I dette tilfælde forelå beregningerne allerede; de er udført af *Flemming Larsen* til brug for befolkningspotentiale studier, er baseret på en udpegning af 100 lokaliteter med omgivende rayoner og omfatter de teoretiske interaktionsstrømme mellem disse rayoner i 1960. (En rayon er et område,

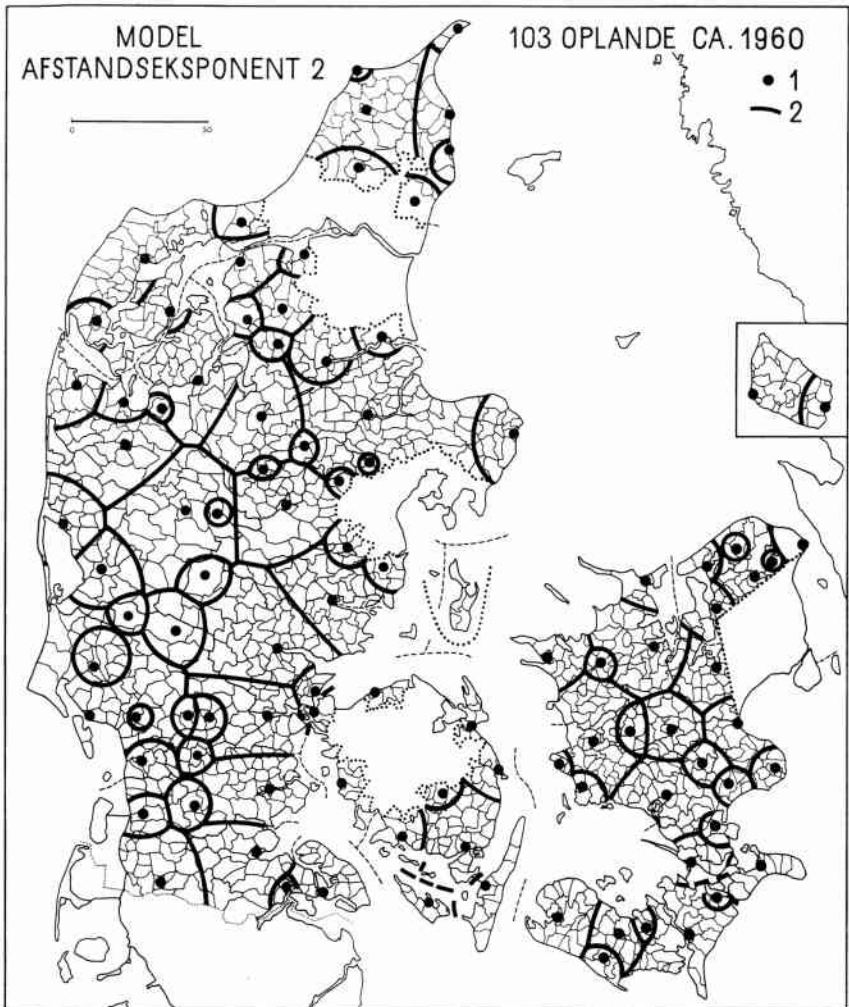


Fig. 3. Oplandsgrænserne er konstrueret som de geometriske steder for punkter med lige stor beregnet interaktion med de omgivende centre. 1. Oplandscenter. 2. Teoretisk oplandsgrænse.

Fig. 3. Model of 103 hinterlands about 1960, distance exponent 2. 1. Centre. 2. Theoretical hinterland boundary. Each hinterland boundary forms the locus of points with equal amounts of interaction with the neighbouring centres.

der—uanset hvorledes det er afgrænset—anvendes som en enhed i en analyse). Som masse mål er anvendt rayonernes folketal, og når det drejer sig om store byer med en alsidig erhvervs sammensætning, kan disse også med nogen rimelighed gælde som centralitetsmål i oplandsmodellerne. Som afstandsmål mellem de 100 lokaliteter er anvendt tidsafstande ved bilkørsel (60 km/t, på motorveje 80 km/t)



Fig. 4. Oplandsgrænserne er konstrueret som de geometriske steder for punkter med lige stor beregnet interaktion med de omgivende centre. 1. Oplandscenter. 2. Teoretisk oplandsgrænse.

Fig. 4. Model of 103 hinterlands about 1960, distance exponent 1.5. 1. Centre. 2. Theoretical hinterland boundary. Each hinterland boundary forms the locus of points with equal amounts of interaction with the neighbouring centres.

med tillæg af eventuelle færgeoverfartstider. Beregningerne er foretaget med tre forskellige afstandsekspONENTER, nemlig 2, 1,5 og 1. Resultaterne af beregningerne af de overordnede oplandsmodeller er vist på fig. 5, 6 og 7. I den model, hvor den teoretiske interaktionsafstandsfølgighed er størst (fig. 5), omfatter Ålborgs og Århus' overordnede oplande tilsammen størstedelen af Jylland – Odenses

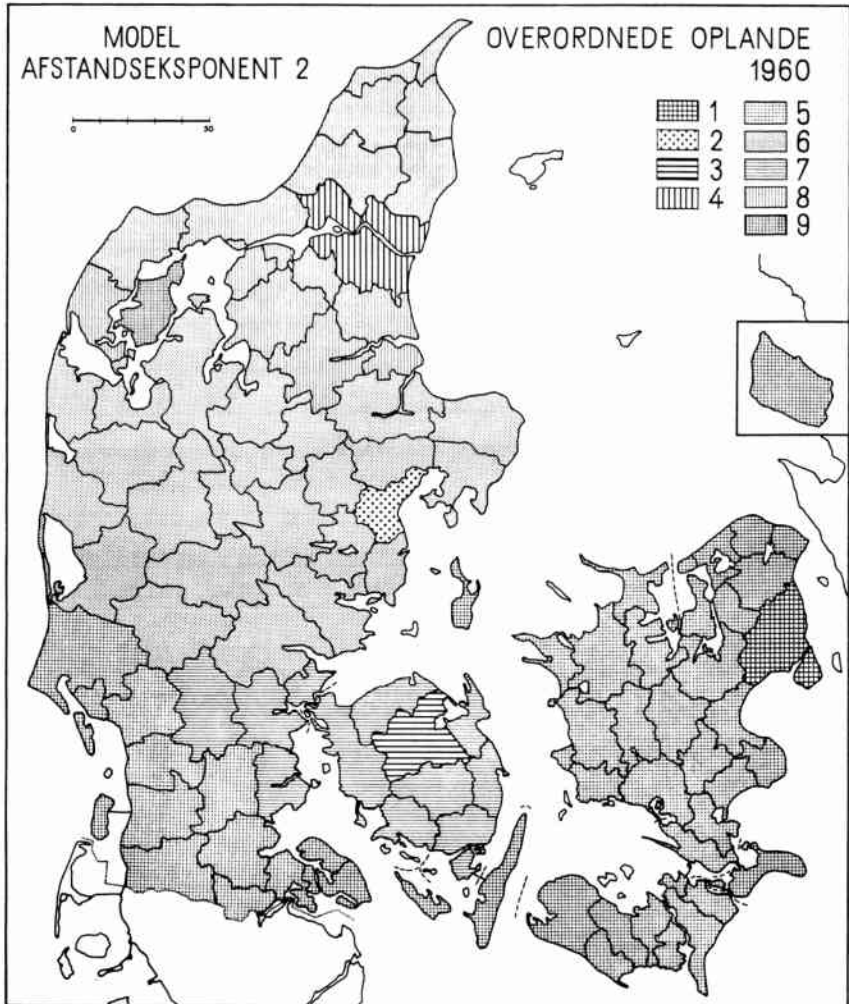


Fig. 5. Hver rayon er henført til oplandet for det af de 4 overordnede centre, som rayonen har størst beregnet interaktion med.

- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Københavns-rayonen            | 6. Århus' overordnede opland      |
| 2. Århus-rayonen                 | 7. Odenses overordnede opland     |
| 3. Odense-rayonen                | 8. Ålborgs overordnede opland     |
| 4. Ålborg-rayonen                | 9. Tilhører i lige grad Århus' og |
| 5. Københavns overordnede opland | Ålborgs overordnede opland        |

Fig. 5. Model of high-level hinterlands, distance exponent 2. Each district is assigned to the hinterland of the high-level centre, with which it has the greatest amount of interaction.

- |                             |                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. District of Copenhagen   | 6. High-level hinterland of Århus    |
| 2. District of Århus        | 7. High-level hinterland of Odense   |
| 3. District of Odense       | 8. High-level hinterland of Ålborg   |
| 4. District of Ålborg       | 9. Belongs equally to the high-level |
| 5. High-level hinterland of | hinterlands of Århus and             |
| Copenhagen                  | Ålborg.                              |



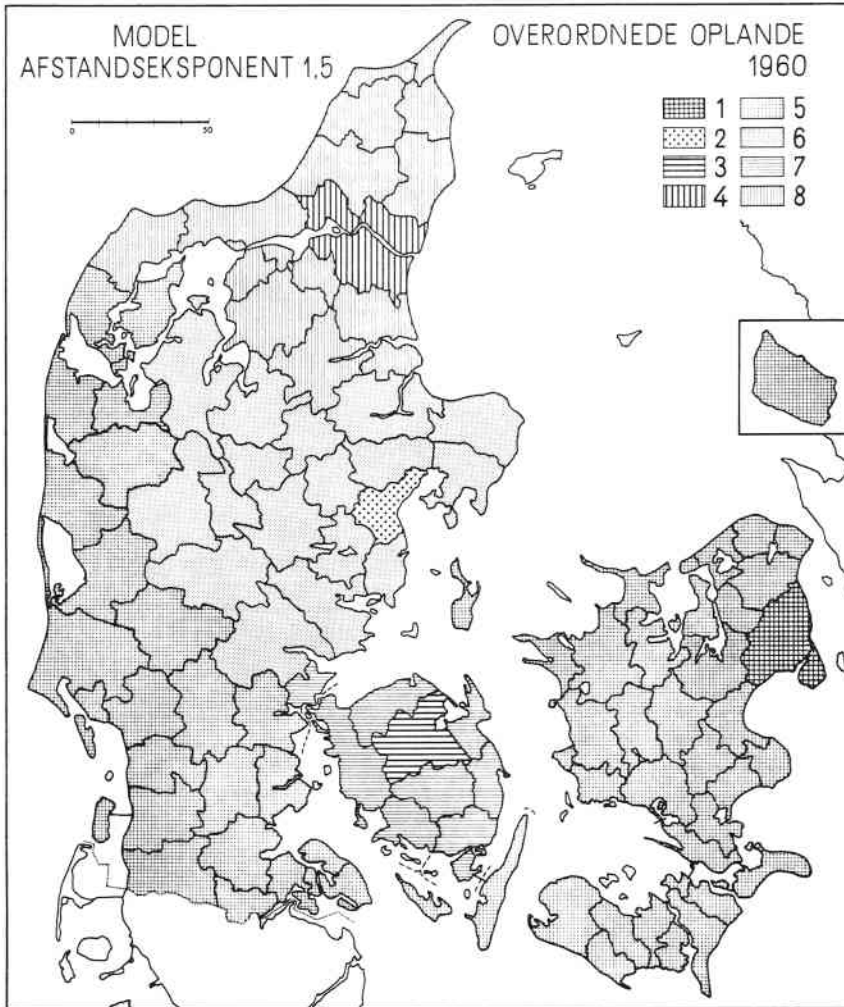


Fig. 6. Hver rayon er henført til oplandet for det af de 4 overordnede centre, som rayonen har størst beregnet interaktion med.

1. Københavns-rayonen
2. Århus-rayonen
3. Odense-rayonen
4. Ålborg-rayonen

5. Københavns overordnede opland
6. Århus' overordnede opland
7. Odenses overordnede opland
8. Ålborgs overordnede opland.

Fig. 6. Model of high-level hinterlands 1960, distance exponent 1.5. Each district is assigned to the hinterland of the high-level centre, with which it has the greatest amount of interaction.

1. District of Copenhagen
2. District of Århus
3. District of Odense
4. District of Ålborg

5. High-level hinterland of Copenhagen
6. High-level hinterland of Århus
7. High-level hinterland of Odense
8. High-level hinterland of Ålborg

→ a class  
25-40 km

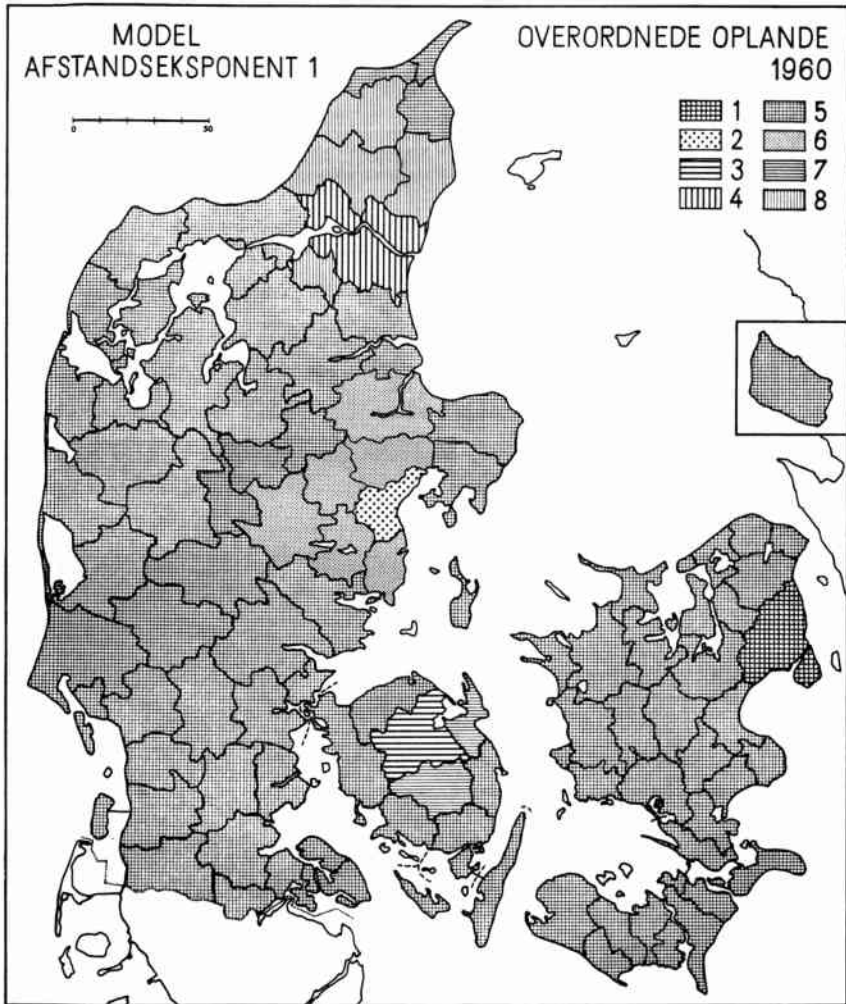


Fig. 7. Hver rayon er henført til oplandet for det af de 4 overordnede centre, som rayonen har størst beregnet interaktion med.

- |                       |                                  |
|-----------------------|----------------------------------|
| 1. Københavns-rayonen | 5. Københavns overordnede opland |
| 2. Århus-rayonen      | 6. Århus' overordnede opland     |
| 3. Odense-rayonen     | 7. Odenses overordnede opland    |
| 4. Ålborg-rayonen     | 8. Ålborgs overordnede opland.   |

Fig. 7. Model of high-level hinterlands 1960, distance exponent 1. Each district is assigned to the hinterland of the high-level centre, with which it has the greatest amount of interaction.

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 1. District of Copenhagen | 5. High-level hinterland of Copenhagen |
| 2. District of Århus      | 6. High-level hinterland of Århus      |
| 3. District of Odense     | 7. High-level hinterland of Odense     |
| 4. District of Ålborg     | 8. High-level hinterland of Ålborg     |

overordnede opland når dog ind i Sydøstjylland, og det sydvestlige Jylland har større interaktion med København end med nogen af de vestdanske overordnede centre; øerne vest for Storebælt hører til Odenses og øerne øst for Storebælt til Københavns overordnede opland. Det må imidlertid bemærkes, at de allerfleste jyske rayoner ifølge beregningerne vil have større interaktion med en naborayon end med nogen af de overordnede centre.

I den model, hvor afstandseksponenten er sat til 1,5 (fig. 6), har de overordnede oplande omkring Århus, Odense og Ålborg radier på 60-100 km, mens Københavns overordnede opland foruden Østdanmark tillige omfatter omtrent den sydvestlige halvdel af Jylland. Enkelte jyske rayoner har større teoretisk interaktion med en naborayon end med de overordnede centre.

I den model, hvor afstandsfhængigheden er mindst (fig. 7), har det største center, København, udvidet sit overordnede opland til at omfatte størstedelen af landet, idet der til Århus, Odense og Ålborg kun efterlades områderne inden for 25-40 kilometers afstand, og idet alle rayoner (med en enkelt undtagelse) har størst interaktion med et af de overordnede centre.

#### Sammenfatning af empiriske oplandsundersøgelser

Det empiriske materiale, modellerne kan sammenholdes med, og som vil blive nærmere beskrevet i rapporten fra landsplanudvalgets og kommunalreformkommissionens sekretariater, omfatter følgende:

1. Det statistiske departement offentliggjorde i „Byernes Opland“ (1960) en undersøgelse af befolkningens indkøb af visse udvalgsvarer; grundlaget var ca. 1200 interviews i 1959 med handlende i visse udvalgsvarerbrancher samt et materiale om radio- og fjernsynssalget. Ifølge undersøgelsen er handelen koncentreret i 87 „handelsdistriktcentre“ og på højere niveau i 44 „handelsområdecetre“, om hvilke der er afgrænset oplande. De daværende kommuner indgår altid udelt i et handelsdistrikt og et handelsområde.
2. Lokale undersøgelser af detailhandelsoplande er bl. a. foretaget af *Kr. Antonsen* og *O. Danneskiold-Samsøe* i Randers amt (1964) samt af Institut for Centerplanlægning omkring Silkeborg og Hillerød („Byen og Oplandet“, 1964). Disse undersøgelser er baseret på interviews af nøglepersoner i oplands-grænsezonerne.

Af private organisationer, fx visse byers handelsstandsforeninger, er der endvidere foretaget ikke-offentliggjorte undersøgelser ved hjælp af husstandsinterviews i oplandene og deres grænsezoner. Undersøgelserne er i nogle tilfælde baseret på hele kommuner, i andre uafhængige af kommunegrænserne. Ved udarbejdelsen af den nedennævnte sammenfattende oplandsinddeling har det været muligt at benytte sig af dette materiale.

3. Oplysninger om de vigtigste mål for mellembys telefonsamtaler fra de enkelte centraler er indsamlet i forskellige stikprøveperioder. Automatiseringen har nu umuliggjort en sådan statistik, og tidspunktet for de seneste stikprøver varierer mellem 1951 og 1961. Nettet af telefoncentraler, af hvilke der i 1961 var ca. 1400, muliggør en afgrænsning af telefonoplande med en lignende detaljering som kommuneinddelingen. Vigtigste mål for samtaler fra landcentralerne var ca. 100 bycentraler, om hvilke man har kunnet afgrænse telefonoplande. Endvidere har man, dels på grundlag af samtalerne fra bycentralerne, dels på grundlag af statistikken fra de 62 netgrupper, kunnet udpege overordnede centre og afgrænse overordnede telefonoplande.
4. Oplysninger om de vigtigste bestemmelsessteder for posten fra de enkelte posthuse (i alt ca. 925) er indsamlet af Post- og Telegrafvæsenet på 3 stikprøvedage i 1967. Da de allerfleste posthuse har det københavnske postområde som vigtigste bestemmelsessted, er det næstvigtigste i reglen anvendt som grundlag for en udpegning af 74 byposthuse og afgrænsning af postoplande – med en lignende detaljering som kommuneinddelingen. På grundlag af bestemmelsessteder for post fra byposthusene kan endvidere udpeges overordnede centre og afgrænses overordnede postoplande.
5. DSBs statistik over billetsalget på de enkelte stationer i finansåret 1963/64 har muliggjort en afgrænsning af jernbaneoplande. Oplandsgrænserne kan naturligvis kun fastlægges, hvor de krydses af en statsbanelinie, men stationstætheden tillader i reglen en lignende detaljering som kommuneinddelingen. Vigtigste mål for rejser fra landstationerne var 68 bystationer, om hvilke der er afgrænset 68 jernbaneoplande i de statsbanedækkede dele af landet (ca. 2/3). Endvidere har man, dels på grundlag af rejserne fra bystationer iflg. ovennævnte materiale, dels på grundlag af en statistik over rejserne mellem 35 rayoner i 1961/62, kunnet udpege overordnede centre og afgrænse overordnede jernbaneoplande.

6. For biltrafikkens vedkommende tillader materialet fra Østjyllandsanalysen 1956 og Limfjordsanalysen 1957 på grund af den grove rayoninddeling kun en afgrænsning af overordnede oplande i det østlige og nordlige Jylland.
7. De lokale dagblades oplande, defineret som de kommuner, hvor de holdes af mindst 33 % af husstandene, er blevet kortlagt af Danske Reklamebureauers Brancheforening, senest i 1962. Der er afgrænset 44 avisoplande; men man må være opmærksom på, at grænserne i visse tilfælde afviger stærkt fra dem, der er konstateret ved andre former for interaktion, og fx har et bemærkelsesværdigt sammenfald med amtsgrænserne.

De oplandsgrænser, der fremkommer på basis af de 7 empiriske undersøgelser, falder i så høj grad sammen, at man som den bedste kortlægning af empiriske oplandsforhold har kunnet udarbejde sammenfattende afgrænsninger på grundlag af alt det empiriske materiale i stedet for at foretrække en enkelt undersøgelse med dens individuelle mangler. Enkelte af undersøgelserne er foretaget flere år før eller efter 1960; men der er iflg. sagkyndiges skøn næppe grund til at antage, at forholdene har ændret sig så meget i tiden indtil henholdsvis efter 1960, at undersøgelserne ikke skulle kunne sammenstilles med andet materiale fra omkring 1960. Sammenfattende afgrænsninger kan foretages på 3 niveauer, på henholdsvis ca. 100, ca. 40 og 4 oplande.

En forudsætning for at foretage sammenfattende oplandsafgrænsninger er, at de centre udpeges, som skal tildeles oplande. Centerudpegningen baseres på eksisterende empiriske undersøgelser, hvis metode primært har været indrettet på at belyse byernes centralitet (*Illeris 1960, Büllmann 1964, Illeris 1964, Illeris og Pedersen 1968*). Der er derimod ikke taget hensyn til undersøgelser, hvor udpegningen af centre har været et sekundært formål (de refererede undersøgelser over handelsdistrikter og -områder, telefon-, post- og jernbanetrafik).

Til den sammenfattende oplandsafgrænsning på det laveste niveau er det forudsat, at centrene skal være fuldstændige elementære servicecentre (*Illeris 1960*) og have en overskudsbeskæftigelse i oplandsbetjening på mindst 175 (*Illeris 1964*); herfra er undtaget Ebeltoft, Sindal, Holsted og Løgumkloster, hvis oplande (inkl. centrene selv) ville få indbyggerantal på under 5.000, men til gengæld tilføjet Ærøskøbing, hvis opland vanskeligt kan tildeles noget andet center. På denne måde bliver der i alt 103 centre.

En sammenfattende afgrænsning af oplande til de 103 centre er foretaget på grundlag af ovennævnte undersøgelser nr. 1 (handels-distrikterne), 2, 3, 4 og 5. Kvantificerede undersøgelser over handels- og serviceoplande er tillagt større vægt end ukvantificerede handelsundersøgelser og oplysningerne om telefon-, post- og jernbaneanplande; men sammenfatningsproceduren kan ikke dokumenteres fuldt ud, fordi undersøgelserne i nr. 2 tildels er fortrolige. Ved sammenfatningen er kommunen (kommuneinddeling pr. 1960) normalt anvendt som mindste enhed, men hvor der var grundlag for at regne dele af kommuner til forskellige oplande, er det gjort, fx i tilfælde hvor kommunen rummer flere telefoncentraler, posthuse eller statsbanestationer; en sådan underinddeling er mulig for i alt 21,2 % af landets kommuner.

Resultatet af sammenfatningen fremgår af fig. 8. Disse oplande har (centret inkl.) mindst små 10.000 indbyggere, og afstanden fra center til oplandsgrænse overstiger sjældent 15-20 km. Denne sammenfattende oplandsafgrænsning kan siges at inndele landet i et maksimalt antal oplande på de almindelige byers (købstæders) niveau.

Det er derefter muligt at foretage en sammenfattende afgrænsning af ca. 40 oplande, hvilket kan siges at udgøre det minimale sæt af centre og oplande på de almindelige byers (købstæders) niveau. Som centre udpeges byer, der opfylder følgende betingelser: (1) de må være mindst halvt fuldstændige intermediære servicecentre (*Illeris* 1960), (2) de må være mindst B-centre (*Bilman* 1964) og (3) have en overskudsbeskæftigelse i oplandsbetjening på mindst 1000 (*Illeris* 1964). Desuden er tilføjet Frederikssund og Stege, hvis oplande på dette niveau vanskeligt kan tildeles andre centre. I alt udpeges på denne måde 43 centre.

Den sammenfattende afgrænsning af oplande til de 43 centre baseres direkte på ovennævnte undersøgelser nr. 1 (handelsområder), 2 og 7, men tager også hensyn til undersøgelserne nr. 3, 4 og 5 (antallet af telefonsamtaler, postforsendelser og statsbanerejser til de 43 centre). Ved sammenfatningen er kommunerne anvendt som mindste enhed med de samme modifikationer som ved inddelingen i 103 oplande. Resultatet af oplandsafgrænsningen fremgår af fig. 9. Disse oplande har (inkl. deres centre) mindst omkring 25.000 indbyggere, og afstanden fra center til oplandsgrænse kan være 20-35 km.

Ved den sammenfattende afgrænsning af overordnede oplande udpeges som centre København, Århus, Odense og Ålborg, fordi disse

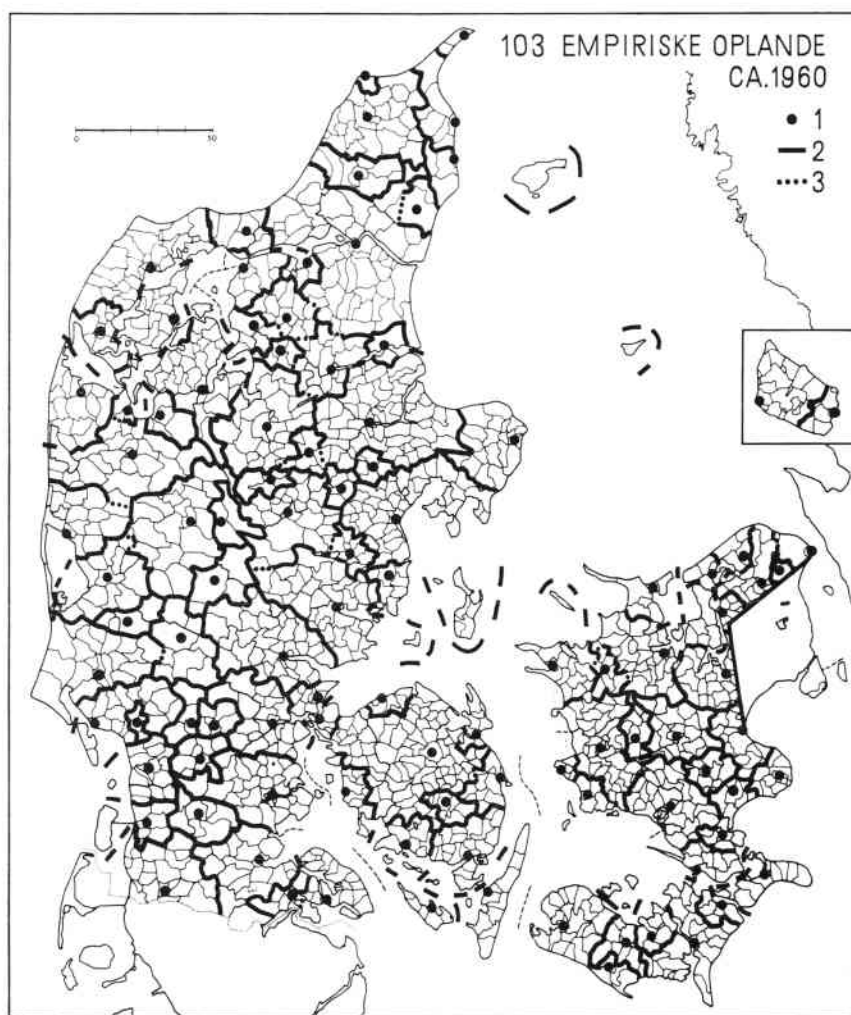


Fig. 8. Oplandsafgrænsningens grundlag er undersøgelser af handel, service, telefonsamtaler, postforsendelser og statsbanebilletter. 1. Oplandscenter. 2. Oplandsgrænse, der følger kommunegrænse 1960. 3. Oplandsgrænse, der gennemskærer kommune 1960.

Fig. 8. Empirical hinterlands about 1960. 1. Centre. 2. Hinterland boundary following 1960 boundary between communes. 3. Hinterland boundary cutting through 1960 commune. The hinterland delimitation is based on investigations of retail trade, services, telephone calls, mail sendings, and railway tickets.

byer ved alle undersøgelser klart fremstår som landets vigtigste centre (*Illeris og Pedersen 1968*). Oplandsafgrænsningen baseres på undersøgelserne nr. 3, 4, 5 og 6. Interaktionsstrømme for telefonsamtaler, postforsendelser og statsbanerejser fra centre af lav orden

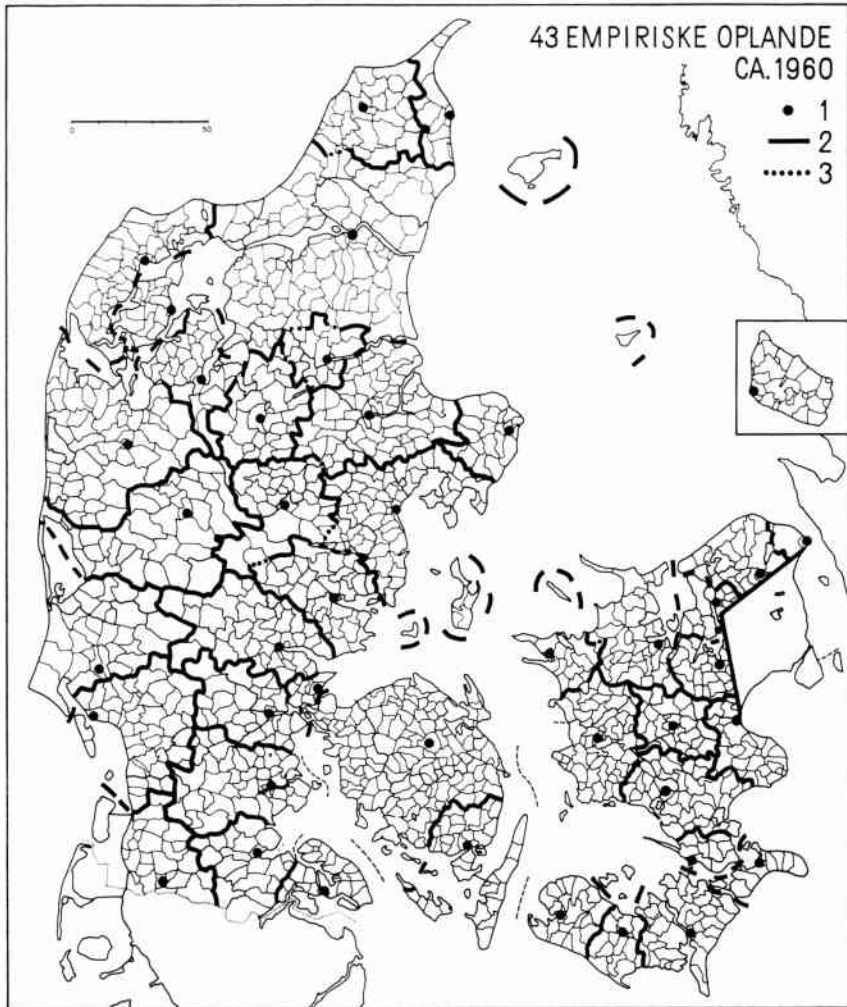


Fig. 9. Oplandsafgrænsningens grundlag er undersøgelser af handel, service, telefonsamtaler, postforsendelser, statsbanebilletter og avishold. 1. Oplandscenter. 2. Oplandsgrænse, der følger kommunegrænse 1960. 3. Oplandsgrænse, der gennemskærer kommune 1960.

*Fig. 9. 43 empirical hinterlands about 1960. 1. Centre. 2. Hinterland boundary following 1960 boundary between communes. 3. Hinterland boundary cutting through 1960 commune. The hinterland delimitation is based on investigations of retail trade, services, telephone calls, mail sendings, railway tickets, and newspaper coverage.*

er en del af grundlaget, men hertil kommer oplysningerne om interaktionsstrømme fra telefonnetgrupper, jernbane- og biltrafikrayoner. For 67 lokaliteter (byer eller rayoner) rundt om i landet foreligger der tilstrækkeligt materiale til, at en sammenfatning af deres



tilhørsforhold til de 4 overordnede centre er mulig, og på fig. 10 ses disse 67 lokaliteter fremstillet i form af ganske skematisk tegnede rayoner. Med disse rayoner som mindste enheder bliver afgrænsningen langt grovere, end tilfældet var ved afgrænsningen af de 103 og de 43 oplande. Resultatet af sammenfatningen er, at Århus, Odense og Ålborg i Midt- og Østjylland, på Fyn og i Nordjylland har overordnede oplande, som inkl. centrene har folketal på 400.000 – 800.000 indbyggere; øerne øst for Store Bælt samt det vestlige og sydlige Jylland har København som overordnet center.

#### Sammenligning mellem teoretiske og empiriske oplande

En sammenligning af de teoretiske og de empiriske oplande er mulig på to niveauer: de 103 teoretiske oplande på fig. 2, 3 og 4 kan sammenlignes med de empiriske på fig. 8, og de 4 teoretiske overordnede oplande på fig. 5, 6 og 7 stilles overfor fig. 10. For hver teoretisk models vedkommende vil sammenligningens resultat blive udtrykt som et procenttal, som angiver hvor mange af de mindste enheder, der er regnet til et andet center end i den empiriske oplandsafgrænsning.

På 103-niveauet er de teoretiske oplande afgrænset over et kontinuert plan, hvorimod de empiriske er opbygget af hele kommuner efter inddelingen 1960 (idet dog 21,2 % af kommunerne kan underindeles, således at der i alt uden for de fire største byområder er tale om 1428 mindste enheder). For at kunne gennemføre sammenligningen har man da måttet henføre hver kommune (eller del af kommune) i de teoretiske modeller til det center, som kommunens (eller kommunedelens) befolkningsmæssige tyngdepunkt ifølge modellen er henført til. Til bestemmelse af tyngdepunkternes beliggenhed er anvendt *Atlas over Danmark* (1961) og andre tilgængelige kilder.

Det fremgår af sammenligningen, at i modellen med afstandseksponent 3 (fig. 2) er 5 % af de mindste enheder (kommuner eller dele af kommuner) henført til et andet center end i den empiriske afgrænsning. I modellen med afstandseksponent 2 (fig. 3) afviger derimod 10 % af de mindste enheder fra det empiriske billede, og i modellen med afstandseksponent 1,5 (fig. 4) 15 %. For perioden omkring 1960 synes en oplandsmodel med afstandseksponent omkring 3 således at give en god generalisation af oplandsmønsteret. Betragter man nærmere de kommuner, som denne model henregner til et andet center end det empiriske kort, viser det sig, at „afvigerkommunerne“ i næsten lige mange tilfælde er henregnet til et for stort og

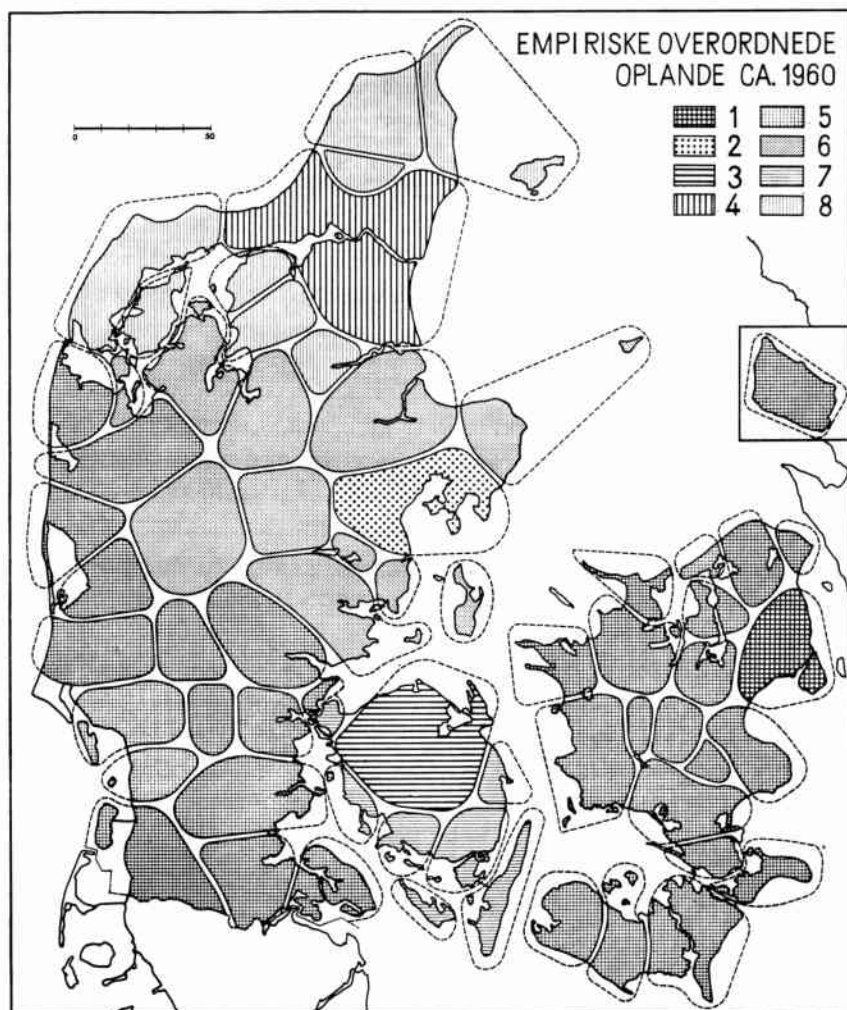


Fig. 10. Hver af de skematisk tegnede rayoner er henført til det overordnede opland for det af de 4 overordnede centre, rayonen og dens centrale by har størst tilknytning til ifølge undersøgelser over telefonsamtaler, postforsendelser, jernbanerejser og biltrafik.

1. Københavns-rayonen
2. Århus-rayonen
3. Odense-rayonen
4. Ålborg-rayonen

5. Københavns overordnede opland
6. Århus' overordnede opland
7. Odenses overordnede opland
8. Ålborgs overordnede opland

Fig. 10. Empirical high-level hinterlands about 1960. Each of the schematic districts is assigned to the hinterland of the high-level centre, with which the district and its central town have most connections, according to investigations of telephone calls, mail sendings, railway trips, and road traffic.

1. District of Copenhagen
2. District of Århus
3. District of Odense
4. District of Ålborg

5. High-level hinterland of Copenhagen
6. High-level hinterland of Århus
7. High-level hinterland of Odense
8. High-level hinterland of Ålborg

til et for lille center. Dette tyder på, at modellen ikke kan forbedres synderligt ved at anvende andre afstandsekspONENTER end 3.

På det overordnede oplandsniveau er de mindste enheder i de teoretiske modeller de 100 rayoner, hvorimod den empiriske afgrænsning er baseret på 67 rayoner. Af hensyn til sammenligneligheden har en del af modellernes rayoner måttet slås sammen, således at man kom ned på 67 rayoner, der så nøje som muligt svarede til dem, der er anvendt ved den empiriske afgrænsning. I enkelte tilfælde er det forekommet, at rayoner, der skulle slås sammen, var henført til hver sit center. I disse tilfælde er rayonernes beregnede interaktionsstrømme til de forskellige centre blevet vægtet med rayonernes indbyggertal og adderet; den resulterende rayon er regnet til oplandet for det center, som den på denne måde har fået størst interaktion med.

Resultatet af sammenligningerne er, at i modellen med afstandsekspONENT 2 (fig. 5) er 30 % af de mindste enheder (20 af de 67 rayoner) henført til et andet center end på det empiriske kort over overordnede oplande. I modellen med afstandsekspONENT 1,5 (fig. 6) gjaldt det 12 % (8 af de 67 rayoner), og i modellen med afstandsekspONENT 1 (fig. 7) var 20 % af de mindste enheder „afvigere“ (13-14 af 67). Den model, der bedst beskriver det empirisk konstaterede overordnede oplandsmønster omkring 1960, skal altså have en afstandsekspONENT omkring 1,5. Da nogle af „afvigerrayonerne“ i modellen med afstandsekspONENT 1,5 er henført til et for stort center, mens andre er henført til et for lille center, kan modellen næppe, forbedres synderligt ved at anvende andre afstandsekspONENTER end 1,5.

#### Konkluderende bemærkninger

De modeller, der stemte bedst overens med de empirisk konstaterede oplande, afveg for de mindste enheders vedkommende fra disse med 5 % på 103-niveauet og 12 % på det overordnede oplandsniveau.

Som nævnt i indledningen har et af formålene med at udarbejde modellerne været, at man ved at anvende dem, hvor man har brug for oplandsafgrænsninger, fx ved administrative inddelinger, kunne spare gentagne, kostbare empiriske undersøgelser.

Det vil være en stor fordel for administrative inddelinger, hvis de kan udformes sådan, at de i en lang årrække ikke behøver at ændres. I den udstrækning, de baseres på oplandsafgrænsninger, er det derfor af stor betydning, at disse er ret stabile.

Hvis man accepterer, at modellernes afvigelser fra de empiriske

oplandsmønstre er tilstrækkeligt små til, at man vil anvende modellerne, og hvis man fra anden side har viden om udviklingstendenserne for modellernes parametre (centralitetsmålene og afstandseksponenterne), hvilket man ofte har, vil modellerne kunne danne grundlag for forudsigelser om oplandsmønsterets stabilitet.

Uden at komme nærmere ind på parametrene kan det siges, at de fleste byers centralitet erfaringsmæssigt udvikler sig parallelt, så at de teoretiske oplandsgrænser i reglen ikke skulle forskydes synderligt på grund af centralitetsudviklingen. Hvad angår interaktionens afstandsafhængighed, er det velkendt, at kraftige forbedringer i trafikmulighederne – som privatbilens udbredelse – gør befolkningen mindre afhængig af afstande og dermed nedsætter afstandseksponenten. Af fig. 2, 3 og 4 fremgår imidlertid, at selv store ændringer i afstandseksponenten kun bevirker meget små ændringer i beliggenheden af de teoretiske oplandsgrænser mellem centre med nogenlunde lige store centraliteter; derimod forskydes grænserne mellem centre med meget forskellige centraliteter betydeligt i retning af de små centre, når afstandseksponenten aftager. Af de 103 oplande får ca. 25 mindre end 5 km mellem center og grænse, når afstandseksponenten bliver 1,5.

Disse forhold er illustreret på diagrammet fig. 11, der viser feltstyrkens aftagen omkring et mellemstort, et stort og et lille center, når afstandseksponenten er henholdsvis 3, 2 og 1,5. Når afstandseksponenten ændres, forskydes beliggenheden af skæringspunktet mellem det mellemstore og det store center kun lidt. Skæringspunktet mellem det store og det lille center forskydes derimod adskillige kilometer, så at det lille centers opland bliver diminutivt, når afstandseksponenten bliver lille.

På grundlag af afstandseksponentens virkning i oplandsmodellerne kan man forudse, at selv når bilismen gør befolkningen mindre afhængig af afstande, kan det ikke forventes, at oplandsgrænserne mellem blot nogenlunde jævnbyrdige centre forskydes væsentligt; sådanne oplandsgrænser vil være ret stabile.

Derimod kan man gå ud fra, at de mindste af de nuværende centre vil få reduceret deres oplande til næsten intet, når en mere mobil befolkning får lettere adgang til de større, konkurrerende centre.

I almindelighed kan disse konklusioner ikke underbygges empirisk, idet de foreliggende empiriske oplandsundersøgelser er én-gangsanalyser. Der er dog eksempler på oplandsgrænsernes betydelige stabilitet; Kongeågrænsen er fx stadig – 40 efter genforeningen – oplandsgrænse i næsten hele sin udstrækning, og de store broer

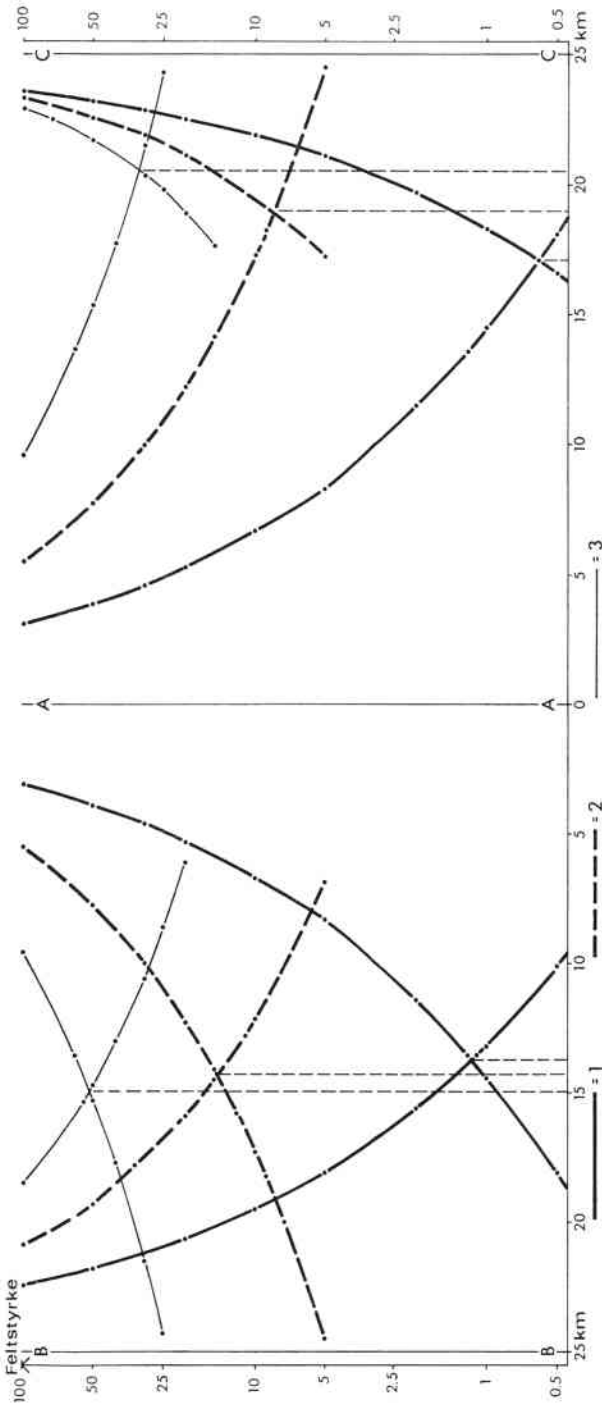


Fig. 11. Diagrammet viser, hvor centre med indbyrdes afstand (abszisse) 25 km har lige stor feltstyrke (skæringspunktet betegner oplandsgrænsens beliggenhed), når feltstyrken (ordinat) aftager med afstanden i potenserne henholdsvis 3, 2 og 1.5. A. Center med centralitet 3000 (eks. Viborg). B. Center med centralitet 1650 (eks. Køge). C. Center med centralitet 300 (eks. Fakse). 1. Feltstyrkens aftagen, afstandseksponent 3. 2. Feltstyrkens aftagen, afstandseksponent 2. 3. Feltstyrkens aftagen, afstandseksponent 1.5.

Fig. 11. The variation of field strength with the distance from the centres. A. Centre with centrality 3000. B. Centre with centrality 1650. C. Centre with centrality 300. 1. Decrease of field strength, distance exponent 3. 2. Decrease of field strength, distance exponent 2. 3. Decrease of field strength, distance exponent 1.5. The Diagram shows where centres 25 km.s apart (abszissa) have equal field strengths (the intersection marks the hinterland boundary), when the field strength (ordinate) decreases with the distance, raised to the powers 3, 2, and 1.5 respectively.

fra 30'erne har ikke bevirket større ændringer i oplandsgrænserne gennem sundene (eks. Vilsund og Storstrømmen) (fig. 8 og 9).

De overordnede oplandsgrænser er grænser mellem centre med meget forskellig centralitet, hvorfor grænserne mellem København og de vestdanske centre forskydes meget, når afstandseksponenten ændres (fig. 5, 6 og 7). Med henblik på landsplanlægningsdebatten er det imidlertid væsentligt, at såvel modeller med meget vekslende afstandsfriktion som det foreliggende empiriske materiale (fig. 10) viser, at det vestlige og sydlige Jylland ikke hører til de eksisterende vestdanske overordnede centres influensområder. I disse dele af landet må det derfor kunne komme på tale at søge ny overordnede centre opbygget.

### Functional Regions in Denmark about 1960 Theoretical Models and Empirical Observations

By Sven Illeris

#### SUMMARY

The purpose of the present paper is to construct models for functional regions in Denmark about 1960, and to compare them with empirical information from the same period.

Functional regions are areas, delimited on the base of the pattern of interaction flows. In its widest sense, the notion of interaction may include transfer of persons, goods, capital, and information. However, the present paper will only deal with retail trade and other services, as well as transportation and telecommunications which to a large extent are based on trade and services, and whose geographical patterns closely coincide with the geographical patterns of retail trade and other services.

The investigation is based on the main features of the interaction systems, namely on the biggest interaction flow originating from each place. These biggest interaction flows join in centres or nodes, and the system they form may be described through a mapping of centres and "water-sheds", which delimit nodal regions or hinterlands. Interaction flows from low order centres meet in high order centres, and form the base of high order hinterlands.

#### Models

To describe the distance friction of various kinds of interaction, the well-known gravity model has been introduced:

$$I_{ij} = \frac{m_i m_j}{d_{ij}^a} \quad (1)$$

- in which  $I_{ij}$  = the interaction between the places  $i$  and  $j$ ,  
 $m_i$  and  $m_j$  = the "masses" of places  $i$  and  $j$ , measured in some meaningful way,  
 $d_{ij}$  = the distance between  $i$  and  $j$ , measured in some meaningful way,  
 $a$  = an exponent.

From this formula, the location of the hinterland boundary between the centres A and B can be derived, understood as the locus of points with equal amounts of interaction to A and B. The boundary has the form of a circle, whose centre C is placed on the prolongation of the line AB, in the distance from A:

$$AC = \frac{\sqrt{\frac{a}{2} m_A} \cdot l}{\sqrt{\frac{a}{2} m_A} \div \sqrt{\frac{a}{2} m_B}} \quad (2)$$

The radius of the circle is:

$$r = \frac{l}{\sqrt{\frac{a}{2} m_A} \div \sqrt{\frac{a}{2} m_B}} \sqrt{\frac{a}{2} m_A m_B} \quad (3)$$

in which  $m_A$  and  $m_B$  = the "masses" of the centres A and B  
 $l$  = the distance between A and B  
 $a$  = the exponent

#### Models of 103 Hinterlands

The choice of hierarchical levels, on which to construct models, has been based on the existence of empirical investigations: The only levels, on which it will be possible to compare models with empirical findings, are the 103-centre-level and 4-centre-level.

The models on the 103-centre-level apply as "masses" the excess employment in regional activities, as calculated by *Illeris* (1964). Since this study did not include the four major centres, their theoretical hinterlands had to be omitted from the models. Distances have been measured as the crow flies, with the only exception that the measurements have avoided crossing the sea. Three alternative models have been constructed, the value of the exponent being 3, 2, and 1.5 respectively.

For the construction of the models, it proved practical not to use the formulae (2) and (3), but to apply the procedure described in fig. 1.

The figures 2, 3, and 4 show the resulting models.

#### Models of 4 Hinterlands

The models on the higher hierarchical level, assigning high-order hinterlands to the 4 major centres, need not be so detailed as the low-order models. It has been found sufficient to calculate the theoretical interaction flows – according to formula (1) – between 100 districts and the four centres. Such calculations were carried out on computer by *Fl. Larsen*. The "masses" of the centres are measured as their population by 1960.

The distances were measured as time distances by road, assuming an average speed of 60 km.s p.h., on motor-ways 80 km.s p.h., with the addition of timetable crossing times for ferry-connections. The value of the distance exponent was alternatively fixed as 2, 1.5, and 1.

The resulting models show that if the distance friction is high (fig. 5), the biggest interaction flows of most of the Jutland districts will be directed towards the main Jutland centres of Århus and Ålborg, while the Funen districts will be assigned to the high-order hinterland of Odense. In the south-western corner of Jutland, however, the field strength of Copenhagen will outweigh those of the west Danish centres. In this model as well as in the alternative ones, Copenhagen will dominate all east Danish districts.

In the model with a distance exponent of 1.5 (fig. 6), a higher number of districts will show more theoretical interaction with Copenhagen than with the west Danish centres. The high-order hinterland of Copenhagen thus expands to include the south-western half of Jutland. If the distance friction is little (fig. 7), most districts will be assigned to Copenhagen. Århus, Odense, and Ålborg will only carve out small influence zones with radii of 25-40 km.s.

#### *Empirical Hinterlands*

A large amount of empirical material on hinterlands on various levels has been assembled by the National Planning Secretariat and the Communal Reform Commission. It includes the following studies:

1. A delimitation of the hinterlands of shopping goods' centres, based on interviews with shopkeepers in 1959.
2. Various studies of retail hinterlands, based on interviews with consumer households or key-persons representing the consumers.
3. Statistics on telephone calls from various sample periods between 1951 and 1961.
4. Statistics on mail sendings from a sample period in 1967.
5. Statistics on railway passenger tickets from the years 1961/62 and 1963/64.
6. Origin-destination studies of road traffic, carried out in Eastern and Northern Jutland in 1956 and 1957.
7. A mapping of local newspapers' coverage in 1962.

Both low-order and high-order empirical hinterlands, delimited in these 7 ways, tend to coincide to a very high degree. Since each of the studies has its individual drawbacks, it was preferred to join the information gained through them, in synthesizing hinterland delimitations. The empirical data make synthesizing delimitations possible on the levels of about 100, about 40, and 4 hinterlands.

The centres to which synthesizing hinterlands are assigned are chosen on the base of existing empirical central place investigations: *Illeris* 1960, *Billmann* 1964, *Illeris* 1964, and *Illeris & Pedersen* 1968.



On a low-medium level, 103 centres are chosen, and synthesizing hinterlands are assigned to them (fig. 8). The smallest unit, assigned to a hinterland, is normally the commune, since most of the 7 individual studies are based on communes. However, in some cases, when one commune contains two telephone exchanges or post offices, it has been possible to use smaller units. The set of 103 hinterlands may be said to form a maximum set of hinterlands in Denmark on this level.

A minimum set of medium-level synthesizing hinterlands has been assigned to 43 centres (fig. 9). The units have been the same as the ones in the map of 103 hinterlands.

To the 4 high-order centres, high-order empirical hinterlands have been assigned in fig. 10. Data on telephone calls, mail sendings, and railway trips from low-order centres are part of the information on which the delimitation can be based; but also statistics on interaction flows from larger telephone, railway, and road traffic districts can be applied. As the smallest units, assigned to high-order hinterlands, it has therefore been necessary to apply a set of 67 very schematic districts. Figure 10 shows that the west Danish centres of Århus, Odense, and Ålborg have high-order influence zones consisting of Central-Eastern Jutland, Funen, and Northern Jutland respectively. Southern and Western Jutland, as well as East Denmark, belong to the high-order influence zone of Copenhagen.

#### *Comparisons between Theoretical and Empirical Hinterlands*

The delimitations of 103 theoretical hinterlands in figures 2, 3, and 4 may be compared to the delimitation of 103 empirical hinterlands in figure 8. However, the theoretical hinterlands have been delimited on a continuous plane, and in order to make a comparison possible, transformations of the models are necessary. Each commune – or part of commune – in the models has to be assigned undivided to the theoretical hinterland in which its population point of gravity is placed. It may then be calculated for each model, what share of its smallest units (communes or parts of communes) belongs to the same hinterland as in the empirical delimitation.

The comparisons show that in the model with distance exponent 3, 5 p.c. of the smallest units have been assigned to a different hinterland than in the empirical delimitation. In the model with distance exponent 2, 10 p.c. of the smallest units diverge from the empirical map, and in the model with distance exponent 1.5, 15 p.c. of the smallest units.

The 4 theoretical high-order hinterlands in figures 5, 6, and 7 may be compared to the empirical high-order hinterlands in figure 10. In order to make comparisons possible, the 100 districts of the theoretical models have been combined to form 67 districts, corresponding to the ones of the empirical delimitation. The comparisons show that in the model with distance exponent 2, 30 p.c. of the districts have been assigned to a different high-order centre than in the empirical delimitation. The model with distance exponent 1.5 proves to be the best one, 12 p.c. of the districts diverging from the empirical picture; while in the model with distance exponent 1, 20 p.c. of the districts diverge.

### Concluding Remarks

Delimitation of functional regions may have several practical applications, e.g. as a base for administrative divisions. Such divisions need to be unchanged over a considerable period of time. If the theoretical models are accepted as describing the hinterland pattern with sufficient accuracy, and if knowledge about the development over time of the model parameters can be obtained from other sources – which is quite often the case – the models may form a base for predictions of the stability of the hinterland pattern. Thus expensive repetitions of empirical hinterland studies may be saved, from which predictions could not even be derived easily.

It is outside the scope of the present paper to treat the model parameters thoroughly, but it may be hinted that the centralities of central places more often than not develop in parallel ways, thus causing little shifting in the location of the theoretical hinterland limits. Concerning the distance parameter it is clear that improved transportation techniques – such as private car ownership – tend to lower the distance exponent. From the figures 2-4 and from the diagram fig. 11 it may be seen, however, that even a change in the distance exponent from 3 to 1.5 does not displace the hinterland limit between roughly equal centres more than a few kilometres. Thus the hinterland limits between centres of more or less equal influence may be foreseen to be rather stable, even under condition of greatly increased mobility. Experiences from the abolition of the 1864-1920 Danish/German frontier and from the construction of long bridges in the 1930'ies tend to confirm the stability of hinterland limits.

The figures 2-4 and 11 also show that when the distance exponent is lowered, the hinterland limit between centres with very different centralities is displaced considerably in the direction of the weaker centre. Thus with an increase in mobility, the hinterlands of the weakest of the present centres may dwindle to almost nothing.

Between the influence zones of the high-level centres, which have very different centralities, the limits vary considerably with changing distance frictions (figures 5-7). However, as well all models as all empirical evidence show that Western and Southern Jutland do not belong to the hinterlands of the west Danish high-order centres. This fact may form an argument for the establishment of new high-level centres in those parts of the country.

---

### LITTERATUR

- Antonsen, K. og Danneskiold-Samsøe, O.* (1964): Undersøgelse af befolknings- og erhvervsstrukturen i Randers amts sognekommuner, Randers.
- Biilmann, M.* (1964): Adgang for alle til byen. Byplan nr. 89.
- Godlund, S.* (1964): Busstrafikens framväxt och funktion i de urbana influensfälten. Lund.
- Illeris, S.* (1960): Danmarks byer som servicecentre. Byplan nr. 70.

---

*Illeris, S.* (1964): The Functions of Danish Towns. *Geografisk Tidsskrift*, bd. 63.

*Illeris, S. og Pedersen, P. O.* (1968): Central Places and Functional Regions in Denmark. *Factor Analyses of Telephone Traffic*. Lund.

Byen og oplandet. Sekretariatet for Danmarks erhvervsfond, København 1964.

Byernes opland. Det statistiske departement, København 1960.

Limfjordsanalysen 1957. Vejdirektoratet, København 1960.

Østjyllandsanalysen 1956. Vejdirektoratet, København 1959.

*Aagesen, Aa.* (1961): Atlas over Danmark II. Befolkningen. København.

---