

Pendlingen i Hovedstadsregionen.

PULCHRA SUNT, QUAE VIDENTUR
PULCHRIORA QUAE SCIUNTUR
LONGE PULCHERRIMA QUAE IGNORANTUR

Dan Eriksen
Analyse- og statistikafdelingen
Plandivisionen

HUR

14. marts 2001

Problematik

Pendling er betegnelse for det forhold, at en person i arbejde bor et sted og arbejder et sted. Pendlingen inden for et område er således antallet af personer med bopæl og arbejde i området. Når befolkningen (og hermed normalt også antallet af beskæftigede) vokser/falder, da vokser/falder pendlingen tilsvarende. For at kunne karakterisere (udviklingen i) pendling, er (udviklingen i) fordelingen eller *strukturen* af bolig/arbejdsstedsrelationerne inden for Hovedstadsregionen analyseret. Det synes som om, pendlingsudviklingen moduleres af to fænomener:

- 1 Lokalisering af boliger og arbejdspladser¹.
- 2 En tendens hos den enkelte aktør (pendleren) til at pendle "mere"².

¹Dette er reguleret af den løbende planlægning.

²Betegnelsen "mere" er valgt frem for "længere", idet sidste giver associationer til den af pendlingen afledte persontrafik.

Definitioner

Ved ξ_{ij} forstås antal personer med bopæl i kommune i og arbejdsplads i kommune j . Med anvendelse af notationen $x_i = \sum_{j=1}^n x_{ij}$ fås, at antallet af kommunefordelte arbejdspladser er $\xi_{\cdot j}$ og beskæftigede fordelt på bopælskommune er ξ_i . Der er $n \cdot n$ inddelinger, dvs. $i = 1, \dots, n$ og $j = 1, \dots, n$. ξ_{ij} kan således opfattes som tallene i en kommunefordelt bolig/arbejdspladstabel (i det følgende pendlingsmatricen), hvor marginalssummerne er henholdsvis beskæftigede og arbejdspladser fordelt på kommuner. I en pendlingsmatrice, der kan knyttes til et bestemt opgørelsestidspunkt t , anvendes notationen Ξ^t for matricen og ξ_{ij}^t for dens elementer.

Resumé

Følgende problematik er dokumenteret andetsteds³.

Observationen af, at der pendles mere end tidligere, er tolket derhen, at båndet mellem bolig- og arbejdssted løses. Sagt på en anden måde, er der en højere grad af uafhængighed mellem bolig- og arbejdssted end tidligere. Er p_{ij} sandsynligheden for at bo i kommune i og arbejde i kommune j , kan forholdet udtrykkes ved, at $p_{ij}^t \rightarrow p_i^t \cdot p_j^t$, når $t \rightarrow \infty$. Da ξ_{ij}^t er kendt for perioden 1982, ..., 1999, er det muligt at estimere⁴ p 'erne og dermed, ud fra ligningen $p_{ij}^t = k_{ij}^t \cdot p_i^t \cdot p_j^t$, muligt at beregne værdier af k_{ij}^t . Ud fra tidsrækken k_{ij}^t ⁵ kan det bekræftes, at det for næsten alle i og j kan forventes, at $k_{ij}^t \rightarrow 1$ med tiden.

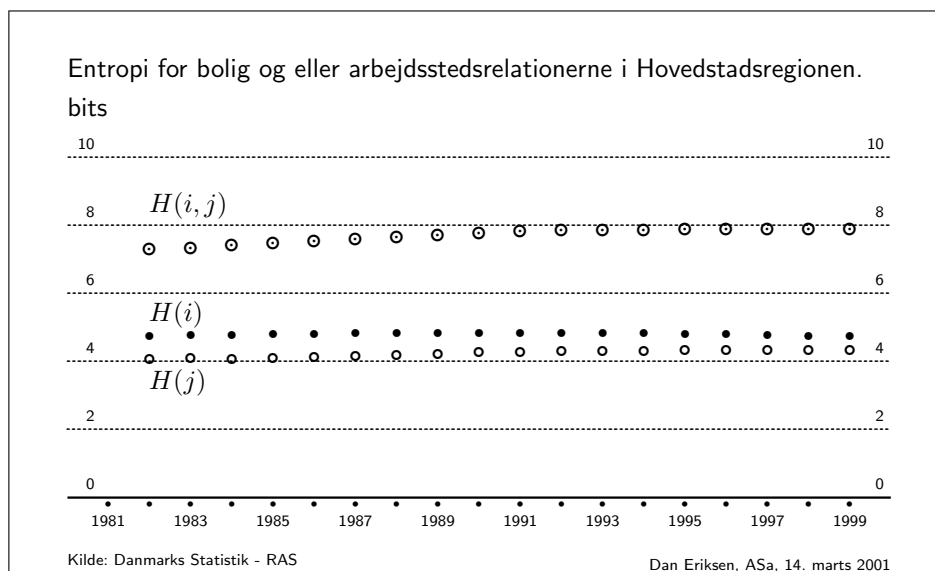
Analyse

Ovenstående resumé kan sammenfattes i en erkendelse af, at vi bevæger os fra et (højt) struktureret bolig/arbejdsstedssystem til et mindre struktureret. På sigt måske til et helt strukturløst system, hvor det for en tilfældig beskæftiget med bopæl i regionen gælder, at sandsynligheden for at arbejde i en given kommune alene er bestemt af antallet (andelen) af arbejdspladser i den pågældende kommune. Det vi fornemmer er med andre ord, at $H(\Xi^{t_1}) \leq H(\Xi^{t_2})$, hvor H er entropifunktionen og $t_1 \leq t_2$. Det bemærkes, at entropien er fastlagt ud fra sandsynlighederne. $H(\Xi) = H(i, j) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{ij} \log_2 p_{ij}$. Entropien for de marginale fordelinger i pendlingsmatricen er så (for beskæftigede) $H(i) = \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log_2 p_i$ henholdsvis (for arbejdspladser) $H(j) = \sum_{j=1}^n p_{\cdot j} \log_2 p_{\cdot j}$. Resultaterne opsummeres i Figur 1.

³PENDLINGSPROGNOSE 2000-2020 for kommuner og amter i HOVEDSTADSREGIONEN, Hovedstadsregionens Statistikkontor, ISBN 87-89644-36-0.

⁴ $p_{ij} = \xi_{ij}/\xi_{\cdot\cdot}$, $p_i = \xi_i/\xi_{\cdot\cdot}$, ...

⁵Analysen er egentlig kun udført til og med 1995.



Figur 1:

$H(i)$ er entropien for beskæftigedes bopælsfordeling inden for Hovedstadsregionen. Tilsvarende er $H(j)$ entropien for arbejdspladsfordelingen. Endelig er $H(i, j)$ entropien for bolig/arbejdsstedsfordelingen (pendlingsmatricen).

Bemærkning til Figur 1: At $H(j) < H(i)$ for perioden 1982 til 1999 tyder på, at arbejdspladserne er mere geografisk koncentreret end boligerne. Der er med andre ord mere struktur i arbejdspladsfordelingen end i fordelingen af de tilsvarende boliger. Bemærk at vi her går ud fra, at enhver beskæftiget bor et sted, nemlig i en bolig. At $H(i)$ fra en svag stigning frem til og med 1992 så småt begynder at falde, og med voksende hastighed frem til 1999 er måske mere forbløffende. Kan det skyldes at befolkningstilvæksten/beskæftigelsesudviklingen i regionen ikke har været ligefordelt på kommunerne ?

Overvejelse

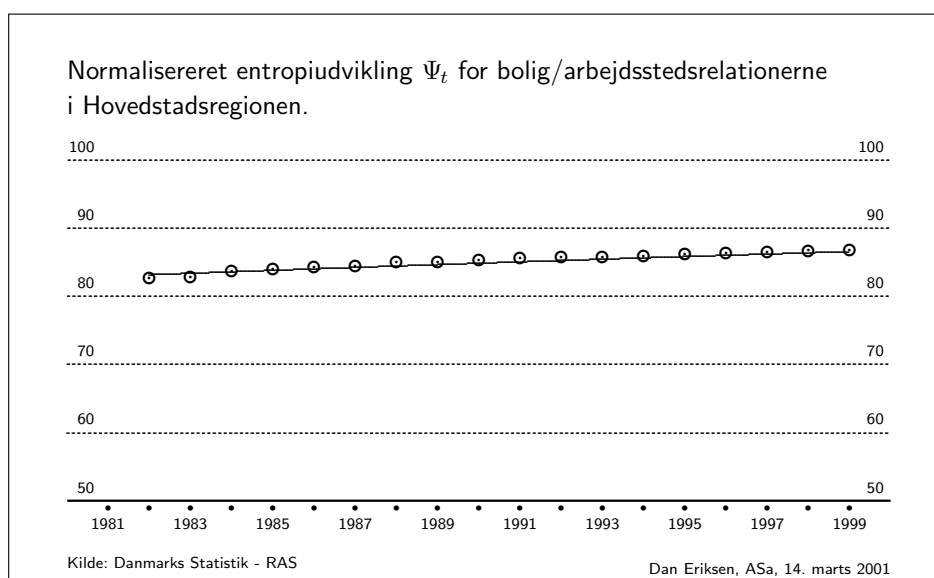
Den mindste entropi $H(\Xi)$ for pendlingsmatrice Ξ vi (med rimelighed) kan forestille os er, når al pendling er egenpendling, dvs. når $\xi_{ij} \neq 0$ for $i = j$ og $= 0$ for $i \neq j$. Dette svarer til en struktur af arbejdsmarkedet, som vi kender det fra stavnsbåndets tid. Omvendt antages den største entropi, når der er uafhængighed mellem bolig og arbejdsplads. Dette kan formelt udtrykkes ved $H(\Xi) = H(i, j) = H(i) + H(j)$. Imellem disse ekstremer gælder, at $H(i, j) < H(i) + H(j)$ ⁶.

⁶Dette følger af Shannon's ulighed.

Det er derfor fristende at måle en pendlingsmatrices entropi i forhold til den største entropi, den kan antage med de samme marginalssummer, dvs. den samme fordeling af beskæftigede på bolig- henholdsvis. arbejdspladssiden. Det er nærliggende at betegne dette som en *Normaliseret* entropi $\Psi(\Xi)$ (eller blot Ψ) for den pågældende pendlingsmatrice Ξ .

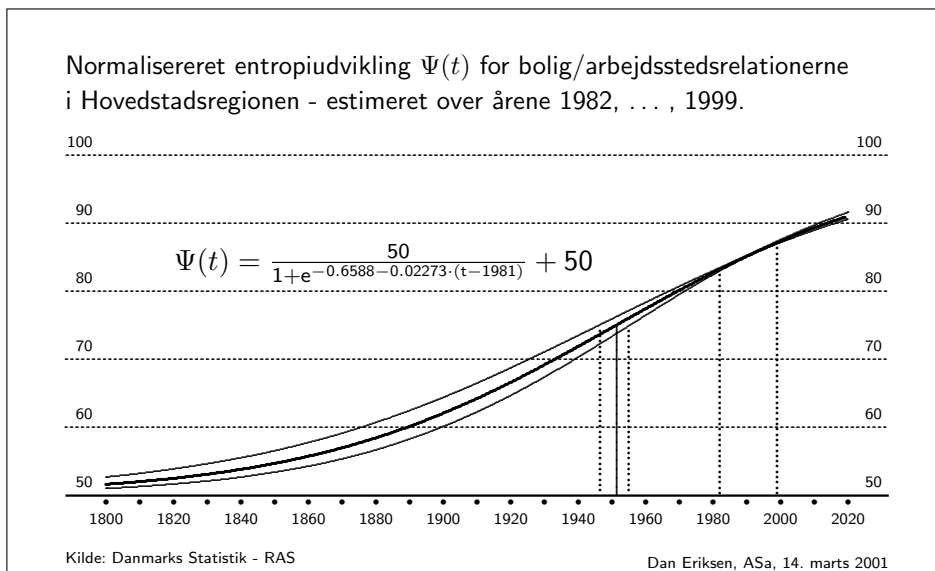
$$\Psi = \frac{H(i, j)}{H(i) + H(j)}$$

Af praktiske årsager regnes i $100 \cdot \Psi$. Det ses let, at $50 \leq \Psi \leq 100$. Antages det, at udviklingen siden stavnsbåndet ophævelse i 1788 har været **jævn**, kunne udviklingen i pendlingsstrukturen opfattes som et traditionelt Malthus'sk vækstfænomen og dermed modelleres ved en logistisk funktion, jf. Figur 2 og 3.



Figur 2:

– betegner den ved regression bestemte model $\Psi(t)$ (Figur 3) for Ψ_t , der angives ved \circ .



Figur 3:

På figuren er indtegnet 95% sikkerhedsgrænser for regressionslinien Ψ . Den lodrette | streg angiver tidspunktet for vendetangenten, dvs. det tidspunkt (1951) hvor ændringen i Ψ er størst. De stiplede lodrette linier omkring dette tidspunkt er det tidsinterval, hvor vendetangenten med 95% sikkerhed indtraf. De to lodrette stiplede linier til højre afgrænser tidsrækken Ψ_t .

Konklusioner

Indledningens korte påstande søges nu besvaret:

- 1 Der er mere struktur på fordelingen af arbejdspladser end på fordelingen af beskæftigedes bosætning. For bosætningen ser det ud som om, at der på det sidste har været en tendens til øget struktur (skævere fordeling på kommunerne). Dette har tilsammen resulteret i en stagnerende pendlingsstruktur jf. Figur 1.
- 2 Tilbøjeligheden til ”merpendling” tolkes som udviklingen i den normaliserede entropi for pendlingsmatricerne over årene. Væksten er ikke stor, den toppede i 50’erne, så max. er forlængst passeret jf. Figur 3.