

Tilgængelighed & GIS

- anvendelse af gravitationsbaserede GIS-analyser i planlægningen

Esben Clemens, Aalborg Universitet

Hans Rolff-Petersen, Slagelse Kommune

Artiklen beskriver en metode til implementering af en gravitationsbaseret tilgængelighedsmodel ved anvendelse af bl.a. netværksberegninger i et standard GIS-software.

Begrebet tilgængelighed og den gravitationsbaserede tilgængelighedsmodel introduceres. Herefter beskrives udvælgelse og bearbejdning af de data der indgår i analyseforsøget samt udarbejdelsen af den programkode beregningen baserer sig på.

Med udgangspunkt i eksempler fra den afsluttede detailhandelsplanlægning i amtskommunerne vises hvorledes metoden kan tjene som beslutningsstøtte gennem analyse og visualisering af tilgængelighed i forbindelse med konkrete planlægningsopgaver.

Der peges afslutningsvis på fremtidige indsatsområder i tilknytning til metoden med henblik på forstærket anvendelse indenfor den fysiske planlægning.

Indledning

Begrebet tilgængelighed er igennem de senere år i stigende grad blevet en del af sprogbruken blandt planlæggere og politikere. Særlig udtalt er det indenfor *transport- og trafikplanlægningen*, hvor store investeringer i infrastruktur i form af bl.a. brobyggerier, motorveje og udbygning af jernbanenettet, sigter mod at forsyne både befolkning og erhvervsliv med en så god og ensartet adgang til transportmuligheder og offentlig service som muligt.

I *arealanvendelsesplanlægningen* introduceres begrebet eksplicit i forbindelse med revision af Planloven i 1997, hvor der nu stilles krav om anvendelse af detaljerede planer der også inddrager tilgængeligheden i forbindelse med region-, kommune- og lokalplaner for regulering af detailhandelen.

Indenfor den danske planlæggertradition er der endnu ikke udviklet overbevisende og brugbare metoder for måling og

modellering af tilgængelighed i tilknytning til ovenstående.

I det følgende beskrives et forsøg på, at opstille en metode der inddrager anvendelse af standard GIS teknologi som værktøj til modellering og visualisering af tilgængelighed i regionplanlægningen med fokus på detailhandelsplanlægningen.

Forsøget er udført som del af andet studieår på Master of Technology Management i Geoinformatik på Aalborg Universitet i foråret 2001.

Forsøget tog udgangspunkt i et scenarium, hvor der er fremsat ønske om etablering af et lavprisvarehus (f.eks. et Bilka - eller et OBS varehus) umiddelbart øst for Hjørring By. Etableringen er i strid med planlægningen for området, idet det krævede arealudlæg langt overstiger de vedtagne rammer for Nordjyllands Amt.

Planlægningsmyndighederne ønsker derfor at foretage en konsekvensanalyse, idet sagen

betragtes som en dispensations-sag. Som led i analysen ønskes en vurdering af hvorledes tilgængeligheden til detailhandel ved anvendelse af personbil vil blive påvirket i amtet.

I samme forbindelse ønskes en vurdering af hvilke dele af amtet som vil blive berørt af det nye center på en sådan måde, at etableringen på længere sigt kan medføre butikslukninger.

Endelig ønskes en vurdering af i hvilket omfang færdiggørelse af motorvejsstrækningerne Aalborg til Frederikshavn og Aalborg til Hjørring, kan forventes at påvirke analyseresultaterne.

Begrebet tilgængelighed

Lad os indledningsvis se lidt nærmere på, hvad begrebet tilgængelighed dækker over.

Anvendelse af tilgængelighedsbegrebet giver let anledning til misforståelser, idet det ofte blandes sammen med begrebet mobilitet.

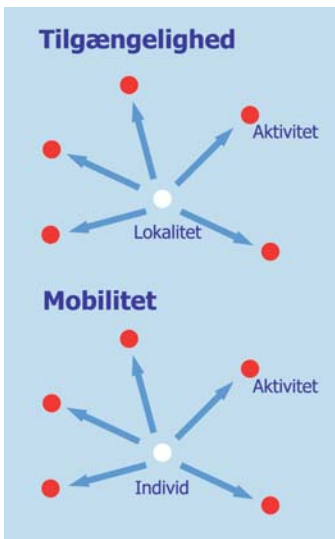
Begreberne kan siges at være beslægtede uden dog at være identiske. Tilgængelighed kan defineres således (Morris et al, 1979):

Tilgængelighed beskriver den lethed hvormed enhver arealbaseret aktivitet kan nås fra en lokalitet ved anvendelse af et givet transportsystem.

Da det i sagens natur er meningsløst at diskutere tilgængelighed uden inddragelse af begrebet individ er det nærliggende også at definere mobilitet (Morris et al, 1979).

Mobilitet beskriver den lethed, hvormed et individ kan bevæge sig bort fra en lokalitet ved anvendelse af et givet transportsystem.

Tilgængeligheden kan betragtes som en egenskab ved lokaliteten, hvorimod mobiliteten er en egenskab hos individet jfr. figur 1.



Figur 1: Begreberne tilgængelighed og mobilitet.

Det er altså en kombination af mobilitet og tilgængelighed der i første omgang er afgørende for, hvordan et individ bevæger sig "rumligt" og dermed deltager i aktiviteter. Men da vi har med mennesker at gøre, vil tilgængeligheden i sidste instans kun udgøre et potentiale: to mennesker i samme lokalitet vil opleve tilgængeligheden forskelligt, da behov og personlige præferencer varierer (Handy & Niemeier, 1997).

Tilgængelighedsmodeller

Når man taler om tilgængelighedsmodeller og visualisering af tilgængelighed, vil mange givetvis associere til de kort der hænger på mange rasteplasser langs motorvejene. På kortene ses hele landet med det overordnede vejnet samt tidsbånd der indikerer hvor langt man kan nå indenfor 1, 2, 3, ... timers kørsel i bil med udgangspunkt i København (uden at overskride fartgrænserne).

Imidlertid adskiller denne model sig fundamentalt fra de tilgængelighedsmodeller der beskrives i langt den overvejende del af faglitteraturen. De fleste tilgængelighedsmodeller er kendetegnet ved at indeholde dels et *transport-* eller *impedanselement*, dels et *aktivitets-* eller *attraktionselement*. Transportelementet afspejler den lethed, hvormed lokaliteter i rummet kan nås som en funktion af transportsystemets karakter og kvalitet målt i afstand, tid og omkostning. Aktivitetslementet reflekterer den rumlige fordeling af aktiviteter og disses kvalitet (Handy & Niemeier, 1997).

Netop det forhold at tilgængelighedsmodellerne er sammensatte modeller har den fordel, at

tilgængeligheden for en lokalitet til en række destinationer kombineres i et indeks. Dette muliggør simple sammenligninger af tilgængeligheden i forskellige lokaliteter (Geertman & Eck, 1995).

Omvendt vil det forhold, at tilgængeligheden udtrykkes ved et dimensionsløst indeks stille særlige krav til, hvorledes resultaterne tolkes. Denne svaghed vil normalt kunne overkommes ved at sammenligne ændringer af tilgængeligheden frem for at fokusere på det absolutte niveau af tilgængelighed.

Der findes en række tilgængelighedsmodeller men vi vil i det følgende begrænse os til at beskrive den gravitationsbaserede model som er anvendt i vores forsøg.

Den gravitationsbaserede model

Den gravitationsbaserede model har sit teoretiske udgangspunkt i Newtons tyngdelov, der beskriver, hvordan to legemer i rummet tiltrækker hinanden med en kraft proportionalt med produktet af deres masser, og omvendt proportionalt med kvadratet på afstanden imellem dem. Loven blev for første gang anvendt indenfor humanegeografien i slutningen af det 20. århundrede.

Den gravitationsbaserede tilgængelighedsmodel har vist sig velegnet til at vurdere effekten af planlagte butikcentre (når det forudsættes at forbrugeradfærden med hensyn til rejsetid og "tiltrækning" forbliver konstant), og beregne hvor megen omsætning det nye butikcenter vil tiltrække og hvor meget de eksisterende butikcentre vil

miste. For planlæggere vil det centrale ved anvendelsen af denne model givet være at estimere effekten på de eksisterende centre, f.eks. effekten af et nyt butikcenter uden for bykernen i forhold den eksisterende detailhandel i bykernen (Robinson, 1998).

Gravitationsmodellerne vægter mulighederne (som regel i antallet af aktiviteter/attraktioner som kan måles, f.eks. omsætningen i den enkelte butik) som funktion af modstanden (som regel som en funktion af rejsetid eller rejseomkostning). Matematisk kan modellen formuleres som nedenstående ligning (Handy & Niemeier, 1997) efter (Hansen, 1959).

$$A_i = \sum_{j=1}^n a_j \cdot f(t_{ij})$$

hvor

A_i er tilgængeligheden for lokaliteten i

a_j er aktiviteten (muligheden) i lokaliteten j

t_{ij} er rejsetiden, afstanden eller omkostningen ved at komme fra lokaliteten i til lokaliteten j

$f(t_{ij})$ er modstandsfunktionen for at rejse fra lokaliteten i til lokaliteten j

n er mængden af lokaliteter.

Jo tættere lokaliteten j ligger på lokaliteten i , jo mere bidrager den til tilgængeligheden for i , og jo flere muligheder (i form af aktiviteter) der ligger i lokaliteten j , jo mere bidrager den til tilgængeligheden for i .

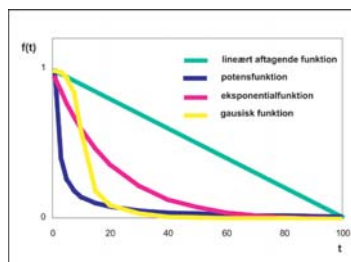
Modstandsfunktionen (omkostningsfunktionen) defineres nor-

malt som en negativ funktion af modstanden (henfaldsfunktion): Enten som lineær-, eksponential- eller simpel potensfunktion. Funktionen $f(t)$ får ved anvendelse af potensfunktionen følgende udtryk:

$$f(t) = d^{-\beta} = 1/d^{\beta}$$

hvor d er lig med omkostning (rejsetid eller afstand) for rejsen imellem center og den enkelte lokalitet, og eksponenten β er en kalibreringsparameter.

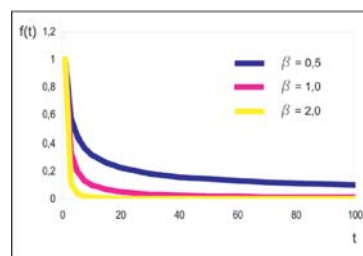
Valg af henfaldsfunktion er naturligvis afhængig af hvilken specifik type tilgængelighed, man ønsker at modellere. Generelt er der bred enighed om at afstandens betydning og indflydelse kan være større end hvad der udtrykkes ved anvendelse af den lineære fremstilling af afstandsmodstanden. Afstandens "friktion" kan herefter variere afhængig af, hvilken transportform, der undersøges (Hansen, 1993). I figur 2 er kurveforløbet for forskellige henfaldsfunktioner illustreret.



Figur 2: Kurveforløbet for forskellige henfaldsfunktioner.

Den kontinuert aftagende funktion i form af den negative eksponentialfunktion er den mest anvendte i de gravitationsbaserede tilgængelighedsmodeller (Handy & Niemeier, 1997).

Fastlæggelsen af størrelsen på eksponenten β er ligeledes genstand for opmærksomhed og diskussion. Der har været fortalere for implementering af a priori eksponentværdier for potensfunktioner på 1 eller 2 (Geertman & Eck, 1995), hvor andre argumenterer at disse værdier er så høje, at en regulær tærskelværdi vil være at foretrække (Skov-Petersen, 2000). Figur 3 illustrerer hvordan størrelsen på β har indflydelse på kurvens forløb.



Figur 3: Potensfunktionens henfald ved tre forskellige eksponentværdier.

En mulighed vil være at basere sin kalibrering af modstandsfunktionen på empiriske undersøgelser. Gennem en iterativ proces kan man udvælge netop den henfaldsfunktion og den eksponentværdi, der på bedste vis modellerer virkeligheden (*best fit*). Tilgængelighedsanalyser af ændringer i detailhandelsstrukturen kan således støtte sig til markedsanalyser (Eck & Jong, 1999).

Datagrundlag for beregning

Vi skal kort beskrive udvælgelsen og bearbejdningen af de data der indgår i beregningen. Det drejer sig om tre temaer:

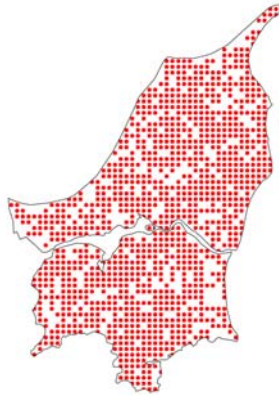
- Et butikstema, der i beregningen udgør aktiviteten og hvortil vi knytter et attraktionselement som attribut.
- Et lokalitetstema der *bærer* beregningens tilgængelighedsindeks i form af en attribut.
- Et netværkstema der udgør transportelementet i beregningen, dvs. et trafiktema.

Det var en beregningsmæssig forudsætning at de anvendte data var moderate i omfang. Vi har derfor været nødt til at fremstille *aggregerede* geografiske datasæt for lokalitetstemaet og butikstemaet. Vejmidtetemaet er således det eneste tema, vi har anvendt i sin oprindelige form.

Som netværkstema har vi valgt *VejnetDK* for Nordjyllands Amt. Datamængden i dette datasæt er overskuelig, når der skal foretages regionale analyser, idet det alene indeholder vejgeometrien fra det topografiske datasæt Danmark 1:200.000. Dertil kommer at datasættet indeholder skiltet/faktisk hastighed for de enkelte vejsegmenter der muliggør en enkel beregning af rejsetider.

Lokalitetstemaet har vi fremstillet som et punktnet jævnt fordelt over Nordjyllands Amt, og med en indbyrdes afstand mellem punkterne på 2 km. En del af punkterne ligger dog forholdsvis langt fra vejnettet. Derfor foretog vi en udtynding baseret på, at der kun blev medtaget de lokaliteter, som lå indenfor en afstand på maksimalt 500 meter fra et vejsegment i vores trafiktema. Dette resulterede i dannelsen af et lokalitetstema bestående af 1.173 punkter – se figur 4. Om den valgte punktaf-

stand repræsenterer den optimale løsning kan diskuteres. Den blev fastlagt ved at afveje hensynet til minimering af beregningsdata overfor ønsket om at kunne præsentere gravitationsresultaterne på en repræsentativ og sammenhængende form for Nordjyllands Amt.



Figur 4: Det udtyndede lokalitetstema – 1.173 punkter.

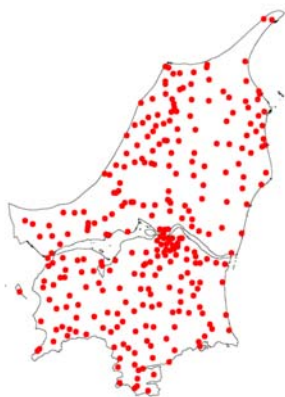
Et BBR adressetema kan naturligvis anvendes i særlige situationer som lokaliteter for beregningen. Herved kan tilgængelighedsværdierne direkte beregnes for den enkelte adresse. Imidlertid indebærer dette, at der ikke beregnes tilgængelighed for "adresseløse" områder, som f.eks. tyndt befolkede områder eller nye planlagte byområder, hvilket jo ofte har planlæggerens interesse. Endvidere vil de visualiseringsmetoder vi har anvendt, hvor der jo interpoleres mellem nærmest fladedækkende punkter ikke kunne anvendes uden risiko for graverende fejltolkninger. Rent logisk kan det også anføres, at en gravitationsbaseret tilgængelighed alene afhænger af forholdet mellem attraktion og rejseomkostning (målt på et vejnet), og

ikke spørgsmålet om hvor folk bor. Dersom ønsket er at beregne tilgængelighed for mindre områder, som f.eks. et afgrænset byområde og med en højere detaljeringsgrad end vi har anvendt, er det vores anbefaling, at man i stedet fremstiller et lokalitetstema med en mindre afstand mellem punkterne, og i forbindelse hermed nøje forsøger at afstemme detaljeringsgrad med aggregeringsniveau for de anvendte temaer i beregningen. Hvis lokalitetstemaet har den fornødne opløsning/detaljeringsgrad kan man i sit GIS system på simpel vis overføre tilgængelighedsværdierne efterfølgende til sit BBR adressetema, og ad den vej få knyttet tilgængeligheden til adresserne (eller andre relevante temaer i sine grundkortdatabaser).

I forbindelse med detailhandelsundersøgelsen blev der registreret ca. 1.100 dagligvarebutikker. Til brug for vores beregninger i *ArcView* vil det af flere grunde være hensigtsmæssigt at skabe et aggregeret datasæt over dagligvarebutikkerne i Nordjyllands Amt. For det første, fordi det vil nedsætte beregningstiden væsentligt, og for det andet fordi en regional analyse ikke fordrer den detaljeringsgrad som det fulde datasæt på godt 1100 butikker repræsenterer. Datasættet blev uden her at gå for meget i detaljer - aggregeret således at butikkernes beliggenhed blev repræsenteret bedst muligt, samtidigt med at vi fik reduceret temaet til 85 punkter.

At finde et hensigtsmæssigt udtryk for detailhandelsbutikkers tiltrækning rummer naturligvis en diskussion i sig selv og

kan tillige være begrænset af hvilke data, der er tilgængelige.



Figur 5: Det aggregerede dagligvarebutikstema – 285 punkter.

Vi valgte at anvende butikernes omsætning som en indikator for butikkernes attraktion, idet vi mener at netop omsætningen udtrykker hvor meget handel butikken har tiltrukket. Når vi har begrænset os til at se på dagligvarebutikker hænger det sammen med, at dagligvareomsætningen for et område må betragtes som nogenlunde konstant, og således berettiger konsekvensberegninger af etablering af eksempelvis et nyt butikscenter.

I forbindelse med indsamling og bearbejdning af data og de senere beregninger er det vores erfaring, at det ikke er en nødvendig forudsætning at have detaljerede geografiske data når der skal foretages denne slags analyser for større områder – tværtimod kan det være hensigtsmæssigt at arbejde med data på et aggregeret niveau. Denne erkendelse synes måske

banal for mange faggrupper, men for os er den ikke desto mindre væsentlig. Indenfor landinspektørfaget er begreber som nøjagtighed og fuldstændighed så indgroede, at alene tanken om at kaste information bort automatisk vækker skepsis og for mange direkte fysisk ubehag.

Program til beregning af tilgængelighed

Vi ønskede at fremstille et program der kan beregne tilgængeligheden til dagligvare-butikker fra enhver lokalitet i et amt eller en kommune. Specifikt ønskede vi udregnet et gravitationsbaseret tilgængelighedsindeks, som er baseret på forholdet mellem hvor attraktive butikkerne forekommer, og den rejseomkostning som er forbundet med at nå butikkerne.

Programmet blev udviklet ved hjælp af *Arcview's* programudvidelse *Network Analyst*, samt programmeringssproget *Avenue*. Programmet udfører i princippet beregningen i to trin: først laves en netværksberegning på vejnettet, hvor omkostningen i form af enten rejsetid eller afstand beregnes fra alle butikker til alle lokaliteter. Ved at anvende forskellige parametre så som henfaldsfunktion og cutoff-afstand er det muligt at regulere omfanget af denne beregning, samt at sikre størst mulig overensstemmelse med en given indkøbsadfærd. Efterfølgende beregnes det samlede gravitationsbidrag som hver enkelt lokalitet tilføres fra butikkerne - ved at benytte enten en lineær- eller potensfunktion. Gravitationsbidraget summeres herefter og tilknyttes afslut-

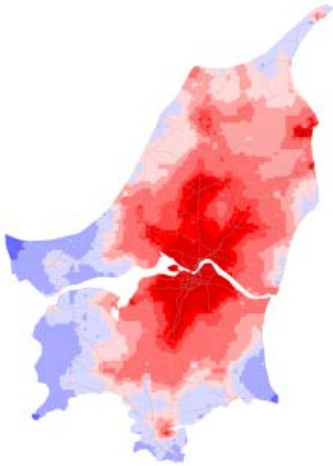
ningsvis lokaliteterne som en attribut. Disse attributværdier udgør tilsammen det beregnede tilgængelighedsindeks.

Beregning, kalibrering og tolkning

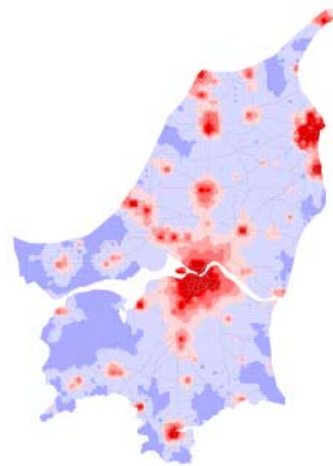
Før vi beskriver beregningen og visualisering af det scenarium vi skitserede først i artiklen, vil vi knytte nogle kommentarer til programmets kalibrering. Som vi tidligere var inde på så vil programmets kalibrering i form af valg af henfaldsfunktion afhænge af den specifikke adfærd man ønsker at modellere. Når det drejer sig om konsekvensanalyser af ændringer i detailhandelsstrukturen forudsætter et troværdigt beregningsresultat naturligvis at programmets kalibrering baserer sig på baggrund af empiriske undersøgelser af vores indkøbsvaner.

Figur 6 og 7 er en visualisering af beregningsresultatet ved anvendelse af henholdsvis en lineær – og en potens henfaldsfunktion. Figureerne viser hvorledes valget af henfaldsfunktion har afgørende indflydelse på beregningsresultatet.

Der er i forbindelse med kalibrering, beregning og tolkning forhold såsom *intra-zonal effekt* og *rand-problemer* som ligeledes har afgørende indflydelse på beregningsresultatet. Vi har dog vurderet at det vil føre for vidt at gå i dybden med disse emner her, men blot henvise til den samlede rapport.



Figur 6: Resultat af beregning med lineær henfaldsfunktion, visualiseret med 1/2 standardafvigelse. Røde områder har tilgængelighedsindeks over middelværdien, mens blå områder har værdier under middelværdien.



Figur 7: Resultat af beregning med potens henfaldsfunktion, visualiseret med 1/2 standardafvigelse.

I forbindelse med analysen af vores forsøgsscenarium har vi gjort en række forudsætninger. Nordjyllands Amt opfattes som model værende uafhængig og isoleret fra omverdenen. Dette er en modelteknisk forudsætning for at kunne modellere konsekvenserne for dagligvarehandlen når tilgængeligheden ændres som følge af ændringer i infrastrukturen eller lokaliseringen og omsætningen for dagligvarebutikker i amtet. Vi opererer altså med en geografisk isoleret ligevægtsmodel hvor følgende egenskaber forudsættes at gælde:

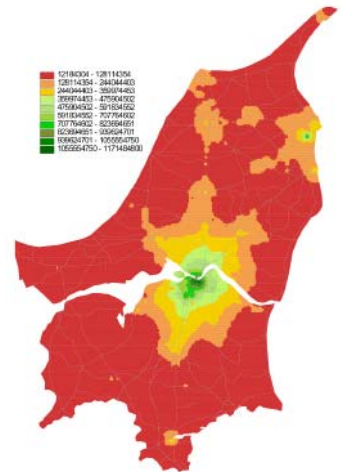
1. Omsætningen indenfor dagligvarebutikker i Nordjyllands Amt er konstant.
2. Der handles ikke på tværs af amtsgrænsen.
3. Etablering af nye butikker medfører ikke forøgelse af den samlede omsætning.

Som datagrundlag benyttes de tidligere beskrevne temaer for butikker, lokaliteter og vejnet.

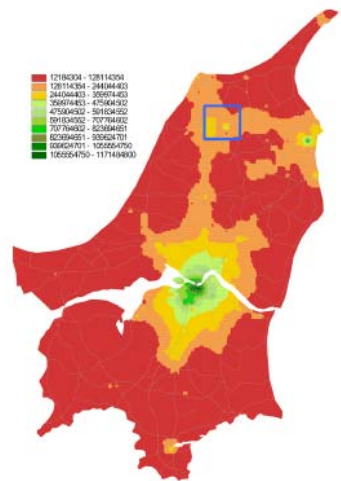
Der anvendes en lineær henfaldsfunktion med en tærskelværdi på 20 minutter (beregningen standser efter 20 minutters rejsetid). Tærskelværdiens størrelse er baseret på egne formodninger om hvor langt den typiske forbruger vil bevæge sig i bil for at købe dagligvarer i et stort varehus. Da detaljerede omsætningsdata for enkeltbutikker ikke er offentligt tilgængelige, har vi estimeret den totale årlige omsætning i varehuset for dagligvarer til i alt 238.000.000 kr.

Beregningsresultaterne før og efter etablering af varehuset er

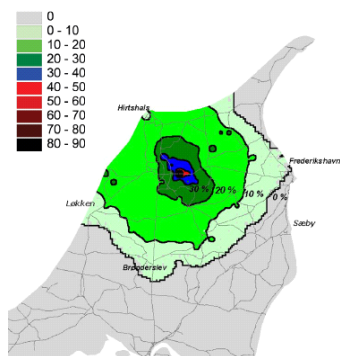
vist i figur 8 og 9. Ved at subtrahere beregningsresultaterne kan de områder hvor tilgængeligheden ændres visualiseres ved hjælp af et differenskort – se figur 10.



Figur 8: Tilgængeligheden (absolutte værdier) i Nordjyllands Amt – udgangssituationen.



Figur 9: Tilgængeligheden i Nordjyllands Amt efter etablering af varehus ved Hjørring. Blå ramme angiver placering.



Figur 10: Ændring i tilgængelighed til dagligvarer efter etablering af lavprisvarehus ved Hjørring udtrykt i %. I de grå områder sker der ingen ændring. Det farvelagte ændringsområde repræsenterer varehusets handelsopland. Anvendt tærskelværdi = 20 minutter.

Det vil være nærliggende at antage, at den beregnede ændring i tilgængelighed vil korrelere med omsætningsnedgangen for de butikker som ligger indenfor ændringsoplandet, og at der tilmed eksisterer en sammenhæng imellem den procentuelle ændring i tilgængelighed og det forventelige fald i omsætning for de omkringliggende butikker. Ligevægtsmodellen indebærer nemlig, at den omsætning det nye varehus forudsættes at ville få, nødvendigvis må skulle tages fra omkringliggende butikker. Sammenhængen kan derfor udtrykkes således:

$$\text{fald i omsætning} = K \times f(t),$$

hvor $f(t)$ er en funktion af ændringen i tilgængelighed t , og K er en konstant.

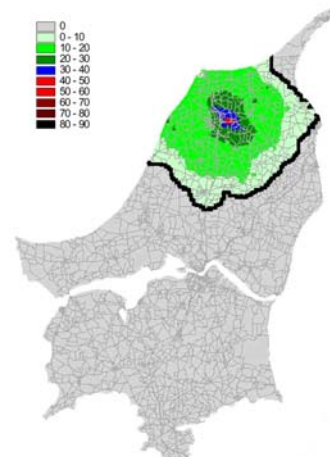
Formlen udtrykker en formodning og kan som sådan være

med til at pege på potentielt lukningstruede butikker (f.eks. butikker som ikke kan opretholdes ved en omsætningsnedgang på mere end 20 %). Funktionen "f" kan fastlægges empirisk gennem studier af sammenhørende værdier for ændring i tilgængelighed og fald i omsætning. Det er vigtigt her at præcisere, at gravitationsmodellen ikke leverer et probabilistisk resultat, hvorfor det ikke vil være muligt at sige noget om sandsynligheden for de beregnede effekter. Tilgængeligheden er et udtryk for en mulighed, men det er ikke givet, at forbrugerne nødvendigvis vil udnytte denne mulighed. I konkrete konsekvensvurderinger af et lavprisvarehus bør man eksempelvis inddrage empiri vedrørende indkøbsadfærd hos de kundesegmenter som det pågældende varehus tiltrækker. Eksempelvis kunne man forestille sig, at et Bilka varehus tiltrækker et kundesegment med en anden indkøbsadfærd end et OBS varehus vil gøre, og dermed kan lokaliseringen af et Bilka og et OBS have forskellige konsekvenser for omsætningen i området.

I forsøget ville vi ligeledes vurdere indflydelsen af færdiggørelse af motorvejene i Nordjylland på ændringer i tilgængeligheden set i sammenhæng med etablering af lavprisvarehuset ved Hjørring. Resultatet fremkommer ved at subtrahere en tilgængelighedsberegning for Nordjylland indeholdende de nye motorveje, men uden varehuset – med en beregning i hvilken både varehuset og motorvejene indgår.

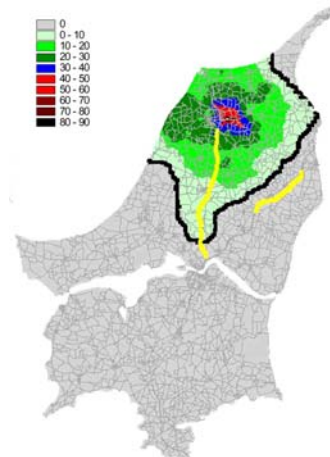
På figur 11 og 12 er vist situationen før og efter etableringen

af motorvejene. Det fremgår heraf, at færdiggørelse af motorvejsstrækningen mellem Aalborg og Hjørring resulterer i en udvidelse af oplandet for det nye varehus, idet oplandet udvider sig ned langs med den nye motorvejsstrækning. Strækningen Aalborg til Sæby, ses derimod ikke at have nogen indfly-



delse.

Figur 11: Før færdiggørelse af



motorvejene i Nordjylland.

Figur 12: Efter færdiggørelse af motorvejene i Nordjylland.

Konklusion og perspektivering

Kalibreringen af gravitationsmodellen er kritisk og dermed afgørende for anvendelsen af resultaterne. Det stiller dels krav til kalibreringsmulighederne i det anvendte program, og dels krav til udvælgelse og anvendelse af data.

Ligeledes vil en korrekt tolkning af beregningsresultaterne fordrer forståelse for sammenhængene mellem dataanvendelse og kalibrering. Detaljeringsgrad, aggregeringsniveau og ikke mindst tætheden på det anvendte lokalitetstema, har betydning for analysens resultater og de fejlkilder (den intrazonale effekt) som influerer herpå.

En forudsætning for inddragelse af gravitationsmodellen som anerkendt værktøj i det praktiske planlægningsarbejde er derfor primært etablering af en almen forståelse af metodens begrænsninger og muligheder.

Gravitationsmodellens dimensionsløse resultater, peger således på nødvendigheden af, at der kan etableres en forståelsesmæssig kobling mellem modellens resultater og de fænomener den forsøger at modellere.

Vores projekt har vist, at forholdsvis prisbillige og almindeligt udbredte standard GIS programmer kan anvendes til både beregning og visualisering af

gravitationsbaseret tilgængelighed. Begrænsningen for metodens udbredelse ligger altså tilsyneladende ikke i hverken software eller data, men snarere hos brugeren.

Set i relation til den igangværende udfordring som planlæggere og politikere står over for med hensyn til afvejning af investeringer i infrastruktur - overfor hensynet til bæredygtighed og rationel ressourceanvendelse, er det vores opfattelse at brug af GIS teknologi i forbindelse med anvendelse af gravitationsmodeller og tilgængelighedsanalyser vil kunne bidrage til kvalificering af planlægningsarbejdet.

Vores anbefaling er, at flere planlægningsinstitutioner kunne overveje, at indgå i et samarbejde om raffinering og optimering af den beskrevne metode, med henblik på etablering af en landsdækkende tradition for anvendelse af GIS baserede tilgængelighedsberegninger.

I den forbindelse kunne der peges på det - endnu eksisterende miljøministerium - som omdrejningspunkt for et sådan samarbejde.

Referencer

Eck, J. R. Ritsema van & Jong, T. de (1999). *Accessibility analysis and spatial competition effects in the context of GIS-supported service location planning*, Computers, Environment

and Urban Systems 23 s.75-89. Pergamon.

Geertman, S. C. M. & Ritsema van Eck, J. R. R. (1995). *GIS and models of accessibility potential: an application in planning*, IJGIS. Taylor & Francis, London.

Handy, S. L. & Niemeier, D. A. (1997). *Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives*, Environment and Planning A, volume 29, s. 1175-1194, Pion Limited, London.

Hansen, H. S. (1993). *An Accessibility Analysis of the Impact of Major Changes in the Danish Infrastructure*, Paper fra EGIS' 93, European Conference on Geographical Information Systems, Genova.

Morris, J. M. et al (1979). *Accessibility Indicators for Transport Planning*, Transportation Research Part A, volume 13A, no. 2.

Robinson, G. M. (1998). *Methods & Techniques in Human Geography*, Wiley & Sons, New York.

Rolff-Petersen, H. et al (2001). *Tilgængelighed og GIS. Et MTM projekt*, Aalborg Universitet. Rapporten er tilgængelig på adressen: <http://www.kennethjohansen.dk/mtm/>

Skov-Petersen, H. (2000). *Accessibility of the landscape - accessibility of the resources, mobility of the users*, Forsk-

Om forfatterne

Esben Clemens, landinspektør, geodatabibliotekar, Aalborg Universitet, Fibigerstræde 11, 9220 Aalborg Øst
e-mail: enc@i4.auc.dk

Hans Rolff-Petersen, landinspektør, planlægger, Slagelse Kommune, Rådhuset, 4200 Slagelse
e-mail: a40hans@slagelsekommune.dk