

Lokal og landsdækkende energisystemanalyse baseret på GIS

Bernd Möller, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet

Danmarks energisystem er præget af en omfattende decentralisering af energiproduktionen, således at decentral kraftvarme og vindenergi nu står for henholdsvis 20 og 15 % af landets elproduktion. Fjernvarme leverer omkring 50% af hele landets varmekonsum, ofte i form af lokal kraftvarme. Hvis udviklingen skal fortsætte, kræver det både politisk vilje og et solidt informationsgrundlag om de samfundsøkonomiske omkostninger og miljømæssige fordele ved en yderligere decentralisering af energisystemet. En geografisk detaljeret energisystemanalyse, baseret på GIS-teknologi, kan være med til at forbedre energiplanlægningens informationsgrundlag.

Indledning

Geografien spiller en vigtig rolle for indretningen af samfundets energisystem: Varmeforbrugets geografiske fordeling bestemmer muligheden for fjernvarmeforsyning. Elforbrugets, vindenergiens og kraftvarmeverkernes placering bestemmer den langfristede udførelse af eltransmissionsnettet. Udnyttelsen af lokal bioenergi er bestemt af omkostningerne ved transport og håndtering af biomassen. Ressourcernes og infrastrukturomkostningernes geografiske bindinger får større vægt i et decentraliseret energisystem. Samtidig er samfundets datagrundlag i de senere år blevet forbedret gennem kortlægning og registrering, og det er oplagt at udnytte de offentligt tilgængelige geodata i energisystemanalysen. Disse forhold gør brugen af geografiske data og analysemetoder lovende, både som supplerende eksisterende energisystemmodeller og ved at inkorporere modellerne i GIS (Möller, 2003).

Informationsgrundlaget for den lokale og den landsdækkende energiplanlægning skal forbedres gennem energisystemanalyser. Informationsgrundlaget defineres kvalitativt og kvantitativt som de informationer,

man har om energisystemets fremtidige udformning, de dermed forbundne omkostninger og de miljømæssige konsekvenser. I scenarieanalyser af energisystemet undersøges der en bredt vifte af udviklingsmuligheder for det tekniske energisystem, som repræsenterer alle fysiske undersystemer, såsom energiforbrug, energikonvertering og energikilder (Illum, 1995). Dette er nødvendigt for at tilgodese alle tilbagekoblinger i energisystemet og har betydet en del udfordringer i udviklingen af modellerne til energisystemanalyse. Hidtil har sådanne analyser været præget af en fastlåst geografisk struktur af energisystemet i form af energidistrikter og forsyningsområder, som er et direkte resultat af kommunal varmeplanlægning siden 1970'erne, og som stadig præger energiplanlægningens datagrundlag (Kristensen og Sletbjerg, 1998). Desuden mangler den traditionelt procesorienterede energiplanlægning en geografisk reference for de overvejende rumligt bestemte, vedvarende energiformer. Ved at udvide systemforståelsen til også at omfatte geografien, kunne modellernes konsistens og anvendelighed forbedres væsentligt.

Nærværende artikel vil søge at besvare spørgsmålene, om det med de tilstedeværende metoder, data og energimodeller er muligt at opbygge energiinformationssystemer, om disse kan forbedre energiplanlægningens arbejdsprocesser, om nye analysemetoder kan forventes gennem brug af geografiske metoder, og hvordan disse informationssystemer kan lade sig implementere i praksis.

Metoder

Metodikken tager sit udgangspunkt i analyser af energisystemernes teknologiske rødder, hvori det med de tilstedeværende økonomiske og tekniske midler er muligt at opfylde fastlagte miljømål (Illum og Möller, 1998). Dette kræver traditionelt en analytisk tilgang, som er omsat til en værktøjskasse i form af energimodeller. Disse skal ideelt indgå i beslutningstagningen. Derfor er det relevant at undersøge, hvordan modellerne kan spille sammen med et udvidet, geografisk baseret datagrundlag, således at geodata og computermodeller får tildelt fast definerede roller i en interaktiv planlægningsproces (Sørensen og Vidal, 1999), hvor et informationskontinuum opbygges, hvilket beskriver vejen fra data til information

og viden om fremtidens energisystem (Felleman, 1997). Dermed søges energiplanlægningens informationsgrundlag forbedret.

Energiinformationssystemer

Metoden for produktionen af energiplanlægningens informationsgrundlag formaliseres gennem opbygningen af såkaldte energiinformations-systemer (EIS), hvor computermodeller til energisystemanalyse, energidata i form af registerudtræk og geografiske temaer, geografiske analysemetoder, samt formidlingsredskaber er blevet knyttet sammen. Et EIS anvender data til at producere relevant information til beslutningstagning. Et sådant system bygges op af allerede eksisterende byggeklodser: dataressourcer i samfundet, geografiske informationssystemer, databaser og energimodeller samt formidlingsredskaber.

Udviklingen af energiinformationssystemer sker ud fra en systemteoretisk tilgang. Systemteorien bruges til at formalisere vejen fra energidata til information, som kan nyttiggøres til beslutningstagningen (Ackoff, 1974). Opbygningen af energimodeller beskrives ud fra en generisk, overordnet tilgang, som muliggør sammenligning af de i projektet brugte energimodeller. Derefter oprindes den generelle arkitektur af et EIS til produktion af informationsgrundlaget. Dernæst handler det om at få et overblik over de informationstekniske komponenter, et sådant system kommer til at bestå af:

energidata, geoinformationssystemer, relationsdatabaser, bygningstypologier, energimodeller og formidlingsredskaber.

Energimodeller til analyser af energisystemer

Energimodeller er den analytiske kerne i et EIS og beskriver energisystemer under forandring ved hjælp af energisystemernes topologi, funktioner og tidsserier. Valget faldt på to forskellige modeller: SESAM (Sustainable Energy Systems Model), udviklet af Klaus Illum, tidligere forsker ved Aalborg Universitet, og MESAP (Modular Energy Systems Analysis and Planning), udviklet ved IER, Stuttgart universitet i Tyskland (Baumhögger m.fl., 1998). Modellerne anvendes til at simulere energisystemernes komplekse, ikke-lineære og ofte ikke-kontinuerlige processer og integreres i et EIS. Det kan konkluderes, at disse modeller er mere eller mindre velegnede til begge dele. Med SESAM-modellen (Illum, 1995) er det muligt at afbilde et lokalt energisystem i de mindste detaljer, det vil sige på bygningsniveau, og dermed udnytte det eksisterende datagrundlag optimalt uden tab af distribueret information. Ulempen er, at modellens database ikke er indrettet til dataudveksling gennem standard interfaces. MESAP-modellens database derimod kan kobles direkte til et GIS-baseret datagrundlag ved at bruge styresystemets ODBC (Open Database Connectivity). Ulempen ved denne model er dog, at datagrundlaget skal aggregeres i betydeligt omfang. Aggregeringen såvel

som hele datakoblingen sker ved hjælp af en MS-Access relationsdatabase.

Omsætning af de metodiske overvejelser

Arkitekturen for et EIS tegnes på tre niveauer. For det første fastlægges den overordnede struktur, hvorefter der redegøres nærmere for informationssystemets funktionalitet, som afledes af energiplanlægningens metodik. Til sidst beskrives nogle af de i projektet udviklede software-elementer. En praktisk anvendelse sker i form af et casestudie.

En gennemgående idé bag udviklingen og opbygningen af et EIS er et informationskontinuum, som kan fremstilles grafisk som i figur 1. Denne overordnede struktur af et EIS udvides til et instrumentarium, der er bygget op af mange byggeklodser af forskellig art. Faktisk sker der jo meget mere i sådan et system, end at man håndterer data, analyseredskaber og formidlingsværktøjer. Idet systemet ikke består af en faststøbt ramme, skal den administrerende bruger selv definere, hvilke analyser og formidlingsopgaver et EIS skal løse. Systemet skal derfor udvides med mellemtrin, som varetager konvertering, aggregering, videregivelse af data, samt sortering af informationer. Disse mellemtrin realiseres i relationsdatabasen, hvor bygningernes adresseoplysninger tjener som hovednøgle.

Geografisk strukturering af energisystemet

En geografisk strukturering

af energisystemet tjener til det formål at kunne tiknytte energiforbruget til forsyningsnetværk og -anlæg. Kender man den geografiske placering af bygninger, fjernvarmesystemer og forsyningsanlæg, kan man gennemføre geografiske struktureringer af energisystemet. Dette er især vigtigt, hvis man vil udvide eksisterende fjernvarmenet, og hvis man vil planlægge mindre fjernvarmenet i det såkaldte område IV, hvor der ikke eksisterer planer om at etablere kollektive forsyningsnet, de såkaldte barmarksprojekter (Energistyrelsen, 1995).

Det blev derfor valgt at erstatte den i den kommunale

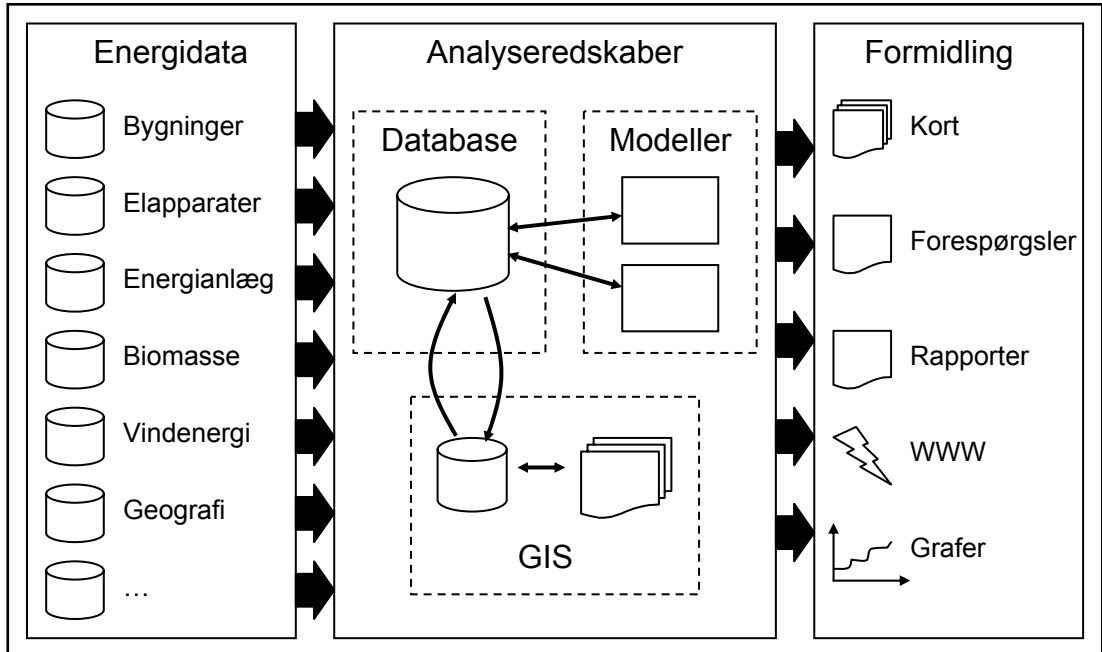
varmeplanlægning (Handelsministeriet, 1977) eksisterende geografiske struktur i form af energidistrikterne med en fri opdeling af energisystemet, baseret på en geografisk bygningsdatabase med den enkelte bygning som mindste enhed. Denne nye opdeling gør det muligt at ændre mulige nye fjernvarmeområders udbredelse. Gennem komparativ scenarieanalyse kan en samfundsøkonomisk eller miljømæssig fordelagtig afgrænsning af kommende fjernvarmeområder findes og medtages i analysen af hele energisystemet.

Den frie geografiske strukturering gennemføres i et vek-

tor-GIS gennem spatielle relationer mellem bygningernes placering og et polygontema, som fremstammer en analyse af varmekonsumdensiteter. En varmekonsumdensitet over en empirisk valgt værdi tjener som et første argument for, om der kan etableres fjernvarmedistrikter, se figur 2. Analysen udvides efterfølgende med et overslag over etableringsomkostninger, baseret på afstandsberegninger gennemført i det samme GIS.

Videregivelse af beregningsgrundlaget for energimodeller

En hovedidé med et EIS er at kunne producere beregningsgrundlaget for energimodeller og dermed for multiple scena-



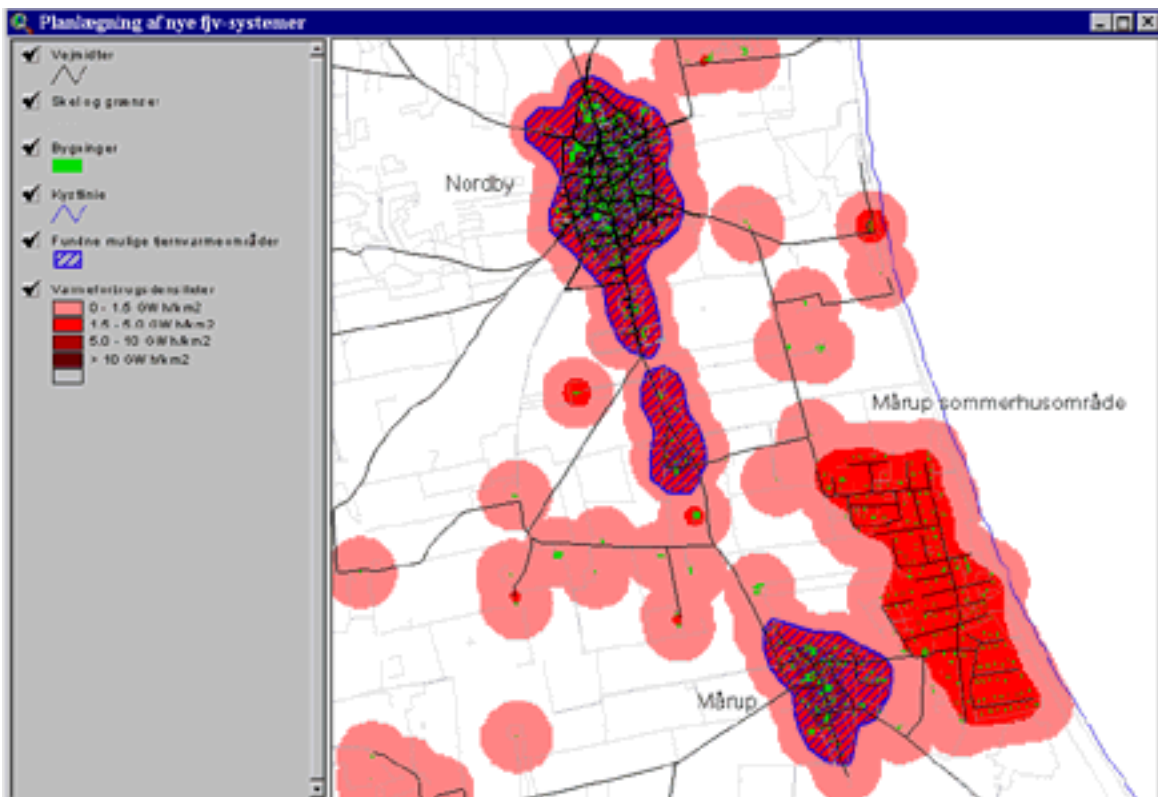
Figur 1. Schematisk beskrivelse af et energiinformationssystem (EIS), som forbinder data, analyseredskaber og informationsformidling til ét instrumentarium for lokal og regional energiplanlægning.

rieanalyser. Her ønskes både konsistens i beregningsgrundlaget og en mærkbar arbejdsbesparelse. Videregivelse af beregningsgrundlaget skal derfor ske i form af faste rutiner, hvilket muliggør en løbende opdatering og vedligeholdelse af kostbare modeldatabaser. Dette er et umiddelbart krav for den postulerede interaktive og iterative planlægningsproces.

Videregivelsen af data til ener-

gimodeller sker med udgangspunkt i den fælles relationsdatabase. Her ligger alle data organiseret efter den geografiske struktur, som blev etableret i et GIS. Der blev programmeret en række forespørgsler, som sorterer og udvælger de i de grundlæggende tabeller indeholdte data. Forespørgslerne resultater videregives til modellerne i deres eget format. Grundet de to valgte energimodellers forskellige opbygning skete dette gennem to

former for videregivelse: eksport i database-standardformat (DbaseIV) og eksport som uformateret tekst. Der blev udviklet en metode for direkte og dynamisk videregivelse af beregningsgrundlaget til MESAP-modellen. Det blev også påvist for første gang, at denne fremgangsmåde er effektiv til at opbygge et bygningskært datagrundlag til SESAM-modellen. Figur 3 viser skematisk, hvordan GIS og energimodeller kobles sammen. Der er hoved-



Figur 2. En analyse af fordelingen af bygningernes varmemforbrug i form af varmemforbrugsdensiteter tjener som et første argument til at udpege mulige nye fjernvarmeområder. Kortudsnittet viser et udsnit af den nordlige del af Samsø. Ligger varmemforbrugsdensiteten over 1,5 GWh/km², kan der måske etableres fjernvarmenet. Undtaget er meget små områder og sommerhusområder. Metoden tillader effektivt at opbygge en geografisk strukturering af energisystemet i det åbne land.

sageligt tale om, at en del af modellens beregningsgrundlag produceres i et GIS, samt at nogle resultater visualiseres på kortinterfacet.

Formidlingsredskaber

Man kan i dette projekt udpege tre indsatsområder for udviklingen af formidlingsredskaber under anvendelse af GIS. Det første er selve geografien i et regionalt eller lokalt energisystem og den geografiske struktur af energisystemet. Her er det forholdsvis nemt

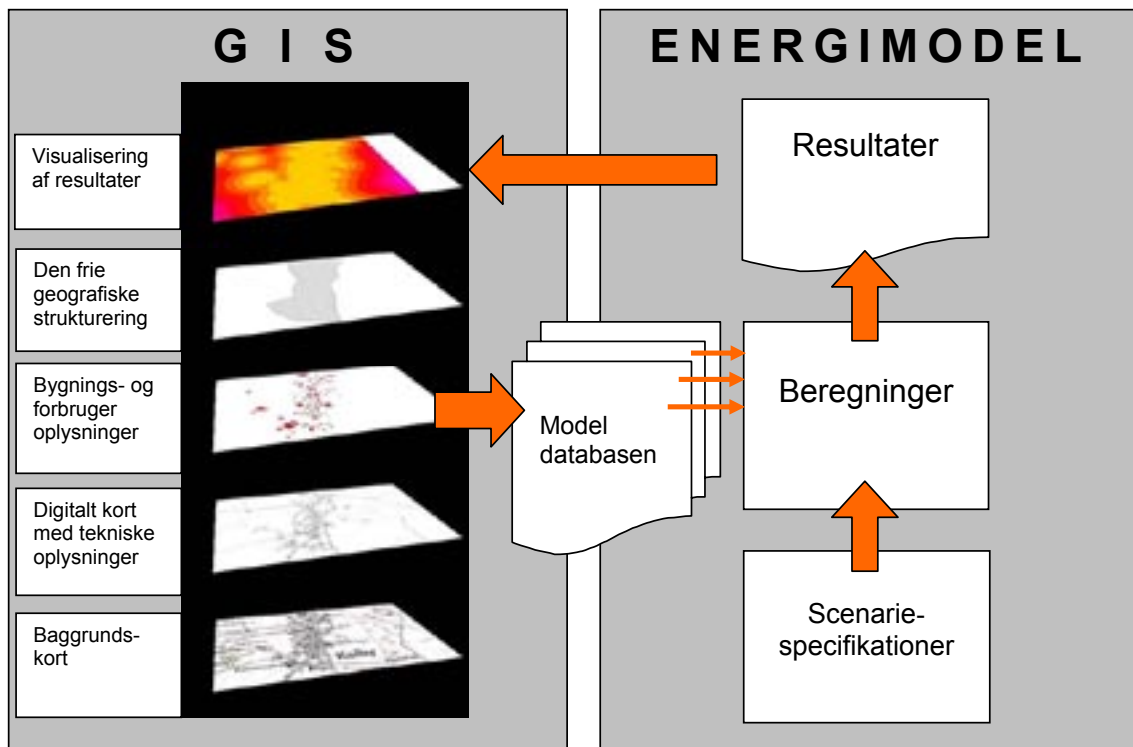
at bruge visualiseringsredskaber, fordi alle data allerede findes i et GIS. De andre to indsatsområder omhandler formidlingen af resultater fra henholdsvis SESAM- og ME-SAP-modellen. De to modeller har meget forskellige former for præsentation af resultater, hvilket gør en ensartet udvikling af formidlingsredskaber for modelresultater i et GIS umulig. Således er det overvejende beregningsgrundlaget, der er genstand for visualisering.

Datagrundlaget

De offentlige registre, herunder BBR (Bygnings- og Boligregisteret), spiller en vigtig rolle for især den detaljerede kortlægning af energiforbruget. Af de tre niveauer i BBR (ejendommen, bygningen og enheden) indeholder dataudtræk på bygningsniveauet de væsentligste fysiske bygningsdata til brug for varmetabsberegninger (Boligministeriet, 1993). I Energistyrelsens varmemodel (EPROJ) supplerer fysiske og

Vedvarende energi-ø Samsø: alle scenarier sorteret efter CO₂-emissioner og de samfundsøkonomiske omkostninger for investering, drift og brændsler for hele systemet				
Scenario	CO ₂ -emission [1000 tons]	Samfundsøkonomiske omkostninger [mio. DKr] ved forskellige brændselsprisudviklinger (1,2,3)		
		1	2	3
MA	833	377.28	432.90	529.17
MB	734	553.27	603.76	694.50
MK	699	571.70	620.64	710.43
ME	635	630.72	676.46	763.30
MN	600	653.14	697.33	783.22
MH	514	712.75	752.33	833.77
MQ	479	728.53	766.56	847.06
MC	697	522.19	569.66	654.04
ML	665	540.22	586.30	669.90
MF	599	597.52	640.24	720.71
MO	567	614.86	656.20	735.89
MI	477	673.00	709.56	784.64
MR	445	694.52	729.69	803.99
MD	656	499.38	543.97	623.57
MM	626	516.03	559.33	638.27
MG	558	573.85	613.70	689.39
MP	527	587.50	626.05	701.09
MJ	436	647.05	680.74	751.03
MS	405	660.25	692.64	762.28

Tabel 1: De over perioden 1998-2010 akkumulerede CO₂-emissioner og samfundsøkonomiske omkostninger for opførelse, drift og brændselsforbrug for alle scenarier. Scenarierne fremstår i rækkefølge efter udledte CO₂-emissioner. Referancescenariet MA er billigst, men har de højeste CO₂ udledninger, mens det mest vidtgående scenarie MS opnår en halvering af CO₂-udledningen til en merpris, der afhænger den forudsatte brændselspris. De samfundsøkonomiske omkostninger er blevet beregnet for tre mulige udviklinger i brændselspriserne og med en tilbagelageringsrente på 5%.



Figur 3. Skemaet viser hvordan GIS og energimodeller kobles sammen. Det er først og fremmest de geografiske dele af modellens beregningsgrundlag, som kan produceres i et GIS, deriblandt forbrugerdata og den geografiske strukturering. Også nogle stedspecifikke resultater kan visualiseres ved hjælp af et GIS.

statistiske data hinanden, og modellen opstiller en bygningstypologi (Lorentzen, 1997), som efterfølgende kan bruges til varmekonsumberegninger i et EIS.

Mange datasæt kan gennem krydstablering og udvidelse med andre data gøres til et værdifuldt datagrundlag for energiplanlægningen. Dette gælder bl.a. beregningsgrundlaget fra ELMODEL-Bolig, elforsyningens model for beregningen af elforbruget (DEFU, 1999), som kan bruges her. Nogle registerdata derimod var ikke tilgængelige for projektet,

enten af økonomiske grunde eller begrænsninger for videregivelse. Andre data findes kun i aggregeret form, for eksempel kommunernes statistiske planlægningsdata, som er baseret på personoplysninger.

Ud over data for energiforbruget findes der forskellige data for forsyningssystemet, arealanvendelsen, landbrug og vindenergi potentialet. Disse data er blevet undersøgt med henblik på at dække energisystemets andre dele. Endelig spiller kortgrundlaget en vigtig rolle for brugen af energidata i et GIS. Forskellige former

for baggrundskort er blevet undersøgt for deres anvendelighed i et energiinformationssystem. De kommunale T0-kort, udvidet med adresseoplysninger, dækker behovet for en bygningsskarp modellering af energiforbruget. Temaer med veje og anlæg tjener til mere tekniske opgaver såsom dimensioneringen af fjernvarmenet.

Resultater i form af case-studier

For at afprøve metoden, de beskrevne byggeklodser og den fastlagte struktur af et energiinformationssystem, blev der

gennemført to case-studier. Den første case omhandlede brugen af et energiinformati-onssystem for planlægningen af nye fjernvarmesystemer på øen Samsø, som udeluk-kende skal forsynes med vedvarende energi i lokale energisystemer med udbredt brug af fjernvarme. Det andet case-studie omfatter produktionen af et rent GIS-baseret datagrundlag for spatiel-tem-porale analyser af det danske energisystem. Disse analyser omfatter eloverløbsproblema-tikken, markedsreguleringen af decentrale energisystemer samt belastningsprognoser af transmissionsnettet.

Nye fjernvarmenet på Samsø
 For Samsø blev der bygget en database over varmemeforbruget, med den enkelte bygning som mindste enhed. Derpå blev mulige nye fjernvarmesyste-mer afgrænset og et geografisk struktureret beregningsgrund-lag videregivet til energimodel-lerne. Derudover blev resten af øens energisystem kortlagt. En række scenarier blev specificeret, som til dels afspejler ind-satsområderne fra projektet »Vedvarende energi-ø Samsø« (PlanEnergi Århus, 1997), og som medtager følsomheds-kriterierne for anlæggelsen af nye fjernvarmenet. Der blev gennemført komparative scenarieanalyser af indsatsernes miljøeffekter og samfundsøko-nomiske omkostninger. Tabel 1 sammenligner hovedresulta-terne i form af CO₂-besparelser og de samfundsøkonomiske omkostninger.

For første gang er der blevet

opbygget et meget detaljeret bygningsregister og en geogra-fisk strukturering af energisys-temet under anvendelse af et GIS. Dette har betydet en del arbejdsbesparelser i forhold til tidligere fremgangsmåder. Systemet kan videreudvikles til et stående analyseredskab, hvor nye tiltag samt ændringer i beregningsforudsætningerne kan undersøges for miljømæs-sig og samfundsøkonomisk bæredygtighed.

Driftsanalyser af det danske energisystem

For det danske energisystem er der blevet gennemført kortlægninger af el- og var-meforbruget, baseret på et raster-GIS. Dermed er det blevet muligt at få et forholds-vist detaljeret datagrundlag, hvor lokaliteter og timeserier kobles sammen. For hver celle er det muligt at opstille balan-ceregninger time for time og dermed udlede behovet for transmissionskapacitet mellem højspændingsnettets knude-punkter. Forskellige timeserier for elforbrug, kraftvarmebehov og vindproduktion kan tilknyt-tes.

De eksisterende fjernvarmesy-stemer er blevet kortlagt gen-nem en undersøgelse af var-meforbrugsdensiteten, baseret på aggregerede BBR-oplysning-er (Energistyrelsen, 1999). Det overordnede elnet er repræsenteret gennem trans-formerstationerne på 150/132 kV-spændingsniveauet, for hvilke der er blevet defineret indflydelsesområder i form af Thiessen-polygoner (Möller, 2002). For disse indflydelses-

områder kan en transformers forsyningskapacitet beregnes tilnærmelsesvist, uden at det underliggende forsyningsnets topologi kendes. Med udgangs-punkt i et vindressourcekort for Danmark (Energi- og Miljø-data, 2001), vindmølledataba-sen VINDSTAT og vindmøllezo-nerne fra regionplanlægningen (Miljø- og Energiministeriet, 2000) er det også blevet muligt at beregne de eksisterende og mulige fremtidige vindmøllers produktion. Vindmølleproduk-tionen i rum og tid kan allokeres til transformerstationerne. Ved at relatere timeserier til cellerne i dette raster-GIS er det blevet muligt at tilknytte tidsprofiler for elproduktion og -forbrug til geografiske en-heder. Et hovedformål var at kunne opstille effektbalancer for transformerne. Desuden kan datagrundlaget bruges til mere avancerede analyser af energisystemet med dertil egnede modeller. Dette er relevant for to aktuelle forsk-ningsprojekter ved Aalborg Universitet, »MOSAIK« og »Lo-kale Energimarkeder«, hvor dette geografiske datagrund-lag supplerer modelleringen. Figur 4 viser opbygningen af et raster-GIS og tilknytningen til tidsserierne.

Konklusioner

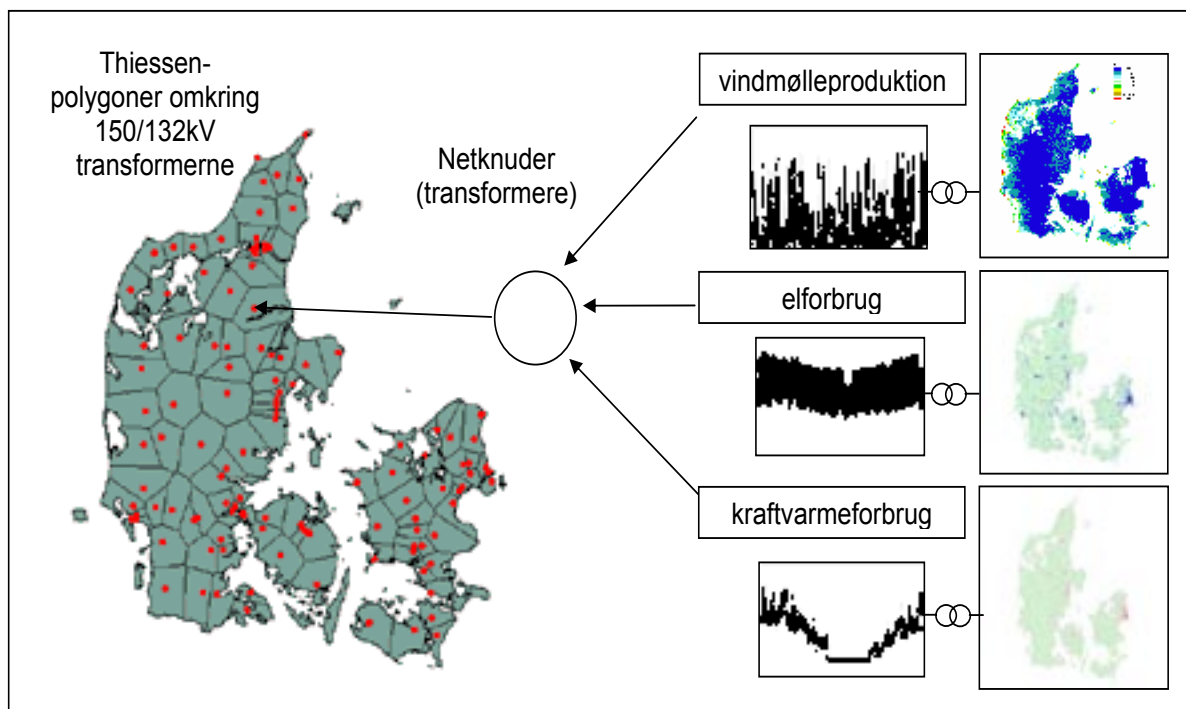
En samlet konklusion tager udgangspunkt i at kunne besvare spørgsmålet om, hvordan og hvor effektivt GIS kan finde anvendelse i energisystemanalysen på det lokale og det landsdækkende plan. Især planlægningen af lokale fjernvarmesystemer og en landsdækkende kortlæg-

ning af energiforbrug og vindkraftproduktion kan have gavn af at inddrage den geografiske dimension. At energiinformationssystemer kan opbygges i praksis blev afprøvet og dokumenteret i de to case-studier.

Det kan konkluderes, at selvom et komplekst geoinformationssystem kræver ressourcer ved opbygningen, kan det gavne energisystemanalysen ved at

udvide energiplanlæggerens værktøjskasse med geografiske analysemetoder. Især datagrundlaget kan forbedres gennem tilpasningen af den geografiske detaljeringsgrad og energisystemets geografiske struktur. Energimodellerne, hvis resultater er særdeles afhængige af deres beregningsgrundlag, kan blive mere interaktive redskaber i analyseprocessen.

Konklusionen anbefaler, at tilgængeligheden for mange data skal blive bedre før, man opnår et gennembrud på dette område. Energimodellerne skal videreudvikles for at have gavn af en forbindelse mellem traditionel energiplanlægning og brugen af geoinformationssystemer. Forskningsindsatsen skal intensiveres på dette område.



Figur 4. Et raster-GIS med forskellige temaer (vindmøllernes produktion, elforbruget og kraftvarmeforbruget) relateres til tidsserier på timebasis. Elnettets geografi er repræsenteret gennem højspændingstransformernes indflydelsesområder, som er idealiserede med Thiessen-polygoner. Gennem geografisk relation er det muligt for hver transformer at opstille effektbalancer time for time, året rundt.

Referencer

Ackoff, R. K.: *Redesigning the Future. A Systems Approach to Societal Problems*. John Wiley & Sons, New York 1974.

Miljø- og Energiministeriet: *Meta-data for Arealinformationssystemet*. Miljø- og Energiministeriet, København 2000.

Baumhögger, F., Baumhögger, J., Baur, J. M., Kühner, R.: *MES-AP Manual. PlaNet, ENIS, Analyt*. Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und rati-onelle Energieanwendung, Stuttgart 1998.

Boligministeriet: *Anvendelse af Data fra Offentlige Registre, Pro-jektrapport*. Boligministeriet, København 1993.

DEFU: *ELMODEL-bolig. Udbredelse og anvendelse af husholdningsap-parater i boligsektoren, datagrund-lag 1998*. Teknisk rapport 425 dele 1 og 2. DEFU, Lyngby 1999.

Energi- og Miljødata: *Vindressour-cekort for Danmark med eksport til GIS-system*. Aalborg, 2001.

Energistyrelsen: *Det åbne land. Bygninger, befolkning og varme-forsyning*. Energistyrelsen, Køben-havn 1995.

Energistyrelsen: *BBR og oplysninger om energi og miljø*. Energistyrelsen, Miljø- og Energiministeriet. København, 1999.

Felleman J.: *Deep Informati-on. The Role of Information Poli-cy in Environmental Sustainabili-ty*. Ablex Publishing Corporation, Greenwich, CT 1997.

Handelsministeriet: *Varmeplan-lægning. Første delbetænkning fra Handelsministeriets Varmeplans-udvalg. Handelsministeriet, Køben-havn 1977*.

Illum, K.: *Towards Sustaina-ble Energy Systems in Europe: SESAM, the Sustainable Energy Systems Analysis Model*. Aalborg Universitetsforlag, Aalborg 1995.

Illum, K., Möller, B.: *Energipoli-tikkens teknologiske råderum. Nedtrapning af CO2-emissionen*. Skriftserie nr. 225, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet. Aalborg 1998.

Kristensen, P.R. og Sletbjerg, M.R.: *Energydata - Planning and Analysis in a GIS. From Security of Supply to Consideration for the Environ-ment*. Proceedings, ESRI Interna-tional User Conference 1998.

Lorentzen, J.: *Introduktion til EPROJ, Energistyrelsens varme-model*. Energistyrelsen 1997.

Miljø- og Energiministeriet: *Meta-data for Arealinformationssystemet*. Miljø. og Energiministeriet, København 2000.

Möller, B.: *Geographically deter-mined interactions of distributed generation, consumption and the transmission network in the case of Denmark*. Paper presenteret ved Second International Sym-posium on Distributed Genera-tion: Power System and Market Aspects, Stockholm 2002.

Möller, B.: *Geografiske informati-onssystemer i eneregiplanlægning-
gen - integration af geografiske metoder i den lokale og landsdæk-kende energisystemanalyse. Ph.D.-afhandling*. Institut for Samfunds-udvikling og Planlægning, Aalborg Universitet. Aalborg 2003.

PlanEnergi Århus og Samsø Ener-giselskab: *Samsø - vedvarende energi-ø*. Samsø 1997.

Sørensen, L. og Vidal, V.V.: *Strate-gi og planlægning som lærepro-ces - seks bløde fremgangsmåder*. Handelshøjskolens Forlag, Køben-havn 1999.

Om forfatteren

Bernd Möller, adjunkt. Teknologi, Miljø og Samfund, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet, Fibigerstræde 13, 9220 Aalborg Ø e-mail: berndm@plan.auc.dk