

## GIS til kortlægning af luftforurening fra brændeovne og små brændefyr

Morten Tranekjær Jensen, Danmarks Miljøundersøgelser  
– Afdeling for Systemanalyse

GIS spiller en central rolle i DMU's arbejde med afdækning af de miljø- og sundhedsmæssige konsekvenser af brændefyring i private husholdninger. I det 3-årige forskningsprojekt WOODUSE udvikles en luftkvalitetsmodel, som bl.a. kan beregne koncentrationsniveauer af sundhedsskadelige partikler i tæt bebyggede boligområder. Input til modellen er et korttema over årlige emissioner af forskellige luftforureningskomponenter (bl.a. partikler –  $PM_{2,5}$  og  $PM_{10}$ ). Som et led i modeludviklingen er der henover vinteren 2006/2007 foretaget målinger af partikelniveauet og meteorologien i og omkring Slagslunde By ved Stenløse i Nordsjælland. Der er endvidere gennemført en spørgeskemaundersøgelse til afdækning af borgernes fyringsvaner. I denne artikel præsenteres metoden og de data, som ligger til grund for den GIS-baserede emissionskortlægning.



Figur 1 Centralt placeret målevogn på Anemonevej i Slagslunde ved Stenløse  
(Foto: Jesper Stubkjær, DMU/ATMI).



Figur 2 Opsætning af meteorologisk målestation på mark udenfor Slagslunde ved Stenløse  
(Foto: Jesper Stubkjær, DMU/ATMI).

### Baggrund

En stor del af de partikler, som befolkningen udsættes for, stammer fra brændefyring i private husholdninger. De nyeste opgørelser viser, at op i mod 60% af det danske udslip af partikler stammer fra privat brændefyring. En anden stor kilde til partikelemission er vejtransport, der tegner sig for ca. 14% af det samlede danske udslip. Tidligere målinger af koncentrationsniveauet i et rækkehuseområde nord for Roskilde viste, at der under særlige forhold kan opnås koncentrationsniveauer af sundhedsskadelige partikler svarende til de niveauer, der findes på stærkt befærdede gader i det indre København i myld-

retidstrafikken. DMU har i en række projekter de seneste år sat fokus på disse meget lokale miljø- og sundhedsmæssige problemer omkring brændefyring.

Til brug for arbejdet med belysninger af de sundhedsmæssige effekter af denne forurening er der udarbejdet en metode til kortlægning af de årlige emissioner fra husstande med brændefyrede anlæg – typisk brændeovne og små brændefyr. Det er denne metode, der sættes fokus på i denne artikel. Metoden benytter og kombinerer en række mere eller mindre kendte data, herunder registerdata, og illustrerer dermed hvorledes disse

finder anvendelse og nytte i den anvendte miljøforskning.

### **Princippet i emissionskortlægningen**

Der er valgt en bottom-up tilgang til emissionskortlægningen, dvs. en tilgang hvor de enkelte anlæg (brændeovne og -fyr) og deres placering anvendes som udgangspunkt for kortlægningen. Detaljeret kendskab til antallet og typen af fyringsanlæg rundt omkring i de danske husholdninger findes hos skorstensfejerner. Disse informationer samles i et databasesystem, der dog ikke er udbredt til alle distrikter og autoriserede skorstensfejere i Danmark. Informationen fra skorstensfejernes databasesystem kan via adresseoplysninger geokodes, således, at alle anlæg kan stedfæstes til adresseniveau via XY-koordinater. Den geokodede information fra skorstensejernes databaser er efterfølgende sammenstillet med BBR's bygningsoplysninger (bygningens anvendelse, boligareal, varmeinstallationer mv.).

Det er tidligere forsøgt at ekstrahere informationer om træfyrede anlæg fra Bygnings- og Boligregistret (BBR), men det har vist sig, at registreringen af brændeovne og små brændefyr langt fra er komplet, hvorfor skorstensfejernes data har fundet anvendelse i dette projekt.

På baggrund af bygningsoplysninger fra BBR er der for boliger med brændefyrede anlæg beregnet et potentielt varmebehov. Beregningen af varmebehovet for de enkelte boliger baseres på kendte relationer i mellem energiforbrug til boligopvarmning og boligareal for forskellige bygningstyper (parcelhuse, række- og kædehuse og etageboliger). Sammenhænge imellem forskellige bygningsparametre og energiforbrug er tilvejebragt af Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), som i rapporten "Husholdningers energi- og vandforbrug" præsenterer statistiske analyser af en database med ca. 50.000 husstandes el-, vand- og varmemeforbrug kombineret med socioøkonomiske og bygningsmæssige baggrundsvariable. Estimering af varmebehovet for de enkelte husstande benyttes til beregning af

et potentielt brændeforbrug regnet i energienheden giga joule pr. år.

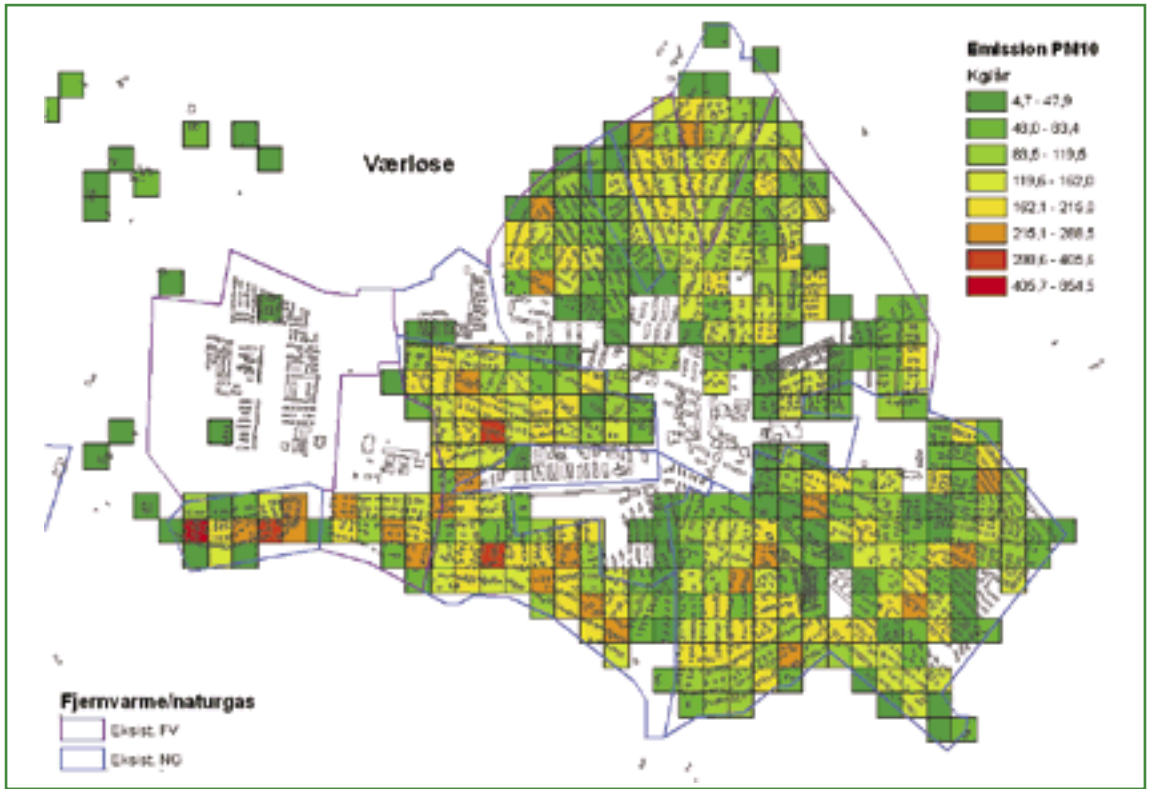
Ved vurdering af brændeforbruget pr. husstand er der opsat regler, som bl.a. inddrager oplysninger om de enkelte husstandes primære opvarmning. Husstande med tilslutning til kollektiv varmforsyning i form af fjernvarme eller naturgas har som oftest adgang til billig varme, hvilket tilskynder til at bruge brændeovnen mindre end i de tilfælde hvor den primære opvarmningsform er elvarme eller andre dyre alternativer. Ved beregning af brændselsforbruget er der endvidere taget højde for den lavere nyttevirkning i brændeovne og små brændefyr sammenlignet med f.eks. oliefyr, dvs., at der skal relativt mere energi til at frembringe den samme varme.

Ud fra det estimerede brændselsforbrug beregnes for hver husstand (adresse) den samlede emission (f.eks.  $PM_{2,5}$  eller  $PM_{10}$ ) ud fra aggregerede emissionsfaktorer, der er beregnet for en række hovedtyper af anlæg. Der skelnes i mellem hvorvidt anlæggene er lokaliseret i by-, land- eller sommerhusområder. Som et sidste led i processen summeres punktinformationen med emissioner på adresseniveau til et 100m x 100m gitternet. Et udsnit af det resulterende emissionskort for  $PM_{10}$ , som skal danne grundlag for lokale luftkvalitetsberegninger, er vist i figur 3.

Det videre arbejde består i at få trimmet og kvalificeret de modelberegne emissioner ud fra spørgeskemaundersøgelsen og målingerne, som er foretaget henover vinteren 2006/2007. Brændeovnsbrugere i Slagslunde har ført logbog i en periode henover vinteren og bl.a. noteret forbruget af brænde i perioden. Sidstnævnte er en særdeles vigtig information, idet der vides ganske lidt om brændeforbruget til boligopvarmning på det detaljerede niveau, der arbejdes med i WOODUSE projektet.

### **Datagrundlaget**

I dette afsnit fokuseres på at give læseren et indblik i de 2 centrale data sæt, der anvendes i nærværende arbejde. De 2 datasæt er



Figur 3 Kortet viser det årlige udslip af partikler > 10µm i Værløse By nord for København. Det årlige udslip er opgjort i kg, og hver celle i gitternettet repræsenterer 100m x 100m svarende til et areal på 10.000 m<sup>2</sup>

hhv. det anvendte udtræk fra skorstensfejernes databasesystem og data fra Bygnings- og Boligregistret (BBR). Hovedvægten blive lagt

på udtrækket fra skorstensfejernes database, idet dette for mange nok er temmelig ukendt sammenlignet med BBR.

Tabel 1 Eksempel på indhold i skorstensfejernes databasesystem.

Gade	Husnr	Postnr	Kommune	Ejdnr	Antal ejd	Sagnr	Første/ efterf	Antal sk/kdl	Diam/ art	Højde	Hedefl	Fyrart	Tekst
5. JUNIVEJ	12	3660	235	42983	1	1	F	1	15	0	0	B	BRÆNDEOVN
5. JUNIVEJ	12	3660	235	42983	0	2	N	1	15	0	0	B	BRÆNDEOVN
5. JUNIVEJ	10	3660	235	42975	1	1	F	1	20	10	0	B	BRÆNDEOVN
5. JUNIVEJ	20	3550	235	43025	0	2	N	0		0	0	O	OLIE
5. JUNIVEJ	9	3660	235	42967	1	1	F	1		10	0	B	BRÆNDEOVN
ABILDTOFTEN	60	3660	235	636	1	1	F	1		0	0	F	FAST
ABILDTOFTEN	44	3660	235	539	1	1	F	1		0	0	O	OLIE
ABILDTOFTEN	46	3660	235	547	0	2	N	1		0	0	P	PEJS
ABILDTOFTEN	46	3660	235	547	1	1	F	1		0	0	O	OLIE

### Udtræk fra skorstensfejernes databaser

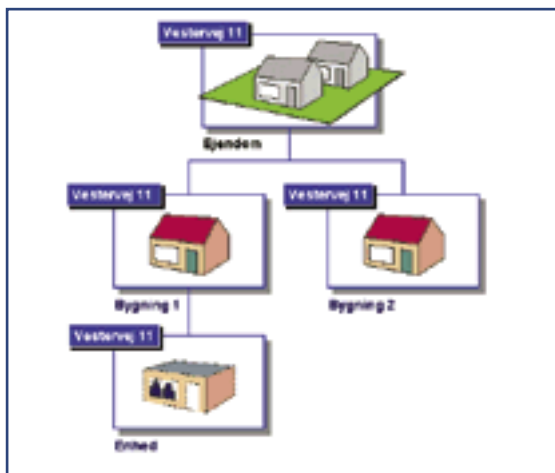
I tabel 1 er givet et eksempel på indholdet af dataudtrækket fra skorstensfejernes databasesystem for 7 forskellige ejendomme ved Stenløse. De fleste informationer angivet i tabel 1 er selvforklarende, men enkelte kræver uddybning. Kolonnen [Antal ejd] angiver hvorvidt, der er flere ildsteder pr. ejendom. Skorstensfejeren opretter en sag for hvert ildsted, der findes på ejendommen. Et eksempel herpå ses i tabel 1, hvor adressen Abildtoften 46 har både oliefyrr og pejs.

Kolonnerne [Sagsnr] og [Første/efterf] skal ses i sammenhæng med [Antal ejd], idet disse angiver hhv. sags-nummeret indenfor ejendommen, og hvorvidt der er tale om den første sag ("F") eller en efterfølgende sag ("N"). Kolonnen [Antal sk/kdl] angiver om sagen indeholder rør ("0") eller skorsten ("1"). Af øvrige oplysninger fremgår det i tabel 1, at der også angives en række tekniske specifikationer på skorsten, rør og ildsted. Højde på skorsten er dog kun angivet for skorstene > 10m. I WOODUSE projektet arbejdes med et dataudtræk fra Stenløse, Herlev, Værløse og Ballerup Kommune. De 4 kommuner er valgt som case i samarbejde med distributøren af disse data, idet det har været vigtigt for kvaliteten af kortlægningen med konsistente data og ensartede registreringer af fyrarter på tværs af skorstensfejer-distrikterne.

Den megen opmærksomhed som lokal forurening fra brændeovne har nydt det seneste stykke tid, har yderligere aktualiseret behovet for tilvejebringelse af viden om de miljø- og sundhedsmæssige effekter af forurening fra brændefyring. Det forventes endvidere, at der snart foreligger en bekendtgørelse til regulering af privat brændefyring, således at miljømyndighederne har konkrete retningslinier og handlemuligheder overfor borgere, der udviser en særligt forurenende adfærd i forhold til brugen af brændeovne og små brændefyr.

### Bygnings- og Boligregistret, BBR

Fra BBR er primært anvendt oplysninger om bygningsanvendelse, boligareal og varmein-



Figur 4 Illustration af niveaupodelingen i BBR. Bemærk, at én ejendom kan bestå af flere bygninger, eksempelvis et parcelhus med garage. Bygning nr. 1 vil som udgangspunkt være beboelsesbygning og bygning nr. 2 kan være en garage eller anden sekundær bygning.

stallation, som forefindes på bygningsniveau i BBR. For etageboliger har det være nødvendigt at anvende oplysninger fra enhedsniveauet til at beregne et samlet boligareal for etageboliger. Endvidere har det været nødvendigt at kende antallet af boligenheder på de enkelte adresser til at estimere forbruget af brænde i energienheder på adresseniveau. Generelt findes der dog på landsplan ganske få anlæg til brændefyring i etagebeboelse.

I BBR skelnes i mellem 3 hierarkiske niveauer, som er illustreret i figur 4. Ejendomsniveauet i BBR knytter sig til den vurderingsmæssige ejendomsafgrænsning og rummer information, der vedrører ejendommen. Tilsvarende er der på bygningsniveauet registreret bygningsspecifikke oplysninger for alle bygninger på ejendommen, f.eks. bygningsanvendelse, opførelsesår, bygningsmaterialer, forskellige arealer i bygningen, installationer for vand og varme m.fl. På det laveste niveau i BBR – enhedsniveauet – haves information om bolig- eller erhvervsenhedens forhold. Bemærk, at der kan være adskillige boligenheder i en og samme bygning. Et eksempel herpå er en boligblok med flere husnumre

svarende til et antal opgange med et givet antal lejligheder på hver etage.

Ved sammenstilling af bygnings- og enhedsoplysninger fra BBR med skorstensfejernes registreringer har det været nødvendigt at gøre en række antagelser, idet informationen vedrørende de enkelte fyringsanlæg kun kan henføres til ejendomsniveauet. Det er derfor antaget, at fyringsanlæggene er lokaliseret i beboelsesbygningen på ejendommen, dvs. bygningen med det laveste bygningsnummer. Det er givet at enkelte anlæg findes i sekundære bygninger som udhuse og garager, men det vurderes, at være et ganske beskedent antal.

Arbejdet med geokodning og samkøring af skorstensfejernes data med BBR har krævet en del manuelt arbejde, da skorstensfejrene ikke benytter standardadresser med koder i deres system. Eksempelvis indeholder data ikke en vejkode men et vejnavn. For at kunne lave en entydig adressenøgle er der lavet krydsning med de officielle standardadresser i OSAK.

### Perspektiver

Forfatteren ser vide perspektiver i anvendelsen af GIS inden for miljøregulering af luftforurening fra brændeovne og små brændefyr i boligområder, idet netop udslip fra brændeovne og -fyr ofte betinges af meget lokale forhold. Viden om udslipenes geografi er essentiel for at kunne foretage en målrettet og omkostningseffektiv regulering af miljøproblemerne. En vifte af reguleringsformer vil kunne have gavn af denne viden. Det vil eksempelvis være muligt, at målrette initiativer i form af en skrotordning for ældre særligt forurenende brændeovns- og fyrtyper, som det kendes fra vores nordiske naboer, mod særligt udsatte boligområder med stort udslip og høj befolkningstæthed. En landsdækkende kortlægning vil endvidere kunne danne grundlag for scenarieberegninger af emissionsmæssige kon-

sekvenser ved implementering af en række forskellige miljøregulerende tiltag. Dette kan være et nyttigt bidrag til at vælge den reguleringsform eller det instrument, som giver mest miljø for pengene.

En forudsætning for at ovennævnte kan blive til virkelighed er imidlertid, at der arbejdes for at opbygge et nationalt og ensartet databasesystem til håndtering af skorstensfejernes forretningsgang. Allerede i det nuværende system noteres en række miljømæssigt interessante informationer efter fejning og tilsyn på de enkelte ejendomme. Det er forfatterens overbevisning, at der ved fornyelse og operationalisering af det nuværende system, kan opnås en positiv synergi mellem skorstensfejer, miljømyndigheder og forskning til fælles gavn for indsatsen mod forurening fra brændeovne. Det er i mange henseender unikt at have et datasæt, der baseres på information, som tilvejebringes af en fysisk person (skorstensfejeren), og som yderligere har en så hyppig opdateringsfrekvens.

### Referencer

- Erhvervs- og Byggestyrelsen: BBR-instruks – Retningslinier for føring af Bygnings- og Boligregistret (BBR), 02.09.2003. <http://www.ebst.dk/download/html/BBR/ren.htm>
- Illerup, J.B., Henriksen, T. C., Lundhede, T., Van Breugel, C. & N. Z. Jensen (2007): Brændeovne og små kedler – partikelemissioner og reduktionstiltag. Rapport fra Miljøstyrelsen, Miljø- og Energiministeriet (under udgivelse).
- Petersen, K. N. & K. Gram-Hanssen (2005): Husboldningers energi- og vandforbrug: Afhængighed af socio-økonomiske baggrundsvariable. Rapport nr. 9, Statens Byggeforskningsinstitut.
- Teknologisk Institut (2005): Brugerundersøgelse for brændeovne og fastbrændselskedler. Undersøgelse for Miljøstyrelsen, august 2005.

### Om forfatteren:

Morten Tranekjær Jensen, medarbejder i Emissionsgruppen ved Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Systemanalyse, e-mail: [mtj@dmu.dk](mailto:mtj@dmu.dk), Tlf.: 46301851  
Danmarks Miljøundersøgelser, Frederiksborgvej 399, DK-4000 Roskilde