

Forudsætninger for enkle CO₂-beregninger

Den udviklede beregningsmodel har til formål at give kommunale planlæggere mulighed for at estimere de fremtidige CO₂-udslip i byudviklingsområder på en enkel måde. Det indebærer, at modellen generelt er simplificeret – men at de beregnede CO₂-udslip alligevel kan betragtes som indikative og rimeligt retvisende.

Beregningsmodellen er udviklet på grundlag af følgende kriterier:

- Data skal være let tilgængelige
- Kun forhold, som kommunen kan påvirke direkte gennem planlægningen (i kraft af Planloven), indgår i modellen
- Sammenhængen mellem planmæssige tiltag og CO₂-udslip skal være baseret på forskningsresultater eller solide empiriske erfaringer

Som følge af disse kriterier er der derfor også foretaget en grundlæggende afgrænsning, således at en række faktorer, der vil påvirke de fremtidige CO₂-udslip, ikke er inkluderet – enten fordi data er meget vanskeligt tilgængelige, fordi faktorerne ikke kan påvirkes væsentligt gennem planlægningen, eller fordi der ikke kan påvises en sikker, præskriptiv sammenhæng.

Modellen bygger på tre grundlæggende kilder til CO₂-udslip: Boliger, erhverv og offentlige funktioner samt trafik. Rekreative arealer i byudviklingsområdet betragtes som CO₂-neutrale. Derudover vurderer modellen på det såkaldte 0-alternativ (videreførelse af de hidtidige aktiviteter i området som alternativ til byudvikling) – således at beregningerne også kan anvendes som led i den lovpligtige miljøvurdering af kommuneplaner, kommuneplantillæg og lokalplaner.

Boliger

CO₂-udslippet fra boliger stammer i al væsentlighed fra opvarmning og elforbrug. Varmeforbruget i boligerne beregnes efter normerne i BR08, herunder normerne for lavenergibyggeri:

Varmeforbrug i lavenergiboliger, kl. I = 1.100 kWh/bolig + 35 kWh/m²

Varmeforbrug i lavenergiboliger, kl. II = 1.600 kWh/bolig + 50 kWh/m²

Varmeforbrug i øvrige boliger = 2.200 kWh/bolig + 70 kWh/m²

Varmeforbruget ganges med en CO₂-emissionskoefficient afhængig af opvarmningsformen. Her er der for enkelthedens skyld valgt 6 opvarmningsformer:

- Naturgas (0,204 kg CO₂/kWh)
- Traditionel fjernvarme (med et gennemsnitligt indhold af CO₂-neutrale brændsler på 42%: 0,129 kg CO₂/kWh)

- Fjernvarme med mindst 80% CO₂-neutrale brændsler (0,068 kg CO₂/kWh)
- Fjernvarme med 100% CO₂-neutrale brændsler (ingen CO₂-udledning)
- Individuel opvarmning med CO₂-neutrale brændsler (ingen CO₂-udledning)
- Anden individuel opvarmning (0,243 kg CO₂/kWh)

(alle CO₂-emissionskoefficienter: Energistyrelsen 2007)

Det forudsættes således, at energinormerne overholdes, ligesom det forudsættes, at beboernes adfærd ikke påvirkes yderligere gennem planlægningen. Det indebærer også, at der mht. elforbruget tages udgangspunkt i erfaringsbaserede nøgletal for hhv. parcelhuse (åbent byggeri) og lejligheder (tæt/lav og etage) oplyst af Energitjenesten (hvortil der henvises af både Energistyrelsen og SBI, der ikke har mere valide data):

$$\text{Elforbrug i åbent byggeri} = 530 \text{ kWh/bolig} + 690 \text{ kWh/beboer} + 12 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Elforbrug i tæt byggeri} = 340 \text{ kWh/bolig} + 350 \text{ kWh/beboer} + 11 \text{ kWh/m}^2$$

Elforbruget ganges med en CO₂-emissionskoefficient på 0,547 kg CO₂/kWh (Energistyrelsen 2007).

Erhverv og offentlige funktioner

Det forudsættes generelt, at der ikke placeres industri og andet erhverv, der er stærkt energiforbrugende eller trafikgenererende i byudviklingsområdet. Modellen tager således højde for opvarmning og elforbrug i bygninger med offentlige funktioner og i erhvervsbygninger (groft sagt svarende til afstandsklasse 1-3).

For de bygninger, der er omfattet af BR08's energinormer 7.2.2 og 7.2.3 (kontorer, skoler og institutioner), er disse anvendt:

$$\text{Varmeforbrug i kontorer, skoler og institutioner} = 2.200 \text{ kWh/bygning} + 95 \text{ kWh/m}^2$$

For andre bygninger og i forhold til elforbruget i alle bygninger er der anvendt erfaringsbaserede nøgletal fra Energiguident og Årets energisparekommune offentliggjort på Energiguident.dk, idet der ikke eksisterer forskningsbaserede eller officielt anerkendte statistiske nøgletal på energiforbrug i erhvervsvirksomheder og offentlige funktioner:

$$\text{Elforbrug i kontorer og liberale erhverv} = 75 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Elforbrug i serviceerhverv} = 175 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Elforbrug i detailhandel (nonfood)} = 150 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Elforbrug i supermarkeder (op til 1200 m}^2) = 430 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Elforbrug i supermarkeder (1200-2500 m}^2) = 490 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Elforbrug i supermarkeder (over 2500 m}^2) = 300 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Elforbrug i lagre og mindre værksteder} = 90 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Elforbrug på offentlige kontorer} = 52 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Elforbrug på skoler} = 25 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Elforbrug i idrætshaller} = 45,8 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Elforbrug i svømmehaller} = 143,7 \text{ kWh/m}^2$$

Elforbrug i daginstitutioner = 41,5 kWh/m²

Elforbrug i døgninstitutioner = 54,4 kWh/m²

Varmeforbrug i serviceerhverv = 160 kWh/m²

Varmeforbrug i detailhandel (nonfood) = 55 kWh/m²

Varmeforbrug i supermarkeder (op til 1200 m²) = 240 kWh/m²

Varmeforbrug i supermarkeder (1200-2500 m²) = 170 kWh/m²

Varmeforbrug i supermarkeder (over 2500 m²) = 110 kWh/m²

Varmeforbrug i lagre og mindre værksteder = 90 kWh/m²

Varmeforbrug i lagre og mindre værksteder = 90 kWh/m²

Varmeforbrug i idrætshaller = 104 kWh/m²

Varmeforbrug i svømmehaller = 387,2 kWh/m²

Der anvendes de samme CO₂-emissionskoefficienter for el og varme som angivet under boliger.

Trafik

En lang række forhold påvirker trafikens CO₂-udslip – og kun relativt få af disse forhold kan påvirkes direkte gennem planlægning og byudvikling. Der er solide forskningsresultater, der påviser en sammenhæng mellem afstanden fra byudviklingsområdet og hovedbyens centrum, hovedbyens størrelse og beboernes kørsel som fører af bil (Hartoft 2001). Sammenhængen kan grundlæggende beskrives således:

$$\text{Samlet kørsel som fører af bil} = a * \text{afstand til centrum} + b$$

a er en konstant, der tilnærmet kan opgøres til følgende værdier:

- 0,5 for byer over 500.000 indbyggere
- 0,8 for byer mellem 100.000 og 500.000
- 1,4 for byer under 100.000.

b er tilsvarende en konstant, der tilnærmet kan opgøres til:

- 5,6 km for byer over 100.000
- 8 km for byer under 100.000 indbyggere

CO₂-emissionskoefficienten er 0,177 kg CO₂/km (KLs CO₂-beregner).

Såfremt hovedbyen har mindre end 10.000 indbyggere, og der er en anden by, der er mindst dobbelt så stor indenfor en radius på 20 km, så vurderes det som rimeligt at antage, at denne anden, større by vil fungere som reel hovedby for byudviklingsområdet. Beregningsmodellen vil i så fald beregne kørslen i egen bil som en funktion af afstanden til denne anden, større by.

Lokalisering af arbejdspladser og byfunktioner har påviseligt en effekt i forhold til trafikarbejdets størrelse. På grundlag af eksisterende forskningsresultater kan der imidlertid ikke påvises en entydig afhængighed af forhold, der kan påvirkes direkte i den fysiske planlægning. Det er ikke ensbetydende med, at lokaliseringen af arbejdspladser og byfunktioner ikke har betydning for CO₂-udslippet – blot at det ikke kan indarbejdes i modellen.

Tilstedeværelsen af attraktive alternativer til bilen – kollektiv trafik, cykel og gang – har ligeledes en påviselig effekt på kørslen i privat bil. Heller ikke her kan der dog påvises en entydig sammenhæng mellem forhold, der kan påvirkes direkte i den fysiske planlægning, og CO₂-udslippet. For at anskueliggøre værdien af kollektive trafiktilbud er der dog i modellen indregnet en korrektion for afstanden til kollektiv trafik. Logikken er her den enkle, at boligområder med mere end 500 meter til busstoppesteder betragtes som landdistrikter (med den andel kollektiv trafik, der er gennemsnitlig for landdistrikter), mens boligområder med mindre end 500 meter til busstoppesteder betragtes som et byområde (med byområdets gennemsnitlige kollektive trafikandel (graderet efter byens størrelse)):

$$\text{Korrektionsfaktor} = a * \text{'andel af boliger med max 500 m til busstoppested'} + b * (1 - \text{'andel af boliger med max 500 m til busstoppested'})$$

a er en konstant, der udtrykker differencen mellem gennemsnitlig kollektiv trafikandel i byer udenfor Hovedstadsområdet og Århus og den gennemsnitlige kollektive trafikandel i hovedbyen (graderet efter størrelse).

b er en konstant, der udtrykker differencen mellem den gennemsnitlige kollektive trafikandel i byer udenfor Hovedstadsområdet og Århus og den gennemsnitlige kollektive trafikandel i landdistrikter

Den gennemsnitlige kollektive trafikandel i byer udenfor Hovedstadsområdet og Århus sættes til 15%.

Den gennemsnitlige kollektive trafikandel i hovedbyen sættes til 20% for byer over 70.000, til 15% for byer mellem 25.000 og 70.000, til 10% for byer under 25.000 og til 5% i landdistrikter.

0-alternativet

Det forudsættes, at byudviklingsområdet ikke tidligere har været anvendt til byformål. 0-alternativet beregnes ved at angivelse af, hvilke arealer der tidligere har været intensiv planteavl på, og hvilke arealer, der har ligget brak eller været anvendt til ikke-landbrugsmæssige formål – samt hvilket dyrehold, der evt. er/tidligere har været på området. For enkelthedens skyld anvendes et gennemsnitligt CO₂-udslip fra hhv. arealer med gennemsnitligt intensiv planteavl og arealer, der er braklagte eller anvendes til andre ikke-landsbrugsformål:

$$\text{CO}_2\text{-udslip fra areal med intensiv planteavl} = 1.187 \text{ kg CO}_2/\text{ha}$$

$$\text{CO}_2\text{-udslip fra areal, der er braklagte eller anvendes til ikke-landbrugsformål} = 277 \text{ kg CO}_2/\text{ha}$$

Tilsvarende opereres kun med 5 dyreavlstyper:

$$\text{CO}_2\text{-udslip fra malkekvæg} = 3.847 \text{ kg CO}_2/\text{dyr}$$

$$\text{CO}_2\text{-udslip fra kvier} = 1.129 \text{ kg CO}_2/\text{dyr}$$

$$\text{CO}_2\text{-udslip fra heste} = 940 \text{ kg CO}_2/\text{dyr}$$

$$\text{CO}_2\text{-udslip fra søer} = 215 \text{ kg CO}_2/\text{dyr}$$

$$\text{CO}_2\text{-udslip fra slagtesvin} = 109 \text{ kg CO}_2/\text{dyr}$$