

# Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 3.0

---

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 14. marts 2019

Mikael Skou Andersen, Lise Marie Frohn Rasmussen og Jørgen Brandt

Institut for Miljøvidenskab

Rekvirent:  
Miljø- og Fødevareministeriet  
Antal sider: 22

Faglig kommentering:  
Berit Hasler, Louise Martinsen, Thomas Ellermann og Camilla Geels  
Kvalitetssikring, centret: Vibeke Vestergaard Nielsen



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000  
E-mail: [dce@au.dk](mailto:dce@au.dk)  
<http://dce.au.dk>

# Indhold

Indledning	3
Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner	5
Resultater	8
Lokalt tillæg for vejtrafik og boligopvarmning	12
Referencer	14
Bilag 1 Følsomheden ift. den anvendte marginal sats i DEHM-beregningen	17
Bilag 2 Andele af markedspris	18
Bilag 3 Resultater fra UBM (Urban Background Model)	19

## Indledning

Emissioner af kemiske stoffer til atmosfæren kan transporteres over lange afstande som luftforurening og medføre helbredseffekter både tæt på kilden (lokale effekter) og op til flere tusinde km væk fra kilden (regionale effekter). De kemiske stoffer bliver transporteret med vinden, og undervejs sker der kemisk omdannelse, samt afsætning på jordoverfladen både via nedbør (våddeposition) og direkte afsætning (tørdeposition). Den kemiske omdannelse sker, når de emitterede kemiske stoffer reagerer med andre stoffer, som er til stede i atmosfæren. På denne måde omdannes de primært emitterede gasser svovldioxid ( $\text{SO}_2$ ), nitrogenoxider ( $\text{NO}_x$ ) og ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) til bl.a. de sekundært dannede uorganiske partikulære komponenter (sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) og ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )). Emissioner af  $\text{NO}_x$  og flygtige organiske stoffer (VOC) bidrager til ozonkemien, som igen har indflydelse på mange andre kemiske reaktioner. Desuden bidrager emissioner af VOC til dannelsen af sekundære organiske partikler (SOA) i atmosfæren. Der er tale om yderst komplekse og ikke-lineære relationer mellem de nævnte emissioner og ændringerne i luftens koncentrationer af både primære og sekundære forureningskomponenter. Relationerne er især komplekse, hvor baggrundskemien spiller ind - hvilket fx er tilfældet for både  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  og  $\text{NH}_3$ . Kompleksiteten er mindre for udledningen af primære partikler med en diameter mindre end  $2,5 \mu\text{m}$ ,  $\text{PPM}_{2,5}$  (som fx mineralsk støv, black carbon (BC) m.v.), da disse ikke indgår i kemiske reaktioner.

De komplekse atmosfæriske forhold kan beskrives og modelleres i regional-skalamodeller som den Danske Eulerske Hemisfæriske Model (DEHM) (jf. Brandt et al. 2013a, afsnit 2.2, Brandt et al., 2012). DEHM er en luftforureningsmodel, som beregner ændringerne i luftkvaliteten i et lagdelt gitternet, bl.a. baseret på emissioner fra EMEP for Europa, det Europæiske samarbejde om overvågning af langtransporteret luftforurening, og SPREAD (Plejdrup et al., 2018) for Danmark. DEHM modellerer både de fysiske og kemiske forhold i atmosfæren for 67 forskellige kemiske stoffer. DEHM er valideret for danske og Europæiske forhold gennem mere end 25 år. Med anvendelse af DEHM, kan man ud fra detaljerede beregninger af time-for-time-variationerne i koncentrations-værdierne nå frem til årsmiddelværdier for de ændringer i luftkvaliteten, som kan henføres til ændringer i udledningen fra de enkelte forureningskilder og/eller emissionssektorer. DEHM beregner luftkvalitetsændringerne i et såkaldt gitternet med tre forskellige koblede modeldomæner, hvor opløsningen i modelberegningen her er  $16,7 \text{ km} \times 16,7 \text{ km}$  over Nordeuropa inkl. Danmark,  $50 \text{ km} \times 50 \text{ km}$  over Europa og  $150 \text{ km} \times 150 \text{ km}$  over resten af den nordlige hemisfære. Modellen tager således hensyn til interkontinental transport af luftforurening samt både naturlige og menneskeskabte emissioner, samtidigt med at der opnås relativt høj opløsning over Nordeuropa. Med dette redskab er det muligt i kombination med geografisk fordelte populationsdata at opgøre ændringer i eksponeringen af den befolkning, som befinder sig i det relevante område. I beregningerne er benyttet DEHMv082018.

Da beregning af helbredseffekter og skadesomkostninger er afhængig af opløsningen i modellen, er der yderligere benyttet en lokalskalamodel, Urban Background Model (UBM), som beregner luftkvaliteten med en opløsning på  $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$  for Danmark, baseret på emissioner på samme opløsning (Brandt

et al., 2001; 2003). UBM er benyttet til at beregne det lokale tillæg til de eksterne omkostninger for de emissionssektorer, hvor lokale kilder har særlig betydning (boligopvarmning og vejtrafik), fordi den geografiske fordeling af emissionerne kombineret med befolkningstæthed har stor betydning for omkostningerne. I beregningerne er benyttet UBMv9.8 med 2015 emissioner.

## Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner

EVA (Andersen et al., 2006; Frohn et al., 2008; Brandt et al., 2016a, Brandt et al., 2013a, 2013b) er et modelsystem, som kan benyttes til at foretage en integreret opgørelse af de eksterne omkostninger ved luftforureningen baseret på den atmosfæriske modellering i den Danske Eulerske Hemisfæriske Model (DEHM) (Brandt et al., 2012) og Urban Background Model (UBM) (Brandt et al., 2001; 2003). EVA er en forkortelse for Economic Valuation of Air pollution. I beregningerne er benyttet EVA5.2.

Opgørelsen følger *impact pathway*-metoden, som principielt set består af fire led (jf. Rabl and Peuportier, 1995; Andersen, 2008; Andersen and Clubb, 2013; OECD, 2014):

- atmosfærisk modellering af middelværdier på års eller timebasis for koncentrationsbidragene fra emissioner,
- opgørelse af eksponering ud fra GIS-data over befolkningens placering; dette baseret på CPR-data med tilhørende aldersfordeling,
- opgørelse af sundhedseffekter; dette er baseret på eksponerings-respons-sammenhænge mellem en given eksponering og tilhørende statistiske forventninger til frekvensen for morbiditet (sygelighed) og mortalitet (dødelighed),
- monetær værdisætning, dette er baseret på enhedsværdier for de enkelte sundhedseffekter (eksempelvis pr. mistet leveår, pr. sygedag osv.).

De anvendte eksponerings-responsfunktioner såvel som den økonomiske værdisætning af sundhedseffekt-slutpunkterne fremgår af tabel A.

Operationaliseringen af eksponerings-responsfunktionerne har fulgt anbefalingerne udarbejdet af WHO (2013) til brug for cost-benefitanalyser, hvilket har ført til revisioner i forhold til tidligere anvendte værdier fra EU publice-rede konsekvensanalyser (se disse i Andersen og Brandt, 2014). WHO har nu bl.a. medtaget NO<sub>2</sub>. Af betydning for resultaterne er endvidere, at WHO særskilt har identificeret eksponerings-responsfunktioner for akut mortalitet. De tabte leveår ved kronisk mortalitet<sup>1</sup> er herefter opgjort netto for akut mortalitet for derved at imødegå eventuelle dobbelttællinger. WHO anbefalingen om ikke at differentiere mellem forskellige elementer i partikelmassen er fulgt. Der anvendes en levetidstabel fra Danmarks Statistik (se Andersen, 2017). Effekter på voksne astmatikere udgår, idet disse ikke er medtaget af WHO (2013).

Ved værdisætningen er anvendt en opdateret værdi for statistisk liv på 31,6 mio. kr. som opgjort af Det Økonomiske Råd og anbefalet af Finansministeriet (se tabel A). Med udgangspunkt i denne værdi for statistisk liv, er der ved værdisætningen af tabte statistiske leveår<sup>2</sup> anvendt metoden for 'kronisk VOLY' (se DØRS 2016, p. 68), med en faldende diskonteringsrente, jf. Finansministeriets samfundsøkonomiske vejledning (2017). Værdisætningen af

<sup>1</sup> Kronisk mortalitet er forårsaget af eksponering over et længere tidsrum, hvorimod akut mortalitet udløses som respons på en kortvarig eksponering. Ved en latenstid på 10 år tabes statistisk set 10.6 leveår pr. individ (Andersen, 2017).

<sup>2</sup> Years of Life Lost (YOLL)

morbiditet er revideret på enkelte punkter (jf. Kruse og Hostenkamp, 2016; Mossing og Nielsen, 2005, DRG databasen 2017), herunder er cost-of-illness-faktoren nedsat fra 1 til ½ i overensstemmelse med det aktuelle eksponeringsniveau i Danmark (jf. Alberini and Krupnick, 2000; Andersen et al., 2004 p. 50). Denne faktor anvendes til at opregne til velfærdsøkonomiske priser fra faktorpriser.

**Tabel A.** Sundhedseffekter i EVA. De anførte eksponerings-responsfunktioner refererer til årsmiddelværdien, medmindre andet er angivet.

Sundhedseffekt Slutpunkter	Eksponerings-responsfunktioner	Værdisætning DKK (2016-priser)
<b>MORBIDITET (PM<sub>2,5</sub>)</b>		
Bronkitis (voksne)	7.02E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	293.863 pr. tilfælde
Indlæggelser		
- åndedrætsbesvær	2.75E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	74.053 pr. tilfælde
- hjertekarsygdomme	1.93E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	119.194 pr. tilfælde
Lungekræft, morbiditet	1.62E-6 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup> (>30 år)	162.502 pr. tilfælde
Astma (9.4%; <19 år) og bronkitis (<18 år) hos børn		
- astma symptomer	4.05E-4 pr. µgm <sup>-3</sup>	9.873 pr. år
- bronkitis (hoste)	1.37E-3 pr. µgm <sup>-3</sup>	1.206 pr. år
Sygedage		
- arbejdsdage (20-65 år)	3.93E-5 dage pr. µgm <sup>-3</sup>	2.031 pr. dag
- alle dage, netto	6.9E-2 dage pr. µgm <sup>-3</sup>	1.105 pr. dag
<b>MORBIDITET (NO<sub>2</sub>)</b>		
Indlæggelser		
- åndedrætsbesvær	2.6E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	74.053 pr. tilfælde
<b>MORBIDITET (O<sub>3</sub>&gt;35ppb)</b>		
Indlæggelser		
- åndedrætsbesvær	1.95E-5*SOMO35 <sup>a</sup> dage/år (>65 år)	74.053 pr. tilfælde
- hjertekarsygdomme	6.33E-5*SOMO35 <sup>a</sup> dage/år (>65 år)	119.194 pr. tilfælde
Sygedage		
- MRAD ozon (O <sub>3</sub> >35ppb)	3.29E-5*SOMO35 <sup>a</sup> dage/år	584 pr. dag
<b>MORTALITET</b>		
Akut mortalitet		
- PM <sub>2,5</sub>	1.19E-5 pr. µgm <sup>-3</sup> minus SO <sub>2</sub> /NO <sub>2</sub>	31.600.000
- SO <sub>2</sub>	6.97E-7 pr. µgm <sup>-3</sup>	31.600.000
- NO <sub>2</sub> <sup>*</sup>	2.61E-6 pr. µgm <sup>-3</sup>	31.600.000
- PM <sub>2,5</sub> spædbørn (3-12m)	6.15E-6 pr. µgm <sup>-3</sup>	47.400.000
- ozon (O <sub>3</sub> >35ppb)	2.81E-6*SOMO35 <sup>a</sup> tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	31.600.000
Kronisk mortalitet		
- PM <sub>2,5</sub>	0.932E-3 YOLL <sup>#</sup> pr. µgm <sup>-3</sup> (>30 år)	1.115.000 pr. YOLL
- NO <sub>2</sub> (>20ug/m3)	0.625E-3 YOLL <sup>#</sup> pr. µgm <sup>-3</sup> (>30 år)	1.115.000 pr. YOLL

<sup>a</sup> SOMO35 beregnes ud fra summen af de højeste ozonkoncentrationer.

<sup>\*</sup> NO<sub>2</sub> beregnes ud fra daglig max-timeværdi.

<sup>#</sup> YOLL er en forkortelse for 'years of life lost'.

*Eksponerings-responsfunktioner jf. WHO, 2013. Værdisætning morbiditet jf. Navrud, 2001; Mossing og Nielsen, 2005; Jensen, 2006; Kruse og Hostenkamp, 2016; DRG-databasen, 2017; Danmarks Statistik*

I forbindelse med udarbejdelsen af nærværende notat er økonomiberegningerne opgjort med prisniveau 2016. En nettoafgiftsfaktor på 1,325 og et skat-teforvridningstab på 0,1 er indarbejdet i opgørelsen i forhold til udgifter i

sundhedssektoren, og hvor det i øvrigt er relevant (jf. Møller et. al., 2010). Notatet erstatter beregningspriserne i det seneste notat Miljøøkonomiske beregningspriser 2.0 (Andersen, 2018).

Tabel 1 nedenfor viser resultaterne for alle danske emissioner i 2015. De efterfølgende tabeller angiver resultaterne for de enkelte emissionssektorer. CO er ikke medtaget eftersom bidraget anses for at være meget lille. Desuden er der foretaget beregninger for VOC-emissioner og deres indflydelse på dannelsen af sekundære organiske partikler (SOA). De tyder på, at omkostningen fra antropogent (menneskeskabt) dannet SOA er meget lille, hvorfor den ikke er medtaget.

Ved den atmosfæriske modellering er anvendt scenarier med en 30 pct's reduktion i emissionerne, hvilket adskiller sig fra tidligere, hvor de enkelte sektorer blev koblet ind og ud i deres helhed (svarende til 100 pct's reduktion). Denne ændring er implementeret for at muliggøre beregning af de marginale ændringer i koncentrationsbidragene fra de enkelte sektorer.<sup>3</sup> Desuden er der anvendt en ny meteorologisk model (WRFv3.9), hvilket bl.a. har betydning for beregningen af den grænseoverskridende langtransport. Alt i alt er der foretaget væsentlige forbedringer i den atmosfæriske modellering, som sammen med det store fald i emissionerne i ind- og udland, særligt af svovl og primære partikler, medfører ændrede resultater ved opgørelsen af de eksterne omkostninger. Eksempelvis ses vejsektoren at eksportere en mindre andel af sine emissioner end tidligere beregninger viste, og skadesomkostningerne ved landbrugets ammoniak er reduceret.

Formålet er her at præsentere beregningspriser *pr. kilogram* emission. På grund af ændringerne i emissions opgørelserne og reduktionen i udledningerne, samt i øvrigt de atmosfæriske forhold der kan variere mellem årene, må beregningspriserne betragtes som *estimer*, der med dette forbehold kan anvendes ved analyser af værdien af fremtidige reduktioner i luftforureningen (OECD, 2006).

<sup>3</sup> Følsomheden over for den anvendte marginalsats i DEHM-beregningen er belyst i bilag 1.

## Resultater

De overordnede beregningspriser for emissioner i Danmark (ekskl. skibe og fly) er vist i Tabel 1. De inkluderer effekter på borgere både i Danmark og i nabolandene m.v., idet der sker langtransport af den danske luftforurening. Tabellen angiver endvidere med en procentsats den andel af den danske luftforurening, som har effekter for det danske område alene.

**Tabel 1.** Eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2016</sub>) ved det marginale koncentrationsbidrag til luftforureningen fra alle danske emissioner ekskl. skibe og fly (SNAP-alle).<sup>4</sup>

<b>Emission</b>	<b>SO<sub>x</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>PPM<sub>2,5</sub></b>	<b>NH<sub>x</sub></b>
<i>relaterede stoffer</i>	<i>SO<sub>2</sub>/SO<sub>4</sub></i>	<i>O<sub>3</sub>/NO<sub>2</sub>/NO<sub>3</sub></i>		<i>NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub></i>
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	1.674	11.291	6.943	5.695
Indlæggelser	11	144	45	5364
Astmatikere	0	1	1	1
Bronchitis/KOL	41	278	172	140
Sygedage m.v.	185	1256	783	635
Lungekræft (morbidity)	1	10	6	5
Akut mortalitet	883	11.764	3.637	3.965
Sum	2.795	24.743	11.586	10.493
Emissioner (tons)	9.158	97.426	20.255	70.046
Beregningspris (DKK <sub>2016</sub> pr. kg)	<b>305</b>	<b>254</b>	<b>572</b>	<b>150</b>
Heraf på dansk område	9%	24%	54%	17%

*NB Ekskl. lokale tillæg for SNAP2&7*

Sektorspecifikke estimater for de marginale eksterne omkostninger er grupperet efter SNAP-koder 1-10. Resultaterne er vist nedenfor, dog undtaget SNAP5 og SNAP6, som ikke kan opgøres særskilt med tilstrækkelig sikkerhed.

**Tabel 2.** Emissionssektorer efter SNAP-klassifikationen hos EMEP-CORINAIR.

SNAP sektor 1	Energisektoren
SNAP sektor 2	Ikke-industriell forbrænding (primært husholdninger)
SNAP sektor 3	Fremstillingsvirksomhed
SNAP sektor 4	Industrielle processer
SNAP sektor 5	Flygtige emissioner fra olie og gas
SNAP sektor 6	Anvendelse af opløsningsmidler og andre produkter
SNAP sektor 7	Vejtransport
SNAP sektor 8	Ikke-vejgående transport og maskiner
SNAP sektor 9	Affaldshåndtering
SNAP sektor 10	Landbrug
Øvrige	Skibsfart

<sup>4</sup> PPM<sub>2,5</sub> betegner i denne og de følgende tabeller alene den primære emission af den totale PM<sub>2,5</sub>. Den primære del af PM<sub>2,5</sub>, indbefatter black carbon (BC), organisk kulstof (OC) og mineralsk støv. De sekundært dannede partikler (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> og NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) henregnes ofte til den totale PM<sub>2,5</sub> men er her opgjort særskilt, inklusiv de respektive primære gasser. Emissioner af NO<sub>x</sub> påvirker ozon (O<sub>3</sub>) og NO<sub>2</sub> og fører desuden til dannelsen af NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-partikler.



**Tabel 3.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2016</sub>) ved større forbrændingsanlæg i energisektoren (SNAP1).

<b>Emission</b> <i>relaterede stoffer</i>	<b>SO<sub>x</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>PPM<sub>2.5</sub></b>
	<b>SO<sub>2</sub>/SO<sub>4</sub></b>	<b>O<sub>3</sub>/NO<sub>2</sub>/NO<sub>3</sub></b>	
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	200	1.128	72
Indlæggelser	1	11	0
Astmatikere	0	0	0
Bronkitis/KOL	5	28	2
Sygedage m.v.	22	125	8
Lungekræft (morbiditet)	0	1	0
Akut mortalitet	107	934	37
Sum	336	2.226	119
Emissioner (tons)	2.501	16.259	450
Beregningspris (DKK <sub>2016</sub> pr. kg)	<b>134</b>	<b>137</b>	<b>265</b>
Heraf på dansk område	9%	8%	21%

**Tabel 4.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2016</sub>) ved små ikke-industrielle forbrændingsanlæg i husholdninger m.v. (SNAP2).

<b>Emission</b> <i>relaterede stoffer</i>	<b>SO<sub>x</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>PPM<sub>2.5</sub></b>
	<b>SO<sub>2</sub>/SO<sub>4</sub></b>	<b>O<sub>3</sub>/NO<sub>2</sub>/NO<sub>3</sub></b>	
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	229	590	4.783
Indlæggelser	1	9	31
Astmatikere	0	0	0
Bronkitis/KOL	6	14	119
Sygedage m.v.	25	65	539
Lungekræft (morbiditet)	0	0	4
Akut mortalitet	122	744	2.501
Sum	384	1.421	7.977
Emissioner (tons)	1.623	5.725	14.721
Beregningspris (DKK <sub>2016</sub> pr. kg)	<b>237</b>	<b>248</b>	<b>542</b>
Heraf på dansk område	13%	18%	50%

*NB Ekskl. lokalt tillæg.*

**Tabel 5.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2016</sub>) ved industriens forbrændingsanlæg (SNAP3).

<b>Emission</b> <i>relaterede stoffer</i>	<b>SO<sub>x</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>PPM<sub>2.5</sub></b>
	<b>SO<sub>2</sub>/SO<sub>4</sub></b>	<b>O<sub>3</sub>/NO<sub>2</sub>/NO<sub>3</sub></b>	
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	245	359	38
Indlæggelser	2	3	0
Astmatikere	0	0	0
Bronkitis/KOL	6	9	1
Sygedage m.v.	27	40	4
Lungekræft (morbiditet)	0	0	0
Akut mortalitet	130	300	20
Sum	409	711	64
Emissioner (tons)	2.545	5.010	224
Beregningspris (DKK <sub>2016</sub> pr. kg)	<b>161</b>	<b>142</b>	<b>284</b>
Heraf på dansk område	9%	10%	24%

**Tabel 6.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2016</sub>) ved industriens procesenergi (SNAP4).

Emission <i>relaterede stoffer</i>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	PPM <sub>2,5</sub>
	SO <sub>2</sub> /SO <sub>4</sub>	O <sub>3</sub> /NO <sub>2</sub> /NO <sub>3</sub>	
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	197	74	105
Indlæggelser	1	1	1
Astmatikere	0	0	0
Bronkitis/KOL	5	2	3
Sygedage m.v.	22	8	12
Lungekræft (morbiditet)	0	0	0
Akut mortalitet	108	111	55
Sum	334	197	175
Emissioner (tons)	1.493	23	442
Beregningspris (DKK <sub>2016</sub> pr. kg)	<b>223</b>	n/a	<b>396</b>
Heraf på dansk område	22%	n/a	61%

**Tabel 7.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2016</sub>) ved vejtrafikken (SNAP7).

Emission <i>relaterede stoffer</i>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	PPM <sub>2,5</sub>
	SO <sub>2</sub> /SO <sub>4</sub>	O <sub>3</sub> /NO <sub>2</sub> /NO <sub>3</sub>	
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	50	2.833	950
Indlæggelser	0	44	6
Astmatikere	0	0	0
Bronkitis/KOL	1	70	24
Sygedage m.v.	6	314	108
Lungekræft (morbiditet)	0	2	1
Akut mortalitet	27	4.468	501
Sum	84	7.732	1.589
Emissioner (tons)	73	37.766	1.761
Beregningspris (DKK <sub>2016</sub> pr. kg)	<b>1150</b>	<b>205</b>	<b>903</b>
Heraf på dansk område	1%	34%	72%

*NB Ekskl. lokalt tillæg.*

**Tabel 8.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2016</sub>) ved øvrige mobile kilder (SNAP8).

Emission <i>relaterede stoffer</i>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	PPM <sub>2,5</sub>
	SO <sub>2</sub> /SO <sub>4</sub>	O <sub>3</sub> /NO <sub>2</sub> /NO <sub>3</sub>	
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	62	1.122	368
Indlæggelser	0	18	2
Astmatikere	0	0	0
Bronkitis/KOL	2	28	9
Sygedage m.v.	7	124	42
Lungekræft (morbiditet)	0	1	0
Akut mortalitet	33	1.585	193
Sum	104	2.877	615
Emissioner (tons)	167	15.053	896
Beregningspris (DKK <sub>2016</sub> pr. kg)	<b>623</b>	<b>191</b>	<b>686</b>
Heraf på dansk område	10%	28%	64%

**Table 9.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2016</sub>) ved behandling og forbrænding af affald m.v. (SNAP9).

<b>Emission</b> <i>relaterede stoffer</i>	<b>SO<sub>x</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>PPM<sub>2,5</sub></b>
	<b>SO<sub>2</sub>/SO<sub>4</sub></b>	<b>O<sub>3</sub>/NO<sub>2</sub>/NO<sub>3</sub></b>	
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	112	107	49
Indlæggelser	1	1	0
Astmatikere	0	0	0
Bronkitis/KOL	3	3	1
Sygedage m.v.	12	12	6
Lungekræft (morbiditet)	0	0	0
Akut mortalitet	59	67	26
<b>Sum</b>	<b>188</b>	<b>189</b>	<b>82</b>
Emissioner (tons)	677	206	227
Beregningspris (DKK <sub>2016</sub> pr. kg)	<b>277</b>	<b>917</b>	<b>362</b>
Heraf på dansk område	11%	14%	45%

**Table 10.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2016</sub>) ved landbrugets husdyr og afgrøder (SNAP10).

<b>Emission</b> <i>relaterede stoffer</i>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NH<sub>x</sub></b>	<b>PPM<sub>2,5</sub></b>
	<b>O<sub>3</sub>/NO<sub>2</sub>/NO<sub>3</sub></b>	<b>NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub></b>	
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	758	5.695	400
Indlæggelser	7	53	3
Astmatikere	0	1	0
Bronkitis/KOL	19	140	10
Sygedage m.v.	85	635	45
Lungekræft (morbiditet)	1	5	0
Akut mortalitet	557	3.965	209
<b>Sum</b>	<b>1426</b>	<b>10.493</b>	<b>667</b>
Emissioner (tons)	5271	70.046	1215
Beregningspris (DKK <sub>2016</sub> pr. kg)	<b>82</b>	<b>150</b>	<b>549</b>
Heraf på dansk område	29%	17%	50%

**Table 11.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2016</sub>) ved skibsfarten i Østersøen og Nordsøen.

<b>Emission</b> <i>relaterede stoffer</i>	<b>SO<sub>x</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>PPM<sub>2,5</sub></b>
	<b>SO<sub>2</sub>/SO<sub>4</sub></b>	<b>O<sub>3</sub>/NO<sub>2</sub>/NO<sub>3</sub></b>	
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	1.264	107.159	3.100
Indlæggelser	8	1370	20
Astmatikere	0	9	0
Bronkitis/KOL	31	2.634	77
Sygedage m.v.	144	11.910	348
Lungekræft (morbiditet)	1	91	3
Akut mortalitet	830	127.047	1.615
<b>Sum</b>	<b>2.279</b>	<b>250.219</b>	<b>5.161</b>
Emissioner (tons)	21.850	1.037.690	8.757
Beregningspris (DKK <sub>2016</sub> pr. kg)	<b>104</b>	<b>241</b>	<b>589</b>
Heraf på dansk område	4%	3%	3%

## Lokalt tillæg for vejtrafik og boligopvarmning<sup>5</sup>

Ved luftforureningskilder i vejtrafikken ledes emissionerne ikke så hurtigt bort fra de eksponerede personer som ved punktkilder med afkast i større højde. Det samme gælder for husholdningernes forbrænding (herunder brændeovne). Særligt i bymæssig bebyggelse betyder den kraftigere eksponering, at der er større eksterne omkostninger knyttet til emissionerne. De primære emissioner af PM<sub>2,5</sub> men også nitrogendioxid (NO<sub>2</sub>) resulterer i et mærkbart bidrag til årsmiddelværdierne i det lokale byrum. Forklaringen herpå er, at udledningerne sker i lav højde og tæt på mennesker.

Idet de regionale beregninger med DEHM undervurderer eksponeringen ved kilder, hvor emissionerne sker i nærmiljøet, som tilfældet for SNAP2 og SNAP7, er der beregnet et lokalt tillæg for disse to sektorer for områder med varierende befolkningstæthed. Lokaltillæggene beregnes med UBM-modellen (Urban Background Model), som er en lokalskalamodellen, der dækker hele Danmark med høj rumlig opløsning på 1 km x 1 km. Emissionerne for Danmark er geografisk fordelt med samme opløsning. UBM beregner det lokale bidrag indenfor 25 km af hver gittercelle. Der er gennemført beregninger for 2015 for de 5 regioner i Danmark samt Bornholm (se detaljerede resultater i bilag 2). UBM-beregningerne er stiliserede efter befolkningstæthed og svarer ikke direkte til de faktiske byområder.<sup>6</sup>

Tabel B og C angiver med udgangspunkt i UBM-resultaterne i bilag 3 de værdier der fremkommer ved brug af EVA-systemet for byområder m.v. med en befolkningstæthed, der svarer til den, som Danmarks Statistik har opgjort for de enkelte byer. Det er den bedste tilnærmelse, der kan opnås i fraværet af en konkret beregning for det enkelte lokalområde. For København/Frederiksberg svarer tillægget til den lokale enhedspris beregnet med UBM-modellen for Region Hovedstaden til områder med befolkningstætheder hhv. over 6000 (SNAP7) og over 3.000 (SNAP2) indbyggere pr gittercelle. For de øvrige byer i Tabel B og C svarer tillæggene for hhv. Region Midtjylland, Region Nordjylland og Region Syddanmark til de med UBM-modellen beregnede enhedspriser for befolkningstætheder på 1.500-3.000 indbyggere pr. gittercelle (se bilag 3).

Øvrige lokale eksponeringstillæg ved hhv. vejtrafik og brændeovne for forskellige befolkningstæthedsintervaller (1.500-3.000 personer/gittercelle, 100-1.500 personer/gittercelle og <100 personer/gittercelle) ses i bilag 3.

I forhold til anvendelsen af de beregnede tillæg sammen med eksempelvis de eksterne omkostninger opgjort i de transportøkonomiske enhedspriser bemærkes det, at befolkningstætheden i København/Frederiksberg svarer til befolkningstætheden i de områder, der falder under betegnelsen by i de trans-

<sup>5</sup> Små ikke-industrielle forbrændingsanlæg i husholdninger.

<sup>6</sup> En række tilsvarende anvendelser af det koblede DEHM-UBM-EVA system til beregning af eksterne omkostninger for fx. Region Hovedstaden, København, Aarhus og hele Danmark er gennemført inden for de sidste år. Disse er beskrevet i Brandt et al., 2016b (hele Danmark), Brandt et al., 2013c (København/Frederiksberg), Jensen et al., 2017a (København), Jensen et al., 2017b (Aarhus) og Jensen et al., 2018 (Region Hovedstaden). Desuden er der fokus på effekterne af emissioner fra brændeovne i Jensen et al., 2015.

portøkonomiske enhedspriser. Omvendt kan tillæggene beregnet for hele landet tilnærmelsesvist overføres til områderne betegnet som land i de transportøkonomiske enhedspriser. Det må imidlertid bemærkes, at der kan forekomme en vis dobbelttælling, når lokaltillæg anvendes i nationale analyser.

**Tabel B.** Lokalt eksponeringstillæg ved vejtrafik m.v. (SNAP7)

<b>Eksterne omkostninger <math>\square</math> DKK<sub>2016</sub> pr. kg</b>	<b>Indb./km<sup>2</sup></b>	<b>PPM<sub>2.5</sub></b>	<b>NOx</b>
Tillæg København/Frederiksberg	8.285	1.289	352
Tillæg Aarhus by	2.744	433	173
Tillæg Aalborg by	2.263	343	82
Tillæg Odense by	2.237	370	139
Tillæg hele Danmark	132	273	73

$\square$  på dansk område

**Tabel C.** Lokalt eksponeringstillæg ved små ikke-industrielle forbrændingsanlæg i husholdninger (SNAP2)

<b>Eksterne omkostninger <math>\square</math> DKK<sub>2016</sub> pr. kg</b>	<b>Indb./km<sup>2</sup></b>	<b>PPM<sub>2.5</sub></b>	<b>NOx</b>
Tillæg København/Frederiksberg	8.285	1143	653
Tillæg Aarhus by	2.744	521	575
Tillæg Aalborg by	2.263	406	83
Tillæg Odense by	2.237	498	370
Tillæg hele Danmark	132	232	46

$\square$  på dansk område

## Referencer

Alberini, A. and Krupnick, A., 2000. Cost-of-illness and willingness-to-pay estimates of the benefits of improved air quality. *Land Economics*, 76(1) pp. 37-53.

Andersen, M.S., Frohn, L.M., Nielsen, J.S., Nielsen, M., Jensen, S.S., Christensen, J.H., Brandt, J., 2006. EVA - A non-linear Eulerian approach for assessment of health-cost externalities of air pollution, *Paper presented at the Biennial Conference of the International Society for Ecological Economics (ISEE)*.

Andersen, M.S., 2008. The Economics of air pollution control, pp. 443-462 in Tjell, J.C. and Fenger, J. (red.) *Causes and impacts of air pollution: from local to global importance*, Polyteknisk forlag, Lyngby.

Andersen, M.S., 2017. Co-benefits of climate mitigation: Counting statistical lives or life-years? *Ecological Indicators* (79)11-18.

Andersen, M.S. og Brandt, J., 2014. Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner. Notat fra DCE. Aarhus Universitet, DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi, 14 s.

Andersen, M.S., 2018. Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 2.0. Notat fra DCE. Aarhus Universitet, DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi, 14 s.

Andersen, M.S. and Clubb, D.O., 2013. Understanding and accounting for the costs of inaction, in D. Gee et. al., eds., *Late lessons from early warnings: Science, precaution, innovation*, European Environment Agency, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Andersen, M.S., Frohn, L.M., Jensen, S.S., Nielsen, J.S., Sørensen, P.B., Hertel, O., Brandt, J. & Christensen, J., 2004. Sundhedseffekter af luftforurening-beregningspriser. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 507: 85 s.

Brandt, J., J. H. Christensen, L. M. Frohn, F. Palmgren, R. Berkowicz and Z. Zlatev, 2001. Operational air pollution forecasts from European to local scale. *Atmospheric Environment*, 35, Sup. No. 1, pp. S91-S98, 2001

Brandt, J., J. H. Christensen, L. M. Frohn and R Berkowicz, 2003. Air pollution forecasting from regional to urban street scale - implementation and validation for two cities in Denmark. *Physics and Chemistry of the Earth*, 28, pp. 335-344, 2003.

Brandt, J., J. D. Silver, L. M. Frohn, C. Geels, A. Gross, A. B. Hansen, K. M. Hansen, G. B. Hedegaard, C. A. Skjøth, H. Villadsen, A. Zare, and J. H. Christensen, 2012: An integrated model study for Europe and North America using the Danish Eulerian Hemispheric Model with focus on intercontinental transport. *Atmospheric Environment*, Volume 53, June 2012, pp. 156-176, doi:10.1016/j.atmosenv.2012.01.011

Brandt, J., J. D. Silver, J. H. Christensen, M. S. Andersen, J. Bønløkke, T. Sigsgaard, C. Geels, A. Gross, A. B. Hansen, K. M. Hansen, G. B. Hedegaard, E. Kaas and L. M. Frohn, 2013a. Contribution from the ten major emission sectors in Europe to the Health-Cost Externalities of Air Pollution using the EVA Model System - an integrated modelling approach. *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol. 13, pp. 7725-7746. [www.atmos-chem-phys.net/13/7725/2013/](http://www.atmos-chem-phys.net/13/7725/2013/), doi:10.5194/acp-13-7725-2013.

Brandt, J., J. D. Silver, J. H. Christensen, M. S. Andersen, J. Bønløkke, T. Sigsgaard, C. Geels, A. Gross, A. B. Hansen, K. M. Hansen, G. B. Hedegaard, E. Kaas and L. M. Frohn, 2013b. Assessment of Past, Present and Future Health-Cost Externalities of Air Pollution in Europe and the contribution from international ship traffic using the EVA Model System. *Atmospheric Chemistry and Physics*. Vol. 13, pp. 7747-7764.

Brandt, J., M. S. Andersen, M.S., Bønløkke, J. H., Christensen, J.H., Ellermann, T., Hansen, K. M., Hertel, O., Im, U., Jensen, A., Jensen, S. S., Ketzler, M. Nielsen, O.-K., Plejdrup, M. S., Sigsgaard, T. og Geels, C., 2016a. Helbredseffekter og eksterne omkostninger fra luftforurening i Danmark over 37 år (1979-2015), *Miljø og Sundhed* 22(1), 25-33.

Brandt, J., Jensen, S.S., Andersen, M.S., Plejdrup, M.S., Nielsen, O.K. 2016b. Helbredseffekter og helbredsomkostninger fra emissionssektorer i Danmark. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 47 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 182

Brandt, J., S. S. Jensen and M. S. Plejdrup, 2013c: "Beregning af sundhedseffekter relateret til luftforurening i København og Frederiksberg ved brug af modelsystemet EVA". Aarhus Universitet, DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi, pp. 46. Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 64.

DØRS, 2016: Økonomi og miljø 2016. København.

Finansministeriet, 2017. Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger. København.

Frohn, L.M. Andersen, M.S., Geels, C., Brandt, J., Christensen, J.H., Hansen, K.M., Hertel, O., Nielsen, J.S., Skjøth, C.A., Hedegaard, G.B., Madsen, P.V. og Moseholm, L., 2008. EVA - et modelsystem til estimering af eksterne omkostninger ved luftforurening. *Miljø og Sundhed*. 14:1, 7-13.

Jensen, J., 2006. Omkostninger ved et typisk tilfælde af kronisk bronkitis. Notat. Danmarks Miljøundersøgelser.

Jensen, S. S., J. Brandt, M. Plejdrup og O.-K. Nielsen, 2015: Brændeovnes bidrag til luftforurening i København. Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Dato: 17-08-2015, 21 p.

Jensen, S.S., Brandt, J., Plejdrup, M. S., Nielsen, O.-K., Andersen, M. S., 2017a: Kildeopgørelse, helbredseffekter og eksterne omkostninger af luftforurening i København. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 62 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 217.

Jensen, S.S., Brandt, J., Christensen, J.H., Ketznel, M. 2017b: Helbredseffekter og relaterede eksterne omkostninger af luftforurening i Aarhus Kommune. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 76 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 225.

Jensen, S.S., Brandt, J., Christensen, J.H., Geels, C., Ketznel, M., Plejdrup, M. S., Nielsen, O.-K. Kortlægning af luftforureningens helbreds- og miljøeffekter i Region Hovedstaden. 2018. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 254. pp. 127.

Kruse, M., og Hostenkamp, G., 2016. *De samfundsøkonomiske omkostninger ved kræft*. COHERE, Center for Sundhedsøkonomisk Forskning, Syddansk Universitet.

Mossing, R. og Nielsen, G.D., 2005. De samfundsøkonomiske omkostninger ved astma i Danmark. *Ugeskrift for Læger* nr. 26.

Møller, F., Strandmark, L. og Krarup, S., 2010. Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter, København: Miljøministeriet.

Navrud, S. 2001. Valuing Health Impacts from Air Pollution in Europe, *Environmental and Resource Economics* 20: 305-329.

OECD, 2006: Cost-benefit analysis and the environment: recent developments, Paris.

OECD, 2014. The cost of air pollution: Health impacts of road transport, Paris.

Plejdrup, M.S., Nielsen, O.-K., Gyldenkerne, S. & Bruun, H.G. 2018. Spatial high-resolution distribution of emissions to air - SPREAD 2.0. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 186 pp. Scientific Report from DCE - Danish Centre for Environment and Energy No. 131.

Rabl, A., and Peuportier, B., 1995. Impact pathway analysis: a tool for improving environmental decision processes, *Environmental Impact Assessment Review* 15:421-442.

WHO, 2013. Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Health risks of air pollution in Europe - HRAPIE project. Copenhagen.



## Bilag 1 Følsomheden ift. den anvendte marginal sats i DEHM-beregningen

Til at belyse usikkerheden ved den anvendte marginale ændring på 30 procents udledningsreduktion er der gennemført beregninger for andre marginale ændringer. Resultaterne for SNAP-alle fremgår af tabellen nedenfor. Det fremgår, at valget af marginalsats ikke har betydning for den beregningspris, der fremkommer for PPM<sub>2.5</sub>. Derimod er der ikke-lineære relationer i atmosfærekemien for SO<sub>x</sub> og NO<sub>x</sub>, som medfører, at beregningsprisen kan påvirkes af den valgte marginalsats. Det ses, at påvirkningen er meget begrænset, dog medfører den laveste marginalsats på 5% ved SO<sub>x</sub> en vis afvigelse.

Enhedspriser som funktion af reduktion af DK-emissioner for hele Europa i DKK			
	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	PPM <sub>2.5</sub>
Redukt 5%	344	254	572
Redukt 10%	319	252	572
Redukt 20%	308	253	572
Redukt 30%	305	254	572
Redukt 40%	304	255	572
Redukt 50%	304	256	572
Redukt 75%	304	260	572
Redukt 100%	307	267	572

## Bilag 2 Andele af markedspris

I nedenstående tabeller er beregningspriserne for luftforurening fordelt på henholdsvis velfærdsøkonomiske, budgetøkonomiske samt afgiftsrelaterede omkostninger. Til brug ved fremskrivning af priserne til aktuelt prisniveau er endvidere angivet andelen, som korrigeres henholdsvis ikke korrigeres med BNP. Udviklingen i BNP anvendes til fremskrivning, idet det normalt antages at betalingsviljen stiger i nogenlunde samme takt som samfundets per capita indkomstudvikling. Det svarer til, at jo højere velstand man har, desto mere vil man betale for en risiko-reduktion.

<i>Andele af markedspris (SNAP alle)</i>				
2016	Velfærd	Budget	Afgifter	I alt
BNP-fremskrivning	98,3%	1,0%	0,1%	99,4%
Ej BNP-fremskrivning	0,0%	0,6%	0,0%	0,6%
I alt	98,3%	1,6%	0,1%	100,0%

<i>Andele af markedspris (SNAP 7)</i>				
2016	Velfærd	Budget	Afgifter	I alt
BNP-fremskrivning	98,5%	0,9%	0,1%	99,5%
Ej BNP-fremskrivning	0,0%	0,5%	0,0%	0,5%
I alt	98,5%	1,4%	0,1%	100,0%

## Bilag 3 Resultater fra UBM (Urban Background Model)

### NO<sub>x</sub>

Regional model DEHM for alle danske kilder.

Enhedspriserne er beregnet som de samlede eksterne omkostninger i Europa inkl. Danmark fra danske emissioner.

Model/Scenario	Emissioner	Befolknings- tæthed	Stof emission	Emissioner (tons-NO <sub>2</sub> )	Emissioner (kg-NO <sub>2</sub> )	Total external Euro	Total external cost DKK	Regional Enhedspris DKK/kg-NO <sub>2</sub>
DEHM-DK	Hele Danmark	Alle	NO <sub>x</sub>	97425,9	97425943	3491540356	26011975652	267

### Regional model DEHM for SNAP7

DEHM-SNAP2	Hele Danmark SNAP2	Alle	NO <sub>x</sub>	5725,3	5725275	190760730	1421167439	248
------------	-----------------------	------	-----------------	--------	---------	-----------	------------	-----

### Lokal model UBM i det følgende for SNAP2 opdelt på regioner og befolkningstæthed.

Enhedspriserne er beregnet som de samlede eksterne omkostninger 25 km væk fra kilderne.

Den samlede enhedspris er summen af det regionale bidrag herover samt det lokale bidrag.

Scenario kode	Region	Befolknings- tæthed	Stof emission	Emissioner (tons)	Emissioner (kg)	Total external Euro	Total external cost DKK	Lokal enhedspris DKK/kg NO <sub>2</sub>	Lokal + regional enhedspris DKK/kg-NO <sub>2</sub>
out_snap2_2015_1_1_0:	Hovedstaden	Alle	NO <sub>x</sub>	832,3	832276	9437568	70309882	84	333
out_snap2_2015_1_1_1:	Hovedstaden	<100/km	NO <sub>x</sub>	91,8	91826	9135552	68059862	741	989
out_snap2_2015_1_1_2:	Hovedstaden	100-1500 urban	NO <sub>x</sub>	328,3	328328	10735264	79977717	244	492
out_snap2_2015_1_1_3:	Hovedstaden	1500-3000 urban	NO <sub>x</sub>	235,8	235768	14639904	109067285	463	711
out_snap2_2015_1_1_4:	Hovedstaden	>3000 urban	NO <sub>x</sub>	174,8	174796	15324480	114167376	653	901
out_snap2_2015_1_2_0:	Sjælland	Alle	NO <sub>x</sub>	1095,3	1095326	8481312	63185774	58	306
out_snap2_2015_1_2_1:	Sjælland	<100/km	NO <sub>x</sub>	471,7	471664	12162624	90611549	192	440
out_snap2_2015_1_2_2:	Sjælland	100-1500 urban	NO <sub>x</sub>	449,1	449141	3393824	25283989	56	305
out_snap2_2015_1_2_3:	Sjælland	1500-3000 urban	NO <sub>x</sub>	138,3	138294	13245856	98681627	714	962
out_snap2_2015_1_2_4:	Sjælland	>3000 urban	NO <sub>x</sub>	32,0	32009	3121888	23258066	727	975
out_snap2_2015_1_3_0:	Syddanmark	Alle	NO <sub>x</sub>	1365,5	1365542	10255520	76403624	56	304
out_snap2_2015_1_3_1:	Syddanmark	<100/km	NO <sub>x</sub>	629,6	629568	-2038496	-15186795	-24	224
out_snap2_2015_1_3_2:	Syddanmark	100-1500 urban	NO <sub>x</sub>	573,2	573240	19907680	148312216	259	507
out_snap2_2015_1_3_3:	Syddanmark	1500-3000 urban	NO <sub>x</sub>	134,1	134070	6665920	49661104	370	619
out_snap2_2015_1_3_4:	Syddanmark	>3000 urban	NO <sub>x</sub>	26,2	26207	-133888	-997466	-38	210
out_snap2_2015_1_4_0:	Midtjylland	Alle	NO <sub>x</sub>	1511,9	1511931	8749952	65187142	43	291
out_snap2_2015_1_4_1:	Midtjylland	<100/km	NO <sub>x</sub>	816,7	816681	7467072	55629686	68	316
out_snap2_2015_1_4_2:	Midtjylland	100-1500 urban	NO <sub>x</sub>	561,4	561354	9664224	71998469	128	376
out_snap2_2015_1_4_3:	Midtjylland	1500-3000 urban	NO <sub>x</sub>	114,8	114796	8852608	65951930	575	823
out_snap2_2015_1_4_4:	Midtjylland	>3000 urban	NO <sub>x</sub>	18,3	18261	2228320	16600984	909	1157
out_snap2_2015_1_5_0:	Nordjylland	Alle	NO <sub>x</sub>	760,7	760736	-2417696	-18011835	-24	225
out_snap2_2015_1_5_1:	Nordjylland	<100/km	NO <sub>x</sub>	470,0	470033	10703264	79739317	170	418
out_snap2_2015_1_5_2:	Nordjylland	100-1500 urban	NO <sub>x</sub>	236,1	236078	5282176	39352211	167	415
out_snap2_2015_1_5_3:	Nordjylland	1500-3000 urban	NO <sub>x</sub>	48,6	48556	541568	4034682	83	331
out_snap2_2015_1_5_4:	Nordjylland *)	>3000 urban	NO <sub>x</sub>	4,2	4189	-1889824	-14079189	n/a	n/a
out_snap2_2015_1_6_0:	Bornholm	Alle	NO <sub>x</sub>	79,6	79580	201542	1501488	19	267
out_snap2_2015_1_6_1:	Bornholm	<100/km	NO <sub>x</sub>	40,2	40151	76168	567452	14	262
out_snap2_2015_1_6_2:	Bornholm	100-1500 urban	NO <sub>x</sub>	27,9	27919	175427	1306931	47	295
out_snap2_2015_1_6_3:	Bornholm	1500-3000 urban	NO <sub>x</sub>	6,6	6641	84510	629600	95	343
out_snap2_2015_1_6_4:	Bornholm	>3000 urban	NO <sub>x</sub>	4,9	4852	29593	220468	45	294
<b>Hele Danmark</b>		<b>Alle</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>5645,4</b>	<b>5645390</b>	<b>34708198</b>	<b>258576075</b>	<b>46</b>	<b>294</b>

\*) Meget stor negativ enhedspris pga. meget lille emission og kompleks ikke-lineær fotokemi mellem O<sub>3</sub> og NO<sub>2</sub>

	DKK/kg-NO <sub>2</sub>	%
Andel af enhedspris lokalt (<25 km)	45,8	16
Andel af enhedspris DK	44,7	15
Andel af enhedspris udland	203,5	69
Total enhedspris DK + udland	294,0	100

PPM<sub>2,5</sub>

Regional model DEHM for alle danske kilder.

Enhedspriserne er beregnet som de samlede eksterne omkostninger i Europa inkl. Danmark fra danske emissioner.

Model/Scenario	Emissioner	Befolknings- tæthed	Stof emission	Emissioner (tons)	Emissioner (kg)	Total external Euro	Total external cost DKK	Regional Enhedspris DKK/kg
DEHM-DK	Hele Danmark	Alle	PPM25	20254,8	20254812	1555233136	11586486863	572

## Regional model DEHM for SNAP2

DEHM-SNAP2	Hele Danmark SNAP2	Alle	PPM25	14721,1	14721063	1070745367	7977052982	542
------------	-----------------------	------	-------	---------	----------	------------	------------	-----

## Lokal model UBM i det følgende for SNAP2 opdelt på regioner og befolkningstæthed.

Enhedspriserne er beregnet som de samlede eksterne omkostninger 25 km væk fra kilderne.

Den samlede enhedspris er summen af det regionale bidrag herover samt det lokale bidrag.

Scenario kode	Region	Befolkningstæt- hed	Stof emission	Emissioner (tons)	Emissioner (kg)	Total external Euro	Total external cost DKK	Lokal enhedspris DKK/kg	Lokal + regional enhedspris DKK/kg
out_snap2_2015_1_1_0:	Hovedstaden	Alle	PPM25	1705,5	1705509	134422720	1001449264	587	1129
out_snap2_2015_1_1_1:	Hovedstaden	<100/km	PPM25	198,0	198009	6722432	50082118	253	795
out_snap2_2015_1_1_2:	Hovedstaden	100-1500 urban	PPM25	747,1	747129	41037184	305727021	409	951
out_snap2_2015_1_1_3:	Hovedstaden	1500-3000 urban	PPM25	417,8	417751	37328832	278099798	666	1208
out_snap2_2015_1_1_4:	Hovedstaden	>3000 urban	PPM25	338,5	338463	51923840	386832608	1143	1685
out_snap2_2015_1_2_0:	Sjælland	Alle	PPM25	2850,5	2850478	65818368	490346842	172	714
out_snap2_2015_1_2_1:	Sjælland	<100/km	PPM25	1465,1	1465118	17436864	129904637	89	631
out_snap2_2015_1_2_2:	Sjælland	100-1500 urban	PPM25	1028,5	1028495	25242880	188059456	183	725
out_snap2_2015_1_2_3:	Sjælland	1500-3000 urban	PPM25	284,3	284349	17410112	129705334	456	998
out_snap2_2015_1_2_4:	Sjælland	>3000 urban	PPM25	60,3	60340	5758080	42897696	711	1253
out_snap2_2015_1_3_0:	Syddanmark	Alle	PPM25	3499,4	3499354	106992256	797092307	228	770
out_snap2_2015_1_3_1:	Syddanmark	<100/km	PPM25	1694,7	1694660	28981376	215911251	127	669
out_snap2_2015_1_3_2:	Syddanmark	100-1500 urban	PPM25	1336,0	1336010	43155072	321505286	241	783
out_snap2_2015_1_3_3:	Syddanmark	1500-3000 urban	PPM25	364,3	364318	24338880	181324656	498	1040
out_snap2_2015_1_3_4:	Syddanmark	>3000 urban	PPM25	97,7	97674	10248256	76349507	782	1324
out_snap2_2015_1_4_0:	Midtjylland	Alle	PPM25	4172,4	4172413	109173376	813341651	195	737
out_snap2_2015_1_4_1:	Midtjylland	<100/km	PPM25	2331,2	2331247	33220672	247494006	106	648
out_snap2_2015_1_4_2:	Midtjylland	100-1500 urban	PPM25	1435,1	1435087	44142656	328862787	229	771
out_snap2_2015_1_4_3:	Midtjylland	1500-3000 urban	PPM25	345,3	345309	24159040	179984848	521	1063
out_snap2_2015_1_4_4:	Midtjylland	>3000 urban	PPM25	58,1	58109	7565760	56364912	970	1512
out_snap2_2015_1_5_0:	Nordjylland	Alle	PPM25	2109,3	2109340	34932864	260249837	123	665
out_snap2_2015_1_5_1:	Nordjylland	<100/km	PPM25	1281,2	1281187	12172672	90686406	71	613
out_snap2_2015_1_5_2:	Nordjylland	100-1500 urban	PPM25	665,2	665196	13560448	101025338	152	694
out_snap2_2015_1_5_3:	Nordjylland	1500-3000 urban	PPM25	142,7	142699	7779008	57953610	406	948
out_snap2_2015_1_5_4:	Nordjylland	>3000 urban	PPM25	13,7	13717	1315712	9802054	715	1256
out_snap2_2015_1_6_0:	Bornholm	Alle	PPM25	254,0	253992	3623404	26994360	106	648
out_snap2_2015_1_6_1:	Bornholm	<100/km	PPM25	131,1	131056	711927	5303856	40	582
out_snap2_2015_1_6_2:	Bornholm	100-1500 urban	PPM25	80,3	80339	1129661	8415974	105	647
out_snap2_2015_1_6_3:	Bornholm	1500-3000 urban	PPM25	23,6	23585	579570	4317797	183	725
out_snap2_2015_1_6_4:	Bornholm	>3000 urban	PPM25	18,9	18945	1217162	9067857	479	1021
	<b>Hele Danmark</b>	<b>Alle</b>	<b>PPM25</b>	<b>14591,1</b>	<b>14591086</b>	<b>454962988</b>	<b>3389474261</b>	<b>232</b>	<b>774</b>

	DKK/kg	%
Andel af enhedspris lokalt (<25 km)	232,3	30
Andel af enhedspris DK	272,6	35
Andel af enhedspris udland	269,3	35
Total enhedspris DK + udland	774,2	100

**NO<sub>x</sub>**

Regional model DEHM for alle danske kilder.

Enhedspriserne er beregnet som de samlede eksterne omkostninger i Europa inkl. Danmark fra danske emissioner.

Model/Scenario	Emissioner	Befolknings-tæthed	Stof emission	Emissioner (tons-NO <sub>2</sub> )	Emissioner (kg-NO <sub>2</sub> )	Total external Euro	Total external cost DKK	Regional Enhedspris DKK/kg-NO <sub>2</sub>
DEHM-DK	Hele Danmark	Alle	NO <sub>x</sub>	97425,9	97425943	3491540356	26011975652	267

**Regional model DEHM for SNAP7**

DEHM-SNAP7	SNAP7	Alle	NO <sub>x</sub>	37765,6	37765641	1037818307	7731746385	205
------------	-------	------	-----------------	---------	----------	------------	------------	-----

**Lokal model UBM i det følgende for SNAP7 opdelt på regioner og befolkningstæthed.**

Enhedspriserne er beregnet som de samlede eksterne omkostninger 25 km væk fra kilderne.

Den samlede enhedspris er summen af det regionale bidrag herover samt det lokale bidrag.

Scenario kode	Region	Befolknings-tæthed	Stof emission	Emissioner (tons)	Emissioner (kg)	Total external Euro	Total external cost DKK	Lokal enhedspris DKK/kg-NO <sub>2</sub>	Lokal + regional enhedspris DKK/kg-NO <sub>2</sub>
out_snap7_2015_1_1_0:	Hovedstaden	Alle	NO <sub>x</sub>	8189,3	8189299	175003168	1303773602	159	364
out_snap7_2015_1_1_1:	Hovedstaden	<100/km	NO <sub>x</sub>	1617,6	1617611	26906880	200456256	124	329
out_snap7_2015_1_1_2:	Hovedstaden	100-1500 urban	NO <sub>x</sub>	2664,2	2664198	41642560	310237072	116	321
out_snap7_2015_1_1_3:	Hovedstaden	1500-3000 urban	NO <sub>x</sub>	1685,4	1685445	39741792	296076350	176	380
out_snap7_2015_1_1_4:	Hovedstaden	>3000 urban	NO <sub>x</sub>	2197,6	2197631	74436416	554551299	252	457
out_snap7_2015_1_2_0:	Sjælland	Alle	NO <sub>x</sub>	6834,5	6834498	35671840	265755208	39	244
out_snap7_2015_1_2_1:	Sjælland	<100/km	NO <sub>x</sub>	3855,1	3855117	21670688	161446626	42	247
out_snap7_2015_1_2_2:	Sjælland	100-1500 urban	NO <sub>x</sub>	2287,0	2287036	12876832	95932398	42	247
out_snap7_2015_1_2_3:	Sjælland	1500-3000 urban	NO <sub>x</sub>	515,5	515531	11708288	87226746	169	374
out_snap7_2015_1_2_4:	Sjælland	>3000 urban	NO <sub>x</sub>	160,6	160609	-513472	-3825366	-24	181
out_snap7_2015_1_3_0:	Syddanmark	Alle	NO <sub>x</sub>	8398,9	8398887	64156192	477963630	57	262
out_snap7_2015_1_3_1:	Syddanmark	<100/km	NO <sub>x</sub>	5073,4	5073430	16388320	122092984	24	229
out_snap7_2015_1_3_2:	Syddanmark	100-1500 urban	NO <sub>x</sub>	2356,4	2356379	23375296	174145955	74	279
out_snap7_2015_1_3_3:	Syddanmark	1500-3000 urban	NO <sub>x</sub>	661,2	661183	12310304	91711765	139	343
out_snap7_2015_1_3_4:	Syddanmark	>3000 urban	NO <sub>x</sub>	296,9	296877	16748736	124778083	420	625
out_snap7_2015_1_4_0:	Midtjylland	Alle	NO <sub>x</sub>	9082,7	9082721	70014848	521610618	57	262
out_snap7_2015_1_4_1:	Midtjylland	<100/km	NO <sub>x</sub>	5552,8	5552803	23113568	172196082	31	236
out_snap7_2015_1_4_2:	Midtjylland	100-1500 urban	NO <sub>x</sub>	2379,2	2379240	24945664	185845197	78	283
out_snap7_2015_1_4_3:	Midtjylland	1500-3000 urban	NO <sub>x</sub>	682,3	682294	15882368	118323642	173	378
out_snap7_2015_1_4_4:	Midtjylland	>3000 urban	NO <sub>x</sub>	463,2	463236	14671232	109300678	236	441
out_snap7_2015_1_5_0:	Nordjylland	Alle	NO <sub>x</sub>	3749,3	3749319	12266944	91388733	24	229
out_snap7_2015_1_5_1:	Nordjylland	<100/km	NO <sub>x</sub>	2414,3	2414329	-1568608	-11686130	-5	200
out_snap7_2015_1_5_2:	Nordjylland	100-1500 urban	NO <sub>x</sub>	920,0	920015	10631904	79207685	86	291
out_snap7_2015_1_5_3:	Nordjylland	1500-3000 urban	NO <sub>x</sub>	322,4	322412	3545056	26410667	82	287
out_snap7_2015_1_5_4:	Nordjylland	>3000 urban	NO <sub>x</sub>	90,0	89953	4088960	30462752	339	543
out_snap7_2015_1_6_0:	Bornholm	Alle	NO <sub>x</sub>	211,4	211414	385448	2871588	14	218
out_snap7_2015_1_6_1:	Bornholm	<100/km	NO <sub>x</sub>	150,7	150739	294471	2193809	15	219
out_snap7_2015_1_6_2:	Bornholm	100-1500 urban	NO <sub>x</sub>	46,6	46648	115218	858374	18	223
out_snap7_2015_1_6_3:	Bornholm	1500-3000 urban	NO <sub>x</sub>	7,7	7729	86553	644820	83	288
out_snap7_2015_1_6_4:	Bornholm	>3000 urban	NO <sub>x</sub>	6,3	6270	108311	806917	129	333
<b>Hele Danmark</b>		<b>Alle</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>36466,1</b>	<b>36466138</b>	<b>357498440</b>	<b>2663363378</b>	<b>73</b>	<b>278</b>

	DKK/kg-NO <sub>2</sub>	%
Andel af enhedspris lokalt (<25 km)	73,0	26
Andel af enhedspris DK	69,4	25
Andel af enhedspris udland	135,3	49
Total enhedspris DK + udland	277,8	100

PPM<sub>2,5</sub>

Regional model DEHM for alle danske kilder.

Enhedspriserne er beregnet som de samlede eksterne omkostninger i Europa inkl. Danmark fra danske emissioner.

Model/Scenario	Emissioner	Befolknings- tæthed	Stof emission	Emissioner (tons)	Emissioner (kg)	Total external Euro	Total external cost DKK	Regional Enhedspris DKK/kg
DEHM-DK	Hele Danmark	Alle	PPM25	20254,8	20254812	1555233136	11586486863	572

## Regional model DEHM for SNAP7

DEHM-SNAP7	Hele Danmark SNAP7	Alle	PPM25	1760,6	1760570	213312887	1589181006	903
------------	-----------------------	------	-------	--------	---------	-----------	------------	-----

## Lokal model UBM i det følgende for SNAP7 opdelt på regioner og befolkningstæthed.

Enhedspriserne er beregnet som de samlede eksterne omkostninger 25 km væk fra kilderne.

Den samlede enhedspris er summen af det regionale bidrag herover samt det lokale bidrag.

Scenario kode	Region	Befolknings- tæthed	Stof emission	Emissioner (tons)	Emissioner (kg)	Total external Euro	Total external cost DKK	Lokal enhedspris DKK/kg	Lokal + regional enhedspris DKK/kg
out_snap7_2015_1_1_0:	Hovedstaden	Alle	PPM25	416,4	416397	31711936	236253923	567	1470
out_snap7_2015_1_1_1:	Hovedstaden	<100/km	PPM25	70,7	70714	2961856	22065827	312	1215
out_snap7_2015_1_1_2:	Hovedstaden	100-1500 urban	PPM25	128,4	128423	6365056	47419667	369	1272
out_snap7_2015_1_1_3:	Hovedstaden	1500-3000 urban	PPM25	88,7	88663	6251264	46571917	525	1428
out_snap7_2015_1_1_4:	Hovedstaden	>3000 urban	PPM25	127,6	127553	16005056	119237667	935	1837
out_snap7_2015_1_2_0:	Sjælland	Alle	PPM25	311,7	311679	6780096	50511715	162	1065
out_snap7_2015_1_2_1:	Sjælland	<100/km	PPM25	164,3	164286	2031168	15132202	92	995
out_snap7_2015_1_2_2:	Sjælland	100-1500 urban	PPM25	108,3	108315	2777472	20692166	191	1094
out_snap7_2015_1_2_3:	Sjælland	1500-3000 urban	PPM25	28,8	28789	1197248	8919498	310	1212
out_snap7_2015_1_2_4:	Sjælland	>3000 urban	PPM25	9,6	9646	526912	3925494	407	1310
out_snap7_2015_1_3_0:	Syddanmark	Alle	PPM25	387,2	387218	9204352	68572422	177	1080
out_snap7_2015_1_3_1:	Syddanmark	<100/km	PPM25	214,3	214298	2967168	22105402	103	1006
out_snap7_2015_1_3_2:	Syddanmark	100-1500 urban	PPM25	116,1	116097	3087616	23002739	198	1101
out_snap7_2015_1_3_3:	Syddanmark	1500-3000 urban	PPM25	38,3	38347	1904896	14191475	370	1273
out_snap7_2015_1_3_4:	Syddanmark	>3000 urban	PPM25	18,0	18013	1291328	9620394	534	1437
out_snap7_2015_1_4_0:	Midtjylland	Alle	PPM25	413,9	413912	11684032	87046038	210	1113
out_snap7_2015_1_4_1:	Midtjylland	<100/km	PPM25	229,1	229073	3344320	24915184	109	1011
out_snap7_2015_1_4_2:	Midtjylland	100-1500 urban	PPM25	116,3	116284	3306240	24631488	212	1114
out_snap7_2015_1_4_3:	Midtjylland	1500-3000 urban	PPM25	40,3	40310	2344640	17467568	433	1336
out_snap7_2015_1_4_4:	Midtjylland	>3000 urban	PPM25	28,0	28044	2794752	20820902	742	1645
out_snap7_2015_1_5_0:	Nordjylland	Alle	PPM25	167,9	167924	3067584	22853501	136	1039
out_snap7_2015_1_5_1:	Nordjylland	<100/km	PPM25	99,6	99594	970240	7228288	73	975
out_snap7_2015_1_5_2:	Nordjylland	100-1500 urban	PPM25	44,6	44628	968576	7215891	162	1064
out_snap7_2015_1_5_3:	Nordjylland	1500-3000 urban	PPM25	18,2	18180	837568	6239882	343	1246
out_snap7_2015_1_5_4:	Nordjylland	>3000 urban	PPM25	5,4	5419	425792	3172150	585	1488
out_snap7_2015_1_6_0:	Bornholm	Alle	PPM25	8,9	8857	81532	607413	69	971
out_snap7_2015_1_6_1:	Bornholm	<100/km	PPM25	5,8	5818	31353	233580	40	943
out_snap7_2015_1_6_2:	Bornholm	100-1500 urban	PPM25	2,3	2265	33862	252272	111	1014
out_snap7_2015_1_6_3:	Bornholm	1500-3000 urban	PPM25	0,4	417	18126	135039	324	1227
out_snap7_2015_1_6_4:	Bornholm	>3000 urban	PPM25	0,4	357	26512	197514	554	1456
	<b>Hele Danmark</b>	<b>Alle</b>	<b>PPM25</b>	<b>1706,0</b>	<b>1705987</b>	<b>62529532</b>	<b>465845013</b>	<b>273</b>	<b>1176</b>

	DKK/kg	%
Andel af enhedspris lokalt (<25 km)	273,1	23
Andel af enhedspris DK	648,1	55
Andel af enhedspris udland	254,5	22
<b>Total enhedspris DK + udland</b>	<b>1175,7</b>	<b>100</b>