

# Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 4.0

---

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 29. November 2023 | 54



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>

## Datablad

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Kategori: Rådgivningsnotat

Titel: Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 4.0

Forfattere: Jørgen Brandt, Jesper H. Christensen og Mikael Skou Andersen  
Institution: Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet

Faglig kommentering: Lise Marie Frohn, Camilla Geels og Toke Emil Panduro  
Kvalitetssikring, DCE: Anja Skjoldborg Hansen  
Sproglig kvalitetssikring: Ann-Katrine Holme Christoffersen

Ekstern kommentering: [https://dce2.au.dk/pub/komm/N2023\\_54\\_komm.pdf](https://dce2.au.dk/pub/komm/N2023_54_komm.pdf)

Rekvirent: Miljøministeriet

Bedes citeret: Jørgen Brandt, Jesper H. Christensen og Mikael Skou Andersen. 2023. Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 4.0. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 23 s. Fagligt notat nr. 2023|54

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: Ann-Katrine Holme Christoffersen

Sideantal: 23

# Indhold

Indledning	4
Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner	6
Resultater	10
Lokalt tillæg for vejtrafik og boligopvarmning	14
Bilag 1 Resultater fra UBM (Urban Background Model)	16
Referencer	20

## Indledning

Formålet med notatet er en opdatering af priserne til miljøøkonomiske beregninger for luftforurening. Projektet omfatter beregningspriser for  $PM_{2,5}$ ,  $SO_x$ ,  $NO_x$  og  $NH_4$ , samt inkludering af SOA (secondary organic aerosols). Beregningspriserne opgøres ved hjælp af modelberegninger med de aktuelle forudsætninger (Finansministeriets anbefalinger angående diskonteringsrente, forvridningstab, nettoafgiftsfaktor; WHO's nye anbefalinger). Der anvendes de senest opgjorte emissioner, detaljeret på de relevante emissions-sektorer samt skibsfart, samt med en særskilt beregning af lokaltillæggene for vejtransport og brændeovne mv. (SNAP2).

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 hinanden og andre stoffer, som er til stede i atmosfæren. På denne måde omdannes f.eks. de primært emitterede gasser svovldioxid ( $SO_2$ ), nitrogenoxider ( $NO_x$ ) og ammoniak ( $NH_3$ ) til bl.a. de sekundært dannede uorganiske partikulære komponenter (sulfat ( $SO_4^{2-}$ ), nitrat ( $NO_3^-$ ) og ammonium ( $NH_4^+$ )). Emissioner af  $NO_x$  og flygtige organiske stoffer (VOC) bidrager til ozonkemien, som igen har indflydelse på mange andre kemiske reaktioner. 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 f.eks. er tilfældet for både  $SO_2$ ,  $NO_x$  og  $NH_3$ . Komplexiteten er mindre for udledningen af primære partikler med en diameter mindre end  $2,5 \mu m$ ,  $PPM_{2,5}$  (som f.eks. 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; Christensen, 1997). 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., 2021) for Danmark. DEHM modellerer både de fysiske og kemiske forhold i atmosfæren for 80 forskellige kemiske stoffer. DEHM er valideret for danske og Europæiske forhold gennem mere end 30 år. Med anvendelse af DEHM, kan man, ud fra detaljerede beregninger af time-for-time-variationerne i koncentrationsværdierne, 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 fire forskellige koblede modeldomæner, hvor opløsningen i modelberegningen her er  $5,6 \text{ km} \times 5,6 \text{ km}$  over Danmark,  $16,7 \text{ km} \times 16,7 \text{ km}$  over Nordeuropa,  $50 \text{ km} \times 50 \text{ km}$  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 Danmark. 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 DEHMv2019.11.2023.1.

Da beregningen 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 km x 1 km for Danmark, baseret på emissioner på samme opløsning (Brandt et al., 2001; 2003; Plejdrup et al., 2021; Frohn, 2022). UBM er koblet til DEHM, sådan at DEHM giver randbetingelser til UBM. DEHM er benyttet til at beregne alle effekter i udlandet fra danske kilder, mens DEHM-UBM er benyttet dels til at beregne bidragene fra de forskellige danske emissionssektorer inden for Danmark, dels til at beregne det lokale tillæg, opdelt på regioner og befolkningstæthed, til de eksterne omkostninger for de emissionssektorer, hvor lokale kilder har særlig betydning (boligopvarmning og vejtrafik), fordi den geografiske fordeling af emissionerne kombineret med høj befolkningstæthed tæt på disse kilder har stor betydning for omkostningerne. I beregningerne er benyttet UBMv11.1 med 2021-emissioner.

## Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner

EVA (Andersen et al., 2006; 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 EVA7.1.

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 for Danmark, og tilsvarende befolkningsdata for udlandet med aldersfordeling på populationsniveau (SEDAC, 2022; UN, 2019).
- opgørelse af sundhedseffekter; dette er baseret på eksponeringsrespons-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 eksponeringsresponsfunktioner, såvel som den økonomiske værdisætning af sundhedseffekterne fremgår af tabel A.

Operationaliseringen af eksponerings-responsfunktionerne har fulgt anbefalingerne udarbejdet af WHO (2013) til brug for cost-benefit analyser, med efterfølgende opdateringer i WHO (2021) angående mortalitet. På baggrund af et meta-review af den sundhedsvidenskabelige litteratur, vurderer WHO nu partikeldødeligheden til en risikoratio per 10 ug PM<sub>2.5</sub> på 1,08 mod tidligere 1,062. WHO har også ændret tærskelværdien for mortalitetseffekterne af NO<sub>2</sub> til 10 ug for både akut og kronisk mortalitet. Kronisk mortalitet er forårsaget af eksponering over et længere tidsrum, hvorimod akut mortalitet udløses som respons på en kortvarig eksponering. Tidligere var tærskelværdien 20 ug for kronisk mortalitet, mens der ikke var nogen tærskelværdi for akut mortalitet.

Sammen med en opdatering af baggrundsværdierne for morbiditet, samt for de enkelte aldersklassers mortalitet i levetidstabellerne, fører dette til revisioner i estimerne af luftforureningens effekter på helbred og levetid (se An-

dersen 2017 for metoden der anvendes). De tabte leveår ved kronisk mortalitet<sup>1</sup> er opgjort netto for akut mortalitet for at imødegå eventuelle dobbelttællinger. WHO-anbefalingen om ikke at differentiere mellem forskellige elementer i partikelmassen er fulgt.

Ved værdisætningen, er anvendt en værdi for statistisk liv baseret på anbefalingen fra Det Økonomiske Råd (se tabel A) opdateret med udviklingen i realindkomsten. Med udgangspunkt i værdien for statistisk liv, er der ved værdisætningen af tabte statistiske leveår anvendt metoden for 'kronisk VOLY'<sup>2</sup> (se DØRS 2016, p. 68), med en faldende diskonteringsrente, jf. Finansministeriets samfundsøkonomiske vejledninger (2019; 2023). Værdisætningen af morbiditet er opdateret med DRG-data, forbrugerpristallet, udviklingen i produktiviteten og den reviderede nettoafgiftsfaktor, idet der anvendes en cost-of-illness faktor på 0,5 i overensstemmelse med det aktuelle eksponeringsniveau i Danmark (jf. Alberini & Krupnick, 2000). Denne faktor anvendes til at opregne til velfærdsøkonomiske priser fra faktorpriser.

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

Sundhedseffekt Slutpunkter	Eksponerings-responsfunktioner	Værdisætning DKK (2022-priser)
<b>MORBIDITET (PM<sub>2.5</sub>)</b>		
Bronkitis (voksne)	6.82E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	368.928 pr. tilfælde
Indlæggelser		
- åndedrætsbesvær	2.76E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	68.988 pr. tilfælde
- hjertekarsygdomme	1.93E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	115.573 pr. tilfælde
Lungekræft, morbiditet	1.39E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup> (>30 år)	557.618 pr. tilfælde
Astma (9.4%; <19 år) og bronkitis (<18 år) hos børn		
- astma symptomer	3.93E-4 pr. µgm <sup>-3</sup>	10.563 pr. år
- bronkitis (hoste)	1.17E-3 pr. µgm <sup>-3</sup>	1.331 pr. år
Sygedage		
- arbejdsdage (20-65 år)	5.53E-3 dage pr. µgm <sup>-3</sup>	2.368 pr. dag
- alle dage, netto	4.46E-2 dage pr. µgm <sup>-3</sup>	1.341 pr. dag
<b>MORBIDITET (NO<sub>2</sub>)</b>		
Indlæggelser		
- åndedrætsbesvær	2.61E-5 tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	68.988 pr. tilfælde
<b>MORBIDITET (O<sub>3</sub>&gt;35ppb)</b>		
Indlæggelser		
- åndedrætsbesvær	1.95E-5*SOMO35 <sup>a</sup> dage/år (>65 år)	68.988 pr. tilfælde
- hjertekarsygdomme	6.33E-5*SOMO35 <sup>a</sup> dage/år (>65 år)	115.573 pr. tilfælde
Minus(syge)dage		
- ozon (O <sub>3</sub> >35ppb)	1.2E-2*SOMO35 <sup>a</sup> dage/år	745 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>	36.534.000
- SO <sub>2</sub>	3.38E-6 pr. µgm <sup>-3</sup>	36.534.000
- NO <sub>2</sub>	6.41E-6 pr. µgm <sup>-3</sup>	36.534.000
- PM <sub>2.5</sub> spædbørn (3-12m)	6.15E-7 pr. µgm <sup>-3</sup>	54.900.000
- ozon (O <sub>3</sub> >35ppb)	2.71E-6*SOMO35 <sup>a</sup> tilfælde pr. µgm <sup>-3</sup>	36.534.000
Kronisk mortalitet		
- PM <sub>2.5</sub>	1.16E-3 YOLL <sup>#</sup> pr. µgm <sup>-3</sup> (>30 år)	1.245.215 pr. YOLL
- NO <sub>2</sub> (>10ug/m3)	1.31E-4 YOLL <sup>#</sup> pr. µgm <sup>-3</sup> (>30 år)	1.245.215 pr. YOLL

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

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

*Eksponerings-responsfunktioner jf. WHO, 2013; 2021. Værdisætning morbiditet jf. Navrud, 2001; Mossing og Nielsen, 2005; Jensen, 2006; Kruse og Hostenkamp, 2016; DRG-databasen, 2023; Danmarks Statistik.*

<sup>1</sup> Kronisk mortalitet er forårsaget af eksponering over et længere tidsrum, hvorimod akut mortalitet udløses som respons på en kortvarig eksponering.

<sup>2</sup> Value Of Life Year.

I forbindelse med udarbejdelsen af nærværende notat, er økonomiberegningerne opgjort med prisniveau 2022. En nettoafgiftsfaktor på 1,28 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 3.0 (Andersen et al., 2019).

Tabel 1 nedenfor, viser resultaterne for alle danske emissioner i 2021, men beregnet med 2022-meteorologi, hvilket svarer til fremgangsmåden i NOVANA. De efterfølgende tabeller angiver resultaterne for de enkelte emissionssektorer.

Som noget nyt, er helbredseffekter og dermed relaterede omkostninger medtaget for de sekundære organiske partikler (SOA). SOA dannes generelt via udslip af organiske forbindelser til atmosfæren, herunder terpener, som hører ind under de flygtige organiske stoffer (Volatile Organic Compounds; VOC) og organisk stof (Organic Matter; OM). Den langt overvejende andel af emission af terpener kommer fra naturlige kilder (vegetation) og er således ikke relevant for beregningspriser fra antropogene kilder. Vi har fundet, at den overvejende del af SOA dannelsen fra antropogene kilder i Danmark kommer fra emissioner af OM og vi har derfor allokeret beregningspriserne af helbredseffekter fra SOA til emissioner af OM, som er en del af PPM<sub>2,5</sub>.

Ved den atmosfæriske modellering er anvendt scenarier med en 30 procents reduktion i emissionerne fra hver sektor, hvilket muliggør beregning af de marginale ændringer i koncentrationsbidragene fra de enkelte sektorer. De herved fremkomne beregningspriser kan dog anvendes over hele spektret af reduktionsprocenter (for præcisionen se bilag 1 i Andersen et al. 2019). Desuden er den meteorologiske model, WRFv4.1, anvendt som input til de to luftforureningsmodeller DEHM og UBM.

Den ikke-lineære atmosfærekemi spiller en stor rolle for beregningspriserne. Særligt gælder det, at emissioner af NO<sub>x</sub> har stor indflydelse på ozon-koncentrationerne, som igen har stor indflydelse på de såkaldte frie OH-radikaler i atmosfæren. OH-radikalerne spiller en vigtig rolle i de kemiske omdannelseshastigheder fra f.eks. emissioner af gasserne SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> og NH<sub>3</sub> til dannelse af de sekundære uorganiske partikler ammoniumsulfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), ammoniumbisulfat (NH<sub>4</sub>SO<sub>4</sub>) og ammoniumnitrat (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>).

Omkring 95 % af ammoniakemissionerne i Danmark kommer fra landbruget, men for andre sektorer, f. eks transport, som har en relativt stor NO<sub>x</sub>-emission, vil denne påvirke omdannelseshastigheden af f.eks. ammoniak til ammonium (NH<sub>3</sub> til NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) - og på den måde, vil NO<sub>x</sub>-emissionen i sig selv øge dannelsen af ammoniumholdige partikler, hvor det meste ammonium kommer fra en anden sektor (landbruget). Dette giver en højere NH<sub>3</sub>-beregningpris, end hvis transportsektoren betragtes isoleret, og er baggrunden for at ammoniakberegningprisen for alle danske kilder bliver større, end for landbruget alene.

Formålet er her at præsentere beregningspriser *pr. kilogram* emission. Det bemærkes, at beregningspriserne er opgjort pr. kilogram emission af fuld masse, f.eks. kg-NO<sub>2</sub>, kg-SO<sub>2</sub>, kg-NH<sub>3</sub> og kg-PPM.

På grund af ændringerne i emissionsopgørelserne og reduktionen i udledningerne, samt i øvrigt de atmosfæriske forhold, der kan variere mellem årene, og den ikke-lineære atmosfærekemi, må beregningspriserne betragtes som *estimer*, der med dette forbehold kan anvendes ved analyser af værdien af

fremtidige reduktioner i luftforureningen (OECD, 2006). For en drøftelse af usikkerhederne i denne type beregninger se afsnit 12.5 i Ellermann et al. (2023).

## 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 pga. vinden. Tabellen angiver endvidere med en procentsats, den andel af den danske luftforurening, som i 2022 havde effekter for det danske område alene. Mens primære partikler (PPM<sub>2,5</sub>) og svovldioxid (SO<sub>2</sub>) fortrinsvis spredes lokalt, som afspejlet i de lidt højere procentsatser, så er NO<sub>x</sub>'erne med den tilhørende ozon-kemi samt dannelse af nitratholdige partikler, emissioner der har regional udbredelse og dermed påvirker nabolandene mere end Danmark selv.

Sektorspecifikke estimater for de marginale eksterne omkostninger er grupperet efter SNAP-koder 1-10 i tabel 3-8. Tabel 2 giver en oversigt over SNAP sektorerne. Resultaterne er vist nedenfor, dog undtaget SNAP5 og SNAP6, som ikke kan opgøres særskilt med tilstrækkelig sikkerhed.

**Tabel 1.** Eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2022</sub>) ved det marginale koncentrationsbidrag til luftforureningen fra alle danske emissioner ekskl. int. skibe og fly (SNAP-alle)<sup>3</sup>.

<b>Emission, stoffer</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>
<b>Helbredsrelaterede stoffer</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>	<b>PPM<sub>2,5</sub>/SOA</b>	<b>NH<sub>4</sub></b>
Kronisk mortalitet	1.239	11.381	6.901	3.767
Indlæggelser	5	132	30	16
Astmatikere	0	1	0	0
Bronchitis/KOL	27	248	154	81
Sygedage m.v.	88	1.113	500	266
Lungekræft	7	61	37	20
Akut mortalitet	391	5.954	1.544	821
Sum	1.757	18.891	9.167	4.972
Emissioner (tons)	8.602	89.571	11.978	70.801
Beregningspris (DKK <sub>2022</sub> pr. kg)	<b>204</b>	<b>211</b>	<b>765</b>	<b>70</b>
Heraf på dansk område	46%	12%	59%	17%

*NB Ekskl. lokale tillæg for SNAP2&7*

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

SNAP sektor 1	Energi-industri, f.eks. kraftværker og raffinaderier
SNAP sektor 2	Ikke-industriell forbrænding (primært husholdninger)
SNAP sektor 3	Fremstillingsvirksomhed og byggeri
SNAP sektor 4	Industrielle processer
SNAP sektor 5	Udvinding, behandling, lagring og transport af brændsler
SNAP sektor 6	Anvendelse af opløsningsmidler og andre produkter
SNAP sektor 7	Vejtransport
SNAP sektor 8	Andre mobile kilder, f.eks. Ikke-vejgående transport og maskiner
SNAP sektor 9	Affaldshåndtering (ekskl. affaldsforbrænding)
SNAP sektor 10	Landbrug
Øvrige	International skibstransport, SECA området

<sup>3</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 (OM) 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>-partikler.

**Tabel 3.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2022</sub>) ved energi industri, f.eks. kraftværker, raffinaderier og affaldsforbrændingsanlæg (SNAP1).

Emission, stoffer	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>	PPM <sub>2.5</sub> /SOA	NH <sub>x</sub>	NH <sub>4</sub>	
<b>Helbredsrelaterede stoffer</b>						
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	287	1.539	205			
Indlæggelser	2	15	0			
Astmatikere	0	0	0			
Bronkitis/KOL	6	33	4			
Sygedage m.v.	21	146	14			
Lungekræft (morbidity)	2	8	1			
Akut mortalitet	94	786	45			
Sum	411	2.526	270			
Emissioner (tons)	2.463	15.235	533			
Beregningspris (DKK <sub>2022</sub> pr. kg)	<b>167</b>	<b>166</b>	<b>507</b>			
Heraf på dansk område	56%	13%	67%			

**Tabel 4.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2022</sub>) ved små ikke-industrielle forbrændingsanlæg i husholdninger m.v. (SNAP2).

Emission, stoffer	SO <sub>x</sub>		NO <sub>x</sub>		PPM <sub>2.5</sub>		NH <sub>x</sub>	
	SO <sub>2</sub> /SO <sub>4</sub>	O <sub>3</sub> /NO <sub>2</sub> /NO <sub>3</sub>	PPM <sub>2.5</sub> /SOA	NH <sub>x</sub>	NH <sub>4</sub>			
<b>Helbredsrelaterede stoffer</b>								
Kronisk mortalitet	121	820	3.968	250				
Indlæggelser	0	16	17	1				
Astmatikere	0	0	0	0				
Bronkitis/KOL	3	17	88	5				
Sygedage m.v.	8	125	285	18				
Lungekræft	1	4	21	1				
Akut mortalitet	55	976	880	55				
Sum	187	1.959	5.260	331				
Emissioner (tons)	1.110	4.999	7.107	1.282				
Beregningspris (DKK <sub>2022</sub> pr. kg)	<b>169</b>	<b>392</b>	<b>740</b>	<b>258</b>				
Heraf på dansk område	48%	6%	60%	13%				

NB Ekskl. lokalt tillæg for SNAP2 – se bilag og tabel B

**Tabel 5.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2022</sub>) ved industriens forbrændingsanlæg (SNAP3).

Emission, stoffer	SO <sub>x</sub>		NO <sub>x</sub>		PPM <sub>2.5</sub>		NH <sub>x</sub>	
	SO <sub>2</sub> /SO <sub>4</sub>	O <sub>3</sub> /NO <sub>2</sub> /NO <sub>3</sub>	PPM <sub>2.5</sub> /SOA	NH <sub>x</sub>	NH <sub>4</sub>			
<b>Helbredsrelaterede stoffer</b>								
Kronisk mortalitet	213	583	80	200				
Indlæggelser	0	7	0	0				
Astmatikere	0	0	0	0				
Bronkitis/KOL	5	13	2	4				
Sygedage m.v.	15	65	5	14				
Lungekræft	1	3	0	1				
Akut mortalitet	67	419	19	44				
Sum	302	1.090	107	264				
Emissioner (tons)	2.067	6.053	189	500				
Beregningspris (DKK <sub>2022</sub> pr. kg)	<b>146</b>	<b>180</b>	<b>564</b>	<b>527</b>				
Heraf på dansk område	60%	10%	52%	9%				

**Tabel 6.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2022</sub>) ved industriens procesenergi (SNAP4).

Emission, stoffer <i>Helbredsrelaterede 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>	PPM <sub>2.5</sub> /SOA
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	163	.	211
Indlæggelser	0	.	0
Astmatikere	0	.	0
Bronkitis/KOL	4	.	5
Sygedage m.v.	11	.	15
Lungekræft (morbidity)	1	.	1
Akut mortalitet	57	.	49
Sum	237	.	282
Emissioner (tons)	1.243	21	430
Beregningspris (DKK <sub>2022</sub> pr. kg)	190	se tb1	655
Heraf på dansk område	43%	-	66%

**Tabel 7.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2022</sub>) ved vejtrafikken (SNAP7).

Emission, stoffer <i>Helbredsrelaterede stoffer</i>	NO <sub>x</sub>	PPM <sub>2.5</sub>	NH <sub>x</sub>
	O <sub>3</sub> /NO <sub>2</sub> /NO <sub>3</sub>	PPM <sub>2.5</sub> /SOA	NH <sub>4</sub>
Kronisk mortalitet	2.411	1.175	496
Indlæggelser	38	5	2
Astmatikere	0	0	0
Bronkitis/KOL	52	27	11
Sygedage m.v.	248	87	36
Lungekræft	13	6	3
Akut mortalitet	1.437	270	109
Sum	4.199	1.571	656
Emissioner (tons)	20.536	1.238	721
Beregningspris (DKK <sub>2022</sub> pr. kg)	205	1.269	910
Heraf på dansk område	13%	53%	14%

*NB Ekskl. lokalt tillæg for SNAP7 – se bilag og tabel C*

**Tabel 8.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2022</sub>) ved øvrige mobile kilder (SNAP8).

Emission, stoffer <i>Helbredsrelaterede 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>	PPM <sub>2.5</sub> /SOA
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	6	871	286
Indlæggelser	0	15	2
Astmatikere	0	0	0
Bronkitis/KOL	0	19	6
Sygedage m.v.	0	101	21
Lungekræft (morbidity)	0	5	2
Akut mortalitet	10	650	65
Sum	17	1.660	381
Emissioner (tons)	602	24.195	864
Beregningspris (DKK <sub>2022</sub> pr. kg)	28	69	440
Heraf på dansk område	100%	12%	60%

**Tabel 9.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2022</sub>) ved affaldshåndtering (SNAP9).

Emission, stoffer <i>Helbredsrelaterede stoffer</i>	SO <sub>x</sub>		NO <sub>x</sub>		PPM <sub>2.5</sub>	NH <sub>x</sub>
	SO <sub>2</sub> /SO <sub>4</sub>	O <sub>3</sub> /NO <sub>2</sub> /NO <sub>3</sub>	PPM <sub>2.5</sub> /SOA	NH <sub>4</sub>		
Kronisk mortalitet	144	146	127	95		
Indlæggelser	0	6	0	0		
Astmatikere	0	0	0	0		
Bronkitis/KOL	3	3	3	2		
Sygedage m.v.	10	45	9	7		
Lungekræft	1	1	1	1		
Akut mortalitet	50	429	28	21		
Sum	209	630	168	125		
Emissioner (tons)	987	157	302	703		
Beregningspris (DKK <sub>2022</sub> pr. kg)	<b>212</b>	<b>4.008</b>	<b>555</b>	<b>178</b>		
Heraf på dansk område	58%	4%	70%	15%		

**Tabel 10.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2022</sub>) ved landbrugets husdyr og afgrøder (SNAP10).

Emission, stoffer <i>Helbredsrelaterede stoffer</i>	SO <sub>x</sub>		NO <sub>x</sub>		PPM <sub>2.5</sub>	NH <sub>x</sub>
	SO <sub>2</sub> /SO <sub>4</sub>	O <sub>3</sub> /NO <sub>2</sub> /NO <sub>3</sub>	PPM <sub>2.5</sub> /SOA	NH <sub>4</sub>		
Kronisk mortalitet	.	5.828	634	2.162		
Indlæggelser	.	63	2	9		
Astmatikere	.	0	0	0		
Bronkitis/KOL	.	127	14	47		
Sygedage m.v.	.	604	45	154		
Lungekræft	.	31	3	12		
Akut mortalitet	.	3.387	140	472		
Sum	.	10.041	839	2.855		
Emissioner (tons)	9	18.326	1.065	67.507		
Beregningspris (DKK <sub>2022</sub> pr. kg)	se tb1	<b>548</b>	<b>788</b>	<b>42</b>		
Heraf på dansk område	-	13%	51%	22%		

**Tabel 11.** Marginale eksterne omkostninger (mio. DKK<sub>2022</sub>) ved international skibstransport, SECA området (Østersøen og Nordsøen).

Emission, stoffer <i>Helbredsrelaterede 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>	PPM <sub>2.5</sub> /SOA		
Kronisk mortalitet (tabte leveår)	2.669	126.143	6.641		
Indlæggelser	11	1010	28		
Astmatikere	0	8	0		
Bronkitis/KOL	59	2.470	146		
Sygedage m.v.	192	8.575	472		
Lungekræft (morbidity)	14	607	36		
Akut mortalitet	1.482	59.157	1.457		
Sum	4.427	197.970	8.781		
Emissioner (tons)	31.140	859.214	11.690		
Beregningspris (DKK <sub>2022</sub> pr. kg)	<b>*1.129</b>	<b>230</b>	<b>751</b>		
Heraf på dansk område	3%	2%	3%		

*\*Tillagt NH<sub>4</sub>SO<sub>4</sub>*

## Lokalt tillæg for vejtrafik og boligopvarmning<sup>4</sup>

Luftforureningskilder i vejtrafikken er typisk beliggende i områder med høj befolkningstæthed og hvor kilderne er tæt på mennesker. Desuden ledes emissionerne ikke så hurtigt bort fra de potentielt eksponerede personer som f.eks. 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, end landsgennemsnittet beregnet med den regionale model DEHM (præsenteret i tabel 4 og 7) giver udtryk for. 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 er relativt store, 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 DEHM-UBM, hvor UBM modelsystemet (Urban Background Model) er en lokalskalamodel, der dækker hele Danmark med en rumlig opløsning på 1 km x 1 km. Emissionerne for Danmark er geografisk fordelt med samme opløsning. UBM beregner det lokale bidrag inden for 25 km af hver gittercelle. Der er gennemført beregninger for 2022 for de fem regioner i Danmark samt Bornholm særskilt (se detaljerede resultater i bilag 1). UBM-beregningerne er i bilag 1 stilerede efter befolkningstæthed baseret på CPR-registeret, som er aggregeret til opløsningen på 1 km x 1 km.<sup>5</sup>

Tabel B og C angiver med udgangspunkt i UBM-resultaterne i bilag 1 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 hovedstadsområdet, svarer tillægget til den lokale enhedspris beregnet med UBM-modellen for Region Hovedstaden til områder med befolkningstætheder over 3.000 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 1).

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 1. Ønskes tillæggene anvendt til analyser i bestemte byer, kan befolkningstæthederne

<sup>4</sup> Små ikke-industrielle forbrændingsanlæg i husholdninger.

<sup>5</sup> En række tilsvarende anvendelser af det koblede DEHM-UBM-EVA-system til beregning af eksterne omkostninger for f.eks. Region Hovedstaden, København, Aarhus og hele Danmark er gennemført inden for de seneste år. Disse er beskrevet bl.a. i Jensen et al., 2017a (København), Jensen et al., 2017b (Aarhus), Jensen et al., 2018 (Region Hovedstaden), Jensen et al., 2019 (Frederiksberg), Jensen et al., 2020a (Frederiksberg), Jensen et al., 2020b (København), Jensen et al., 2020c og 2020d (Odense). Desuden er der fokus på effekterne af emissioner fra brændeovne i Jensen et al., 2015.

findes ved opslag i Statistikbanken.dk. Tillægget er vist i kolonnen 'Lokal enhedspris'. Den efterfølgende kolonne med 'Lokal og regional enhedspris' er summen af lokaltillægget og den generelle/regionale beregningspris for henholdsvis SNAP2 og SNAP7 sektorerne, jævnfør tabel 4 og 7. Det regionale tillæg kan eventuelt reduceres med procenterne for bidraget til det danske område, mens lokaltillægget ikke skal reduceres.

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 transportøkonomiske enhedspriser (Transportministeriet, 2021). Omvendt kan tillæggene beregnet for hele landet, eksklusiv de store byer, 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 små ikke-industrielle forbrændingsanlæg i husholdninger (SNAP2) (se også bilag 1).

<b>Eksterne omkostninger <math>\alpha</math></b> <b>DKK<sub>2022</sub> pr. kg</b>	<b>Indb./km<sup>2</sup></b>	<b>PPM<sub>2.5</sub></b>	<b>NOx</b>
Tillæg Hovedstadsområdet <sup>6</sup>	3.211	1.482	533
Tillæg Aarhus by	2.744	559	692
Tillæg Aalborg by	2.263	528	1.757
Tillæg Odense by	2.237	524	633
Tillæg hele Danmark	132	221	69
Tillæg hele DK ekskl. byerne ovenfor	92	175	146

$\alpha$  på dansk område.

**Tabel C.** Lokalt eksponeringstillæg ved vejtrafik m.v. (SNAP7) (se også bilag 1).

<b>Eksterne omkostninger <math>\alpha</math></b> <b>DKK<sub>2022</sub> pr. kg</b>	<b>Indb./km<sup>2</sup></b>	<b>PPM<sub>2.5</sub></b>	<b>NOx</b>
Tillæg Hovedstadsområdet <sup>6</sup>	3.211	1.659	98
Tillæg Aarhus by	2.744	762	232
Tillæg Aalborg by	2.263	871	473
Tillæg Odense by	2.237	724	233
Tillæg hele Danmark	132	385	16
Tillæg hele DK ekskl. byerne ovenfor	92	290	41

$\alpha$  på dansk område.

<sup>6</sup> Hovedstadsområdet omfatter København, Frederiksberg, Albertslund, Brøndby, Gentofte, Gladsaxe, Glostrup, Herlev, Hvidovre, Lyngby-Taarbæk, Rødovre, Tårnby og Valensbæk kommuner, dele af Ballerup, Rudersdal og Furesø, samt Ishøj By og Greve Strand By.

# Bilag 1 Resultater fra UBM (Urban Background Model)

PPM25							
Regional model DEHM for alle Danske kilder. Enhedspriserne er beregnet som de samlede eksterne omkostninger i Europa inkl. Danmark pga. de dansk							
Model/Scenario	Emissioner	Befolkningstæthed	Stof emission	Emission (kg)	Total ekstern omkostning DKK	Regional Enhedspris DKK/kg	
DEHM-DK	Hele Danmark	Alle	PPM25	11978367	9166999712	765	
Regional model DEHM for SNAP2							
DEHM-SNAP2	Hele Danmark SNAP2	Alle	PPM25	7106783	5258850501	740	
Lokal model DEHM/UBM i det følgende for SNAP2 opdelt på regioner og befolkningstæthed. Enhedspriserne er beregnet som de samlede eksterne omkostninger op til 25 km væk fra kilderne. Den samlede enhedspris er summen af det regionale bidrag fra SNAP2 herover, samt det lokale bidrag.							
Scenario kode	Region	Befolkningstæthed	Stof emission	Emission (kg)	Total ekstern omkostning DKK	Lokal enhedspris DKK/kg	Lokal + regional enhedspris DKK/kg
MIM2023_SNAP2_1_0	Hovedstaden	Alle	PPM25	705251	484761010	687	1427
MIM2023_SNAP2_1_1	Hovedstaden	<100 rural	PPM25	93715	26331638	281	1021
MIM2023_SNAP2_1_2	Hovedstaden	100-1500 urban	PPM25	279555	114059381	408	1148
MIM2023_SNAP2_1_3	Hovedstaden	1500-3000 urban	PPM25	176400	126701614	718	1458
MIM2023_SNAP2_1_4	Hovedstaden	>3000 urban	PPM25	153465	227391403	1482	2222
MIM2023_SNAP2_2_0	Sjælland	Alle	PPM25	1404051	229466556	163	903
MIM2023_SNAP2_2_1	Sjælland	<100 rural	PPM25	789020	76904383	97	837
MIM2023_SNAP2_2_2	Sjælland	100-1500 urban	PPM25	476959	90085042	189	929
MIM2023_SNAP2_2_3	Sjælland	1500-3000 urban	PPM25	109162	52959130	485	1225
MIM2023_SNAP2_2_4	Sjælland	>3000 urban	PPM25	23411	19367854	827	1567
MIM2023_SNAP2_3_0	Syddanmark	Alle	PPM25	1657915	313417209	189	929
MIM2023_SNAP2_3_1	Syddanmark	<100 rural	PPM25	926629	111602907	120	860
MIM2023_SNAP2_3_2	Syddanmark	100-1500 urban	PPM25	587047	127312633	217	957
MIM2023_SNAP2_3_3	Syddanmark	1500-3000 urban	PPM25	113142	59293060	524	1264
MIM2023_SNAP2_3_4	Syddanmark	>3000 urban	PPM25	27068	24988254	923	1663
MIM2023_SNAP2_4_0	Midtjylland	Alle	PPM25	2082708	383365795	184	924
MIM2023_SNAP2_4_1	Midtjylland	<100 rural	PPM25	1262012	141477646	112	852
MIM2023_SNAP2_4_2	Midtjylland	100-1500 urban	PPM25	654735	145211109	222	962
MIM2023_SNAP2_4_3	Midtjylland	1500-3000 urban	PPM25	133123	74359463	559	1299
MIM2023_SNAP2_4_4	Midtjylland	>3000 urban	PPM25	31868	32497258	1020	1760
MIM2023_SNAP2_5_0	Nordjylland	Alle	PPM25	1139131	145913197	128	868
MIM2023_SNAP2_5_1	Nordjylland	<100 rural	PPM25	798134	71552661	90	830
MIM2023_SNAP2_5_2	Nordjylland	100-1500 urban	PPM25	281234	48678777	173	913
MIM2023_SNAP2_5_3	Nordjylland	1500-3000 urban	PPM25	51407	27164846	528	1268
MIM2023_SNAP2_5_4	Nordjylland	>3000 urban	PPM25	6761	8635325	1277	2017
MIM2023_SNAP2_6_0	Bornholm	Alle	PPM25	114203	11793998	103	843
MIM2023_SNAP2_6_1	Bornholm	<100 rural	PPM25	66297	3534422	53	793
MIM2023_SNAP2_6_2	Bornholm	100-1500 urban	PPM25	34008	4213690	124	864
MIM2023_SNAP2_6_3	Bornholm	1500-3000 urban	PPM25	7877	2269240	288	1028
MIM2023_SNAP2_6_4	Bornholm	>3000 urban	PPM25	5989	3656810	611	1351
	<b>Hele Danmark</b>	<b>Alle</b>	<b>PPM25</b>	<b>7103259</b>	<b>1568717765</b>	<b>221</b>	<b>961</b>
		DKK/kg	%				
Andel af enhedspris lokalt (<25 km)		221	23				
Andel af enhedspris DK		441	46				
Andel af enhedspris udland		299	31				
Total enhedspris DK + udland		961	100				

**NOx**

Regional model DEHM for alle Danske kilder. Enhedspriserne er beregnet som de samlede eksterne omkostninger i Europa inkl. Danmark pga. de danske kilder.

Model/Scenario	Emissioner	Befolkningstæthed	Stof emission	Emission (kg-NO2)	Total ekstern omkostning DKK	Regional Enhedspris DKK/kg-NO2
DEHM-DK	Hele Danmark	Alle	NOx	89571442	18891484315	211

**Regional model DEHM for SNAP7**

DEHM-SNAP2	Hele Danmark SNAP2	Alle	NOx	4998764	1959961893	392
------------	--------------------	------	-----	---------	------------	-----

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

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

Den samlede enhedspris er summen af det regionale bidrag fra SNAP2 herover, samt det lokale bidrag.

Scenario kode	Region	Befolkningstæthed	Stof emission	Emission (kg-NO2)	Total ekstern omkostning DKK	Lokal enhedspris DKK/kg-NO2	Lokal + regional enhedspris DKK/kg-NO2
MIM2023_SNAP2_1_0	Hovedstaden	Alle	NOx	695979	86172124	124	516
MIM2023_SNAP2_1_1	Hovedstaden	<100 rural	NOx	70537	66191700	938	1330
MIM2023_SNAP2_1_2	Hovedstaden	100-1500 urban	NOx	273800	69378408	253	645
MIM2023_SNAP2_1_3	Hovedstaden	1500-3000 urban	NOx	199083	70436591	354	746
MIM2023_SNAP2_1_4	Hovedstaden	>3000 urban	NOx	151058	80559025	533	925
MIM2023_SNAP2_2_0	Sjælland	Alle	NOx	983134	62982330	64	456
MIM2023_SNAP2_2_1	Sjælland	<100 rural	NOx	435043	65199390	150	542
MIM2023_SNAP2_2_2	Sjælland	100-1500 urban	NOx	408653	64527236	158	550
MIM2023_SNAP2_2_3	Sjælland	1500-3000 urban	NOx	109488	65295763	596	988
MIM2023_SNAP2_2_4	Sjælland	>3000 urban	NOx	26271	65643261	2499	2891
MIM2023_SNAP2_3_0	Syddanmark	Alle	NOx	1227018	62477756	51	443
MIM2023_SNAP2_3_1	Syddanmark	<100 rural	NOx	609257	65006554	107	499
MIM2023_SNAP2_3_2	Syddanmark	100-1500 urban	NOx	495654	64369401	130	522
MIM2023_SNAP2_3_3	Syddanmark	1500-3000 urban	NOx	102795	65068568	633	1025
MIM2023_SNAP2_3_4	Syddanmark	>3000 urban	NOx	16815	65801857	3913	4305
MIM2023_SNAP2_4_0	Midtjylland	Alle	NOx	1341331	61748491	46	438
MIM2023_SNAP2_4_1	Midtjylland	<100 rural	NOx	726598	64699108	89	481
MIM2023_SNAP2_4_2	Midtjylland	100-1500 urban	NOx	500724	64140179	128	520
MIM2023_SNAP2_4_3	Midtjylland	1500-3000 urban	NOx	94166	65129360	692	1084
MIM2023_SNAP2_4_4	Midtjylland	>3000 urban	NOx	19217	65674283	3418	3810
MIM2023_SNAP2_5_0	Nordjylland	Alle	NOx	650900	64023661	98	490
MIM2023_SNAP2_5_1	Nordjylland	<100 rural	NOx	420416	65153677	155	547
MIM2023_SNAP2_5_2	Nordjylland	100-1500 urban	NOx	187886	65175431	347	739
MIM2023_SNAP2_5_3	Nordjylland	1500-3000 urban	NOx	37252	65464402	1757	2149
MIM2023_SNAP2_5_4	Nordjylland	>3000 urban	NOx	4332	65767885	15183	15575
MIM2023_SNAP2_6_0	Bornholm	Alle	NOx	64093	3827750	60	452
MIM2023_SNAP2_6_1	Bornholm	<100 rural	NOx	34629	3980967	115	507
MIM2023_SNAP2_6_2	Bornholm	100-1500 urban	NOx	21196	3963951	187	579
MIM2023_SNAP2_6_3	Bornholm	1500-3000 urban	NOx	4844	3999004	826	1218
MIM2023_SNAP2_6_4	Bornholm	>3000 urban	NOx	3408	3985646	1169	1561
	<b>Hele Danmark</b>	<b>Alle</b>	<b>NOx</b>	<b>4962456</b>	<b>341232112</b>	<b>69</b>	<b>461</b>

	DKK/kg-NO2	%
Andel af enhedspris lokalt (<25 km)	69	15
Andel af enhedspris DK	25	5
Andel af enhedspris udland	367	80
Total enhedspris DK + udland	461	100

## PPM25

Regional model DEHM for alle Danske kilder. Enhedspriserne er beregnet som de samlede eksterne omkostninger i Europa inkl. Danmark pga. de danske

Model/Scenario	Emissioner	Befolkningstæthed	Stof emission	Emission (kg)	Total ekstern omkostning DKK	Regional Enhedspris DKK/kg
DEHM-DK	Hele Danmark	Alle	PPM25	11978367	9166999712	765

## Regional model DEHM for SNAP7

DEHM-SNAP7	Hele Danmark SNAP7	Alle	PPM25	1238102	1570858923	1269
------------	--------------------	------	-------	---------	------------	------

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

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

Den samlede enhedspris er summen af det regionale bidrag fra SNAP7 herover, samt det lokale bidrag.

Scenario kode	Region	Befolkningstæthed	Stof emission	Emission (kg)	Total ekstern omkostning DKK	Lokal enhedspris DKK/kg	Lokal + regional enhedspris DKK/kg
MIM2023_SNAP7_1_0	Hovedstaden	Alle	PPM25	265504	240232581	905	2174
MIM2023_SNAP7_1_1	Hovedstaden	<100 rural	PPM25	54318	25886068	477	1745
MIM2023_SNAP7_1_2	Hovedstaden	100-1500 urban	PPM25	83144	49416982	594	1863
MIM2023_SNAP7_1_3	Hovedstaden	1500-3000 urban	PPM25	49413	45837406	928	2196
MIM2023_SNAP7_1_4	Hovedstaden	>3000 urban	PPM25	77875	129198973	1659	2928
MIM2023_SNAP7_2_0	Sjælland	Alle	PPM25	205911	48972605	238	1507
MIM2023_SNAP7_2_1	Sjælland	<100 rural	PPM25	120790	19052213	158	1426
MIM2023_SNAP7_2_2	Sjælland	100-1500 urban	PPM25	66267	23052922	348	1617
MIM2023_SNAP7_2_3	Sjælland	1500-3000 urban	PPM25	13982	10730622	767	2036
MIM2023_SNAP7_2_4	Sjælland	>3000 urban	PPM25	4289	6401994	1493	2761
MIM2023_SNAP7_3_0	Syddanmark	Alle	PPM25	280047	63383646	226	1495
MIM2023_SNAP7_3_1	Syddanmark	<100 rural	PPM25	178025	27025024	152	1421
MIM2023_SNAP7_3_2	Syddanmark	100-1500 urban	PPM25	74133	22926213	309	1578
MIM2023_SNAP7_3_3	Syddanmark	1500-3000 urban	PPM25	19824	14356806	724	1993
MIM2023_SNAP7_3_4	Syddanmark	>3000 urban	PPM25	7726	9355412	1211	2480
MIM2023_SNAP7_4_0	Midtjylland	Alle	PPM25	299164	76257604	255	1524
MIM2023_SNAP7_4_1	Midtjylland	<100 rural	PPM25	190076	30821425	162	1431
MIM2023_SNAP7_4_2	Midtjylland	100-1500 urban	PPM25	75176	24377711	324	1593
MIM2023_SNAP7_4_3	Midtjylland	1500-3000 urban	PPM25	20633	15713778	762	2030
MIM2023_SNAP7_4_4	Midtjylland	>3000 urban	PPM25	13099	15674562	1197	2465
MIM2023_SNAP7_5_0	Nordjylland	Alle	PPM25	123802	24795150	200	1469
MIM2023_SNAP7_5_1	Nordjylland	<100 rural	PPM25	84491	12035505	142	1411
MIM2023_SNAP7_5_2	Nordjylland	100-1500 urban	PPM25	27559	9616102	349	1618
MIM2023_SNAP7_5_3	Nordjylland	1500-3000 urban	PPM25	9493	8270215	871	2140
MIM2023_SNAP7_5_4	Nordjylland	>3000 urban	PPM25	2176	5209636	2394	3663
MIM2023_SNAP7_6_0	Bornholm	Alle	PPM25	5628	1053654	187	1456
MIM2023_SNAP7_6_1	Bornholm	<100 rural	PPM25	4279	838974	196	1465
MIM2023_SNAP7_6_2	Bornholm	100-1500 urban	PPM25	1088	750014	689	1958
MIM2023_SNAP7_6_3	Bornholm	1500-3000 urban	PPM25	146	659683	4513	5782
MIM2023_SNAP7_6_4	Bornholm	>3000 urban	PPM25	113	685981	6057	7326
	<b>Hele Danmark</b>	<b>Alle</b>	<b>PPM25</b>	<b>1180054</b>	<b>454695239</b>	<b>385</b>	<b>1654</b>

	DKK/kg	%
Andel af enhedspris lokalt (<25 km)	385	23
Andel af enhedspris DK	673	41
Andel af enhedspris udland	596	36
Total enhedspris DK + udland	1654	100

**NOx**

Regional model DEHM for alle Danske kilder. Enhedspriserne er beregnet som de samlede eksterne omkostninger i Europa inkl. Danmark pga. de danske

Model/Scenario	Emissioner	Befolkningstæthed	Stof emissio n	Emission (kg-NO2)	Total ekstern omkostning DKK	Regional Enhedspris DKK/kg-NO2
DEHM-DK	Hele Danmark	Alle	NOx	89571442	18891484315	211

**Regional model DEHM for SNAP7**

DEHM-SNAP7	Hele Danmark SNAP7	Alle	NOx	20536333	4200323509	205
------------	--------------------	------	-----	----------	------------	-----

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

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

Den samlede enhedspris er summen af det regionale bidrag fra SNAP7 herover, samt det lokale bidrag.

Scenario kode	Region	Befolkningstæthed	Stof emissio n	Emission (kg-NO2)	Total ekstern omkostning DKK	Lokal enhedspris DKK/kg-NO2	Lokal + regional enhedspris DKK/kg- NO2
MIM2023_SNAP7_1_0	Hovedstaden	Alle	NOx	4174826	82674580	20	224
MIM2023_SNAP7_1_1	Hovedstaden	<100 rural	NOx	954314	80392294	84	289
MIM2023_SNAP7_1_2	Hovedstaden	100-1500 urban	NOx	1356924	89966468	66	271
MIM2023_SNAP7_1_3	Hovedstaden	1500-3000 urban	NOx	769288	92586037	120	325
MIM2023_SNAP7_1_4	Hovedstaden	>3000 urban	NOx	1081344	105723948	98	302
MIM2023_SNAP7_2_0	Sjælland	Alle	NOx	3512733	62532991	18	222
MIM2023_SNAP7_2_1	Sjælland	<100 rural	NOx	2161193	63141551	29	234
MIM2023_SNAP7_2_2	Sjælland	100-1500 urban	NOx	1082911	67760223	63	267
MIM2023_SNAP7_2_3	Sjælland	1500-3000 urban	NOx	200463	66286584	331	535
MIM2023_SNAP7_2_4	Sjælland	>3000 urban	NOx	57318	65691060	1146	1351
MIM2023_SNAP7_3_0	Syddanmark	Alle	NOx	4670896	53553863	11	216
MIM2023_SNAP7_3_1	Syddanmark	<100 rural	NOx	3112181	61934651	20	224
MIM2023_SNAP7_3_2	Syddanmark	100-1500 urban	NOx	1175884	62345534	53	258
MIM2023_SNAP7_3_3	Syddanmark	1500-3000 urban	NOx	274744	64031230	233	438
MIM2023_SNAP7_3_4	Syddanmark	>3000 urban	NOx	101990	64786943	635	840
MIM2023_SNAP7_4_0	Midtjylland	Alle	NOx	4955016	51851926	10	215
MIM2023_SNAP7_4_1	Midtjylland	<100 rural	NOx	3324844	61137650	18	223
MIM2023_SNAP7_4_2	Midtjylland	100-1500 urban	NOx	1177478	62191319	53	257
MIM2023_SNAP7_4_3	Midtjylland	1500-3000 urban	NOx	276288	64229370	232	437
MIM2023_SNAP7_4_4	Midtjylland	>3000 urban	NOx	173160	64212578	371	575
MIM2023_SNAP7_5_0	Nordjylland	Alle	NOx	2084867	61960786	30	234
MIM2023_SNAP7_5_1	Nordjylland	<100 rural	NOx	1473697	63981196	43	248
MIM2023_SNAP7_5_2	Nordjylland	100-1500 urban	NOx	442670	64742765	146	351
MIM2023_SNAP7_5_3	Nordjylland	1500-3000 urban	NOx	138272	65467560	473	678
MIM2023_SNAP7_5_4	Nordjylland	>3000 urban	NOx	28725	65352532	2275	2480
MIM2023_SNAP7_6_0	Bornholm	Alle	NOx	96304	3816531	40	244
MIM2023_SNAP7_6_1	Bornholm	<100 rural	NOx	76457	3913411	51	256
MIM2023_SNAP7_6_2	Bornholm	100-1500 urban	NOx	16397	3975596	242	447
MIM2023_SNAP7_6_3	Bornholm	1500-3000 urban	NOx	1943	4019215	2068	2273
MIM2023_SNAP7_6_4	Bornholm	>3000 urban	NOx	1494	4010551	2684	2888
	<b>Hele Danmark</b>	<b>Alle</b>	<b>NOx</b>	<b>19494642</b>	<b>316390675</b>	<b>16</b>	<b>221</b>

	DKK/kg-NO2	%
Andel af enhedspris lokalt (<25 km)	16	7
Andel af enhedspris DK	27	12
Andel af enhedspris udland	177	80
Total enhedspris DK + udland	221	100

## Referencer

Alberini, A. & 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., Rasmussen, L.F. & Brandt J. 2019. Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner 3.0. Notat fra DCE. Aarhus Universitet, DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi, 22 s.

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

Brandt, J., Christensen, J.H., Frohn, L.M. & Berkowicz, R., 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., Silver, J.D., Frohn, L.M., Geels, C., Gross, A., Hansen, A.B., Hansen, K.M., Hedegaard, G.B., Skjøth, C.A., Villadsen, H., Zare, A. & Christensen, J.H., 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., Silver, J.D., Christensen, J.H., Andersen, M.S., Bønløkke, J., Sigsgaard, T., Geels, C., Gross, A., Hansen, A.B., Hansen, K.M., Hedegaard, G.B., Kaas, E. & Frohn, L.M., 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., Silver, J.D., Christensen, J.H., Andersen, M.S., Bønløkke, J., Sigsgaard, T., Geels, C., Gross, A., Hansen, A.B., Hansen, K.M., Hedegaard, G.B., Kaas, E. & Frohn, L.M., 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., Christensen, J.H., Ellermann, T., Hansen, K.M., Hertel, O., Im, U., Jensen, A., Jensen, S.S., Ketzel, M., Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Sigsgaard, T. & Geels, C., 2016a. Helbredseffekter og eksterne omkostninger fra luftforurening i Danmark over 37 år (1979-2015), *Miljø og Sundhed* 22(1), 25-33.

Christensen, J.H., 1997. The Danish Eulerian Hemispheric Model - a Three-Dimensional Air Pollution Model Used for the Arctic. *Atmospheric Environment*, 31(24) 4169-4191.

DØRS, 2016. Økonomi og miljø 2016. København.

Ellermann, T., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, M., Massling, A., Bossi, R., Frohn, L.M., Geels, C., Jensen, S.S., Nielsen, O., Winther, M., Poulsen, M.B., Monies, C., Sørensen, M.B., Andersen, M.S. & Sigsgaard, T., 2023. Luftkvalitet 2021. Status for den nationale luftkvalitetsovervågning. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 148 s. - Videnskabelig rapport nr. 533. <http://dce2.au.dk/pub/SR533.pdf>

Finansministeriet, 2019. Dokumentationsnotat om værdien af statistisk liv og værdien af leveår. København.

Finansministeriet, 2023. Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger. København.

Frohn, L.M., Geels, C., Andersen, C., Andersson, C., Bennet, C., Christensen, J.H., Im, U., Karvosenoja, N., Kindler, P.A., Kukkonen, J., Lopez-Aparicio, S., Nielsen, O.-K., Pala-marchuk, Y., Paunu, V.-V., Plejdrup, M.S., Segersson, D., Sofiev, M. & Brandt, J., 2022. Evaluation of multi-decadal high-resolution atmospheric chemistry-transport modelling for exposure assessments in the continental Nordic countries. *Atmospheric Environment* 290, 119334.

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

Jensen, S.S., Brandt, J. Plejdrup, M. & Nielsen, O.-K., 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, Videnskabelig rapport 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, Videnskabelig rapport 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 nr. 254.

Jensen, S.S., Brandt, J., Frohn, L.M., Ketznel, M., Winther, M., Plejdrup, M.S. & Nielsen, O.-K., 2019. Kortlægning af luftforureningen i Frederiksberg Kommune. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Videnskabelig rapport nr. 342. <http://dce2.au.dk/pub/SR342.pdf>

Jensen, S.S., Winther, M., Plejdrup, M.S., Nielsen, O.-K., Brandt, J. & Ketznel, M., 2020a. Virkemiddelkatalog for begrænsning af luftforurening på Frederiksberg. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Videnskabelig rapport nr. 346. <http://dce2.au.dk/pub/SR346.pdf>

Jensen, S.S., Brandt, J., Frohn, L.M., Ketznel, M., Winther, M., Plejdrup, M.S. & Nielsen, O.-K., 2020b. Helbredseffekter og eksterne omkostninger af luftforurening i Københavns Kommune. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Videnskabelig rapport nr. 348. <http://dce2.au.dk/pub/SR348.pdf>

Jensen, S.S., Brandt, J., Frohn, L.M., Ketznel, M., Winther, M., Plejdrup, M.S., Nielsen, O.-K. & Ellermann, T., 2020c. Kortlægning af luftforureningen i Odense Kommune. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Videnskabelig rapport nr. 407. <http://dce2.au.dk/pub/SR407.pdf>

Jensen, S.S., Winther, M., Plejdrup, M.S., Nielsen, O.-K., Brandt, J., Ketznel, M. & Ellermann, T. 2020d. Virkemiddelkatalog for begrænsning af luftforurening i Odense Kommune. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Videnskabelig rapport nr. 412. <http://dce2.au.dk/pub/SR412.pdf>

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

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

Møller, F., Strandmark, L. & 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., Gyldenkærne, S. & Bruun, H.G. 2021. Spatial high-resolution distribution of emissions to air – SPREAD 3.0. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 208 pp. Technical Report No. 215.

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

SEDAC (Socioeconomic Data and Applications Center) 2022. New York, Columbia University Earth Institute. <http://sedac.ciesin.columbia.edu/about>

Transportministeriet, 2021. TERESA. Regnearksmodel for Samfundsøkonomisk Analyse, København. <https://www.man.dtu.dk/myndighedsbetjening/teresa-og-transportoekonomiske-enhedspriser>

UN (United Nations) 2019. World Population Prospects; New York, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. <https://population.un.org/wpp/>

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.

WHO, 2021. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva.