Bidrag til MOF - Alm. del

Spørgsmål 530 om redegørelse for luftforureningen og de øvrige skadelige miljøeffekter fra danske kraftvarmeværker fordelt på brændselstype

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 28. oktober 2026 | 57



AARHUS
UNIVERSITET
DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Kategori: Rådgivningsnotat

Titel: Bidrag til MOF - Alm. del

Forfattere: Steen Solvang Jensen, Jørgen Brandt og Ole-Kenneth Nielsen
Institution: Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab

Faglig kommentering: Christian Monies
Kvalitetssikring, DCE: Vibeke Vestergaard Nielsen
Sproglig kvalitetssikring: Vibeke Vestergaard Nielsen

Ekstern kommentering: Kommentarerne findes her: Ingen

Rekvirent: Miljøstyrelsen

Bedes citeret: Jensen, S.S., Brandt, J. & Nielsen, O.K., 2026. Bidrag til MOF - Alm. del. Spørgsmål 530 om redegørelse for luftforureningen og de øvrige skadelige miljøeffekter fra danske kraftvarmeværker fordelt på brændselstype. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 12 s. – Fagligt notat nr. 2026|57

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: Colorbox

Sideantal: 12

Indhold

1 Indledning 4

2 Emissioner fra danske kraftvarmeværker 5

3 Helbredseffekter af luftforurening fra danske kraftvarmeværker 7
3.1 Nuværende vidensgrundlag om luftforurening og helbredseffekter 7
3.2 Helbredseffekter af danske kraftvarmeværker 8

4 Danske kraftvarmeværkers bidrag til deposition af luftforurenende stoffer 10
4.1 Introduktion 10
4.2 Eksisterende vidensgrundlag 10

Referencer 12

1 Indledning

Miljøstyrelsen har i mail af 9. oktober 2026 anmodet DCE om bidrag til at svare på MOF alm. del spørgsmål 530, hvor der spørges til luftforureningen og øvrige skadelige miljøeffekter fra danske kraftvarmeværker fordelt på brændselstype.

Miljøstyrelsen beder om en redegørelse for:

- de totale brændselsforbrug fordelt på brændselstype
- de totale udledninger af forskellige luftforurenende stoffer opgjort på brændselstype fra danske kraftvarmeværker. Herunder ønskes også beskrevet den relative andel, som kraftvarmeværker udgør af de totale nationale udledninger.
- sundhedseffekter (for tidlige dødsfald og andre helbredsudfald) fra danske kraftvarmeværker fordelt på brændselstype i det omfang, det er muligt. Hvis beregningerne kun ligger for sektoren generelt, ønskes dette belyst i notatet.
- danske kraftvarmeværkers bidrag til deposition af relevante luftforurenende stoffer til danske land- og vandområder, samt den relative andel af den totale deposition. Hvis ikke der findes data, ønskes det belyst i notatet.

2 Emissioner fra danske kraftvarmeværker

Der er i dette notat taget udgangspunkt i den nationale emissionsopgørelse. I den nationale emissionsopgørelse er kraft- og kraftvarmeproduktion én kategori, og emissionerne kan derfor ikke opdeles mellem kraftproduktion og kraftvarmeproduktion. Langt størstedelen af elproduktionen i Danmark finder dog sted som kraftvarmeproduktion, men der er et brændselsforbrug i energistatistikken, der er angivet anvendt til ren mindre elproduktion. Dette brændselsforbrug er i emissionsopgørelsen medregnet under kraftvarmeproduktion.

Der er mange værker, der anvender flere brændsler. I de fleste tilfælde er der et hovedbrændsel og forskellige støttebrændsler, der udgør en meget lille del af det samlede brændselsforbrug. I nogle tilfælde er der dog flere brændsler, som udgør en stor del af det samlede brændselsbrug. Da emissionerne i mange tilfælde er baseret på målinger fra værkerne, så er det ikke muligt præcist at allokere emissionen til de specifikke brændsler. I dette notat er der lavet en analyse af det dominerede brændsel, og emissionerne er blevet tildelt det brændsel.

Brændselskategorien 'Andet' udgøres hovedsagelig af affald, men også en række mindre brændsler, som ikke bidrager væsentligt til de samlede emissioner.

Brændselsforbrugene for de valgte kategorier er vist i Tabel 1. Det ses, at forbrugene af gas, kul og olie er faldet væsentligt gennem årene, mens at biomasse er steget væsentligt.

Tabel 1. Brændselsforbrug for kraftvarmeværker, TJ.

TJ	2010	2015	2020	2021	2022	2023	2024
Kul	157649	71536	28826	39173	39795	24400	16212
Olie	7183	1423	1350	1216	2343	1151	1303
Gas	69609	20037	15923	17666	13167	13683	12218
Biomasse	38925	39218	61967	85935	74008	68581	76954
Andet	63744	71168	75725	74785	75962	74023	75212

Det seneste år i emissionsopgørelsen er 2024, og der er i nedenstående Tabel 2 vist resultater for NO_x, SO_2 og $PM_{2,5}$ fra kraftvarmeværker.

Tabel 2 Emissioner af NO_x, SO_2 og $PM_{2,5}$ fra kraftvarmeværker for udvalgte år, tons.

Brændsel	Stof	2010	2015	2020	2021	2022	2023	2024
Kul	NO_x	4.803	1.898	426	539	533	541	303
Olie	NO_x	345	31	80	66	165	64	80
Gas	NO_x	5.299	1.500	1.532	1.830	1.538	1.435	1.306
Biomasse	NO_x	2.727	1.513	2.421	2.986	2.781	2.376	2.599
Andet	NO_x	2.991	2.635	2.966	3.124	2.801	3.086	2.879
Kul	SO_2	1.909	713	278	283	336	337	241
Olie	SO_2	39	1	5	4	4	0	1
Gas	SO_2	68	73	81	80	73	67	62
Biomasse	SO_2	421	274	461	670	638	505	783
Andet	SO_2	184	244	200	183	183	174	161
Kul	$PM_{2,5}$	213	84	49	74	51	50	29
Olie	$PM_{2,5}$	6	2	2	1	3	1	1
Gas	$PM_{2,5}$	13	5	2	2	2	2	2
Biomasse	$PM_{2,5}$	46	32	44	116	59	31	58
Andet	$PM_{2,5}$	20	13	11	14	9	10	12

Tabel 3 viser emissionen fra kraftvarmeværker i forhold til den samlede emission fra danske kilder.

Tabel 3 Emissioner i tons af NO_x, SO_2 og $PM_{2,5}$ fra kraftvarmeproduktion, den samlede danske produktion og andelen i procent.

		2010	2015	2020	2021	2022	2023	2024
Kraftvarme, total	NO_x	16.165	7.579	7.425	8.545	7.819	7.502	7.166
National total	NO_x	151.028	114.253	93.925	94.093	89.261	83.173	79.504
Andel		10,7%	6,6%	7,9%	9,1%	8,8%	9,0%	9,0%
Kraftvarme, total	SO_2	2.621	1.305	1.024	1.220	1.233	1.084	1.248
National total	SO_2	15.047	9.213	8.702	7.867	8.032	8.067	7.261
Andel		17,4%	14,2%	11,8%	15,5%	15,4%	13,4%	17,2%
Kraftvarme, total	$PM_{2,5}$	298	136	108	208	124	94	102
National total	$PM_{2,5}$	21.001	17.102	12.221	12.196	11.299	11.235	10.408
Andel		1,4%	0,8%	0,9%	1,7%	1,1%	0,8%	1,0%

Andelen af den samlede nationale emission varierer dels i forhold til variationer i emissionen fra kraftvarmeværker og dels i forhold til variationer i de øvrige emissionskategorier. For NO_x varierer andelen mellem 6,6 % og 10,7 % gennem perioden 2010-2024. For SO_2 varierer andelen mellem 11,8 % og 18,7 % og for $PM_{2,5}$ mellem 0,8 % og 2,2 %.

3 Helbredseffekter af luftforurening fra danske kraftvarmeværker

Dette kapitel belyser helbredseffekter (for tidlige dødsfald og andre helbredsudfald) fra danske kraftvarmeværker fordelt på brændselstype i det omfang, det er muligt.

3.1 Nuværende vidensgrundlag om luftforurening og helbredseffekter

Det nuværende vidensgrundlag om luftforurening og helbredseffekter fra el- og fjernvarmeproduktionen i Danmark er beregninger af luftforureningens helbredseffekter og opdeling på kilder inden for Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur (NOVANA), ud fra luftkvalitetsmodellerne Danish Eulerian Hemispheric Model (DEHM) og Urban Background Model (UBM) samt EVA-modelsystemet (Economic Valuation of Air pollution) til beregning af helbredseffekter og relaterede samfundsøkonomiske omkostninger (Nordstrøm et al., 2025).

Det samlede antal for tidlige dødsfald i Danmark pga. al luftforurening er senest beregnet for 2024, inden for NOVANA, men ikke underopdelt på emissionssektorer for dette år. Det samlede antal for tidlige dødsfald i Danmark pga. al luftforurening er beregnet til ca. 3.800 i 2024, hvoraf ca. 830 skyldes kilder i Danmark og 2.970 fra kilder i udlandet. Kilder i Danmark bidrager desuden til udlandet med omkring 1.440 for tidlige dødsfald i Europa uden for Danmark (Nordstrøm et al., 2025). Udviklingstendensen for det samlede antal for tidlige dødsfald er beregnet for perioden 1990-2024 med EVA-modelsystemet ved at gennemføre beregninger for hvert enkelt år i perioden. Det samlede antal tilfælde af for tidlig død er faldet fra omkring 7.800 tilfælde per år i 1990 til omkring 3.800 tilfælde per år i 2024. Dette svarer til en reduktion på omkring 51%.

De for tidlige dødsfald i 2024 skyldes næsten udelukkende eksponering over for atmosfæriske partikler ($PM_{2,5}$), som både består af direkte emitterede partikler og sekundært dannede uorganiske partikler i atmosfæren, fx ud fra emissioner af kvælstofoxider (NO_x som er summen af NO og NO_2), svovldioxid, (SO_2) og ammoniak (NH_3).

Der er kun mindre bidrag fra koncentrationen af gasserne ozon (O_3), svovldioxid og kvælstofdioxid til det samlede antal for tidlige dødsfald i 2024. Bidraget fra svovldioxid og kvælstofdioxid er faldet væsentligt over tidsperioden 1990-2024.

I EVA-modelsystemet beregnes både for tidlige dødsfald som følge af korttidseksponering over for luftforurening (akutte dødsfald), samt tabte leveår som følge af langtidseksponering over for luftforurening (kroniske dødsfald). Et for tidligt dødsfald svarer til ca. 11,4 tabte leveår i Danmark, og vi kan derfor beregne det samlede antal for tidlige dødsfald som følge af både korttids- og langtidseksponering.

Ud over for tidlig død beregner EVA-modelsystem også sygelighed, som inkluderer hospitalsindlæggelser (åndedrætsbesvær, hjertekarsygdomme), hoste (børn), kronisk bronkitis (børn og voksne), tabte arbejdsdage, dage med restriktioner i aktiviteter og lungekræft.

EVA-modelsystemet beregner også de samfundsøkonomiske omkostninger ved luftforureningen og fordelingen på hovedemissionssektorerne.

3.2 Helbredseffekter af danske kraftvarmeværker

Helbredseffekter beregnes for den samlede danske el- og fjernvarmeproduktion (emissionssektor GNFR A) under et. Denne sektor inkluderer alle danske kraftvarmeværker, men indeholder også f.eks. rene varmeværker. Beregningerne inkluderer alle anvendte brændsler som kul, halm, gas, olie, og træ, men helbredseffekterne underopdeles ikke på brændselstype i den nationale rapportering.

Det vil være muligt med underopdeling, men det ville kræve et betydeligt timeforbrug, at beregne helbredseffekterne særskilt for kraftvarmeværkerne, samt underopdeling på brændselstype.

Det er således ikke muligt at give et fyldestgørende svar på spørgsmålet vedr. helbredseffekter ud fra eksisterende viden.

Ud fra eksisterende data er det kun muligt at give en samlet vurdering af helbredseffekterne for den samlede danske el- og fjernvarmeproduktion som helhed for 2023, som er det seneste år, hvor bidraget fra de forskellige emissionssektorer er beregnet (Nordstrøm et al., 2024).

Emissioner fra den samlede danske el- og fjernvarmeproduktion (emissionssektor GNFR A) bidrager i 2023 med 24 for tidlige dødsfald i Danmark og med ca. 209 for tidlige dødsfald i både Danmark og udland, se Tabel 4. Det er således ca. 11-12 % af de for tidlige dødsfald, der finder sted i Danmark for denne sektor. Det skyldes dels, at luftforureningen spredes mere fra denne sektor, pga. høje skorstene, samt at det tager tid for emissioner af kvælstofoxider (NO_x) og svovloxider (SO_x) at omdannes de skadelige sekundære uorganiske partikler, der er en del af $PM_{2,5}$. Der findes også beregninger i NOVANA af bidraget fra den samlede el- og varmeproduktion til antallet af for tidlige dødsfald for årene 2019-2022, men da der er sket en udvikling af EVA-modelsystemet, bl.a. med opdatering af koncentrations-responsfunktioner (CRFs) baseret på de nyeste anbefalinger fra Verdenssundhedsorganisationen (WHO, 2021), er resultaterne ikke direkte sammenlignelige med resultatet for 2023.

I Tabel 4 er vist dødelighed og sygelighed i Danmark og udland, samt i Danmark alene, forbundet med den samlede danske el- og fjernvarmeproduktion.

Tabel 4 Bidrag fra emissioner i 2023 fra hele den danske el- og fjernvarmeproduktion (GNFR A) til helbredseffekter totalt og i Danmark alene, relateret til luftforurening (Nordstrøm et al. 2024).

Helbredseffekt	Totalt bidrag fra GNFR A i Danmark og udland	Heraf bidrag inden for Danmark
For tidlig død (korttidseksponering)	26	6
For tidlig død (langtidseksponering)	167	18
For tidlig død (total)	209	24
Hospitalsindlæggelser, åndedrætsbesvær	134	60
Hospitalsindlæggelser, hjertekarsygdomme	163	2
Hoste børn	15	1
Kronisk bronkitis voksne	137	13
Kronisk bronkitis børn	435	42
Tabte arbejdsdage	9.000	809
Dage med restriktioner i aktivitet	108.000	10.200
Dage med mindre restriktioner i aktivitet	117.000	-2440*
Lungekræft	19	2

* Bemærk, at bidraget til dage med mindre restriktion i aktivitet er negativt, hvilket skyldes den lokale effekt af emissioner af NOx på reduktion af ozon (O_3) i atmosfæren.

Da kategorien den samlede danske el- og fjernvarmeproduktion indeholder mere end kun kraftvarmeværker, vil antallet af for tidlige dødsfald være mindre for kraftvarmeværkerne. I den nationale emissionsopgørelse for 2024 udgør kraftvarme 9 % af de nationale totale emissioner af NO_x, mens det er 12 % for den samlede danske el- og fjernvarmeproduktion (emissionssektor GNFR A). De tilsvarende tal for SO_2 er hhv. 17 % og 30 % og 1 % og 3 % for $PM_{2,5}$. Det kræver nye beregninger at kvantificere præcist, hvor meget kraftvarmeværkerne bidrager til for tidlige dødsfald, og det kan ikke alene vurderes ud fra emissionerne af de enkelte stoffer.

Der foreligger ikke eksisterende beregninger over helbredseffekterne fra den samlede danske el- og fjernvarmeproduktion fordelt på brændselstyper, og det vi være en ressourcekrævende opgave at foretage sådanne beregninger. Emissionsopgørelsen for den samlede danske el- og fjernvarmeproduktion kan give et fingerpeg om fordelingen af helbredseffekterne på brændselstype, men emissionsopgørelsen kan ikke bruges en-til-en til fordeling. Det skyldes, at beregningerne af helbredseffekterne tager hensyn til ikke-lineær kemisk omdannelse af emissionerne i atmosfæren samt forskellige eksponerings-responsfunktioner for de forskellige stoffer. Emissionsopgørelsen er opdelt i følgende brændselstyper: Kul, olie, gas, biomasse og andet (primært affald). Som det fremgår af emissionsopgørelsen, bidrager biomasse og andet (primært affald) mest til emissioner af NO_x, SO_2 og $PM_{2,5}$, og det vil derfor også være disse brændselstyper, som bidrager mest til helbredseffekterne for den samlede danske el- og fjernvarmeproduktion.

DCE har i 2025 svaret på folketingspørgsmål KEF (Klima-, Energi- og Forsyningsudvalget) Alm. del, Spørgsmål nr. 366, som omhandler opgørelse af helbredseffekterne i Danmark fra luftforureningen fra danske og tyske kulkraftværker. Da der er en række paralleller mellem dette og det nuværende spørgsmål henvises til notatet herom (Brandt et al., 2025).

4 Danske kraftvarmeværkers bidrag til deposition af luftforurenende stoffer

4.1 Introduktion

I det følgende belyses eksisterende viden om danske kraftvarmeværkers bidrag til deposition af relevante luftforurenende stoffer til danske land- og vandområder, samt den relative andel af den totale deposition.

4.2 Eksisterende vidensgrundlag

Svovldeposition er især knyttet til forsuring, og kvælstofdeposition bidrager til både forsuring og eutrofiering. Begge typer deposition kan reducere biodiversitet, ændre økosystemernes funktion og forringe miljøtilstanden.

I forbindelse med overvågningsprogrammet inden for luft under NOVANA gennemføres der årligt beregninger over depositionen til danske farvande og landområder (Poulsen et al., 2025). Den seneste opgørelse redegør for atmosfærisk deposition i 2024. Deposition er både våd- og tørafsætning til vand- og landområder. Beregningerne foretages med luftforureningsmodellen DEHM (Danish Eulerian Hemispheric Model). Depositionen beregnes for kvælstof, svovl og tungmetaller. Emissioner af NO_x og ammoniak (NH_3) bidrager til kvælstofdeposition og emissioner af SO_2 bidrager til svovldeposition. Som det fremgår af emissionsopgørelsen, bidrager den samlede danske el- og fjernvarmeproduktion til emissioner af NO_x og SO_2 primært fra afbrænding af biomasse og affald. Sektorens afbrænding af kul, olie, biomasse og affald bidrager også til tungmetaller.

Depositionsberegningerne af kvælstof underopdeles på følgende måde. Ved hjælp af modelberegninger er det muligt at estimere, hvor stor en del af depositionen i Danmark, som stammer fra henholdsvis danske og udenlandske kilder. Det er også muligt at skelne mellem deposition, som kan henføres til emission i forbindelse med forbrændingsprocesser (f.eks. i forbindelse med transport, energiproduktion, forbrændingsanlæg og industriproduktion) og udslip, som kan henføres til landbrugsproduktion. Opdelingen i forbrændingsprocesser og landbrugsproduktion baseres på, at emissionerne af kvælstofilter udelukkende sker i forbindelse med forbrændingsprocesser, og at emissionerne af ammoniak i praksis stammer fra landbrug, idet over 95 % af emissionen af ammoniak i Danmark stammer fra landbrugsproduktion.

Bidraget fra forbrændingsprocesser, hvori danske kraftvarmeværker indgår, udgør en forsvindende lille andel af kvælstofdepositionen i forhold til bidragene fra forbrænding i udlandet samt landbrug i udlandet og Danmark. For alle farvandsområder er bidraget beregnet til omkring 0,8 % og for landområder omkring 0,2 % af kvælstofdepositionen i 2024.

De gennemsnitlige kvælstofdepositioner for landområder er over eller på niveau med tålegrænserne (critical loads) for mange af de følsomme danske naturtyper. Der er ikke tålegrænser for vandområder.

Modelberegninger viser, at der er sket et fald i kvælstofdepositionen til de danske farvande og landområder, hvor kvælstofdepositionen i 2024 er henholdsvis ca. 50 % og 48 % lavere end i 1990.

Svovldepositionen er ikke underopdelt på kilder på samme måde som for kvælstofdepositionen. Beregninger viser, at de danske kilder på landsplan bidrager med omkring 15 % og udenlandske kilder med 85 % af den samlede svovldeposition i 2024. Af de danske kilder bidrager kraftvarmeværker med omkring 17 %, så kraftvarmeværkers andel af den samlede svovldeposition er nogle få procent. Grænseværdier for koncentrationen af SO_2 er fastlagt for at beskytte vegetation mod de skadelige effekter fra SO_2. Koncentrationsmålinger af SO_2 er omkring 50-100 gange mindre end grænseværdierne. Beregningerne viser desuden, at der er sket et meget betydeligt fald i svovldepositionen, og i 2024 ligger depositionen ca. 75 % lavere end i 1990.

Referencer

Jørgen Brandt, Steen Solvang Jensen, Thomas Ellermann, Ole-Kenneth Nielsen. 2025. Bidrag til svar på folketingsspørgsmål om helbredseffekter af luftforureningen fra danske og tyske kulkraftværker. Folketingsspørgsmål 366. 2025. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 11 s. – Fagligt notat nr. 2025|44.

Nordstrøm, C., Ellermann, T., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, M., Massling, A., Bossi, R., Frohn, L.M., Geels, C., Solvang Jensen, S., Nielsen, O-K., Winther, M., Poulsen, M.B., Sørensen, M. B., Skou Andersen, M., og Sigsgaard, T., 2024. Luftkvalitet 2023. Status for den nationale luftkvalitetsovervågning. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 158 s. – Videnskabelig rapport nr. 627.

Nordstrøm, C., Ellermann, T., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, M., Massling, A., Bossi, R., Geels, C., Solvang Jensen, S., Nielsen, O-K., Winther, M., Poulsen, M.B., Sørensen, M. B., Skou Andersen, M., Ørby, P.V., Kumar, V. og Sigsgaard, T., 2025. Luftkvalitet 2024. Status for den nationale luftkvalitetsovervågning. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 158 s. - Videnskabelig rapport nr. 679.

Poulsen, M.B., Ellermann, T., Bossi, R., Sørensen, M.O.B., Christensen, J., Lansø, A. S. & Monies, C., 2024: Atmosfærisk deposition 2024. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 59 s. Videnskabelig rapport nr. 678.

WHO, 2021. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228.