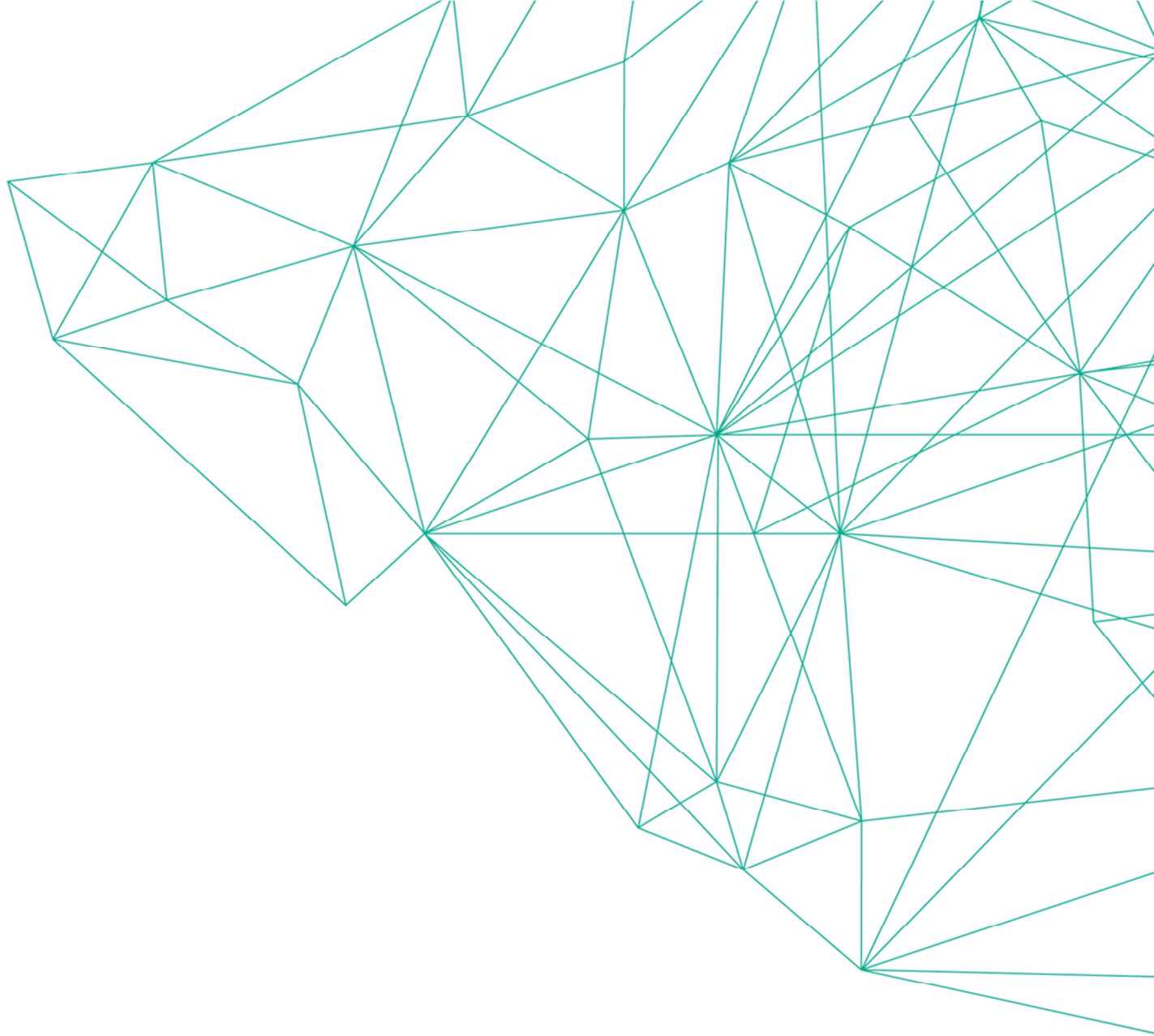




RAPPORT

METODE- OG DATAGRUNDLAG TIL MILJØRAPPORT

Indledning.....	3
1. Datagrundlag for miljørapporten.....	4
1.1 Miljødata for dansk el- og kraftvarmeproduktion	4
1.1.1 Indberetning af data fra større værker	4
1.1.2 Estimering af miljøforhold for mindre værker	7
1.2 Data for det danske elsystem	8
1.2.1 Stamdataregister	8
1.2.2 Elproduktion	9
1.2.3 Energiopgørelse.....	10
1.3 Standardfaktorer for emissioner, restprodukter og brændsler.....	11
1.3.1 Emissionsfaktorer	11
1.3.2 Restproduktfaktorer	14
1.3.3 Brændselskarakteristika	14
2. Metodegrundlag for miljørapporten	16
2.1 Fordelingsmetoder mellem el og varme.....	16
2.1.1 Varmevirkningsgradsmetoden	16
2.1.2 Energi-indholdsmetoden	17
2.1.3 Energikvalitetsmetoden	17
2.1.4 Sammenligning af allokeringsmetoder	18
2.2 Opdeling af elproduktion efter brændselstyper	18
2.3 Brændselsspecifikke deklARATIONER	19
2.4 Udvekslingskorrektur af NOx	20
3. Miljøeffekter ved enkeltstoffer	22
3.1 Emissioner til luften	22
3.2 Restprodukter fra energiproduktion	26
4. Referencer	28

Indledning

Energinet.dk har pligt til, som den systemansvarlige virksomhed for el- og gastransmission i Danmark, at aflevere en årlig miljørapport til energi-, forsynings- og klimaministeren i henhold til Lov om Elforsyning [Ref 1.]. Formålet med miljørapporten er at skabe et overblik over elsektorens miljøforhold. Samtidig bidrager miljørapporten til at evaluere de mål, der udmøntes i danske miljø- og energistrategier.

Den lovpligtige miljørapport, i det følgende benævnt Miljørapport 2018, består dels af en statusopgørelse over miljøpåvirkningerne fra dansk el og kraftvarme i 2017 og dels en prognose for den fremtidige miljøpåvirkning fra elsektoren frem til 2027. Dette notat beskriver data- og metodegrundlaget for statusopgørelsen. Energinet.dk offentliggør derudover et særskilt notat om prognoseforudsætninger til bl.a. miljørapporten på www.energinet.dk.

Datagrundlaget for miljørapporten er beskrevet i **afsnit 1**, mens metodegrundlaget for miljørapporten er beskrevet i **afsnit 2**. **Afsnit 3** indeholder en beskrivelse af de enkeltstoffer som fx CO₂ (kuldioxid), der indgår i Energinet.dk's beskrivelse af elsektorens miljøpåvirkninger.

1. Datagrundlag for miljørapporten

Dette afsnit beskriver datagrundlaget for Energinet.dk's statusopgørelse over elsektorens miljøpåvirkninger for 2017.

1.1 Miljødata for dansk el- og kraftvarmeproduktion

Energinet.dk registrerer elproduktionen fra alle værker, som leverer el til det offentlige net. Disse data suppleres desuden ved, at der årligt indsamles data til miljørapporten fra de danske el- og kraftvarmeproducenter.

Til miljørapporten anmoder Energinet.dk alle producenter, der ejer et værk med en elkapacitet større end 5 MW og/eller en indfyret kapacitet større end 20 MW, om at indberette supplerende miljø- og elproduktionsdata. Der indsamles som udgangspunkt data for alle ejerens elproducerende værker med en elkapacitet større end eller lig med 1 MW. Ved dataindsamlingen tages udover de objektive kriterier også hensyn til værkernes faktiske elproduktion således, at der eksempelvis ikke indsamles data fra regulerkraftanlæg med et begrænset antal årlige driftstimer.

Producenterne bliver bedt om at indrapportere oplysninger om deres produktion af el og kraftvarme, brændselsforbrug udspecificeret på forskellige brændselstyper, emissioner til luften af CO₂, SO₂, NO_x, CH₄, N₂O, NMVOC, CO og partikler samt produktionen af en række restprodukter. Emissioner og restprodukter, der hverken måles eller kendes af producenten ud fra værksspecifikke faktorer, beregnes af Energinet.dk ud fra standardfaktorer.

For de resterende værker, som er mindre end de angivne indrapporteringsgrænser, foretager Energinet.dk en estimering af varmeproduktion, brændselsforbrug og øvrige miljøforhold. Estimeringen af varmeproduktion og brændselsforbrug sker ud fra målte data for elproduktionen samt kendskab til værkernes historiske virkningsgrad og brændselstype m.v. ud fra Energistyrelsens Energiproducenttælling. Emissioner og restprodukter estimeres på baggrund af brændselspecifikke standardfaktorer.

Indberetningen omfatter miljødata for anlæg, som tilsammen står for over 92 % af den termiske elproduktion i Danmark. Usikkerheden ved ikke at indhente data fra alle elproducenter er meget begrænset. En sådan sammenligning, udført for det vstdanske produktionssystem i 2002, viste for estimerede data og realiserede data en afvigelse på 2 % for varmeproduktionen og 1,5 % på det samlede brændselsforbrug. Siden da er antallet af indberetninger øget betydeligt. For de væsentligste emissioner SO₂, NO_x og CO₂ dækker værkernes rapportering en meget stor del af den samlede emission.

Miljødeklarationen for el, samt de øvrige dataopgørelser i miljørapporten, omfatter i dag alene de miljøforhold, der kan relateres til produktion af el på produktionsanlæggene. Påvirkninger af miljøet fra andre faser i elektricitetens produktionscyklus som for eksempel transport af brændsler frem til kraftværkerne medtages ikke. Energinet.dk har i samarbejde med DONG Energy og Vattenfall udarbejdet en livscyklusvurdering for dansk el- og kraftvarme anno 2008 [Ref. 2].

1.1.1 Indberetning af data fra større værker

Indberetningen af miljø- og elproduktionsdata fra de større producenter foregår via en portalløsning, der indgår som en integreret del af Energinet.dk's selvbetjeningsportal.

Portalen til indberetning af miljødata indeholder indberetningssider for el- og varmeproduktion, brændselsforbrug, emissioner og restprodukter.

El- og varmeproduktion

El-produktion (brutto) og el-levering (netto) opgøres som målte værdier i MWh. El-leveringen (nettoproduktion) er fortrykt i indberetningsarket på baggrund af indmeldte data til Energinet.dk's PANDA-afregningssystem. Med el-leveringen forstås el-produktionen (bruttoproduktionen) ab generator minus eventuelt forbrug inden afregningspunktet. Producentens egen værdi for el-leveringen til nettet benyttes fortrinsvis til at validere Energinet.dk's måledata.

Varmeproduktion (brutto) opgøres som den målte varmeproduktion i GJ. Varmeproduktionen opgøres kun for de el-producerende anlæg (dvs. eksklusiv varmeproduktion på kedler) og omfatter eventuelt egetforbrug af varme, varme til interne processer og varmelevering til fjernvarmenettet.

Brændselsforbrug

Brændselsforbrug opgøres svarende til den afvejede eller målte mængde, der anvendes til fyring og opgøres i både GJ og ton/Nm³.

Brændselsforbruget for termiske anlæg kan opdeles i VE-brændsler og ikke-VE-brændsler. Fordelingen mellem det bionedbrydelige og fossile indhold i affaldet er baseret på den nyeste vurdering fra Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE). Her fastsættes VE- andelen til at udgøre 55 % af energiindholdet i affaldet.

VE-brændsler omfatter brændselskategorierne træ m.m. (skovflis, træpiller og træ- og biomassefald), halm, biogas og den bionedbrydelige andel af affaldet (jf. ovenstående opdeling).

Ikke-VE-brændsler omfatter kul, fuelolie (sværolie), gasolie (letolie) og naturgas samt den fossile andel af affaldet.

Portalløsningen er opbygget således, at brændselsforbruget automatisk omregnes fra ton/Nm³ til GJ vha. brændværdier (nedre) fra Energistyrelsens nyeste Energistatistik. Værksejeren anmodes dog som udgangspunkt om at anvende målte brændværdier.

Emissioner

Emissioner opgøres for følgende stoffer i ton: Kuldioxid (CO₂), svovldioxid (SO₂), kvælstofilter (NO_x), metan (CH₄), lattergas (N₂O), uforbrændte kulbrinter (NMVOC), kulilte (CO) og partikler (TSP).

Der anvendes følgende opgørelsesmetoder i prioriteret rækkefølge:

1. prioritet: Målt mængde baseret på kontinuerlige emissionsmålinger i rapporteringsperioden.
2. prioritet: Beregnet mængde på baggrund af værksspecifikke emissionsfaktorer, der er tilpasset værkets nuværende brændsel og tekniske design (herunder røggasrensningsanlæg).
3. prioritet: Hvis der ikke er kendskab til værksspecifikke emissionsfaktorer, gøres brug af DCE's standardemissionsfaktor. Emissionsfaktorerne vælges på baggrund af kendskab til værkets brændselstype og teknologi (værkets SNAP-kode). Emissionsberegningen med DCE's standardemissionsfaktor foretages automatisk i portalen på baggrund af det indtastede brændselsforbrug.

Typisk indberetter centrale kraftværker og affaldsforbrændingsanlæg målte værdier for udledningen af SO₂, NO_x, CO (primært affaldsfyrede) og partikler. For større værker er CO₂-udledningen ligeledes baseret på målinger af kulstofindholdet i brændslet.

Restprodukter

Restprodukter opgøres for følgende kategorier (i ton): Kulflyveaske, kulslagge, gips, TASP, bioflyveaske, bioslagge, RGA (røggasaffald) og slagge (affaldsforbrænding).

Restprodukterne opgøres i tørvægt, såfremt dette er muligt. Alternativt opgøres i vådvægt. Der skal som udgangspunkt angives den afvejede producerede mængde. I flere tilfælde opgøres restproduktmængderne dog først når de forlader kraftværkspladsen. De producerede restproduktmængder fra fx et kulfyret værk går i første omgang til deponi ved kraftværket, og noget af asken bliver genanvendt til styring af forbrændingen på kraftværket. Desuden sker der løbende en nettobortskaffelse af asken, idet den fx anvendes til opfyld ved vejprojekter, cementfremstilling m.v. Restproduktmængder, der indgår i datagrundlaget til miljørapporten vil derfor i flere tilfælde være baseret på nettobortskaffelsen.

Restproduktmængderne opgøres kun for de elproducerende anlæg. Kendes kun den samlede restproduktmængde for alle anlæg opgøres restprodukterne for de elproducerende anlæg forholdsmæssigt svarende til andelen af det samlede brændselsforbrug, der er anvendt på de elproducerende anlæg.

Desuden opgøres hvor store mængder restprodukter fra de forskellige brændsler, der er anvendt (fx til opfyldning, industriel anvendelse, bygge og anlæg eller jordbedring) henholdsvis deponeret.

1.1.2 Estimering af miljøforhold for mindre værker

For mindre termiske værker foretager Energinet.dk en estimering af varmeproduktion, brændselsforbrug og øvrige miljøforhold. I det følgende beskrives metoden til estimeringen af miljødata.

Indledningsvist foretages en sammenkobling af de enkelte værker i Energinet.dk's PANDA-afregningssystem med tilsvarende værker i Energistyrelsens Energiproducenttælling.

Energiproducenttællingen

Energistyrelsen udarbejder hvert år en energiproducenttælling, som omfatter alle el- og fjernvarmeproducenter i Danmark med tilknytning til offentligt net. For hvert produktionsanlæg er der foruden stamdata som ejer, navn, beliggenhed, varmekapacitet m.m. oplysninger om elproduktion, varmeproduktion og brændselsforbrug.

Energinet.dk modtager årligt en kopi af energiproducenttællingen. Da energiproducenttællingen først afsluttes efter offentliggørelsen af Energinet.dk's miljørapport, anvendes energiproducenttællingen for året før statusåret. Det vil sige, at estimeringen af data for 2017 er baseret på energiproducenttællingen for 2016 samt PANDA-elproduktionsdata for 2017.

Princip for estimering af miljødata

I det følgende beskrives princippet bag estimeringen af miljødata for 2017. Et eksempel for estimering af miljødata for et konkret værk er vist i **Tabel 1**.

- A. Ud fra energiproducenttællingen beregnes for hvert enkelt værk en C_m -værdi (*bruttoelproduktion/bruttovarmeproduktion*) og en totalvirkningsgrad [*(bruttoelproduktion+bruttovarmeproduktion)/samlet brændselsforbrug*] for 2016.
- B. Det antages, at C_m -værdi og totalvirkningsgrad i 2017 er de samme som i 2016. Med denne antagelse og ud fra kendskab til elproduktionens størrelse i 2017 beregnes herefter estimater for varmeproduktion og bruttobrændselsforbrug i 2017. Tilsvarende antages, at forholdet mellem værkets brutto- og nettoelproduktion er uændret fra 2016 til 2017.
- C. Det antages derudover, at brændselsfordelingen for de enkelte værker i 2017 er den samme som i det foregående år. Brændselsfordelingen for 2016 fremgår af energiproducenttællingen. Ud fra denne antagelse og ud fra det beregnede bruttobrændselsforbrug beregnes derefter værk for værk forbruget af hvert enkelt brændsel i 2017.
- D. Afslutningsvis beregnes emissionen af en række forureningsparametre ud fra værkernes brændselsforbrug og standardfaktorer. For hvert enkelt værk og hvert enkelt brændsel linkes der til en emissionsfaktor ud fra en SNAP-kode (ID for sektor og anlægstype, også kaldet CorinAir-koden), der er inkluderet i DCE's emissionsfaktortabel, jævnfør **afsnit 1.3.1**. Emissionsbidrag fra de enkelte brændsler lægges sammen. Restproduktmængder estimeres på lignende vis ud fra brændselsspecifikke restproduktfaktorer, jævnfør **afsnit 1.3.2**.

For nye værker, der har produceret el i 2017, men ikke i 2016, er data ikke tilgængelige i energiproducenttællingen. Disse værker tildeles en gennemsnitlig C_m -værdi og totalvirkningsgrad ud fra standardværdier fra lignende anlægstyper. Estimater for varmeproduktion og brændselsforbrug i 2017 bestemmes efterfølgende som for de øvrige værker. Brændselstypen vælges ud fra værkets hovedenergitype fra Energinet.dk's PANDA-stamdataregister.

Eksempel på estimering af miljødata

Et affaldsfyret værk med gasolie som støttebrændsel har i kalenderåret 2017 leveret 50 GWh el til nettet.

Energiproducenttælling 2016:

Elproduktion (brutto):	55 GWh	(198 TJ)
Elproduktion (netto):	45 GWh	(162 TJ)
Varmeproduktion (brutto):	660 TJ	
Forbrug af affald:	1.000 TJ	
Forbrug af gasolie:	5 TJ	

A: Med udgangspunkt i ovenstående data kan værkets Cm-værdi og totalvirkningsgrad i 2016 bestemmes til hhv. 0,30 og 0,85.

B: Derefter estimeres 2017-værdier for bruttoelproduktion, varmeproduktion og bruttobrændselsforbrug:

Bruttoelproduktion:	$50 \cdot (55/45)$	= 61 GWh
Varmeproduktion:	$(61 \cdot 3,6)/0,30$	= 733 TJ
Brændselsforbrug:	$(61 \cdot 3,6 + 733)/0,85$	= 1.117 TJ

C: Forbruget af affald og gasolie i 2017 kan beregnes til 1.111 TJ og 6 TJ.

D: Værkets SNAP-kode er fastsat til 010103 (kedler < 50 MW), hvorefter emissionsfaktoren for fx CO₂ kan findes via DCE's emissionsfaktortabel til 42,5 kg/GJ for affald og 74,1 kg/GJ for gasolie. Derefter kan værkets samlede CO₂-udledning i 2017 beregnes:

CO ₂ -udledning:	$1.111 \cdot 42,5 + 6 \cdot 74,1$	= 47.662 ton
-----------------------------	-----------------------------------	--------------

Tabel 1 Eksempel på estimering af miljødata.

1.2 Data for det danske elsystem

Energinet.dk gennemfører løbende forskellige afregninger, hvori opgørelser af elforbruget og elproduktionen indgår. Herunder afregning af pristillæg til elproduktionsanlæg og afregning af forskellige tariffer fx PSO-tariffen.

Elproduktionsdata fra PANDA-afregningssystemet anvendes i vidt omfang i miljørapporten herunder gøres brug af det tilknyttede stamdataregister for elproducerende anlæg i Danmark. Det er netvirksomhedernes ansvar at indsamle og vedligeholde stamdata til brug for det landsdækkende stamdataregister. Tilsvarende skal netvirksomhederne opsætte det nødvendige måleudstyr til registrering af elproduktion og indsende tidsserier til Energinet.dk og øvrige legitime modtagere.

1.2.1 Stamdataregister

Energinet.dk's stamdataregister indeholder oplysninger om alle elproducerende anlæg i Danmark tilsluttet det kollektive forsyningsnet. Stamdataoplysninger omfatter bl.a. værksnavn, ejer, beliggenhed, elkapacitet, hovedenergitype og afregningsforhold.

Datagrundlaget til miljørapporten omfatter værksspecifikke data fra alle elproducerende enheder i Danmark. Med et værk menes en eller flere elproducerende enheder, som er beliggende på samme matrikel eller på flere sammenhængende matrikler, og som har samme ejer. Undtagelsen til denne regel forekommer, hvor elproduktionsanlæg ifølge

denne regel hører til samme værk, men enhederne afregnes efter forskellige regler. I Energinet.dk's arbejde med miljørapporten omfatter værksdefinitionen ligeledes selvstændige blokke på centrale kraftværker.

I arbejdet med miljørapporten opdeles den danske elproduktion i centrale værker, decentrale værker og vindmøller. Definitionen af centrale kraftværker er i denne sammenhæng defineret som kraftværker beliggende på "centrale kraftværkspladser". Alle øvrige værker (eksklusive vindmøller) betegnes som decentrale værker.

I Østdanmark betegnes følgende værker som centrale: Amagerværket, Avedøreværket, Asnæsværket, H.C. Ørstedsværket, Kyndbyværket, Masnedøværket, Stigsnæsværket, Svanemølleværket og Østkraft.

I Vestdanmark betegnes følgende værker som centrale: Enstedværket, Esbjergværket, Fynsværket, Herningværket, Nordjyllandsværket, Randers Kraftvarmeværk, Skærbækværket og Studstrupværket.

1.2.2 Elproduktion

Energinet.dk har målte elproduktionsdata for alle elproducerende enheder i Danmark, som leverer el til det offentlige net.

Nettoproduktionen for et anlæg defineres som generatorproduktionen (bruttoproduktionen) minus det nødvendige egetforbrug i forbindelse med elproduktionen. Til egetforbrug henregnes bl.a. forbrug til miljøanlæg, administrationsbygninger, brændselshåndteringsanlæg og ledningstab frem til målepunktet i nettet. Derimod omfatter egetforbruget ikke elforbrug til fjernvarmepumper, spidslastkedler, funktionærboliger eller anden sideordnet virksomhed.

Producenten kan derudover vælge at være nettoafregnet. Egenproducenter af elektricitet (elforbrugere, der selv producerer elektricitet) fra anlæg tilsluttet det kollektive forsyningsnet kan være omfattet nettoafregning under visse betingelser. Nettoafregnede er bl.a. fritaget for at betale pristillæg m.v. for den del af deres elproduktion, som de selv forbruger (egenlevering).

Nettoproduktion registreres på værksniveau i PANDA med og uden egenlevering, hvor nettoproduktionen uden egenlevering angiver værkets nettolevering til nettet. Bruttoproduktionen for værkerne registreres ikke i PANDA, og data herfor er således baseret på den supplerende dataindsamling til miljørapporten.

Energinet.dk har ikke målinger af produktionen fra mindre nettoafregnede produktionsanlæg – de såkaldte mikro VE-anlæg. Det betyder, at produktionen fra de små anlæg hidtil ikke har indgået i Energinet.dk's statistik over produktion. Produktionen har i stedet optrådt som et fald i det samlede forbrug.

I Energinet.dks miljørapportering fra og med kalenderåret 2012 er det valgt at medtage en estimeret elproduktion fra samtlige solceller i Danmark. Opgørelsen af solcelleproduktionen i årene 2012 og 2013 er baseret på en model, der er udviklet af Energinet.dk med henblik på at lave prognoser til driften af elsystemet. Elproduktionen fra solceller bliver her aggregeret til et samlet tal for Danmark på baggrund af estimerede døgnproduktioner for over 100 særskilte områder. Estimeringen af solcelleproduktionen i de enkelte områder sker ud fra oplysninger om den installerede effekt af solceller i de enkelte områder og prognoser for den gennemsnitlige solindstråling per område. Fra og med kalenderåret 2014 har Energinet.dk implementeret et forbedret grundlag til at opgøre solcelleproduktionen i Danmark. Fremover sker estimeringen af solcelleproduktionen således på baggrund af målinger fra over 1.000 solcelleanlæg i Danmark.

1.2.3 Energiopgørelse

Energinet.dk's markedsafdeling udarbejder hvert år en energiopgørelse for elsystemet i Øst- og Vestdanmark. Energiopgørelsen baseres på direkte udtræk fra Energinet.dk's PANDA-afregningssystem og opgør udover data for produktion og forbrug følgende data:

- Udvekslingen af el på hver enkelt udlandsforbindelse. Opgjort som aggregerede timeværdier.
- Estimat for den samlede solcelleproduktion i Danmark (se **afsnit 1.2.2**)
- Nettabet i transmissionsnettet over 100 kV, inklusive tab på udlandsforbindelserne og Storebæltsforbindelsen. Særligt omfatter transmissionstab halvdelen af tabet på jævnstrømsforbindelserne mellem Jylland og Norge og mellem Jylland og Sverige.

Udvekslingen på udlandsforbindelserne er samlede værdier med en samplingsfrekvens på 60 min. i Østdanmark og 15 min. i Vestdanmark. Elproduktionen i energiopgørelsen er generelt opgjort med egenlevering.

Energiopgørelsen bliver opgjort i januar måned for det foregående år. Efterfølgende kan der forekomme korrektioner af disse data. Normalt vil disse små justeringer være ubetydelige i relation til den årlige miljørapport. Energiopgørelsen repræsenterer de endelige data og anvendes til kontrol af miljørapportens data. I tilfælde af mindre afvigelser er der foretaget en skalering af miljørapportens data for at opnå fuld overensstemmelse. I tilfælde af betydelige afvigelser vil disse dog altid blive undersøgt nærmere, og miljørapportens grunddata vil blive korrigeret.

1.3 Standardfaktorer for emissioner, restprodukter og brændsler

Fastsættelsen af emissioner til luften og restproduktmængder baseres grundlæggende enten på direkte målinger eller på estimater dannet ud fra en række standardfaktorer. Emissioner og restprodukter, der hverken måles eller kendes af producenten ud fra værksspecifikke faktorer, beregnes af Energinet.dk ud fra værkernes brændselsforbrug og standardfaktorer.

1.3.1 Emissionsfaktorer

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi (benævnt DCE i det følgende) er ansvarlig for de årlige opgørelser af Danmarks samlede emissioner, som rapporteres til *Klimakonventionen* og til *Konventionen om langtransporteret grænseoverskridende luftforurening*. DCE's emissionsfaktorer opdateres årligt og er tilgængelige på DCE's hjemmeside <http://dce.au.dk>.

De emissionsfaktorer som Energinet.dk anvender, gælder året før statusåret, da DCE's emissionsfaktorer for statusåret først ligger klar efter miljørapportens afslutning. De anvendte emissionsfaktorer for 2017 er vist i **Tabel 2**.

I forhold til 2016 er CO₂-emissionsfaktoren for naturgas blevet ændret. Dette sker hvert år, eftersom der sker meget små ændringer i gassammensætningen og brændværdien for naturgas, hvilket påvirker CO₂-emissionsfaktoren. CO₂-emissionsfaktoren for affald og gasolie er opdateret på baggrund af indberetninger under CO₂-kvoteloven. For flere anlægstyper er emissionsfaktorerne for SO₂ og NO_x revideret på basis af anlægsspecifikke data.

Emissionsfaktorer										
Snap kode	Anlægstype	Brændsel	SO ₂	NO _x	NMVOC	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	Par-tikler
			g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	kg/GJ	g/GJ	g/GJ
010101	Kedler ≥ 300 MW	Kul	8	28	1	0,9	10	94,95	0,8	3
010102	Kedler ≥ 50 and < 300 MW	Kul	8	28	1	0,9	10	94,95	0,8	3
010103	Kedler < 50 MW	Kul	8	28	1	0,9	10	94,95	0,8	3
030902	Kedler ≥ 50 and < 300 MW	Kul	231	183	10	10	10	94,6	1,5	17
010101	Kedler ≥ 300 MW	Træ og lign.	1,9	81	5,1	3,1	90	0	0,8	10
010102	Kedler ≥ 50 and < 300 MW	Træ og lign.	1,9	81	5,1	3,1	90	0	0,8	10
010103	Kedler < 50 MW	Træ og lign.	1,9	81	5,1	3,1	90	0	0,8	10
010104	Gasturbiner	Træ og lign.	1,9	81	5,1	3,1	90	0	0,8	10
030902	Kedler ≥ 50 and < 300 MW	Træ og lign.	11	90	95,3	11	240	0	4	19
010102	Kedler ≥ 50 and < 300 MW	Affald	8,3	65	0,56	0,34	3,9	42,5	1,2	0,29
010103	Kedler < 50 MW	Affald	8,3	65	0,56	0,34	3,9	42,5	1,2	0,29
010101	Kedler ≥ 300 MW	Halm	49	125	0,78	0,47	67	0	1,1	2,3
010102	Kedler ≥ 50 and < 300 MW	Halm	49	125	0,78	0,47	67	0	1,1	2,3
010103	Kedler < 50 MW	Halm	49	125	0,78	0,47	67	0	1,1	2,3
010104	Gasturbiner	Halm	49	125	0,78	0,47	67	0	1,1	2,3
010101	Kedler ≥ 300 MW	Fuelolie	100	138	0,8	0,8	15	79,29	0,3	3
010102	Kedler ≥ 50 and < 300 MW	Fuelolie	100	138	0,8	1,3	2,8	79,29	5	9,5
010104	Gasturbiner	Fuelolie	100	138	2,3	3	15	79,29	0,6	3
010105	Motorer	Fuelolie	100	138	2,3	4	15	79,29	0,6	3
020304	Motorer	Fuelolie	344	142	20	4	130	78,6	0,6	14
030902	Kedler ≥ 50 and < 300 MW	Fuelolie	344	129	0,8	1,3	2,8	78,6	5	9,5
030903	Kedler < 50 MW	Fuelolie	344	129	0,8	1,3	2,8	78,6	5	9,5
010101	Kedler ≥ 300 MW	Gasolie	23	114	0,8	0,9	15	74,1	0,4	5
010102	Kedler ≥ 50 and < 300 MW	Gasolie	23	114	0,8	0,9	15	74,1	0,4	5
010103	Kedler < 50 MW	Gasolie	23	114	0,8	0,9	15	74,1	0,4	5
010104	Gasturbiner	Gasolie	23	230	0,2	3	15	74,1	0,6	5
010105	Motorer	Gasolie	23	942	37,1	24	130	74,1	2,1	5
030902	Kedler ≥ 50 and < 300 MW	Gasolie	23	130	0,8	0,2	66	74,1	0,4	5
010101	Kedler ≥ 300 MW	Naturgas	0,43	28	2	1	15	57,01	1	0,1
010102	Kedler ≥ 50 and < 300 MW	Naturgas	0,43	28	2	1	15	57,01	1	0,1
010103	Kedler < 50 MW	Naturgas	0,43	32,7	2	1	28	57,01	1	0,1
010104	Gasturbiner	Naturgas	0,43	48	1,6	1,7	4,8	57,01	1	0,1
010105	Motorer	Naturgas	0,5	135	92	481	58	57,01	0,58	0,76
020105	Motorer	Naturgas	0,5	135	92	481	58	57,01	0,58	0,76
020204	Motorer	Naturgas	0,5	135	92	481	58	57,01	0,58	0,76
020304	Motorer	Naturgas	0,5	135	92	481	58	57,01	0,58	0,76
030903	Kedler < 50 MW	Naturgas	0,43	32,7	2	1	28	57,01	1	0,1
010105	Gasturbiner	Biogas	19,2	202	10	434	310	0	1,6	2,63
020105	Motorer	Biogas	19,2	202	10	434	310	0	1,6	2,63
020304	Motorer	Biogas	19,2	202	10	434	310	0	1,6	2,63

Tabel 2 Emissionsfaktorer.

CO₂-emissionsfaktorer

I forbindelse med kvoteomfattede virksomheders indberetninger af CO₂-udledning under CO₂-kvoteloven skelnes der generelt mellem produktionsenheder, der er omfattet af standardløsningerne og de produktionsenheder, der har udarbejdet en individuel overvågningsplan. Kriterierne for at kunne bruge standardløsningerne er nærmere fastsat af Energistyrelsen. En række virksomheder kan derfor ikke benytte standardløsningerne, men er i stedet forpligtet til at udarbejde en individuel overvågningsplan. Dette betyder fx, at alle de kulfyrede værker skal udarbejde en individuel overvågningsplan.

En individuel overvågningsplan kræver:

- Oplysninger om de aktiviteter, der udføres på produktionsenheden.
- En liste over de kilder til CO₂-udledning, der findes på produktionsenheden.
- En beskrivelse af metoden til at opgøre brændselsforbruget (for produktionsenheder med forbrændingsaktiviteter).
- En beskrivelse af metoden til at opgøre materialestrømme (for produktionsenheder med procesudledninger).
- En beskrivelse af metoden til at opgøre CO₂-udledninger.

I beskrivelsen af metoden til opgørelsen af CO₂-udledningen indgår oplysninger om brændselsmængde, brændværdi, emissionsfaktor og oxidationsfaktor. For produktionsenheder med individuel overvågningsplan vil emissionsfaktoren være baseret på analyser af kulstofindholdet i brændslet.

De værker, der anvender standardløsning til opgørelse af CO₂-udledningen, skal anvende de standardemissionsfaktorer, der årligt oplyses af Energistyrelsen.

For de værker, som er omfattet af en individuel overvågningsplan, anvender DCE i de nationale opgørelser de CO₂-udledninger, der rapporteres fra værkerne. Det er hovedsageligt for kul og olie, at der foreligger detaljerede opgørelser. For virksomheder omfattet af standardløsninger benytter DCE egne emissionsfaktorer.

Til miljørapporten anvender Energinet.dk som udgangspunkt rapporterede CO₂-udledninger for de større værker, der er omfattet af en individuel overvågningsplan. CO₂-udledningen fra de øvrige værker estimeres ud fra DCE's standardemissionsfaktorer. Energinet.dk tillægger, ligesom DCE, affaldet en CO₂-emissionsfaktor svarende til affaldets fossile indhold. DCE's seneste vurdering af den fossile del af affaldet er fastsat til 45 % af den samlede energimængde.

Restproduktfaktorer

Restprodukter er fællesbetegnelsen for faste affaldsfraktioner, der dannes dels som forbrændingsrest, dels opstår ved rensning af røggasserne for sure gasser og partikler. En stor del af datagrundlaget for produktion af restprodukter er producentindberetninger fra de større værker. De anvendte restproduktfaktorer for 2017 er baseret på et 5 års gennemsnit af dataindberetningen for perioden 2012-2016 og fremgår af **Tabel 3**.

Restproduktfaktorer							
Brændsel	Kulflyve- aske	Kul- slagge	Gips	TASP	Slagge (affaldsforbræn- ding)	RGA (røggasaffald)	Bio- aske
kg/GJ							
Kul	4,3	0,7	1,2	0,5	-	-	-
Træ/halm	-	-	-	-	-	-	1,4
Affald	-	-	-	-	17,0	2,7	-

Tabel 3 Emissionsfaktorer for restprodukter.

Gips og TASP er restprodukter fra svovlrensning. Procesanlæg til fremstilling af gips og TASP er udelukkende installeret på de store centrale kraftværker og affaldsfyrede anlæg. Restprodukter fra svovlrensning på affaldsforbrændingsanlæg opgøres som en delmængde af RGA (røggasaffald).

For kulfyrede værker med våd røggasrensning produceres, som det fremgår af **Tabel 3**, ca. 1,2 kg_{gips}/GJ_{kul}. Emissionsfaktoren for TASP er betydelig mindre, selvom begge produkter typisk genereres fra brændsler med samme svovlindhold. Forskellen skyldes, at en stor del af den fremstillede TASP-mængde omdannes til gips ved anvendelse i de våde afsvovlingsanlæg. Restproduktfaktoren for TASP er derfor et udtryk for den mængde TASP, der **ikke** omdannes til gips. Denne fremgangsmåde er anvendt for at sikre, at TASP, der videreforarbejdes til gips, ikke bliver "talt med to gange" – både som TASP og gips.

Ved afbrænding af faste biomassebrændsler, som træ og halm, dannes aske og slagge (bundaske). I Energinet.dk's opgørelse over miljøpåvirkninger fra elsektoren skelnes ikke mellem flyve- og bundaske. Der anvendes alene en samlet faktor for bioaske svarende til indholdet af ikke-brændbare mineralske fraktioner i brændslerne.

1.3.2 Brændselskarakteristika

Brændværdi og densitet for de forskellige brændsler baseres hovedsageligt på Energistyrelsens energistatistik, der kan findes på Energistyrelsens hjemmeside, www.ens.dk. Ændringerne fra år til år er fåtallige og små. Naturgassens brændværdi justeres årligt. **Tabel 4** viser de anvendte brændselsdata for statusåret 2017.

Som udgangspunkt er de brændselsforbrug, Energinet.dk modtager via energiproducenttællingen eller fra producenterne, anført i GJ. Energinet.dk anvender derfor alene brændværdierne til at omregne brændselsforbruget til ton eller Nm³.

Nedre brændværdi og densitet for brændsler		
Brændsel	Energiindhold GJ/ton	Densitet kg/Nm ³
Elværkskul	24,29	
Fuelolie	40,65	
Gas- og dieselolie	42,7	
Raffinaderigas	52,0	
Naturgas (GJ/1000 Nm ³)	39,63	0,83
Skovflis	10,5	
Træpiller	17,5	
Træaffald	14,7	
Halm	14,5	
Biogas (GJ/1000 Nm ³)	23,0	1,16
Affald	10,6	

Tabel 4 Nedre brændværdier og densitet for brændsler.

2. Metodegrundlag for miljørapporten

Dette afsnit beskriver de væsentligste metoder, som Energinet.dk anvender ved statusopgørelsen over elsektorens miljøpåvirkninger.

På Energinet.dk's hjemmeside eksisterer derudover et særskilt baggrundsnotat for beregningen af den årlige miljødeklaration for el herunder princippet for korrektion for udveksling af el med nabolandene.

2.1 Fordelingsmetoder mellem el og varme

Ved udarbejdelsen af miljødeklarationen for el m.v. er det nødvendigt at fordele brændselsforbrug og emissioner fra kraftvarmeanlæg mellem el og varme. Dette er i princippet en uløselig opgave, og der må træffes et metodevalg med hensyn til, hvorledes fordeling (allokering) af miljøeffekter mellem el og varme udføres. Der findes flere allokeringsmodeller, der hver især besidder nogle svagheder og styrker, og valget afhænger derfor af, hvilken problemstilling, der skal belyses.

Energinet.dk anvender fire forskellige fordelingsmetoder: energiindholdsmetoden, varmevirkningsgradsmetoden ved anvendelse af varmevirkningsgrader på 125 % og 200 % samt Energikvalitetsmetoden.

Energistyrelsen anbefaler, at der anvendes en varmevirkningsgrad på 125 % [Ref. 3]. Energinet.dk anvender derfor 125 %-varmevirkningsgradsmetoden med mindre andet specifikt er anført.

2.1.1 Varmevirkningsgradsmetoden

Ved varmevirkningsgradsmetoden antages det, at samproduceret varme er produceret med en given varmevirkningsgrad.

Metoden illustreres i **Tabel 5** for allokering af brændsel med en varmevirkningsgrad på 125 %. Samme fordelingsnøgle anvendes til at fordele emissioner.

Allokering af brændselsforbrug ved varmevirkningsgrad på 125 %			
Kraftvarmeanlæg:	Årlig elproduktion:	6 GWh	(21,6 TJ)
	Årlig varmeproduktion:	30 TJ	
	Årligt brændselsforbrug:	58 TJ	
Brændselsforbruget fordeles således:			
	Andel til varme:	30/1,25 TJ	= 24 TJ
	Andel til el:	58 - 24 TJ	= 34 TJ

Tabel 5 Eksempel med varmevirkningsgradsmetoden

Varmevirkningsgradsmetoden lægger en væsentlig del af emissioner m.m. ved samproduktion over på el. Ligeledes er det karakteristisk for varmevirkningsgrads-modellen, at **alle tab** ved samproduktion lægges på elektriciteten.

2.1.2 Energi-indholdsmetoden

Energi-indholdsmetoden relaterer emissioner direkte til den energimængde, der er indeholdt i henholdsvis el- og varmeproduktionen. Metoden illustreres i **Tabel 6** for allokering af brændselsforbruget. Samme fordelingsnøgle anvendes til at fordele emissioner.

Allokering af brændselsforbrug efter energi-indholdsmetoden			
Kraftvarmeanlæg:	Årlig elproduktion:	6 GWh	(21,6 TJ)
	Årlig varmeproduktion:	30 TJ	
	Årligt brændselsforbrug:	58 TJ	
Brændselsforbruget fordeles således:			
	Andel til varme:	$(30/51,6) \cdot 58 \text{ TJ}$	= 33,7 TJ
	Andel til el:	$(21,6/51,6) \cdot 58 \text{ TJ}$	= 24,3 TJ

Tabel 6 Eksempel med energi-indholdsmetoden

Energi-indholdsmetoden lægger en relativ større mængde af emissionerne ved samproduktion over på varmen sammenlignet med varmevirkningsgradsmødelkerne. Enerki-indholdsmetoden fordeler ligeledes tabene i produktionsanlægget solidarisk mellem el og varme modsat varmevirkningsgradsmetoden, der lader el afholde alle konverteringstab.

2.1.3 Energikvalitetsmetoden

Energikvalitetsmetoden antager, at el er et energiprodukt med højere "kvalitet" end varme, hvormed varmen betragtes som et biprodukt. Energikvalitetsmetoden beregner derfor, hvor meget ekstra el, der kunne have været produceret, hvis man havde undladt at producere varmen. Erfaringsmæssigt forudsættes det, at 1 kWh varme substituerer 0,15 kWh el. Metoden illustreres i **Tabel 7** for allokering af brændselsforbruget.

Allokering af brændselsforbrug efter energi-kvalitetsmetoden			
Kraftvarmeanlæg:	Årlig elproduktion:	6 GWh	(21,6 TJ)
	Årlig varmeproduktion:	30 TJ	
	Årligt brændselsforbrug:	58 TJ	
Brændselsforbruget fordeles således:			
	Andel til varme:	$(30 \cdot 0,15) / (21,6 + 30 \cdot 0,15) \cdot 58 \text{ TJ}$	= 10,0 TJ
	Andel til el:	$(21,6 / (21,6 + 30 \cdot 0,15)) \cdot 58 \text{ TJ}$	= 48,0 TJ

Tabel 7 Eksempel med energi-kvalitetsmetoden

2.1.4 Sammenligning af allokeringsmetoder

For et kraftvarmeanlæg afhænger tolkningen af effekterne af produktionen således af den valgte allokeringsmodel. Dette er illustreret i **Tabel 8** ved sammenstilling af det valgte beregningseksempel: Et kraftvarmeanlæg med en elproduktion på 6 GWh, en varmeproduktion på 30 TJ og et brændselsforbrug på 58 TJ.

Fordeling af brændsel pr. allokeringsmetode				
	Energikvalitetsmetoden	200 %-metoden	125 %- metoden	Energiindholdsmetoden
Andel til varme	10,0 TJ (17 %)	15 TJ (25 %)	24 TJ (41 %)	33,7 TJ (58 %)
Andel til el	48,0 TJ (83 %)	43 TJ (75 %)	34 TJ (59 %)	24,3 TJ (42 %)

Tabel 8 Sammenligning af allokeringsmetoder.

2.2 Opdeling af elproduktion efter brændselstyper

I forbindelse med statusopgørelsen over elsektorens miljøpåvirkninger opdeler Energinet.dk den danske elproduktion efter brændselstyper, se **Tabel 9**.

Nøgletal 2017	Danmark i alt
Elproduktion og elforbrug	GWh
Nettoelproduktion (ekskl. nettab)	29.453
Forbrug (inkl. nettab)	34.015
Specifikation af elproduktion	GWh
El fra vindmøller	14.777
El fra solceller	789
El fra vandkraft	18
El fra biobrændsler	4.711
El fra affald	1.360
El fra naturgas	2.062
El fra olie	139
El fra kul	5.597

Tabel 9 Elforbrug og elproduktion i Danmark.

For elproduktionsanlæg, der benytter flere typer brændsler, er elproduktionen her delt op forholdsmæssigt på de enkelte brændsler i forhold til deres bidrag til det samlede brændselsforbrug på anlægget. Hvis eksempelvis et værk har anvendt 95 % kul (energibasis) og 5 % olie, er elproduktionen fra værket tilsvarende fordelt med 95 % fra kul og 5 % fra olie.

2.3 Brændselsspecifikke deklarationer

De forskellige kategorier af termiske elproduktionsanlæg har hver især fordele og ulemper. Dette nuancerede billede afspejles ikke i miljødeklarationen for el som opgør gennemsnitstal. Energinet.dk beregner derfor en opgørelse (ab værk) af emissioner, der kan relateres til de enkelte brændsler.

Den brændselsspecifikke deklaration opgør miljøbelastningen ved produktion af 1 kWh el for seks brændelskategorier: affald, biogas, biomasse, naturgas, olie og kul. Deklarationen for 2017 er beregnet både ud fra 125 %-metoden, se **Tabel 10** og ud fra 200 %-metoden, se **Tabel 11**.

Brændselsspecifikke deklarationer 2017, g/kWh						
Emissioner til luft	Kul	Olie	Naturgas	Biomasse	Biogas	Affald
CO ₂	763	854	343	0	0	423
CH ₄	0,01	0,02	0,73	0,02	2,47	0,003
N ₂ O	0,006	0,028	0,005	0,006	0,009	0,012
SO ₂	0,07	2,00	0,002	0,04	0,12	0,07
NO _x	0,21	1,51	0,34	0,33	1,16	0,75
CO	0,08	0,15	0,13	0,68	1,78	0,05
NMVOC	0,01	0,02	0,15	0,04	0,06	0,01
Partikler	0,02	0,12	0,001	0,01	0,02	0,003
Restprodukter						
Kulflyveaske	34,6					
Kulslagge	5,5					
Afsvovlingsprodukter	13,6					
Slagge (affald)						171,2
RGA (røggasaffald)						26,8
Bioaske				10,6		
Brændsler						
Kul	332					
Olie		264				
Naturgas			136			
Biomasse				497		
Biogas					309	
Affald						936

Tabel 10 Brændselsspecifik deklaration ab værk, 125 %-metoden.

Brændselsspecifikke deklamationer 2017, g/kWh						
Emissioner til luft	Kul	Olie	Naturgas	Biomasse	Biogas	Affald
CO ₂	862	1.195	439	0	0	647
CH ₄	0,01	0,03	0,94	0,03	3,03	0,005
N ₂ O	0,007	0,046	0,007	0,009	0,011	0,018
SO ₂	0,09	2,82	0,003	0,06	0,14	0,10
NO _x	0,24	1,93	0,44	0,45	1,43	1,15
CO	0,09	0,18	0,17	0,91	2,19	0,07
NMVOC	0,01	0,03	0,19	0,05	0,07	0,01
Partikler	0,02	0,15	0,002	0,02	0,02	0,004
Restprodukter						
Kulflyveaske	39,1					
Kulslagge	6,3					
Afsvovlingsprodukter	15,3					
Slagge (affald)						261,5
RGA (røggasaffald)						41,0
Bioaske				14,1		
Brændsler						
Kul	375					
Olie		368				
Naturgas			174			
Biomasse				670		
Biogas					381	
Affald						1.431

Tabel 11 Brændselsspecifik deklamation af værk, 200 %-metoden.

Ved beregningen af den brændselsspecifikke deklamation er det nødvendigt at fordele miljøbelastningen til de enkelte brændsler ved elproduktionsanlæg, der anvender flere typer brændsler. For de fleste anlæg er denne opdeling ligetil. Problemstillingen opstår ved multibrændselsanlæg, som indberetter målte emissioner til Energinet.dk. Her fordeler Energinet.dk den samlede emission på de enkelte brændsler ud fra den fordeling som anvendelsen af standardfaktorer ville give. Eksempelvis kunne et kulfyret værk med olie som støttebrændsel indberette en målt SO₂-emission på 100 ton. En estimering ud fra værkets brændselsforbrug og standardfaktorer viser, at 95 % den samlede emission i dette tilfælde kan tilskrives forbruget af kul. I dette eksempel vil 95 ton SO₂ blive allokeret til kul og de sidste 5 ton SO₂ vil blive allokeret til olie.

2.4 Udvekslingskorrektur af NO_x

En særlig korrektion for udveksling af el med udlandet vedrører korrektionen af NO_x-emissionen ifølge SO₂-NO_x-kvotebekendtgørelsen (Bekendtgørelse nr. 885 af 18. december 1991 om begrænsning af udledning af svovldioxid og kvælstofoxider fra kraftværker). Kvotebekendtgørelsen blev ophævet per 1. januar 2010. Beskrivelsen i dette afsnit har derfor primært historisk interesse, men er medtaget af hensyn til forståelsen af de historiske tidsserier over elsektorens miljøpåvirkninger.

Kvotebekendtgørelsen satte en øvre grænse for den mængde SO₂ og NO_x, der årligt måtte udledes fra produktionsanlæg med en elkapacitet større end 25 MW. Ifølge kvotebekendtgørelsen kunne emissionerne af NO_x korrigeres for eksport – både hvad angår de realiserede emissioner i statusåret og prognosen for de forventede emissioner. SO₂-emissionen kunne derimod ikke korrigeres for import/eksport.

Elproducenter med produktionsanlæg større end 25 MW_{el} var i henhold til Kvotebekendtgørelsen forpligtiget til at indrapportere deres årlige emissioner af SO₂ og NO_x samt beregne prognoser for en kommende 8-års-periode. Energinet.dk varetog opgaven med at indsamle data og videreformidle disse til Energistyrelsen. Redegørelsen er blevet anvendt af Energistyrelsen til at vurdere, om kvoten overholdes samt til fastsættelse af fremtidige kvoter.

Som en del af redegørelsen til Energistyrelsen beregnede Energinet.dk den udvekslingskorrigerede NO_x-emission for henholdsvis det øst- og vstdanske elsystem i statusåret samt prognoser 8 år frem. Ved NO_x-korrektionen gav Energistyrelsen metodefrihed til valg af korrektionsmetode mellem hhv. forholdsmetoden og 0-udvekslingsmetoden. Kvoterne ansås dermed som overholdt, hvis blot en af de to metoder gav en NO_x-udledning, der lå inden for kvoten.

I Energinet.dk's opgørelser er alle NO_x-emissionsdata korrigeret ud fra forholdsmetoden (brøkmethode). Metoden er valgt, fordi den bygger på realiserede værdier for produktion, import og eksport frem for modelberegninger. I forbindelse med indberetningen til Energistyrelsen, som et led i SO₂-NO_x-kvotebekendtgørelsen, foretog Energinet.dk ligeledes korrektionen ud fra 0-udvekslingsmetoden, hvis det blev efterspurgt.

Forholdsmetoden/brøkmethode

Brøkmethode har været anvendt til korrektion af NO_x-emissionen i Miljørapport 2017. Brøkmethode tager udgangspunkt i, at alene de centrale kraftværksblokke bidrager til en nettoeksport. Korrektionen foretages ved, at nettoeksporten fra produktionsområde Øst henholdsvis Vest sættes i forhold til den samlede elproduktion på disse enheder. Herefter er NO_x-emissionen fra enhederne opskrevet/nedskrevet proportionalt. For kraftvarmeverker, der producerer både el og varme omregnes varmeproduktionen til en ækvivalent elproduktion. Den ækvivalente varmeproduktion beregnes som 0,15 gange varmeproduktionen og medregnes ved beregning af den samlede elproduktion.

0-udvekslingsmetoden/prognosemetoden

Prognosemetoden, også kaldet 0-udvekslingsmetoden, blev tidligere anvendt af Elkraft System til at udvekslingskorrigere NO_x-udledningen fra det østdanske produktionsområde.

Korrektionen blev udført i prognoseværktøjet SIVAEL ved at justere de gennemsnitlige priser på udlandet, indtil importen og eksporten var lige store på årsbasis. Ved udførelse af korrektionen i statusåret blev der så vidt muligt anvendt faktiske observationer for elforbrug, vindproduktion, kapacitet på udlandsforbindelser osv.

3. Miljøeffekter ved enkeltstoffer

Dette afsnit beskriver de enkeltstoffer som indgår i Energinet.dk's opgørelse af elsektorens miljøpåvirkninger.

3.1 Emissioner til luften

Emissioner til luften sker bl.a. som drivhusgasser (CO_2 , CH_4 , N_2O og SF_6) og som forsurende gasser (SO_2 og NO_x). Energinet.dk opgør derudover udledningen af CO, NMVOC og partikler.

CO_2 – kuldioxid

Kuldioxid, eller CO_2 , er en af de mængdemæssigt mest betydende drivhusgasser. Kuldioxid er en naturlig del af jordens atmosfære og er i de naturligt forekommende koncentrationer helt uskadelig. Koncentrationen af CO_2 i atmosfæren var efter sidste istid stabiliseret på ca. 280 ppm (parts per million), men er efter den industrielle revolution vokset til i dag over 400 ppm.

Emission af kuldioxid fra el- og kraftvarmeproduktion sker, når kulstof (C) i et brændsel reagerer med forbrændingsluftens indhold af ilt (O_2). Kuldioxid dannes både ved forbrænding af fossile brændsler som kul, olie og naturgas, men også ved forbrænding af biomassebrændsler som halm og træ. Biomassebrændslerne betragtes imidlertid som CO_2 -neutrale. Det skyldes, at biomassen under sin opvækst har optaget CO_2 fra luften, så der er balance mellem optag under vækst og frigivelse ved forbrændingsprocessen.

Miljømæssigt reguleres kuldioxidudledninger med lov om CO_2 -kvoter [Ref. 4], hvor forskellige energiintensive virksomheder vha. kvoter og økonomiske incitamenter bringes til at begrænse deres udledning af stoffet. Der findes ikke egentlige grænseværdier for koncentration af CO_2 i omgivelserne, da stoffet under alle omstændigheder forekommer naturligt i atmosfæren.

Det er principielt muligt at rense røggasser for CO_2 inden udledning og herved muliggøre en bortskaffelse af stoffet, så det ikke udledes til atmosfæren. Metoderne anvendes blandt andet til kommerciel fremstilling af tøris. Renseprocesserne er meget energikrævende og vil, hvis de kræves installeret som renseproces i et kraftværk, medføre en væsentlig reduktion i værkets samlede virkningsgrad og dermed blive kostbare at anvende.

SO_2 – svovldioxid

Svovldioxid er en sur gas, der giver anledning til forsurening og de deraf følgende skadevirkninger på miljøet - eksempelvis sundhedsskader (luftvejsproblemer), skovdød og skader på bygninger og monumenter.

Svovldioxid er en naturlig del af jordens atmosfære, fx udsender vulkaner store mængder SO_2 . Gassen opfattes dog normalt ikke som en fast bestanddel af atmosfæren, men som en menneskeskabt forurening.

Brændsler som kul, olie, træ og halm indeholder varierende mængder svovl. Gassen svovldioxid dannes, når svovl (S) i brændslerne reagerer med forbrændingsluftens indhold af ilt (O_2). Røggassernes indhold af svovldioxid reagerer senere med luftens vanddamp. Herved dannes svovlsyre, der falder som sur regn.

Miljømæssigt reguleres svovldioxidudledninger ved, at der i miljøgodkendelser for de enkelte kraftværker stilles krav til røggassernes maksimale indhold og den tilladelige koncentration i omgivelserne. Disse krav fremgår fx af bekendtgørelsen om store fyringsanlæg [Ref. 5] eller mere generelt i Luftvejledningen [Ref. 6]. Elsektoren har derudover siden 2000 været omfattet af en SO_2 -afgift. Endelig reguleres svovldioxid indirekte ved, at der i forskellige bekendtgørelser stilles krav til det tilladelige svovlindhold i en række brændsler, herunder motorbrændstoffer.

Der findes en række forskellige, kommercielt tilgængelige teknikker til rensning af kraftværkernes røggas for svovldioxid. Ved installering af afsvovlingsanlæg fås i stedet for en luftbåren emission af SO_2 en række restprodukter som fx gips, TASP (semitørt afsvovlingsprodukt) eller svovlsyre. Disse kan ofte nyttiggøres i industrien, men må i særlige tilfælde bortskaffes ved deponering. Langt de fleste store centrale kraftværker i Danmark er udrustet med afsvovlingsanlæg, mens der for de decentrale kraftvarmeværkers vedkommende typisk kun er afsvovling på de affaldsfyrede anlæg.

NO_x – nitrogenoxider

NO_x er en samlet benævnelse for stofferne NO (nitrogenmonooxid) og NO_2 (nitrogendioxid). Ligesom svovldioxid medvirker NO_x til forsurening, men derudover bidrager NO_x også til eutrofiering (næringssaltbelastning medførende iltsvind) af vandløb, søer og havet. NO_x er også sundhedsskadeligt for mennesker. NO_2 indgår sammen med svovldioxid og ozon som en del af smog-varslingsystemet.

Tilstedeværelsen af NO_x i luften skyldes primært menneskeskabte udledninger fra fx industri, kraftværker og trafik. NO_x dannes, når kvælstof (N) i et brændsel reagerer med forbrændingsluftens indhold af ilt (O_2), men også ved reaktion mellem luftens indhold af frit kvælstof (N_2) og ilt ved høj temperatur, den såkaldte termiske NO_x . Da atmosfæren indeholder ca. 21 % O_2 og 78 % N_2 , er det vanskeligt at undgå dannelse af termisk NO_x i kraftværkerne.

Miljømæssigt reguleres NO_x -udledninger ved, at der i miljøgodkendelser for de enkelte kraftværker stilles krav til røggassernes maksimale indhold og den tilladelige koncentration i omgivelserne. Disse krav fremgår f.eks. af bekendtgørelsen om store fyringsanlæg [Ref. 5] eller mere generelt i Luftvejledningen [Ref. 6]. Elsektoren her derudover siden 2010 været omfattet af en NO_x -afgift.

Røggasser kan renses for NO_x , og en del kraftværker i Danmark er udstyret med NO_x -rensning. Rensningen sker enten forebyggende ved at styre forbrændingen bedre med de såkaldte lav- NO_x -brændere og dermed reducere dannelsen eller ved en rensningsproces, hvor NO_x og ammoniak reagerer sammen og danner vanddamp og kvælstof. Rensningen kan ske enten katalytisk (SCR) eller ikke-katalytisk (SNR). Ved begge fremgangsmåder renses røggassen, så der ikke dannes andre affaldsprodukter, men alene stoffer der allerede er til stede i atmosfæren. Igangværende F&U-projekter under ForskEL PSO-programmet sigter på at udvikle NO_x -rensningsmetoder, der også kan anvendes på mindre kraftvarmeværker.

N_2O – Lattergas

N_2O er en kraftig drivhusgas, der er ca. 298 gange så kraftig som CO_2 . N_2O kan i stratosfæren omdannes til NO , der medvirker til nedbrydning af ozonlaget. Lattergas er ikke sundhedsskadelig i de koncentrationer, hvor den træffes i atmosfæren.

Lattergas forekommer naturligt i atmosfæren i en koncentration på ca. 0,5 ppm, da stoffet indgår i mange biologiske processer, ofte som mellemstadium. Der forekommer imidlertid også menneskeskabt N_2O -dannelse, fx i forbrændingsprocesser. Et amerikansk studium har vurderet, at de naturlige kilder til lattergasdannelse i verdenshavene og i jord stadig er ca. en faktor 4 større end de menneskeskabte kilder. I Danmark udgør N_2O -emissionen fra elproduktion mindre end 2 % af den samlede danske N_2O -udledning.

N_2O er en særlig variant af NO_x og dannes ved forbrændingsprocesserne i kraftværkerne under samme forhold som NO_x . N_2O -koncentrationen i røggasserne er meget lave, og der har derfor ikke været behov for at udvikle rensningsprocesser specifikt for N_2O . Det kan dog ikke afvises, men er ikke dokumenteret, at de øvrige katalytiske deNO_x -processer også er virksomme over for N_2O .

Der sker i dag ingen særskilt miljømæssig regulering af N₂O-udledningen fra el- og kraftvarmeproduktion, men den samlede udledning opgøres og indrapporteres til klimapanelerne sammen med de øvrige drivhusgasser.

CH₄ – metan

Metan er en drivhusgas og er ca. 25 gange så kraftig som CO₂. Når metan, NO_x og NMVOC reagerer under indvirkning af solens lys og blandt andet danner ozon opstår fænomenet "fotokemisk luftforurening" - smog.

Metan forekommer i jordens atmosfære fra naturlige kilder, fx biologiske nedbrydningsprocesser og fra menneskeskabte (anthropogene) aktiviteter som fx produktion af naturgas og brydning af kul. Metankoncentrationen i atmosfæren er i dag ca. 1,7 ppm, hvilket er ca. dobbelt så meget som før industrialderen.

Metan dannes ved nedbrydning af organiske kulstofforbindelser under iltfrie (anaerobe) forhold i de geologiske lag, hvor der dannes olie og naturgas. Metan udgør ca. 88 % (vol.) af naturgassen fra Nordsøen. Ved forbrænding omdannes metan til en anden drivhusgas – CO₂ – og vanddamp, men den primære årsag til udslip af metan fra energiproduktion er mindre lækager og udslip af uforbrændt methan fra især naturgasmotorer. Metanudslip begrænses dels ved en effektiv styring af forbrændingsprocesserne, men herudover er det muligt at udruste fx mindre kraftvarmeverker med efterforbrænding.

Metan danner eksplosive og brandbare gasblandinger med luft, derfor har fokus hidtil været på de arbejdsmiljø- og sikkerhedsmæssige forhold omkring anvendelse af naturgas. Da metan udgør en stor del af uforbrændt kulstof (UHC) i røggas fra naturgasfyrede anlæg, er metan også reguleret via et krav til UHC i bekendtgørelsen om begrænsning af NO_x, UHC og CO mv fra motorer og turbiner [Ref. 7].

SF₆-gas – Svovlhexafluorid

Gassen svovlhexafluorid (SF₆) er en ekstremt kraftig drivhusgas, ca. 22.800 gange så kraftig som CO₂.

SF₆-gas hører til den gruppe af stoffer, der kaldes halocarboner. Gruppen omfatter blandt andet CFC'er, HCFC'er, HFC'er, PFC'er og SF₆. Disse stoffer er typisk kunstigt fremstillede til industrielle formål. De er vigtige, fordi de er meget kraftige drivhusgasser, og fordi de meget vanskeligt nedbrydes. Levetiden i atmosfæren varierer fra 50-50.000 år. Selv om deres koncentration i atmosfæren er meget lille, er virkningen betydelig, specielt for halocarboner med lang levetid. Stofferne bidrager med omkring 13 % af den menneskeskabte forøgelse af drivhuseffekten.

Reguleringsmæssigt er SF₆ omfattet af Montreal-protokollen, der er en international aftale om at udfase brugen af CFC-gasser. Derfor måtte SF₆ ikke længere importeres eller anvendes i nye produkter efter den 1. januar 2006, undtaget fra dette forbud er dog anvendelsen i højspændingsanlæg.

Modsat mange af de øvrige stoffer, der emitteres fra energisektoren dannes SF₆ ikke ved forbrændingsprocesserne, men er et brugskemikalie, hvor skadevirkningen sker, når det ved uheld el. lign. utilsigtet udledes til miljøet. Det anvendes som isoleringsmedie i elektriske installationer. SF₆ bruges i forskellige typer af afbrydere fra mellem- og højspændingsanlæg. I effektafbrydere på friluftstationer og GIS-anlæg (Gas Insulated Switchgear) kan gassen påfyldes og aftappes. SF₆-baserede effektafbrydere kræver mindre plads end alternative afbrydere og har en god driftssikkerhed. Derfor foretrækkes de ofte i byområder.

SF₆-gas kan genanvendes og bliver det i udpræget grad. Under anvendelse af SF₆-gas i højspændingsinstallationer bliver gassen forurenet med atmosfærisk luft og restprodukter fra fx gnisten (lysbuen) i en afbryderfunktion. Gassen kan tappes af installationen og renses gennem filtre (aluminiumbaseret molekylarfilter) og en særlig nedkølingsprocedure, hvor

blandt andet fugt fjernes. Metoden kan rense og regenerere gassen op til 99 % lødighed. Er gassen meget forurenet med atmosfærisk luft, skal den gennem en industriel kemisk proces for regenerering.

NMVOC – Non Methane Volatile Organic Carbon

NMVOC er en fælles betegnelse for flygtige kulbrinter og omfatter en hel række organiske stoffer. Miljømæssigt bidrager udledningen af NMVOC især til dannelse af smog og evt. til lugtgener. Enkelte stoffer indenfor gruppen kan formodentligt også være kræftfremkaldende.

NMVOC må primært betragtes som en menneskeskabt forurening. De største kilder til udledning af NMVOC er transport (herunder fordampning fra brændstoftanke) og industriel anvendelse af opløsningsmidler. Energisektoren bidrager kun i mindre grad til den samlede NMVOC-udledning (< 3 %).

Hovedkilden til energisektorens udledning af NMVOC forekommer som et "uforbrændt" udslip af dele af brændslerne - især naturgasfyrede gasmotorer bidrager til udslippet. Ved forbrænding omdannes NMVOC til kuldioxid og vanddamp. NMVOC-udledninger reduceres ved en effektiv styring af forbrændingsprocesserne samt anvendelse af katalysator.

Miljømæssigt reguleres NMVOC blandt andet med krav til UHC fra gasmotorer. Enkelstoffer reguleres også i henhold til Luftvejledningen [Ref. 6].

CO – kulmonooxid

Kulmonooxid er en meget giftig gasart, da den reagerer med blodets hæmoglobin og derved forhindrer iltransporten. CO har et mindre drivhuseffektpotentiale, men er primært et forureningsproblem i byerne, hvor trafikken kan give anledning til betydelige koncentrationer. CO kan danne brandbare/eksplosive gasblandinger. Koncentrationen af CO måles i større danske byer til mellem 300-1.300 µg/m³.

Kulmonooxid dannes, når kulstof (C) i et brændsel reagerer med forbrændingsluftens indhold af ilt (O₂). Kulmonooxid dannes ved en ufuldstændig forbrænding. Ved en effektiv og fuldstændig forbrænding dannes i stedet kuldioxid.

Miljømæssigt reguleres kulmonooxidudledninger i henhold til Luftvejledningen [Ref. 6], Bekendtgørelsen for gasturbiner og motorer [Ref. 7] samt ved, at der stilles teknologiske krav til motorer. Dertil er der i arbejdsmiljølovgivningen en kraftig regulering af stoffet.

CO-reduktion sker ved at begrænse dannelsen gennem en effektiv styring af forbrændingsprocesserne.

Partikler – TSP

Energinet.dk opgør partikler svarende til den totale mængde svævestøv uanset partikelstørrelse, det vil sige Total Suspended Particles (TSP). I mange sammenhænge fokuseres der alene på fine og ultrafine partikler, der betegnes efter maksimal partikelstørrelse i µm. Fx omfatter PM10 partikler mindre end 10 µm.

Indånding af partikler er sundhedsskadeligt, specielt er der påvist skadevirkning ved de fine og ultrafine partikler. Partikelemission er af relevans for såvel luftvejslidelser, lungekræft samt hjerte- og karsygdomme. Størrelsen af partikler har stor betydning, da fine partikler trænger længere ned i luftvejene. Partikler er ofte bærere af andre miljø- og sundhedsskadelige stoffer som fx tungmetaller og PAH'er.

Høj partikelemission forekommer oftest i byerne ved stærkt trafikerede gader. Middelkoncentration på forskellige målesteder i Danmark er

ca. 25-40 µm PM10/m³. Total partikelkoncentration (TSP) er typisk 1,4 gange PM10.

Partikler mindre end 10 µm (PM10) stammer fra ophvirvlet jordstøv og forbrænding. De mindste partikler (mindre end 1 µm), som dannes ved forbrænding og kemiske reaktioner i atmosfæren, menes at være de mest skadelige for helbredet. Transport er den væsentligste kilde til partikelemission. Det samlede emissionsbidrag fra danske elproduktionsanlæg er relativt begrænset og mindre end f.eks. bidraget fra forbrænding af træ i brændeovne.

Et EU-direktiv fra 1999 fastlægger grænseværdier for luftkoncentrationen. Rådets direktiv 1999/30/EF af 22. april 1999, om "Luftkvalitetsgrænseværdier for svovldioxid, nitrogendioxid og nitrogenoxider, partikler og bly i luften". EF-Tidende nr. L 163 af 29. juni 1999, s. 0041 - 0061. Der er to grænseværdier, som tager udgangspunkt dels i et årsgennemsnit, og dels i en døgnmiddelværdi. Fra 2010 er grænseværdien sat ned til 20 µg/m³.

For elproducerende værker reguleres udledningen dels af Luftvejledningen [Ref. 6], dels af bekendtgørelsen om "Begrænsning af visse luftforurenende emissioner fra store fyringsanlæg" [Ref. 5].

Partikelemission kan effektivt reduceres ved røggasrensning og er installeret på alle større danske kraftværker og affaldsforbrændingsanlæg. Der anvendes forskellige typer partikelfiltre: Posefiltre, elektrofiltre og multicykloner.

3.2 Restprodukter fra energiproduktion

Ved energiproduktion på faste og nogle flydende brændsler opstår der en række forskellige restprodukter. Restprodukterne er ikke i sig selv farlige, men som alle andre former for affaldsprodukter skal de bortskaffes på en sådan måde, at de ikke ved bortskaffelsesprocessen (fx ved deponering) kan udgøre en risiko for miljøet.

Nedenstående oversigt over de forskellige typer restprodukter giver en generel information. Der henvises til de store producenter - Dong Energy og Vattenfall - der står for en stor del af den danske produktion af restprodukterne for uddybende information vedrørende produktion og nyttiggørelse af de enkelte typer restprodukter.

Kulflyveaske og kulslagge

Kulflyveaske og kulbundaske (slagge) er affaldsprodukter, der opstår ved afbrænding af kul. Kulflyveaske udskilles fra røggassen i elektro- eller posefiltre. Der opnås meget høje rensningsgrader. Kulbundaske er en tung og grovkornet fraktion, der udtages i bunden af kedlen. Kulflyveaske og kulslagge fra kul nyttiggøres i en lang række sammenhænge. Listen er ikke udtømmende, men produkterne anvendes blandt andet til cement- og betonproduktion og til bygge- og anlægsopgaver.

Gips

Gips er et affaldsprodukt, der opstår ved rensning af røggassen for svovloxider. Gips (CaSO₄·2H₂O) dannes ved syre-base-reaktionen mellem kalk fra kalksten eller lignende og røggassens indhold af svovloxider i de såkaldte vådabsortions-anlæg. Ved en passende justering af mætnings- og pH-forholdene i afsvovlingsanlægget udfælder gipsen og kan derefter frafiltreres og tørres til et pulverprodukt. Gips kan nyttiggøres til blandt andet fremstilling af byggematerialer og i cementproduktion. Afsvovlingsanlæg af vådabsorptionstypen er hovedsagligt installeret på de store centrale kraftværker.

TASP (semitørt afsvovlingsprodukt)

TASP er ligesom gips et affaldsprodukt, der opstår ved rensning af røggas for svovloxider. TASP dannes i de såkaldte sprayabsorptionsanlæg ved en syre-base-reaktion mellem kalk (fra kalksten eller lignende) og røggassens indhold af svovloxider. Modsat processen i de våde afsvovlingsanlæg sker der ikke en fuldstændig oxidation til calcium-sulfat, men reaktionen stopper tidligere, så hovedforbindelsen i TASP er calciumsulfit samt restkalk, idet ikke hele absorbentmængden reagerer. TASP nyttiggøres kun i ringe grad, produktet kan umiddelbart kun anvendes til fx støjvolde og kattegrus. Det har dog vist sig muligt at anvende TASP som absorbent i de våde afsvovlingsanlæg. Herved udnyttes restabsorbenten i TASP'en fuldstændigt, og calcium-sulfit-forbindelserne oxideres til calciumsulfat, det vil sige gips. Fordelen ved denne anvendelse af TASP'en er, at TASP'en omdannes fra at være et affaldsprodukt, der skal deponeres, til et salgbart produkt der kan nyttiggøres.

RGA (Røggasrensningsprodukter fra affaldsfyrede forbrændingsanlæg).

RGA er fællesbetegnelsen for de affaldsprodukter, der opstår ved rensning af røggasser på affaldsfyrede anlæg. Produktet består af flyveaske og fældningsprodukter fra rensning for sure gasser samt eventuel restkalk. RGA er klassificeret som farligt affald og kan i dag hverken nyttiggøres eller deponeres i Danmark. Produktet har hidtil været eksporteret til slutdeponering i Norge eller Tyskland. Igangværende udviklingsaktiviteter sigter mod at etablere bortskaffelsesmuligheder i Danmark.

Slagge (fra affaldsforbrænding)

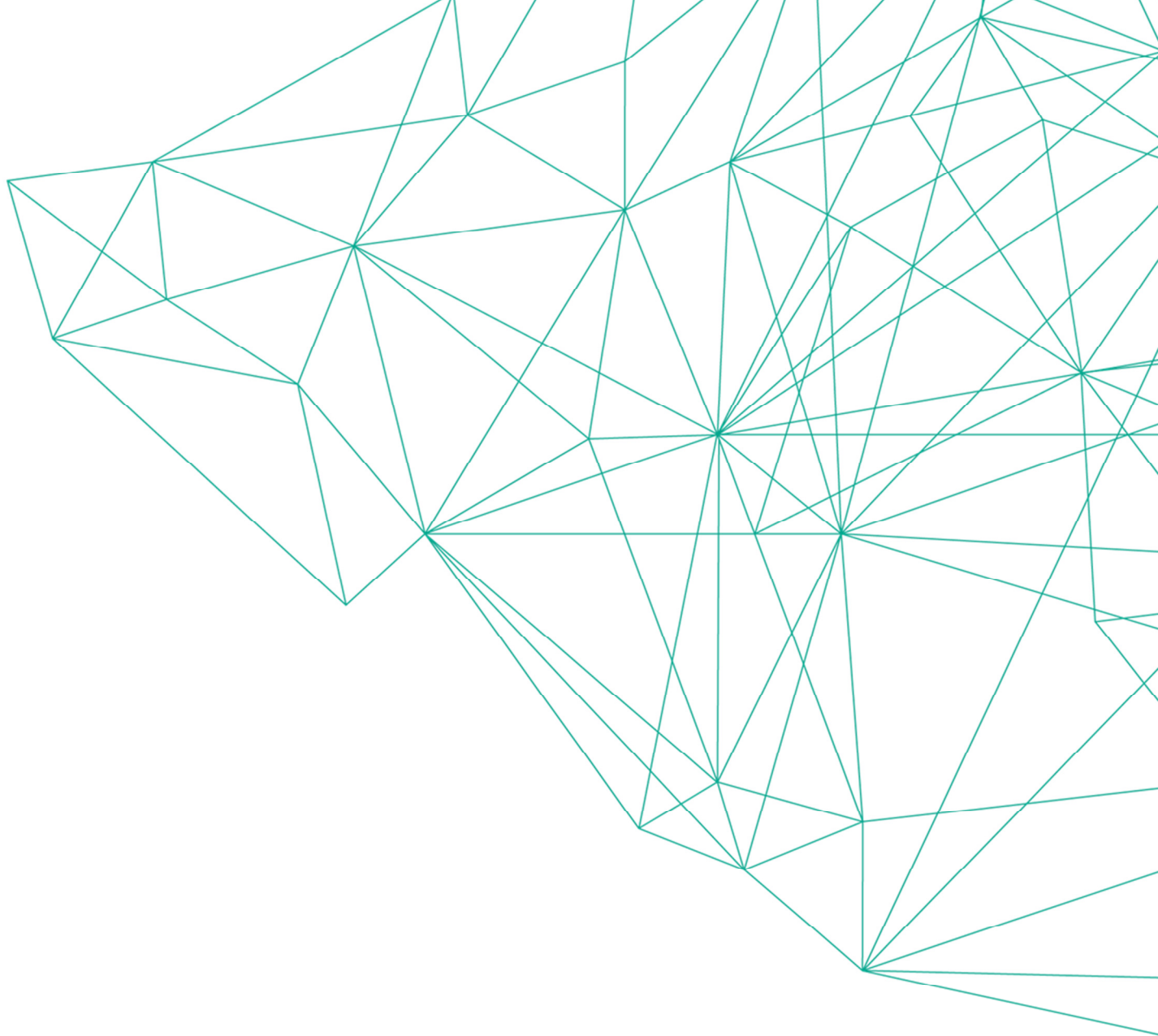
Slagge er et grovkornet affaldsprodukt, der dannes ved afbrænding af affald. Produktet udtages i bunden af kedlen. Slagge kan nyttiggøres til fx bygge- og anlægsprojekter. Nyttiggørelse af slagge fra affaldsforbrænding reguleres via bekendtgørelsen nr. 655 af 27. juni 2000, om "Genanvendelse af restprodukter og jord til bygge- og anlægsarbejder".

Bioaske

Bioaske er affaldsprodukter, der opstår ved forbrænding af faste biomassebrændsler. Energinet.dk skelner i opgørelsen ikke mellem flyveaske og bundaske, men opgør kun en samlet tonnage. Bundasken fra biomassefyrede anlæg kan nyttiggøres til fx jordforbedring. Nyttiggørelse af bioaske til jordforbedring reguleres via bekendtgørelsen nr. 39 af 20. januar 2000, om "Anvendelse af aske fra forgasning og forbrænding af biomasse og biomasseaffald til jordbrugsformål". Flyveasken kan i øjeblikket ikke nyttiggøres til jordforbedring på grund af et for højt indhold af cadmium. Igangværende udviklingsaktiviteter sigter på dels at udvinde gødningsstofferne fra flyveaskefraktionen, dels at volumenreducere restfraktionen til deponering.

4. Referencer

- Ref. 1 Bekendtgørelse af lov om elforsyning. LBK nr. 418 af 25. april 2016.
- Ref. 2 Livscyklusvurdering dansk el og kraftvarme 2008. Energinet.dk m.fl. 2010.
- Ref. 3 Energistyrelsens brev, "Mærkning af elektricitet fra kraftvarmeanlæg". Brev af 2. marts 2007.
- Ref. 4 Lov om CO₂-kvoter. Lov nr. 1095 af 28. april 2012.
- Ref. 5 Bekendtgørelse om "begrænsning af visse luftforurenende emissioner fra store fyringsanlæg", Bekendtgørelse nr. 513 af 22. maj 2016.
- Ref. 6 Luftvejledningen. Vejledning nr. 2, 2001 fra Miljøstyrelsen om "begrænsning af luftforurening fra virksomheder". Desuden 4 supplementer.
- Ref. 7 Bekendtgørelse om "begrænsning af emission af nitrogenoxider carbonmonooxid fra motorer og turbiner", Bekendtgørelse nr. 1450 af 20. december 2012.



ENERGINET

Energinet
Tonne Kjærvej 65
DK-7000 Fredericia

+45 70 10 22 44
info@energinet.dk
CVR-nr. 28 98 06 71

Forfatter: CFN/CFN
Dato: 24. april 2018