

NYE EMISSIONSFAKTORER FOR EL OG FJERNVARME

KORTFATTET BAGGRUNDSNOTAT

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Baggrund	1
2	Grundlag for beregningerne	2
3	LCA metode	5
4	Omfang	6
4.1	Effektkategorier	6
4.2	Temporal afgrænsning	6
4.3	Geografisk afgrænsning	7
5	Antagelser	8
5.1	Træ-biomasse	8
5.2	Affald	8
5.3	Biomasse generelt	10
5.4	Geotermi	10
6	Data	10
8	Beregnete emissionsfaktorer	12
9	Anbefaling	13

1 Baggrund

I forbindelse med udvikling af nyt LCA værktøj, ønsker Trafik- og Byggestyrelsen at udvikle nye emissionsfaktorer for el og fjernvarme. De nye emissionsfaktorer skal afspejle dagens energiforsyning og samtidig fremskrive energiforsyningen ud fra

PROJEKTNR. A079490-001
DOKUMENTNR. 1
VERSION 2.2
UDGIVELSESDATO 23.2.2016
UDARBEJDET LAN
KONTROLLERET EHN
GODKENDT LAN

den forventede udvikling i energisammensætningen. Hidtil har der ved LCA-beregning normalt været benyttet en konstant faktor for energiforsyningen, men da forventes at ændre sig betydeligt over tid, er det relevant at kunne indregne dette i LCA-beregningerne, der typisk anvender langsigtede perspektiver. Emissionsfaktorerne fremskrives til 2050.

Effektkategorierne drivhuseffekt, ozonnedbrydning, fotokemisk ozondannelse, forurening, næringssaltsbelastning, abiotisk ressourceudtømming (fordelt på grundstoffer og fossile ressourcer), primær fossil energi, primær vedvarende energi, sekundær fossil energi samt sekundær vedvarende energi er inkluderet.

Ved anvendelse af dette nye LCA værktøj (LCA Byg) skal brugeren kunne beregne en bygnings miljøprofil og ressourceforbrug. Værktøjet skal kunne anvendes både for nye og renoverede bygninger. I LCA Byg anvendes der generiske LCA data fra den tyske database Ökobau.dat 2013 til beskrivelse af de anvendte byggevarer.

Da energiforbrug under drift også har betydning for en bygnings samlede potentielle miljøpåvirkninger, er det vigtigt, at LCA Byg også indeholder opdaterede emissionsfaktorer for dansk el og fjernvarme.

Dette notat beskriver de overordnede forudsætninger, der er anvendt i forbindelse med udvikling af emissionsfaktorerne for el og fjernvarme.

2 Grundlag for beregningerne

I forbindelse med opstart af projektet har Energistyrelsen fremsendt grundlaget for beregningerne, som præsenteres i det følgende.

Data for 2015, 2020 og 2025 stammer fra "Danmarks Klima- og Energifremskrivning 2014". For 2035 og 2050 er data beregnet på baggrund af "Energiscenarier mod 2035 og 2050" som et gennemsnit mellem det såkaldte vindscenarie og det såkaldte biomassescenarie.

Kraftvarme og kondens er udtryk for forskellige driftsmønstre. Ved kondens-drift produceres der udelukkende el (med en forholdsvis høj virkningsgrad). Ved kraftvarme-drift produceres der både el og fjernvarme (hvor elvirkningsgraden er lidt lavere, mens man til gengæld udnytter mere af brændslet ved samtidigt at producere fjernvarme).

Den første tabel - **Error! Reference source not found.** – viser data for elproduktionen fra 2015 til 2050.

Tabel 2-1: Fordeling af elproduktion

		2015	2020	2025	2035	2050	Elvirkningsgrad
Kondens (dampturbine)	Kul	12%	9%	9%	0%	0%	43%
	Træ+flis	0%	0%	0%	9%	9%	43%
Kraftvarme (dampturbine)	Kul	19%	6%	4%	0%	0%	34%
	Gas ¹	5%	2%	1%	0%	0%	34%
	Træ+flis	3%	11%	12%	11%	1%	34%
	Halm	1%	1%	1%	0%	0%	34%
	Affald	6%	5%	5%	6%	5%	34%
Motor	Biogas	3%	1%	1%	6%	3%	37%
	Naturgas	1%	5%	3%	0%	0%	37%
Gasturbine	Naturgas/SNG ²	4%	2%	3%	0%	1%	43%
Industri + biofabrikker		2%	2%	2%	1%	2%	-
Vindkraft		42%	53%	56%	65%	76%	-
PV		2%	3%	4%	2%	3%	-
Sum		100%	100%	100%	100%	100%	-

Af denne Tabel 2-2 ses det, at der produceres el på en række måder. Når el produceres ved anvendelse af en dampturbine (enten ved kondensdrift eller kraftvarmedrift), kan dampturbiner betragtes ud fra en LCA betragtning som værende samme type anlæg – blot med forskellig virkningsgrad. Der tages således udgangspunkt i en betragtning om, at forskellen i de potentielle miljøpåvirkninger fra disse anlæg udelukkende vises via brændselstypen og virkningsgraden.

¹ Ifølge Energistyrelsen kan det antages, at gas til kraftvarmeproduktion samt gas til gasturbiner er naturgas.

² Det oplyses af Energistyrelsen den 23.2.2015, at andelen af SNG kan antages at være så lille, at den er ubetydelig. Der regnes således med, at brændselstypen til gasturbiner udelukkende består af naturgas.

Den næste tabel - Tabel 2-2 – viser data for fjernvarmeproduktionen fra 2015 til 2050.

Tabel 2-2: Fordeling af fjernvarmeproduktion

		2015	2020	2025	2035	2050	Varme- virknings- grad
Kraftvarme (damptrubine)	Kul	28%	11%	8%	0%	0%	60%
	Gas ¹	6%	2%	1%	0%	0%	60%
	Træ+flis	6%	23%	26%	21%	2%	60%
	Halm	3%	3%	3%	0%	0%	60%
	Affald	18%	18%	18%	25%	28%	60%
Motor	Biogas	1%	1%	1%	8%	5%	50%
	Naturgas	4%	6%	3%	0%	0%	50%
Gasturbine	Gas ¹	3%	2%	4%	0%	0%	44%
Industri + biofabrikker³		4%	4%	4%	11%	34%	0%
Kedel	Olie	2%	3%	4%	0%	0%	95%
	Gas	8%	9%	9%	0%	0%	95%
	Biomasse ⁴	8%	6%	5%	12%	4%	95%
	Halm	2%	2%	1%	10%	4%	95%
Varmepumper⁵		1%	2%	5%	8%	18%	300%
Elkedler⁶		1%	1%	1%	0%	0%	100%
Geotermi		4%	3%	3%	4%	4%	-
Solvarme		1%	4%	5%	1%	2%	-
Sum		100%	100%	100%	100%	100%	-

Det er valgt af Trafik- og Byggestyrelsen, at der skal udvikles gennemsnitlige emissionsfaktorer for fjernvarme. Dermed vil der ikke blive taget højde for de forskelle, der måtte være imellem de enkelte fjernvarmeanlæg.

Det oplyses endvidere af Energistyrelsen, at der skal indregnes nettab og tab på forbrugssiden. Disse tab er i størrelsesordenen 7 % tab for elnettet og 20% for fjernvarmenettet.

³ Det oplyses af Energistyrelsen den 23.2.2015, at generering af fjernvarme fra industri + biofabrikker antages at bestå af overskudsvarme. Derfor kan det antages, at denne overskudsvarme er 'gratis' i LCA beregningen af emissionsfaktorer, da metoden gennemsnits-LCA anvendes.

⁴ Ifølge information fra Energistyrelsen den 25.2.2015 kan det antages, at denne biomasse består af træ/flis.

⁵ Ifølge Energistyrelsen kan det antages, at vand-til-vand varmpumper anvendes med en COP på 3 (= virkningsgrad på 300%)

⁶ Energistyrelsen oplyser, at der her må antages at blive anvendt gennemsnitsel i det pågældende år. Til inkludering af de potentielle miljøpåvirkninger for gennemsnitsel det pågældende år anvendes de resultater, der er fremkommet i dette projekt for elproduktion.

3 LCA metode

I praksis er der anvendt historiske LCA data fra eksisterende databaser – herunder GaBi Professional version 6. Dette bevirker, at metodegrundlaget for LCA beregningerne af emissionsfaktorer for el og fjernvarme er den, der i Danmark kendes under betegnelsen gennemsnits-LCA.

Ved en langsigtet vurdering hvor man udelukkende anvender resultaterne af et energisystemvalg, er LCA metodevalget af gennemsnitsLCA fordelagtigt. I andre situationer, hvor netop LCAen anvendes som beslutningsgrundlag for brændsels-type på nationalt niveau (politikker, lovgivning, strategier mv.), vil det ikke være fordelagtigt at anvende gennemsnitsLCA. I denne situation er konsekvensLCA derimod bedst egnet.

Allokering af potentielle miljøpåvirkninger mellem el og fjernvarme er inkluderet i de data, som Energistyrelsen har fremsendt inden igangsættelse af emissionsfaktorerne. Denne allokering udtrykkes via virkningsgraderne.

Den energikilde, der anvendes ved produktion af energi til industri og biofabrikker kendes ikke og varierer fra produktionssted til produktionssted. Denne varme betragtes som overskudsvarme og de potentielle miljøpåvirkninger herfra er 100% allokeret til den proces, hvor varmen skabes. Overskudsvarmen betragtes således som et spildprodukt, der ikke medfører potentielle miljøpåvirkninger hos brugerne. Det samme er gældende for tab af denne overskudsvarme i nettet. Derudover betragtes de potentielle miljøpåvirkninger knyttet til anlæg og vedligeholdelse af transportledninger som marginale og er derfor ikke medregnet⁷.

Generelt bygger opgørelsen på de teknologier, som benyttes i dag. Det antages således, at en potentiel produktionsudvidelse vil kunne gennemføres med det eksisterende produktionsudstyr eller udstyr, der svarer hertil. Derudover ændrer virkningsgraderne for de enkelte typer af anlæg sig ikke over tid fra 2015 til 2050 ifølge data fra Energistyrelsen (se **Error! Reference source not found.** og Tabel 2-2).

⁷ Jf. hovedrapporten "Livscyklusvurdering af dansk el og kraftvarme" fra oktober 2000 er de potentielle miljøpåvirkninger fra anlæg marginale.

4 Omfang

Omfanget af projektet er drøftet på møder mellem Trafik- og Byggestyrelsen, SBI og COWI inden udvikling af værktøjet og tilhørende emissionsfaktorer.

Beskrivelse af omfanget er i dette kapitel afgrænset til at omhandle de valgte effektkategorier, tidsperioder (temporal afgrænsning) samt den geografiske afgrænsning.

4.1 Effektkategorier

Følgende effektkategorier er valgt:

- › Global opvarmning (GWP) kg CO₂-ækv.
- › Ozonedbrydning (ODP) kg R11-ækv.
- › Fotokemisk ozondannelse (POCP) kg ethene-ækv.
- › Forsuring (AP) kg SO₂-ækv.
- › Næringssaltsbelastning (EP) kg fosfat-ækv.
- › Abiotisk ressourceudtømmning, grundstoffer (ADPe) kg Sb-ækv.
- › Abiotisk ressourceudtømmning, fossil (ADPf) MJ
- › Primær energi, fossil (PE-NR) MJ
- › Primær energi, vedvarende (PE-R) MJ
- › Sekundære brændsler, fossil (SE-NR) MJ
- › Sekundære brændsler, vedvarende (SE-R) MJ

Der tages udgangspunkt i de effektkategorier, der er valgt til det nye værktøj. Valget af effektkategorier er valgt ud fra kendskab til det eksisterende LCA værktøj, der anvendes i DGNB ved certificering af bygninger. Disse effektkategorier stemmer overens med kravene i EN 15804.

4.2 Temporal afgrænsning

Trafik- og Byggestyrelsen har udtrykt ønske om, at emissionsfaktorerne beregnes for 2015, 2020, 2025, 2035 og 2050.

Årsagen til valg af disse årstalsangivelser er følgende:

- › 2015 skal repræsentere situationen i dag
- › Allerede i 2020 og 2025 sker der markante ændringer af energikildefordelingen, som dermed bliver to punkter mod en dansk energisituation, hvor krav til energikildesammensætning i 2035 og 2050 skal overholdes. Eksempler herpå er reduceret forbrug af kul og øget energiforsyning via vind.
- › For 2035 er det regeringens målsætning at energiforsyningen til el og fjernvarme udelukkende produceres ved anvendelse af fornybare energikilder. For at nå målene anvendes der særligt store andele affald og vindkraft⁸. Hvis ikke

⁸ Det oplyses af Energistyrelsen, at brugen af affald i absolutte tal ikke stiger i årene fra 2015 og frem. Det er udelukkende andelen af affald sammenholdt med de totale mængde forbrugt energi, der stiger.

målsætningen indfries, skal beregningerne foretages på ny med de korrekte forudsætninger.

- › I årene efter 2050 er det regeringens målsætning, at der udelukkende skal anvendes fornybare energikilder til el, fjernvarme og transportformål i Danmark. Til fjernvarmeproduktionen anvendes der store andele spildvarme fra industri, affald, varmepumper samt vindkraft. Til produktion af el vil vindkraft dominere som energikilde. Hvis ikke disse målsætningen indfries, skal beregningerne foretages på ny med de korrekte forudsætninger.

Beregningen af emissionsfaktorer tager udgangspunkt i disse antagelser om den fremtidige energisituation.

Fra 2050 og fremadrettet ønsker Energistyrelsen ikke at forudsige det danske energiscenarie og dermed udvikles emissionsfaktorerne ikke for 2050+. Dog oplyser Energistyrelsen, at deres bedste vurdering er, at man efter 2050 kan holde emissionsfaktorerne konstante, da der ikke findes forudsætninger for at sige andet.

Der er ikke taget højde for ændringer i den anvendte teknologi til fremstilling af el og fjernvarme. Der er således ikke taget højde for, at der i fremtiden kunne tænkes udviklet og indført nye metoder til fjernelse af SO_x mv. fra røggassen.

4.3 Geografisk afgrænsning

Det er valgt udelukkende at beregne emissionsfaktorerne på basis af de energikilder, der anvendes i produktionen af el og fjernvarme i Danmark.

Der er således ikke indregnet potentielle miljøpåvirkninger ved eksport og import af el og fjernvarme.

Derudover er det valgt, at der udelukkende beregnes gennemsnitlige danske værdier for henholdsvis el- og fjernvarmeproduktion. Der tages således ikke hensyn til lokalspecifikke forhold og de forskelle, der måtte være mellem de enkelte energiforsyninger.

5 Antagelser

I forbindelse med beregningen af emissionsfaktorerne er der foretaget antagelser, som beskrives i dette kapitel.

5.1 Træ-biomasse

Når der i en gennemsnitsLCA ses på træ, må der anlægges en betragtning om hvorvidt der er en positiv eller negativ tilvækst i træmassen. Ca. 22% af Danmarks forbrug af træ stammer fra Finland, hvor den samlede reserve af træ i de finske skove, den såkaldte "stående vedmasse" har været stigende i en længere årrække (3,7 m³ træ/ha)⁹. Sverige er Danmarks største leverandør af træ: Sverige leverer ca. 1/3 af Danmarks forbrug af træ. Også her øges den årlige tilvækst betydeligt, og er gennemsnitligt i størrelsesordenen 4,5 m³/ha¹⁰. I Danmark forsynes hjemmemarkedet med ca. 20% af det samlede behov for træ. Også her er der en markant tilvækst på 7 m³/ha¹⁰.

Der er således grundlag for at videreføre antagelsen om, at træmasse er CO₂ neutralt mht. den iboende carbon. Ved behandling, transport mv. opstår der miljøpåvirkninger, som indregnes i emissionsfaktorerne for el og fjernvarme. Denne grundlæggende antagelse omkring træ stemmer overens med de antagelser og valg af LCA metode, der anvendes i DGNB regi (ESUCO og Ökobau.dat 2013) og dermed i de øvrige emissionsfaktorer for byggevarer, der skal anvendes i LCA Byg.

Jf. GaBi er emissionen af drivhusgasser fra elektricitetsproduktion ved anvendelse af biomasse på 0,042 kg CO₂-ækv./kWh. Der er ikke information om typen af anvendt træ samt oprindelsessted.

5.2 Affald

Ifølge Energistyrelsens input til denne opgave anvendes der mellem 5 og 6% affald til elproduktion i årene fra 2015 til 2050. Til varmeproduktion anvendes der mellem 18% (2015-2025) til 28% i 2050.

Det er normal praksis i LCA at udelade den potentielle miljøpåvirkning fra affaldsforbrænding (sættes lig 0) ud fra den LCA-baserede metodemæssige betragtning af, at belastningen ved at bortskaffe et produkt skal tilskrives produktet snarere end den proces, der anvendes til at løse affaldsproblemet.

I beregningen af emissionsfaktorer er det dog valgt at medtage emissioner på kraftvarmeverkerne som følge af affaldsafbrændingen i tråd med den metode, som energinet.dk anvender til miljødeklaration af el¹¹.

Afbrænding af forskellige typer af affald kan give anledning til varierende potentielle miljøpåvirkninger alt afhængig af affaldssammensætningen og den fossile andel

⁹ <http://www.trae.dk/Dokumenter/Print.asp?DokumentID=135>

¹⁰ <http://www.trae.dk/leksikon/sverige-skove-og-skovbrug/>

¹¹ <http://www.energinet.dk/DA/KLIMA-OG-MILJØE/Livscyklusvurdering/Sider/LCA-baseret-varedeklaration-for-el.aspx>

i affaldet. Udover at affaldssammensætningen kan variere betydeligt fra sted til sted og fra dag til dag, forventes det også, at sammensætningen vil variere på længere sigt. Det skyldes bl.a. at graden af sortering øges, hvorved f.eks. organisk materiale, plast samt andre fraktioner vil blive behandlet separat. Dermed reduceres mængden af bl.a. disse materialetyper i affaldsstrømmen, der sendes til forbrænding.

Da affaldssammensætning mv. ikke kendt og varierer betydeligt¹² er det ikke muligt at gennemføre detaljerede beregninger af potentielle miljøpåvirkninger inden for rammerne af dette projekt.

Der forefindes udelukkende historiske LCA-data om affalds potentielle miljøpåvirkninger og ressourceforbrug ved el- og varmeproduktion. Derfor må det i dette projekt antages, at affaldssammensætningen er uændret gennem perioden fra 2015 til 2050.

GaBi indeholder generiske data for el-produktion ved anvendelse af affald som energikilde. Der findes dog ikke LCA data for varmeproduktionen ved anvendelse af affald. Derimod findes disse data i Easetech¹³, hvor der er taget udgangspunkt i den danske affaldssammensætning samt øvrige danske forhold. Det er derfor valgt at anvende LCA data fra Easetech til beskrivelse af de potentielle miljøpåvirkninger fra el- og varmeproduktion ved anvendelse af affald.

Easetech angiver flere data for anvendelse af affald til energiproduktion. Det vurderes, at de bedst egnede data stammer fra gennemsnitligt dansk husholdningsaffald. Det er endvidere valgt at anvende data fra Aarhus-anlægget for bl.a. forbrug af hjælpestoffer samt energivirkningsgrader som repræsentant for et typisk dansk anlæg.

Der angives et forbrug af el på 65,7 kWh el pr. ton afbrændt affald (svarende til 0,24 GJ). Affaldet indeholder 9,2 GJ energi pr. ton affald. Med disse to inputparametre genereres der 1,9 GJ el pr. ton affald samt 6,8 GJ fjernvarme pr. ton affald. Deraf følger potentielle miljøpåvirkninger, som skal fordeles på henholdsvis el og fjernvarme. Ifølge Energistyrelsen skal 125% metoden anvendes. Dette metodevalg medfører følgende beregninger, der skal danne grundlag for en allokering af de potentielle, beregnede emissioner:

Brændselsforbruget fordeler sig således:

Andel til varmeproduktion: $6,8 \text{ GJ} / 1,25 = 5,4 \text{ GJ}$

Andel til elproduktion: $(9,2 \text{ GJ} + 0,24 \text{ GJ}) - 5,4 \text{ GJ} = 4,0 \text{ GJ}$

Fordelingen af de potentielle miljøpåvirkninger bliver da:

57,6 % til varmeproduktionen

42,4 % til elproduktionen

¹² PSO-0213 Biogenic Carbon in Danish Combustible Waste forfattet af DTU, Force Technology m.fl.

¹³ <http://www.easetech.dk/>

På basis af ovenstående antagelser og beregningsresultater allokeres de potentielle miljøpåvirkninger, som fremkommer af dataudtræk for Easetech.

5.3 Biomasse generelt

Det antages, at sammensætningen af biomasse til produktion af el og fjernvarme ikke ændres i perioden fra 2015 til 2050. Emissionerne fra selve biomassen ændres således ikke i den valgte tidsperiode.

Energistyrelsen har ikke oplyst om specifikke trætyper, og det er således antaget, at generelle data for biomasse anvendes for at beskrive anvendelse af træ til generering af el og fjernvarme.

Der findes heller ikke data for el- og varmeproduktion ved anvendelse af halm. Derfor er generelle data for biomasse anvendt ligesom for træ-biomasse.

5.4 Geotermi

Det antages, at udnyttelsesgraden af geotermi er den samme i hele tidsperioden 2015-2050.

Der findes p.t. kun 3 anlæg i Danmark, som har vidt forskellig effektivitet – hermed forstået som forholdet mellem den mængde el-energi, der anvendes til at producere varme fra geotermi og den mængde varmeenergi, der produceres.

Det fremgår fra geotermi.dk, at der produceres mellem 10 og 20 gange så meget energi, som der anvendes til at hente varmen op af jorden. For at anlægge en konservativ betragtning, er det valgt at anvende en antagelse om, at der produceres 10 gange så meget energi, som der anvendes til at hente energien op.

6 Data

I forbindelse med udvikling af emissionsfaktorerne for el og fjernvarme er data fra GaBi Professional version 6 primært anvendt.

Disse data fra GaBi indeholder antagelser om anlæggenes effektivitet samt nettab fra anlæg til forbruger. Da disse antagelser er inkorporerede i data, er der først regnet tilbage, hvorved tab og anlæggenes virkningsgrad er trukket ud. Dernæst er data fra Energistyrelsen indsat, hvormed de potentielle miljøpåvirkninger og resourceforbrug faktisk repræsenterer den situation, som vi har i Danmark. Virkningsgraderne for anlæggene vurderes at være usikre.

Ecoinvent er ikke anvendt, da den nye database (version 3) endnu ikke er frigivet i GaBi¹⁴. Denne integrering af Ecoinvent v3 finder sted i skrivende stund og det forventes, at databasen vil være tilgængelig i GaBi i sidste halvdel af 2015.

¹⁴ Under udarbejdelse af 1. version af denne rapport i 2015

For at beskrive el- og varmeproduktion ved anvendelse af affald som brændsel er det valgt at anvende data fra Easetech. Det skyldes til dels at disse data ikke findes i GaBi og dels at Easetech indeholder data for gennemsnits dansk affald.

For at beskrive effektiviteten af geotermi, er der anvendt oplysninger fra geotermi.dk.

8 Beregnede emissionsfaktorer

De beregnede emissionsfaktorer for el og fjernvarme listes i dette kapitel.

		2015	2020	2025	2035	2050
Effektkategori	Enhed					
Global opvarmning (GWP)	kg CO ₂ -ækv./kWh	0,352	0,201	0,169	0,031	0,024
Ozonedbrydning (ODP)	kg R11-ækv./kWh	2,0E-12	1,1E-12	1,2E-12	4,1E-12	2,1E-12
Fotokemisk ozondannelse (POCP)	kg ethene-ækv./kWh	7,8E-4	4,0E-4	3,5E-4	1,2E-4	6,8E-5
Forsuring (AP)	kg SO ₂ -ækv./kWh	1,4E-3	1,1E-3	1,0E-3	8,8E-4	4,3E-4
Næringssaltsbelastning (EP)	kg phosphate-ækv./kWh	8,3E-4	4,4E-4	3,8E-4	1,6E-4	9,0E-5
Abiotisk ressourceudtømning, grundstoffer (ADPe)	kg Sb-ækv./kWh	2,2E-8	2,9E-8	3,5E-8	2,8E-8	3,4E-8
Abiotisk ressourceudtømning, fossil (ADPf)	MJ/kWh	3,06	1,96	1,60	0,29	0,25
Sekundære brændsler, fossil (SE-NR)	MJ/kWh	7,0E-2	5,9E-2	5,9E-2	7,1E-2	5,9E-2
Sekundære brændsler, vedvarende (SE-NR)	MJ/kWh	0,22	0,18	0,18	0,22	0,18
Primær energi, fossil (PE-NR)	MJ/kWh	4,20	2,54	2,08	0,35	0,29
Primær energi, vedvarende (PE-NR)	MJ/kWh	2,18	3,52	3,79	4,82	3,93

Tabel 8-1: Beregnede emissionsfaktorer for el pr. kWh

		2015	2020	2025	2035	2050
Effektkategori	Enhed					
Global opvarmning (GWP)	kg CO ₂ -ækv./MJ	0,052	0,031	0,028	0,020	0,016
Ozonedbrydning (ODP)	kg R11-ækv./MJ	1,0E-12	1,1E-12	1,0E-12	2,6E-12	1,4E-12
Fotokemisk ozondannelse (POCP)	kg ethene-ækv./MJ	1,2E-5	8,6E-6	8,3E-6	6,6E-6	2,6E-6
Forsuring (AP)	kg SO ₂ -ækv./MJ	1,1E-4	9,6E-5	9,4E-5	1,1E-4	4,4E-5
Næringssaltsbelastning (EP)	kg phosphate-ækv./MJ	2,1E-5	1,5E-5	1,4E-5	1,9E-5	8,5E-6
Abiotisk ressourceudtømning, grundstoffer (ADPe)	kg Sb-ækv./MJ	7,4E-7	2,6E-6	3,2E-6	7,8E-7	1,4E-6
Abiotisk ressourceudtømning, fossil (ADPf)	MJ/MJ	0,53	0,30	0,28	0,19	0,14
Sekundære brændsler, fossil (SE-NR)	MJ/MJ	5,5E-4	3,8E-4	3,7E-4	5,7E-4	4,4E-4
Sekundære brændsler, vedvarende (SE-NR)	MJ/MJ	1,5E-3	1,0E-3	9,9E-4	1,6E-3	1,3E-3
Primær energi, fossil (PE-NR)	MJ/MJ	0,56	0,32	0,30	0,17	0,13
Primær energi, vedvarende (PE-NR)	MJ/MJ	0,134	0,36	0,42	0,29	0,18

Tabel 8-2: Beregnede emissionsfaktorer for fjernvarme pr. MJ

Det skal her understreges, at resultaterne i 1. og 2. version af rapporten er revideret i mindre grad grundet anvendelse af en anden proces til beskrivelse af affaldsforbrænding. Det skyldes, at den valgte proces fra EASEWASTE ikke indeholdte data for både vedvarende og fossilt primær energi. Denne opdeling af primær energiforbruget medførte således, at en anden affaldsforbrændingsproces fra Easetech måtte anvendes.

9 **Anbefaling**

Det er af COWI valgt at inkludere en anbefaling i forbindelse med afslutning af dette projekt, hvor COWI har udviklet emissionsfaktorer for el og fjernvarme til LCA Byg.

Det skyldes, at rammerne for projektet ikke har muliggjort en lidt dybere afdækning af nogle forhold såsom:

- › Vurdering af de potentielle miljøpåvirkninger fra affaldsforbrænding. Hvordan påvirker affaldssammensætningen de potentielle miljøpåvirkninger? Hvordan ændres de potentielle miljøpåvirkninger som følge af ændret affaldssammensætning?
 Det er af stor betydning, at de potentielle miljøpåvirkninger fra affald er korrekt beskrevet, da affald udgør en stor andel af den samlede mængde energi, der anvendes til produktion af fjernvarme.
- › Tredjepartsverificering af data
- › Beregning af specifikke potentielle miljøpåvirkninger fra halm. I denne udgave af projektet er der anvendt generelle data for anvendelse af biomasse, da der ikke forefindes generiske data for el- og fjernvarmeproduktion ved anvendelse af halm i GaBi.
- › Afdækning af den konsekvens som biomassetyperne har på de potentielle miljøpåvirkninger. Da andelen af biomasse øges i årene fremover, bliver det stadig mere vigtigt at de potentielle miljøpåvirkninger fra denne energikilde beskrives mere detaljeret og dermed med større nøjagtighed.
- › Sammenligning af emissionsfaktorer fra GaBi med data fra Ecoinvent v3, hvilket er fordelagtigt for at verificere de anvendte data fra GaBi.
- › Verificering af virkningsgrader eller udvikling/fremskaffelse af rådata for el- og varmeproduktion uden indregning af virkningsgrader og nettab (disse tab er allerede indregnet i data fra GaBi og kan kun fjernes med nogen usikkerhed, da virkningsgraderne ikke er kendte¹⁵)

Det anbefales desuden at opdatere alle emissionsfaktorer med et interval på 5 år som minimum. Denne anbefaling er i tråd med anbefalingerne i de relevante ISO standarder indenfor LCA området.

¹⁵ Ved kontakt til Thinkstep (tidl. PE International) oplyses det, at disse data ikke er tilgængelige.