

Fastlæggelse af energidata til brug i CO₂-opgørelser

Thomas Astrup (DTU Miljø)

Ole Dall (SDU)

Henrik Wenzel (SDU)

1. oktober 2011

Indholdsfortegnelse

1. Indledning.....	3
2. Væsentlige forudsætninger.....	3
2.1 Konsekvenstilgang.....	3
2.2 Biomasse - en begrænset ressource	3
3. Opstrøms CO ₂ -emissioner: forbrug af energi og brændsler	3
3.1 Elforbrug.....	4
3.2 Varmeforbrug.....	4
3.3 Brændselsforbrug.....	4
3.4 Transport.....	5
4. Direkte CO ₂ -emissioner: afbrænding af brændsler	5
4.1 Brændselsforbrug.....	5
5. Nedstrøms CO ₂ -emissioner: substitution af brændsler	5
5.1 Substitution af el-produktion	6
5.2 Substitution af varmeproduktion	7
6. Referencer	8
Bilag A: CO ₂ -emissionsfaktorer for el og varme	9
Bilag B: Beregningseksempler	11

1. Indledning

Dette notat er en del af *CO₂ opgørelser i den danske affaldsbranche – en vejledning , affald danmark og Dakofa, København, oktober 2011*. Notatet giver en overordnet og forenklet gennemgang af procedurer til fastlæggelse af Opstrøms, Direkte og Nedstrøms energidata til brug for CO₂-opgørelser af affaldsteknologier. Det er ikke hensigten at lave en egentlig CO₂-opgørelse men at tilvejebringe konkrete baggrundsdata samt kort at gennemgå principperne for fastlæggelsen af disse data. I bilag vedlægges generelle CO₂-emissionsfaktorer for dansk el og varme samt gives eksempler på beregninger af potentielt sparede brændsler som følge af energiproduktion fra affaldsanlæg. Der gives desuden en oversigt over relevante baggrundsdata i relation til energiforbrug og substitution.

Energidata gennemgås i det følgende separat for Opstrøms, Direkte, og Nedstrøms CO₂-emissioner.

2. Væsentlige forudsætninger

Nedenfor fremhæves en række metodemæssige forudsætninger, som er afgørende for fastlæggelsen af energidata. Det bør klart fremgå af en CO₂-opgørelse, hvorvidt disse forudsætninger er inddraget.

2.1 Konsekvenstilgang

Som udgangspunkt anbefales at anvende en konsekvenstilgang ved fastlæggelse af energidata. Dvs. det afgørende er, hvilke andre energiproducerende anlæg som berøres af en påtænkt ændring på det aktuelle affaldsanlæg og hvorledes disse andre anlæg responderer. Selvom en CO₂-opgørelse ikke umiddelbart er et udtryk for en påtænkt ændring, så kan selve det at lave en CO₂-opgørelse opfattes som et potentielt ønske om at kunne nedbringe CO₂-emissionerne; dvs. der kan implicit være mulighed for en ændring af systemet på basis af opgørelsen.

Det er vigtigt, at der i en konkret CO₂-opgørelse angives hvilket udgangspunkt der anvendes for fastlæggelse af energidata.

2.2 Biomasse - en begrænset ressource

Det anbefales at antage, at biomasse er en begrænset ressource. Hermed menes at den biomasse som er til rådighed for energiproduktion, er mindre end efterspørgslen på markedet. Dette betyder at hvis energiproduktion fra affald medfører, at der andetsteds i energisystemet kan spares (substitueres) biomasse, så antages det herved at den sparede biomasse alligevel vil blive anvendt til energiproduktion et tredje sted. Dette vil igen medføre afledte besparelser af brændsler til energiproduktion. Denne kaskadeeffekt vil medføre, at der i sidste ende spares fossile brændsler som kul, olie, og gas, da det er disse brændsler som ønskes udfaset.

Hvis antagelsen af biomasse som begrænset ressource ikke vurderes rimelig i en konkret CO₂-opgørelse, bør dette klart fremgå.

3. Opstrøms CO₂-emissioner: forbrug af energi og brændsler

Opstrøms CO₂-emissioner relateret til forbrug af energi og brændsler omfatter CO₂-emissioner fra fremskaffelsen af den forbrugte energi (f.eks. el) eller de forbrugte brændsler (f.eks. naturgas eller diesel). CO₂-emissioner relateret til afbrænding af brændsler opgøres under de Direkte emissioner.

3.1 Elforbrug

Ved forbrug af el medtages CO₂-emissioner relateret til produktion på de el-producerende værker. I forlængelse af konsekvenstilgangen antages, at elforbrug medfører en marginal (lille) ændring i det samlede nationale elforbrug og at denne ændring derfor dækkes af marginal dansk el-produktion, dvs. kondens-el. Dette antages at være gældende også i fremtiden, så længe de centrale kondens-elværker har en balancerende rolle i det danske el-system.

Kul udgør i dag det primære brændsel ved marginal kondensproduktion. Dette vil nu som fremover afhænge af markedsvilkårene, f.eks. brændsels- og kvotepriser. Så længe der til kul (og andre fossile brændsler) er knyttet et ønske om udfasning, kan det dog rimeligvis antages, at en ændret el-produktion primært påvirker forbruget af kul.

CO₂-emissionsfaktor for elforbrug (Energistyrelsen, 2010; Fruergaard et al., 2009):

Ved forbrug af el anbefales at anvende en CO₂-emissionsfaktor på 991 kg CO₂/MWh. I Bilag A findes en oversigt over CO₂-emissionsfaktorer beregnet for perioden 2010-2030.

3.2 Varmeforbrug

Ved forbrug af fjernvarme medtages CO₂-emissioner relateret til produktion af varmen på de til nettet tilknyttede kedler og kraftvarmeanlæg. I forlængelse af konsekvenstilgangen antages som udgangspunkt, at varmeforbrug medfører en marginal (lille) ændring af efterspørgslen i fjernvarmenettet. Såfremt dette ikke vurderes at være tilfældet, må den aktuelle konsekvens fastlægges.

CO₂-emissionsfaktor for varmeforbrug (Energistyrelsen, 2010; Fruergaard et al., 2009):

Ved forbrug af varme anbefales at anvende en CO₂-emissionsfaktor svarende til det relevante fjernvarmenet. Alternativt kan anvendes en gennemsnitlig værdi for Danmark på 203 kg CO₂/MWh. I Bilag A findes en oversigt over CO₂-emissionsfaktorer beregnet for de største danske net for perioden 2010-2030.

3.3 Brændselsforbrug

Ved forbrug af brændsler som diesel, olie, naturgas, osv. inden for det betragtede system medtages CO₂-emissionerne relateret til fremskaffelsen af brændslerne. Data for fremskaffelse af udvalgte brændsler er gengivet nedenfor.

CO₂-emissionsfaktorer for fremskaffelse af brændsler (Fruergaard et al., 2009):

<i>Diesel/gasolie</i>	<i>10 - 13</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>0,4 - 0,5</i>	<i>kg CO₂/l</i>
<i>Benzin</i>	<i>17 - 20</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>0,6 - 0,7</i>	<i>kg CO₂/l</i>
<i>Fuel olie (tung)</i>	<i>10 - 17</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>0,4 - 0,6</i>	<i>kg CO₂/l</i>
<i>Fuel olie (let)</i>	<i>11 - 14</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>0,4 - 0,5</i>	<i>kg CO₂/l</i>
<i>Stenkul</i>	<i>18 - 21</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>430 - 520</i>	<i>kg CO₂/ton</i>
<i>Lignin</i>	<i>0,1 - 2</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>2 - 30</i>	<i>kg CO₂/ton</i>
<i>Naturgas</i>	<i>5 - 8</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>0,2 - 0,3</i>	<i>kg CO₂/Nm³</i>

3.4 Transport

Såfremt transport opgøres som en del af de Opstrøms aktiviteter (f.eks. transport af affald til anlægget), medtages CO₂-emissioner relateret både til fremskaffelse og anvendelse af transportbrændslerne under selve transporten (se emissionsfaktorer nedenfor). Hvis transport opgøres som en del af det betragtede system, skal fremskaffelse af brændslerne angives jf. ovenstående.

CO₂-emissionsfaktorer for transport, inklusive fremskaffelse og anvendelse af brændsler til transporten. Data nedenfor er uden returtransport, hvorfor dette skal tillægges separat hvis det ønskes medtaget (Eisted et al., 2009):

<i>Lastbil < 16 ton</i>	<i>0,221 - 0,557</i>	<i>kg CO₂/ton·km</i>
<i>Lastbil > 16 ton</i>	<i>0,091 - 0,190</i>	<i>kg CO₂/ton·km</i>
<i>Tog (diesel)</i>	<i>0,002 - 0,058</i>	<i>kg CO₂/ton·km</i>
<i>Tog (el)</i>	<i>0,002 - 0,056</i>	<i>kg CO₂/ton·km</i>
<i>Pram (Rhin-område)</i>	<i>0,033 - 0,036</i>	<i>kg CO₂/ton·km</i>
<i>Pram (Europa)</i>	<i>0,026 - 0,027</i>	<i>kg CO₂/ton·km</i>
<i>Skib</i>	<i>0,002 - 0,042</i>	<i>kg CO₂/ton·km</i>

4. Direkte CO₂-emissioner: afbrænding af brændsler

Såfremt der inden for systemet afbrændes brændsler, skal CO₂-emissionerne herfra medtages under de Direkte emissioner. Forbrug af el og varme medfører ikke Direkte emissioner.

4.1 Brændselsforbrug

Ved forbrug af brændsler som diesel, olie, naturgas, osv. inden for det betragtede system medtages CO₂-emissionerne relateret til anvendelsen (forbrændingen) af brændslerne. Data for anvendelse af udvalgte brændsler er gengivet nedenfor.

CO₂-emissionsfaktorer for anvendelse af brændsler (Fruegaard et al., 2009):

<i>Diesel/gasolie</i>	<i>74</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>2,7</i>	<i>kg CO₂/l</i>
<i>Benzin</i>	<i>70</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>2,3</i>	<i>kg CO₂/l</i>
<i>Fuel olie (tung)</i>	<i>78</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>2,9</i>	<i>kg CO₂/l</i>
<i>Fuel olie (let)</i>	<i>78</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>2,7</i>	<i>kg CO₂/l</i>
<i>Stenkul</i>	<i>95</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>2320</i>	<i>kg CO₂/ton</i>
<i>Lignin</i>	<i>101</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>1860</i>	<i>kg CO₂/ton</i>
<i>Naturgas</i>	<i>56</i>	<i>kg CO₂/GJ</i>	<i>2,2</i>	<i>kg CO₂/Nm³</i>

5. Nedstrøms CO₂-emissioner: substitution af brændsler

Nedstrøms CO₂-emissioner relateret til energi produceret inden for systemet omfatter potentielt sparede emissioner fra fortrængte brændsler i energisystemet. Disse sparede CO₂-emissioner medtages i CO₂-opgørelsen som negative værdier. Bemærk, at der bør være overensstemmelse mellem energidataene anvendt Opstrøms hhv. Nedstrøms i CO₂-opgørelsen.

Fastlæggelse af Nedstrøms substitution af produceret energi er generelt mere kompliceret end data for Opstrøms og Direkte emissioner. Dette skyldes potentialet for Nedstrøms besparelser af fossile brændsler svarende til den producerede energi fra affaldsanlægget. De sparede brændsler repræsenterer undgåede emissioner af drivhusgasser såsom CO₂. I et konkret energisystem afhænger energisubstitutionen af, hvorledes de øvrige energiproducerende anlæg responderer på ændringer i produktionen fra affaldsanlæggene. I dagens markedsbaserede energisystem afhænger produktionsmønstre og driftsbeslutninger i høj grad af brændselspriser og afgiftsstrukturer (f.eks. CO₂-kvotepriser).

CO₂-emissioner kan opgøres i et konkret afgrænset energisystem ud fra historiske data. Så længe der kun diskuteres marginale (små) ændringer, f.eks. som følge af øget energiproduktion fra et affaldsanlæg, kan det rimeligvis antages, at resten af systemet opfører sig som hidtil. Dette er typisk tilfældet for el-produktionen, hvor det kan antages at affaldsanlæggene ikke i væsentlig grad påvirker driften af de øvrige el-producerende anlæg. Noget tilsvarende gør sig ikke gældende for fjernvarmeproduktionen, hvor affald gennemsnitligt bidrager med omkring 20 % i Danmark. Da fjernvarmen distribueres i mange mindre net, kan affald i det enkelte net udgøre en væsentlig andel. Dermed må det antages, at affaldsanlæggene kan påvirke driften af de øvrige varmeproducerende anlæg. Substitution af fjernvarme kræver derfor særlig opmærksomhed.

Et andet vigtigt aspekt er tidsperspektivet. Hvor der med større sikkerhed kan laves en CO₂-opgørelse for et konkret år tilbage i tiden ud fra faktiske data for produktionskapaciteter, markedsforhold, brændselspriser, osv., så er tilsvarende opgørelser for fremtidige år væsentligt mere usikre. Uanset om konsekvenserne i energisystemet for et år i fremtiden beregnes ud fra en avanceret økonomisk/teknisk model eller beregningen foretages forsimplet "på et stykke papir", gøres der antagelser som kan vise sig rigtige eller forkerte.

Grundlæggende handler det set fra et affaldssynspunkt om at fastlægge den "miljømæssige værdi" for samfundet af energiproduktionen fra et affaldsanlæg. Dette kan være i forhold til et konkret år eller i forhold til en forventet situation i fremtiden. Det kan ske i forhold til et konkret geografisk afgrænset område (f.eks. hvis et konkret fjernvarmenet medtages) eller uspecificeret i forhold til Danmark som helhed.

5.1 Substitution af el-produktion

El produceret på et affaldsanlæg forudsættes leveret til el-nettet. Da el-produktion fra affald udgør en marginal andel af den samlede danske el-produktion antages, at vilkårene på el-markedet ikke påvirkes i væsentlig grad. El produceret på et affaldsanlæg antages derfor at substituere el fra marginal dansk el-produktion, dvs. kondens-el. I lighed med bemærkningerne for Opstrøms elforbrug antages det derved, at el produceret på et affaldsanlæg bidrager til udfasning af fossile brændsler, primært kul, på kondens-eltværker.

CO₂-emissionsfaktor for el-substitution (Energistyrelsen, 2010; Fruergaard et al., 2009):

Ved substitution af el i det danske el-net anbefales at anvende en Nedstrøms CO₂-emissionsfaktor på -991 kg CO₂/MWh. I Bilag A findes en oversigt over CO₂-emissionsfaktorer beregnet for perioden 2010-2030.

5.2 Substitution af varmeproduktion

Varmeproduktion baseret på affald forudsættes leveret til det lokale fjernvarmenet. Da varmeproduktionen fra affaldsanlæg i mange fjernvarmenet udgør en væsentlig andel af varmeforbruget antages, at ændringer på affaldsanlægget kan påvirke driften på tilknyttede varmeproducerende værker. En ændring af varmeproduktionen på affaldsanlægget modsvarer af en ændring på de tilknyttede værker, hvilket vil resultere i et ændret brændselsforbrug, som igen repræsenterer en ændring af CO₂-emissionen.

Der findes store variationer mellem de enkelte danske fjernvarmenet og fastlæggelse af varmesubstitutionen i et konkret fjernvarmenet bør så vidt muligt afspejle de lokale forhold (se Fruergaard et al., 2010 for detaljer). Dette er ikke altid muligt ligesom det heller ikke altid er muligt at fastlægge de nøjagtige konsekvenser i et fjernvarmenet ved øget/formindsket varmeproduktion hos et affaldsanlæg. Som udgangspunkt anbefales at anvende en substitutionsrate på 1:1 (dvs. 1 GJ affaldsvarme substituerer 1 GJ varmeproduktion andetsteds i fjernvarmenettet), men hvis særlige forhold er gældende, bør substitutionsraten afspejle disse (f.eks. hvis der i fjernvarmenettet bortkøles betydelige varmemængder).

Kraftvarmeværker udlagt som modtryksværker har et fast forhold mellem varme- og el-produktion. Hvis sådanne værker mindsker deres varmeproduktion som følge af øget varmeproduktion på et affaldsanlæg i samme fjernvarmenet, kan dette også medføre et fald i el-produktionen. I disse situationer bør denne "manglende" el-produktion medtages. Det bør da antages at den manglende el produceres som marginal el-produktion, dvs. kondens-el.

Der foreslås tre niveauer for fastlæggelse af CO₂-emissionerne ved varmesubstitution. Se Bilag B for beregningseksempler.

Niveau 1 - CO₂-emissionfaktorer for varmesubstitution (Energistyrelsen, 2010; Fruergaard et al., 2009):

Ved substitution af fjernvarme i et ikke-specificeret dansk fjernvarmenet anbefales at anvende en gennemsnitlig Nedstrøms CO₂-emissionsfaktor på -203 kg CO₂/MWh. I Bilag A findes en oversigt over CO₂-emissionsfaktorer beregnet for perioden 2010-2030.

Niveau 2 - CO₂-emissionfaktorer for varmesubstitution (baseret på Energistyrelsen, 2010; Fruergaard et al., 2009):

Ved substitution af fjernvarme i et specifikt dansk fjernvarmenet anbefales at anvende værdien for det relevante fjernvarmenet. I Bilag A findes en oversigt over CO₂-emissionsfaktorer beregnet for de største danske net for perioden 2010-2030.

Niveau 3 - CO₂-emissionfaktorer for varmesubstitution (Fruergaard et al., 2010):

Ønskes varmesubstitutionen fastlagt mere detaljeret, anbefales det at beregne sparede brændsler hos de øvrige (kraft)varmeværker tilknyttet fjernvarmenettet. Dette kan gøres i tre trin:

- 1) Fastlæg hvorledes varmesubstitutionen fordeles mellem de øvrige varmeproducerende værker*
- 2) Beregn potentialet for sparet brændsel hos de enkelte værker. Dette afhænger dels af virkningsgraden for det enkelte værk og dels af hvorvidt værket kun producerer varme eller både el og varme, herunder om det er et modtryksværk eller udtagværk*
- 3) På basis af opgørelsen af sparede brændsler beregnes potentialet for undgået udledning af CO₂ ud fra CO₂-emissionsfaktorer for afbrænding og fremskaffelse af de enkelte brændsler*

I Bilag B findes beregningseksempel, for flere detaljer se Fruergaard et al. (2010).

Anvendelse af ovennævnte niveau 1 og 2 anses for at give et rimeligt estimat af sparede CO₂-emissioner, mens niveau 3 anses for at være mest retvisende. Niveau 2 og 3 kan dog give sammenlignelige resultater. CO₂-opgørelser er i litteraturen udført svarende til niveau 1 og 2 af Astrup et al. (2009), mens Fruergaard et al. (2010) har lavet en opgørelse svarende til niveau 3. Begge undersøgelser fokuserede på affaldsforbrændingsanlæg som udgangspunkt for CO₂-opgørelsen.

6. Referencer

Astrup, T.; Møller, J.; Fruergaard, T. (2009): Incineration and co-combustion of waste: Accounting greenhouse gases and global warming contributions. Waste Management & Research, 27, 789-799.

Eisted, R.; Larsen, A.W.; Christensen, T.H. (2009): Collection, transfer and transport of waste: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. Waste Management & Research, 27, 738-745.

Energistyrelsen (2010): Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. April, 2010. Energistyrelsen.

Fruergaard, T.; Ekvall, T.; Astrup, T. (2009): Energy use and recovery in waste management and implications for accounting of greenhouse gases and global warming contributions. Waste Management & Research, 27, 724-737.

Fruergaard, T.; Christensen, T.H.; Astrup, T. (2010): Energy recovery from waste incineration: Assessing the importance of district heating networks. Waste Management, 30, 1264-1272.

Bilag A: CO₂-emissionsfaktorer for el og varme

Nedenfor gengives CO₂-emissionsfaktorer for el- og varmeproduktion for udvalgte år i perioden 2010-2030. Data er baseret på beregninger foretaget af Energistyrelsens RAMSES-model (Energistyrelsen, 2010) for CO₂-emissioner relateret til afbrænding af de benyttede brændsler. Hertil er i Tabel A1 og A2 lagt ekstra CO₂-emissioner relateret til fremskaffelse af brændslerne, skønsmæssig svarende til ekstra 15 % (Frøgaard et al., 2009).

Tabel A1: CO₂-emissionsfaktorer for marginal el-produktion inkl. fremskaffelse af brændsler (kg CO₂/MWh).

	2010	2015	2020	2025	2030
Kondens-el	991	997	969	952	953

Tabel A2: CO₂-emissionsfaktorer for marginal varmeproduktion inkl. fremskaffelse af brændsler (kg CO₂/MWh).

	2010	2015	2020	2025	2030
KBHvand	111	125	126	77	67
KBHdamp	194	200	198	201	202
Kalundborg	95	238	215	202	187
Vordingborg	2	2	1	6	6
Rønne	302	257	254	89	94
Helsingør	163	169	162	164	165
Hillerød	216	233	222	229	231
Næstved	136	136	135	114	114
Slagelse	61	82	80	80	80
Nykøbing-F	211	211	209	192	192
DTU	207	230	221	221	222
Odense	234	224	210	212	128
Århus	258	121	92	85	84
Ålborg	209	176	174	179	181
TVIS	150	26	37	40	45
Esbjerg	260	255	253	146	144
Åbenrå	306	307	184	172	173
Herning	2	6	13	157	159
Randers	208	198	202	203	205
Frederikshavn	184	192	182	183	185
Hjørring	108	112	111	108	107
Holstebro/Struer	110	110	107	106	107
Horsens	151	151	154	154	154
Silkeborg	202	156	154	153	154
Sønderborg	161	144	146	138	138
Viborg	206	240	240	240	240
Brønderslev	209	216	212	220	227
Grenå	159	159	158	158	158
DK (gennemsnit)	203	176	164	149	138

Bilag B: Beregningseksempler

Nedenstående - fiktive og ikke sammenlignelige - eksempler illustrerer anvendelsen af de tre niveauer til bestemmelse af varmesubstitutionen. Bemærk at fremgangsmåden for el er den samme i Niveau 1 og 2.

Tabel B1: Niveau 1. CO₂-emissioner relateret til el- og varmesubstitution fra et gennemsnitligt dansk affaldsanlæg.

	Gns. energiproduktion		kg CO ₂ /MWh	kg CO ₂
Fjernvarme fra affaldsanlæg	7,38 GJ	(=2,05 MWh)	-203	-416
El fra affaldsanlæg	1,60 GJ	(=0,44 MWh)	-991	-440
Sum				-857

Tabel B2: Niveau 2. CO₂-emissioner relateret til el- og varmesubstitution fra et affaldsanlæg i Århus.

	Gns. energiproduktion		kg CO ₂ /MWh	kg CO ₂
Fjernvarme fra affaldsanlæg	7,38 GJ	(=2,05 MWh)	-258	-529
El fra affaldsanlæg	1,60 GJ	(=0,44 MWh)	-991	-440
Sum				-969

Tabel B3: Niveau 3. CO₂-emissioner beregnet ud fra sparede brændsler til el- og varmesubstitution fra et affaldsanlæg i et fiktivt fjernvarmenet koblet til anlæggene A, B, C. El forudsættes fortrængt på kulbaseret kondens-elværk.

Anlægsdata	Elvirk.	Varmevirk.	Brændsel
Udtagsværk A	$C_v^1 = 0,12$	0,39	kul
Modtryksværk B	$C_m^2 = 0,60$	0,60	naturgas
Kedelanlæg C		0,90	olie
Kondens-elværk	0,42		kul

Varmebalance:	Varmeandel ^a		GJ
Produktion på affaldsanlæg	100%		7,38
Fortrængt fra udtagsværk A	-40%	$-0,40 * 7,38 =$	-2,95
Fortrængt fra modtryksværk B	-35%	$-0,35 * 7,38 =$	-2,58
Fortrængt fra kedelanlæg C	-25%	$-0,25 * 7,38 =$	-1,85
Sum	0%		0,00

Elbalance:		GJ
Produktion på affaldsanlæg		1,60
Fortrængt fra modtryksanlæg B	$-2,58 * 0,60 =$	-1,55
Sum ^{b)}		0,05

Brændselsbalance:		GJ	kg CO ₂ /GJ ^{c)}	kg CO ₂
Sparet brændsel på udtagsværk A	$-2,95 * 0,12 / 0,39 =$	-0,91	95 + 19	$-0,91 * 115 =$ -104
Sparet brændsel på modtryksværk B	$-2,58 / 0,60 =$	-4,31	56 + 6	$-4,31 * 63 =$ -269
Sparet brændsel på kedelanlæg C	$-1,85 / 0,90 =$	-2,05	78 + 13	$-2,05 * 91 =$ -186
Sparet brændsel på kondens-elværk	$-0,05 / 0,42 =$	-0,12	95 + 19	$-0,12 * 115 =$ -14
Sum		-7,38		-573

- 1) C_v er forholdet mellem tabt elproduktion og vundet varmeproduktion
- 2) C_m er forholdet mellem el- og varmeproduktion
- a) Fordeling af varmesubstitution på anlæg i fjernvarmenet
- b) Overskud af el i systemet. Dette forudsættes sparet på kondens-elværk
- c) Summen af emissionsfaktor for afbrænding og fremskaffelse af brændslet