

Klimaregnskap for fjernvarme

Felles utslippsfaktorer for den norske
fjernvarmebransjen – Oppdatering 2013

Status: **Endelig utgave**
Dato: 10.03.2014
Utarbeidet av: **Esben Tonning Otterlei**
Oppdragsgiver: Norsk Fjernvarme

Rapport

Oppdragsgiver: **Norsk Fjernvarme** Dato: 10.03.2014
Prosjektnavn: Felles utslippsfaktorer for den norske fjernvarmebransjen Dok. ID: 31968-01
Tittel.: **Klimaregnskap for fjernvarme**
Deres ref: Heidi Juhler
Utarbeidet av: Esben Tonning Otterlei
Kontrollert av: Jon Tveiten
Status: Endelig utgave

1 SAMMENDRAG OG ANBEFALING

I regi av Norsk Fjernvarme ble det i 2011 gjennomført en studie med det formål å frembringe et sett av utslippsfaktorer til bruk i klimaregnskap, felles for alle norske fjernvarmeselskap. Arbeidet tok utgangspunkt i et tilsvarende arbeid utført av Svensk Fjärrvärme og Svensk Energi.

Resultatet av studien er en liste med anbefalte utslippsfaktorer, oppgitt i gram CO₂ ekvivalenter per kWh, for alle energibærerne som er i bruk i dag i norske fjernvarmesystemer. Faktorene er basert på offentlig tilgjengelige og anerkjente rapporter og statistikker. I tillegg er det anvist en metodikk for beregning og rapportering av utslippene.

Et viktig poeng i denne studien er å skille mellom tilført og levert energi. I mange tilfeller så etterspør kunder spesifikt hvor mye deres fjernvarmeforbruk slipper ut per energienhet kjøpt, gjerne per kWh. Samtidig så beregnes utslippene ut fra mengden tilført brensel i varmeproduksjonen. For å finne utslipp per kWh solgt må man bruke følgende formel:

$$\text{Utslipp per levert kWh} = \frac{\text{Totale utslipp basert på tilført energi}}{\text{Levert energi til kunde}} \frac{\text{gram CO}_2 \text{ ekv.}}{\text{kWh}}$$

Alle faktorer er inklusiv utslipp av både CO₂, metan og lystgass, og er omregnet til CO₂-ekvivalenter (CO₂e). Utslipp fra transport og produksjon av brenselet er også medregnet.

Denne utgaven av rapporten er en oppdatering av studien fra 2011, med nye tall for 2013.

Dersom det blir brukt brenslere som ikke er omtalt i denne rapporten så oppfordrer vi til å kontakte Norsk Fjernvarme eller Norsk Energi.

1.1 Anbefalte faktorer: Energibærere

Tabell 1: Anbefalte utslippsfaktorer

ANBEFALT FAKTORER gCO ₂ e/kWh	Energibærer**	Forbrenning	Produksjon og transport	Totalt
		Elektrisitet	NA	NA
	Avfall*	7	4	11
	Lettolje	268	21	289
	Tungolje	290	21	311
	LPG	235	39	274
	Naturgass (LNG)	203	40	243
	Naturgass (tørrgass)	204	40	244
	Energivekster	9	28	37
	GROT og stubber	9	7	16
	Skogsflis	9	9	18
	RT-flis	9	3	12
	Bark og spon	9	5	14
	Pellets og trepulver	6	13	19
	Briketter	6	15	21
	Biolje (med bærekraftskriterier)	6	4	10
	Biolje (uten bærekraftskriterier)	292	4	296
	Spillvarme	0	0	0

* For forklaring av utslippsfaktorer for avfall, se kapittel 5.2.

** Kilder for alle utslippsfaktorer er oppgitt i kapittel 5 og 7

1.2 Anbefalte faktorer andre utslipp

1.2.1 Utslipp fra varmepumpesystemer

Tabell 2: Anbefalte utslippsfaktorer for kjølemedier til varmepumpe

ANBEFALT FAKTORER kgCO ₂ e/kg	GWP¹
R – 134a	1430
Ammoniakk	0
R-407a	2107
CO ₂	1

¹ IPCC 4th Assessment Report – Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Chapter 2.

http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Sammendrag og anbefaling.....	2
1.1	Anbefalte faktorer: Energibærere.....	3
1.2	Anbefalte faktorer andre utslipp.....	3
1.2.1	Utslipp fra varmepumpesystemer.....	3
2	Innledning.....	6
2.1	Bakgrunn og motivasjon for rapporten / verktøyet.....	6
2.2	Grunnleggende prinsipper	6
2.3	Inspirasjon fra Sverige	6
3	Metode	7
3.1	Tilført – Produisert – Levert energi	7
3.2	Marginalperspektivet	8
3.3	Bokføringsperspektivet /gjennomsnittsbetraktning	8
3.4	Livssyklusvurdering.....	8
4	Avgrensning og kilder	9
4.1	Systemgrenser.....	9
4.2	Antagelser og tilpassing.....	9
4.3	Hovedkilder	9
5	Energibærere og klimagassutslipp.....	10
5.1	Elektrisitet	10
5.2	Avfall.....	11
5.3	Fyringsolje (tung og lett)	12
5.4	Naturgass og LPG.....	12
5.5	Biobrensel.....	13
5.5.1	Energivekster	13
5.5.2	GROT og stubber	13
5.5.3	Skogsflis	14
5.5.4	Bark og spon	14
5.5.5	Pellets og trepulver	14
5.5.6	Briketter.....	14
5.5.7	RT-flis (Returreflis)	14
5.5.8	Biolje.....	15
5.6	Spillvarme fra industri	16
5.7	Varmepumpe.....	16
5.7.1	Bruk av elektrisitet	16
5.7.2	Utslipp av kjølemedier.....	16
6	Omregningsfaktorer	17
7	Oppsummering av anbefalte faktorer	18

8	Regneeksempler	20
9	Hovedreferanser og kilder	21
10	Andre ressurser	21
10.1	Klimaregnskap	21
10.2	Livssyklusanalyse	22

2 INNLEDNING

2.1 Bakgrunn og motivasjon for rapporten / verktøyet

Bakgrunn for prosjektet er et ønske om å utarbeide en omforent standard for beregning og rapportering av klimagassutslipp fra norsk fjernvarmeproduksjon til bruk mot kunder og andre interessenter. Dette vil gjøre det lettere for bransjen, og eksterne aktører, å fremvise og benytte troverdige utslippstall for fjernvarme både lokalt og nasjonalt. En felles enighet om faktorbruk vil bidra til at fjernvarmeselskapene utad kan fremstå mer helhetlig og med større tyngde og troverdighet.

Situasjonen i dag er at det er opptil den enkelte aktør å velge utslippsfaktorer, fra en rekke ulike kilder, noe som gjør sammenligning vanskelig. Dette er ikke spesielt for fjernvarmebransjen, snarere tvert i mot. Per i dag er det få initiativer for å frembringe en nasjonal standard for utslippsfaktorer, men til gjengjeld finnes mange ulike kilder med tidvis stor variasjon i kvalitet og etterrettelighet.

Rapportering av klimautslipp til myndigheter følger delvis andre prinsipper enn beskrevet i denne rapporten, og er ikke direkte sammenlignbare.

Arbeidet fra 2011 ble gjennomført av en arbeidsgruppe bestående av: representanter fra Hafslund Fjernvarme, Statkraft Varme og Eidsiva Energi.

Norsk Energi har bidratt med fagkunnskap og sekretariatfunksjon både i første (2011) og andre (2013) utgave av rapporten.

2.2 Grunnleggende prinsipper

For å sikre troverdighet og etterrettelighet så er det at arbeidet skal være etterprøvbart, tydelig og åpent. Derfor blir det lagt stor vekt på kun benytte anerkjente og aksepterte kilder og definisjoner.

Denne rapporten legger kun premissene for faktorer som skal benyttes i et klimaregnskap – ikke et miljøregnskap. Det vil si at utslipp som har andre miljøkonsekvenser enn bidrag til klimaendringer er ikke vurdert.

2.3 Inspirasjon fra Sverige

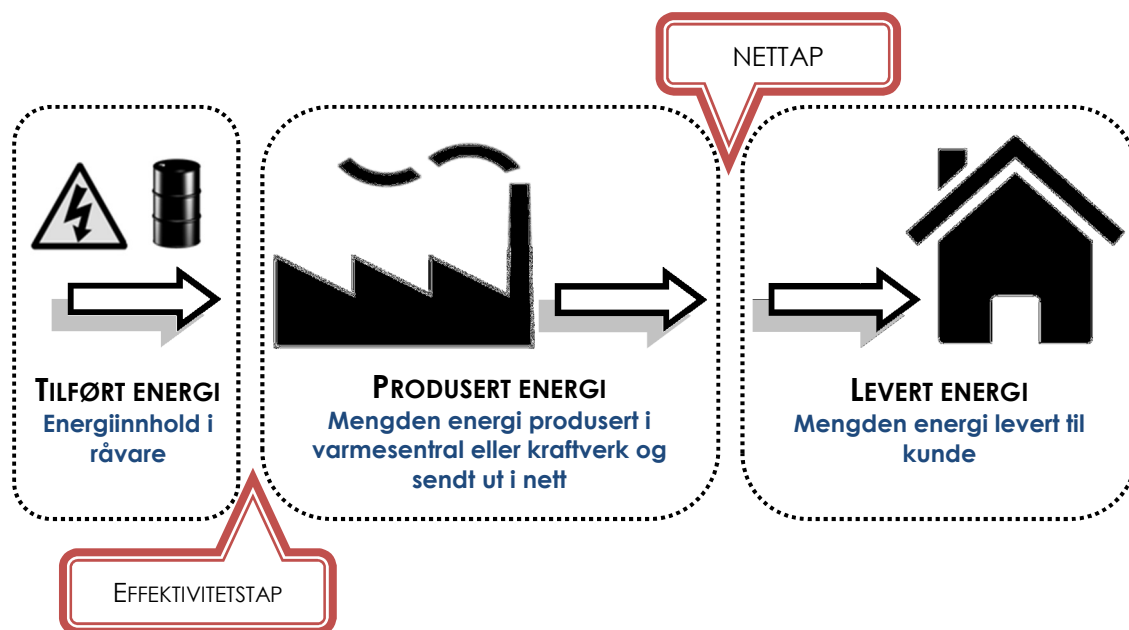
En sentral kilde til inspirasjon og kunnskap er det omfattende arbeidet utført av Svensk Fjärrvärme og Svensk Energi. Hovedbakgrunnen for arbeidet var å utarbeide en metodologi som var felles for hele energibransjen; en omforent standard er viktig for å skape troverdige miljøvurderinger og gjøre det mulig sammenligne ulike energialternativer for kunder og andre interessenter på en rettferdig måte.

Rapporten *Miljövärdering av el och värme*² har lagt grunnlaget for et verktøy, og medfølgende faktorsett, for beregning av klimagassutslipp fra svenske fjernvarmeselskaper.

² E-post fra Mikael Gustafsson, Svensk Fjärrvärme

3 METODE

3.1 Tilført – Produsert – Levert energi



Figur 1: Tilført - Produsert - Levert energi

Tilført energi, eller innfyrt energi, er et begrep som dekker det energiinnholdet som befinner seg i den energibæreren man bruker, altså tilfører energiproduksjonsprosessen. Størrelsen på den tilførte energien er med andre kun avhengig av mengden av det aktuelle brenselet, som for eksempel kan være oppgitt som for eksempel X liter lettolje eller Y m³ naturgass. Energiinnholdet varierer i de ulike bærerne.

Med begrepet **produsert energi** menes den energimengden som “går ut av” energiproduksjonsanlegget (varmesentralen). Ulike teknologier og metoder for energiproduksjon har ulike virkningsgrader. Virkningsgrad er i denne sammenheng en beskrivelse av hvor stor andel av den tilførte energien som blir videreforedlet til varme.

Levert energi er den mengden energi en kunde mottar og betaler for. Energien må da transporteres fra energianlegget til kunde gjennom fjernvarmerør. Underveis i denne transporten vil det alltid forekomme et tap av energi til omgivelsene, dermed må energiprodusenten produsere litt mer enn det som kunden etterspør. Man regner med et energitap på rundt 5-10 % under overføring, avhengig av temperaturnivå og teknologi.

Faktorene i denne rapporten er knyttet til tilført energi

$$\text{Utslipp per levert kWh} = \frac{\text{Totale utslipp basert på tilført energi}}{\text{Levert energi til kunde}} \frac{\text{gram CO}_2\text{e.}}{\text{kWh}}$$

3.2 Marginalperspektivet

Et annet ofte debattert tema er bruken av såkalt marginalbetraktning, spesielt når det gjelder klimagassutslipp fra elektrisitetsproduksjon. En definisjon av marginalbegrepet er, i el sammenheng, at marginalelektrisiteten er den som er til enhver tid dyrest å produsere/igangsette³. Altså den siste produksjonskapasitet man faser inn ved endring i etterspørsel.

Kort sagt vil dette si at økt forbruk vil kreve økt produksjon, og at dette "suget" vil i de fleste tilfeller resultere i økt import inn til Norge. Og i de fleste europeiske land er slik marginalkraft antatt å være enten kull- eller gasskraft (eller en kombinasjon), dvs. utslippsintensive kraftanlegg. Det er viktig å påpeke at sammensettingen av marginalelektrisiteten ikke er statisk, den endrer seg både gjennom døgnet avhengig av lastprofil, gjennom året og mellom ulike år⁴.

3.3 Bokføringsperspektivet /gjennomsnittsbetraktning

I motsetning til marginalperspektivet, så velger bokføringsperspektivet ikke å se på konsekvensen av endring i forbruk og etterspørsel. Isteden tar man et tilbakeskuende blick på noe som har skjedd, og gjør regnskap på dette. Da benytter man heller gjennomsnittsverdier fremfor marginalverdier. Dette perspektivet er mest hensiktsmessig å benytte i tradisjonelle klima- og miljøregnskap.

Å bruke bokføringsperspektivet er i tråd med Greenhouse Gas Protocol⁵, som er en internasjonal frivillig standard for beregning og rapportering av klimagassutslipp. Deres *Corporate Accounting and Reporting Standard* inneholder en rekke retningslinjer, metodikk og tips for utførelse av klimaregnskap.

Faktorene i denne rapporten er ment å brukes i et bokføringsperspektiv

3.4 Livssyklusvurdering

I en livssyklusvurdering (LCA - Life Cycle Assessment) ser man på hele verdikjeden til et produkt, fra kilde til grav, og vurderer miljøpåvirkningen fra alle tilknyttede prosesser. Dermed får man et godt bilde av den totale miljøeffekten av et produkt. I energisammenheng betyr dette at man ikke kun ser på utslipp knyttet til selve energiproduksjonen (forbrenning eller annen type omvandling), men også råvareutvinning, transport og konstruksjon blir inkludert. I de fleste tilfeller er det fremdeles energiproduksjonen som gir høyest utslipp, men for biobaserte brensler, der selve ressursen blir sett på som karbonnøytral, vil et livssyklusperspektiv inkludere noe utslipp av klimagasser fra bakenforliggende prosesser.

Faktorene i denne rapporten er basert på verdikjedebetraktninger (LCA)

³ Miljövärdering av el och värme - Se kapittel 9 for fullstendig referanse

⁴ Miljövärdering av el – med fokus utsläpp av koldioxid - alternativt:

http://nve.no/Global/Publikasjoner/Publikasjoner%202008/Rapport%202008/NVE_rapport11-08.pdf?epslanguage=no

⁵ <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/ghg-protocol-revised.pdf>

4 AVGRENSING OG KILDER

4.1 Systemgrenser

I denne rapporten er det valgt å avgrense utslippsfaktorene til kun å gjelde tilført energi [se begrepsavklaring]. Dersom man ønsker å beregne utslipp fra produsert eller levert energi så må man huske å ta hensyn til effektivitet og nettap.

Utslippsfaktorene baserer seg på gjennomsnittsverdier for energiinnhold og komposisjon av de ulike energibærerne. De kan forekomme lokale variasjoner i kvalitet, men disse blir vurdert til å være neglisjerbare.

I denne utgaven blir det ikke inkludert utslipp fra konstruksjon av varmesentraler og legging av fjernvarmerør.

4.2 Antagelser og tilpassing

En viktig antagelse i denne rapporten er vedrørende bruken av LCA-data, det er blitt antatt at svenske verdier for utslipp knyttet til råvareutvinning, transport og andre oppstrømsaktiviteter er tilnærmet like det vi ville ha sett i Norge.

I enkelte tilfeller er det noe forskjell mellom svensk og norsk annotering, for eksempel kategorisering av oljetyper. Det har blitt forsøkt å harmonisere disse ved vurdering av energiinnhold og andre parametere.

Flere antagelser og tilpassinger er omtalt i seksjonen for energibærere.

Alle faktorer er inklusiv utslipp av både CO₂, metan og lystgass, og er omregnet til CO₂-ekvivalenter (CO₂e), som vist i tabell 3.

Tabell 3: CO₂-ekvivalenter

KLIMAGASS	CO ₂ – EKVIVALENT (CO ₂ E) ⁶
CO ₂	1
CH ₄ (Metan)	21
N ₂ O (Lystgass)	310

Alle utslippsfaktorer er oppgitt som g CO₂e/ kWh tilført energi

4.3 Hovedkilder

Hovedkilder for metode og bakgrunnsdata er materiale fra og korrespondanse med Svensk Fjärrvärme; i tillegg har *Miljöfaktaboken 2011: Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter*⁷ fra Värmeforsk vært en viktig kilde for utslippsfaktorer

⁶ IPCC 4th Assessment Report – Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Chapter 2.
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm

Miljöfaktaboken 2011 inneholder aktuelle utslippsfaktorer de fleste brensler og energibærere for svensk el- og varmeproduksjon samt for transportmiddel. Miljöfaktaboken er den mest detaljerte sammenstillingen av utslippsfaktorer fra ulike brenselverdikjeder for svenske forhold, og beskriver den totale miljøpåvirkningen fra de vanligste energibærere gjennom hele livssyklusen, det vil si også inkludert råvareutvinning, foredling, transport og omvandlingsprosesser.

Et viktig supplement er de nasjonale faktorene som er utarbeidet av Miljødirektoratet⁸, her er det gitt utslippsfaktorer for en rekke relevante energibærere. Flere fjernvarmeselskaper rapporterer allerede i dag sine utslipp fra fossile kilder til myndighetene basert på disse faktorene, som en del av det nasjonale kvotesystemet og EU ETS. Kvotesystemet og de nasjonale faktorene omhandler kun direkte utslipp, mens det i denne studien også inkluderes indirekte utslipp gjennom produksjon og transport.

Se kapittel 9 for presentasjon og pekere til hovedkildene.

5 ENERGIBÆRERE OG KLIMAGASSUTSLIPP

Energibærere kan deles opp i et meget stort antall typer og kategorier. For eksempel kan avfall deles i husholdningsavfall og næringsavfall, biobrensler kan deles i blant annet flis, trepulver, bioolje, pellets, brikketter, bark og GROT, mens det finnes 6 standard fyringsoljetyper. I denne rapporten er energibærere med forholdsvis like forbrennings-, produksjons og utslippsdata slått sammen. Valg av hvilke som slås sammen er gjort fra forbrennings- og LCA-data, samt klimakvoteforskriften.

5.1 Elektrisitet

Elektrisitet brukes som "brensel" i en elektrokjel og produserer varmt vann som leveres på fjernvarmenettet tilsvarende som en oljekjel. Bruk av elektrisitet til oppvarming gjennom fjernvarme øker fleksibiliteten da prissvingninger i elektrisitets- og oljemarkedet kan utnyttes.

Å fastsette utslippsfaktoren for elektrisitet er en kompleks beregning. Det skilles ofte mellom norsk, nordisk og europeisk elektrisitmiks og selv innenfor hver av disse kategoriene er det stor variasjon i klimagassutslipp fra studie til studie.

Det er besluttet å benytte en såkalt nordisk produksjonsmiks i denne rapporten. Dette fordi vi anser denne for å være et godt bilde på den gjennomsnittlige elektrisiteten som er tilgjengelig på markedet i dag. Norden, har som kjent, et felles strømmarked med en felles børs. I prinsippet så skal elektrisiteten som er omsatt ved denne børsen være en blanding av tilgjengelige produksjonskapasiteter og teknologier.

Det er viktig å påpeke at det i praksis forekommer fysiske begrensinger på transport av elektrisitet over landegrensener og mellom regioner, noe som selvfølgelig hindrer fri flyt av strøm. I tillegg så er del en liten andel elektrisitet som ikke blir omsatt på børsen. Men man velger ofte å se bort i fra dette i slike beregninger, også i denne rapporten.

⁷ Se kapittel 9 for fullstendig referanse

⁸ Se kapittel 9 for fullstendig referanse

Det finnes ingen offisielle utslippsfaktorer for produksjonsmiks. NVE er i en prosess der det vurderes om de skal utarbeide en offisiell faktor, men dette er per oktober 2013 ikke avgjort⁹. I denne rapporten tas det derfor utgangspunkt i den nordiske produksjonsmiksen (eks. Island) for 2004-2008 og man lager et 5 – års snitt og tar hensyn til årlige produksjonsforskjeller, som for eksempel ved tørr- eller våtår. Den nordiske produksjonsmikser er hentet fra av ENTSO – E (tidl. NORDEL)¹⁰

Presentasjon av bakgrunnsdata og utregning er gitt i vedlegg 1.

For å beregne klimagassutslipp fra denne produksjonen hentes LCA-utslippsfaktorer fra Miljöfaktaboken¹¹.

ANBEFALT		
FAKTOR	Nordisk produksjonsmiks	110
gCO ₂ e/kWh		

Det vil vurderes å utarbeide en ny elektrisitetsfaktor i 2014.

5.2 Avfall

Avfall brennes i et forbrenningsanlegg, der det produserer varmt vann som leveres på fjernvarmenettet. Noen forbrenningsanlegg produserer også elektrisitet i tillegg til fjernvarme. Det genereres avfall fra husholdninger og næringssektoren med forholdsvis jevnt tilsig hele året, dermed brukes avfall som regel som grunnlast i fjernvarmenettet. På grunn av at avfall ikke kan lagres over lang tid kan det ofte om sommeren være nødvendig å brenne avfall uten at det er noen avsetning for energien som bli produsert, da etterspørselen for varme er lav. Avfallet som brennes er sortert etter ulike sorteringsordninger i ulike deler av landet, og det er bare restavfallsfraksjonen som forbrennes.

Å fastsette en utslippsfaktor for avfallsforbrenning kan være vanskelig, da avfall er et svært inhomogent brensel. Både utslipp og energimengde er avhengig av avfallssammensettingen, og vil dermed variere både i tid og landsdel. Det er for eksempel forskjell på husholdningsavfall og næringsfall, både når det gjelder brennverdi, fossilt innhold og utslipp.

Et viktig prinsipp er at insentivet for avfallsforbrenning ikke bare energiproduksjon, men at et forbrenningsanlegg også er et viktig element i norsk avfallspolitik som et supplement til gjenvinning og gjenbruk. Fra 1. juli 2009 ble det forbudt å deponere nedbrytbart avfall i Norge og avfall ikke egnet for resirkulering (restavfall) må derfor sendes til avhending i et forbrenningsanlegg for energigjenvinning/destruksjon. Ved å brenne avfall istedenfor å deponere det, omformes karbonet i avfallet til CO₂ istedenfor å bli metan (CH₄), som er en vesentlig kraftigere klimagass. Det kan derfor argumenteres for at avfallsforbrenning, selv uten energiutnyttelse, er positivt for klimaet da det uansett vil oppstå klimagassutslipp fra dette restavfallet.

Det er ingen tvil om at forbrenning av avfall medfører utslipp av både klimagasser, med fossil opprinnelse, og andre forurensende stoffer. Men dette er noe man i stor grad forsøker å redusere ved hjelp av kildesortering og moderne renseteknikk.

⁹ Telefonsamtale med Audun Fidje i NVE 24.10.13.

¹⁰ <https://www.entsoe.eu/resources/publications/former-associations/nordel/annual-statistics/>

¹¹ Miljöfaktaboken - Se kapittel 9 for fullstendig referanse

Avfallsforbrenning for fjernvarmeproduksjon er videreforedling av et restprodukt fra andre prosesser og samtidig en nødvendig, og lovregulert, metode for behandling av avfall. Dermed kan man si at klimapåvirkningen **ikke** bør allokere til den som hjelper til med å løse restavfallsproblemet gjennom energigjenvinning.

Vi anbefaler at man anser selve ressursen som karbonnøytral, men at man inkluderer utslipp av CH₄ og N₂O fra forbrenningsprosessen, da dette er utslipp som kan reduseres ved forbrenningsoptimalisering. I tillegg inkluderes LCA-verdier for produksjon og transport.

ANBEFALT		Forbrenning	Produksjon og transport	Total
FAKTOR gCO ₂ e/kWh	Avfall	7	4	11

Dersom en likevel velger å allokere klimagassutslippet til den som produserer energi anbefales det å benytte en CO₂-utslippsfaktor på 164 gCO₂/kWh fra Miljødirektorets standardfaktorer. Kombinert med forbrenningsutslipp av CH₄ og N₂, og produksjon- og transportutslipp som over gir dette en faktor på 175 gCO₂e/kWh.

Avfallsforbrenning er etter deponiforbudet for nedbrytbart avfall, en nødvendig behandling av restprodukter. Hovedansvar for klimapåvirkning og miljøkonsekvenser bør derfor ikke allokere til energiprodusenten.

5.3 Fyringsolje (tung og lett)

Det finnes mange typer fyringsolje, men de kan hovedsakelig skilles i tung fyringsolje (tungolje) og lett fyringsolje (lettolje). Av disse er lettolje den desidert vanligste til fjernvarmeproduksjon og tungolje brukes bare tidvis i noen få eldre varmesentraler. Klimagassutslippene fra forbrenning av rene oljefraksjoner beregnes enkelt, da kjemisk sammensetning er spesifisert.

I denne rapport brukes CO₂-utslippsfaktor og brennverdidata fra Miljødirektoratet; kombinert med tall for utslipp metan og lystgass, og transport- og produksjonsutslipp fra Miljøfaktaboken.

ANBEFALTE		Forbrenning	Produksjon og transport	Total
FAKTORER gCO ₂ e/kWh	Lettolje	268	21	289
	Tungolje	290	21	311

5.4 Naturgass og LPG

Naturgass består av LNG og tørrgass, som begge hovedsakelig består av metan og mindre mengder etan, butan og propan. LPG består av omtrent 60 % propan og 40 % butan. Som for oljer er det relativt enkelt å beregne klimagassutslippene fra forbrenning av henholdsvis naturgass og LPG, da den kjemiske sammensetningen er kjent.

I denne rapport brukes CO₂-utslippsfaktor og brennverdidata fra Miljødirektoratet; kombinert med tall for utslipp metan og lystgass, og transport- og produksjonsutslipp fra Miljøfaktaboken (I Miljøfaktaboken skilles det ikke mellom LNG og tørrgass, transport- og produksjonsutslipp er derfor antatt lik for begge naturgassformer)

Vår anbefaling er å bruke følgende faktorer for naturgass og LPG:

ANBEFALTE FAKTORER gCO ₂ e/kWh		Forbrenning	Produksjon og transport	Total
	LPG	235	39	274
	Naturgass (LNG)	203	40	243
	Naturgass (tørrgass)	204	40	244

5.5 Biobrensel

I de fleste tilfeller er det forsvarlig å sette CO₂ utslipp fra forbrenning av biobrensel lik 0, da dette inngår i naturens eget kretsløp, karbonbalansen. Men det er viktig å være bevisst på at det ved forbrenning av biobrensel også blir frigjort en liten mengde andre klimagasser, som CH₄ og N₂O som ikke kan sies å være en naturlig del av kretsløpet. Unntaket er flytende biobrensler som ikke oppfyller krav i EUs bærekraftskriterier og som dermed også vil få en utslippsfaktor for CO₂.

Det vil også være utslipp forbundet med produksjon og transport som må inkluderes i utslippsfaktoren. Grunnlaget for fraksjoneringen i de overnevnte grupper er derfor knyttet til de relativt like klimagassutslippene innenfor hver av gruppene ved produksjon og transport.

For biobrensler er forbrenningsutslipp hentet fra Naturvårdsværket¹². For bioolje som ikke oppfyller EUs bærekraftskriterier, hentes CO₂-utslipp fra Miljødirektoratets standardfaktorer og utslipp av metan og lystgass fra Naturvårdsværket. Produksjons- og transportutslipp for de enkelte kategoriene er hentet fra Miljøfaktaboken 2011.

Tabell med anbefalte faktorer for de ulike kategoriene kommer til slutt i kapitlet.

5.5.1 Energivekster

Med energivekster menes biobrensel som har blitt fremdyrket og produsert med hovedformål å være en energiråvare. Dette er ikke spesielt aktuelt for Norge så langt. Forbrenningsutslipp fra forbrenning av energivekster er som for andre biobrensel. Andre utslipp settes lik det for salix (selje, pil).

Dersom det brukes energivekster bør det undersøkes nærmere med produsent og leverandør hvorvidt det er utarbeidet et eget klimaregnskap for brenselet.

5.5.2 GROT og stubber

GROT (Gren, rot og topp) og stubber er uforedlet biobrensel som er et restprodukt fra skogsindustri, og blir kvernet til flis for bruk i biobrenselsanlegg.

¹² <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Klimat/Utslappsminskning/Berakna-utslapp/>

Forbrenningsutslipp er som for andre biobrensel. Andre utslipp settes lik det for GROT¹³ i Miljøfaktaboken 2011.

5.5.3 Skogsflis

Skogsflis er flis laget av hogstavfall, heltrær fra avstandsreguleringer og tynninger, også kalt grønflis, og fra stammevirke.

Forbrenningsutslipp er som for andre biobrensel. Utslipp fra produksjon og transport hentes fra kategorien skogsflis i Miljøfaktaboken 2011.

5.5.4 Bark og spon

Bark og spon er uforedlet biobrensel som er et restprodukt fra skogsindustri, og begge er omtrent 10 % hver av tømmer volumet som blir behandlet ved et sagbruk. Bark blir ofte brukt som brensel i sagbrukenes egne energisentraler.

Forbrenningsutslipp er som for andre biobrensel. Utslipp fra produksjon og transport hentes fra kategorien bark i Miljøfaktaboken 2011 (spon har like utslipp).

5.5.5 Pellets og trepulver

Pellets er det faste biobrenset som har høyest foredlingsgrad. På samme måte som briketter er det sammenpresset flis, men basert på en mer finmalt råvare og med lengder mindre enn 25 millimeter. Pellets er velegnet til mindre anlegg, kan også med hell benyttes i større anlegg.

Trepulver er et annet foredlet trebrensel som det brukes hittil er blitt brukt lite av i Norge. Trepulver er tørt trevirke som er malt til partikkelstørrelser under 1 mm. Trepulver forbrennes med spesialbygde pulverbrennere i store kjelanlegg. 10 m³ trepulver har samme brennverdi som 1 m³ olje og veier ca. 2 tonn.

Det finnes lite tilgjengelige studier på trepulver, så både forbrenningsutslipp og LCA-verdier i kategorien settes lik som for pellets, da det antas at dette er det mest vanlige brenset i bruk i dag.

5.5.6 Briketter

Briketter er sammenpresset, tørket flis fra jomfruelig tre eller returvirke. Flisen presses til kubber eller sylindere med en diameter på 25–70 millimeter. Briketteringen reduserer volumet og gjør brenset mer egnet for transport og lagring. Briketter benyttes hovedsakelig i energisentraler større enn 1 MW.

Forbrenningsutslipp for briketter er hentet fra Naturvårdsværket¹⁴. Produksjons- og transportutslipp er hentet fra Miljøfaktaboken 2011 – kategori briketter.

5.5.7 RT-flis (Returtreflis)

RT-flis / returtreflis er flis av paller, kasser, rivningsvirke og annet treavfall som er fliset til lange, smale stikker (inntil 150–200 mm) ved hjelp av en hammermølle.

¹³ Miljøfaktaboken – Se kapittel 9 for fullstendig referanse

¹⁴ <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Klimat/Utslappsminskning/Berakna-utslapp/>

RT-flis kan være, avhengig av opprinnelse, forurenset av overflatebehandling (for eksempel impregnering eller lakk). Mengden forurenset materiale kan reduseres ved selektiv rivning og under behandling når virket flises.

Det finnes lite studier som viser utslipp fra produksjon og transport for RT-flis. Vi velger å følge Miljøfaktaboken 2011, som setter dette likt som avfallsfraksjonen papir-tre-plast (PTP).

Forbrenningsutslipp settes lik som øvrige uforedledede trebrenslere.

5.5.8 Bioolje

Bioolje er ikke en homogen kategori, da det finnes flere typer oljer med ulik opprinnelse, sammensetning og produksjonshistorikk. De er vanskelig å fastsette nøyaktige utslippsfaktorer for de ulike typene.

Som sagt finnes det flere typer bioolje tilgjengelig på markedet, med ulik opprinnelse og kvalitet. Flere er å kategorisere som avfalls- eller restprodukter fra ulike produksjonsprosesser. Hovedlikheten mellom disse produktene er at de ikke har gjennomgått en omfattende raffineringssprosess før de blir brukt som brensel, i klar motsetning til for eksempel biodiesel. Til transportformål kreves det mye renere og homogene drivstoff.

I Norge i dag blir det bl.a. produsert bioolje fra blant annet slakteavfall, brukt fritryolje, fiskeolje (fra slakteavfall og restprodukter) og restprodukter fra celluloseproduksjon.

Bioolje som ikke oppfyller EUs bærekraftskriterier vil i tillegg til forbrenningsutslipp av metan og lystgass bli tillagt forbrenningsutslipp av CO₂ i henhold til de nasjonale faktorene fra Miljødirektoratet.

Siden bioolje er et restprodukt/avfallsprodukt fra andre prosesser¹⁵, antas det derfor at produksjons og transportutslipp å være det samme som for avfall. Forbrenningsutslipp settes lik det for tallolje¹⁶.

¹⁵ <http://www.varmeforsk.se/rapporter?action=show&id=2251>

¹⁶ Miljøfaktaboken - Se kapittel 9 for fullstendig referanse

ANBEFALTE FAKTORER gCO ₂ e/kWh	Forbrenning	Produksjon og transport	Total
	Energivekster	9	28
GROT og stubber	9	7	16
Skogsflis	9	9	18
RT-flis	9	3	12
Bark og spon	9	5	14
Pellets og trepulver	6	13	19
Briketter	6	15	21
Bioolje (med bærekraftskriterier)	6	4	10
Bioolje (uten bærekraftskriterier)	292	4	296

5.6 Spillvarme fra industri

Dersom det brukes spillvarme fra nærliggende industriprosesser eller lignende så skal det ikke beregnes utslipp fra dette, da det er en rest/avfallsstrøm.

ANBEFALT FAKTOR gCO ₂ e/kWh	Forbrenning	Produksjon og transport	Total
Spillvarme	0	0	0

5.7 Varmepumpe

5.7.1 Bruk av elektrisitet

En varmpumpe flytter varme fra et sted med en gitt temperatur til et annet med høyere temperatur, der elektrisitet blir brukt til å frembringe varme på en svært effektiv måte. Varmekilde for varmpumpeprosessen kan være for eksempel uteluft, sjøvann eller grunnvarme.

Utslipp ved bruk av elektrisitet i varmpumpe er den samme som for konvensjonelt el-forbruk.

ANBEFALT FAKTOR gCO ₂ e/kWh		
Nordisk produksjonsmiks	110	

5.7.2 Utslipp av kjølemedier

I de fleste varmpumpesystemer må man regne med et lite tap i mengden kjølemedier i løpet av et år. Flere av disse er svært potente klimagasser. I tabellen under er det satt opp GWP (Global Warming Potential) for et utvalg av kjølemedier. GWP brukes for å regne ut CO₂-ekvivalenter av en klimagass, dvs. en enhet av en gass tilsvarer X enheter CO₂.

ANBEFALTE FAKTORER kgCO ₂ e/kg	GWP¹⁷	
	R – 134a	1430
	Ammoniakk	0
	R-407a	2107
	CO ₂	1

6 OMREGNINGSFAKTORER

Omregning fra mengde til energiinnhold (gjennomsnittsverdier). For andre, og mindre homogene brensler bør en undersøke nærmere med leverandør for finne energiinnhold.

Tabell 4: Omregningsfaktorer for energibærere

	Mengde	Energiinnhold¹⁸	
		kWh	GJ
Lettolje	1 tonn	11 972	43,1
Tungolje	1 tonn	11 278	40,6
LPG	1 tonn	12 889	46,4
Naturgass (LNG)	1 tonn	13 694	49,3
Naturgass (LNG)	1000 Sm ³	10 139	36,5
Naturgass (tørrgass)	1 tonn	13 333	48,0
Naturgass (tørrgass)	1000 Sm ³	10 166	36,6

¹⁷IPCC – 4th Assessment Report – Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Chapter 2.

<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf>

¹⁸http://www.miljodirektoratet.no/Global/dokumenter/tema/klima/Metodetrinn_2a_standard_utslippsfaktor.pdf

7 OPPSUMMERING AV ANBEFALTE FAKTORER

Tabell 5: Oversikt over anbefalte utslippsfaktorer

	FORBRENNING				Totalt forbrenning gCO ₂ e/kwh	PRODUKSJON & TRANSPORT ² gCO ₂ e/kwh	TOTAL UTSLIPP gCO ₂ e/kwh
	CO ₂ gCO ₂ /kwh	CH ₄ gCO ₂ e/kwh	N ₂ O gCO ₂ e/kw				
ELEKTRISITET	110	NA	NA	NA	110	NA	110
AVFALL*	0 (164 ³)	0,4	6,7		7 (171)	4	11 (175)
FYRINGSOLJE							
Lett	265 ³	0,1	2,2		268	21	289
Tung	284 ³	0,2	5,6		290	21	311
LPG	233 ³	0,1	2,2		235	39	274
GASS							
Naturgass (LNG)	201 ³	0,1	2,2		203	40	243
Naturgass (tørrgass)	202 ³	0,1	2,2		204	40	244
Energivekster	0	2,3	6,7		9	28	37
GROT og stubber	0	2,3	6,7		9	7	16
Skogsflis	0	2,3	6,7		9	9	18
RT-flis	0	2,3	6,7		9	3	12
Bark og spon	0	2,3	6,7		9	5	14
Pellets og trepulver	0	0,2	5,6		6	13	19
Briketter	0	0,2	5,6		6	15	21
Bioolje (med bærekraftskriterier)	0	0,2	5,6		6	4	10
Bioolje (uten bærekraftskriterier)	287	0,2	5,6		292	4	296

SPILLVARME	0	0	0	0	0	0	0
VARMEPUMPE Bruk av el ¹	110	NA	NA	110	110	NA	110

* Avfall regnes som et restprodukt og CO₂-utslippene er derfor ikke allokert til den som energigjenvinner. Tallene i parentes er faktiske CO₂-utslipp ved forbrenning av avfall.

** Metan (CH₄) og lystgass (N₂O) blir dannet ved forbrenning av biobrensel og avfall, disse er ikke å regne som en del av det naturlige karbonkretsløpet og er derfor tatt med som forbrenningsutslipp.

Referanser i tabellen:

- 1) Elektrisitetsfaktor er utregnet med basis i ENTSO-E statistikk for årene 2004-2008, og utslippsfaktorer er hentet fra Miljøfaktaboken 2011 (se egen referanse).
- 2) Alle produksjons og transportutslipp er hentet fra: Miljøfaktaboken 2011: Uppskattede emissionsfaktorer for bränslen, el, värme och transporter, Värmeforsk 2011
- 3) De nasjonale standardfaktorene for bruk i klimakvoterapportering - Miljødirektoratet
- 4) Forbrenningsutslipp fra det svenske Naturvärdsverket¹⁹

¹⁹ <http://www.naturvardverket.se/sv/Start/Klimat/Utslappsminskning/Berakna-utslapp/>

8 REGNEEKSEMPLER

Et fjernvarmeselskap har en gitt brenselsmiks i sitt system. Utgangspunktet er mengden innfyrt energi, produsert energi er mengden energi ut fra energisentralen mens levert er mengden solgt til kunde.

Brensel	Innfyrt [GWh]	Produsert [GWh]	Levert [GWh]	Antagelser*
Elektrisitet	23	22,5	[Hatched Area]	Virkningsgrader
Avfall	157	133		Elektrisitet: 99 %
Lettolje	52	47		Avfall: 85 %
Pellets	48	43		Lettolje: 90 %
Pellets	48	43		Pellets: 90 %
Sum	280	245,5	221	Tap i nett: 10 %

* Vi gjør oppmerksom på at dette er typiske verdier, og det kun er et anslag for eksemplifisering.

For å beregne utslipp må vi multiplisere innfyrt mengde (i GWh) med utslippsfaktor. For finne utslippsmengden per solgt kWh, for eksempel etter forespørsel fra kunde, må man dividere totale utslipp på solgt energimengde. Da får man, som vist i siste kolonne i tabellen under, en verdi i g/kWh.

	Utslippsfaktor [g/kWh]	Utrekning*	Utslipp innfyrt [tonn CO ₂ -ekvivalenter]	Utslipp levert [g CO ₂ e / kWh]
Utslipp: Elektrisitet	110	23 × 110	2530	[Hatched Area]
Utslipp: Avfall	11	157 × 11	1727	
Utslipp: Lettolje	289	52 × 289	15 028	
Utslipp: Pellets	19	48 × 19	912	
Sum			20197	

*1 GWh = 1 000 000 kWh | 1 tonn = 1 000 000 g | 1 g/kWh = 1 tonn/GWh

Dersom kunden som etterspør utslippsmengden har et forbruk på 2,5 GWh p.a. så blir utslippene for dette: **2,5 * 91,4 = 229 tonn p.a.**

Eksempel på omregning av enheter:

Brensel	Innført mengde	Enhet	Omregning til GWh	GWH
Tungolje	1 500	GJ	$1\,500 / 3\,600 *$	0,42
Lettolje	2 500	Tonn	$(2500 \times 11\,972) / 10^6$	29,9
LNG	14 000	Sm ³	$(14 \times 10\,139) / 10^6$	0,14
Sum				30,5

$$1 \text{ GJ} = 1 \text{ GW} \cdot \text{s} \quad \left| \quad 1 \text{ time} = 3\,600 \text{ s} \quad \left| \quad 1 \text{ GW} \cdot \text{s} \times \frac{1 \text{ h}}{3\,600 \text{ s}} \quad \left| \quad 1 \text{ GJ} = \frac{1}{3\,600} \text{ GWh} \right. \right.$$

9 HOVEDREFERANSER OG KILDER

Tabell 6: Hovedkilder for studien

NAVN	UTGIVER	UTGIVELSEÅR
Miljöfaktaboken 2011: Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter ²⁰	Värmeforsk Sverige	2011
Nasjonale utslippsfaktorer ²¹	Miljødirektoratet	2013
Miljövärdering av el och värme ²²	Svensk Fjärrvärme og Svensk Energi	2010
Miljövärdering av el – med fokus på utsläpp av koldioxid ²³	Elforsk /Svensk Energi	2008

10 ANDRE RESSURSER

10.1 Klimaregnskap

The Greenhouse Gas Protocol

Den mest brukte internasjonale regnskapsstandarden og verktøyet for å forstå, kvantifisere, og håndtere klimagassutslipp.

<http://www.ghgprotocol.org/>

²⁰ <http://www.varmeforsk.se/rapporter?action=show&id=2333>

²¹ http://www.miljodirektoratet.no/Global/dokumenter/tema/klima/Metodetrinn_2a_standard_utslippsfaktor.pdf

²² Ikke tilgjengelig på nett

²³ http://www.svenskenergi.se/upload/Aktuellt/Filer/miljovardering_elanvand.pdf

Carbon Disclosure Project

Database med frivillig rapporterte utslipp fra over 6000 bedrifter verden over.

<http://www.cdproject.net/>

Klimaløftet

Regjeringens satsing på klimainformasjon til befolkningen. For bedrifter tilbys et eget handlingsprogram som er en starthjelp til å gå i gang med klimatiltak i egen bedrift.

<http://www.klimaloftet.no/>

10.2 Livssyklusanalyse

ISO 14040:2006 – Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework

ISO-standard som beskriver prinsippene og rammeverket ved en LCA.

http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=37456

US EPA – Life Cycle Assessment Research

Introduksjon til LCA fra amerikanske miljømyndigheter

<http://www.epa.gov/nrmrl/lcaccess/lca101.html>

Notat

Oppdragsgiver: Norsk Fjernvarme

Dato: 10.03.2014

Dok. ID: 31968-02

Prosjekt: **Klimaregnskap for fjernvarme**

Utarbeidet av: Magnus Løseth (redigert av Esben Tonning
Otterlei 10.03.2014)

Vedlegg 1 - Beregning av nordisk el-miks

Elektrisitetsproduksjon i nordiske land 2004-2008

Norge, Sverige, Danmark og Finland – Island er utelatt

TWh/år	2004	2005	2006	2007	2008
Varmekraft	166	142	160	150	137
Kjernekraft	97	92	87	87	83
Kull	35	23	43	35	25
Olje	5	3	3	2	2
Torv	7	5	6	7	6
Naturgass	21	19	20	19	20
Øvrig ¹⁾	1	1	1	1	1
Fornybar kraft	214	253	224	247	261
Vannkraft	184	222	192	215	226
Vind kraft	8	8	8	10	10
Biokraft	19	20	20	18	20
Avfall	4	4	4	4	4
Geotermisk kraft	0	0	0	0	0
El-produksjon totalt	380	395	384	398	398

1) Raffineri gass - (Danmark)

Effektiv, miljøvennlig og sikker utnyttelse av energi

Vedlegg 1 - Beregning av nordisk el-miks

CO₂-faktorer

CO ₂ -faktor	
Varmekraft	g/kWh
Kjernekraft	3,5
Kull	759
Olje	571
Torv	862
Naturgass	474
Øvrig ¹⁾	474
Fornybar kraft	g/kWh
Vannkraft	4,5
Vind kraft	13
Biokraft	23
Avfall	0
Geotermisk kraft	0

Utslipp av CO₂ (i CO₂ ekvivalenter) fra nordisk elektrisitetsproduksjon:

Tonn/år	2004	2005	2006	2007	2008
Utslipp varmekraft	46 009 000	32 462 700	49 735 900	43 155 244	35 280 781
Kjernekraft	338 800	321 300	304 500	303 804	291 550
Kull	26 640 900	17 153 400	32 561 100	26 381 568	19 148 789
Olje	2 912 100	1 827 200	1 770 100	870 225	1 019 827
Torv	5 689 200	3 965 200	5 430 600	6 108 994	5 085 800
Naturgass	10 096 200	8 816 400	9 290 400	8 927 487	9 260 815
Øvrig ¹⁾	331 800	379 200	379 200	563 167	474 000
Utslipp fornybar	1 359 400	1 555 000	1 418 300	1 515 003	1 614 482
Vannkraft	828 900	999 900	865 800	965 343	1 017 123
Vind kraft	102 700	106 600	104 000	125 652	132 303
Biokraft	427 800	448 500	448 500	424 008	465 056
Avfall	0	0	0	0	0
Geotermisk kraft	0	0	0	0	0
Totale utslipp	47 368 400	34 017 700	51 154 200	44 670 247	36 895 262
Utslipp i g/kWh	125	86	133	112	93

1) Raffinerigass - (Danmark)

Vedlegg 1 - Beregning av nordisk elmiks

Gjennomsnitt nordisk miks

5 års gjennomsnitt 2004-2008	110 g/kWh
--	------------------

Kilder

Produksjonsdata	ENTSO-E https://www.entsoe.eu/index.php?id=65
CO₂ og PEF faktorer	Värmeforsk: Miljöfaktaboken 2011 http://www.varmeforsk.se/rapporter?action=show&id=2333