

Klimaregnskap for fjernvarme

Felles utslippsfaktorer for den norske fjernvarmebransjen

Status: **Som bygget, endelig utgave**

Dato: 28.06.2011

Utarbeidet av: **Magnus Løseth**

Oppdragsgiver: Norsk Fjernvarme

Rapport

Oppdragsgiver: **Norsk Fjernvarme** Dato: 28.06.2011
Prosjektnavn: Felles utslippsfaktorer for den norske fjernvarmebransjen Dok. ID: 30455-02-1.0
Tittel: **Klimaregnskap for fjernvarme**
Deres ref: Heidi Juhler
Utarbeidet av: Magnus Løseth
Kontrollert av: Kjell Olav Nerland
Status: Som bygget, endelig utgave

1 SAMMENDRAG OG ANBEFALING

I oppdrag fra Norsk Fjernvarme er det gjennomført en studie med det formål å frembringe et sett av utslippsfaktorer til bruk i klimaregnskap, felles for alle norske fjernvarmeselskap.

Arbeidet har tatt 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 til utslippsfaktorer, oppgitt i g CO₂-ekv/ kWh, blir det også gitt primærenergifaktor for alle brenslene. Primærenergifaktor (PEF) er et konsept som blir stadig mer utbredt, spesielt innen EU-lovgivning og i standarder for beregning av for eksempel bygningers og produkters miljø- og klimaprestasjoner.

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).

Dersom det blir brukt brenslere som ikke er omtalt i denne rapporten så oppfordrer vi til å kontakte sekretariatet.

Effektiv, miljøvennlig og sikker utnyttelse av energi

1.1 Anbefalte faktorer: Energibærere

Tabell 1: Anbefalte utslippsfaktorer

	Energibærer***	Forbrenning	Produksjon og transport	Totalt	PEF*
ANBEFALT FAKTORER gCO ₂ e/kWh	Elektrisitet	NA	NA	110	1,79
	Avfall**	0	0	0	0,04
	Lettolje	266	21	287	1,11
	Tungolje	288	21	309	1,11
	LPG	237	39	276	1,09
	LNG	211	40	251	1,09
	Energivekster	9	28	37	-
	GROT og stubber	9	7	16	0,03
	Skogsflis	9	9	18	0,06
	RT-flis	9	3	12	0,05
	Bark og spon	9	5	14	0,01
	Pellets og trepulver	9	13	19	0,11
	Briketter	9	15	21	0,18
	Bioolje	6	4	10	0,04
	Spillvarme	0	0	0	0

* PEF - Primærenergifaktor

** 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	5
2.1	Bakgrunn og motivasjon for rapporten / verktøyet.....	5
2.2	Grunnleggende prinsipper.....	5
2.3	Inspirasjon fra Sverige.....	5
3	Metode	6
3.1	Tilført – Produsert – Levert energi	6
3.2	Marginalperspektivet	7
3.3	Bokføringsperspektivet /gjennomsnittsbetraktning.....	7
3.4	Livssyklusvurdering.....	7
3.5	Primærenergifaktor	8
4	Avgrensning og kilder.....	9
4.1	Systemgrenser	9
4.2	Antagelser og tilpassing	9
4.3	Hovedkilder	10
5	Energibærere og klimagassutslipp	10
5.1	Elektrisitet	10
5.2	Avfall	11
5.3	Fyringsolje (tung og lett)	12
5.4	Gass (LPG og LNG)	12
5.5	Biobrensel.....	13
5.5.1	Energivekster	13
5.5.2	GROT og stubber.....	13
5.5.3	Skogsflis.....	13
5.5.4	Bark og spon.....	14
5.5.5	Pellets og trepulver	14
5.5.6	Briketter	14
5.5.7	RT-flis (Returtreflis).....	14
5.5.8	Bioolje	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 av klimagassutslipp fra norsk fjernvarmeproduksjon. 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 kan fremstå mer helhetlig og med større tyngde ovenfor myndighetene, sine kunder og andre interessenter.

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.

Arbeidet har blitt gjennomført av en arbeidsgruppe bestående av:

- Jon Iver Bakken, Hafslund Fjernvarme,
- Sissel Hunderi, Statkraft Varme
- Odd-Olaf Schei, Eidsiva Energi

Magnus Løseth fra rådgivingselskapet Norsk Energi har bidratt med fagkunnskap og sekretariatfunksjon.

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

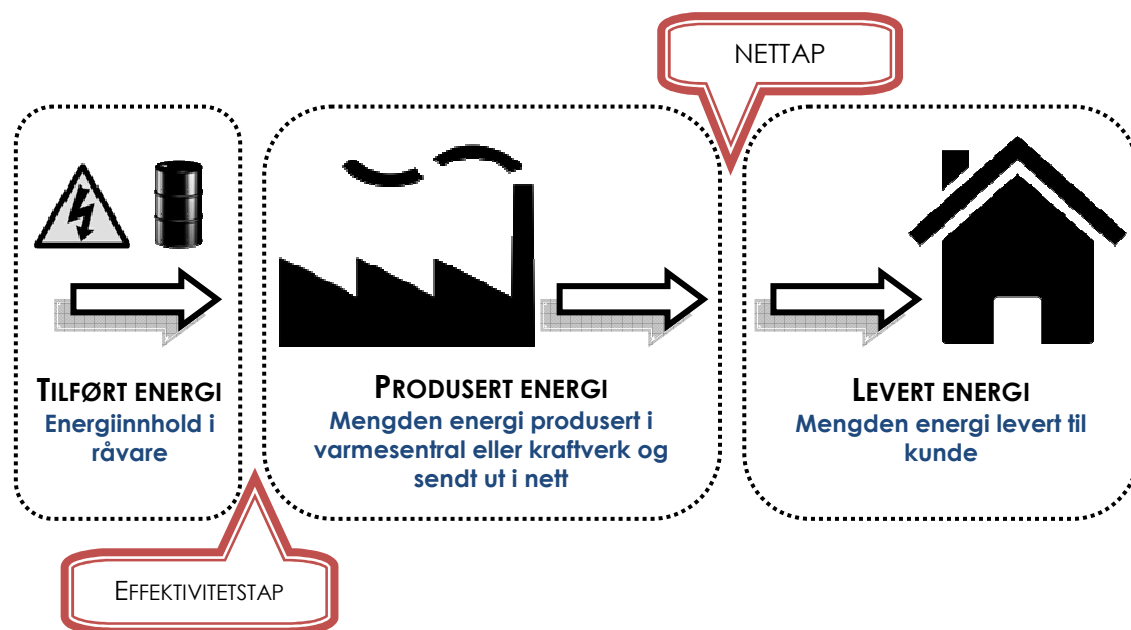
En sentral kilde til inspirasjon og kunnskap er det omfattende arbeidet utført av Svensk Fjärrvärme og Svensk Energi. Hovedbakgrunnen for arbeidet var å utarbeide en metodologi som var felles for hele energibransjen; en omforent standard er viktig for å skape troverdige miljøvurderinger og gjøre det 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 bærerene.

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 ønsket energiform som elektrisitet, damp eller varmt vann.

Levert energi er den mengden energi en kunde mottar og betaler for. Energien må da transporteres fra energianlegget til kunde, for eksempel gjennom strømkabler eller 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 energitype 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 Miljøvurdering av el og varme - Se kapittel 9 for fullstendig referanse

⁴ Miljøvurdering av el – med fokus utslipp 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>

3.5 Primærenergifaktor

Primærenergifaktor (PEF) er et konsept som blir stadig mer utbredt, spesielt innen EU-lovgivning og i standarder for beregning av for eksempel bygningers og produkters miljø- og klimaprestasjoner.

Faktoren viser hvor mye energi som går med for å levere en viss mengde energi til forbrukeren. Inkludert i primærenergifaktoren skal energibruk til utvinning, produksjon og transport tas med. Sagt med andre ord viser primærenergifaktoren hvor mange kWh som er brukt i utvinning, produksjon og transport oppstrøms for at forbrukeren skal få en kWh levert.

Som et måltall for miljø- og klimaprestasjon er PEF brukt i blant annet EUs Bygningsenergidirektiv⁶, Øko-designdirektivet⁷ og i NS 3031:2007 (Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data)⁸.

Vi har valgt å ta med PEF i denne rapporten da den gir en god indikasjon på hva som kreves av foredling oppstrømsprosesser for å frembringe energi fra ulike energibærere. I tillegg blir det, som tidligere nevnt, stadig mer vanlig å bruke denne faktoren i offentlige dokumenter og i lovgiving.

Primærenergifaktorene blir ikke beskrevet grundig i denne rapporten, i kapitlene for hver enkelt energibærer, men blir presentert i tabellene. For mer informasjon om PEF så henviser vi til referansene.

⁶ <http://www.bygningsenergidirektivet.no/>

⁷ http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/documents/eco-design/legislation/framework-directive/index_en.htm

⁸ <http://www.standard.no/no/Sok-og-kjop/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductId=283488>

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) ⁹
CO ₂	1
CH ₄ (Metan)	21
N ₂ O (Lystgass)	310

Alle utslippsfaktorer er oppgitt som g CO₂e/ kWh tilført energi

⁹ 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

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*¹⁰ fra Värmeforsk vært en viktig kilde for utslippsfaktorer

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 verdiene som blir oppgitt i den norske kvoteforskriften¹¹, 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.

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, briketter, 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 elektrisitetsmiks 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 landegrenser og mellom regioner, noe som selvfølgelig hindrer fri flyt av strøm. I tillegg så er del

¹⁰ Se kapittel 9 for fullstendig referanse

¹¹ Se kapittel 9 for fullstendig referanse

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.

I denne rapporten tar man utgangspunkt i den nordiske produksjonsmiksen (eks. Island) for perioden 2004-2008, som oppgitt av ENTSO – E (tidl. NORDEL)¹². Fra denne lager man et 5 – års snitt, dermed tar man hensyn til årlige produksjonsforskjeller, som for eksempel ved tørr- eller våtår. Denne miksen bør oppdateres hvert år.

Presentasjon av bakgrunnsdata og utregning er gitt i vedlegg 1.

For å beregne klimagassutslipp fra denne produksjonen hentes LCA-utslippsfaktorer fra Miljöfaktaboken¹³.

ANBEFALT

FAKTOR

gCO₂e/kWh

Nordisk
produksjonsmiks

110

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 avsetting for energien som bli produsert, da etterspørselen for varme er lav.

Å fastsette en utslippsfaktor for avfallforbrenning kan være vanskelig, da avfall er et svært inhomogent brensel. Både utslipp og energimengde er avhengig av avfalls sammensetningen, og vil dermed variere. 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 avfallspolitikk som et supplement til gjenvinning og gjenbruk. En del av avfallet vårt er ikke egnet for resirkulering (restavfall), dette må da 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), en kraftigere klimagass. Det kan derfor argumenteres for at avfallsforbrenning, selv uten energiutnyttelse, er positivt for klimaet da det uansett vil oppstå CO₂ 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.

Avfallsforbrenning for fjernvarmeproduksjon er videreføring av et restprodukt fra andre prosesser og samtidig en nødvendig, og lovregulert, metode for behandling av avfall. Dermed kan man si at

¹² <https://www.entsoe.eu/resources/publications/former-associations/nordel/annual-statistics/>

¹³ Miljöfaktaboken - Se kapittel 9 for fullstendig referanse

klimapåvirkningen må kunne legges fullt og helt på den som opprinnelige genererte avfallet, og ikke på den som forbrenner avfallet for energiproduksjon.

**Avfallsforbrenning er en nødvendig behandling av restprodukter
Ansvar for klimapåvirkning og miljøkonsekvenser ligger hos den som generer avfallet**

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

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 fra Klimavoteforskriften, brennverdidata fra Norsk Energi; kombinert med tall for utslipp metan og lystgass, og transport- og produksjonsutslipp fra Miljøfaktaboken. Som i Klimavoteforskriften er utslippsfaktoren for lettolje beregnet som fyringsolje nr. 2 og tungolje er beregnet som fyringsolje nr. 6.

ANBEFALTE FAKTORER gCO ₂ e/kWh		Forbrenning	Produksjon og transport	Total
	Lettolje	266	21	287
	Tungolje	288	21	309

5.4 Gass (LPG og LNG)

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

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

Vår anbefaling er å bruke følgende faktorer for LNG OG LPG:

ANBEFALTE FAKTORER gCO ₂ e/kWh		Forbrenning	Produksjon og transport	Total
	LPG	237	39	276
	LNG	211	40	251

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.

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 alle biobrensler er forbrenningsutslipp hentet fra Naturvärdsverket¹⁴. Produksjons- og transportutslipp for de enkelte kategoriene er hentet fra Miljöfaktaboken 2011. Energiinnholdet i treet inngår ikke i primærenergifaktoren.

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 biobrenselanlegg.

Forbrenningsutslipp er som for andre biobrensel. Andre utslipp settes lik det for GROT¹⁵ i Miljöfaktaboken 2011.

5.5.3 Skogsflis

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

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

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

¹⁵ Miljöfaktaboken – Se kapittel 9 for fullstendig referanse

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 ar 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 Naturvårdsværket¹⁶. 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.

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).

¹⁶ <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Klimat/Utslappsminskning/Berakna-utslapp/>

Forbrenningsutslipp settes lik som øvrige uforedledede trebrensler.

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. En rekke 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 produsert bioolje fra blant annet slakteavfall, brukt frityrolje, fiskeolje (fra slakteavfall og restprodukter) og restprodukter fra celluloseproduksjon.

Siden bioolje er et restprodukt/avfallsprodukt fra andre prosesser¹⁷, antas det derfor at produksjons og transportutslipp å være det samme som for avfall. Forbrenningsutslipp settes lik det for tallolje¹⁸. Dersom det brukes en bioolje som er dyrket og produsert utelukkende for energiformål bør det undersøkes om det er utarbeidet eget klimagassregnskap eller lignende for dette.

ANBEFALTE FAKTORER gCO ₂ e/kWh			Total
	Forbrenning	Produksjon og transport	
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
Bioolje	6	4	10

¹⁷ <http://www.varmeforsk.se/rapporter?action=show&id=2251>

¹⁸ Miljöfaktaboken - Se kapittel 9 for fullstendig referanse

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		GWP¹⁹
	R – 134a	1430
	Ammoniakk	0
	R-407a	2107
	CO ₂	1

¹⁹ IPCC – 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>

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	Energiinnhold ²⁰	
		kWh	GJ
Lettolje	1 tonn	11 945	43,0
Tungolje	1 tonn	11 330	40,8
LPG	1 tonn	12 780	46,0
LNG	1 000 m ³	11 220	40,4

²⁰ <http://www.energi.no/medlemskap/energifakta?limitstart=5>

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	PRIMÆRENERGI FAKTOR ⁵
		CO ₂ gCO ₂ /kwh	CH ₄ gCO ₂ e/kwh	N ₂ O gCO ₂ e/kw				
ELEKTRISITET	Nordisk miks ¹	110	NA	NA	110	NA	110	1,79
AVFALL*	NA	0 (90)	0 (0,4)	0 (6,7)	0 (97,1)	0 (4)	0 (101,1)	0,04
FYRINGSOLJE	Lett (Fyr 2)	265 ³	0,1	2,2	268	21	289	1,11
	Tung (Fyr 6)	282 ³	0,2	5,6	288	21	309	1,11
GASS	LPG	235 ³	0,1	2,2	237	39	276	1,09
	LNG	209 ³	0,1	2,2	211	40	251	1,09
BIOBRENSEL**4	Energivekster	0	2,3	6,7	9	28	37	NA
	GROT og stubber	0	2,3	6,7	9	7	16	0,03
	Skogsflis	0	2,3	6,7	9	9	18	0,06
	RT-flis	0	2,3	6,7	9	3	12	0,05
	Bark og spon	0	2,3	6,7	9	5	14	0,01
	Pellets og trepulver	0	0,2	5,6	6	13	19	0,11
	Briketter	0	0,2	5,6	6	15	21	0,18
	Bioolje	0	0,2	5,6	6	4	10	0,04
SPILLVARME		0	0	0	0	0	0	0
VARMEPUMPE	Bruk av el ¹	110	NA	NA	110	NA	110	1,79

Effektiv, miljøvennlig og sikker utnyttelse av energi

HOVEDKONTOR
Høffsveien 13, POB 27 Skøyen, N - 0212 Oslo
Telefon: 22 06 18 00
Telefaks: 22 06 18 90

AVD. GJØVIK
Strandgt. 13 A, N - 2815 Gjøvik
Telefon: 61 13 19 10
Telefaks: 61 13 19 11

AVD. BERGEN
Damsgårdsveien 165, N - 5160 Laksevåg
Telefon: 55 50 78 30
Telefaks: 55 50 78 31

Org. nr. 945 469 277 MVA
Kto.nr. 7034 05 00014
kontakt@energi.no
www.energi.no

* Avfall regnes som et restprodukt og utslippene er derfor allokert til den som generer avfallet. Tallene i parentes er faktiske utslipp ved forbrenning av avfall – gjennomsnittsverdier.

** Metan (CH₄) og lystgass (N₂O) blir dannet ved forbrenning av biobrensel, 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) Den norske Klimavoteforskriften – Miljøverndepartementet

4) Forbrenningsutslipp fra det svenske Naturvårdsverket²¹

5) Primærenergifaktor for nordisk miks er utregnet med basis i ENTSO-E statistikk for årene 2004-2008, og primærenergifaktorer er hentet fra Miljøfaktaboken 2011 (se egen referanse). Alle andre primærfaktorer er hentet fra Miljøfaktaböken 2011. Energiinnhold i biobrensel er ikke inkludert i PEF

²¹ <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Klimat/Utslappsminskning/Berakna-utslapp/>

8 REGNEEKSEMLER

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		Virkningsgrader
Avfall	157	133		Elektrisitet: 99 %
Lettolje	52	47		Avfall: 85 %
Pellets	48	43		Lettolje: 90 %
Sum	280	245,5	221	Pellets: 90 % 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	
Utslipp: Avfall	0	157 × 0	0	
Utslipp: Lettolje	289	52 × 289	15 028	
Utslipp: Pellets	19	48 × 19	912	
Sum			18 470	83,6

* 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 * 83,6 = 209 tonn p.a.**

Eksempel på omregning av enheter:

Brensel	Innfyrt mengde	Enhet	Omregning til GWh	GWh
Tungolje	1 500	GJ	1 500 / 3 600 *	0,42
Lettolje	2 500	Tonn	(2500 × 11945) / 10 ⁶	29,9
LNG	14 000	m ³	(14 × 11 22) / 10 ⁶	0,16
Sum				30,42

1 GJ = 1 GW*s | 1 time = 3 600 s | 1 GWs × $\frac{1 h}{3600 s}$ | 1 GJ = $\frac{1}{3600}$ GWh

9 HOVEDREFERANSER OG KILDER

Tabell 6: Hovedkilder for studien

NAVN	UTGIVER	UTGIVELSEÅR
Miljöfaktaboken 2011: Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter ²²	Värmeforsk Sverige	2011
Klimakvoteforskriften ²³	Miljøverndepartementet	2005
Miljövärdering av el och värme ²⁴	Svensk Fjärrvärme og Svensk Energi	2010
Miljövärdering av el – med fokus på utsläpp av koldioxid ²⁵	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/>

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/>

²² <http://www.varmeforsk.se/rapporter?action=show&id=2333>

²³ <http://www.lovdataba.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20041223-1851.html>

²⁴ Ikke tilgjengelig på nett

²⁵ http://www.svenskenergi.se/upload/Aktuellt/Filer/miljovardering_elanvand.pdf

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

Grei introduksjon til LCA fra amerikanske miljømyndigheter

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