

# Energikartlegging for 2015

Forus Energigjenvinning 2 AS

Status: **Gjeldende**  
Dato: 01.04.2016  
Utarbeidet av: **Geir Aspelund**  
Oppdragsgiver: Forus Energigjenvinning 2 AS

# Rapport

Oppdragsgiver: **Forus Energigjenvinning 2 AS**

Dato: 01.04.2016

Prosjektnavn: Energiledelse ved Forus Energigjenvinning

Dok. ID: 32969-00019-0.10

Tittel.: **Energikartlegging for 2015**

Deres ref: Rune Dirdal

Utarbeidet av: Geir Aspelund

Kontrollert av:

Status: Gjeldende

## Sammendrag:

---

Som en del av implementering av Energiledelse etter ISO50001 har Norsk Energi har utført en energikartlegging hos Forus Energigjenvinning 2 AS, i perioden november 2015 tom. mars 2016.

Forus Energigjenvinning gjenvinner energi fra avfall til elkraft og fjernvarme og produserte i 2015 44 GWh elkraft og leverte mer enn 94 GWh fjernvarme fra totalt 106 800 tonn avfall.

Det benyttes årlig ca. 10 GWh elkraft til drift av de to forbrenningslinjene, i hovedsak til drift av røykgass- og forbrenningsluftvifter og matevann/kondensatpumper. I tillegg benyttes 1,5 - 2 GWh naturgass i forbindelse med opp/nedkjøring, samt ved driftsproblemer i anlegget.

Denne rapporten dokumenterer de kriterier og prioriteringer som ligger til grunn for vurdering av energitiltak ved Forus Energigjenvinning. Vurderte energitiltak er samlet i et eget excel-ark.

Som en del av kartleggingen er det også definert energimål for Forus Energigjenvinning, samt energiytelsesindikatorer for å følge opp utviklingen i energibruk.

## Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn.....	4
1.1	Om Norsk Energi, metode for energikartleggingen.....	4
1.2	Om bedriften, produksjonsforhold, etc.....	4
1.3	Omfang, kontaktpersoner og tidsplan.....	4
1.4	Informasjon om datainnsamlingen.....	4
2	Kartlegging av energibruk.....	5
2.1	Kapasitet.....	5
2.2	Energiproduksjon.....	6
2.3	Internt energiforbruk.....	8
2.3.1	Elkraft.....	9
2.3.2	Naturgass.....	12
2.3.3	Fjernvarme.....	13
2.4	Diesel.....	13
2.5	Tomgangsforbruk.....	13
2.6	Energiflyt.....	13
2.7	Grensesnitt.....	16
2.8	Energirelaterte inntekter og kostnader.....	17
3	Energimål for Forus Energigjenvinning.....	18
3.1	Definisjon.....	18
3.2	Delmål.....	18
3.3	Energiytelsesindikatorer.....	19
3.4	Energibasislinjer.....	20
4	Tiltak for energieffektivisering.....	22
4.1	Krav til registrerte tiltak.....	22
4.2	Klassifisering av tiltak etter NS-EN16247.....	22
4.3	Kriterier for å rangere tiltak.....	22
4.4	Potensielt samspill mellom tiltakene.....	23
4.5	Økonomiske forutsetninger som ligger til grunn for vurderingene.....	23
4.5.1	Finansielle parametere.....	23
4.5.2	Tekniske parametere.....	23
4.5.3	Aktuelle tilskudd og subsidier.....	23
4.5.4	Beregningseksempel.....	24
5	Vedlegg:.....	25
5.1	Tilgjengelige tilskudd og subsidier.....	25

## 1 Bakgrunn

### 1.1 Om Norsk Energi, metode for energikartleggingen

Norsk Energi (etabl. 1916) er et spisskompetansesenter for energi, miljø og sikkerhet i norsk industri. Norsk Energi er organisert som en forening for energiforbrukende industri, med motto «*Effektiv, miljøvennlig og sikker utnyttelse av energi*». Norsk Energi utfører rådgiving, prosjektering, kontroll, utredning, teknologiutvikling og opplæring innen energi, miljø og sikkerhet, derunder energiledelse etter standarden ISO50001:2011.

NE sine rådgivere har den nødvendige kompetanse og kvalifikasjoner for å gjennomføre en energikartlegging. Arbeidet blir gjennomført under forutsetning av konfidensialitet og objektivitet. Denne kartleggingen er gjennomført etter NS-EN 16247 (del 1:2012 og del 3:2014) (Energirevisjoner)

### 1.2 Om bedriften, produksjonsforhold, etc.

Forus Energigjenvinning er en miljøbedrift som driver med energigjenvinning av avfall. Med Forus Energigjenvinning menes de to selskapene Forus Energigjenvinning KS og Forus Energigjenvinning 2 AS. Forus Energigjenvinning består to produksjonslinjer hvor den første (linje 1) startet opp i 2002 og den andre (linje 2) startet opp i 2012. De to linjene kan ta imot 110 000 tonn avfall i året. Anlegget driftes 24 timer i døgnet, 365 dager i året.

Anlegget har kapasitet til å produsere 225 GWh fjernvarme og 50 GWh strøm. Fra 4 tonn avfall mottatt inn på anlegget, kjøres normalt 1 tonn restprodukter fra prosessen ut fra anlegget. Restproduktene er utsortert metall og aske. Metallet leveres til fragmenteringsverk for materialgjenvinning. Asken (bunnaske, flyveaske og kjelaske) leveres til godkjent deponi.

### 1.3 Omfang, kontaktpersoner og tidsplan

Energikartleggingen er utført av Norsk Energi i samråd med daglig leder og driftspersonell ved Forus Energigjenvinning i perioden november 2015 – mars 2016.

### 1.4 Informasjon om datainnsamlingen

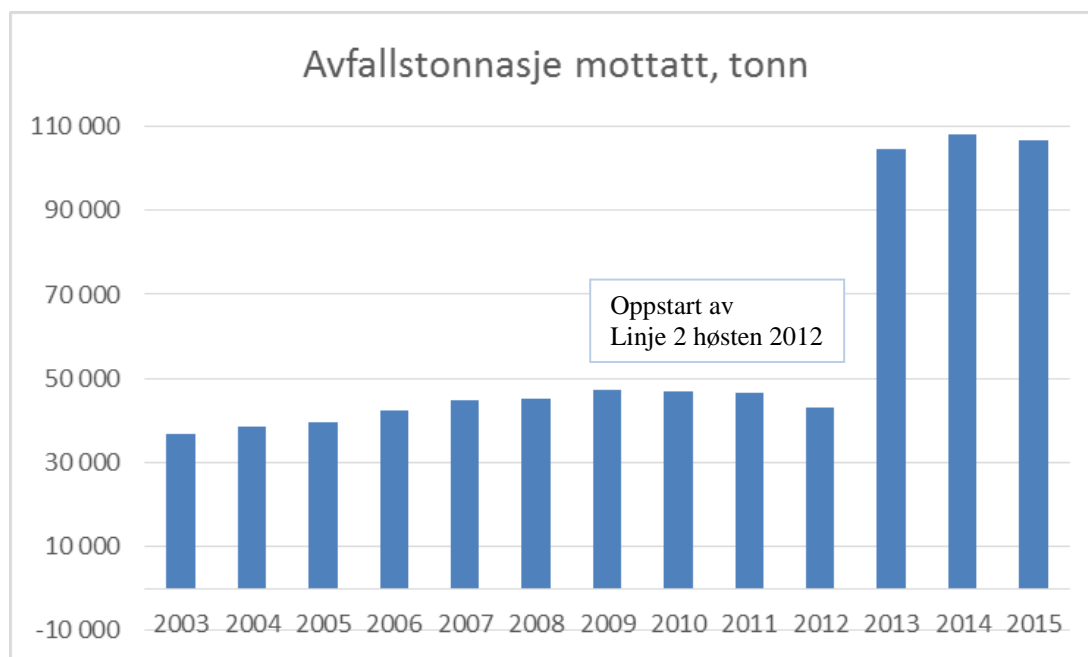
Data til denne energikartleggingen er hentet gjennom dialog med de ansatte ved Forus Energigjenvinning og fra følgende dokumenter:

- Excel-ark «Driftstall 1+2 2015.xls» fra oppdragsgiver
- Excel-ark «avregning L1 og L2 energileveranser 2015.xls» fra oppdragsgiver
- Døgnverdier for effekt og energi fra «Effen» hos nettleverandør Lyse Elnett/Lyse Dialog
- Nominell effekt på motorer fra anleggsdokumentasjon og P&I-er
- Prognose fra Lyse Neo i «Brev Lyse Neos planer og prognoser for varmesalg 01.02.2016.pdf»
- Regnskapstall for 2015 for Forus Energigjenvinning KS og Forus Energigjenvinning 2 AS
- Samtaler med driftspersonell

## 2 Kartlegging av energibruk

### 2.1 Kapasitet

Forus energigjenvinning har per 2015 en forbrenningskapasitet på 110 000 tonn avfall per år. Av 4 tonn inn på anlegget kjøres omtrent 1 tonn restprodukter i form av utsortert metall, aske og andre biprodukt til videre behandling eller deponi.



Figur 1 – Årlig samlet avfallstonnasje.

Fra innfyrt avfall har anlegget kapasitet til å produsere i 50 GWh elkraft og 225 GWh fjernvarme. Når varmebehovet i tilhørende fjernvarmenett er lavere enn produksjonskapasiteten kjøles varmeoverskuddet bort i tørrkjølere.

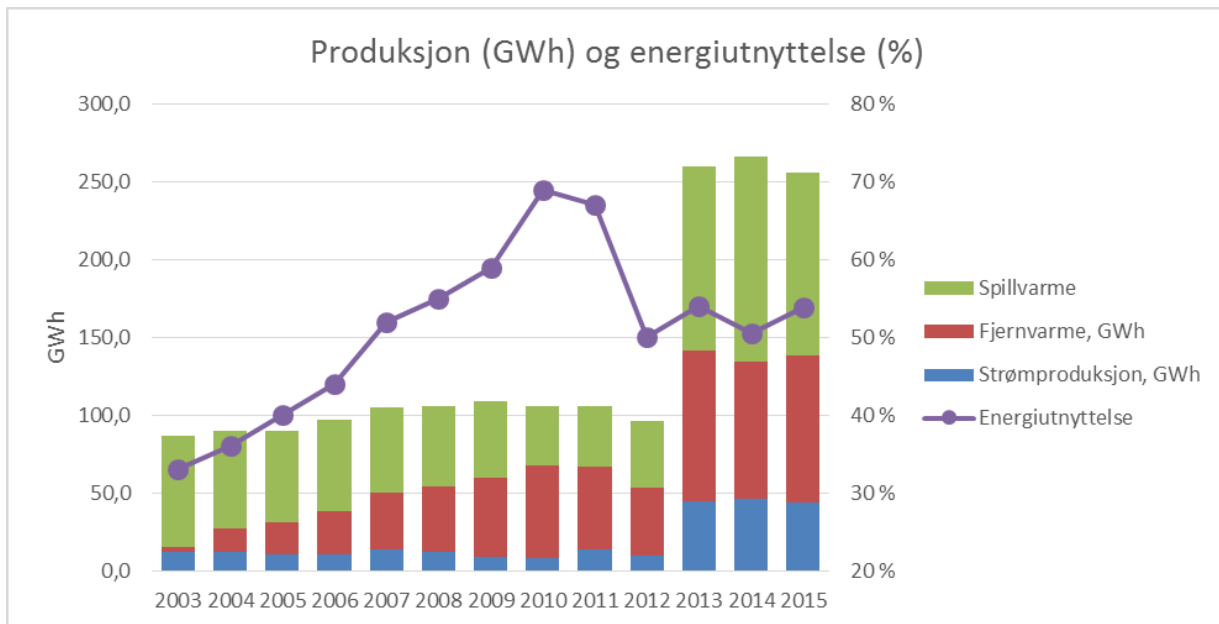
Fra kjelen i Linje 1 kan det produseres inntil 15 MW overhettete damp ved 22 bar(a) og 350 °C. Linje 1 er utstyrt med en kondenserende turbin med mulighet for avtapping til fjernvarme mellom 1. og 2. trinn på turbinen. Kapasiteten på turbinen er 2,5 MW (6 kV) og eies og driftes av Lyse Produksjon.

Fra kjelen i Linje 2 kan det produseres inntil 22 MW overhettete damp ved 40 bar(a) og 400 °C. Linje 2 er utstyrt med en mottrykksturbin med kapasitet på 4,5 MW (11 kV) hvor alt lavtrykksdamp på turbinutløpet kondenseres mot fjernvarmesystemet. Turbinen eies og driftes av Forus Energigjenvinning.

Se for øvrig kapittel 2.7 for en oversikt over relevante grensesnitt mellom aktørene rundt Forus Energigjenvinning.

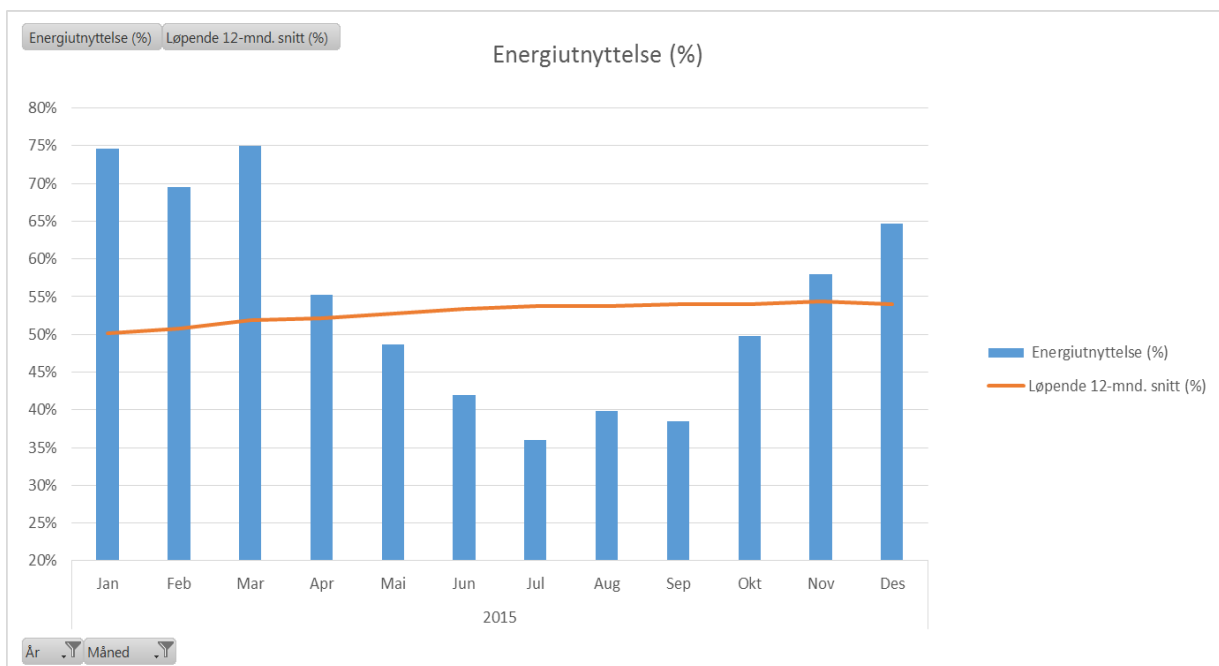
## 2.2 Energiproduksjon

I basisåret 2015 ble det produsert 44 GWh elkraft og 94,1 GWh fjernvarme fra avfallsforbrenningen. Dette tilsvarer en energiutnyttelse på 54%, etter definisjonen «norsk formel».



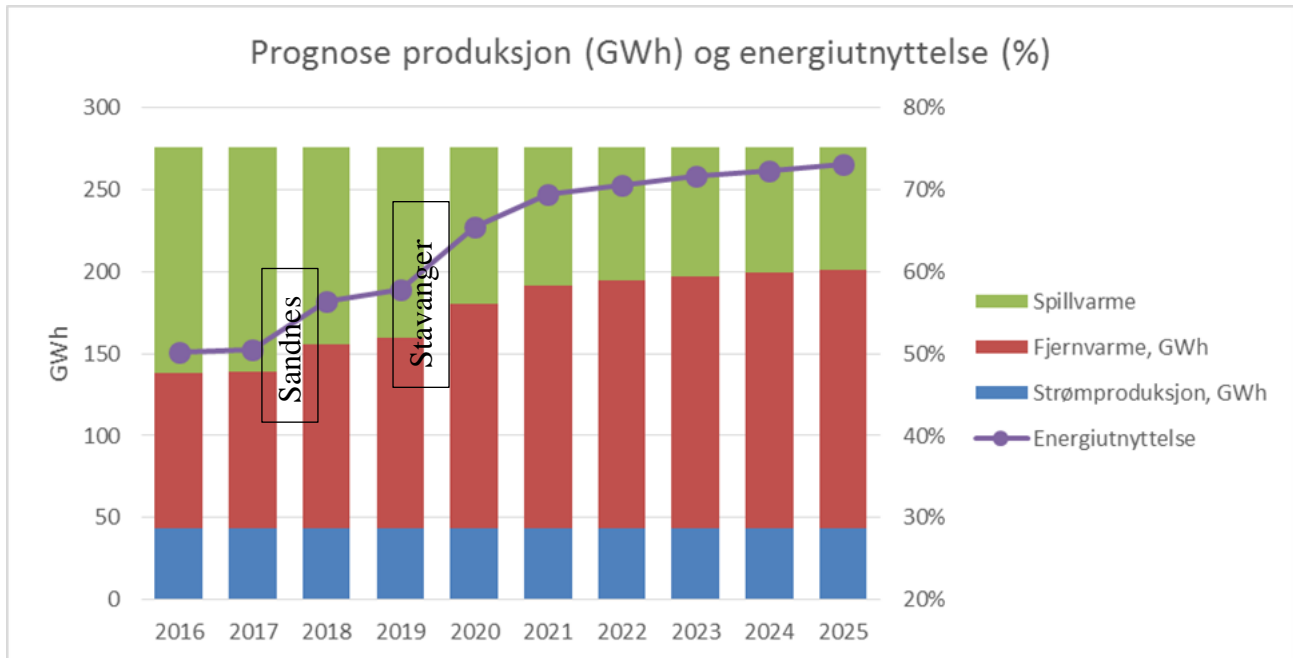
Figur 2 – Historisk produksjon og samlet energiutnyttelse

Figur 2 viser at energiutnyttelsen falt fra år 2012. Dette skyldes oppstart av forbrenningslinje 2, uten at behov i fjernvarmenettet økte tilsvarende. Figur 3 viser hvordan variasjonen i fjernvarmebehovet påvirker anleggets energiutnyttelsesgrad fra måned til måned. I vinterkvartalet har anlegget tilnærmet full varmeutnyttelse og en energiutnyttelse på godt over 70%. I perioder med lav etterspørsel i fjernvarmenettet maksimeres strømproduksjonen og anleggets varmeoverskudd kjøles bort i tørrkjølere.



Figur 3 - Energiutnyttelse per måned for Forus Energigjenvinning

Figur 4 viser gjeldende prognose for kommende år. Figuren viser hvordan den forventede veksten i etterspørselen av fjernvarme vil påvirke energibalansen og energiutnyttelsesgraden ved Forus Energigjenvinning etter hvert som dette utvides mot Sandnes og Stavanger Sentrum. Utbyggingstakten for fjernvarme styres av Lyse Neo.

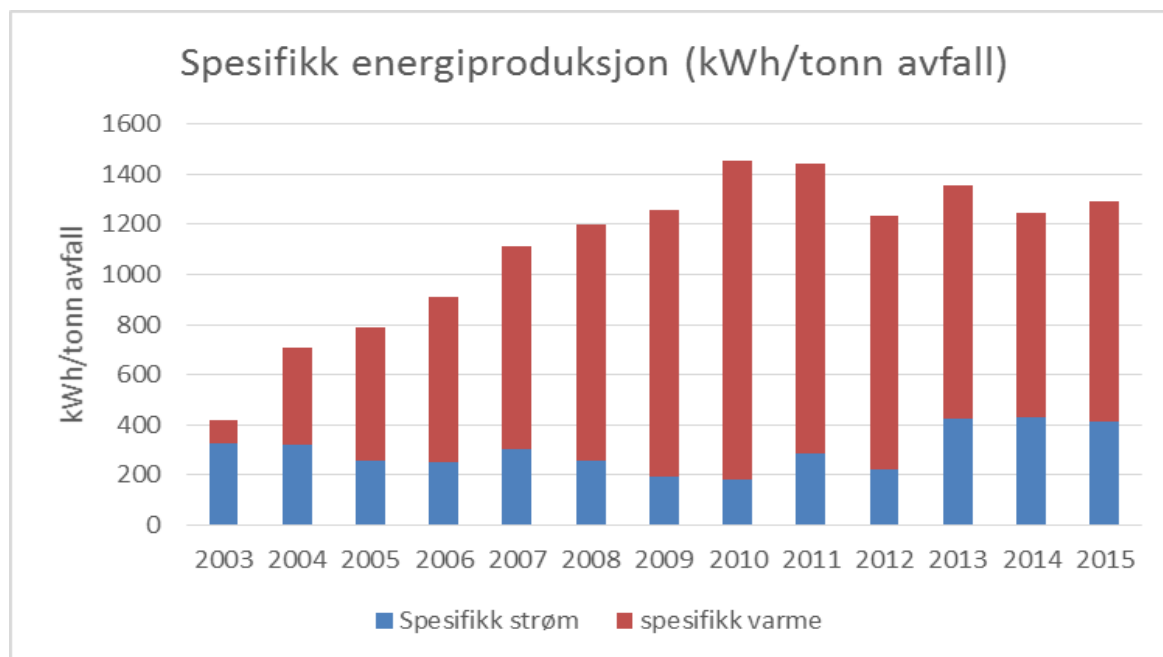


Figur 4 - Gjeldende prognose for framtidig produksjon og energiutnyttelse

Prognosen for framtidig varmesalg baserer seg på siste prognose fra Lyse Neo (datert februar 2016). Utbyggingen av fjernvarme har hittil vært konsentrert om Forus og Jåttåvågen. Videre utbygging vil skje langs to akser: mot Sandnes og Stavanger. Ifølge gjeldende utbyggingsplan vil Sandnes kobles til eksisterende fjernvarmenett i løpet av 2018 og Stavanger (urban Sjøfront) i 2020. Utbyggingstakten i fjernvarmenettet har vært lavere enn opprinnelig antatt.

Leveransen av fjernvarme er i stor grad avhengig utetemperatur. I kalde år er varmebehovet høyere enn i varme år, eksempelvis var salget høyere i 2013 enn i 2014, selv om underliggende vekst i varmekunder økte med 1-2 % i samme periode. Variasjonen mellom kalde og varme år kan utgjøre i størrelsesordenen +/- 5 prosentpoeng fra normalen. Alle volum i prognosen er basert på et normalår.

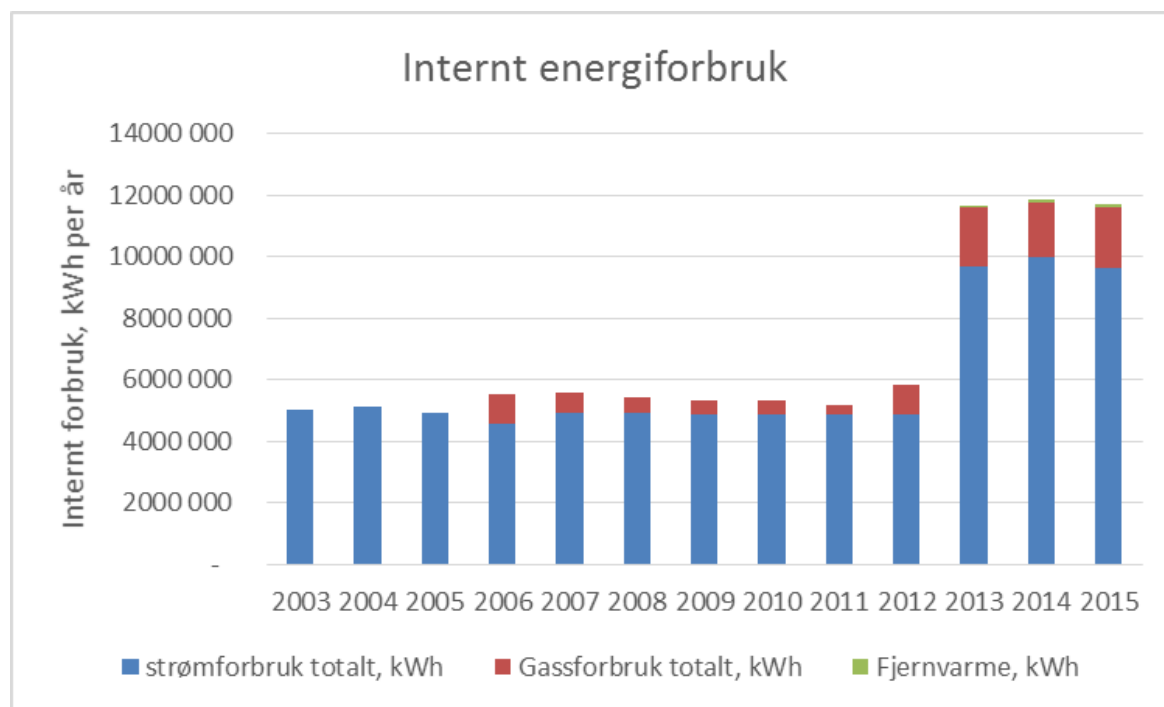
Figur 5 viser utviklingen i anleggets spesifikke energiproduksjon.



Figur 5 – Utvikling i spesifikk energiproduksjon for Forus Energigjenvinning

### 2.3 Internt energiforbruk

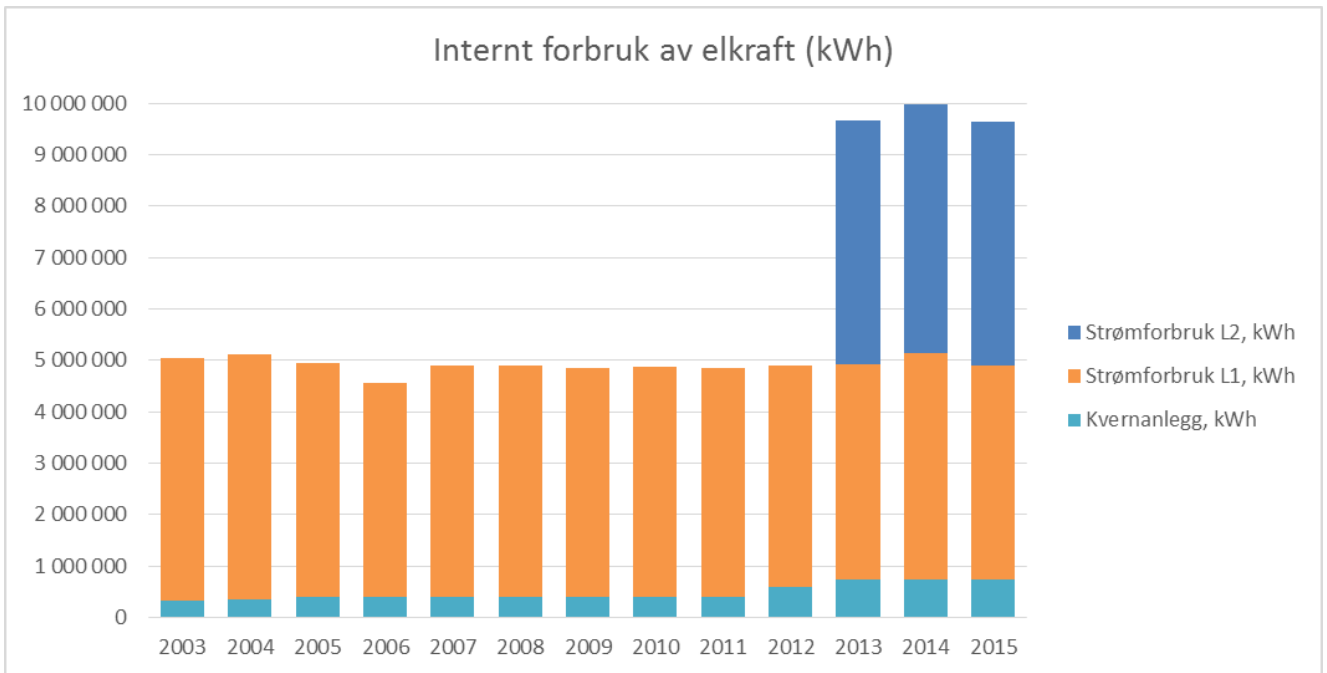
Elkraft er den viktigste interne energibæreren. I 2015 var internforbruket tett opp under 10 GWh, noe som tilsvarer nesten 20% av den samlede produksjonskapasiteten fra turbinene. I tillegg ble det benyttet i underkant av 2 GWh naturgass i støttebrennere i ovnen i forbindelse med oppstarter, nedkjøringer og store driftsforstyrrelser. *Merk: det benyttes ikke naturgass under normal drift.* Av øvrige hjelpesystemer/innsatsfaktorer nevnes forbruksvann, ammoniakk-løsning, kalk og diesel spesielt.



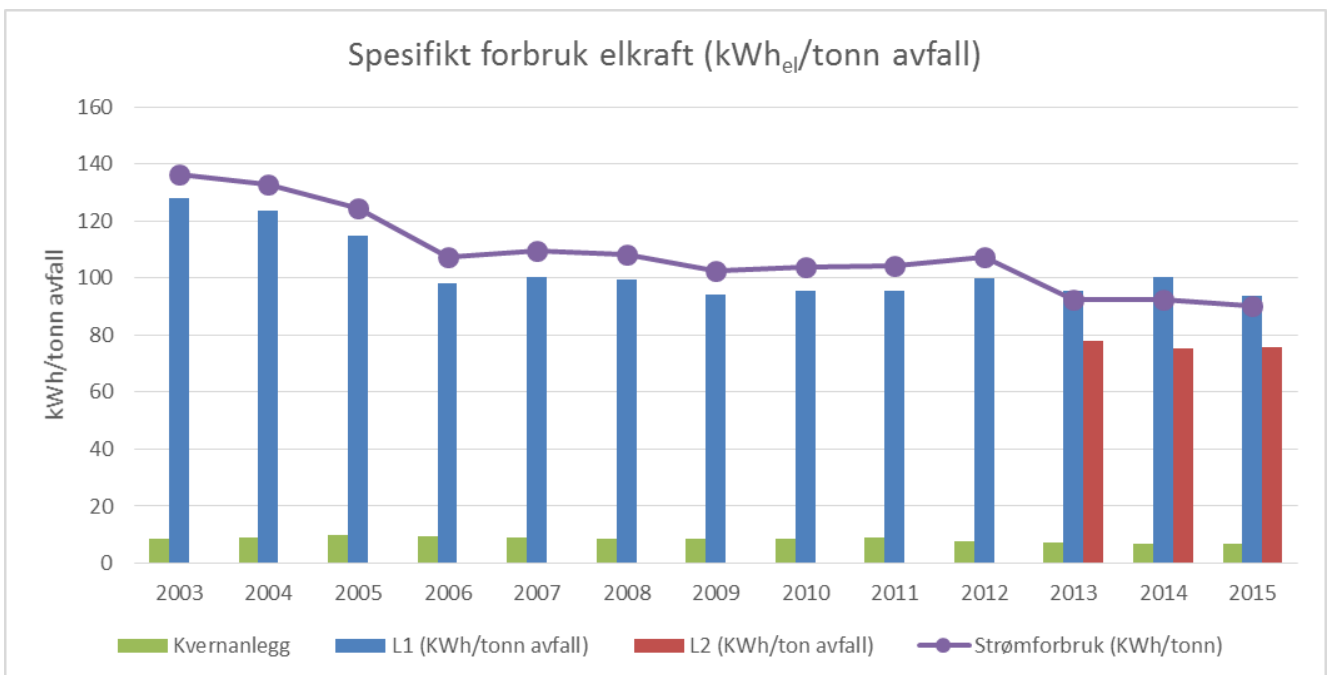
Figur 6 – Utvikling i internt energiforbruk for Forus Energigjenvinning.



### 2.3.1 Elkraft



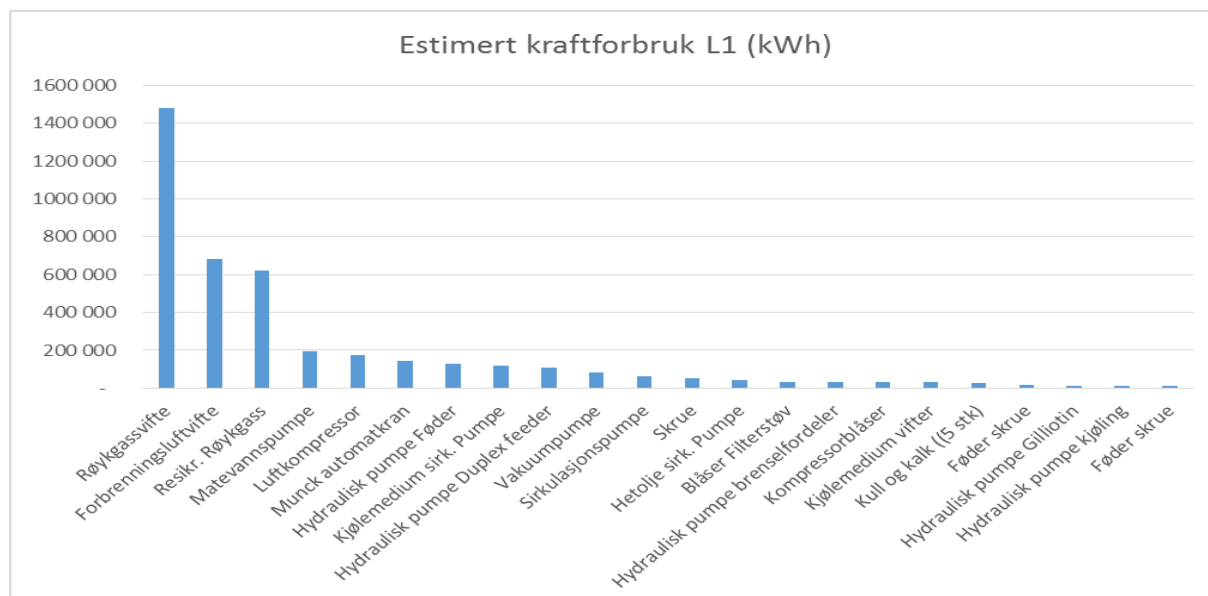
Figur 7 – Internt elkraftforbruk ved Forus Energigjenvinning (økningen i 2013 skyldes oppstart av Linje 2).



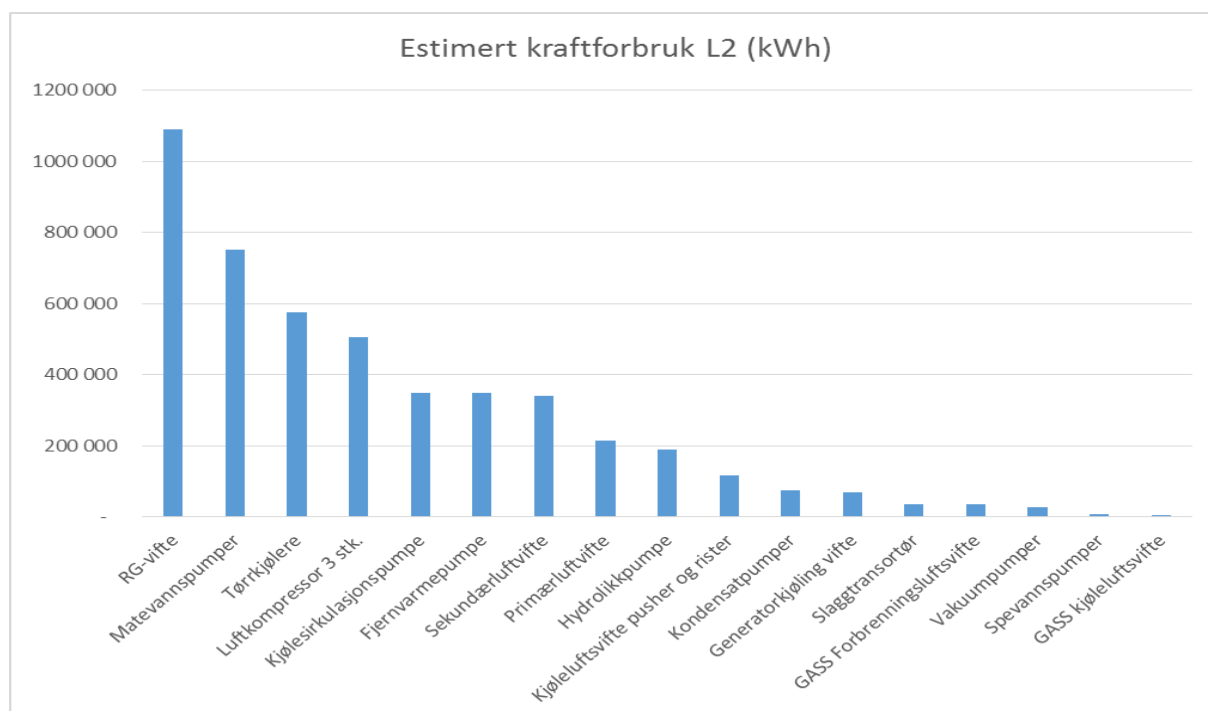
Figur 8 – Spesifikt elkraft forbruk per hovedmåler/produksjonslinje (elkraft)

Figur 8 viser spesifikt elkraftforbruk per hovedmåler/produksjonslinje. Endringen i spesifikt kraftforbruk i 2005 skyldes ombygginger av ventilasjonsanlegg ved Linje 1. Endringen i 2013 skyldes at Linje 2, som har et lavere spesifikt energiforbruk enn Linje 1, ble satt i drift.

Ut fra tilgjengelige motorlister, årlig driftstid og tilgjengelige energi- og effektmålinger er det satt opp en liste over de antatt største forbrukerne av intern elkraft. Oversikten viser at røykgassvifter og friskluftsvifter er de største interne lastene, deretter de største pumpedriftene.



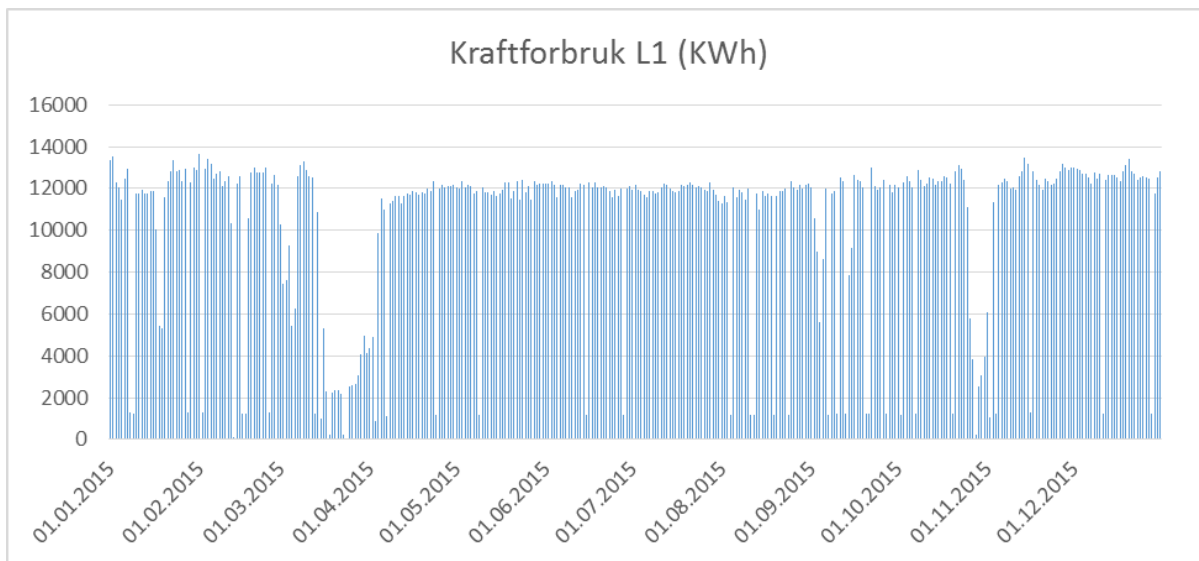
Figur 9- Fordeling av internt energiforbruk per motor for linje 1 (estimerte 2015-tall)



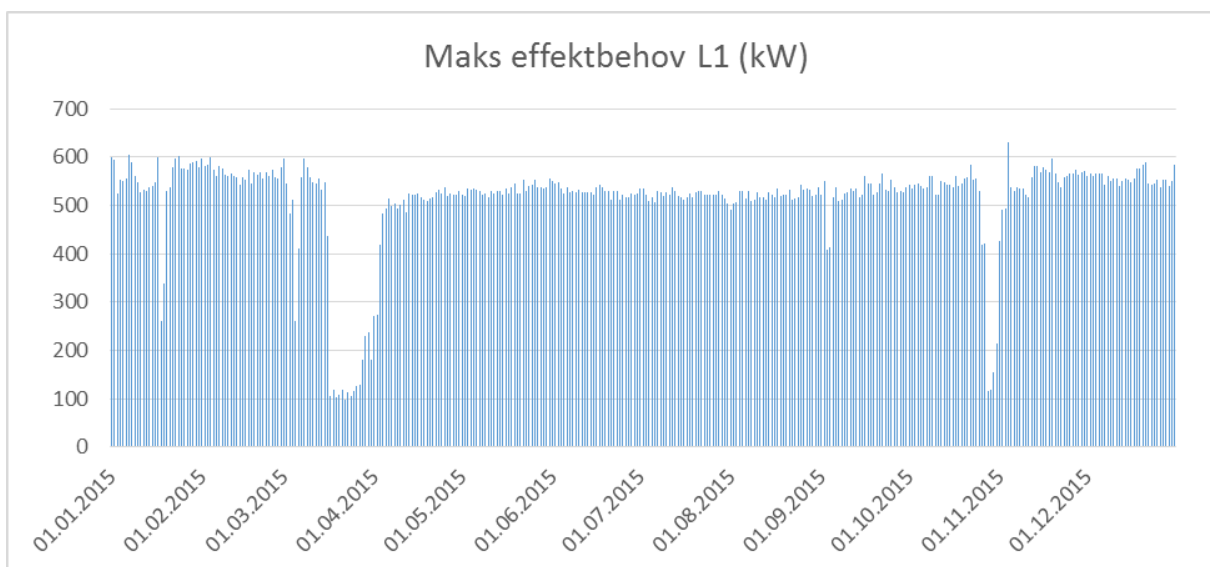
Figur 10 – Fordeling av energiforbruk per motor for Linje 2 (estimerte 2015-tall)

For Linje 1 kan man ta ut en oversikt over daglige energibehov og største daglige effektuttak fra systemene til nettselskapet Lyse El-nett. Figur 11 viser at Linje 1 har et ganske jevnt internt energibehov på ca. 12 000 kWh per døgn. Figur 12 viser videre at Linje 1 har et ganske jevnt maks effektforbruk på mellom 500 og 600 kW, noe som sammenfaller godt med et energiforbruk som i figuren for energibruk ovenfor. Figur 12 viser også at Linje 1 har et tomgangsforbruk i lengre stansperioder på ca. 100 kW. En vesentlig del av dette er røykgassvifta som må gå for å sikre god utlufting fra ovnen under rutinemessig vedlikehold.

For Linje 2 som forsynes av egengenerert elkraft har man ikke tilgjengelig tilsvarende oversikter.



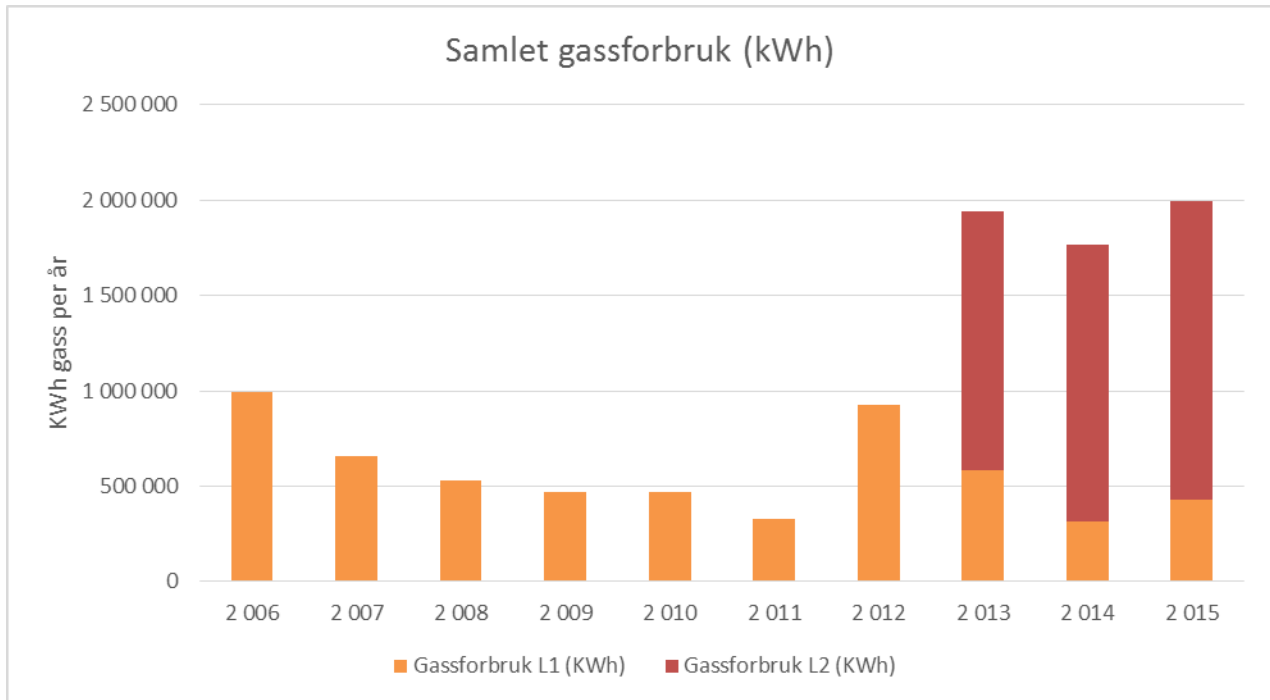
Figur 11 – Daglig energiforbruk ved Linje 1.



Figur 12 – Maks effektuttak for Linje 1 per dag i 2015. (Rådata fra Lyse via kundeportalen Effen)

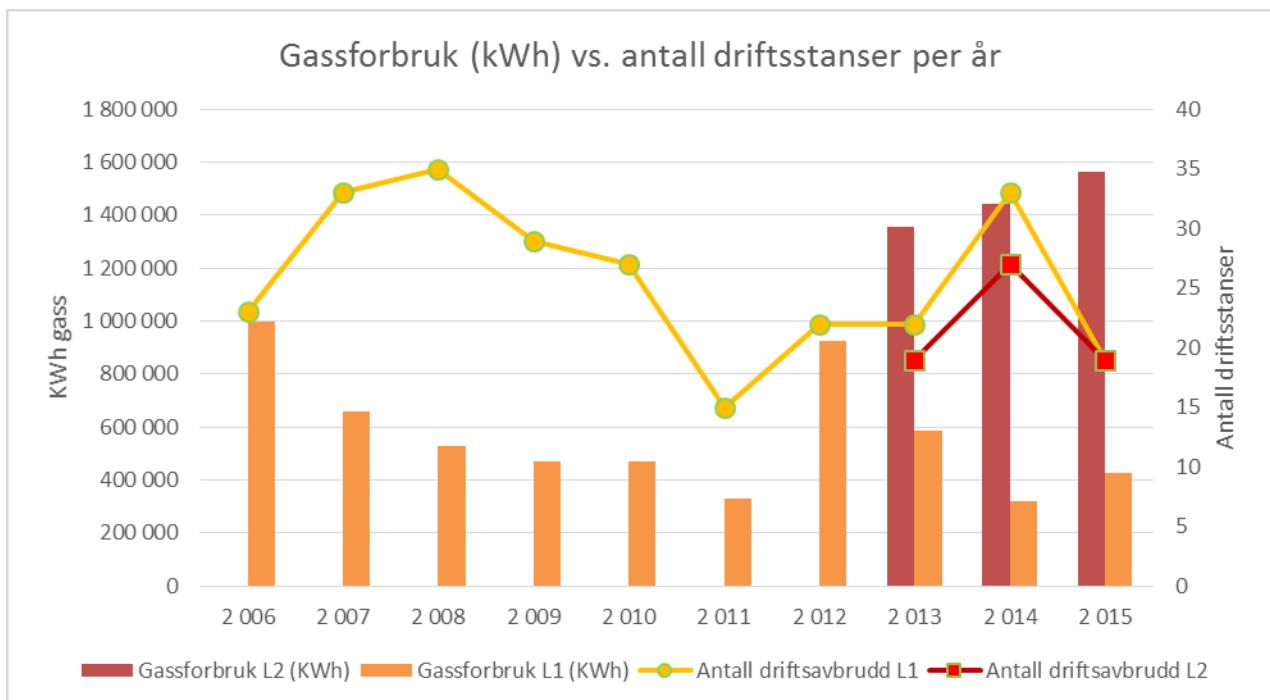
### 2.3.2 Naturgass

Naturgass brukes for å opprettholde nødvendige prosessbetingelser (driftstemperaturer, etc.) i ovnen ved oppstart, nedkjøring og midlertidige driftsforstyrrelser som hindrer normal tilførsel av avfallsenergi. Brennerne brukes normalt aldri som støttebrennere ved normal drift. Installert brennereffekt for Linje 1 er 6,75 MW. For Linje 2 er den 17,2 MW.



Figur 13 – Årlig forbruk av naturgass i forbindelse med oppkjøring og nedkjøring av forbrenningsovnene.

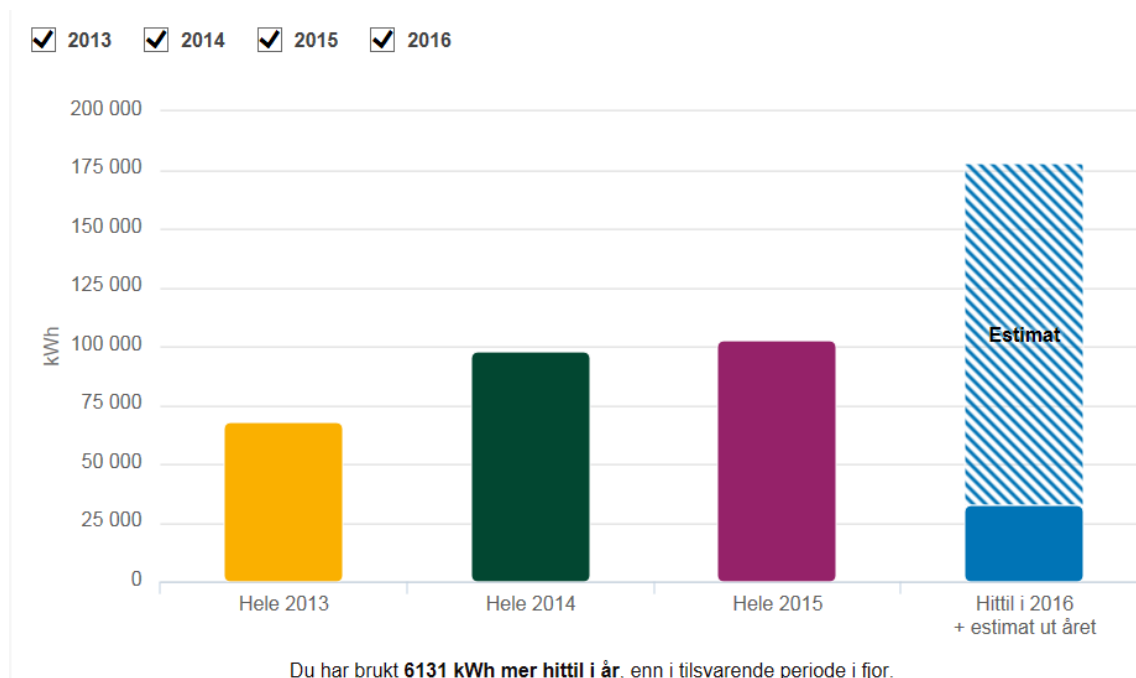
Årlig forbruk av naturgass er på i underkant av 2 GWh. Tiltak som reduserer antall driftsstopp vil være med på redusere forbruket av naturgass.



Figur 14 – Gassforbruk per linje sammenlignet med antall driftsstanser per år

### 2.3.3 Fjernvarme

Forus Energigjenvinning kjøper fjernvarme til å dekke den delen av oppvarmingsbehovet som ikke kan dekkes gjennom gjenvinning fra egne systemer. I 2015 ble det kjøpt 102 MWh fjernvarme til en verdi på ca. 50 000 kr.



Figur 15 – Årlig fjernvarmeforbruk fra «min side» på [www.lyse.no](http://www.lyse.no)

Ideelt sett skulle fjernvarmeforbruket blitt delt opp per måned, men siden flere av månedsverdiene er en miks av innrapporterte og stipulerte verdier fra fjernvarmeleverandør vil et månedsoppsett gi et feilaktig bilde av månedlig forbruk.

### 2.4 Diesel

Forus Energigjenvinning bruker diesel til drift av to nødstrømsaggregat, en hjullaster og truck.

- Reservekraft til Linje 1 testes på tomgang (ca. 30 liter/t ≈ 300 kWh per gang)
- Reservekraft til Linje 2 testes på 2/3 last (ca. 200 kWel ≈ ca. 500 kWh innfyrt ≈ 50 liter/h)

Nødstrømsaggregatene testkjøres ca. 1 time per måned slik at årlig energiforbruk anslås til 10 000 kWh.

### 2.5 Tomgangsforbruk

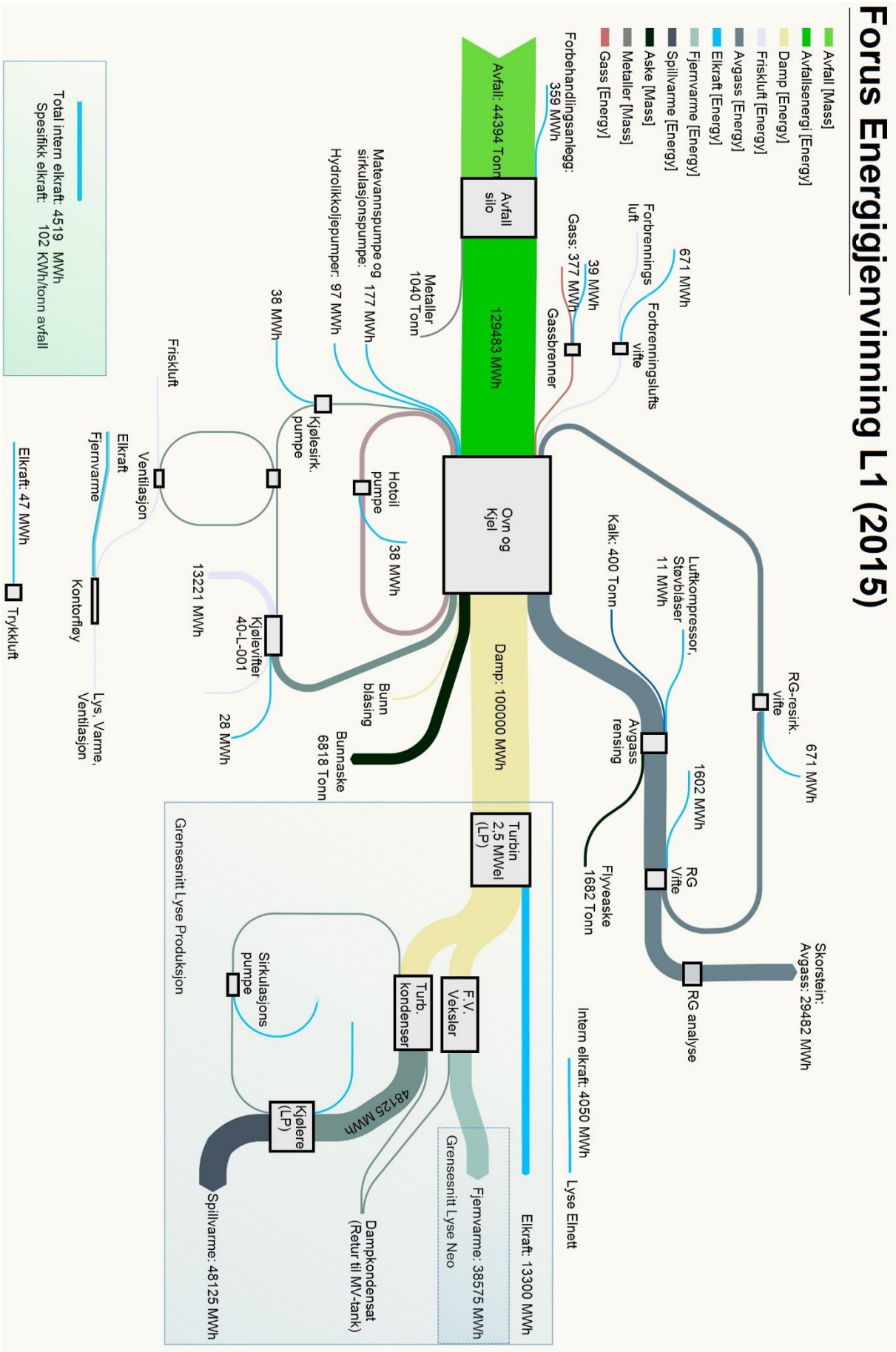
Forbrenningsanleggene driftes døgntkontinuerlig med få driftsstanser. Tomgangsforbruket utgjør derfor en liten del av det samlede energiforbruket ved anlegget og er ikke et fokusområde for denne kartleggingen.

### 2.6 Energiflyt

Det er laget masse- og energiflyter for Linje 1 og Linje 2 som viser den relative størrelsen på de ulike energistrømmene gjennom forbrenningsanlegget. Avfallsenergien er som forventet den dominerende energistørrelsen i prosessen. Energiflyten baserer årlige produksjons- og forbrukstall og kan tidvis gi et feilaktig bilde av energisituasjonen ved anlegget. Andelen spillvarme vil f.eks. være minimal på kalde dager, og tilhørende elkraft til drift av tørrkjølere vil være større på varme dager med overskuddsenergi.

Energiflytene kan likevel være et godt hjelpemiddel for å identifisere områder i prosessen med rom for optimalisering og forbedringer.

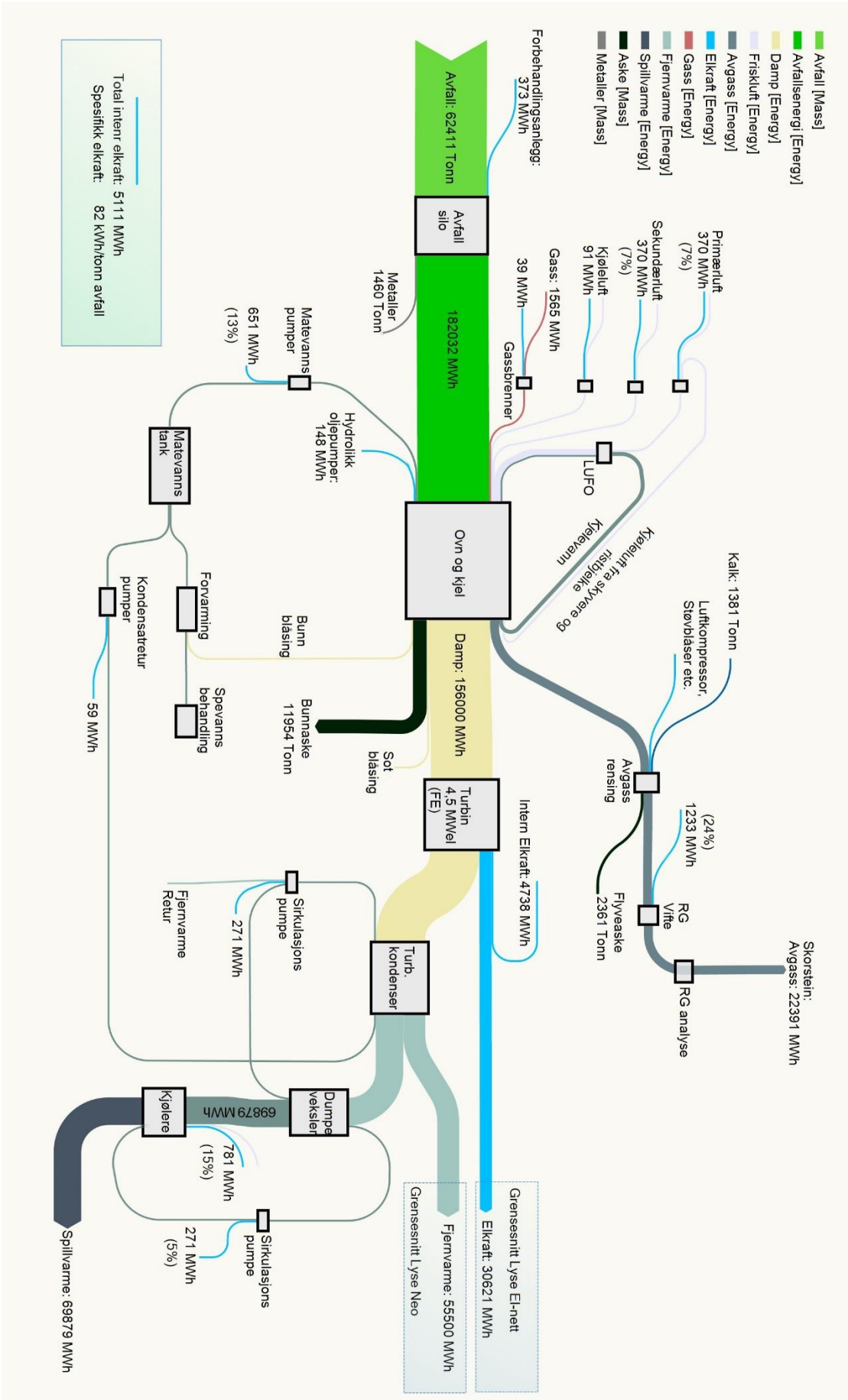
# Forus Energigjenvinning L1 (2015)



Figur 16- Energifyt for Linje 1

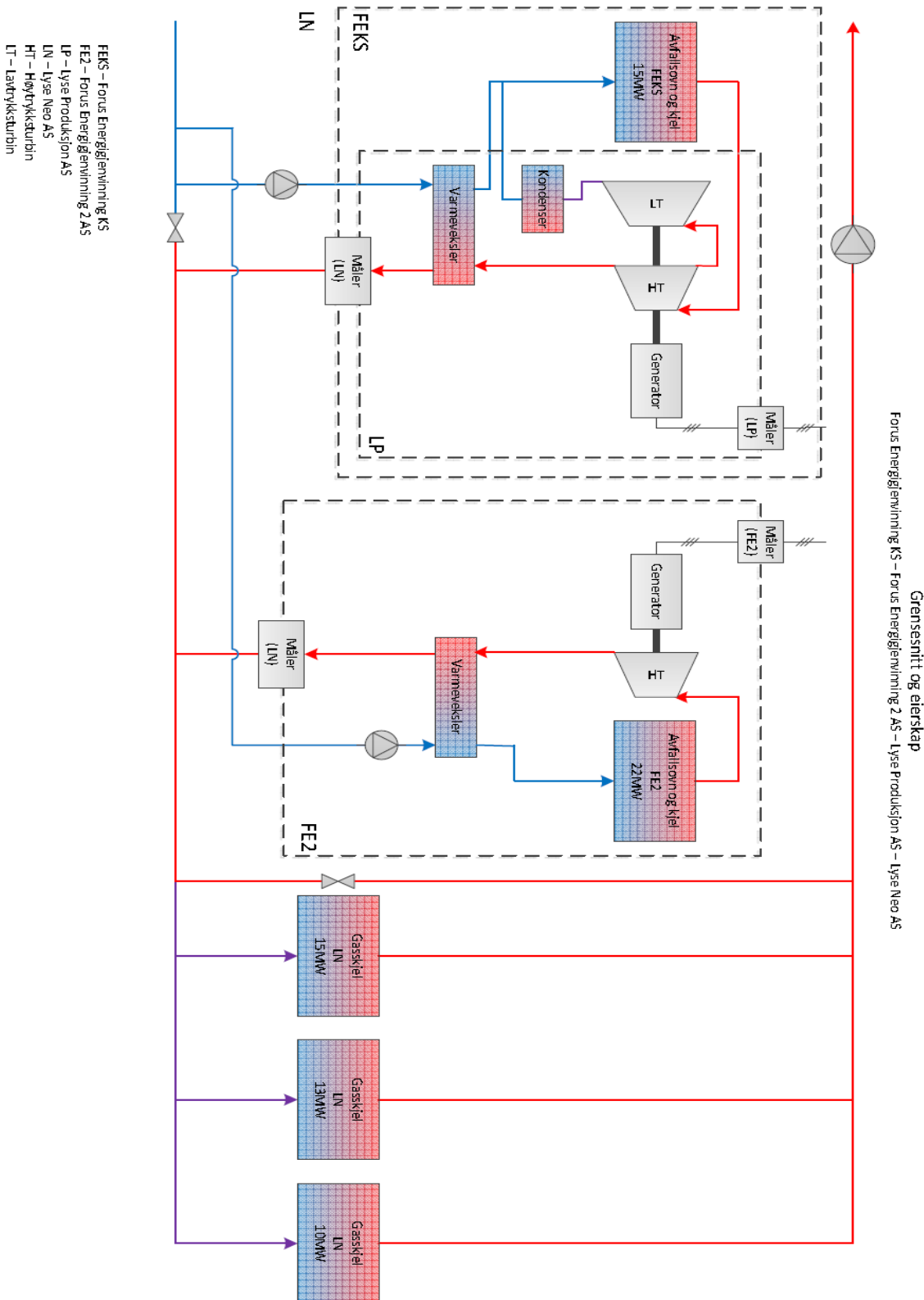


# Forus Energigjenvinning L2 (2015)



Figur 17 – Energifylt for Linje 2

## 2.7 Grensesnitt



Figur 18 - Grensesittstegning for produksjonsmålere (elkraft og fjernvarme)

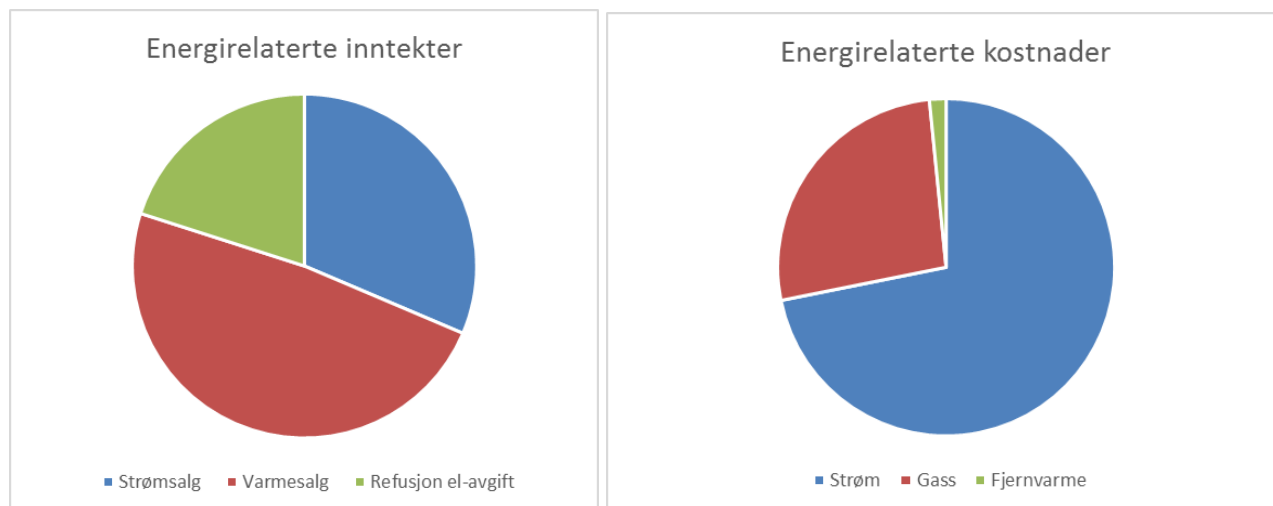
### Kommentar til figur:

Partene eier og driver hver sin del i en integrert verdikjede for sluttbehandling av avfall, strømproduksjon og fjernvarme produksjon/distribusjon/salg. Grensesnitt og den enkeltes forpliktelse er beskrevet i en egen avtale.



## 2.8 Energirelaterte inntekter og kostnader

Forus Energigjenvinning får betalt for å ta imot og sluttbehandle avfall gjennom en «gatefee» per tonn mottatt avfall. Videre får man betalt for levert elkraft og fjernvarme, samt refusjon for elavgift for salg av egenprodusert elkraft til slutt kunder. Inntektene fra mottatt avfall er den klart viktigste inntektskilden til Forus Energigjenvinning. Kjøp av elkraft (inkludert tapt salg av produsert elkraft fra Linje 2) utgjør den klart største energirelaterte driftskostnaden for Forus Energigjenvinning.



Figur 19 – Energirelaterte inntekter og utgifter

Basert på regnskapstall fra 2015 utgjør inntektene fra varmesalget omtrent halvparten av de energirelaterte inntektene. Verdien av varmesalg forventes å øke i takt med utbyggingen av fjernvarme. Elkraft er den klart viktigste av de energirelaterte kostnadene. Denne forventes å være stabil i årene framover med mindre det settes i verk energieffektiviserende tiltak. Forbruket av gass er relatert til antall driftsforstyrrelser ved anlegget, noe som det arbeides kontinuerlig med å redusere.

I 2015 utgjorde samlede inntekter relatert til salg av energi (elkraft, varme, ref. elavgift) 18,3 MNOK. De samlede utgifter til kjøp av elkraft, gass og fjernvarme til driften av anlegget utgjør ca. 3,1 MNOK.

### 3 Energimål for Forus Energigjenvinning

#### 3.1 Definisjon

Forus Energigjenvinning har satt som mål å realisere **2,66 GWh/år** redusert internforbruk eller redusert bortkjølt varme innen utløpet av 2020 som følge av energiledelsen. Målet kan realiseres både gjennom økt oppetid eller virkningsgrad på turbinene (økt elkraft), økt leveranse av fjernvarme (mindre bortkjølt varme) eller redusert internforbruk av elkraft og naturgass.

Til sammenligning ligger det i prognosen at salget av fjernvarme i samme periode skal økes med 42 GWh.

#### 3.2 Delmål

Basert på resultatene fra denne kartleggingen kan målet deles opp i følgende underkategorier:

Hva:	Basisverdi:	Reduksjonsmål:	Mål:
Redusert intern elkraft	10 000 MWh	10 %	1 000 MWh
Redusert naturgass	2 000 MWh	10%	200 MWh
Økt elkraft	44 000 MWh	1,5%	660 MWh
Økt varmesalg *	94 000 MWh	0,85 %	800 MWh
<b>SUM</b>			<b>2660 MWh</b>

\* Økt varmesalg utover det som allerede ligger i etablert prognose (f.eks. akkumulering, varme til kjøleprosesser, etc)

Med de energiprisene som er definert i kapittel 4.5.1 og delmålene ovenfor utgjør Forus Energigjenvinning årlig økte inntekter og reduserte kostnader tilsvarende:

- Ca. NOK 400 000 i reduserte kostnader til intern bruk av elkraft
- Ca. NOK 80 000 i reduserte gasskostnader
- Ca. NOK 190 000 i økte inntekter fra salg av elkraft
- Ca. NOK 80 000 i økte inntekter fra varmesalg

I sum ca. 750 000 kroner per år. Gitt kravet om minimum enkel inntjenings tid på maks fem år gir dette en samlet maksimalt investeringsramme for Forus Energigjenvinning på 3,75 millioner kroner.

### 3.3 Energiytelsesindikatorer

#### **Energiutnyttelsesgrad (%):**

Definerer hvor stor andel av produsert energi som konverteres til nyttig elkraft og varme. Intern elkraft inngår i beregningen. Det er i all hovedsak utviklingen i levert mengde varme til fjernvarmesystemet som styrer utviklingen i *energiutnyttelsesgraden*.

Energiutnyttelsen beregnes etter følgende formel (Norsk formel):

$$\text{Energiutnyttelse (\%)} = \frac{\text{Produsert elkraft} + \text{Levert fjernvarme}}{\text{Produsert energi (damp)}}$$

Hvor:

- **Produsert elkraft** er samlet energi levert fra turbingeneratorene, dvs. brutto kraftproduksjon.
- **Levert fjernvarme** er faktiske leverte volum til Lyse Neo
- **Produsert energi** er målt produksjon (damp) fra kjelene, normalt tilsvarende ca. 2500 kWh per tonn avfall

Indikatoren vises per år og som løpende 12 måneders snitt.

#### **Spesifikk intern elkraft (kWh elkraft/tonn avfall):**

Definerer hvor mye elkraft som må benyttes for å drifte anlegget per tonn avfall. Intern elkraft er den dominerende bidragsyteren til energirelaterte kostnader ved Forus energigjenvinning, og den indikatoren som FE selv i størst grad selv kan påvirke.

Indikatoren vises per år og som løpende 12 måneders snitt, men kan også brytes ned per måned og per linje.

#### **Spesifikk produsert elkraft (KWh elkraft/tonn avfall):**

Definerer hvor mye elkraft som produseres per tonn avfall. Indikatoren fanger opp faktorer som oppetid og virkningsgrad på turbinene og er en viktig bidragsyter til den totale energiutnyttelsesgraden.

Indikatoren vises per år og som løpende 12 måneders snitt, men kan også brytes ned per måned og per linje.

### 3.4 Energibasislinjer

For energiytelsesindikatorerne er det definert følgende energibasislinjer. Energibasislinjene skal brukes som referanse når framtidig energiytelse skal måles og sammenlignes med historiske prestasjoner og prognoser.

#### Energiutnyttelsesgrad (%):

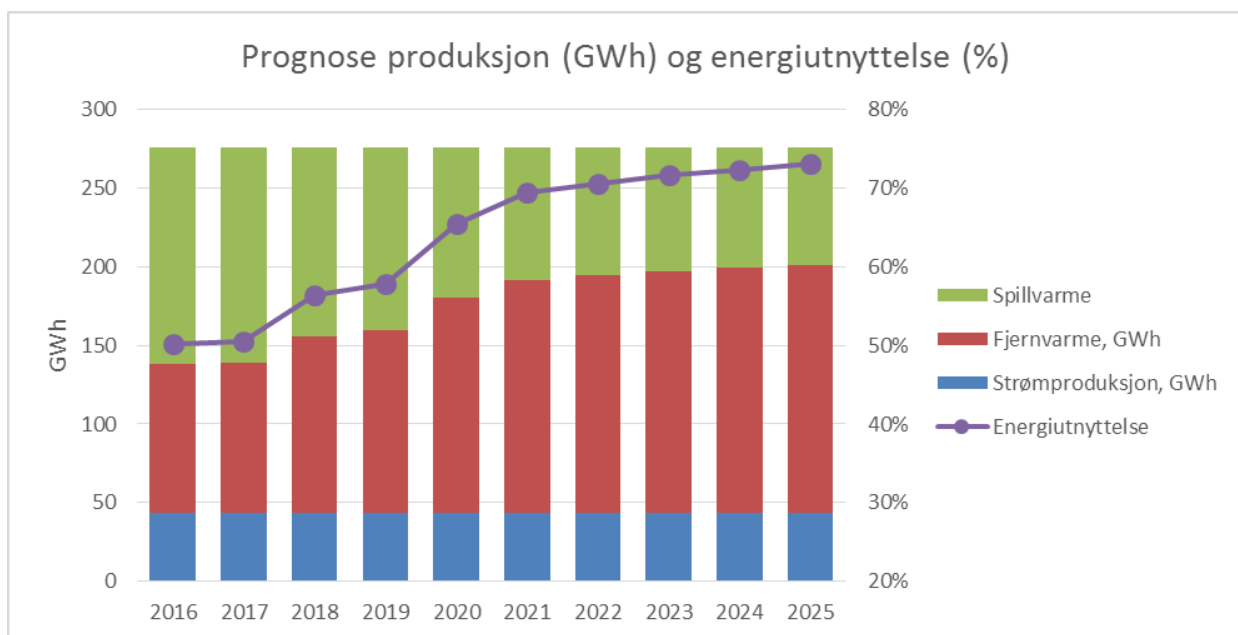
Avfallsmengde: forventes stabil på ca. 108 000 tonn/år, gir en energiproduksjon på 275 GWh/år.

Kraftproduksjon: Forventes stabil på ca. 44,5 GWh/år (412 kWh/tonn avfall)

Varmesalg: Etter gjeldende prognose fra Lyse Neo:

År:	2017	2018 *	2019	2020**	2021	2022	2023	2024	2025
<b>Prognose:</b>	96	112	116	137	148	151	154	156	158

\* Sandnes kobles på Forusnettet. \*\* Stavanger Sentrum kobles på Forusnettet



Figur 20 - Prognose og energibasislinje for Forus Energigjenvinning

Basislinjen revideres ved behov, dette gjelder spesielt i forbindelse med nye varmeprogner fra Lyse Neo.

#### Spesifikk intern elkraft (KWh/tonn avfall):

Basisår 2015:	Verdi:	Enhet:	Andel:
<b>FE samlet</b>	<b>90</b>	<b>kWh/tonn avfall</b>	<b>100%</b>
Tømmehall/Kvernanlegg	7	kWh/tonn avfall	100%
Linje 1	94	kWh/tonn avfall	41%
Linje 2	76	kWh/tonn avfall	59%

Indikatoren forventes stabil i tiden framover.

Denne energiytelsesindikatoren må reduseres til under 81 kWh /tonn avfall for å oppnå delmålet om 1000 MWh redusert internt forbruk.

**Spesifikk elkraftproduksjon (kWh/tonn avfall):**

<b>Basisår 2015:</b>	<b>Verdi:</b>	<b>Enhet:</b>	<b>Andel:</b>
<b>FE samlet</b>	<b>412</b>	<b>kWh<sub>el</sub> / tonn avfall</b>	<b>100%</b>
<i>Linje 1</i>	<i>300</i>	<i>kWh<sub>el</sub> / tonn avfall</i>	<i>31%</i>
<i>Linje 2</i>	<i>490</i>	<i>kWh<sub>el</sub> / tonn avfall</i>	<i>69%</i>

**Linje 1:** Faktoren varierer gjennom året avhengig av varmeleveranser til fjernvarme. Avtapping av damp til fjernvarme mellom høytrykk og lavtrykksdel gir vesentlig lavere spesifikk elkraftproduksjon.  
**Linje 2:** Faktoren varierer lite, noe avhengig av returtemperatur på fjernvarme. Lav returtemperatur gir gode resultater, stor varmeleveranse gir ofte også høyere returtemperatur, noe som virker negativt.

Indikatoren forventes stabil, evt. noe fallende pga. endret fordeling mellom elkraftandel og fjernvarmeandel i kommende år. Gjennom energiledelse skal indikatoren holdes stabil eller forbedres.

På sikt, dvs. når det foreligger tilstrekkelig gode målerdata kan det lages korreksjonsfaktorer for de faktorene som påvirker energibruken.

Denne energiytelsesindikatoren må økes til 418 kWh<sub>el</sub>/tonn avfall for å oppnå delmålet om 660 MWh økt årlig kraftproduksjon.

## 4 Tiltak for energieffektivisering

Dette kapitlet beskriver metode for klassifisering og prioritering av tiltak for energieffektivisering som er identifisert som en del av denne energikartleggingen. For en detaljert beskrivelse av hvert enkelt tiltak vises til vedlegg eller excel-basert tiltaksliste.

### 4.1 Krav til registrerte tiltak

For hvert av tiltakene skal følgende beskrives:

- *Klassifisering av tiltak etter NS-EN16247*
- *Beskrivelse av tiltak*
- *Ansvarlig og tidsfrist*
- *Prioritering av tiltak iht. prioriteringsliste*
- *Antatte økonomiske besparelser*
- *Nødvendige investeringer*
- *Inntjeningstid*
- *Annen potensiell gevinst*

### 4.2 Klassifisering av tiltak etter NS-EN16247

Tiltak klassifiseres i følgende kategorier:

- Tiltak for å redusere eller gjenvinne energitapene
- Bytte ut, modifisere eller legge til utstyr
- Mer effektiv drift og kontinuerlig optimalisering
- Forbedret vedlikehold
- Program for adferdsendring
- Energiledelse

### 4.3 Kriterier for å rangere tiltak

Alle identifiserte forbedringsforslag skal vurderes og vektet etter følgende kriterier:

Sparepotensiale: 1-3, hvor:

1. Lite sparepotensiale, mindre enn 10 kW eller 10 MWh per år (ca. 5000 kr/år)
2. Moderat sparepotensiale, mindre enn 50 kW eller 50 MWh per år (ca. 25 000 per år)
3. Stort potensial, mer enn 50 kW eller mer enn 100 MWh per år (mer enn 50 000 per år)

Teknisk vanskelighetsgrad: 1-3, hvor:

1. Teknisk krevende, store ombygginger, krever ekstra driftsstans, en del risiko
2. Teknisk enkelt, mindre ombygginger, gjennomføres ila. normal vedlikeholdsstans, risiko kan enkelt håndteres
3. Enkelt gjennomførbart, små eller ingen ombygginger, lav risiko

Økonomi og lønnsomhet: 1-3, hvor:

1. Stor investering (mer enn 2,5 MNOK), forventet inntjeningstid mer enn 5 år
2. Moderat investering (mindre enn 2,5 MNOK), inntjeningstid mindre enn 3 år
3. Liten eller ingen investering (mindre enn 100 000 NOK), inntjeningstid på mindre enn 1 år

Ut fra overnevnte kriterier vil alle tiltak få en verdi mellom 3 og 27 hvor en høy verdi innebærer høy prioritering av tiltaket. Hvilke tiltak som til slutt blir gjennomført vil også være avhengig av økonomisk og ressursmessig bæreevne.

#### 4.4 Potensielt samspill mellom tiltakene

Flere av tiltakene som identifiseres vil normalt ha gjensidig påvirkning slik at man ikke uten videre kan summere alle tiltakene som er identifisert. Et typisk eksempel på denne problemstillingen kan være å etablere rutinger for å slukke lyse og å skifte lyskilden til f.eks. LED. Førstnevnte tiltak vil redusere antall timer hvor lyset bruker energi, mens det andre tiltaket vil redusere effektbehovet de timene lyset er tent.

#### 4.5 Økonomiske forutsetninger som ligger til grunn for vurderingene

Dette kapittelet beskriver de faktorer som skal benyttes til å bestemme energibesparelse og lønnsomhet for identifiserte tiltak.

Verdiene skal oppdateres når de ikke lenger er representative for anlegget.

##### 4.5.1 Finansielle parametere

Finansiell parameter:	Enhet:	Verdi:
«Mottaksavgift avfall»*	Kr/tonn	800
«Salgspris elkraft L1»	Øre/kWh	10
«Salgspris elkraft L2»	Øre/kWh	40 (kraft + ref. el.avg.)
«Salgspris fjernvarme L1 og L2»	Øre/kWh	10
Innkjøpspris Elkraft (Tømmehall og Linje 1)	Øre/KWh	45 (Spot+ avg. + nett)
Internpris elkraft (Linje 2)	Øre/KWh	40 (kraft + ref. el.avg.)
Innkjøpspris Naturgass	Øre/KWh	40
Innkjøpspris Fjernvarme	Øre/KWh	50
Internrentekrav (3% bankrente, 3% inflasjon, 6% premie)	%	12
Minimum krav til inntjeningstid (enkel inntjening)	År	5
Utstyr og maskiner avskrives normalt økonomisk på	År	10

\*Standard referanseverdi for bruk i lønnsomhetsvurderinger.

##### 4.5.2 Tekniske parametere

Videre kan man anta følgende virkningsgrader og konverteringsfaktorer:

- 1 tonn avfall genererer ca. 2500 kWh energi fra kjel, som normalt gir: 410 kWh el (16,5 %) og inntil 2075 kWh varme (83,5%).
- I 2015 ble ca. 35% (94,1 GWh) av tilgjengelig varme (266 GWh) utnyttet til fjernvarme. Denne prosentandelen forventes i prognosene økende til opp mot 60% (154 GWh) fram mot 2023. I snitt vil derfor 1 tonn avfall nå gi ca. 410 kWh elkraft og 700 kWh fjernvarme (1200 kWh i 2023).
- Driftstid på begge linjene (normal drift) på 7800 timer per år.

##### 4.5.3 Aktuelle tilskudd og subsidier

Det henvises generelt til beskrivelser av aktuelle investeringsstøtteordninger i vedlegg 5.1.

For Forus Energigjenvinning er «*investeringsstøtte til energitiltak i industrien*» sannsynligvis det mest aktuelle støtteprogrammet. Det må i forbindelse med en søknad utføres en detaljert lønnsomhetsberegning, men som innledende tommelfingerregler kan man si følgende:

- Enkel inntjeningstid må normalt være mer enn 4 år
- Det gis normalt i området 1,0 til 1,5 støttekrone per kWh spart
- Det dekkes normalt ikke mer enn 30% av investeringen (dvs. merkostnad)

#### 4.5.4 Beregningseksempel

##### Eksempel: Utskifting av lysarmaturer

Forus Energigjenvinning har 25 lyskasterer på 225 Watt som alltid står på. Disse kan skiftes av nye LED-lyskasterer med samme lysstyrke på 35 Watt. Tiltaket vil i all hovedsak redusere strømforbruket på Linje 1, og vil halvere antall besøk for å skifte ut defekte lyspærer (verdi ca. NOK 100 000 hvert 2. år)

Utskiftingen er beregnet til å koste kr 6 000 per lyspunkt tilsvarende NOK 150 000.

- Besparelse =  $25 * (225-35) * 8760 = 41,61$  MWh per år
- Tiltaket har en verdi på  $41,6 * 1000 * 0,45$  øre/KWh = 18 725 kr/år
- Enkel inntjening ved tiltaket er:  $150\ 000 / 18\ 725 = 8$  år
- Nåverdien = **-44 200** kr med 12% internrente

Tiltaket er ikke tilstrekkelig lønnsomt uten investeringsstøtte fra enova.

- Enkel inntjeningstid mer enn 5 år – OK
- Typisk støttebeløp 1 kr/KWh = 41 600 kroner
- Typisk støttebrøk maks 30% =  $150\ 000 * 30\% = 45\ 000$  kroner.

Investering etter støtte fra Enova =  $150\ 000 - 45\ 000 = 105\ 000$ .

- Enkel inntjening ved tiltaket er:  $105\ 000 / 18\ 725 = 5,6$  år
- Nåverdien = 800 kr med 12% internrente og enovastøtte.

Prosjektet har positiv nåverdi ved 12% internrente og er lønnsomt.

Rangering etter prioriteringsmatrise:

- Sparepotensialet er mindre enn 50 MWh men mer enn 10 MWh = Kategori 2
- Teknisk vanskelighetsgrad er liten, risiko lav, ingen driftsstans = Kategori 3
- Liten investering, men mer enn 5 års inntjening = Kategori 1

Tiltaket prioriteres med poengsum;  $2 * 3 * 1 = \underline{6}$  poeng

Tiltaket prioriteres etter NS-EN12647 som et tiltak for å «*bytte ut, modifisere eller legge til utstyr*».



## 5 Vedlegg:

### 5.1 Tilgjengelige tilskudd og subsidier

#### Støtte til introduksjon av energiledelse i industri og anlegg:

---

Målet er å etablere energiledelse i delvis samsvar (målgruppe 1) og samsvar (målgruppe 2) med ISO 50001 og utarbeide tiltakslistene (enøk-analyse) med mål om minst 10% energibesparelse.

**Målgruppe:**

Bedrifter med industriell produksjon, anlegg og offshore installasjoner i Norge;

1. Bedrifter med energibruk 1-10 GWh/år (forenklet)
2. Bedrifter med energibruk over 10 GWh/år (ambisiøs)

**Støttebeløp:**

1. Forenklet – 50 % støtte med inntil kr. 200.000,- av godkjente kostnader
2. Ambisiøs – 50 % støtte med inntil kr. 1.000.000,- av godkjente kostnader

#### Støtte til forprosjekt for energitiltak i industrien

---

Målet er å fremskaffe nødvendig informasjon, tillatelser og eventuelle tredjeparts-vurderinger (analyser/utredninger) som skal til for å søke Enova om investeringsstøtte til konkrete tiltak.

**Målgruppe:**

Bedrifter med større investeringsprosjekter med et forventet energiresultat på 5 GWh eller mer.

**Støttebeløp:**

Inntil 50 % av dokumenterte kostnader, oppad begrenset til 1 million kroner.

#### Støtte til energitiltak i industrien

---

Målet er å utløse de betydelige potensialene for energieffektivisering og energiomlegging som er synliggjort for norsk industri.

**Målgruppe:**

Industribedrifter lokalisert i Norge som har potensial for energieffektivisering, energigjenvinning eller energiomlegging på 100 000 kWh eller mer.

**Støttebeløp:**

Godkjente ekstrakostnader, en vurdering av lønnsomhet (internrente med Enova-støtte bør normalt ligge under 15%) samt energiutbytte per støttekrone (typisk inntil 2 kWh energibesparelse/støttekrone).

### Program varmesentral industri

Målet er å tilby investeringsstøtte til enkeltstående varmesentraler basert på fornybare energikilder (flis, briketter, pellets, varmepumpe luft-vann og varmepumpe væske-vann). For andre teknologier og prosjekter basert på spillvarme henvises til det til Program varmesentral utvidet eller Program energibruk industri.

#### Målgruppe:

Juridisk eier/foretak av varmesentral med årlig energileveranse inntil 5,0 GWh. (Større prosjekter søker Program energibruk industri).

#### Støttebeløp:

Predefinerte støttesatser begrenset til 50 % av dokumenterte kostnader. Se tabell under.

Maksimalt støttenivå kr/kW	< 100 kW	100-500 kW	> 500 kW
Flis	2 125	2 125	2 125
Briketter	2 125	2 125	1 875
Pellets	2 125	2 125	1 875
Varmepumpe (væske-vann)	2 000	2 000	1 875
Varmepumpe (luft-vann)	1 100	1 100	800

### Støtte til introduksjon av ny teknologi

Målet er å påvirke til økt og påskyndet markedsintroduksjon av ny teknologi i det norske energimarkedet. Støtte gis til demonstrasjon av energiteknologi under reelle driftsforhold.

#### Målgruppe:

Registrerte selskap med innovative prosjekter som introduserer ny teknologi i det norske energimarkedet.

#### Støttebeløp:

50 % av godkjente merkostnader

### Støtte til ny energi- og klimateknologi i industrien

Målet er økt introduksjon av ny energi- og klimateknologi knyttet til produksjonsprosesser med tilhørende kompetanseoppbygging i produksjonsbedrifter og teknologimiljø i Norge.

#### Målgruppe:

Produksjonsbedrifter i Norge med innovative demonstrasjonsprosjekter som introduserer ny energi- og klimateknologi. Teknologien må bidra til effektiv energibruk, energigjenvinning, konvertering fra el og fossile til fornybare energibærere, økt fornybar energiproduksjon eller reduserte klimautslipp fra produksjonsprosesser

#### Støttebeløp:

Inntil 50 % av dokumenterte merkostnader.