



## **Bränslekonvertering vid Sölvesborg Energi och erfarenheter från andra bolag**

## Dokumentinformation

<b>Titel</b>	Bränslekonvertering vid Sölvesborg Energi och erfarenheter från andra bolag
<b>Sammanställt av</b>	Göran Gustavsson, Projektledare, Energikontor Sydost AB inom ramen för projektet BIOFIT. Delar av rapporten är översatta texter från Bioenergy Technology Group (BTG) och Bioenergy and Sustainable Technologies (BEST)
<b>Utgivare</b>	Energikontor Sydost AB Smedjegatan 37 352 46 Växjö Sverige
<b>Färdigställt</b>	Februari 2021

**Disclaimer:** This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 817999. The sole responsibility for the content of this report lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union nor of the Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises (EASME). Neither the EASME nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Förord.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Fallstudiebeskrivning .....</b>	<b>5</b>
2.1	Alternativ till föreslagen konvertering .....	10
<b>3</b>	<b>Supply Chain .....</b>	<b>10</b>
3.1	Bränsletyper och kostnader .....	11
3.2	Bränslenas tillgänglighet .....	14
3.3	Logistik.....	16
3.4	Värdekedjorna .....	17
<b>4</b>	<b>Tekno-ekonomisk rapport.....</b>	<b>19</b>
4.1	Kostnader .....	22
4.2	Ekonomisk analys .....	24
4.2	Diskussion och slutsats.....	27
<b>5</b>	<b>Sociala aspekter .....</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>Erfarenheter från tidigare konverterade pannor .....</b>	<b>30</b>
6.1	Exempel 1 .....	30
6.2	Exempel 2 .....	31
6.3	Exempel 3 .....	32
	<b>Referenser .....</b>	<b>33</b>

## 1 Förord

Denna rapport är ett resultat av ett EU-finansierat projekt, som Energikontor Sydost deltog i under 2018 – 2021. En viktig del av projektet var att analysera möjligheterna för konvertering till bioolja eller biodiesel av de två spets – och reservpannorna hos Sölvesborg Energi och Vatten. Viktiga bidrag i rapporten har gjorts av Biomass Technology Group (BTG) i Nederländerna, Bioenergy and Sustainable Technologies (BEST) i Österrike och The centre for Research and Technology Hellas (CERTH) i Grekland. BTG har gjort en tekno-ekonomisk analys och BEST har gjort en analys av värdekedjorna för bränslena. Dessa båda delrapporter har delvis översatts och är inkluderade i denna rapport. CERTHs miljöanalys finns tillgänglig på engelska hos Energikontoret, men är inte översatt eller inkluderad i denna rapport. Rapporten innehåller en del beräkningar, vars siffror på till exempel bränslekostnader är från första halvåret av 2020. Sedan dess har en del ändrats, exempelvis skattelättnaden på RME.

Intervjuer har genomförts med ett antal företag som har genomfört liknande konvertering eller köpt ny anläggning som från början har varit avsedd för någon form av flytande biobränslen. Rapporten avslutas med en sammanställning av resultat från dessa intervjuer.

Merparten av värmen i Sverige produceras av biomassa, men fortfarande finns behovet av fossila bränslen kvar hos många av värmeleverantörerna för reserv- och topplastproduktion. Många av dessa företag har satt målet att minska användningen av fossila bränslen i fjärrvärmeproduktionen till noll. Därför har eller kommer många fjärrvärmeföretag att konvertera befintliga oljepannor för att istället kunna bränna biooljor. Idag använder cirka 40 fjärrvärmeverk i Sverige biooljor i cirka 80 pannor.

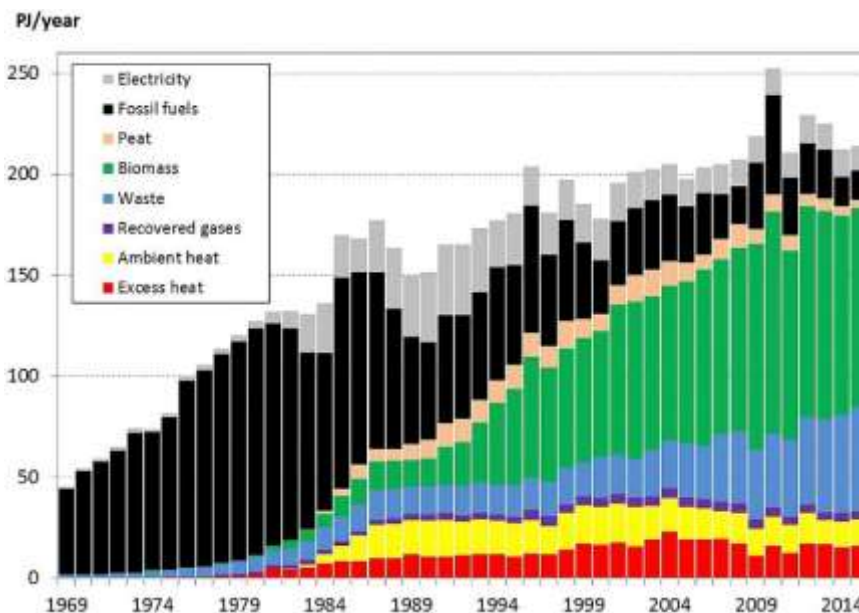
Rapportens syfte är att ge andra bolag som idag eldar fossil olja ett underlag för att värdera möjligheten att konvertera sina egna pannor till någon form av flytande biobränslen.

## 2 Fallstudiebeskrivning

Detta avsnitt beskriver hur användningen av biobränslen har ökat i svensk fjärrvärmeproduktion. Det beskriver vidare Sölvesborg Energi och Vatten och förutsättningarna för konvertering av deras reserv – och spetspannor. Avsnittet avslutas med en kort beskrivning av de två olika typerna av förnybart flytande bränslen som kan vara aktuella, bio-olja och biodiesel.

### Svensk bränslemix för fjärrvärmeproduktion

Figur 1 visar ursprungliga energikällor som används för värme som levereras till svenska fjärrvärmesystem. Fossila bränslen dominerade fram till mitten av 1980-talet. Det mest betydande hoppet i Sveriges användning av biobränslen för produktion av fjärrvärme



Figur 1: Energikällor tillförda till det svenska fjärrvärmesystemet (Statistics Sweden)

uppstod när man 1991 införde koldioxidskatt, vilket höjde kostnaderna för fossila bränslen och gjorde förnybar energi konkurrenskraftig. En annan drivkraft för förnybar energi var införandet av den gröna skatteväxlingen 2001. 2003 infördes det gröna certifikatsystemet för att stödja investeringar i nya anläggningar för förnybar kraftproduktion, vilket ledde till en snabb

expansion av biobaserad kraftproduktion.

### Marknadssituationen

Olika faktorer påverkar marknaden för fjärrvärme, till exempel:

- Energieffektivitetsåtgärder i byggnader. Den förväntade minskade användningen av fjärrvärme i Sverige är betydande som ett resultat av energieffektivitetsåtgärder.
- Utveckling av förbränningsanläggningar för hushållsavfall, cirka 20% av den producerade fjärrvärmens i Sverige använder hushållsavfall som energikälla.
- Konkurrens om biomassan för andra ändamål som till exempel produktion av biodrivmedel.
- Fler individuella, delvis oberoende, energilösningar, t.ex. solceller och värmepumpar.
- Vidareutveckling av tekniker för andra förnybara energilösningar.

- MCP-direktivet med striktare föreskrifter för utsläpp från små och medelstora värmeanläggningar.

#### Fallstudieföretaget Sölvesborg Energi

Sölvesborg Energi och Vatten ägs till 100 % av Sölvesborg kommun. Omsättningen är ca 170 MSEK, antalet anställda ca 40. Ett av dotterbolagen hanterar fjärrvärme, produktion och distribution. Omsättningen är ca 30 MSEK. Företaget grundades 2003 när fjärrvärme infördes i Sölvesborg och blev ett dotterbolag till Sölvesborgs Energi och Vatten AB 2007. Den största delen av distribuerad fjärrvärme producerar man inte själv utan köps som spillvärme från det närliggande massa - och pappersbruket, Nymölla, ägt av Stora Enso. Avtalet med basvärmeleverantören löper med en uppsägningstid på tre år. Bolaget äger två pannor, 10 + 6 MW, belägna vid Bokelundsskolan i Sölvesborg. Dessa två pannor producerade 4,3 GWh under 2017. Mängden producerad värme från dessa pannor kan variera mycket från ett år till ett annat. Företaget har, förutom dessa två pannor, också ett avtal med ett företag som använder en panna för ångproduktion för sin egen produktion. Enligt avtalet är denna panna tillgänglig för Sölvesborg Energi som en extra back-up. Denna extra säkerhet har aldrig behövt användas. MCP-direktivet, som reglerar utsläpp från små – och mellanskaliga förbränningsanläggningar, sätter nivåerna för rökgasemissioner när drifttiden för en panna överstiger 500 timmar. De två pannorna kommer normalt att vara i drift mer än 500 timmar, men med stora variationer mellan olika år.

#### Fjärrvärmerna i Sölvesborg

- Värmeleveranser från massa- och pappersbruket (Stora Enso, Nymölla): 51 GWh (2017)
- Värmeleveranser från reserv- och topplastpannor som ägs av Sölvesborg Energi: 4,3 GWh (2017)
- Två pannor, 10 MW och 6 MW, i Sölvesborg, bränsle idag: fossil eldningsolja
- En panna, 4 MW i Mjällby, gasol (back-up för back-upen)
- 1900 kunder (560 anslutningspunkter)

Kommunen har 17 000 invånare (9 000 i centralorten), total area 1,100 km<sup>2</sup>. Den ligger i västra Blekinge och gränsar till Skåne, där massa – och pappersbruket som levererar spillvärmerna till Sölvesborg Energi ligger.



Figur 2: Fjärrvärmenätets uppbyggnad

### De två pannorna i Sölvesborg

- DANSTOKER Global 11 (6,000 kW),
- DANSTOKER Global 13 (10,000 kW)

Företaget Turboflame har levererat brännarna inklusive utrustning för automatik och installerad elektronik.



Figur 2: De två oljepannorna för reserv och spetslast (Energikontor Sydost).

### Nuvarande situation

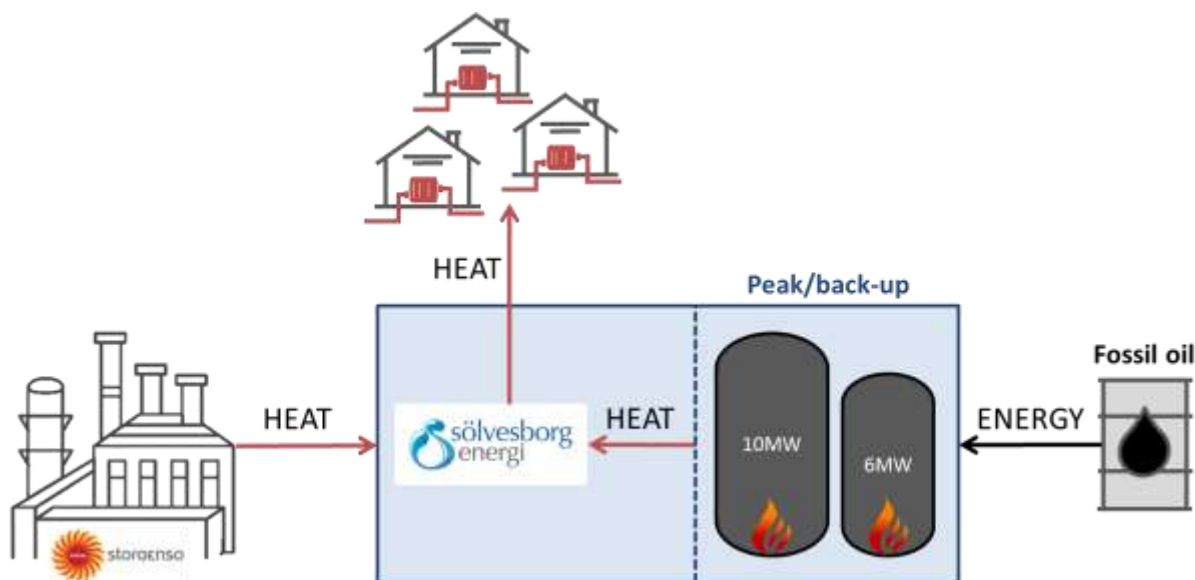
Sölvesborg Energi köper spillvärme från massa- och pappersbruket. En värmexlare ligger på bruket, varifrån värmen pumpas till Sölvesborg för vidare leveranser till bolagets fjärrvärmekunder. Sölvesborg Energi har reserv- och topplastpannor som de själva äger, för att säkra värmeleveranser till sina kunder. De två tankarna för lagring av bränslet finns i byggnaden, i ett visst rum för detta ändamål.

Den årliga värmeproduktionen i de två oljepannorna kan variera mycket beroende på, bland annat, valda perioder för underhåll på massa - och pappersbruket och på oplanerade driftstopp. Tabellen nedan visar den årliga användningen av eldningsolja i de två pannorna på Sölvesborg Energi, uttryckt i kubikmeter.

Tabell 1: Årliga användningen av eldningsolja vid spets – och reservpannorna i Sölvesborg.

År	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
m <sup>3</sup>	54	267	46	264	12	403	157	483	48

Baserat på siffrorna ovan kan genomsnittet av oljeförbrukningen i oljepannorna beräknas. Det ger ca 200 m<sup>3</sup>, vilket motsvarar cirka 2 000 MWh / år. Detta behov ser inte ut att ändras väsentligt inom den kommande femårsperioden, baserat på tillgänglig information. Anläggningen har varit i drift i 5 000 timmar sedan driftstart 2008, vilket motsvarar cirka 500 timmar per år. Figur 4 illustrerar hur situationen ser ut idag, med fossil eldningsolja som bränsle för back-up och reservproduktion av fjärrvärmens.



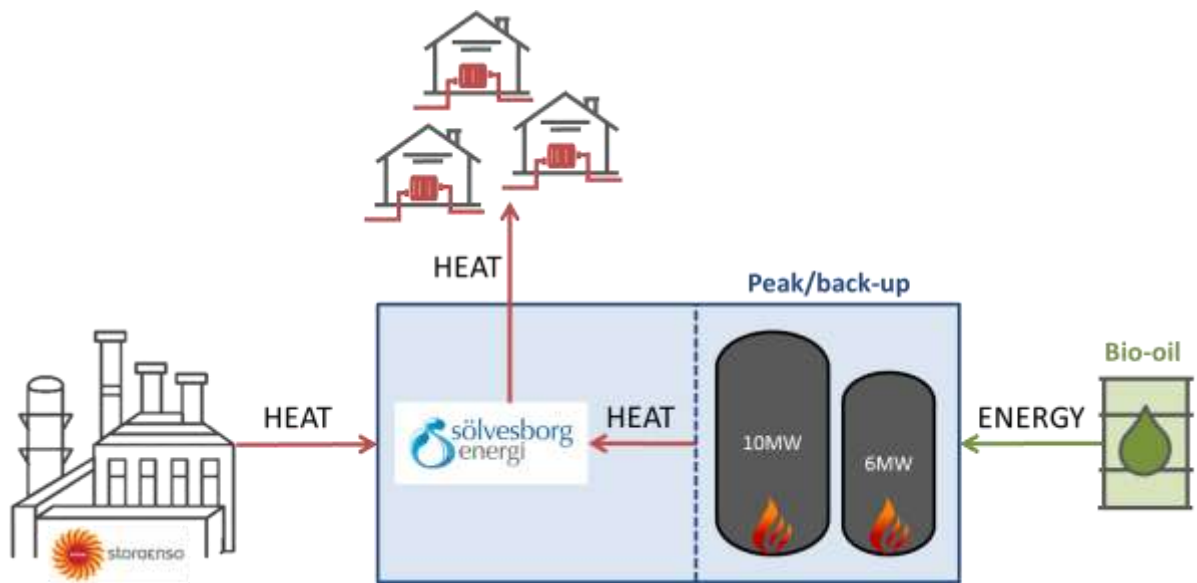
Figur 3: Nuvarande situation (Doris Matschegg, BEST)

### Föreslagen konvertering

Den analyserade konverteringen innehåller två olika typer av bränslen:

- Bioolja, (tung bioolja), relativt billiga
- Lätta bioolja (högkvalitativa bioolja eller biodiesel), relativt dyra





Figur 4: Föreslagen konvertering (Doris Matschegg, BEST)

Sölvesborg Energis främsta syfte med att delta i denna fallstudie är ambitionen att utesluta behovet av fossila bränslen för fjärrvärmeproduktionen. Behovet av fossilt bränsle kommer att vara mycket nära noll om konverteringen genomförs. Backup-pannan för backupen kommer fortfarande att drivas med fossila bränslen, men å andra sidan har företaget inte använt den de senaste tio åren. Med hjälp av delrapporterna längre fram i rapporten, särskilt den teknisk-ekonomiska med beräkning av återbetalningsperioden för de olika alternativen för biobaserade råvaror, kommer beslutet att tas om eventuell konvertering. Om beslut fattas om konvertering, kommer delrapporterna att vara ett av verktygen för att välja det nya bränslet.

### Förnybara flytande bränslen

Två typer av biooljor finns tillgängliga och används på den svenska marknaden för att ersätta fossil olja:

1. Bio-oljor från biprodukter och rester (vanligast: UCO, Used Cooking Oil)
2. Biodiesel (RME)

Biooljor är förnybara, utvalda restprodukter som extraheras från rest- och avfallsströmmar från exempelvis livsmedelsindustrin, den kemiska industrin eller biodieselproduktionen. Biooljan kommer från solros, raps, soja, barrträd eller lövträd. Istället för att bli avfall används biooljorna för värme- och kraftproduktion i svenska fjärrvärme- eller industripannor. Biooljorna finns i olika specifikationer och kvaliteter, beroende på t.ex. svavelhalt. Det finns flera företag i Sverige som förser marknaden med bioolja. Vegoil förser flera fjärrvärmeföretag med bioolja nära Sölvesborg Energi och Vatten. Vegoil är det företag som ligger närmast Sölvesborg Energi och Vatten, med lagringstankar för bioolja i Sölvesborg. För att göra analyserna i de kommande delrapporterna behövde vi använda en leverantör som får stå som exempel. Då valdes Vegoil.

De flesta företag erbjuder biooljor med olika kvaliteter, det vill säga kylmotstånd, askinnehåll, kväveinnehåll etc.) Kvaliteten som används i olika pannor beror på brännaren, rökgasreningen och möjligheterna att värma biooljan.

De flesta biooljor kräver konstant uppvärmning av lagringstanken för bioolja och förvärmning före brännaren. Det finns biooljor som är mer motståndskraftiga mot kyla och inte kräver konstant uppvärmning, men dessa biooljor tål inte minusgrader och måste förvaras inomhus.

Biodiesel (RME) är en förnybar diesel som produceras av rapsgrödor. Skillnaden mellan biooljor och biodiesel är att biodiesel använder ett rent råmaterial för att producera bränslet, biodiesel. Biooljor extraheras istället från rest- eller avfallsströmmar. Biodiesel är mer motståndskraft mot kyla än biodiesel och behöver inte konstant uppvärmning i lagringstanken. Den är dock dyrare än alla typer av biooljor. För att göra analyserna i de kommande delrapporterna behövde vi använda en leverantör av biodiesel som får stå som exempel. Då valdes Ecobränsle. Ecobränsle är numera en del av Energifabriken. Biodieselproduktionen vid Ecobränsle ligger i Karlshamn, bara 30 km från Sölvesborg. Den biodiesel som produceras på Ecobränsle används mest som transportbränsle. Emellertid säljs biodieseln också för uppvärmningsändamål till flera fjärrvärmeföretag.

## **2.1 Alternativ till föreslagen konvertering**

Sölvesborg Energi är beroende av tillförsel av överskottsvärme från närliggande massa – och pappersbruk, som vi har sett tidigare. En annan kommunal fjärrvärmelieferantör, Bromölla Energi, är i samma situation med ett beroende av överskottsvärme från samma massabruk. Dessa två kommuner ligger nära varandra med gemensam gräns. Ett alternativ till konverteringen kan vara en ny gemensam värmeanläggning där de befintliga pannorna fortfarande kan fungera som pannor för att säkra värmeleveranserna som reserv och för toppbelastning. En sådan ny anläggning skulle kunna anses vara investerbar om båda fjärrvärmeföretagen ansåg risken för att avtalet med massafabriken skulle sägas upp och därmed ett slut på värmeleveranserna som högt. Det finns dock inga planer på en sådan anläggning och därför är det enda alternativet till konverteringen, för Sölvesborg Energi, att bygga en ny anläggning, för att säkra sin egen reserv – och spetsproduktion med förnybara bränslen. Detta scenario är inte realistiskt eftersom investeringarna är mycket högre jämfört med konvertering av befintliga pannor.

## **3 Supply Chain**

Definitionen av värdekedja omfattar hela utbudet av sammanlänkade, aktiviteter som ökar värdet och som krävs för att göra en produkt tillgänglig för kunderna. Termen leveranskedja

avser integration av alla aktiviteter som är involverade i processen för inköp, upphandling, omvandling och logistik.

I denna fallstudie omfattar bedömningen av leveranskedjan råmaterial, logistik och lagring. Årligen levereras cirka 51 GWh (2017) värme från ett närliggande pappers- och massabruk. Dessutom produceras 4,3 GWh värme i företagets egna pannor. Bruket använder upp till 100 % bioenergi, medan pannorna som ägs av Sölvesborg Energi använder fossil eldningsolja, därför är den nuvarande andelen av den årliga bioenergin 92,2 %. I scenario skulle de 4,3 GWh från företagets ägda pannor genereras genom användning av biooljor. Andelen bioenergi skulle öka till 100 %.

### 3.1 Bränsletyper och kostnader

Två typer av biodrivmedel finns tillgängliga och används på den svenska marknaden för att ersätta fossil olja i reservpannor:

- Biooljor från biprodukter och rester (vanligast: använd olja från matlagning)
- Biodiesel (RME)

Biooljorna finns i olika specifikationer och kvaliteter, beroende på t.ex. ask- eller svavelhalt.

#### Bioolja från rester eller avfall (t.ex. använd olja från matlagning)

Biooljor är förnybara, utvalda restprodukter som utvinns från rester och avfallsflöden från livsmedelsindustrin, oleokemisk industri eller biodieselproduktion. Biooljan kommer från t.ex. solros, raps, soja eller oljepalm. Istället för att bli ett avfall används biooljorna för värme och kraftproduktion i svensk fjärrvärme eller för industriella processer.

Typiska insamlingsmetoder för begagnad olja för matlagning (UCO, Used Cooking Oil) är etablering av offentliga uppsamlingsplatser i till exempel skolor, stormarknader, kommunala byggnader etc. eller lokala restauranger. (Cocchi & Ugge, 2013)

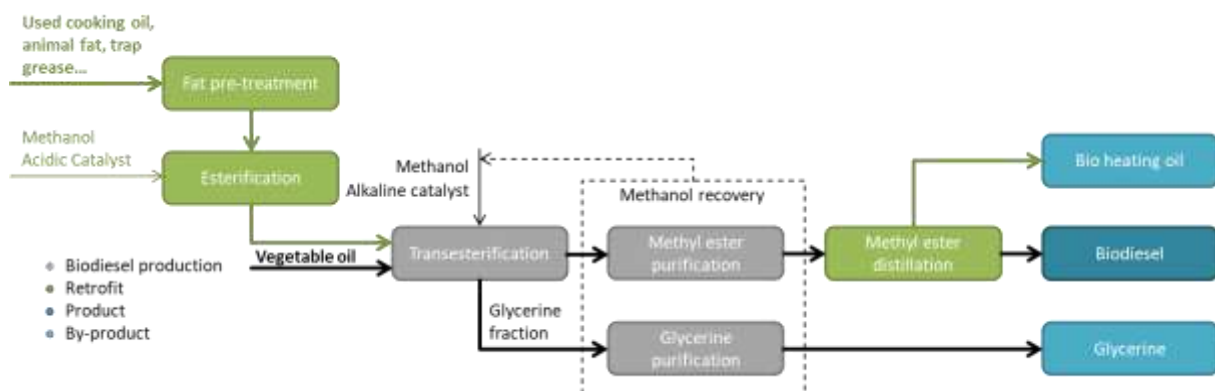
Följande förordningar och direktiv om europeisk lagstiftning måste följas vid insamling av UCO (Tsoutsos & Stavroula, 2013).

- REGULATION (EC) No1013/2006 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 14 June 2006 on shipments of waste.
- Council Directive 1975/439/EEC of 16 June 1975 on the disposal of waste oils (75/439/EEC). Council Directive 1991/689/EEC of 12 December 1991 on hazardous waste (91/689/EEC)
- Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste.
- Directive 2006/12/EC of the EUROPEAN PARLIAMENT and of the COUNCIL of 5 April 2006 on waste.
- Directive 2008/98/EC of the EUROPEAN PARLIAMENT and of the COUNCIL of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives.

Företag som levererar biooljor kan erbjuda flera olika kvaliteter, till exempel för beständighet mot kyla, askinnehåll och kväveinnehåll. Kvaliteten som används i olika pannor beror bland annat på brännare och möjligheter att värma biooljan. Tunga biooljor kräver konstant uppvärmning av lagringstanken för bioolja och förvärmning före brännaren. Lätta biooljor och biodiesel är mer beständiga mot kyla och kräver inte konstant värme. Emellertid tål dessa biooljor och biodiesel ofta inte temperaturer under -10 °C och måste förvaras i isolerade tankar eller inomhus om temperaturen sjunker ytterligare. Priset för de olika biooljekvaliteterna ökar med lägre ask- och kväveinnehåll samt ökad kylbeständighet.

### Biodiesel (RME)

Biodiesel är en förnybar diesel producerad av vegetabilisk olja (t.ex. raps- eller solrosolja) eller oljerester (t.ex. UCO, animaliskt fett). Rapsmetylester (RME) produceras med rapsfröolja. För att producera biodiesel måste denna rapsolja transesterifieras och därefter renas och destilleras. Som biprodukter bildas glycerin och bioolja. Figuren nedan visar produktionsprocessen för biodiesel.



Figur 6: Biodiesels produktionsprocess

Skillnaderna mellan biooljor och biodiesel är att biodiesel har standardiserade egenskaper (EN 14214) och en bättre kvalitet vad gäller askinnehåll och kväve. Biodiesel är mer beständig mot kyla än biooljor och lagring av biodiesel behöver inte konstant uppvärmning i lagringstanken. Men det är dyrare än alla typer av biooljor.

### Kostnader

För att bestämma kostnaderna för olika biooljor och RME valdes två regionala leverantörer: Vegoil för biooljor och Ecobränsle för RME. Siffrorna i Tabell 2 kan ha ändrats sedan de inhämtades. De kan variera inom varje kategoriserat bränsle. De vägledande kostnaderna kan ses som en genomsnittlig siffra under den senaste perioden på ett halvt år. Valutakursen från SEK till EURO beräknas till 1 EURO = 11,5 SEK. Alla priser är exklusive moms och avser nettopriset, dvs efter eventuell återbetalning av skatt. Priset för de olika bio-oljekvaliteterna ökar med lägre ask- och kväveinnehåll samt ökad kylbeständighet. Tre biooljor ges i tabellen nedan. Namnen är varumärken som tillhör den regionala leverantören. Bio 25 LAK har lägre ask- och kvävehalt jämfört med Bio 25. Dessutom måste Bio 25 värmas upp till 25 grader. Bio

-10 kan hantera en temperatur ner till minus 10 grader. Biooljorna Bio -10, Bio 25 och Bio 25 LAK består av använd matolja (UCO).

Tabell 2: Densitet, energiinnehåll och kostnader för olika bränslen

Bränsle	Densitet (kg/m <sup>3</sup> )	Energiinnehåll (MWh/m <sup>3</sup> )	Kostnad (SEK/ton)	Kostnad (€/MWh)
Mineral oil	840	9.94	11,300	83
RME	882	9.20	11,000	92
Bio -10	875	9.02	7,700	65
Bio 25 LAK	883	9.02	6,800	58
Bio 25	890	9.02	5,800	50

I genomsnitt använder Sölvesborg Energi 200 m<sup>3</sup> fossil eldningsolja (1 988 MWh/år). Detta motsvarar 216 m<sup>3</sup> RME och 220 m<sup>3</sup> bio-olja – se Tabell 3.

Tabell 3: Årlig energianvändning vid Sölvesborg Energi

Bränsle	Användning m <sup>3</sup> /år	Användning ton/år
Mineralolja	200	168.0
RME	216	190.6
Bio -10	220	192.8
Bio 25 LAK	220	194.6
Bio 25	220	196.2

Pannans verkningsgrad för alla de olika bränslena sätts till 95%.

Utöver bränslepriset måste kostnaderna för förvärmning av bränsle, ytterligare rörliga kostnader och årliga avskrivningar för de installationer som behövs för ombyggnaden beaktas. RME och Bio -10 behöver inte förvärmning och därför behöver inga ytterligare rörliga kostnader beaktas. Bio 25 LAK och Bio 25 behöver el för förvärmning med en årlig kostnad på cirka 1 700 €. De årliga bränslekostnaderna sammanfattas i tabell 4.

Tabell 4: Årliga bränslerelaterade kostnader [€]

Fuel	Fuel costs	Ad. variable costs	Heating costs	Yearly depreciation*	Sum
Mineral oil	165,100	-	-	-	165,100
RME	182,300	-	-	3,880	186,180
Bio -10	129,200	-	-	3,880	133,080
Bio 25 LAK	115,100	9,100	1,700	11,330	137,230
Bio 25	99,000	9,100	1,700	11,330	121,130

\* avskrivningsperiod på 15 år, ränta ej beaktad

Det billigaste bränslet är Bio 25, även om det finns ett behov av förvärmning. RME är det dyraste alternativet och ännu dyrare än det nuvarande bränslet. En mer detaljerad beräkning finns i den teknisk-ekonomiska bedömningen.

### 3.2 Bränslenas tillgänglighet

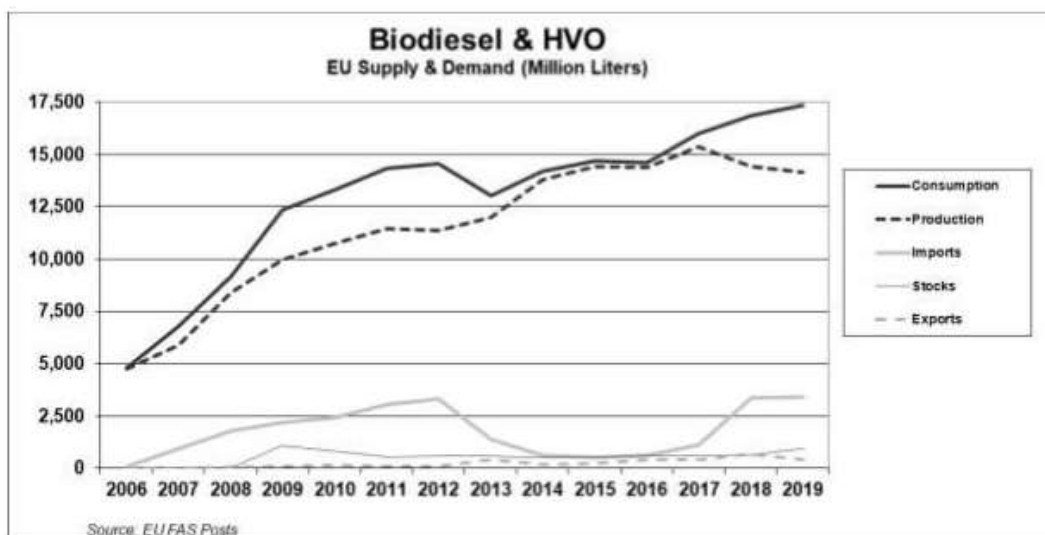
#### EU – Handel med biodiesel

Biodiesel produceras i nästan alla EU-länder. Producenternas storlek och struktur varierar från jordbrukare till multinationella företag. Tabell 5 sammanfattar produktion, import, export och konsumtion av biodiesel och HVO inom Europeiska unionen. Produktions- och exportvärdena stagnerar medan importen ökar varje år. Rapsolja är den mest använda råvaran för biodiesel- och HVO-produktion i EU och står för 39% av den totala produktionen 2018. UCO (använd matolja) är den näst viktigaste råvaran, vilket utgör 22% av den totala användningen av råmaterial 2018.

Tabell 5: Produktion, import och export av biodiesel och HVO i EU (miljoner liter) (Flach, Lieberz, Bolla, & Phillips, 2019)

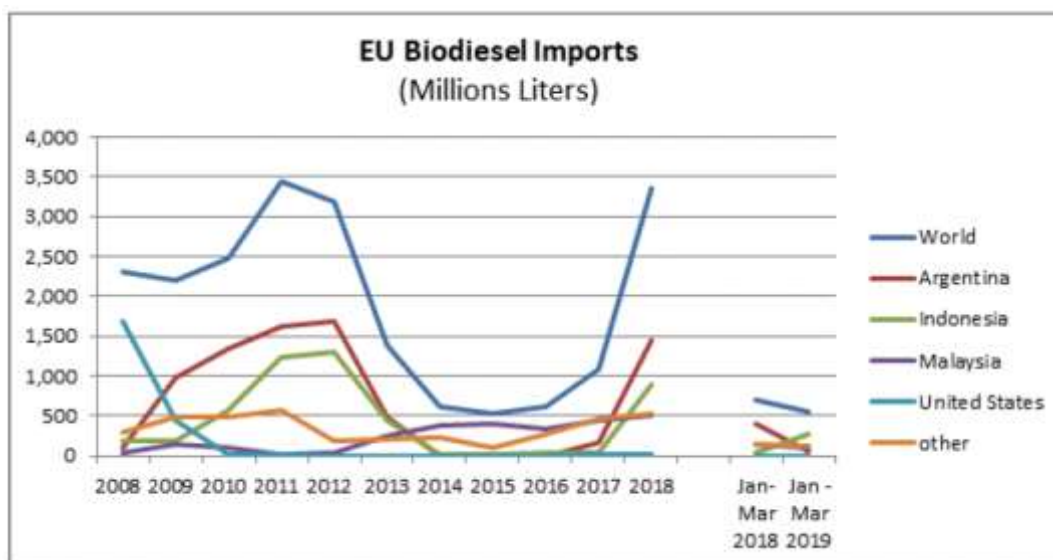
	2016	2017	2018	2019
Produktion	14,384	15,373	14,442	14,170
Import	629	1,097	3,366	3,400
Export	408	397	664	420
Konsumtion	14,610	16,020	16,854	17,380
Användning av rapsolja	6,587	6,848	5,652	5,435
Användning av UCO	2,848	3,011	3,109	2,989
Konsumtion Sverige	1,613	1,772	1,674	1,610

Produktion och konsumtion av biodiesel i EU är ungefär lika stora, med viss nettoimport under senare år. Importpriserna är jämförelsevis små men ökar sedan flera år. EU exporterar endast små volymer biodiesel.



Figur 7: Tillförsel och efterfrågan av biodiesel och HVO i EU (Flach, Lieberz, Bolla, & Phillips, 2019)

År 2018 var de viktigaste leverantörerna av biodiesel till EU från Argentina, Indonesien Malaysia och Kina. Andra leverantörer, men med mycket mindre mängder är Norge, Taiwan, Bosnien och Hercegovina och Indien. (Flach, Lieberz, Bolla, & Phillips, 2019)



Figur 8: Import av biodiesel till EU (Flach, Lieberz, Bolla, & Phillips, 2019)

### Användning av biodiesel och bio-oljor i Sverige

Det finns en mångfald av olika typer av biooljor och biodiesel i Sverige och det är svårt att uppskatta import och export av dessa produkter för uppvärmningsändamål eftersom de största mängderna används som transportbränsle. Sverige använder, relativt andra EU-länder, stora mängder biodiesel och HVO (nummer fyra i EU - se tabell 6), men producerar bara en liten mängd av det. 85% av de flytande biobränslena som används i Sverige för transport eller värmeproduktion importeras. Årligen konsumeras cirka 4,5 TWh (450 000 ton) biooljor i Sverige, återigen främst av transportsektorn. Det finns en nettoexport av bioetanol från Sverige.

Tabell 6: Biodiesel konsumtion i några olika länder

Calendar Year	2011	2012	2013	2014 <sup>r</sup>	2015 <sup>r</sup>	2016 <sup>r</sup>	2017 <sup>r</sup>	2018 <sup>e</sup>	2019 <sup>f</sup>
France	2,624	2,653	2,658	2,931	2,954	2,954	2,954	3,025	3,025
Germany	2,756	2,874	2,581	2,752	2,483	2,498	2,522	2,644	2,600
Spain	1,921	2,563	941	1,036	1,091	1,293	1,546	1,979	2,275
Sweden	289	415	569	805	1,129	1,613	1,772	1,674	1,610
Italy	1,654	1,598	1,447	1,269	1,581	1,132	1,488	1,333	1,360
UK	1,034	493	863	839	736	724	750	1,100	1,200
Poland	1,079	837	843	730	795	909	954	966	970
Belgium	344	354	364	375	436	452	573	572	610
Austria	576	567	575	708	710	641	572	600	600
Finland	137	131	195	469	475	119	385	392	400
Others	1,949	2,072	2,064	2,587	2,329	2,275	2,504	2,697	2,730
<b>Total</b>	<b>14,363</b>	<b>14,556</b>	<b>13,100</b>	<b>14,502</b>	<b>14,719</b>	<b>14,610</b>	<b>16,020</b>	<b>16,854</b>	<b>17,380</b>

r = revised / e = estimate / f = forecast EU FAS Posts. Source: FAS EU Posts based on information collected in mt, then converted to liters using a conversion rate of 1 mt = 1,136 liters for biodiesel and 1,282 liters for HVO.

Biodieselnkonsumtionen i Sverige förväntas minska i framtiden, på grund av eventuellt avskaffande av skatteundantag för biodiesel, i samband med införandet av ett mål för minskning av växthusgaser för dieselsektorn den 1 juli 2018. Reduktionsmålet av växthusgaser driver användningen av UCO som råmaterial, men trots det kommer den totala användningen av UCO att minska på grund av minskande mängder biodieselproduktion. (Flach, Lieberz, Bolla, & Phillips, 2019)

### Leverantörer av biodiesel och bio-oljor i Sverige

Flera företag i Sverige förser marknaden med bio-olja i olika kvaliteter och mängder. Vegoil, som är ett av dessa, förser flera fjärrvärmebolag i trakten med bio-olja. Vegoil är det företag som ligger närmast Sölvesborg Energi, med lagringstankar för bioolja i Sölvesborg. AAK ligger i Karlshamn, ca 30 km från Sölvesborg. AAK säljer små mängder rester (bio-olja) från sin vegetabiliska oljeproduktion till t.ex. fjärrvärmeföretag.

Det finns en handfull stora företag som tillhandahåller standardiserad RME i Sverige. Ecobränsle, som är ett av dessa, är en del av Energifabriken sedan 2019. Ecobränsle producerar och säljer RME.

Biodieselproduktionen vid Ecobränsle ligger i Karlshamn, bara 30 km från Sölvesborg. Biodieseln som produceras på Ecobränsle är av hög kvalitet och används mest som transportbränsle. Biodieseln säljs i viss utsträckning också för uppvärmningsändamål till en del olika fjärrvärmebolag.

### **3.3 Logistik**

Vegoil är en viktig leverantör av biooljor i regionen, och Ecobränsle är en viktig leverantör av RME, varför dessa två kommer att fungera som exempel, en för biooljor och en för biodiesel.

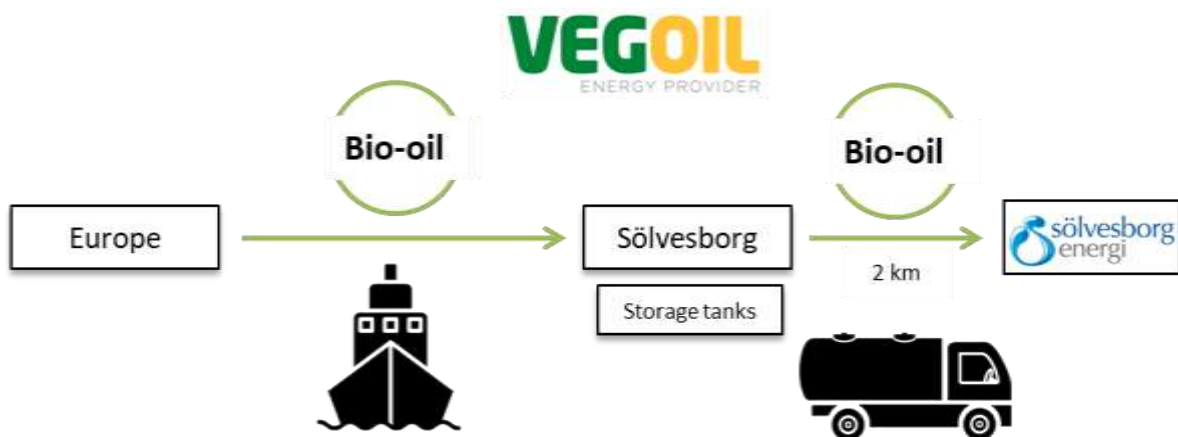
#### Bio-olja

Bio-oljan levereras av Vegoil med båt till en tankdepå vid hamnen i Sölvesborg eller till en hyrd tank nära kunden. Bio-oljorna kommer från olika platser runt om i Europa. Tankarna i depån är helt optimerade för bio-oljor och består av fem tankar med en total volym på 10.000 m<sup>3</sup>. Det möjliggör ett lager av olika kvaliteter. Man får båtleveranser på 2 000 - 4 500 ton per båtlast med flera olika bio-oljor. Tankarna hålls varma med tre pannor (250 kW vardera) som använder sin egen bio-olja som råvara sedan 2008. Avståndet mellan tankdepån vid hamnen och pannan i Sölvesborg Energi är endast några kilometer.

I de flesta fall levereras bio-oljan från depån i Sölvesborg till kundens tank med tankbilar från ett närliggande transportföretag (Börjes tankservice). Bio-oljan har en temperatur mellan 45 ° C och 55 ° C när den levereras till kunden. Det filtreras i filter med en storlek på högst 0,2 mm. Leveranser till kunder med mindre konsumtion kan också ske i containrar på 1 m<sup>3</sup>. Lastbilarna kör på kommersiellt tillgängligt dieselbränsle med en låg andel biodiesel.

Vegoil är angeläget om att agera på ett hållbart sätt, och till exempel är de företag de anlitar för transport certifierade enligt ISO9000, ISO14001 och Euro5.

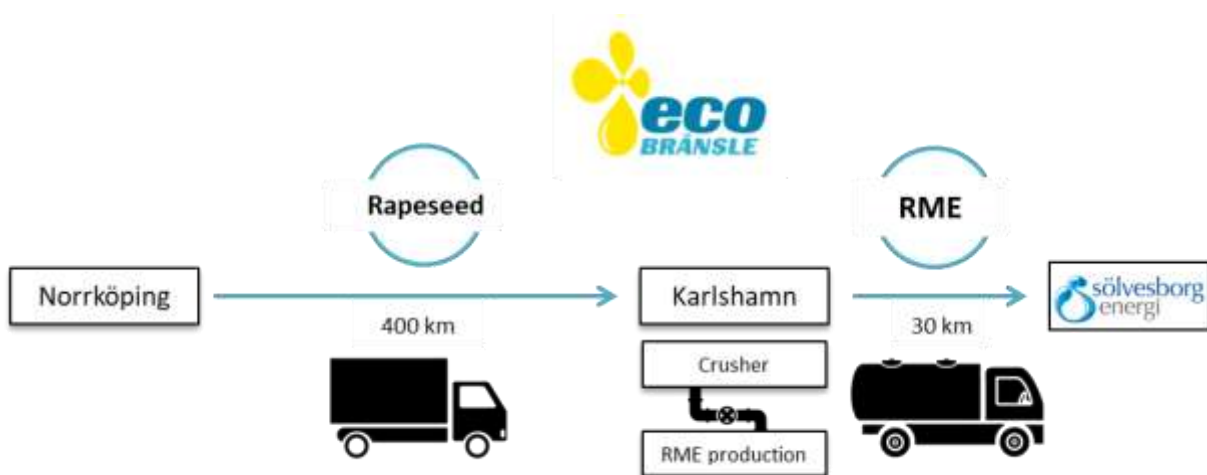




Figur 9: Vegoil logistik

### Biodiesel

Den mesta rapsen för biodieselproduktionen levereras från Norrköping, cirka 400 kilometer från Karlshamn, där både en rapskross och biodieselproducenten EcoBränsle finns. Karlshamn ligger cirka 30 km från Sölvesborg. EcoBränsles biodieselproduktion är kopplad till Nordens största krossfabrik, som ägs gemensamt av AAK och Lantmännen Energi. Rapsoljan tillförs RME-produktionen via rör från krossen. Krossen förser RME-produktionen med ånga och värme, baserad på biobränslen. RME producerad i Karlshamn transporteras till Sölvesborg med tankbil. Den årliga produktionen är 50 000 m<sup>3</sup> RME. Biprodukten glycerol skickas till Danmark för användning i biogasproduktion.



Figur 10: EcoBränsle logistik

## 3.4 Värdekedjorna

### Bio-olja

Sammanfattningsvis betraktas tre olika biooljor med olika kvaliteter, tillverkade av använd matolja, som resurser. Producenterna av bioolja är okända och varierar; leverantören som exempel här, är det svenska företaget Vegoil.

Använd matolja samlas in i olika europeiska länder och skickas till Sverige. Från lagringen, där de tunga biooljorna behöver värmas, transporteras den till Sölvesborg Energi. Vid Sölvesborg Energis egen lagring är ytterligare investeringar nödvändiga för uppvärmning av de tunga biooljetankarna. (Se teknisk-ekonomisk bedömning för mer information) Biooljan förbränns i Sölvesborg Energis två topp – och reservpannor.



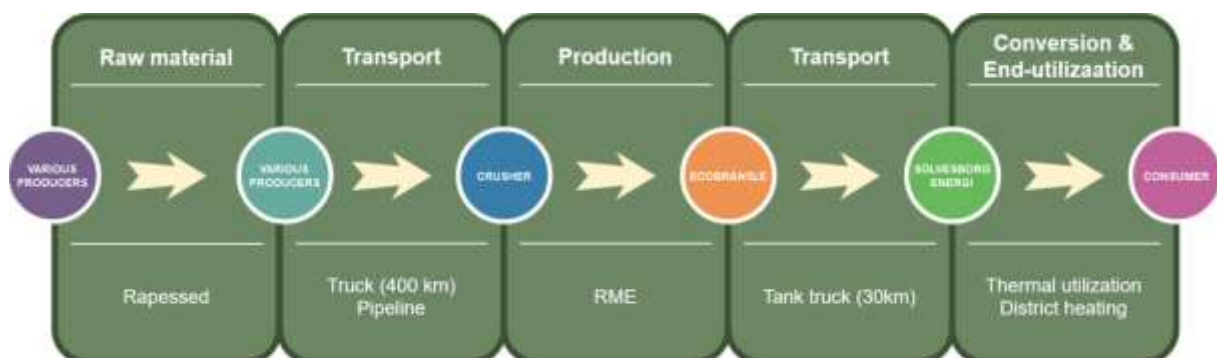
Figur 11: Värdekedjan för bio-oljan

## RME

Sammanfattningsvis samlas raps in i närheten av Norrköping och levereras med lastbil 400 km till en kross nära Karlshamn. Där transporteras rapsfrön genom en pipeline till RME-tillverkaren Ecobräsle. RME transporteras vidare till Sölvesborg Energi med tankbil. RME behöver inte förvärmning. Den förbränns i Sölvesborg Energis två topp – och reservpannor, som beskrivits ovan för värdekedjan för bioolja.

## Slutsats

För att värdera ett specifikt bränsle måste flera aspekter beaktas. I detta kapitel jämförs biooljor och RME med avseende på bränslekostnader, bränsletillgänglighet, kvalitet, lagstiftning och lagringsbarhet.



Figur 12: Värdekedjan för RME

Tunga biooljor (Bio 25 LAK, Bio 25) kräver konstant uppvärmning, som inkluderar extra investeringskostnader, men de är billigare jämfört med lätta biooljor (Bio -10) eller RME. De totala bränslerelaterade kostnaderna är billigast för Bio 25. (se tabell 4).

En annan viktig aspekt är bränsletillgängligheten. Generellt sett har Sverige ett stort importberoende när det gäller bio-olja och biodiesel. Målen för minskning av växthusgasutsläpp i Sverige drev användningen av bio-olja. Men på grund av en minskad biodieselproduktion i Europa, förväntas också användningen av UCO (bio-olja), som är den näst mest använda råvaran för biodieselproduktion, minska. Om mindre UCO behövs för biodieselproduktion faller importpriserna tillfälligt och vice versa. Detta indikerar en säkrad tillgänglighet för UCO-baserade biooljor. Tillgängligheten för biodiesel, inklusive RME, förväntas förbli god på grund av överskott av produktionskapacitet. Den resulterande prisutvecklingen är osäker för alla dessa bränslen. Långtidsavtal kan möjliggöra leveranssäkerhet och en viss prisnivå under en tid.

I allmänhet är hanteringen av RME och bioolja ganska lik varandra. En skillnad är bränslekvalitetsstandarder. Standard EN 14214 säkerställer kvaliteten på biodiesel, men det finns ingen standard för UCO-baserade biooljor. Att använda en avfallsström och olika insamlingsmetoder kan leda till kvalitetsproblem. Undersökningen av ESS indikerar att värmeleverantörer i Sverige hade upplevt vissa kvalitetsproblem när de använde bioolja för några år sedan. Under de senaste åren har dessa problem mildrats och nu är kvaliteten på bioolja i Sverige tillfredsställande.

RED II innehåller mål för minskning av växthusgaser, som regelbundet kommer att revideras och uppdateras. RME riskerar att inte uppfylla framtida mål. Bio-olja är bättre i den mening att man använder avfallsströmmar som bränslen eller råvara. Därför är Bio-olja att föredra enligt denna aspekt.

Den önskade storleken på lagringstanken beror på hur ofta bränslet levereras. Om bränslet levereras endast en gång per år behöver tanken ha full kapacitet. Om bränslet levereras oftare är leveranstiden viktig att veta för att säkerställa försörjningstryggheten. Såväl RME som bioolja åldras och bör användas inom ett år. Därför måste leveransen planeras noggrant och en lösning för eventuella rester bör hittas i förväg för båda resurserna.

Ur försörjningssynpunkt är bioolja att föredra framför RME.

## 4 Tekno-ekonomisk rapport

I denna tekniska beskrivning diskuterar vi först processegenskaperna för den aktuella situationen och var och en av de fyra alternativen för ombyggnad/bränslekonvertering. I allmänhet köper Sölvesborg Energi spillvärme från Stora Enso's massa- och pappersbruk i Nymölla. Sölvesborg Energi har reserv- och topplastpannor, som ägs av de själva, för att säkra värmeleveranser till sina fjärrvärmekunder. Dagens situation och två alternativ med bränslekonvertering är identifierade i figur 13.

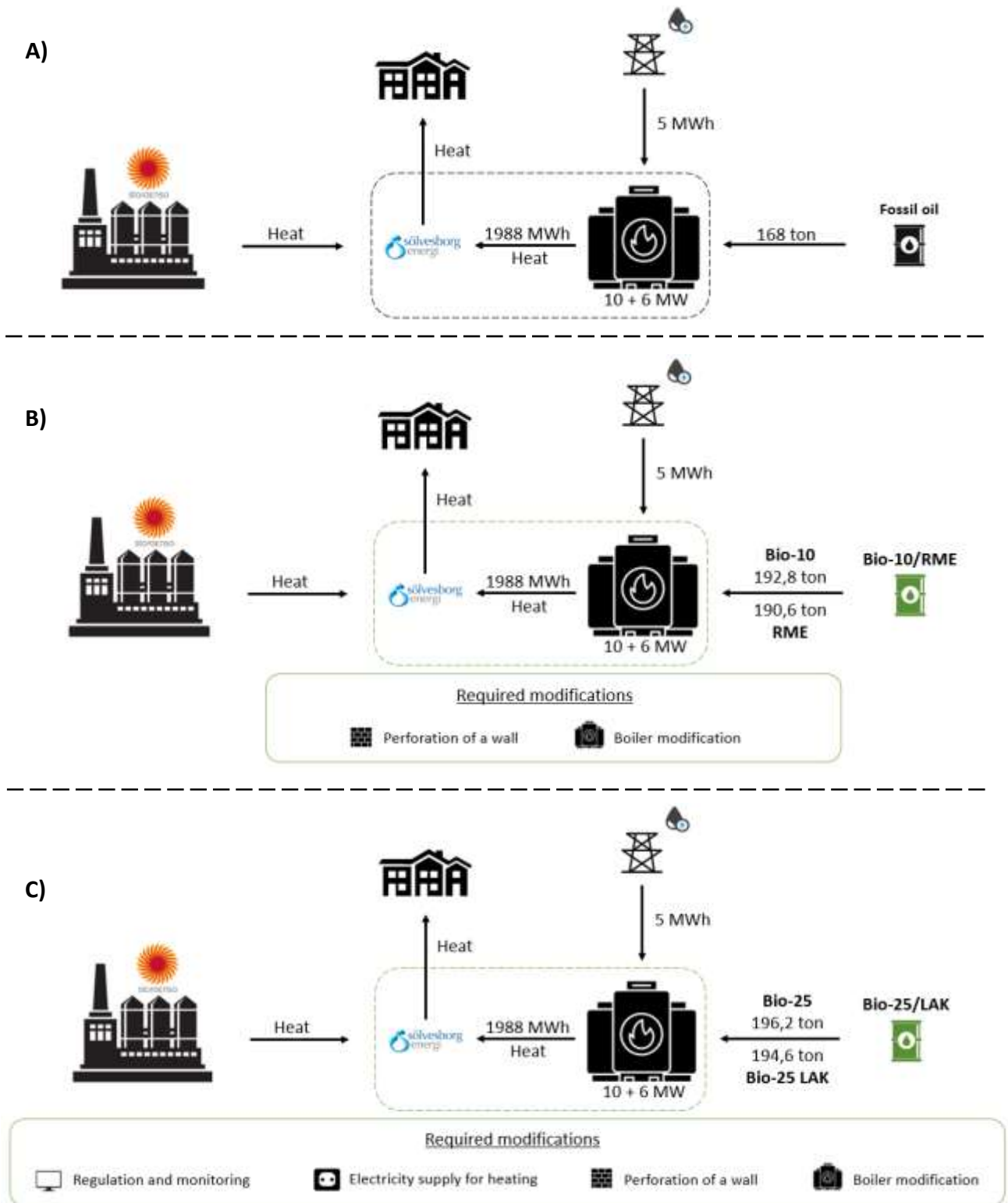
De två värmepannorna har en total kapacitet på 16 MW. Anläggningen har, sedan driftstart 2008, varit i drift i 5 000 timmar, vilket motsvarar cirka 500 timmar per år. Det finns två delar i processen som står för det största elbehovet för att driva anläggningen. Det första är vattencirkulationen från bruket. Pumpen går kontinuerligt med en maximal kapacitet på 90

kW. Det andra är produktion av värme vid de två pannorna på Sölvesborg Energi, som kräver totalt 5 MWh el per år.

För närvarande används fossil eldningsolja i de två värmepannorna. Oljeförbrukningen i pannorna beräknas till 200 m<sup>3</sup> per år. Med den fossila oljans densitet (840 kg / m<sup>3</sup>) motsvarar det årligen 168 ton. Oljan har ett energiinnehåll på 9,94 MWh / m<sup>3</sup>. Med en konsumtion på 200 m<sup>3</sup> ger detta 1988 MWh per år. Dessa siffror för användningen av fossil eldningsolja är utgångspunkten för jämförelser med olika alternativ som vidare kommer att diskuteras i rapporten.

Vi studerar två alternativ som använder en lättare bioolja: RME och Bio-10 (figur 13B). RME har en högre densitet (882 kg / m<sup>3</sup>) men lägre energiinnehåll (9,2 MWh / m<sup>3</sup>) jämfört med fossil olja. Följaktligen krävs mer råmaterial för att producera 1988 MWh värme per år. Detta gäller även för Bio-10 på grund av dess högre densitet (875 kg / m<sup>3</sup>) och ett ännu lägre energiinnehåll (9,02 MWh / m<sup>3</sup>) än RME. Beräkningar ger att 190,6 ton RME och 192,8 ton Bio-10 krävs för att uppnå tillräcklig värmeproduktion. För att få en fungerande förbränning av dessa biooljor krävs justeringar av pannan. Dessutom måste olje - och ventilationssystemet rekonstrueras. Dessutom behöver man göra hål i en vägg i byggnaden.

Slutligen är två tunga biooljor, Bio 25 och Bio 25 LAK, alternativ vid val av nytt bränsle vid konvertering (figur 13C). Både Bio 25 och Bio 25 LAK har ett lägre energiinnehåll (9,02 MWh / m<sup>3</sup>) än fossil olja (9,94 MWh / m<sup>3</sup>), vilket resulterar i en större mängd Bio 25 eller Bio 25 LAK som krävs för att tillgodose energibehovet. 196,2 ton Bio 25 och 194,6 ton Bio 25 LAK krävs för att producera den nödvändiga 1988 MWh per år. Samma justeringar av pannan och rekonstruktion av olja och ventilationssystem, liksom håltagningen i väggen, krävs som för RME och Bio-10. Eftersom de tunga biooljorna måste förvärmas till 25°C måste ytterligare utrustning installeras. Detta är utrustning som elförsörjning för uppvärmning av bränslet i tankarna och rören, samt utrustning för reglering och övervakning.



Figur 13: Teknisk översikt över den aktuella situationen och de fyra möjliga konverteringarna. A) Situationen nu innan åtgärd. B) Konvertering till Bio-10 eller RME. C) Konvertering till Bio 25 och Bio 25 LAK.

#### 4.1 Kostnader

Bioenergi är en av pelarna i EU:s förnybara energiomställning för en ekonomi med låga koldioxidutsläpp. Ett sätt på vilket bioenergin kan öka i betydelse är genom ombyggnad/bränslekonvertering av befintlig pannor. I detta specifika fall kommer användningen av bioolja i de befintliga värmepannorna för spets – och reservproduktion hos Sölvesborg Energi och Vatten att undersökas. De följande beräkningarna behandlar den ekonomiska hållbarheten för fyra olika bränsleval vid konvertering: Biodiesel (RME), Bio-10, Bio 25 och Bio 25 LAK. Kostnaderna för sådana biooljebaserade pannor kommer att jämföras med kostnaderna för den för närvarande fossila oljebaserade produktionen. De totala kapitalkostnaderna och driftkostnaderna krävs som input för den ekonomiska jämförelsen mellan varje alternativ av förnybart bränsle.

Ingångsdata för den ekonomiska bedömningen beskrivs i tabell 7. När det gäller kapitalkostnaderna kan de delas in i två kategorier. Den första kategorin representerar "lätta" biooljor, som inte kräver förvärmning (dvs. RME och Bio-10). Den andra kategorin kräver förvärmning av de "tungta" biooljorna (dvs. Bio 25 och Bio 25 LAK). Konverteringen till den första kategorin innebär modifiering och / eller utbyte av brännaren, delar av oljesystemet och olika rör. Dessutom innebär det demontering av gamla rör, utbyte av oljerör mellan tankar och brännare, isolering, injustering av nya delar och installation av utrustning för uppvärmning av bränslet i tankarna. Dessa kostnader adderas ihop till en enda kostnad, benämnd "modifieringskostnader". Kostnader för håltagning i en vägg tillkommer oberoende av val av bränsle, men för de tyngre biooljorna behöver ventilationssystemet förbättras. De rörliga kostnaderna är på årsbasis.

Tabell 7: Data för lätta oljor (RME och Bio-10) och tunga oljor (Bio 25 and Bio 25 LAK).

	Fossilt	RME	Bio-10	Bio 25	Bio 25 LAK
<b>Kapitalkostnader</b>					
Projektkostnader	€0	€17.400	€17.400	€17.400	€17.400
Modifieringskostnader	€0	€36.500	€36.500	€139.600	€139.600
Kostnader för kringutrustning	€0	€0	€0	€3.500	€3.500
Kostnader för reglering och övervakning	€0	€0	€0	€2.600	€2.600
Håltagning i vägg	€0	€2.600	€2.600	€5.200	€5.200
Oförutsedda kostnader	€0	€1.700	€1.700	€1.700	€1.700
<b>Rörliga kostnader (OPEX)<sup>a</sup></b>					
Kostnader för ökat underhåll	€0	€0	€0	€6.500	€6.500
Kostnader för förbrukningsvaror	€0	€0	€0	€2.600	€2.600
Kostnader för värmning av bränslet	€0	€0	€0	€1.700	€1.700
Kostnader för el	€142.812	€142.812	€142.812	€142.812	€142.812
Kostnader för bränslet	€165.076,80	€126.124,13	€182.298,09	€98.930,88	€115.074,32
<b>Bränsleegenskaper</b>					
Densitet (kg/m <sup>3</sup> )	840	882	875	883	890
Energiinnehåll (MWh/m <sup>3</sup> )	9.94	9.2	9.02	9.02	9.02
Pannverkningsgrad	95%	95%	95%	95%	95%

På grund av karaktären av Bio 25 och Bio 25 LAK krävs ytterligare investeringar såsom kostnader för elförsörjning avsedd för uppvärmning av bränslet i tankarna och rören mellan tankarna och brännaren samt kostnader för reglering och övervakning av ytterligare utrustning. En uppskattning av projektkostnaderna (dvs. entreprenad) gavs av Sölvesborg Energi och är i stort sett oberoende av valet av bränsle. Förutom de årliga bränslekostnaderna identifierades ytterligare tre driftkostnader för de tunga oljorna. Detta är kostnader för ökad användning av underhåll, ytterligare förbrukningsmaterial och uppvärmning av tankar och rör.

Beräkningarna bygger på olika värden, erhållna på en del olika sätt. Dessa beskrivs i tabell 8. Bränslekostnaderna redovisas separat i tabell 9 Elpriset representerar det pris som fastställts för hushåll i Sverige i mars 2019. Dessutom valdes diskonteringsräntan i enlighet med marknadsstabiliteten, fluktuationer i elpriset och den genomsnittliga inflationstakten. Exempelvis förväntas energibehovet i Sverige för uppvärmning i hushåll minska avsevärt på grund av energieffektivitetsåtgärder i byggnader. Detta utgör en risk för stabiliteten på fjärrvärmemarknaden. Eftersom en nominell diskonteringsränta på 4 - 6% ofta används för offentliga aktörer i Sverige, och på grund av vissa risker är diskonteringsräntan satt till 7%. Ekonomiska fördelar har identifierats (dvs. Green Certificate System) för alla biooljor och projektets livslängd är fastställd till 12 år och där anläggningen är i drift 500 timmar varje år.

Bränslekostnaderna hämtades från tidigare tabell och konverteras till euro per ton. Priset på fossil olja är högre än alla biooljor. Dessutom ökar priset på de olika biooljorna i proportion till minskningen av resistensen mot låg temperatur.

Tabell 8: Värden från andra källor

Item	Value
Electricity price	€0,18 <sup>1</sup>
Discount rate	7% <sup>2</sup>
Project lifetime	12 years
Operational hours	500 h/year
Financial benefits	€25.000/year <sup>3</sup>

Tabell 9: Bränslekostnader

Item	Price (€/ton)
Fossil oil price	982,6
RME price	956,5
Bio-10 price	669,5
Bio 25 price	504,3
Bio 25 LAK price	591,3

## 4.2 Ekonomisk analys

För vart och ett av alternativen för bränslekonvertering har en kassaflödesanalys gjorts. Mätvärden som beaktas i denna bedömning är nuvärdet (NPV), internräntan (IRR) och återbetalningsperioden för de olika konverteringsalternativen. Den enkla återbetalningsperioden  $t_p$ , det vill säga den tid som krävs för att återfå värdet på den ursprungliga investeringen, beräknas från kapitalinvesteringen  $C_0$  och det årliga kassaflödet  $R_C$ :

$$t_p = \frac{C_0}{R_C}$$

NPV (Net Present Value) är en indikator på hur mycket värde en investering eller projekt tillför verksamheten. När NPV är positivt är konverteringen genomförbar eftersom värde tillförs verksamheten. NPV bestäms av summan av framtida kassaflöden  $C_t$  som genereras av investeringen under en serie tidsperioder ( $t$ ). NPV är en funktion av diskonteringsräntan ( $i$ ) och utnyttjandeperioden ( $n$ ) för investeringen:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

<sup>1</sup> [https://www.globalpetrolprices.com/Sweden/electricity\\_prices/](https://www.globalpetrolprices.com/Sweden/electricity_prices/)

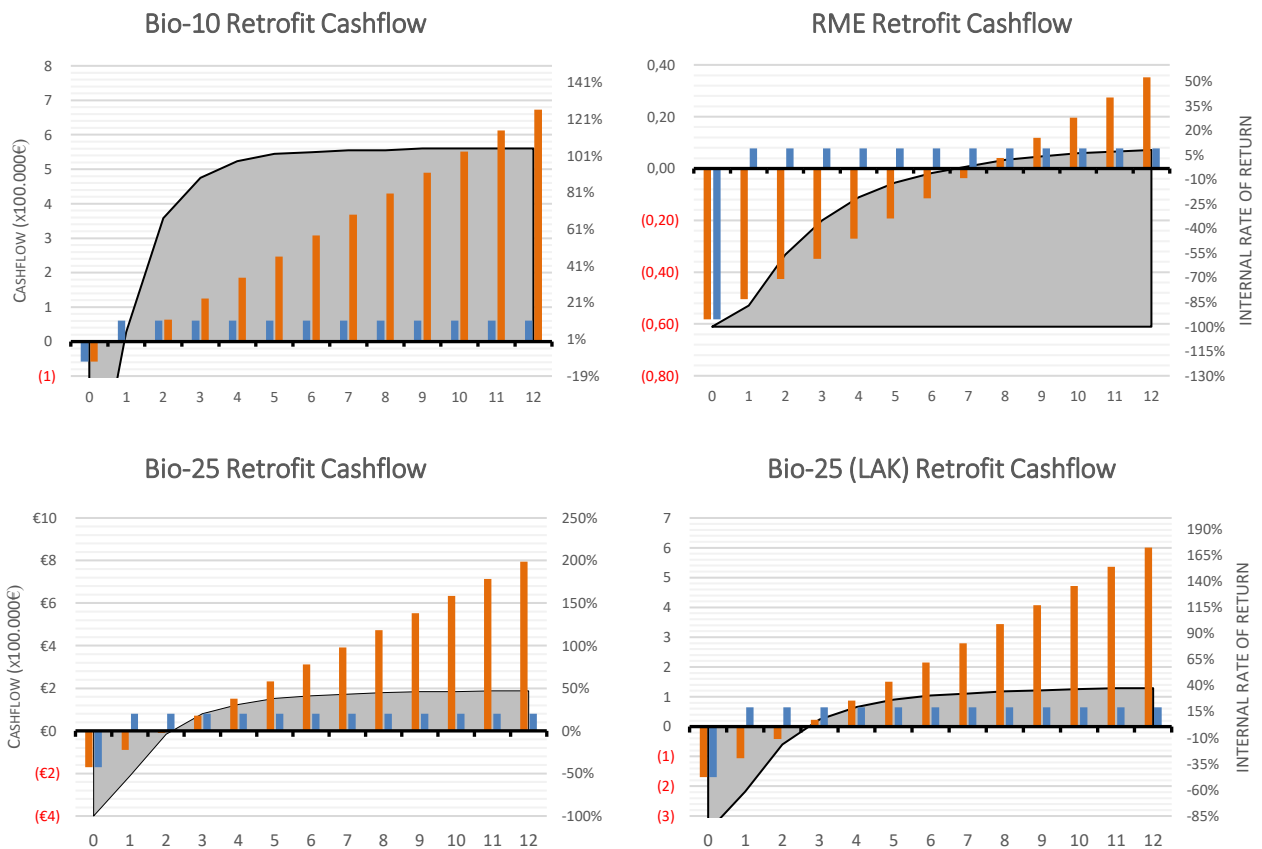
<sup>2</sup> Bjorn Berggren, M. W. (2019). LCC ANALYSIS OF A SWEDISH NET ZERO ENERGY BUILDING – INCLUDING COBENEFITS

<sup>3</sup> <https://blogs.dnvgl.com/energy/scandinavian-wind-without-subsidies>



Slutligen är IRR, internräntan, den räntesats som investeringen avkastar. Genom att jämföra internräntan med kalkylräntan, det vill säga uppsatta avkastningskrav, kan investeringens lönsamhet avgöras. Mer lönsamma investeringar kommer att ha en högre IRR än investeringar med låg lönsamhet.

Resultaten från kassaflödesanalysen visas i figur 14. De orange staplarna representerar det kumulativa kassaflödet, bestämt genom att lägga till det årliga nettokassaflödet till den totala projektinvesteringen. De blå staplarna representerar nettokassaflödet till följd av de årliga vinsterna från driftkostnadsbesparingar genom bränslekonverteringen. Det grå området representerar den årliga internräntan, beräknad för projektets livstid på 12 år. Här bestäms nettokassaflödet av skillnaden i driftkostnader mellan den specifika bränslekonverteringen och dess fossila jämförelse. Ett positivt nettokassaflöde innebär lägre driftkostnadskrav i motsats till fossiloljeanvändning. Det årliga sparandet av driftkostnader förblir konstant och därmed erhålls identiska kassaflöden varje år. Ökningen i kumulativt kassaflöde är resultatet av ett konstant positivt nettokassaflöde. Ju högre det kumulativa kassaflödet är, desto större blir vinsten under projektets livstid. IRR symboliseras av ytan ovanför x-axeln. Positionen där linjen korsar x-axeln anger året där den totala investeringen återvinns. Ett liknande mönster kan observeras för alla fyra alternativen. År 0 anger investeringstid och därmed observeras ett negativt kassaflöde. Beroende på OPEX-skillnaden mellan den specifika konverteringen och det nuvarande fossila bränslet visar nettokassaflödet den årliga vinsten efter konverteringen. Den årliga vinsten förblir densamma under hela projektets livslängd, vilket återspeglar det konstanta nettokassaflödet som visas i figur 14. Sammanställningen av dessa OPEX-besparingar, från och med den initiala investeringen, är det faktiska kumulativa kassaflödet för projektet. Den huvudsakliga och mest uppenbara skillnaden är IRR för de olika fallen. IRR är ett viktigt måttvärde för att bestämma den ekonomiska genomförbarheten.

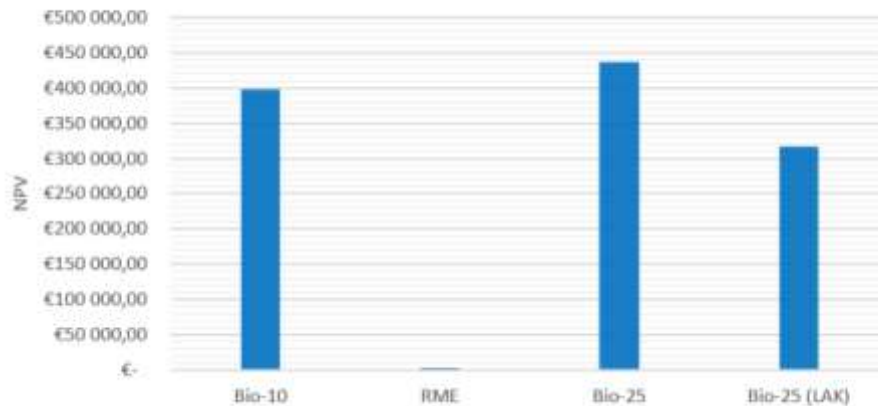


Figur 14: Kassaflödesdiagram över de fyra bränslealternativen under en period av 12 år. Bio-10: Net Cashflow; 60.952,67 €, kumulativt Cashflow; 673.232,08 €, IRR; 105%. RME: Net Cashflow; 7.778,71 €, kumulativt Cashflow; 35.144,55 €, IRR; 8%. Bio 25: Net Cashflow; 80.345,92 €, kumulativt Cashflow; 794.151,03 €, IRR; 47%. Bio 25 LAK: Net Cashflow; 64.202,48 €, kumulativt Cashflow; 600.429,73 €, IRR; 37%.

### Nuvärdesanalys (NPV)

Ett positivt värde på nuvärdet (NPV) indikerar att de beräknade intäkterna genererade genom bränslekonverteringen överstiger den tänkta investeringen. Endast investeringar med positiva nuvärden bör beaktas. Figur 15 visar nuvärdena för de fyra olika konverteringsalternativen. RME ger det lägsta nuvärdet, där drygt 3 000 € adderas till verksamheten. För de andra tre bränslealternativen tillförs över € 300 000, där Bio 25 tillför verksamheten mest värde (€ 437.535). Det låga nuvärdet för RME återspeglar investeringens låga internränta (IRR) och kan tillskrivas de höga råvarukostnaderna. Även om Bio-10-alternativet tydligt resulterar i den högsta internräntan, resulterar det inte i det högsta nuläget. Det främsta skälet till detta är att nettokassaflödena i Bio 25-alternativet är högre jämfört med de andra bränslena. Detta resulterar i slutändan i ett högre värde på projektet.

### Nuvärdet (NPV) för olika bränslealternativ



Figur 15: Nuvärdet (NPV) för varje bränslealternativ. Bestämningen av framtida kassaflöden (Ct) som genereras av investeringen under en serie tidsperioder (t). NPV är en funktion av diskonteringsräntan (i) och utnyttjandeperioden (n) för investeringen. NPV beräknas under en tidsperiod på 12 år med en diskonteringsränta på 7 %.

### Internränta (IRR)

Den ekonomiska genomförbarheten bestäms inte bara genom att använda NPV, utan ofta tillsammans med projektets IRR. Bio-10, Bio 25 och Bio 25 LAK alternativen visar alla IRR-värden betydligt högre än diskonteringsräntan med en IRR på 105 %, 47 % respektive 37 % mot en diskonteringsränta på 7 % per år, vilket indikerar den ekonomiska livskraften av dessa tre bränslealternativ. Detta kan förklaras av lägre bränslekostnader jämfört med fossil olja. IRR för RME är bara 1 % högre än diskonteringsräntan. Detta antyder att valet av RME är ekonomiskt genomförbart, men mycket känsligt för pris – och skatteförändringar. Anledningen till att IRR för de "tunga" biooljorna är lägre än IRR för Bio-10 är det totala investeringsbeloppet. Det är dock viktigt att nämna att även om IRR för "tunga" oljor är lägre, är nettokassaflödena och därför de kumulativa kassaflödena högre för dessa oljor. Detta beror på större besparingar av rörliga kostnader (OPEX) till följd av lägre bränslekostnader.

### 4.2 Diskussion och slutsats

Den ekonomiska genomförbarheten för de fyra konverteringarna bestämdes med användning av ekonomiska mätvärden, såsom IRR och NPV. Dessutom har en känslighetsanalys genomförts (inte beskriven i detalj i detta dokument) för att förstå effekterna på den ekonomiska genomförbarheten av förändringar i tre ingående variabler. Valet av RME är ekonomiskt möjligt eftersom det visar en IRR på 8 % och en NPV på 3.349 €, men detta bränslealternativ blir omöjligt om bränslekostnaderna ökar med 1,5 %. Bio-10-valet visar det högsta IRR-värdet. Eftersom investeringen är relativt låg för de "lätta" biooljorna (58.200 €) och nettokassaflödet relativt högt (60.953 €) erhålls ett IRR-värde på 105% motsvarande en återbetalningsperiod på något mindre än 1 år. NPV för detta bränsleval efter en tolvårsperiod är 398.064 €. Detta alternativ är alltså attraktivt. Fortfarande måste känsligheten för förändringar i bränslekostnaderna beaktas eftersom det påverkar IRR-värdet avsevärt.

Beräkningarna visar att valet av Bio 25 också är genomförbart eftersom det visar en positiv IRR och en NPV på € 437.535. På grund av den relativt höga investeringen för de "tung" biooljorna (€ 170.000) och samtidigt med det högsta nettokassaflödet (80.346 €) erhålls ett IRR-värde på 47 % motsvarande en återbetalningsperiod på 2,1 år. Eftersom det nettokassaflöde som fås med Bio 25 är det högsta av de olika alternativen, så resulterar det också i det högsta nuvärdet (NPV), trots den relativt höga investeringen. Slutligen är Bio 25 LAK-valet också genomförbart med tanke på det positiva IRR-värdet och en NPV på € 317.701. Liksom med den andra "tung" bioolja ger den relativt höga investeringen i samband med ett relativt högt nettokassaflöde (64,202 euro) ett rimligt IRR-värde på 37%, vilket motsvarar en återbetalningsperiod på 2,6 år.

### **Slutsats ekonomisk bedömning**

Av den ekonomiska bedömningen kan man dra slutsatsen att konverteringen till Bio-10 såväl som de "tung" biooljorna är ekonomiskt genomförbara. Konvertering till RME har betydligt sämre marginaler. Någon procents ökning av råvarukostnader gör detta alternativ ekonomiskt omöjligt.

Bio-10 visar det bästa värdet på internräntan i kombination med en återbetalningsperiod på mindre än 1 år. Ett sådant alternativ är att föredra eftersom projektet innebär en viss risk och som en följd av detta kräver en snabb återbetalning av investeringen. Konvertering till bio-10 beräknas bidra med € 398.064 till verksamheten. Ändå tillför Bio 25 mer värde till verksamheten även om den initiala investeringen är betydligt högre jämfört med Bio-10. Tidsperioden innan investeringen är återbetald är marginellt längre än för Bio-10. Bio 25 LAK-alternativet visar jämförbara värden med Bio 25 men är mindre lönsam. Detta beror främst på skillnaden i bränslekostnaderna. Bio 25 LAK är ändå ett genomförbart alternativ, särskilt med tanke på dess låga känslighet för oförutsedda förändringar i driftkostnader, investeringskostnader och fluktuationer i bränslekostnader. Ur ekonomisk synvinkel är Bio 25 det mest intressanta alternativet om det inte finns några ekonomiska begränsningar, men om det finns vissa villkor för investeringen (t.ex. investeringstak), skulle Bio-10 kunna vara det mest intressanta alternativet.

## **5 Sociala aspekter**

De viktigaste sociala aspekterna av konverteringen beskrivs i detta avsnitt. Konverteringen bort från fossil eldningsolja ett litet inflytande på sociala aspekter, men å andra sidan finns det flera liknande anläggningar runtom i Europa med möjlighet att konvertera från fossil eldningsolja eller andra fossila bränslen till förnybar lätt eller tung bioolja, oavsett om det gäller en panna för primärproduktion av värme eller kraftvärme eller om det är en panna för att säkra topp – och reservproduktionen.

Förbränning av bioolja är en ny erfarenhet för det aktuella företaget och kommer därför att medföra ett lärande för personalen. Ingen formell utbildning av tekniker eller andra anställda är planerad, på grund av den låga graden av komplexitet, och dessutom finns det erfarenhet från installation och drift av denna typ av förnybart bränsle vid andra värmeverk i närheten,

så erfarenhetsutbytet kommer att säkerställas genom nätverk med teknikerna hos dessa företag tillsammans med biooljeleverantören.

Ett beslut om konvertering kan leda till nya eller ytterligare jobbmöjligheter. Själva konverteringen med t.ex. insatser för projektledning, design, rekonstruktion och installation kommer förstås att generera en del jobb. Ökade arbetsinsatser, om än små, från teknikerna för drift och underhåll förutses, särskilt för driften på kort sikt efter att den rekonstruerade anläggningen har tagits i drift. Det leder inte till nya anställningar utan ingår i uppgifterna för befintlig personal. Olika alternativ för konvertering till förnybara bränslen har studerats. Det slutliga valet av bränsle innebär olika möjligheter för regionala / nationella jobbmöjligheter. Bioolja importerar till stor del från andra länder, t.ex. MellanEuropa, medan RME i allmänhet produceras i Sverige. Omvandling till någon form av bioolja kommer endast att ha marginell påverkan på nationella eller regionala jobbmöjligheter, med beaktande av utvinning av bränslet. De nationella och regionala transporterna kommer att förbli ungefär desamma antingen bränslet ändras till bioolja eller om den fossila eldningsoljan kvarstår. Om man tvärtom väljer RME, kommer nya jobbmöjligheter längs värdekedjan, både nationellt och regionalt, att uppstå, t.ex. odlare av raps, insamling, transport till bearbetning i Karlshamn, bearbetning av raps till RME, lagring och slutligen transport till anläggningen i Sölvesborg. Omvandling av råmaterial, antingen till bioolja, RME eller annan biodiesel, innebär ökad möjlighet för nationell eller EU-omfattande självförsörjning av bränslet. Ur nationell synvinkel är RME att föredra. Konverteringen stärker nationella initiativ för att importera / utvinna förnybara bränslen för värme och kombinerad värme- och kraftproduktion. Omvandlingen till ett förnybart bränsle är en handling i sig för ökad försörjningstrygghet eftersom utvinningen / produktionen är decentraliserad i jämförelse med mineralolja.

Den uppskattade återbetalningsperioden är kort för några av de förnybara råvarorna som påpekas som möjliga alternativ för omvandlingen. Därför kan bolaget välja ett bränsle som kommer att påverka den lokala ekonomin på ett positivt sätt. Företaget ägs helt av Sölvesborgs kommun och investeringen kommer följaktligen att kunna påverka kommuninvånarna.

Teknikernas säkerhet påverkas inte mycket av omvandlingen av råvaran, varken om den nya råvaran är lätt (biodiesel) eller tung bioolja. Utsläppen från förbränningsprocessen kommer att förändras när man ändrar råmaterialet från ett fossilt bränsle till ett förnybart. Förutom utsläpp av koldioxid kommer innehållet i rökgaserna att ändras beroende på många faktorer, såsom innehållet i bränslet. Koncentrationen av t.ex. stoft i rökgaserna från bioolja, särskilt tung bioolja, antas vara högre jämfört med förbränning av mineralolja. Koncentrationen är beroende av exempelvis brännaren och därmed varierar den från en panna till en annan. Bränslebytet medför således inte självklart lägre koncentration av olika ämnen i rökgaserna. Koncentrationen av de viktigaste ämnena måste mätas på plats för att få mer exakta data. Trafiken från lastbilar och annan fysisk påverkan av miljön i närheten av anläggningen till följd av konverteringen är liten. Antalet lastbilar som förser anläggningen med råvaran kommer inte att påverkas väsentligt, eftersom energiinnehållet i mineralolja och bioolja är nära detsamma. Rekonstruktionsfasen är kort och påverkar inte den fysiska miljön väsentligt.

## 6 Erfarenheter från tidigare konverterade pannor

Vi har samlat regionala erfarenheter från tre fjärrvärmebolag som alla använder bioolja eller biodiesel i olika utsträckning. Alla de fyra företagen ägs av respektive kommun de verkar i. Två av företagen köper överskottsvärme från massabruk för sitt basbehov. Det betyder att dessa två bolag bara producerar värme för spets – och reservbehovet. De andra två företagen producerar all värme i sina egna pannor, som de levererar till fjärrvärmenätet. Ett av dem är kraftvärmeproducent. Företagen har olika erfarenheter från installation och drift av pannor som använder bioolja eller biodiesel. De har alla olika förutsättningar för pannan och utrustningen ansluten till pannan, t.ex. brännare, tankar, ventiler och rör. Erfarenheterna från konverteringen och förbränningen av förnybar olja är olika också på grund av att man har valt olika bioolja/biodiesel. De olika bolagens förutsättningar och erfarenheter beskrivs var för sig, där vissa mönster är möjliga att se. Bränslebytet från fossil eldningsolja till bioolja eller biodiesel kräver en del analyser baserat på de givna förutsättningarna man har från fall till fall. Det handlar till exempel om typ av brännare, utrustningsmaterial, varmhållning av bränslet, begränsningar för lagringstid och processen för att fylla tankarna från lastbilen (vilket kräver en speciell kopplingstyp). Den allmänna erfarenheten från samtliga intervjuer är att om brännaren och annan utrustning justeras för det nya bränslet är det i allmänhet ingen skillnad att bränna bioolja eller biodiesel jämfört med fossil mineralolja. Erfarenheten från de fem företagen är att det inte längre är komplicerat att tända och starta förbränningen. Situationen var annorlunda för tio år sedan, med lägre kvalitet på biooljorna, där de ibland kunde ha problem att tända och starta förbränningen. Biooljornas rykte har förbättrats under de senaste åren och har idag en jämn och god kvalitet. Införandet av direktivet om förnybar energi (2009/28 / EG) 2009 har haft stora effekter på den förbättrade kvaliteten.

Bioolja, t.ex. MFA, är billigare än biodiesel, men å andra sidan måste den hållas varm för att undvika att den inte längre är flytande. Biodiesel, t.ex. RME, kräver i allmänhet endast en regelbunden rengöring av tanken och anpassning av brännaren för att kunna ersätta mineralolja. När du konverterar till bioolja måste du normalt byta ut vissa delar av utrustningen med syrafast material (t.ex. tätningar, tank, packningar etc.). Föreskrifter (MCP-direktivet) för utsläpp antas normalt. Biodiesel är generellt ett renare bränsle, jämfört med bioolja, med lägre utsläpp av t.ex. partiklar.

Erfarenheterna från alla intervjuade företag är positiva och de tycker att fördelarna uppväger nackdelarna. De rekommenderar alla liknande fjärrvärmebolag att konvertera från mineralolja till någon form av bioolja eller biodiesel.

### 6.1 Exempel 1

Exempel 1 handlar om ett fjärrvärmebolag som är beläget i en stad som tidigare hade många olika mindre nät för fjärrvärme men som idag är anslutna till ett gemensamt nät. Kommunen har ca 60 000 invånare. Det finns flera värmeproduktionsenheter till följd av det tidigare antalet nät, var och en med mindre anläggningar för topp – och reservproduktion. Kraftvärmeblocket byggdes 2008 och för att säkerställa värmeleveranserna under installationen installerade de fyra mindre anläggningar á 10 MW stycket, varav en fortfarande är i drift. Den är alltså konstruerad för förbränning av bioolja från början och är fortfarande i

drift. Bolaget har även en panna, ursprungligen byggd för förbränning av mineralolja, som har konverterats till förbränning av bioolja. En erfarenhet som företaget har från den ombyggnationen är att filtret, som vanligtvis är placerat innan pumpen, måste placeras efter pumpen så att oljan kan skjutas genom filtret. Anledningen är att pumpen annars förorenas snabbare och måste bytas ut oftare. Dessa pannor använder MFA (bioolja) som bränsle. Oljan måste hållas varm, cirka 40 grader. Företaget kan inte se någon korrosion på utrustningen. Företaget håller på att besluta om konvertering av ett antal mindre anläggningar för spets – och reservproduktion. Dessa pannor har effekt i intervallet 5 till 14 MW. Det mest troliga valet är en kokosnötolja (biodiesel). RME är ett annat alternativ de har övervägt, men som är mindre troligt. Kostnaderna för ombyggnad av anläggningen kommer att vara små och möjligheterna att lagra kokosnötoljan är bra, upp till fem år. Tankarna behöver ändå tömmas och rengöras efter cirka sex år på grund av föreskrifter, så därför är begränsningen av fem års lagringstid ingen begränsning. MFA har en mer begränsad möjlighet att lagras, cirka ett år. MFA är billigare, men produktionschefen tror att konkurrensen om MFA kommer att öka. Kokosnötolja kristalliserar vid - 15 grader och beroende på förhållandena kan det behövas hållas varmt eller förvaras i en isolerad tank. Den har ett lägre energiinnehåll än mineralolja, vilket innebär att det behövs en större volym. Brännare måste också justeras så att luft / bränsleförhållandet är korrekt. Det kan också vara nödvändigt att byta tätningar och liknande utrustning till mer syrafast material. Tillgängligheten för kokosnötolja är begränsad och storleken på de satsar de kan beställa av den är liten jämfört med MFA. Leveranstiden kan vara upp till tre månader. Ett alternativ, som diskuterats är att samarbeta med andra fjärrvärmebolag för att lagra kokosnötolja. Företaget är möjligen villigt att använda en av sina stora tankar för denna typ av samlagring. Om vi upplever en väldigt kall vinter kan det vara stor konkurrens om kokosnötolja och av den anledningen vill produktionschefen använda olika råvaror i de olika reserv- och topplastanläggningarna. Kokosnötolja uppfyller utsläppsgränserna enligt det nya MCP-direktivet, såväl för kväveoxider som för stoft. MFA för bioolja uppfyller utsläppsgränserna för kväveoxider. Om du har en liten panna som är i drift korta perioder och utan någon regelbundenhet är det förmodligen bättre att använda en biodiesel. Ekonomiska aspekter var orsaken till införandet av bioolja i företaget redan år 2008. Anledningen idag att konvertera mineraloljan till bioolja är en strategi som introducerades av produktionschefen och verkställande direktören. Ekonomiska aspekter är fortfarande viktiga, men miljöskäl är också viktiga idag. Företaget har nu konverterat alla sina nät och för de mindre ö-näten blev det konvertering till RME, vilket är dyrare än fossilolja.

## 6.2 Exempel 2

Detta företag är ett kommunalägt bolag som ligger i en kommun med cirka 13 500 invånare. Företaget har ingen tidigare erfarenhet av förbränning av bioolja eller biodiesel. Anläggningen är ny, installerad i november 2018. Den har en kapacitet på 9 MW och används för deras spets – och reservproduktion av fjärrvärme. Planen är att minska behovet av fossil gas och att locka nya kunder av fjärrvärmens. Ett lokalt företag bränner fossil gas för sin egen värmeförsörjning, men deras villighet att köpa värme från det kommunala bolaget kommer att öka om de kan garantera att bränslet är biobränsle. Bränslet är en traditionell bioolja med 0,13%kväveinnehåll. Med detta valet av bränsle kommer de att klara gränserna för utsläpp.

De kommer inte heller att överskrida gränserna för utsläpp av partiklar. De har installerat ett O<sub>2</sub>-mätinstrument för att kunna justera brännaren och anpassa efter det aktuella bränslet. De rekommenderar andra företag att inkludera detta redan i upphandlingen, vilket de själva missade. Biooljan måste hållas varm. Leverantör av panna är Danstoker. Turboflame är leverantör av låg-NO<sub>x</sub>-brännare. Initiativet för denna investering kommer från produktionschefen och verkställande direktören och baseras på miljömässiga skäl. Hittills har installationen och den första perioden med testdrift varit framgångsrik.

### 6.3 Exempel 3

Detta fjärrvärmebolag har sin verksamhet i en kommun med cirka 30 000 invånare. Det är ett exempel där basvärmens för fjärrvärmeförsörjningen består av överskottsvärme från ett närliggande massabruk, ett annat massabruk än i exempel 3. Ett normalt år utgör värmeleveranserna från bruket, tillsammans med en mindre del överskottsvärme från ett annat företag, cirka 90 - 95% av den totala fjärrvärmeförsörjningen i nätet. Företaget har flera egna spets – och reservpannor. Man diskuterade alternativet att konvertera några av de befintliga, egna pannorna med mineralolja, till bioolja eller biodiesel redan 2014. Men på grund av få erfarenheter av bioolja i branschen samt kostsam konvertering dröjde det ett par år innan detta utreddes på nytt. Efter påtryckningar från företagets styrelse undersöktes olika alternativ för en konvertering till något biobränsle. Det beslut som styrelsen sedermera tog innebär konvertering av pannorna så att företaget inte har behov av fossila bränslen efter 2023. Produktionschefen upplevde att marknaden för flytande biobränslen hade mognat och utvecklats under de senaste åren. Kvaliteten på biooljorna var mer stabil än tidigare. Den första pannan, 25 MW, omvandlades 2017 till bioolja. En installation av en ny panna för bioolja gjordes under hösten 2019 och är i drift för reserv- och topplastproduktion. Det finns fortfarande flera mineraloljepannor anslutna till nätet för att säkerställa värmeförsörjningen till kunderna. Planen är också att konvertera dessa, några av dem eventuellt för att bränna biodiesel. Det finns en lokal leverantör av biodiesel som tar tillbaka det återstående bränslet efter ett år, biodieseln som inte har använts, och säljer det som bränsle för transporter. Företaget lockas av denna garanti och att överlämna ansvaret för lastning och lossning av tankarna till bränsleleverantören. Företaget förbränner årligen cirka 300 m<sup>3</sup> bioolja och värmeförsörjningen från denna olja är cirka 2,7 GWh. Dessutom har företaget ett starkt fokus på minskning av fossila bränslen, de har idéer om installation av solceller på taket för att använda el för produktion av väte, som skulle kunna användas som backup-el.

I sin utveckling mot att erbjuda kunderna fossilfri fjärrvärme har inriktningen varit att använda bio-olja framför biodiesel. Det fanns två skäl för beslutet att konvertera på detta sättet

- Det lägre priset jämfört med biodiesel
- Man ville börja med den mest "smutsiga" typen av biobränsle, för att få erfarenhet och kontrollera om det fungerade bra. Om det fungerade bra, visste de att de lätt kunde bränna alla typer av flytande biobränslen på marknaden.

Teknikerna för drift och underhåll var först skeptiska till konverteringarna, men erfarenheterna är positiva både av biooljan och av bränsleleverantören. Biooljan hålls varm, den blir flytande redan vid 25 grader. Det finns två alternativ för att värma upp oljan. Det kan antingen göras med hjälp av el eller genom värmen i fjärrvärmerören. Den värms upp till cirka 75 grader före förbränning. Företaget håller på att tömma en oljetank och undersöka hur



biooljan har påverkats efter ett par års lagring. Produktionschefen betonar att även om förhållandena för förbränning av bioolja är mycket nära förhållandena för mineralolja, måste man vara medveten om att lukten av bioolja är mer skarp. Det betyder att det är viktigt att hålla anläggningen ren och att städa upp vid läckage av bränslet.

Flera delar av utrustningen ersattes i samband med konverteringen, t.ex. tankar, packningar, rör från tankarna till brännaren, oljebord. Alla dessa delar är av syrafast material nu. Man mäter trycket över filtret och när en viss gräns överskrids ersätts filtret av ett nytt. Filtret byts också ut varje gång tankarna fylls på igen. Produktionschefen rekommenderar andra att installera en tryckmätare över filtret för att kunna följa filtrets tillstånd.

Den anläggning som konverterades 2017 uppfyller kraven enligt MCP-direktivet, t.ex. utsläpp av NOx: 123 mg/m<sup>3</sup> ntg 3% O<sub>2</sub>, 0,021% askinnehåll. Om de hade överskridit MCP-direktivets gränsvärden för utsläpp hade de tvingats installera någon form av fysisk separering, t.ex. elektriskt filter. I så fall skulle konverteringen inte ha varit ekonomiskt hållbar.

Ombyggnaden till att förbränna ett annat bränsle måste rapporteras till det regionala organet för miljöinspektioner. Tjänstemän från kontoret är närvarande på anläggningen för att ta del av mätningarna av utsläpp vid testkörningen.

När det gäller den nya biooljepannan som installerades under 2019, så finns inga krav för att mäta olika utsläpp från den nya pannan, eftersom den årliga driftstiden är mindre än 500 timmar. Det regionala organet för miljöinspektioner har dock fastställt regionala utsläppsgränser för dessa anläggningar. Om företaget inte kan klara dessa gränser för utsläpp kommer de att börja bränna en annan bioolja med mindre kväveinnehåll.

## Referenser

Calderón, C., Gauthier, G., & Jossart, J.-M. (2017). *AEBIOM Statistical Report 2017*. AEBIOM.

Cocchi, M., & Ugge, C. (2013). *Guidelines for UCO collection, transport and promotion campaigns based on previous experiences*. ETA-Florence Renewable Energies.

Flach, B., Lieberz, S., Bolla, S., & Phillips, S. (2019). *EU Biofuels Annual 2019*. USDA Foreign Agricultural Service.

Tsoutsos, T., & Stavroula, T. (2013). *Assessment of best practices in UCO processing and biodiesel distribution*. Technical University of Crete.

