

# Förutsättningar och förslag till branschgemensamma specifikationer av flytande biobränslen för förbränning i stationära anläggningar

Kristoffer Kollberg, Fredrik Boman och Lena Bruce



**Förutsättningar och förslag till  
branschgemensamma specifikationer av flytande  
biobränslen för förbränning i stationära  
anläggningar**

**Prerequisites and proposal for common  
specifications of liquid biofuels burned in  
stationary combustion plants**

Kristoffer Kollberg, Fredrik Boman och Lena Bruce

Projektnummer A12-204

VÄRMEFORSK Serviceaktiebolag  
101 53 STOCKHOLM · Tel 08-677 25 80  
September 2014  
ISSN 1653-1248



## Förord

Jag vill från projektgruppens sida (ÅF och SVEBIO) tacka alla som varit med och bidragit med material, kunskande och erfarenheter. Ni är huvudsakligen de som varit målgruppen för projektets enkäter och intervjuer. Jag vill också tacka Katja Lindblom (ÅF) som läst och kommenterat rapporten men även varit tillgänglig för bra diskussioner och Lars-Åke Cronholm som var med att initiera projektet och varit intresserad och delaktig under hela projektet.

Ett speciellt tack till referensgruppen med sammankallande Ola Thorson (Kungälv Energi/WSP), Hans Brosten (PetroBio), Thomas Kallander (Tekniska verken i Linköping), Anders Lejdholt (Fortum), Karl-Erik Andrae (West energy), Stig Nydahl (Vegoil), Eva Hammar (Falkenberg energi) och Mårten Zakrisson (Norrenergi).

Solna 2014-06-30  
Kristoffer Kollberg

## Abstract

För att underlätta inköp och användning av flytande biobränslen samt bränslekonvertering av anläggningar har ett förslag till klassificeringssystem arbetats fram där lägsta flytttemperatur, viskositet och flamtemperatur är styrande parametrar. Projektet har även tagit fram förslag till provtagnings samt hanteringsrutiner för flytande biobränslen. Inom ramen av projektet har även kostnadsbilden för konvertering av anläggningar analyserats. Rapporten identifierar även framtida forskningsområden.

In order to facilitate the purchase and use of liquid biofuels as well as conversions of plants from fossil oils to renewable ones a suggestion for a classification system has been developed where pour point, viscosity and flash point are crucial parameters. The project has also identified sampling and handling routines for liquid biofuels. The cost of converting a plant to renewable biofuels has also been investigated. The report also identifies future areas of research.

## Sammanfattning

Bakgrunden till projektet var att det har identifierats ett tydligt behov av att utveckla ett branschgemensamt klassificeringssystem för hantering och handel av flytande biobränslen. Det finns också behov av riktlinjer relaterade till provtagning, analys, bränslekonvertering, etc. Syftet med projektet var att med hjälp av branschaktörer undersöka förutsättningarna för och skapa ett förslag till ett klassificeringssystem för flytande biobränslen för användning i stationära förbränningsanläggningar. Projektet avsåg även att förenkla provtagnings- och analysrutiner för olika typer av flytande biobränslen samt att ge konkreta råd för upphandling av utrustning och konvertering av anläggningar. Målgrupp för projektet var hela branschen för flytande biobränslen inklusive slutanvändare men också aktörer på väg in i branschen.

Projektets arbetsmetod har varit att samla branschaktörers gemensamma erfarenheter och kunskaper med hjälp av enkäter, intervjuer och en workshop samt att utnyttja referensgruppens och projektgruppens breda kompetens i ämnet.

Marknadskartläggningen ger en grundläggande genomgång av branschens alla aktörer med respektive aktörs ansvar och koppling till andra aktörer. Provtagnings- och analysrutiner sammanställer huvudsakligen förslag till förenklade provtagningsrutiner för slutanvändare. Övriga delar av värdekedjan anses ha utvecklade och väl fungerande rutiner.

När ett förslag till klassificeringssystem skulle tas fram konstaterades att viskositet i många fall är den för slutanvändarens anläggning viktigaste parametern. Den har dock ett för varje bränsle unikt temperaturberoende och är därför svår att jämföra mellan olika bränslen. Därför valdes lägsta flyttemperatur som styrande parameter i klassificeringssystemet eftersom den är oberoende av andra parametrar och den har en stark korrelation till viskositet.

Kopplat till den föreslagna klassindelning som tagits fram presenteras minimikrav för installationer (materialval och utrustning), parametrar som påverkar emissionerna, indikativa prispbilder för bränslekonvertering av anläggningar av olika storlek samt erfarenheter från slutanvändare rörande byte av flytande biobränsle och/eller leverantör. Även vid byte av flytande biobränsle i transporterande fordon ges rekommendationer i form av tvättschema refererat till klassindelningen.

I de enkäter och intervjuer som gjordes framgick det att de som tillfrågades inte upplevde att det var svårt att byta leverantörer och bränslekvalitet. Något som resultatet från projektet var tänkt att underlätta för. Dock kan det bero på att de som tillfrågades har stor kunskap kring flytande biobränslen. Resultaten som projektet har kommit fram till kan ändå underlätta hanteringen av flytande biobränslen för branschen.

Målet att skapa en mer transparent marknad och att ta fram enkla rutiner uppfylldes genom de förslag till rutiner som har tagits fram och den föreslagna klassindelningen. Klassindelningen kan också vara till grund för en eventuell framtida standardisering.



---

## Executive summary

### Introduction

The market for liquid biofuels today is limited and includes few actors. With increasing taxes for fossil energy and resulting carbon dioxide there are new actors and an emerging market expected. Also the EU directive 2009/28/EG (1) with the objective to promote renewable energy resources is believed to have an impact on the market. Quota systems for sustainable electricity production are in most European countries under continuous development and the joint system for the Swedish and Norwegian market today includes all sustainable liquid biofuels, which probably also will help push the development.

Today only about 2 % of in Sweden total produced and used energy is from liquid biofuels and about 25 % of that energy is used as peak- or back-up load in combined heat and power (or heat only) production. The remaining part is used in industries, mainly internal energy recycling in pulp- and paper mills (2).

Liquid biofuels originates from residue products and crude oil and are grease with different compositions and thereby has very diverse quality. Within this variation specifications from deliverer and utilities are difficult to compare making fuel exchange and utility conversion (from fossil oil) complex projects.

Grease is energy and has always had a value to be recovered in some way. Refining to liquid biofuels for energy production is a modern phenomenon which explains the fact that the main parts of used nomenclature and routines are an inheritance from grease handling industry (for example animal feed and cosmetics). This creates problems for utilities that are to adapt the system for a specific fuel or select a fuel filling the utility requirements when they have to relate to irrelevant properties of grease in other applications.

### Background

The background of this project was the above described problem and that it today are no valid guidelines for liquid biofuels. A market demand of guidelines for handling and trading but also a classification system for easy comparison of different qualities was identified. A classification system that could be used by all actors would increase the market transparency making it easier to enter.

Sandgren et al. has in a previous study made a thorough summary of the field of research for liquid biofuels. They also pointed out common technical problems when converting from fossil oil such as fouling, corrosion, emissions, etc. to be heavily dependent on the fuel quality (2). There are more similar studies made but no, by the project found, open literature study giving concrete advises for market general routines or proposals for fuel quality classification.

## Objectives

The objective of the project was to, with support from a major part of Swedish market actors, create a proposal for a market joint classification system for liquid biofuels to be used in stationary utilities. The project also purposed to give simple guidelines for sampling analysis of liquid biofuels, guidelines for change of fuels, procurement of equipment and utility conversion.

## Goals

The project goals were to:

- Present a market mapping including the total value chain.
- Create guidelines for efficient sampling routines for end users.
- Create guidelines for requirement of material and equipment for liquid biofuel combustion systems.
- Present parameters with particularly importance for emission from combustion of liquid biofuels.
- Present total capital expenses for conversion of utilities of different sizes from fossil oil to liquid biofuels.
- Create a proposal for classification of available liquid biofuel qualities.

These project goals were set to reach the business goal to enable a more transparent market and to simplify handling routines for a more efficient value chain. The extended business goal was to create basic results for a future standardisation work. The major receivers of the project results were all market actors but also actors on their way to enter the market.

## The fundamentals of liquid biofuels

Liquid biofuels ranges from high value refined products as FAME (Fatty Acid Methyl Ester), commonly mixed with conventional diesel, to less refined fuels such as MFA (Mixed Fatty Acid) and pyrolysis oil. Within the range there are primary oils; directly from soya beans, palm, fish, etc., refined oils; FAME, etc., refined residue products; MFA, tall oil pitch (TOP), etc., non-refined residue products; used cooking oil and renewal oil and products under development such as pyrolysis oil. For energy production MFA is the major fuel used.

The different qualities results in very different handling properties, most of them connected to pour point, which leads to a need of heating during transport and storage for all qualities except the lightest ones (low pour point). Typically lowest storage temperature is set between 10 and 20°C above pour point. For end use combustion viscosity plays an important role and a temperature above 70°C is needed to receive the right viscosity for heavier qualities.

---

## Methods and prerequisites

The project method was to collect experiences and knowledge from market actors with a survey, interviews and a workshop but also to use the wide competence of the project reference group.

## Market mapping

The value chain starts with collection of produced residue or crude oil. For residue products the production industry typically is pulp and paper mills, cosmetic, feed, chemical and food industry. The collector should have deep knowledge in the producers' process to understand the parameters influencing the outcome product quality.

Next step is refinement where grease (for energy production fuel typically residue product) is refined by certain process steps dependent on the desired end product. For energy production fuel the crucial parameters viscosity, ash (salts), acidity and nitrogen are in focus during the refinement process. The refiner should have knowledge in the collectors' market and deep knowledge in grease chemistry.

Logistics includes storage and transport that connects the refinement with the end user. The transport costs are typically included in the final fuel price for the end user. The deliverer should be able to specify a liquid biofuel that can meet the end user's requirements.

The equipment suppliers' main product is combustion systems and they should have deep knowledge in legislation valid for end users. Often the equipment supplier offers a turnkey contract to the end user including all from projecting to commissioning.

The last actor in the value chain is the end user who produces heat (potentially also electricity) from combustion of the liquid biofuel. The end user needs permission from the authority which may be a complicated process because of the nature of liquid biofuels that typically are a mixture of non-defined residue products.

A standard that could have had impact on the project SS 155410:2011 (TK 414) – "Fuel oils – Requirements" was found, which after the latest revision includes non-fossil fuels but still only refined drop-in<sup>1</sup> fuels. Also SS-EN 14213 "Heating fuels - Fatty acid methyl esters (FAME) - Requirements and test methods" was found but these products have got low priority in the project just because they already are standardised.

## Sampling- and analysis routines

There are few frequently used routines for sampling and analysis wherefore the project decided to include proposals for these.

To receive a representative sample, sampling during discharge is recommended to be made possible by an even flow during the discharge. However, it is important to decide

---

<sup>1</sup> Can be unlimited mixed with fossil fuels without any modification of engines and/or established distribution systems.

the objective of the sampling – traceability or protection of earlier received volume from contamination, which will require one or two tanks respectively. For full traceability each delivery sample should be tagged with date, supplier, etc. For supplier and end user it is important to understand the delivery contract often regulated by the international Incoterms.

For sampling in a storage tank it is important to remember the heterogeneous nature of liquid biofuels. Without stirring the volume will settle into different fractions and a single sample will be non-representative for the total volume. However, stirring is not a guarantee for homogeneity, instead it is recommended to collect many samples from different parts of the volume into a single sample.

Laboratory analyses are expensive and it is important to order relevant ones. See Appendix B for a proposal of relevant analyses tagged with utility aspect relation as emission, combustion and quality.

## Fuel and combustion systems

Generally the heating value for liquid biofuels is lower than for fossil oil resulting in a need for higher capacity in fuel and combustion systems. Liquid biofuels generally also are much more corrosive compared to fossil oil, and a total installation in acid proof stainless steel is required. Also the lubricating property of the fuel needs awareness and in many cases pumps need to be replaced. To ensure constant heating, especially in places where the fuel sometimes is stationary, is another crucial recommendation for most liquid biofuels.

## Parameters with certain importance for emissions

*Viscosity* is crucial for atomisation of the fuel and atomisation is crucial for complete combustion to avoid unburnt fuel. Viscosity analysis is recommended to be conducted by 20°C and 40°C for the classes with low numbers and by 40°C and 80°C for the classes with high numbers (see “Proposal for classification” below).

*Ash* in the fuel is correlated to dust for the light airborne fraction and to slag for the heavier fraction evacuated in the bottom of the boiler. The airborne fraction inside the boiler is called fly ash and is typically the problematic part of ash causing fouling, slagging and emission of particulate matter. Salts (sodium and potassium chloride) lowers the ash melting temperature which is the major cause for fouling and slagging, and when on heat transfer surfaces lowering the boiler efficiency and may cause corrosion problem (3).

*Nitrogen* oxides are typically present in lower concentration in liquid biofuels than fossil oils, however legislation is continuously lowering the allowed concentration resulting in nitrogen being an important emission parameter. However, it is important to remember that the major part of total nitrogen being introduced to a boiler comes by the combustion air.

*Sulphur* is typically low in liquid biofuels but it is recommended for low frequency monitoring. The parameter is by many end users analysed because of fossil oil routines.

---

## Indicative pricing for conversion

For indicative pricing for utility conversion from fossil oil to liquid biofuels four boiler sizes (output power) were chosen and are presented in the table below. For larger boilers the conversion becomes largely unique and needs to be specifically assessed.

100-250 kW	200 – 250 kSEK
1 MW	600 – 750 kSEK
3 MW	800 – 1 200 kSEK
10-20 MW	1 500 – 2 500 kSEK

## Exchangeability

A majority of the project control group experienced no problems when changing fuel supplier and/or fuel quality. This was a surprising result because one of the project's sub-goal was to simplify that procedure. This is further discussed in "Discussion" below.

## Washing routines for transport vehicles

From the survey and the interviews a need for a routine compilation for washing of transport vehicles was identified. The relation between pour point for two liquid biofuels was identified as crucial for the need for washing. According to the classification proposal (see chapter below), changing fuel in the transport tank from a class with a higher or the same number to a class with a lower number causes a need for washing, vice versa not. This applies for all storage systems.

## Proposal for classification

For the classification proposal the project first identified the crucial parameters listed below.

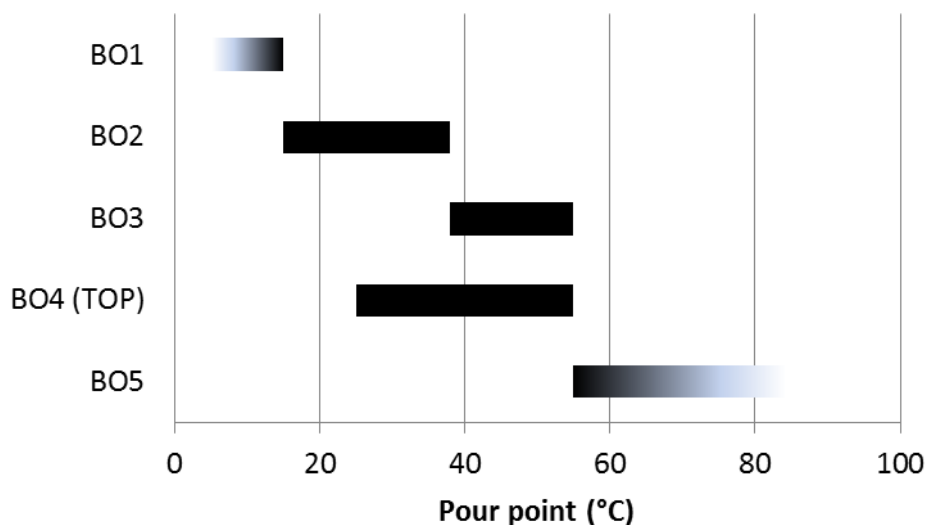
*Pour point* was decided to be the critical parameter with its in close correlation to lowest storage and handling temperature as according to market customs is 10 to 20°C above the pour point. Lowest storage and handling temperature is critical because of the importance of avoiding the fuel to become solid which may results in major problems within a utility. It is not a measureable parameter and thereof pour point was selected as controlling parameter for the proposed classification.

*Flash point* is the lowest temperature for the fuel to emit ignitable gases. This is crucial only by start-up since thereafter the flame and the burner have significantly higher temperature.

*Viscosity* is the parameter giving the flowability of the fuel and it is important for all actors and systems on the market. It is correlated to pour point but specific for each fuel and empirical data are needed. This was identified as an activity to comprehensive for the current project.

The table and figure below summarize the proposed classification where BO1 refers to standardised bio-diesel as FAME, BO4 is an allocated class for TOP and BO5 refers to fuels under development as pyrolysis oil. The total system was built to cover all existing and possible new liquid biofuels.

	<i>BO1</i>	<i>BO2</i>	<i>BO3</i>	<i>BO4</i> <i>(TOP)</i>	<i>BO5</i>
<b>Pour point (°C)</b>	<15	15-38	39-55	25-55	>55
<b>Flash point (°C)</b>	>100	>100	>100	>120	>120



## Discussion

The proposal for simplified test and analyse routines was focused mainly on deliveries to the end user and by car since the routines for other parts of the value chain generally are well developed and functioning.

Since liquid biofuel most often is a waste product the quality can be different from one delivery to another. Therefore the minimum requirements of the installations and the cost for conversion from fossil oil are uncertain.

The project control group (whom were subject for the survey, interviews and the workshop) but also the project reference group were most of them market actors with many years of experience. It was found out these groups are not representative receivers of the result from the current project because they have learnt from and adapted to grease industry's definitions and routines in a larger extent than the pre-study showed. New actors entering the market, the main receivers, will not have this knowledge and will probably be helped by definitions and routines based on utility requirements.

The proposed washing model is not verified to be applicable to all liquid biofuels.

---

A classification model such as the one presented in this report can help at conversion since it is a problem that the choice of technique, material etc. often is made for a too high specification of requirements. It can also be of help when deciding if the conversion is comprehensive and therefore needs an upgrade of the automatic control system.

Pour point was chosen as the critical parameter in the proposal for classification even though viscosity may be a more important parameter for the end users plant. Why viscosity was not chosen is because it is strongly correlated to temperature which pour point is not.

The choice of interval for pour point in each class is based on the allocation the market is using today which is light fuel, heavy fuel and tall oil pitch. With this as a base other important aspects is taken in to account.

The use of liquid biofuels still make great demands on the user's knowledge since it is often a residual and may have different properties between different deliveries.

It is hard to demand too high quality since that may require more processing of the fuel which in turn may make the price of the fuel not competitive. Even a guarantee that the fuel is according to one of the proposed classifications may cost more but should result in a saving of costs as mentioned above.

The experience of the members of the project is that long-term storage should not cause any problems if stirring/circulation is done according to the recommendations of the industry.

## Conclusions

The parameters that are most important to analyse is pour point, flash point and viscosity. The proposal for classification is based on these parameters in five different classes (BO1-BO5).

## Recommendation and use of the results

The proposal for classification can be used to facilitate procurement and handling of liquid biofuels.

## Recommendation for further research

### *Parameter for corrosion*

Today applied parameter for corrosion is acidity which gives the amount of acid in the fuel as milligram potassium hydroxide per gram fuel. The market agrees that this parameter does not give desired transparency for utility corrosion problems and another parameter should be considered. The project decided to leave this activity as a recommendation for further research work.

*Viscosity vs. pour point*

Viscosity has close but fuel specific correlation to pour point and is needed for full transparency in proposed classification. To present viscosity correlated to each range of pour point, in the table above, empirical data are needed which require much work and was not possible to fit into current project.

*Verification of washing model*

The washing model that the project has presented should be followed up on how it works in practice and for different types of fuels.

*Verification of the suggested classification system*

The suggested classification needs to be piloted and evaluated to see if it is sufficient or if it needs to be further elaborated.

## Definitioner och förkortningar

	<b>Engelska</b>	<b>Svenska/definition</b>
MFA	Mixed Fatty Acid	Blandade fettsyror
FAME	Fatty Acid Methyl Ester	Fettsyrametylester
PTFE	Polytetrafluoroethylene	Teflon
RME	Rape (oil seed) Methyl Ester	Rapsmetylester
FAEE	Fatty Acid Ethyl Ester	Fettsyraetylester
PFAD	Palm Fatty Acid Destillated	Palmfettsyra
TOP	Tall Oil Pitch	Tallbecksolja
	Soya-/rape destillates	Soja/rapsdestillat
	Soya-/rape acid oil	Soja/rapssyraolja
UCO	Used Cooking Oil	-
RWO	Renewal Oil	-
SRM	Specified Risk Material	Specificerat Riskmaterial (t.ex. kotor, hjärna, tarmar och mjälte som kan vara smittbärare)
FCA (Incoterm)	Free Carrier	Säljaren levererar godset till av köparen angiven fraktare och plats, samt exportklarar den.
DDP (Incoterm)	Delivered Duty Paid	Säljaren står för alla risker och kostnader fram till att godset finns tillgänglig på angiven plats. Säljaren står även för importklarering.
Flytande biobränsle	Liquid biofuel	Icke fossilt flytande bränsle med biologiskt ursprung som inte eller endast i ringa grad omvandlats kemiskt eller biologiskt
Bioolja	Bio-oil	Olja av biologiskt ursprung som används främst för produktion av el- och värme.
Stationär anläggning	Stationary utilities	Stationär anläggningar där förbränning sker

	<b>Engelska</b>	<b>Svenska/definition</b>
Kraftvärme- produktion	Combined heat and power production	Vid samtidig produktion av värme och elektrisk kraft i en och samma process, där den värme som uppkommer nyttiggörs
Fjärrvärme- produktion	Production of district heating	Produktion av värme som nyttiggörs i ett fjärrvärmenät
Animalisk bioolja	Animal oil	Bioolja från animaliska produkter
Vegetabilisk bioolja	Vegetable oil	Bioolja från vegetabiliska produkter
Råtallolja	Crude tall oil	En biprodukt från massaindustrins kokning av ved som utvinns ur svartlutten
Tallbecksolja	Tall oil pitch	Ett flytande biobränsle som utvinns ur råttallolja
Pyrolysis	Pyrolysis	Termisk behandling i några hundra grader och syrefattig miljö
Pyrolysolja	Pyrolysis oil	Ett flytande biobränsle som framställts genom pyrolysis av trädbränsle
Primär olja	Primary oil	Flytande biobränslen som framställs som den primära produkten i en process, ofta direkt från biomassa
Förädlad olja	Refined oil	Flytande biobränsle som har bearbetats mot en antingen renare eller mer avancerad produkt
Raffinerade restprodukter	Refined residues	Restprodukter som har behandlats för att bli en renare produkt
Flampunkt/ flamtemperatur	Flash point	Lästa temperatur ett bränsle behöver ha för att börja avge gaser som kan antändas med öppen låga
Atomiserings- temperatur	Temperature of atomisation	Den lägsta temperaturen ett bränsle måste ha för att uppnå, för specifik brännare, kravställd viskositet för tillräcklig fördelning för en fullständig förbränning

---

	<b>Engelska</b>	<b>Svenska/definition</b>
Syratal (mg KOH/g)	Acid value	Anger mängden syra i bränslet uttryckt i milligram kaliumhydroxid per gram bränsle som behövs för att neutralisera syran i bränslet
Lägsta flytttemperatur	Pour point	Den lägsta temperatur vid vilken produkten fortfarande är i flytande form



# Innehållsförteckning

1	INLEDNING .....	1
1.1	BAKGRUND .....	3
1.2	BESKRIVNING AV FORSKNINGSSOMRÅDET .....	3
1.3	FORSKNINGSUPPGIFTEN OCH DESS ROLL INOM FORSKNINGSSOMRÅDET .....	4
1.4	MÅL OCH MÅLGRUPP .....	4
2	FLYTANDE BIOBRÄNSLEN – EN GRUNDLÄGGANDE ORIENTERING AV VÄRDEKEDJAN .....	5
2.1	PRODUKTEN OCH PRODUKTIONEN .....	5
2.2	TEKNIK OCH UTRUSTNING I ANLÄGGNINGEN .....	7
2.3	TRANSPORT .....	7
2.4	LEVERANS .....	7
2.5	LAGRING .....	7
2.6	ANVÄNDNING .....	8
3	METOD OCH FÖRUTSÄTTNINGAR .....	10
4	RESULTATREDOVISNING .....	11
4.1	MARKNADSKARTLÄGGNING .....	11
4.2	PROVTAGNINGS- OCH ANALYSRUTINER .....	14
4.3	FRAMTAGANDE KLASSENDELNING .....	17
4.4	BRÄNSLESYSTEM, EMISSIONER OCH ANDRA OMRÅDEN FÖR KLASIFICERINGEN .....	20
5	RESULTATANALYS .....	27
5.1	FÖRSLAG TILL FÖRENKLADE PROVTAGNINGS- OCH ANALYSRUTINER .....	27
5.2	FÖRSLAG TILL MINIMIKRAV FÖR INSTALLATIONER .....	27
5.3	PRISBILDEN FÖR KONVERTERING .....	27
5.4	UTBYTBARHET, TVÄTTSCHEMA OCH TEKNIKKRAV .....	27
5.5	FÖRSLAG TILL KLASSENDELNING .....	28
5.6	KONTROLLGRUPPEN .....	29
5.7	LÅNGTIDSLAGRING .....	29
6	SLUTSATSER .....	30
7	REKOMMENDATIONER OCH ANVÄNDNING .....	31
8	FÖRSLAG TILL FORTSATT FORSKNINGSPÅRBEJDE .....	32
8.1	KORROSIONSPARAMETRAR .....	32
8.2	VISKOSITETENS RELATION TILL FLYTTTEMPERATUR .....	32
8.3	VERIFIERING AV TVÄTTSCHEMA .....	32
8.4	TESTNING OCH VERIFIERING AV FÖRESLAGEN KLASIFICERING OCH PROVTAGNINGSRUTINER SAMT ANALYSPAKET .....	32
9	LITTERATURFÖRTECKNING .....	33

## Bilagor

- A SAMMANSTÄLLNING AV BRÄNSLEANALYSER
- B FÖRSLAG TILL ANALYSRAPPORT MED TILLHÖRANDE  
STANDARDMETODER



# 1 Inledning

Marknaden för flytande biobränsle är i nuläget fortfarande relativt liten med få aktörer, men utvecklingen har varit stadigt positiv i takt med ökad kunskap och ökade oljepriser. Under 2013 användes 4,6 TWh flytande biobränslen (4). Med de kommande höjningarna av koldioxid- och energiskatten för tillverkningsindustri samt kraft- och värmeproducenter samt förändringarna inom regelverket för el-certifikat förväntas användningen av flytande biobränslen öka i Sverige och fler aktörer förväntas därmed komma in på marknaden. Vidare genom EU:s direktiv ”2009/28/EG om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor...” (1) ökar konkurrensen om dessa produkter globalt, då många av de enklare formerna av flytande biobränslen även kan användas som råvaror i biodrivmedelsproduktion och gröna kemikalier. Detta innebär att nya sortiment av flytande biobränslen troligtvis kommer att komma in på marknaden och den svenska marknaden kommer att påverkas eftersom en stor del av de flytande biobränslena importeras. På sikt kommer troligen andelen besvärligare bränslen öka vilket ställer högre krav på både leverantörer och slutanvändare. Den ökade efterfrågan och nya produkter kommer att påverka samtliga aktörer inom branschen.

Av tillförd och använd energi i Sverige utgör flytande biobränslen endast en lite del (se Tabell 1). Ungefär en fjärdedel av den använda energi från flytande biobränslen används i kraftvärme- och fjärrvärmeproduktion (se Figur 1) och där huvudsakligen som reserv- och spetslastbränsle. Övrig användning står industrier för, till stor del intern återanvändning i massa- och pappersbruk (2).

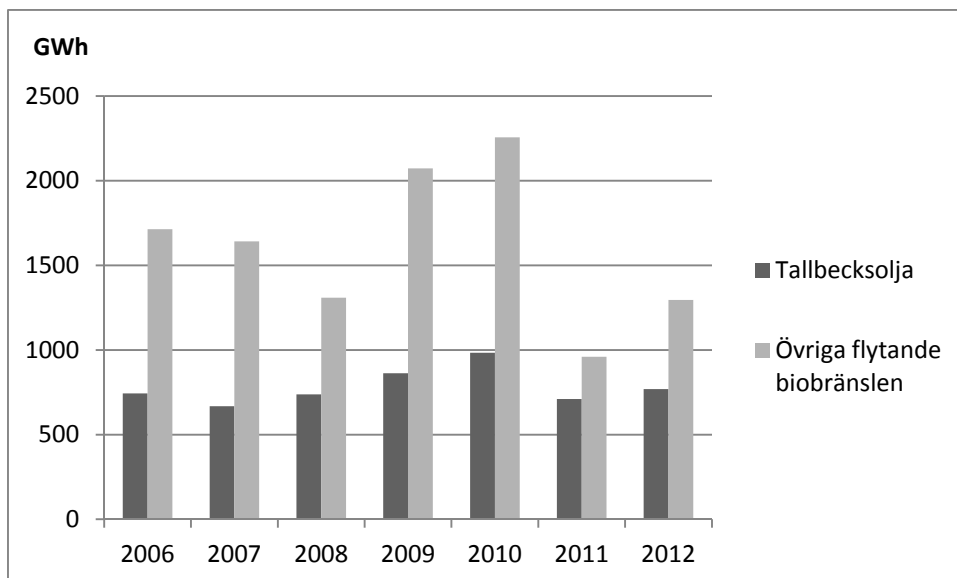
Tabell 1, Totalt tillförd energi med andel flytande biobränslen i Sverige 2012, TWh (5)

Table 1, Total supplied energy with share from liquid biofuels in Sweden in 2012, TWh

Totalt tillförd energi	Tillförd energi i form av flytande biobränslen*		
	Totalt	Tall- & beckolja	Vegetabiliska- och animaliska oljor
578	10	3	1

\*) Ej redovisade flytande biobränslen är bioetanol, biodiesel samt övriga flytande biobränslen. Dock ingår de i den totala siffran för flytande biobränslen.

Figur 1 nedan visar tillförd energi till kraftvärme- och fjärrvärmeproduktion i form av flytande biobränslen de senaste åren i Sverige. Den svängande trenden beror både på uppvärmningssäsongernas medeltemperatur samt tillgång och efterfrågan.



Figur 1. Tillförd energi till kraftvärme- och fjärrvärmeproduktion som tallbecks- respektive bioolja, GWh (6).

Figure 1. Supply of energy as tall oil pitch and mixed fatty acid for heat and power and district heating production, GWh.

Flytande biobränslen vars ursprung är fett från restprodukter eller råoljor har varierande sammansättning och skiftande kvalitet. Miljötillstånd<sup>2</sup> och kvalitet är därför ofta baserade på produktens ursprung snarare än kemiska egenskaper. På samma sätt finns det en variation i vilka kvalitetsparametrar leverantörer redovisar och anläggningar kräver. De olika kvalitetsspecifikationerna kan försvåra jämförelser mellan olika bränslen och hur väl en produkt passar i ett specifikt förbränningsystem. Det kan också försvåra byte av bränsle både ur eldnings- och tillståndssynpunkt. Den varierande kvaliteten gör en konvertering av en förbränningsanläggning från fossil olja (också kallad mineralolja eller eldningsolja) till flytande biobränslen komplex och kräver god kunskap om det aktuella bränslet men också om material och utrustning i anläggningen (t.ex. varmhållning, pumpar och filter).

Fett är energi, energi har ett värde varför fett historiskt alltid ingått i ett kretslopp. Att omvandla fett i form av restprodukter och råoljor till flytande biobränsle för energiproduktion är en modern företeelse. Detta förklarar varför mycket av dagens terminologi och provtagningsrutiner för flytande biobränsle har sitt ursprung från fettindustrin. Många metoder och förfaranden utvecklade inom djurfoder- och oleokemisk industri tillämpas än idag av marknadsaktörer utan något ifrågasättande utifrån lämplighetsgrad i branschen för flytande biobränsle.

<sup>2</sup> Det krävs tillstånd enligt miljöbalken för att bygga eller driva en förbränningsanläggning med en tillförd effekt på mer än 20 MW och för anläggningar för farligt avfall eller där mer än 50 ton avfall förbränns årligen. För mindre anläggningar krävs anmälan till tillsynsmyndighet (24).

Det finns två tillvägagångssätt att harmonisera en förbränningsanläggning med ett flytande bibränsle. Det första tillvägagångssättet är att bygga och anpassa anläggningen mot ett specifikt flytande bibränsle, alternativt två är att utifrån anläggningsspecifika förutsättningar välja ett flytande bibränsle som möter anläggningskraven. De i bränslespecifikationen ingående parametrarna bör därför i största möjliga mån vara anläggnings- och driftsrelaterade istället för som idag relaterade till fettindustrins terminologi. Kunskap om fetters egenskaper i andra tillämpningar är en ineffektiv väg att gå för att identifiera ett lämpligt flytande bibränsle till en förbränningsanläggning. Dock framkom det under projektet att många av marknadens aktörer har accepterat och anpassat sig efter de fettorienterade definitionerna (mer om detta i Resultatanalysen, kapitel 5.6).

## 1.1 Bakgrund

Idag saknas branschgemensamma riktlinjer för flytande bibränslen. Det saknas också ett klassificeringssystem där produkterna kan sorteras in efter gemensamma egenskaper. Definition av branschgemensamma riktlinjer samt ett klassificeringssystem skulle medföra transparens på marknaden, underlätta byte av bränsle och/eller leverantör, underlätta konvertering och utrustningsbyten samt underlätta drift, underhåll och tillståndshandlingen.

Bakgrunden till projektet var att det finns ett tydligt behov av att utveckla ett branschgemensamt klassificeringssystem för hantering och handel av flytande bibränslen. Branschaktörer behöver en gemensam terminologi för flytande bibränslen.

## 1.2 Beskrivning av forskningsområdet

I rapporten "Flytande bibränslen för el- och värmeproduktion" (2) har kunskap och erfarenheter från användning av flytande bibränslen sammanställts. Rapporten är även en sammanställning av forskningsområdet. Utredningen visar att det finns en del tekniska och praktiska inkörningsproblem vid en övergång från fossil olja till flytande bibränsle men dessa anses vara hanterbara och övergående. Vidare beskrivs det att viktiga framgångsfaktorer för användningen av flytande bibränslen är en väl fungerande strategi för upphandling, kvalitetssäkring samt för anpassning av anläggningen. Bland de tekniska problem som har identifierats i studien vid en övergång från fossil olja till flytande bibränsle har igensättningar, korrosion, beläggningar, emissioner, koksbildning samt kalla områden i systemet där oljan stelnat lyfts fram som kritiska. Bland de förslag som ges för att komma tillrätta med problemen ligger tyngdpunkten på de inköpsorienterade tipsen avseende kvalitet.

Rapporten "Fasa ut sista oljan – Att tänka på när eldningsoljan ska ersättas med förnyelsebara bränslen" (7) kompletterar ovan nämnda rapport med en samling drifterfarenheter men också konkreta råd vid konvertering till och hantering av flytande bibränslen.

### 1.3 Forskningsuppgiften och dess roll inom forskningsområdet

Enligt sammanställningen i kapitlet ovan finns utredningar gjorda för att konkretisera problemområden, samt att ge råd, kopplade till flytande biobränslen. Försök att skapa branschövergripande system för att från grunden förenkla för alla aktörer hade enligt projektets kännedom dock inte gjorts.

Projektets syfte var därför att med hjälp av branschaktörer undersöka förutsättningarna för och skapa ett förslag till ett klassificeringssystem för flytande biobränslen som kan användas i stationära förbränningsanläggningar. Projektet avsåg även att systematisera provtagningsrutiner för olika typer av flytande biobränslen samt att ge konkreta råd för upphandling av utrustning och konvertering av anläggning.

Projektet ställde sig ursprungsneutralt och omfattade både animaliska och vegetabiliska flytande biobränslen.

### 1.4 Mål och målgrupp

Projektmålen var att:

- Göra en marknadskartläggning som täcker alla delar av värdekedjan för flytande biobränslen.
- Skapa förslag till effektiva provtagningsrutiner på biobränslen för slutanvändare.
- Skapa förslag till minimikrav för material och utrustning vid installation av förbränningssystem för flytande biobränslen.
- Ge en tydlig bild av huvudsakliga emissionsparametrar vid förbränning av flytande biobränslen.
- Ge en tydlig bild av flytande biobränslen och skillnaden mellan dem för utbytbarhet.
- Ge en tydlig bild av prisbilden för konvertering från fossil olja till flytande biobränslen.
- Skapa ett förslag till klassindelning för de idag på marknaden tillgängliga flytande biobränslen men som även rymmer nya bränslen.

Detta för att nå effektmålen att skapa en mer transparent marknad och introducera förenklade rutiner för en effektivare värdekedja. Ett förlängt effektmål var att projektets resultat skulle ge underlag för arbetsgrupper och kommittéer i svenskt och internationellt standardiseringsarbete.

Projektets målgrupp var alla aktörer i branschen för flytande biobränslen inklusive slutanvändare men också aktörer på väg in i branschen eller anläggningsägare med pågående konvertering eller nyinstallation för flytande biobränsle.

## 2 Flytande bibränslen – En grundläggande orientering av värdekedjan

Föreliggande avsnitt ger en orienterande bild av flytande bibränslen, en insikt i värdekedjan som den ser ut idag.

### 2.1 Produkten och produktionen

Flytande bibränsle definieras som ett vätskeformigt bränsle som framställts av biomassa och används för andra energjämdamål än drivmedel.

Kvaliteten på flytande bränslen spänner sig från högvärdiga bränslen som FAME (Fatty Acid Methyl Ester), vanligt förkommande som inblandning i konventionell diesel eller som ett rent biodrivmedel B100, till mindre förädlade bränslen som olika former av MFA (Mixed Fatty Acid) och pyrolysoljor. I kapitel 2.1.1 följer en lista av olika typer av flytande bibränslen. I Sverige utgörs huvuddelen av de använda flytande bibränslena av så kallad tallbecksolja som är en raffinerad produkt utvunnen ur pappermassaproduktionens restprodukt svartlut.

Nästan allt flytande bibränsle i Sverige idag som används för värmeproduktion är till huvuddelen blandningar av olika typer av vegetabiliska restprodukter från skogsindustrin, livsmedelsindustrin, produktion av djurfoder, kemikalieindustrin samt kosmetikaindustrin. Men även animaliska restprodukter används i mindre utsträckning. Anledningen till att främst restprodukter används beror till stor del på att flytande bibränslen som framställs av primära vegetabiliska oljor är betydligt dyrare då de har alternativa marknader. Huvuddelen av de blandade flytande bibränslena i Sverige är importerade.

#### 2.1.1 Typer av flytande bibränslen

Här följer en lista på olika typer av flytande bibränslen med dess ursprung (8):

##### **Primära oljor:**

- Sojaolja
- Solrosolja
- Rapsolja
- Palmolja
- Fiskolja

##### **Förädlade oljor:**

- Rapsmetylester (RME)
- Fettsyrametylester (FAME)
- Fettsyraetylester (FAEE)

**Raffinerade restprodukter:**

- Palmfettsyra (PFAD)
- Blandade fettsyror (MFA)
- Tallbecksolja (TOP)
- Soja-/rapsdestillat
- Soja-/rapssyraolja

**Icke raffinerade restprodukter:**

- Used Cooking Oil (UCO) – typiskt från restaurangkök
- Renewal Oil (RWO) – omfattar all återanvänd olja, även UCO

**Produkter under utveckling**

- Pyrolysolja

Icke raffinerade restprodukter är sällan lönsamma som bränsle före raffinering eftersom de klassas som avfall vilket ställer höga krav på anläggningen.

De olika kvaliteterna blandas ofta för att ge ett bränsle med rätt egenskaper för att passa den förbränningsutrustning som är installerad i en aktuell anläggning.

#### *2.1.1.1 Särskilda förutsättningar för flytande biobränslen av animaliskt ursprung*

Om bränslet innehåller animaliska fetter som har klassats som avfall får de endast förbrännas i avfallsklassade anläggningar. Det finns dock utrymme i avfallsdirektivet för omklassning av animaliskt avfall till teknisk produkt som därmed inte omfattas av avfallsdirektivet och kan förbrännas i en förbränningsanläggning utan status av att vara avfallsklassad. Fiskolja och restprodukter från kött- och benmjölsproduktion är rena animaliska flytande biobränslen men även dessa klassas som avfall (9), det samma gäller för inblandningar av UCO i annars vegetabiliskt bränsle.

#### *2.1.1.2 MFA*

MFA är ett samlingsnamn på blandningar av olika fettsyror som kan vara både animaliska och vegetabiliska (2).

#### *2.1.1.3 FAME (Biodiesel)*

FAME eller fettsyrametylestrar, även kallad biodiesel framställs genom omförestring (förenklat beskrivet - glycerolen i oljan byts ut mot metanol i en kemisk process) av vegetabiliska eller animaliska oljor. Flytande biobränslen som sorterar i familjen FAME uppfyller den europeiska standarden EN14214. RME (RapsMetylEster) är den vanligaste typen av FAME och framställs uteslutande från rapsolja (10).

#### *2.1.1.4 Tallbecksolja*

Tallbecksolja utvinns ur råtallolja som är en restprodukt vid pappersmassatillverkning. Råtalloljan är skyddad genom beskattning för användning som bränsle i obearbetad form då den anses ha bättre användningsområden. Ungefär 40 % av tillgänglig råtallolja förädlas till tallbecksolja (11).

### 2.1.1.5 Pyrolysolja

Pyrolysolja är en produkt som framställs genom pyrolys (förvätskning) av biomassa. Sammansättningen i pyrolysoljor är mycket varierande men kännetecknas av hög vattenhalt som ger ett lågt värmevärde, hög densitet och lågt pH, som beror av råvarans (biomassans) sammansättning (12).

Idag finns ingen marknad för pyrolysolja men intresset för produkten växer och storskaliga produktionsanläggningar är på gång. I detta projekt har pyrolysolja behandlats som ett framtida bränsle och inte varit i fokus.

## 2.2 Teknik och utrustning i anläggningen

I nuläget sker nästan all anpassning av en anläggning efter en specifik typ av flytande biobränsle. Anpassningen leder till att anläggningsägare har svårt att praktiskt jämföra olika flytande biobränslen mot varandra.

## 2.3 Transport

De flesta flytande biobränslen har en lägsta lagringstemperatur som ligger klart över spannet för normala utomhustemperaturer i Sverige. Lagringstemperaturen rekommenderas oftast till 10-20°C över lägsta flyttemperatur för respektive bränsle. Se Bilaga A för en sammanställning av egenskaper hos typiska flytande biobränslen. Detta medför att bränslet måste varmhållas under transport och lagring för att det inte ska stelna. Flytande biobränslen transporteras vanligtvis i tankbilar och det är viktigt att oljan inte kontamineras av det som tidigare lastats i tankbilen. Sandgren (2) summerar i sin rapport, vilket är verifierat genom denna studies enkäter och intervjuer, att kontaminering är ett ganska vanligt problem men att det också finns andra exempel på problem med oprofessionella transportaktörer i branschen.

## 2.4 Leverans

Riskerna för kontaminering eller felaktig hantering under transporter medför att köparen måste skapa sig kontroll över vad som levereras till anläggningen. Ett bra sätt att undvika problem i anläggningen är att alltid låta leveransen gå genom ett leveransfilter och att ha egen personal närvarande vid lossning. Att ta ett prov av leveransen är att rekommendera (se 4.2).

## 2.5 Lagring

Transport och lagring av bioolja kräver samma hantering som EO1-EO5 (fossil olja). Om bränslet behöver vara uppvärmd eller inte beror på viskositeten och bränsle med hög viskositet (tunga bränslen) behöver alltid varmhållas, både vid lagring och under transport. De tyngsta flytande biobränslena, som motsvarar fossil tjockolja, kan behöva värmas till 90°C. Lätta bränslen behöver inte alltid varmhållas men generellt bör de hållas vid 40-55°C. Lagringstemperaturen bör inte vara för hög eftersom fler lättflyktiga ämnen avgår till omgivningen och kan förorsaka luktproblem. Det kan därför vara praktiskt att ha två temperaturer, en lägre lagringstemperatur samt en högre atomiseringstemperatur före brännaren (7).

För varmhållning av tank har Norrenergi erfarenheter av att en värmeslinga efter en tid kan täckas av avlagringar vilket medför försämrad värmeöverföring och i förlängningen otillräcklig värmning och stelnat bränsle som resultat. De rekommenderar att varmhållningen säkerställs med hjälp av ett rundpumpningssystem (13).

Lagringstiden för flytande bibränslen kan beroende på bränslekvaliteten och lagringen (cirkulation, temperatur) vara begränsad till 1-2 år enligt leverantörer som Sandgren m.fl. varit i kontakt med. Det som kan vara begränsande är att bränslet härsknar och energiinnehållet sjunker (2). Samtidigt finns det aktörer som inte har dessa erfarenheter.

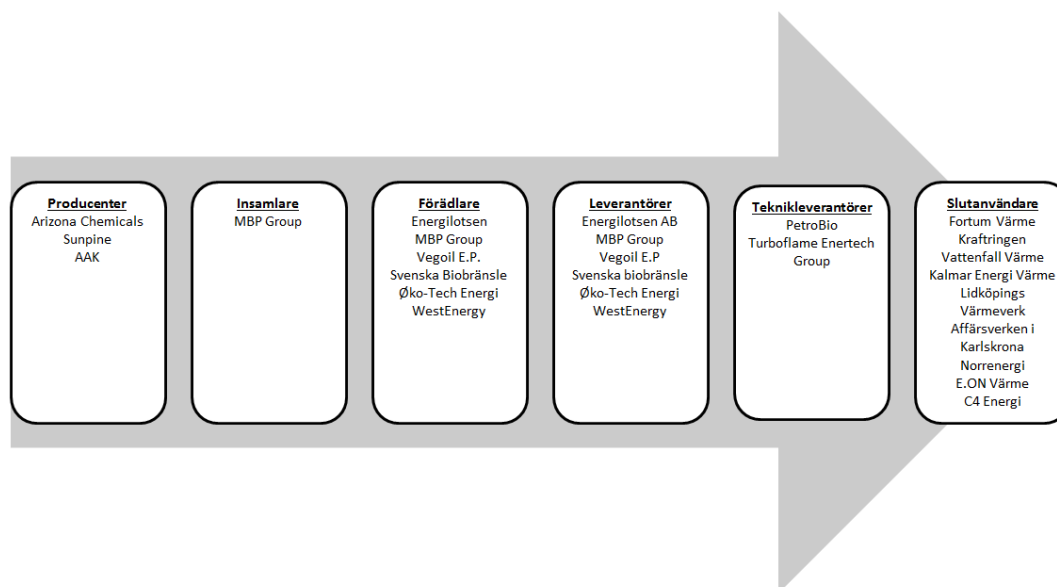
## 2.6 Användning

Flytande bibränslen har kommit att användas i allt större utsträckning för hållbar el- och värmeproduktion. De används oftast för att ersätta fossil eldningsolja i spets- och reservlastanläggningar. Bränslet används också som start- samt stödbränsle till andra bränslen som kompensation för låga värmevärden. Det vanligaste användningsområdet har varit att konvertera äldre fossiloljeeldade pannor till flytande bibränslen. En grupp slutanvändare som idag växer är mindre tillverkande industri. Denna grupp har traditionellt oljepannor som de eldar med fossil eldningsolja, men i samband med en minskad reduktion av koldioxidskatten blir det allt mer lönsamt för företagen att skifta till förnybara bränslen.

Jämfört med fossila eldningsoljor är flytande bibränslen i regel mer korrosiva. De har ett lägre värmevärde jämfört med fossila oljor samtidigt som flampunkten är betydligt högre för flytande bibränslen än för fossila oljor. Det senare medför krav på ytterligare värmning till en atomiseringstemperatur på 70-130°C beroende på kvalitet (se Bilaga A) innan bränslet förs till brännaren (14).

### 2.6.1 Marknadsaktörer

För närvarande finns ett flertal mindre återförsäljare och mäklare som handlar med flytande bibränslen och den största delen som används för el- och värmeproduktion importeras i nuläget. I Figur 2 visas några av de större marknadsaktörerna som är verksamma med flytande bibränslen utifrån ett funktionsperspektiv.



Figur 2 Svenska aktörer verksamma med flytande biobränslen

Figure 2 Actors with in the Swedish trading system for liquid biofuels

### 2.6.2 Styrmedel och lagstiftning

Alla slutanvändare av flytande biobränslen omfattas av lag 2010:598 om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och flytande biobränslen. De företag som använder flytande biobränslen skall senast den 1 april varje år rapportera hur stora mängder hållbart flytande biobränsle som köpts eller använts under föregående år. Även icke skattepliktiga hållbara flytande biobränslen skall rapporteras. Alla slutanvändare som mot Energimyndigheten kan uppvisa ett godkänt så kallat hållbarhetsbesked för bränslet får skattebefrielse samt har möjlighet att ansöka om el-certifikat

För att ett flytande biobränsle skall klassas som hållbart måste den uppfylla kraven i lagstiftningen, bland annat att växthusgasutsläppen skall vara lägre än för fossila oljor och att det ska finnas spårbarhet genom produktionskedjan. Vidare måste en beskrivning av kontrollsystemet med rutiner och verifikat som säkerställer hållbarheten upprättas. Hur omfattande kontrollsystemet behöver vara beror på om leverantören har ett hållbarhetsbesked eller frivilligt certifieringssystem (8) (15) (16)

För att få elda animaliska oljor krävs en anläggning som är godkänd för ändamålet samt tillstånd från Jordbruksverket. Hanteringen av de animaliska biooljorna regleras enligt SJVFS 2003:58 (svensk implementering av ett direktiv om Specified Risk Material (SRM)) och i dessa föreskrifter klassificeras oljorna i tre olika kategorier, lågriskavfall, högriskavfall och specificerat riskmaterial. Olika försiktighetsåtgärder gäller beroende av vilken kategori som den animaliska oljan klassas till (9) (11). Föreskrifterna omfattar inte förbränning utan behandlas i "Förordning (2013:253) om förbränning av avfall" (17).

### 3 Metod och förutsättningar

Projektets arbetsmetod har varit att samla branschaktörers gemensamma erfarenheter och kunskaper med hjälp av enkäter, intervjuer och en workshop samt att utnyttja referensgruppens breda kompetens i ämnet. Dessutom har projektgruppen en samlad bred och djup erfarenhet av biomassa som slutprodukt i många olika applikationer.

Projektets huvudmoment har varit att undersöka om det är möjligt att skapa ett förslag till klassificeringssystem för flytande biobränslen. Tillvägagångssättet för det var att en arbetshypotes togs fram och testades med enkäter och intervjuer på en kontrollgrupp bestående av representanter från branschens alla funktioner (importörer/producenter, leverantörer, teknikleverantörer och slutanvändare). Resultatet sammanfattades till arbetsmaterial för workshopen där den då justerade hypotesen testades och oklarheter förtydligades. Efter detta gjorde projektgruppen en analys av resultatet. Som en sista kvalitetssäkring skickades förslaget till referensgruppen för synpunkter.

Övriga delmoment är även de resultat av enkät- och intervjuer summerat med hjälp av projektgruppens samlade kompetens.

## 4 Resultatredovisning

### 4.1 Marknadskartläggning

För att beskriva marknaden har ett funktionsperspektiv valts, från restprodukt till bränsle i slutanvändarens produktion av värme och/eller el. Funktionerna redovisas nedan i kronologisk ordning.

#### 4.1.1 Insamling

Insamling avser funktionen där insamlaren hämtar restprodukten vid en producents produktionsanläggning. Definition för produktionsanläggning är den plats där restprodukten faller ut och kan vara där fett pressas fram ur en gröda men också platsen för en industrianläggning. Insamlaren har ofta djup förståelse för producentens process där restprodukten faller ut. Signifikant för insamlare är att de har färdigheter nödvändiga för den aktuella marknaden; lokal kännedom, språk och marknadskultur är färdigheter som är nödvändiga för en insamlare operativ utanför EU. Inom EU och när insamlaren är operativ mot oleokemisk industri där marknaden är mer mogen är dessa färdigheter mindre relevanta. Oberoende av vilken marknad som insamlaren är operativ mot är produkten som handelsvara betraktad som fett vilket också ställer krav på tillhörande kompetens. Fettindustrins terminologi och metoder för analys av produkten tillämpas vid insamling.

#### 4.1.2 Förädling

Förädling är delen av värdekedjan där fett och andra restprodukter förädlas till flytande biobränsle. Processtegens omfattning och antal styrs av vilken slutprodukt som ska framställas och kvalitén på ingående råvaror. Ett flytande biobräsles ekonomiska värde sätts utifrån dess sammansättning, där ett antal ingående parametrar ger bränslet sitt marknadsvärde. Parametrar av särskild vikt för förädling har identifierats nedan:

- Viskositeten är relevant för anläggningens utformning och dess kapacitet att varmhålla produkten.
- Aska är en parameter som ofta efterfrågas utifrån anläggningens utsläppsvillkor för stoft och för dess rökgasreningskapacitet.
- Syratal som anger hur korrosiv produkten är vilket är relevant för anläggningens möjligheter att hantera sådana produkter, exempelvis hur syrafasta de olika anläggningsdelarna är.
- Kväve är en parameter som ofta efterfrågas utifrån anläggningens utsläppsvillkor för kväveoxider.

Förädlingsprocessen för flytande biobränslen som är baserade på fett från restprodukter är relativt enkla. I huvudsak särskiljer man fettfraktioner åt och reducerar oönskade askämnen. För att särskilja oönskade fraktioner från produkten utnyttjar man ofta fraktionernas olika densitet. Densiteten bestämmer ordningen för skiktningen i en tank där produkten har fått vila över tid. Värme och kyla kan också användas för att särskilja olika fettfraktioner åt. Fettets molekylära sammansättning bestämmer dess smältpunkt

vilket kommer till uttryck vid olika temperaturer. När en fraktion av produkten intar en mer fast form kan den mekaniskt särskiljas från övriga fraktioner.

Processerna för askreduktion är något mer komplicerade. Principen är att få askan att binda till ett tillfört ämne för att på så sätt kan askan reduceras i produkten. Förädlingens olika processteg ställer krav på tankkapacitet och faciliteter för de olika processerna.

Förädlaren bör ha kunskap om insamlarens marknad samt om fetter. Ofta arbetar förädlaren direkt mot slutanvändaren och då krävs också en djup förståelse för slutanvändarens produktion och förutsättningar. Förädlaren har fasta tillgångar i form av tankkapacitet och faciliteter för olika processer. Förädlaren jobbar sällan mot små och medelstora slutanvändare. För dessa anläggningar kompletteras förädlingskedjan med ytterligare en aktör, leverantören. Om en klassificering skulle kunna implementeras på marknaden skulle detta förenkla för förädlaren, då han kan börja förädla i enlighet med produktklassificeringen.

#### 4.1.3 Produkten

När produkten är färdig analyseras den och kvalitetsklassas. Efter säkerhetsställd kvalitet är det slutanvändarnas betalningsförmåga för produkten som avgör mot vilken marknad den styrs. Marknad och produktens syfte i kombination med betalningsförmåga finns i kronologisk ordning nedan (högt upp anger bättre betalningsförmåga):

1. Oleokemiskt industri – råvara till ädlare fetter
2. Foderindustri – foderolja
3. Kraft- och värmeindustri – bränsle för el- och värmeproduktion
4. Tillverkande industri – bränsle för värmeproduktion
5. Biogasindustri – råvara till rötningsprocessen

Marknadernas betalningsförmåga påverkas av flera faktorer. Cykliska faktorer utgörs av efterfrågan och tillgång vilket kommer till uttryck för flytande biobränslen på den skandinaviska marknaden med uppvärmningssäsonger. Skörden av palmfrukter i Asien som i sin tur är starkt påverkat av regionens väder påverkar råvarupriserna framförallt för den oleokemiska industrin. I den oleokemiska industrin följer priset på restprodukterna råvarukostnaderna.

#### 4.1.4 Logistik

Logistik omfattar lagring och transport. Behovet av lagring finns både hos producenten och hos slutanvändaren för att garantera tillgängligheten. Vissa leverantörer har egna lager. Transport avser all transport mellan producent och slutanvändarens mottagnings-/dagtank vid anläggningen med eventuell mellanlagring. Alla kostnader för logistik i form av lagring och transport läggs på bränslet hos slutanvändaren. Leverantören levererar till slutanvändaren och bör ha kompetens och förståelse för slutanvändarens produktion och dess förutsättningar för hantering av produkten. En leverantör bör kunna specificera ett flytande biobränsle mot en slutanvändares förbränningsutrustning. Leverantören säljer ofta en logistisk lösning knuten till avtalet för bränslet.

---

Leverantörens största utmaning är att hitta finansiella lösningar för den kapitalintensiva bränslehandeln. Leverantören kan anlita en speditör för att lösa transporten.

#### 4.1.5 Användning

Slutanvändaren använder bränslet för produktion av värme och/eller el. Slutanvändaren behöver ha god kunskap om bränslet och utrustningen samt generell förbränningsteknisk kompetens för att effektivt kunna följa upp användningen. Användaren behöver även ha tillförlitliga kvalitetsrutiner. Anläggningen är ofta projekterad och levererad av en teknikleverantör.

#### 4.1.6 Teknikleverans

Teknikleverantörens huvudprodukter är förbränningsutrustning. Många gånger har teknikleverantören färdigheter gällande myndigheters regelverk för förbränning och stöttar kunden i dessa frågor. Detta tar sig uttryck i att många konverteringsarbeten från fossil olja till flytande biobränsle utförs av en teknikleverantör som åtar sig arbetet i en totalentreprenad. Denna omfattar hela bränslekonverteringen från projektering till färdigställd och drifttagen anläggning överlämnad till slutanvändare.

#### 4.1.7 Myndigheter

Myndigheterna sätter upp det ramverk för vilket man lämnas tillstånd att producera värme och el inom. Många slutanvändare ställs inför en utmaning när tillstånd för flytande biobränsle söks. Det flytande biobränslets natur av att vara en restprodukt, och därför ej definierbar, försvårar processen för tillståndsprövning vars metodik är uppbyggd på handläggning av standardiserade och etablerade produkter med på förhand dokumenterade data. Data varierar många gånger med tiden för ett flytande biobränsle.

#### 4.1.8 Befintliga standarder och liknande produkter

Bland de standardiseringsinitiativ som kunde ge bidrag till detta projekt fanns bara en relevant aktiv standard SS 155410:2011 (TK 414) – ”Flytande och gasformiga bränslen för eldning” och denna hanterar främst petroleumprodukter. I den senaste versionen har kravet på att dessa produkter ska vara mineralbaserade tagits bort och standarden omfattar nu alltså även eldningsoljor som inte är helt petroleumbaserade. Produkterna ska istället vara kolvätesbaserade vilket innebär att MFA och andra flytande biobränslen på sikt skulle kunna hanteras inom denna grupp. Men de produkter som har diskuterats ingå i gruppen är mer av drop-in<sup>3</sup>- liknande karaktär som har raffinerats så som HVO (Hydrerade Vegetabiliska Oljor). Det behövs mer faktaunderlag och undersökningar innan MFA och andra mindre ospecificerade produkter som inte raffinerats idag, och vars prisbild ej kommer att tillåta omfattande raffinering, kan omfattas av denna standard.

En annan berörd standard är SS-EN 14213 ”Eldningsoljor – FAME - Krav och provningsmetoder” men dessa produkter har fått låg prioritet i projektet då de redan är standardiserade. Projektet fokuserar enbart på de produkter som saknar branschövergripande produktspecifikationer. Det finns även en CEN- (Europeiska

---

<sup>3</sup> Kan blandas i obegränsade proportioner med den fossila motsvarigheten utan behov av modifieringar av motorer eller etablerade distributionssystem.

kommittén för standardisering) förfrågan ute för att standardisera pyrolysoljor, men produktionsmetoder för dessa bränslen skiljer sig från de flytande biobränslen som finns på marknaden idag. Tidshorisonten för ett helt nytt standardiseringsprojekt är 5 år och detta var därför inte relevant för att möta marknads behov om att snabbt åstadkomma en ökad transparens i branschen för flytande biobränslen. Med en längre tidshorisont kan SS 155410, och den eventuella kommande standarden för pyrolysolja, komma att utgöra en plattform för standarder för flytande biobränslen men innan detta sker behöver ytterligare utredningar göras.

## 4.2 Provtagnings- och analysrutiner

### 4.2.1 Provtagnings- och hanteringsrutiner och dess syfte

Åtgärder för kvalitetssäkring av ett flytande biobränsle börjar direkt efter produktion. I nedanstående text fokuseras dock på provtagnings- och hanteringsrutiner mellan leverantör och slutanvändare. Man kan förutsätta att samma typ av provtagnings- och hanteringsrutin upprätthålls om slutanvändare upphandlar bränsle från tidigare led i värdekedjan liksom vid handel mellan aktörer.

De första åtgärderna ingår i den kontroll som bör ske vid tillverkning och då varorna levereras från fabrik eller lastas för transport. Nästa kontroll genomförs då beställaren med en mottagningskontroll försäkras sig om att den levererade varan är den beställda och att det inte har förändrats under leveransen.

I följande kapitel begränsas kontrollrutinerna till att omfatta de direkta kontrollerna och till de indirekta<sup>4</sup> kontrollerna som utförs i anslutning till dessa.

### 4.2.2 Analys av befintliga rutiner

För att förenkla inköp av bränsle och projektering av bränslekonvertering till flytande biobränslen är det viktigt att rätt parametrar undersöks och att det finns kunskap om de olika parametrarnas betydelse för anläggningen. Vidare är det viktigt att respektive parameter kopplas till en eller flera accepterade analysmetoder (se bilaga B).

Det finns ett tydligt behov av ett system med branschgemensamma provtagningsrutiner. Målsättningen i detta projekt har varit att skapa ett kunskapsunderlag och utarbeta ett förslag till branschgemensamma provtagningsrutiner med innehållande parametrar, dess noggrannhet och intervall inom respektive klass.

Nedan presenteras resultaten av den inventering som genomförts avseende vilka mätningar som idag görs och med vilket syfte.

#### **Leverantörens kontroll vid leverans**

I leverantörens rutiner ingår redovisning av leveransflöde med avseende på tankar, speditörer, kvalitetsprov som elementäranalys för respektive sats, lagringstid samt

---

<sup>4</sup> Kontroll av den utrustning med vilken kontrollen sker. Det förutsätter att test och analyslaboratorierna är ackrediterade för de använda standardmetoderna eller att det finns någon form av kvalitetssäkring med ringprovningar.

buffert. Vidare skall leverantören uppvisa ett hållbarhetsbesked eller certifikat för det flytande bibränslet.

### **Slutanvändarens mottagningskontroll**

Analys av uttagna stickprov görs för att se att leveranserna uppfyller överenskomna krav. Alternativt arkiveras stickprovet för analys om problem uppstår.

#### 4.2.3 Förslag till förenklade provtagningsrutiner

Nedan presenteras förslagen till provtagningsrutiner kortfattat följt av en mer beskrivande motivering. Rutinerna och motiveringarna är resultatet från sammanställningen av projektets enkätsvar och intervjusvar. Under intervjuerna framkom ytterligare aspekter, personliga reflektioner och erfarenhetsbaserade lärdomar som valts att presenteras under kommentarer. Provtagningsrutinerna syftar till att kvalitetssäkra produkten i logistikkedjan. Logistikkedjan sträcker sig mellan punkten för insamling och punkten för användning. De föreslagna provtagningsrutinerna riktas till slutanvändare när leveransen sker med bil och omfattar:

- Provtagning vid leverans
- Provtagning i tank

### **Provtagning vid leverans**

Ett representativt bränsleprov tas ut vid leverans.

Förslagsvis tas bränsleprovet i samband med lossning av bränslet som en delström under så lång tid av lossningen som möjligt. Alternativt tas flera prov ut under lossningen som samlas till ett. Om en delström tappas av erhålls ett jämnt flöde från leveransen vilket ger ett prov som motsvarar leveransens kvalitet.

Kommentar:

Om syftet med provtagningen är att skydda tidigare inlevererat bränsle mot kontaminering krävs att aktuell leverans särskils till dess att analyssvar erhålls. En sådan rutin kräver i praktiken att man har minst två tankar, en tank för kvalitetssäkrat bränsle och en annan tank för mellanlagring i väntan på analyssvar.

Om syftet med provtagningen är att skapa spårbarhet det vill säga möjlighet att spåra en avvikande leverans i efterhand är en tank tillräckligt. Uppdagad en avvikelse är kontaminering av allt innehåll i tanken dock ett faktum.

Förslagsvis märks uttaget bränsleprov så att fullständig spårbarhet erhålls med:

- Datum
- Leverantör
- Speditör, fordonets registreringsnummer
- Leveranssedel

### **Provtagning i tank**

Ett representativt bränsleprov tas ut från den tank där produkten är lagrad hos leverantör eller slutanvändaren. Flytande biobränslen baserat på restprodukter är inte ett homogent bränsle vilket gör att en tank utan omrörning efter en tid kommer att innehålla olika bränslekvaliteter i olika delar av den på grund av den sedimenteringen/skiktningen som sker. Omrörning (cirkulation, rundpumpning) ger förutsättningar för ökad homogenitet men det ger ingen garanti. Metoden för provtagningen måste därför anpassas så att uttaget prov representerar tankens hela lagrade kvalitet. Ett sätt att göra detta på är att ta ut ett samlingsprov. Ett samlingsprov kan genereras genom att flera prov tas ut från olika nivåer i tanken och därefter blandas samman till ett bränsleprov för tanken. Provtagning i tank kan vara relevant att göra för att bedöma kvaliteten på bränslet i tanken t.ex. innan en ny leverans tas ur eller fylls på i tanken.

### **Övergripande kommentar kring leveransavtal**

Inköpsavtalet för flytande biobränsle omfattar vanligtvis även transport vilket regleras av Incoterms vilket är International Chamber of Commerce (ICC) regler för tolkning av handelstermer (18). Incoterms reglerar i sin tur hur varutransportkostnader och ansvar ska fördelas mellan köpare och säljare. Vid fordonsleveranser är Incoterms termer FCA (Free Carrier)<sup>5</sup> och DDP (Delivered Duty Paid)<sup>6</sup> vanligast förekommande. Dessa termer reglerar ägarbytet mellan köpare och säljare till punkten där bränslet lämnar fordonet.

Vid reklamationssärenden där avvikelser kan påvisas är ägarfrågan avgörande för vem som bär ansvaret. Därför rekommenderas att köpeavtalet reglerar ansvaret för avvikande bränsleleveranser ytterligare och inte enbart följer reglerna i Incoterms gällande ägarskap och där till kopplat ansvar.

#### 4.2.4 Förslag till förenklade analysrutiner

##### **1. Utvärdera lämpligt laboratorieföretag för analys av flytande biobränsle**

###### Motivering:

Det finns ett antal laboratorier som analyserar flytande biobränslen. Erfarenheten visar att analyssvaren från samma provmängd många gånger skiljer laboratorierna åt. Erfarenheter från branschen säger att det har förekommit att laboratorier har haft svårt med repeterbarhet, det vill säga att samma provmängd analyseras upprepade gånger med varierande analysvar.

###### Kommentar:

Det kan utifrån ovanstående konstateras att det inte bara är provtagningsmetoden som påverkar ett analysvar utan även laboratoriernas handhavande.

---

<sup>5</sup> Säljaren levererar godset till av köparen angiven fraktare och plats, samt exportklarar den (18).

<sup>6</sup> Säljaren står för alla risker och kostnader fram till att godset finns tillgänglig på angiven plats. Säljaren står även för importklarering (18).

## 2. Relevanta analysparametrar

Motivering:

Analys är kostsamma så det är av vikt att relevanta analyser utförs. Det är enkelt att en vedertagen rutin tillämpas och laboratoriernas standardpaket av analyser beställs utan kritisk bedömning av parameterarnas relevans.

Kommentar:

Se Bilaga B för förslag till analysrapport med rekommenderade parametrar att analysera kategoriserade efter anläggningsaspekter (enligt listan nedan). Dessa anläggningsaspekter är till för att förenkla beställning av analyser och är:

- Emissionsrelaterade
- Förbränningsrelaterade
- Kvalitetsrelaterade

I Bilaga B nämns överst de parametrar som styr den föreslagna klassindelningen (se Tabell 2 i kapitel 4.3.2). Dessa parametrar rekommenderas att alltid vara inkluderade vid analysbeställning. I tabellen finns även informationsparametrar som bör inkluderas beroende av syfte och då utifrån rekommenderade anläggningsaspekter. Metoder för samtliga styrande- och informationsparametrar finns även de listade i Bilaga B.

I Bilaga A finns, för klasserna BO1 och BO2, typvärden presenterade som är baserat på en sammanställning av många bränsleanalyser och dessa skall ses som normalvärden att jämföra bränsleanalyser mot.

### 4.3 Framtagande klassindelning

#### 4.3.1 Identifierade viktiga parametrar

För klassindelningen identifierades först parametrar av extra vikt för slutanvändarens anläggning och aktörer i värdekedjan. Det är huvudsakligen förbränningsanläggningens tekniska förutsättningar som utgör kraven för bränslet.

#### **Lägsta flyttemperatur (lagrings- och hanteringstemperatur)**

Projektgruppen var överens med kontrollgruppen om att transport och lagring är de mest kritiska delarna i värdekedjan. Transport inkluderade här även anläggningsintern transport i rörledningar till exempel från lager till brännare. För transport och lagring är lagrings-/hanteringstemperaturen kritisk då flytande biobränslen stelnar vid olika temperaturer, temperaturer ofta nära normal rumstemperatur (se Bilaga A för typiska data). Lagrings-/hanteringstemperaturen uttrycks i lägsta möjliga temperatur en anläggning måste klara av att hålla i lagertank såväl som bränslesystem och är direkt korrelerad till lägsta flyttemperatur. Branschpraxis är att temperaturnivån är 20°C högre än lägsta flyttemperatur. Lägsta flyttemperatur är möjlig att experimentellt bestämma varför denna valdes som styrande parameter.

**Flampunkt (temperatur)**

Verkningsgraden på förbränningsanläggningen påverkas av hur effektiv förbränningen är. Flampunkten uttrycks i lägsta temperatur för bränslet att avge antändbara gaser. Detta är avgörande endast vid uppstart eftersom flammen sedan värmer brännaren till en betydligt högre temperatur. Utrustningen i anläggningen för uppvärmning har en viss begränsad effekt och det är där relevant att jämföra flampunkten med den maximala temperatur anläggningen klarar av att ge det flytande bibränslet.

**Viskositet**

Viskositet är en av de viktigaste parametrarna för slutanvändaren. Bränslesystemet måste vara dimensionerat för bränslets viskositet. Viskositeten kan påverka emissionerna om inte optimal förbränning erhålls, se 4.4.3. Den är korrelerad till lägsta flyttemperatur men korrelationen är unik för varje vätska och kräver empiriska data från flera bränslen för representativa värden. Detta har identifierats som en aktivitet som inte rymts inom projektet och har istället förslagits som fortsatt forskningsarbete. Se mer i Resultatanalysen i kapitel 5.5.

**4.3.2 Förslag på klassindelning**

Föreslagen klassindelning utgår från bränslets flyttemperatur, som styrande parameter tillsammans med korrelerad viskositet (vid 40°C och 80°C) samt flampunkt. En bränsleklass med lågt nummer representerar ett bränsle med låg lägsta flyttemperatur, denna stiger i takt med ökat nummer på klassen. Det föreslagna antalet klasser utgår dels från marknadens idag vanligast förekommande bränslekvaliteterna men också från sammanställd information från marknadens aktörer. Tre klasser redovisar flyttemperaturen inom var sitt intervall (BO2, BO3 och BO4). Två klasser redovisar flyttemperaturen som ett max respektive min värde (BO1 och BO5). Nedan följer en grov beskrivning av respektive klass. Inom projektet har dock, som tidigare nämnts, inte relevanta värden för viskositeten kunnat identifieras vilket är en brist.

**BO1 (Bioolja nummer 1)**

En ren biodiesel av typen RME, alternativt en annan produkt ur produktfamiljen FAME. Dessa bränslen är standardiserade enligt EN14213. Denna klass lämnades öppen mot lägre värden på lägsta flyttemperatur för att modellen ska rymma alla tänkbara kvaliteter.

**BO2**

Flytande bibränsle med låg viskositet, kan utgöras av en semi-diesel med viss föresträngsgrad. Bränslets egenskaper motsvarar egenskaperna hos produktgruppen som benämns "Lättolja" alternativt "Light Fuel"

**BO3**

Flytande bibränsle med egenskaper som motsvarar den produktgrupp som benämns "Tjockolja" alternativt "MFA".

**BO4**

Tallbecksolja är ett bränsle med bred kvalitet (se Tabell 2) som har föreslagits få en egen klass. Underlaget för specifikationen är framtagen med hjälp av stora användare av tallbecksolja i Sverige.

**BO5**

Flytande bibränslen med egenskaper som motsvarar en kommande pyrolysolja. Denna klass lämnades öppen mot högre värden på lägsta flyttemperatur för att modellen ska rymma alla tänkbara kvaliteter.

Tabell 2 ger en överblick av föreslagen klassindelning. Viskositet för 40°C respektive 80°C utelämnades för framtida bestämning men rekommenderas att bli inkluderade i referenssyfte.

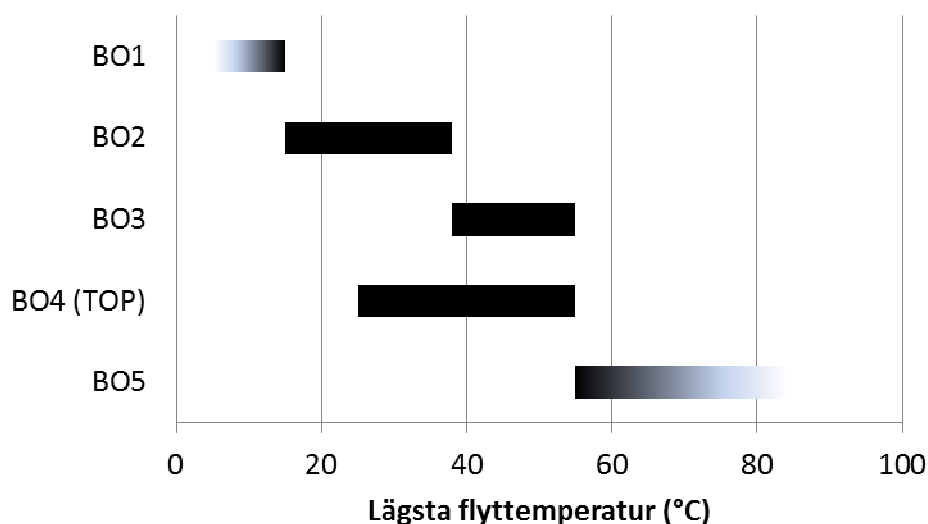
Figur 3 illustrerar klassindelningen.

Tabell 2, Styrande parametrar med intervall för klassindelning

Table 2, Controlling parameters with intervals for classification

	<i>BO1</i>	<i>BO2</i>	<i>BO3</i>	<i>BO4 (TOP)</i>	<i>BO5</i>
<b>Lägsta flyttemperatur (°C)</b>	<15	15-38	39-55	25-55	>55
<b>Flampunkt (°C)</b>	>100	>100	>100	>120	>120
<b>Viskositet vid 40°C (mm<sup>2</sup>/s)</b>	*	*	*	*	*
<b>Viskositet vid 80°C (mm<sup>2</sup>/s)</b>	*	*	*	*	*

\* Data ej tillgängliga (se Resultatanalys i kapitel 5.5)



Figur 3, Lägsta flyttemperatur som styrande parameter för klassindelning

Figure 3, Pour point as controlling parameter for classification

#### 4.3.3 Svenska marknaden för respektive klass

BO3 är idag det kvantitativt vanligast förekommande flytande bibränslet på den svenska marknaden. BO2 utgör den idag minst förekommande bränslekvaliteten på den svenska marknaden. Andelen bränsle som motsvarar BO2 har stadigt sjunkit med åren till fördel för tjockolja, mycket på grund av priset på bränslet. BO4 är tallbecksolja som utgör 40 % av de tillförda flytande bibränslena för fjärrvärmeproduktion. (6) BO1 och BO5 är klasser som är med för att täcka alla förekommande flytande bibränslen utöver BO2-BO4.

### 4.4 Bränslesystem, emissioner och andra områden för klassificeringen

#### 4.4.1 Analys av befintliga bränslesystem

Det är valet av teknik och utrustning som avgör vilken bränslekvalitet som kan användas i en anläggning, på samma sätt som för fossil olja. Så som framgår nedan är det inte bara bränslesystemet utan även större delen av hela förbränningsanläggningen som måste anpassas till bränslevalet.

Vissa kvaliteter av flytande bibränslen kräver stor anpassning av bränslesystemet till bränslets egenskaper medan andra kvaliteter kräver mindre. Flytande bibränsle måste med undantag för biodiesel förvärmas innan antändning. Värmevärde och i vissa fall även densiteten är något lägre för flytande bibränslen än för fossil olja varför brännare och bränslesystemet måste ha större kapacitet – det vill säga måste dimensioneras för högre flöden. Det innebär också att en brännarkonvertering kräver justering för att klara av att atomisera ett större flöde.

Beroende av omsättningen i tanken kan utrustning för omrörning av oljan installeras för att undvika sedimentering. Som tidigare nämnts rekommenderar slutanvändare att rundpumpningssystem används för samtidig omrörning och värmning (13).

Biodiesel enligt EN14213 och EN14214 kan normalt eldas i alla typer av lättoljebriännare.

#### 4.4.2 Minimikrav för installationer

Vid konvertering från fossil olja till flytande bibränsle måste mediaberörda ytor i bränslesystemet anpassas till det nya bränslet. Egenskaper som korrosivitet och smörjande egenskaper skiljer bränslena åt varför också bränslesystemet måste anpassas därefter.

#### **Korrosion och materialval**

Bränslets korrosiva egenskaper påverkas av faktorer som temperatur och koncentration av syror. Vattenhalten i bränslet har också en korrosiv påverkan om än mindre. O-ringar och tätningsmaterial anpassas efter bränsle och om bränslet byts ut måste O-ringar och tätningsytor anpassas till den nya fluiden, typiskt används kvaliteten Viton. Som metall väljs syrafast stål för alla mediaberörda delar i anläggningen.

### **Smörjande egenskaper**

Den smörjande egenskapen skiljer sig mellan olika kvaliteter av flytande bibränslen men också mot fossil olja. Detta medför att pumpar framtagna och anpassade till fossila bränslen inte ges fullgod smörjning från bibränslet och de måste därför bytas eller anpassas.

Nedanstående steg 1 till 4 summerar projektets förslag till minikrav för installation av bränslesystem för flytande bibränslen. Ju lägre siffra i klassificeringen för bränslet desto färre steg behöver genomföras. Detta förslag är framtaget med hjälp av två svenska teknikleverantörer och utvärderat av personal från PetroBio. Stegen är beroende av vilken bränsleklass ett bränslesystem skall anpassas till. Bränsleklasserna (BO1-BO5) är korrelerade till projektets förslag till klassindelning (se kapitel 4.3).

Stegen nedan är relaterade till en atomiseringstemperatur. Atomiseringstemperaturerna nedan är relaterade till 21 centi-Stoke (cSt eller mm<sup>2</sup>/s) vilket är en typisk kravställd viskositet för brännare PetroBio (19).

#### **Steg 1, BO1 (atomiseringstemperatur under 70°C)**

- Byte av alla O-ringar till kvalitet Viton
- Oljeslangar bekläds invändigt med PTFE (teflon) eller byts till syrafast utförande
- Reglerventilen byts till syrafast utförande
- Filter för filtrering av bränslet från tankbil används
- Säkerhetsventilerna (huvudblockventilerna) byts till syrafast utförande
- Värmekabel sätts in på delar i systemet där oljan står still, alternativt installeras rundpumpning
- Munstycket (där atomisering sker) byts till syrafast utförande

#### **Steg 2, BO1-BO2 (atomiseringstemperatur under 70°C)**

- Steg 1 samt:
- Oljepumpen byts och anpassas till nytt media (bränsle)

#### **Steg 3, BO2-BO3 (atomiseringstemperatur över 70°C)**

- Steg 2 samt:
- Bränslerör runt brännaren byts till syrafast utförande
- Oljemätare i specialutförande med inre delar behandlade för aggressivt media
- Spaltoljefilter i syrafast utförande
- Reduceringsventil i syrafast utförande
- Manometrar och övriga eventuella andra mätinstrument i syrafast utförande
- Oljedistributören (spridare) och eventuell rotationskopp byts till syrafast utförande
- Överströmningsventil för oljeslinga i syrafast utförande
- Oljeförvärmarutrustning, ventiler etc. i syrafast utförande
- Alla rör i oljeslingan skall vara i syrafast utförande efter oljebord
- Tanklösning bedöms från fall till fall

**Steg 4, BO4-BO5 (atomiseringstemperatur över 70°C)**

- Steg 3 samt:
- Korrosionsbeständig tanklösning krävs, invändig lackning med epoxy är en vanligt använd metod (11)

## 4.4.3 Parametrar som påverkar emissioner vid förbränning

**Viskositet****Prioritet:** Hög**Härledning:**

Viskositeten är avgörande för atomiseringen av bränslet och blir därför en emissionsrelaterad parameter. Om fullgod atomisering uteblir ökar halten av oförbränt bränsle. Rätt viskositet uppnås vid en specifik temperatur på bränslet. Samband mellan viskositet och emissioner är enligt följande:

1. Temperaturen reglerar bränslets viskositet
2. Rätt viskositet måste uppnås för bra atomisering
3. Bra atomisering är en förutsättning för en fullständig förbränning av bränslet
4. Fullständig förbränning av bränslet är en förutsättning för att minimera anläggningens emissioner

Viskositetskurvan är en i stort sett linjär funktion av temperaturen vilket medför att två datapunkter räcker för att generera en viskositetskurva. Viktigt är dock att testerna utförs inom intervallet för bränslets flytbarhet. Viskositetsprov vid 20°C och 40°C lämpar sig för klasserna med lägre numrering och vid 40°C och 80°C för klasserna med högre numrering (se kapitel 4.3 för förslag till klassindelning). Den vanliga mätmetoden för viskositetsanalys är: EN-ISO-3104 vid 20°C, 40°C och 80°C.

**Askhalt****Prioritet:** Hög**Härledning:**

Askhalten i flytande bränslen är i bränslet bunden aska som frigörs vid förbränning och återfinns i bottenaskan och flygaskan. Den flygaska som inte fastnar i reningssteg utan i stället följer med rökgaserna ut genom skorstenen benämns stoft. Askhalten anges i viktsprocent.

Miljötillståndet reglerar det anläggningsspecifika gränsvärdet för stoft i emissionerna. Stoft utgörs av aska från bränslet och sot som är ofullständig förbrända partiklar. (20). Vedertagna mätmetoder för askanalys är: ASTM D482 och SS-EN-ISO 6245-94m.

Enligt en analys gjord av Lindblom, beställd av Svensk Fjärrvärme, kan kraven för stoft och kväveoxider i liggande förslag till nytt emissionsdirektiv komma att bli svåra att klara i många anläggningar som eldar flytande biobränslen. Om förslaget träder i kraft så kommer kraven att börja gälla från 2025-01-01 för pannor större än 5 MWth och från 2030-01-01 för pannor mindre än 5 MWth (21).

För att identifiera vilken maximal askhalt ett bränsle kan tillåtas ha utifrån miljötillståndets utsläppskrav måste rökgasprover utföras. Bränslen med olika askhalt

förbränns i aktuell anläggning varpå stoftvärden fastställs med hjälp av rökgasprov. En korrelation mellan askhalt och stofthalt erhålls. En högre askhalt kan ställa högre krav på anläggningens rökgasreningsutrustning för att klara miljötillståndets utsläppskrav.

En hög askhalt är dessutom problematisk då den tillsammans med oförbränt bränsle kan bilda beläggningar i panna och rökgaskanaler. Salter (kalium- och natriumklorid) sänker smältpunkten för askan och är den huvudsakliga orsaken till beläggningar (3). Beläggningar på de värmeöverförande ytorna försämrar anläggningens verkningsgrad samt kan ge upphov till korrosion. Benägenheten för systemet, med aktuellt bränsle, att skapa beläggningar bör avgöra vilket sotningssystem som väljs och hur ofta sotningen behövs.

Det finns idag etablerad teknik för att reducera askhalten i flytande biobränsle vilket tillämpas av dem som förädlar produkten. Det är slutanvändarnas ökade krav på lågaskhaltiga bränslen som drivit teknikutvecklingen för askreduktion framåt. Utvecklingskostnaden för tekniken betalar sig genom att lågaskhaltiga bränslen generellt har ett högre marknadsvärde. Alternativet till lågaskhaltiga bränslen är att slutanvändaren investerar i ytterligare rökgasrening och på så sätt reducerar stofthalten i emissionerna.

### **Kväve**

**Prioritet:** Hög

#### **Härledning:**

Parametern regleras i miljötillståndet med en maximal tillåten halt i emissionerna. Vanliga mätmetoder för kväveanalys är: ASTM D5762-05. Generellt har flytande biobränslen lägre halt bundet kväve i jämförelse med fossil olja, framförallt gäller det bränslen med raps som fettbas. Halten bundet kväve är en parameter som under de senaste åren blivit allt viktigare. Bakgrunden är att kväveoxidhalten i emissionerna regleras allt hårdare i nya miljötillstånd. Viktigt att känna till är att huvuddelen av det kväve som introduceras i en panna kommer med förbränningsluften vilket medför att hänsyn till relationen mellan bränslemängd, luftmängd, placering av luftportar och temperatur måste tas för att minimera kväveoxidemissionerna.

Trenden att gränsvärdet för kväveoxider i emissioner succesivt sänks har lyft parameterns prioritet. Fortsätter trenden med ytterligare sänkningar kommer priset stiga på flytande biobränslen med låg kvävehalt. Liggande förslag till ett nytt emissionsdirektiv för anläggningar mellan 1 och 50 MW tyder på att kraven kommer att öka. (22)

### **Svavel**

**Prioritet:** Låg

#### **Härledning:**

Små mängder svavel finns bundet i flytande biobränslen. Vanliga mätmetoder för svavelanalys är: EN-ISO 8754 och ASTM D 4294. Av erfarenhet är det mycket sällan en volym flytande biobränsle överstiger gränsen för svavelskatt. Enligt Lindbloms analys ligger kravnivån för svavelutsläpp från bioolja normalt under utsläppsgården som finns i förslag till kommande emissionsdirektiv. (21) Ett ordentligt kontaminerat flytande biobränsle alternativt bottenfraktionen i en sedimenterad tank skulle kunna

generera nivåer som överstiger gränsvärdet. Att parametern analyseras på flytande biobränslen är ett arv från hantering av fossila oljor och det styrmedel i form av svavelskatt som finns.

#### 4.4.4 Prisbilden för konvertering

Den prisbild som redogörs nedan är utifrån minimikraven för en anläggning mot ett angivet effektuttag. Konverteringen omfattar material och installationsarbete för att anpassa anläggningen för förbränning av flytande biobränsle i stället för fossil eldningsolja. Tekniken som omfattas är angiven nedan. Fyra effektuttag har valts att redovisas 100-250 kW, 1 MW, 3 MW samt 10-20 MW. Kortfattat redogör prisbilderna nedan kostnaden en anläggningsägare får sig offererad efter förfrågan till en teknikleverantör. Teknik och därtill kopplad prisbild från teknikleverantören är vald utifrån en rimlig återbetalningstid för investeringen.

Nedan redogjorda prisbilder är framtagna i samarbete med PetroBio.

#### **100-250 kW, Prisbild ~ 200-250 kSEK**

Mindre anläggning anpassad mot BO1 och BO2.

Teknik som omfattas:

- Atomiseringsutrustning

Teknik som ej omfattas:

- Bränslesystem
- Filter

#### **1 MW, Prisbild ~ 600-750 kSEK**

Mindre anläggning anpassad mot BO1 och BO2

Teknik som omfattas:

- Atomiseringsutrustning
- Pump
- Bränslesystem
- Filter

#### **3 MW, Prisbild ~ 800-1200 kSEK**

Mindre anläggning anpassad mot BO1 och BO2.

Teknik som omfattas:

- Atomiseringsutrustning
- Pump
- Bränslesystem
- Filter

#### **10-20 MW, Prisbild ~ 1500-2500 kSEK**

Anpassad mot BO1 till BO3.

Teknik som omfattas:

- Atomiseringsutrustning
- Pump
- Bränslesystem
- Filter

Generellt för alla konverteringar bör nämnas att materialvalet endast kommer att påverka en liten del av den totala investeringen och därför rekommenderas det att välja syrafast stål för alla ytor som kommer i kontakt med bränslet. Detta medför även en flexibilitet för framtida bränslebyten. Tankar för lagring är, relativt annan nödvändig utrustning, kostsam och beroende på från vilket bränsle man konverterar är eventuellt ombyggnadsbehov olika. Därför exkluderades alla lagringstankar från prisbilderna ovan (14).

#### 4.4.5 Utbytbarhet, tvättschema och teknikkrav

##### **Utbytbarhet**

Frågan som begreppet utbytbarhet syftar till att besvara är huruvida det är lätt eller svårt att byta leverantör och/eller bränslekvalitet av flytande biobränsle.

Det entydiga svaret från leverantörer i enkäter och intervjuer var att de inte bedömer att det är svårt för slutanvändaren att byta leverantör eller bränslekvalitet. En majoritet av slutanvändarna har svarat likadant.

Slutsatsen är att tillfrågade aktörer idag bedömer att det är enkelt att byta bränsleleverantör och/eller bränslekvalitet och att tillämpning av klassificeringsmodellen inte skulle förenkla något. Dock bedöms det finnas ett värde för nya aktörer, mer om detta i Resultatanalysen (kapitel 5.4).

Under intervjudelen identifierades tvättschema och teknikkrav som mervärden för en klassificeringsmodell. Redovisade mervärden ryms inom ramen för projektets avgränsning.

##### **Tvättschema**

Ett tvättschema förenklar och tydliggör behovet av tvättning av transportfordonens tankar för flytande biobränsle. Bakgrunden till behovet är att undvika kontaminering av bränslet. Motsvarande rutiner tillämpas inom petroleumbranschen. Förslagen klassindelning av flytande biobränsle (se kapitel 4.3) möjliggör ett enkelt framtagande av tvättschema. Beroende på vilken bränslekvalitet som tidigare fraktats och vilken bränslekvalitet man avser att frakta specificerar tvättschemat behovet av tvättning. Partikelstorlek och lägsta flyttemperatur är de två parametrar som är styrande för om ett transportfordon behöver tvättas.

Maximal tillåten partikelstorlek för ett bränsle påverkar anläggningens val av filterstorlek. Enligt branschpraxis kräver bränslen med låg viskositet en fin maskstorlek på bränslefiltret.

Föreslagen klassindelning startar med klassen BO1 följt av BO2 och så vidare. I takt med ökande nummer på klassen ökar också viskositeten. När viskositeten ökar, ökar också maskstorleken för bränslefilter. Detta medför ett mycket enkelt förslag till tvättschema.

Utgångsläget är ett fordon som transporterat flytande bibränsle av en viss kvalitet. Samma fordon ska sedan transportera en annan bränslekvalitet och behovet av tvättning, för att undvika kontaminering, uppkommer enligt nedanstående alternativ:

- Fraktas ett bränsle med ett högre eller samma tal än vad som tidigare fraktats krävs ingen tvättning.
- Fraktas ett bränsle med ett lägre tal än vad som tidigare fraktats krävs tvättning.

### **Teknik- och materialval**

Ett klassificeringssystem för flytande bibränsle antas kunna minska konverteringskostnaden för anläggningsägaren. Med hjälp av en eller flera bränsleklasser kan anläggningsägaren enkelt redogöra för vilket bränsle konverteringen skall göras. Kravspecifikationen för konverteringen tas fram anpassat till en eller flera valda bränsleklasser. Materialval, teknik och garantiåtagande som följer konverteringen kan begränsas mot den eller de bränsleklasser som har valts. Priset för konverteringen hålls därmed nere när anläggningen begränsas till att möta bränsleklassens övre krav och inte flytande bibränslets totala övre krav. I 4.4.2 finns minimikrav för installationer för respektive klass.

## 5 Resultatanalys

### 5.1 Förslag till förenklade provtagnings- och analysrutiner

Förslaget riktades endast till slutanvändare och vid leverans med bil eftersom projektet ansåg att dessa rutiner i övriga delar av värdekedjan generellt är utvecklade och väl fungerande.

### 5.2 Förslag till minimikrav för installationer

De i 4.4.2 angivna minimikraven har tagits fram med hjälp av erfarenheter från teknikleverantörer. Då bibränslen, som tidigare har nämnts, vanligtvis är en restprodukt så kan det finnas egenskaper hos bränslet i vissa leveranser som ställer högre krav på anläggningen.

### 5.3 Prisbilden för konvertering

I 4.4.4 har kostnaden för konvertering av anläggningar från fossil olja till flytande biobränsle uppskattats. Det är svårt att generellt ange kostnaden för en sådan konvertering då det är mycket beroende av parametrar som bränslekvalitet och status på befintlig anläggning. För anläggningar som ska klara ett billigare bränsle med lägre kvalitet krävs en högre konverteringskostnad än för ett dyrare bränsle med högre kvalitet. För äldre och slitna anläggningar krävs större kostnader för en konvertering än för en ny eller välskött anläggning.

### 5.4 Utbytbarhet, tvättschema och teknikkrav

#### **Utbytbarhet**

Byte mellan olika flytande biobränslen och/eller leverantörer ansåg kontrollgruppen inte kunna förenklas med hjälp av en klassificeringsmodell. Svaren var något överraskande då ett delmål för projektet var att underlätta bytet av bränsleleverantör och bränslekvalitet för slutanvändaren. Klassificeringsmodellen hade som delmål att bygga bort ett problem som efter utvärdering inte visade sig existera för berörd urvalsgrupp av slutanvändare. I projektets urvalsgrupp var de flesta branschaktörer med många års erfarenhet av flytande biobränslen. Många aktörer från denna urvalsgrupp har varit med från början när flytande biobränsle introducerades som ett bränsle på marknaden. Urvalsgruppen är att betrakta som erfaren i jämförelse med tillverkningsindustrin vilken är en starkt växande grupp slutanvändare för flytande biobränsle. Mot bakgrund av att projektet även vände sig till tillverkningsindustrin vilka inte var med i urvalsgruppen finns det utrymme för att projektets delmål ändå uppfyllts.

#### **Tvättschema**

Eftersom erfarenhet visar att det finns problem med kontaminerat flytande biobränsle där kontamineringen antas bero på orena transporttankar så såg projektet nytta av att ta fram ett tvättschema kopplat till klassificeringsmodellen. Det förslag till tvättschema som togs fram är baserat på bransch erfarenhet och det är alltså inte verifierat att det fungerar för alla flytande biobränslen.

### **Teknik- och materialval**

Ett vanligt förekommande problem är att teknik- och materialval vid konverteringen har gjorts mot en allt för högt satt kravspecifikation. Det kan bero på att teknikleverantören i och med sitt garantiåtagande gentemot beställaren valt att offerera högre materialkvalitet än vad bränslet kräver. Detta för att teknikleverantören vill ha marginal för garantiåtagandet. Minimikraven i 4.4.2 kan göra det lättare för anläggningsägaren att veta vilka krav som ska ställas vid konverteringen.

En ytterligare aspekt är regelverket som omfattar ombyggnad av förbränningsanläggningar vilket blir aktuellt vid en konvertering. Det finns utrymme för tolkning i regelverket om vad som gäller för automationssystemet. Tolkningsutrymmet utgörs av om en konvertering med tillhörande ombyggnad är att klassas som omfattande eller inte. En omfattande ombyggnad ställer krav på att automationssystemen uppdateras och möter nya ställda krav. En ombyggnad som ej bedöms som omfattande ställer följaktligen inte krav på uppdatering av automationssystemet. Tillfrågade teknikleverantörer bedömde att en klassificeringsmodell med tydliga klasser för flytande biobränsle inte bara skulle förenkla konvertering utifrån teknik- och materialval utan dessutom göra tolkningen gentemot dessa regelverk enklare.

## **5.5 Förslag till klassindelning**

Lägsta flyttemperatur valdes som styrande parameter för klassindelning för att det är ett värde oberoende av andra parametrar och därför direkt jämförbart mellan olika flytande biobränslen. Flyttemperaturen är dessutom mätbar, d.v.s. en parameter som kan analyseras och därmed ge ett mätvärde.

Val av intervall på lägsta flyttemperatur för respektive klass är baserat på marknadens uppdelning av flytande biobränsle som fram till idag har varit, lättolja, tjockolja och tallbecksolja. Svenska slutanvändares bränslespecifikationer, vilket återspeglar anläggningskraven, har också vägts in.

Viskositet är starkt korrelerad till lägsta flyttemperatur för respektive bränsle men unik för varje bränslesammansättning. Detta medför att många bränsleanalyser för varje intervall på lägsta flyttemperatur måste sammanställas för representativa värden. Detta ansågs inte rymmas inom projektets ramar och lämnades som förslag till fortsatt forskningsarbete (se kapitel 8.2).

Den klassificeringsmodell som har tagits fram kräver fortfarande att användaren har goda kunskaper om flytande biobränslen då det vanligtvis är en restprodukt som kan ha olika egenskaper mellan olika leveranser. Detta eftersom kvalitetsfokus i produktionen ligger på den primära produkten och inte på restprodukterna. Det är också därför svårt att ställa alltför hårda krav på bränslet eftersom höga krav kräver mer behandling och därmed ett bränsle med ett pris som inte är konkurrenskraftigt. Klassificeringen i kombination med förslag till analyspaket kommer dock på sikt att förenkla för användaren att värdera olika flytande biobränslen.

Användaren av det flytande biobränslet kommer att behöva betala mer för att garanteras att produkten ligger i respektive kvalitetsklass. Det är naturligt att ökade kvalitetskrav

kostar mer men besparingen ligger, förutom i tidigare nämnda fördelar, i att kostnaderna för hanteringsproblem minskar.

## 5.6 Kontrollgruppen

I projektets kontrollgrupp (de till vilka enkäter, intervjuer och workshopen riktades) och framförallt projektets referensgrupp var de flesta branschaktörer med många års erfarenhet av flytande biobränslen och därmed mycket god kompetens i ämnet. Dessa tillhör därför inte den representativa målgruppen för projektet vars arbete projektet försökt att förenkla. Som exempel kan framläggas att under projektet framkom det att många av kontrollgruppens aktörer accepterat och anpassat sig till de fettorienterade definitionerna och rutinerna i större utsträckning än vad förstudierna indikerat. Detta kräver god kunskap om fetters egenskaper för andra applikationer vilket troligen kan vara ett hinder för nya aktörer på marknaden.

## 5.7 Långtidslagring

Projektets samlade erfarenheter säger att långtidslagring av flytande biobränslen inte medför några problem om lagringen följer branschens rekommendationer om varmhållning och omrörning/cirkulation. Oxidation som medför energiförlust och/eller härskning sker inte i någon avgörande omfattning för flytande biobränslen som har lagrats i några år.

## 6 Slutsatser

Provtagning kan göras vid lossning av bränslet eller från tanken hos användaren. Om det görs vid lossning så blir det mest representativa provet en delström som tas ut i samband med lossning. För att få ett representativt prov ur en tank bör det tas prover på olika nivåer i tanken. Det är viktigt att reglera eventuella avvikelser från avtalad kvalitet.

Bränsleparametrar som är viktiga att analysera är lägsta flytttemperatur, flampunkt och viskositet. Bränslet har delats in i fem olika kategoriklasser baserat på dessa parametrar.

För att bränslet inte ska skikta sig i olika kvaliteter vid lagring eller stelna bör det finnas ett rundpumpningssystem i tanken för samtidig omrörning och uppvärmning.

Flytande biobränslen ställer högre krav på utrustningen jämfört med fossila bränslen då bränslet är mer korrosivt och inte har samma smörjande egenskaper som fossila bränslen har. Därför krävs det att anläggningsdelar som kommer i kontakt med bränslet behandlas eller byts ut för att klara ett mer korrosivt medium. Dessutom behövs ett filter vid lossning i lagringstanken som kan avskilja eventuella större partiklar i bränslet.

Viktiga parametrar som påverkar emissionerna vid förbränningen är bränslets viskositet, askhalt och kvävehalt. Den viskositet som brännaren är anpassad för ska stämma väl överens med viskositeten på det flytande biobränslet för att halten oförbrända kolväten ska minska. En hög askhalt i bränslet ger stora stoftutsläpp om inte reningsutrustningen anpassas till den höga stofthalten. Det finns kväve bundet i det flytande biobränslet men den största mängden av kväveoxid som finns i rökgasen kommer från förbränningsluften och minimeras med goda förbränningsförhållanden. Svavel är en annan parameter som påverkar emissionerna men utsläppsnivåerna av svavel från förbränning av flytande biobränslen är normalt låga.

I projektet har kostnaderna för att konvertera en anläggning från att vara anpassad till fossil eldningsolja till flytande biobränslen uppskattats. Prisbilden ligger på mellan 200-250 kSEK för små anläggningar (100-250 kW) upp till 1 500 – 2 500 kSEK för stora anläggningar (10-20 MW).

Ett av projektets syften var att en klassificeringsmodell skulle kunna förenkla byten mellan leverantörer och bränslekvaliteter. Dock framgick det av enkäter och intervjuer att det redan idag inte är en svårighet att byta leverantör och bränslekvalitet för erfarna användare av flytande biobränslen.

Ett förslag till tvättschema togs fram för att tydliggöra behovet av rengöring av transportfordonen mellan leveranser med flytande biobränslen av olika kvalitet. Förslaget är att om ett flytande biobränsle med ett lägre tal, i förslaget till klassificering, fraktas efter ett biobränsle med ett högre tal krävs tvättning men om ett biobränsle med ett högre tal fraktas efter ett biobränsle med ett lägre tal krävs ingen tvättning.

Klassificeringssystemet antas kunna minska konverteringskostnaden för anläggningsägare när de tydligt kan ange vilken bränsleklass anläggningen ska anpassas till.

## 7 Rekommendationer och användning

Resultaten för projektet är ett förslag till klassindelning av flytande bibränslen. Detta kan förenkla upphandling och hantering av flytande bibränslen för de som redan använder det men också för de som vill börja använda det. Dock krävs det fortfarande relativt goda kunskaper om flytande bibränslen hos den som ska använda dem.

## 8 Förslag till fortsatt forskningsarbete

### 8.1 Korrosionsparametrar

Branschen är överens om att parametrar som idag används som mått på ett flytande biobränsles korrosivitet, syratalt och kopparkorrosion, ej är fullt relevanta för aktörer i aktuell värdekedja. Det finns behov av att ta fram nya parametrar som mått på korrosiviteten som kan användas för flytande biobränslen.

### 8.2 Viskositetens relation till flyttemperatur

Intervall för viskositeten vid 40°C respektive 80°C behöver tas fram för de föreslagna klasserna. Detta kräver sammanställning av ett flertal analysvar för att det ska bli representativt, vilket projektet ansåg inte rymdes i budgeten.

### 8.3 Verifiering av tvättschema

Det tvättschema som projektet har föreslagit bör följas upp hur det fungerar i praktiken och för olika typer av bränslen.

### 8.4 Testning och verifiering av föreslagen klassificering och provtagningsrutiner samt analyspaket

Projektet har framarbetat ett förslag till klassificering för att denna ska kunna tillämpas måste den testas av marknadens aktörer. En utvärdering av systemets relevans för marknaden bör därefter genomföras.

## 9 Litteraturförteckning

1. **Europaparlamentet och Rådet.** EUR-Lex, Ingång till EU-rätten. [Online] den 23 april 2009. [Citat: den 25 mars 2014.] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:sv:PDF>.
2. **Sandgren, Annamaria, o.a., o.a.** *Flytande biobränslen för el- och värmeproduktion*. Stockholm : Värmeforsk, 2010. Rapportnummer 1132, Rapportkod A08-830.
3. *Superheater corrosion in environments containing potassium and chlorine*. **Salmenoja, K, o.a., o.a.** u.o. : Journal of the Institute of Energy, 1996, Vol. 69.
4. **Energimyndigheten.** *Hållbara biodrivmedel och flytande biobränslen*. 2013. 1403-1892.
5. **Paulsson, Jonas.** Energibalans. [Online] Energimyndigheten, Sveriges officiella statistik, 2013. [Citat: den 14 Mars 2014.] <http://www.energimyndigheten.se/Statistik/Energibalans/Energibalans/#>.
6. **Trad, Sonya.** [Online] 2013. [Citat: den 14 mars 2014.] <http://www.svenskfjarrvarme.se/Statistik--Pris/Fjarrvarme/Energitillforsel/>.
7. **Kvarnström, Theres.** *Fasa ut sista oljan - Att tänka på när eldningsoljan ska ersättas med förnyelsebara bränslen*. Stockholm : Svensk Fjärrvärme, 2009.
8. **Lindblom, Katja och Boman, Fredrik.** Bioolja. Stockholm : VÄRMEK, 2010.
9. **Wikman, Karin och Berg, Magnus.** *Förbränning av flytande animaliska/vegetabiliska restprodukter*. Stockholm : Värmeforsk, 2002. Rapportnummer 791, Rapportkod F4-204.
10. **JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik.** *Bioenergiportalen*. [Online] JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik, 2011. [Citat: den 17 mars 2014.] <http://www.bioenergiportalen.se/?p=1450>.
11. **Strömberg, Birgitta och Svärd, Herstad Solvie.** *Bränslehandboken 2012*. Stockholm : Värmeforsk, 2012. Rapportnummer 1234, Rapportkod A08-819.
12. **Benjaminsson, Gunnar, Benjaminsson, Johan och Bengtsson, Nils.** *Decentraliserad produktion av pyrolysolja för transport till storskaliga kraftvärmeverk och förgasningsanläggningar*. Stockholm : Energimyndigheten, 2013.
13. **Zakrisson, Mårten.** *Intervju*. Solna, den 24 januari 2014.
14. **Elmeklo, Hans.** *Intervju: Kommentarer på rapportutkast*. Stockholm, den 28 april 2014.
15. **Lindblom, Katja och Bruce, Lena.** *Hållbarhetskriterier för flytande biobränslen*. Stockholm : Värmek, Svebio, 2011.
16. **Hållbarhetslagen.** *Energimyndigheten*. [Online] Energimyndigheten, den 13 september 2013. [Citat: den 20 Mars 2014.] [http://www.energimyndigheten.se/Foretag/hallbara\\_branslen/Hallbarhetskriterier/](http://www.energimyndigheten.se/Foretag/hallbara_branslen/Hallbarhetskriterier/).
17. **Abresparr, Egon.** Svensk författningssamling 2013:253. *Sveriges riksdag*. [Online] den 8 maj 2013. [Citat: den 27 mars 2014.] [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/\\_sfs-2013-253/](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/_sfs-2013-253/).
18. **International Chamber of Commerce.** Incoterms översikt. *Incoterms*. [Online] International Chamber of Commerce, den 1 januari 2011. [Citat: den 28 mars 2014.] <http://www.incoterms.se/>.
19. **Brosten, Hans.** *Intervju: Atomiseringstemperatur relaterat viskositet*. Stockholm, den 6 mars 2014.

20. **Naturvårdsverket.** *Förbränningsanläggningar för energiproduktion inklusiver rök-gaskondensering (utom avfallsförbränning).* Stockholm : Naturvårdsverket, Mars 2005.
21. **Lindblom, Katja.** *Konsekvensanalys direktiv.* Stockholm : Svensk Fjärrvärme, 2014. 1, version D.
22. **Europeiska kommissionen.** *Förslag till Europaparlamentets och Rådets direktiv om begränsning av utsläpp till luften av vissa föroreningar från medelstora förbränningsanläggningar.* Bryssel : Europeiska kommissionen, December 2013.
23. **Uppenberg, Stefan, o.a., o.a.** *Miljöfaktabok för bränslen, Del 2. Bakgrundsinformation och Teknisk bilaga.* Stockholm : IVL Svenska miljöinstitutet AB, Maj 2001. B 1334B-2.
24. **Asplind, Staffan.** Förbränningsanläggningar. *Naturvårdsverket.* [Online] den 26 mars 2014. [Citat: den 1 april 2014.] <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Industri-och-forbranning/Forbranningsanlaggningar/>.
25. **International Chamber of Commerce.** Incoterms. *Incoterms.* [Online] International Chamber of Commerce, den 1 januari 2011. [Citat: den 25 04 2014.] <http://www.incoterms.se/>.

## Bilagor

### A Sammanställning av bränsleanalyser

Nedan finns en sammanställning av data från analyser av typiska flytande bibränslen. Data har erhållits från leverantörer i branschen.

Analys	Enhet	Min	Max	Metod
Aska vid 900°C	%	0,01	0,6	ASTM D482
Aska vid 900°C	%	0,05	0,1	SS-EN-ISO 6245-94m
Värmevärde (netto)	MJ/kg	36	38	ASTM D240
Värmevärde (netto)	MJ/kg	35	37,00	ASTM D240-92
Värmevärde (netto)	MJ/kg	37,5	37,5	DIN 51900 DIN 51900-1 DIN 51900-2 DIN 51900-3
Värmevärde (brutto)	MJ/kg	38	38	ASTM D241
Värmevärde (brutto)	MJ/kg	37	40	ASTM D 240
Värmevärde (brutto)	MJ/kg	37,81	39,50	ASTM D240-92
Vatten (Karls Fischer)	%	0,2	1,5	ASTM D1744
Vatten (Karls Fischer)	%	0,45	1	ASTM D6304-07a
Vatten och sediment	%	0,6	1	SS-ISO 3734-98
Vatten	%	0,5	0,5	EN ISO 12937
Väteinnehåll	%	12*	12*	Elementaranalys
Väteinnehåll	%	11,8	12,3	
Väteinnehåll	%	10	11,5	ASTM E.A
Kolinnehåll	%	74,1	77	Elementaranalys
Kolinnehåll	% (m/m)	75	80	ASTM E.A
Syrenehåll	%	11	13,5	Kalkylering
Svavelinnehåll	%	0,01	0,06	ASTM D4294
Svavelinnehåll	%	0,02	0,05	EN-ISO 8754
Svavelinnehåll	%	0,21	0,5	EN-ISO 20847-2004
Svavelinnehåll	%	0,010	0,010	pr EN-ISO 20846 pr EN-ISO 20884
Viskositet vid 20°C	mm <sup>2</sup> /s	18	18	EN-ISO 3104
Viskositet vid 40°C	mm <sup>2</sup> /s	3,5	40	EN-ISO 3104
Viskositet vid 50°C	mm <sup>2</sup> /s	18	600	EN-ISO 3104
Viskositet vid 60°C	mm <sup>2</sup> /s	15	350	EN-ISO 3104
Viskositet vid 80°C	mm <sup>2</sup> /s	9	9	EN-ISO 3104
Viskositet vid 140°C	mm <sup>2</sup> /s	3	30	EN-ISO 3104

<b>Analys</b>	<b>Enhet</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Metod</b>
Viskositet vid 50°C	mm <sup>2</sup> /s	16,06	16,06	EN-ISO D7042-04
Viskositet vid 80°C	mm <sup>2</sup> /s	7,381	7,381	EN-ISO D7042-04
Lägsta flytpunkt	°C	0	40	ASTM D 97
Lägsta flytpunkt	°C	0	40	SS-ISO 3016-95
Flampunkt	°C	60	240	ASTM D 93
Flampunkt	°C	100	175	SS-EN-ISO 12185-96
Flampunkt	°C	120	120	pr EN-ISO 3679
Densitet 15°C	kg/m <sup>3</sup>	860	917,5	ASTM D4052
Densitet 15°C	kg/m <sup>3</sup>		890	ASTM D1298-85
Densitet 15°C	kg/m <sup>3</sup>	860	918,4	SS-EN-ISO 12185-96
Densitet 20°C	kg/m <sup>3</sup>	850	980	SS-EN-ISO 12185
Densitet 40°C	kg/m <sup>3</sup>	880	890	ASTM D1298-85
Densitet 50°C	kg/m <sup>3</sup>	887,8	890	SS-EN-ISO 12185-96
Sediment	%	0,1	0,1	ASTM D473
Kväveinnehåll	%	0,026	0,1	ASTM D5762
Kväveinnehåll	%	0,05	0,7	ASTM E.A
Natrium+kalium	ppm	200	200	ASTM D5863 B
Natriuminnehåll	mg/kg	<1	70	
Klorinnehåll	ppm	5	2000	X-ray
Syratal	mg/KOH/g	100	100	ASTM D974
Syratal	mg/KOH/g	72	150	ASTM D664-07mod
Syratal	mg/KOH/g	0,02	0,5	EN 14104
Vanadiuminnehåll	ppm	<1	1	ASTM D5862 B
Nickelinnehåll	ppm	<1	15	ASTM D5863 B
Nickelinnehåll	mg/kg	<1	3	
Metanolinnehåll	%	0,5	0,5	
Tungmetallinnehåll	ppm	1	200	AAS
Blyinnehåll	mg/kg	<1	30	
Järninnehåll	mg/kg	30	30	
Kaliuminnehåll	mg/kg	<1	45	
Kopparinnehåll	mg/kg	<1	1	
Zinkinnehåll	mg/kg	2,5	6	
Krominnehåll	mg/kg	<1	1	
Magnesiuminnehåll	mg/kg	1	1	
Kiselinnehåll	mg/kg	3	3	
Tenninnehåll	mg/kg	1	1	
Kadminuminnehåll	mg/kg	<1	<1	
Borinnehåll	mg/kg	3,5	3,5	
Kvicksilverinnehåll	mg/kg	<1	<1	

---

<b>Analys</b>	<b>Enhet</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Metod</b>
Arsenikinnehåll	mg/kg	<1	<1	
Glycerolinnehåll	%	0,5	2	
Glycerolinnehåll	%	0,5	1	BS 5711-3
Glycerolinnehåll (fritt)	%	0,25	0,25	EN 14105 EN 14106
pH i vattenfasen vid 25°C	pH	4	4,7	SS 028122-79
Fasta föroreningar	mg/kg	2	2	EN 12662
Partikelstorlek	mm	0,3	0,3	
Jodvärde	g/100g	125	125	EN 14111

\*Typvärde



## B Förslag till analysrapport med tillhörande standardmetoder

Metoder i Bilaga B.1 och B.2 är sorterade i fallande ordning hur vanligt förekommande de är i branschen. Mycket av den tallbecksolja (Bilaga B.1) som importerats till Sverige produceras i USA, därav är amerikanska standards vanligast använda. (23)

### B.1 Tallbecksolja

Parameter	Enhet	Anläggningsaspekt *	Metod
<b>För klassindelning styrande parametrar</b>			
Lägsta flytttemperatur (Pour Point)	°C	K	ASTM 97 DIN ISO 3016-95
Flampunkt	°C	F, K	ASTM D93 (A) DIN EN ISO 3679 DIN EN ISO 2719 SS-EN-ISO 12185-96
Viskositet vid 40°C	mm <sup>2</sup> /s	F, K	ASTM D445 DIN EN ISO 3104
Viskositet vid 80°C	mm <sup>2</sup> /s	F, K	ASTM D445 DIN EN ISO 3104
<b>Informationsparametrar</b>			
Askhalt 900°C	%	E	ASTM D482 DIN EN ISO 6245-94m Metod beroende på temperatur
Densitet vid 15°C & 40°C	kg/m <sup>3</sup>	K	ASTM D4052 ASTM D1298-85 DIN EN ISO 12185
Kväve	mg/kg	F, K	ASTM D4629 DIN 51732 DIN 51444 (BD)
Kalium	Ppm	F, K	<b>Utgår för TOP</b>
Natrium	Ppm	E	<b>Utgår för TOP</b>
Nettovärmevärde	MJ/kg	F	ASTM D240-92 DIN 51900-2
Nickel	mg/kg	E	ASTM D5708 ASTM D5863 B
Partikelstorlek	Mm	F, K	Maskstorlek på filter vid lossing & lastning
Svavelhalt	mg/kg	E	ASTM D4294 EN-ISO 8754
Syratal	mg/KOH/g	K	ASTM D-465 DIN EN 14104
Total föroreningshalt tungmetaller	mg/kg	E	PhEur 2.4.8
Vattenhalt	%	K	ASTM D4928 DIN EN ISO 12937
		*	E = Emission F = Förbränning K = Kvalitet

## B.2 Övriga flytande bibränslen

Parameter	Enhet	Anläggningsaspekt *	Metod
<b>För klassindelning styrande parametrar</b>			
Lägsta flytttemperatur (Pour Point)	°C	K	DIN ISO 3016-95ASTM 97
Flampunkt	°C	F, K	DIN EN ISO 2719 DIN EN ISO 3679 SS-EN-ISO 12185-96
Viskositet vid 40°C	mm <sup>2</sup> /s	F, K	DIN EN ISO 3104
Viskositet vid 80°C	mm <sup>2</sup> /s	F, K	DIN EN ISO 3104
<b>Informationsparametrar</b>			
Askhalt 900°C	%	E	DIN EN ISO 6245-94m ASTM D482 Metod beroende på temperatur DIN EN ISO 12185 ASTM D4052
Densitet	kg/m <sup>3</sup>	K	ASTM D1298-85
Kalium	Ppm	F, K	DIN EN 109 ASTM D5863
Natrium	Ppm	F, K	DIN EN 14108 ASTM D5863
Kväve	mg/kg	E	DIN 51444 DIN 51732 ASTM D5762
Nettovärmevärde	MJ/kg	F	DIN 51900-2 ASTM D240-92
Nickel	mg/kg	E	ASTM D5863 B
Partikelstorlek	Mm	F, K	Maskstorlek på filter vid lossing & lastning
Svavelhalt	mg/kg	E	DIN EN ISO 20884 EN-ISO 8754 ASTM D4294
Syratal	mg/KOH/g	K	DIN EN 14104 ASTM D-974 ASTM D-465
Total föroreningshalt tungmetaller	mg/kg	E	XRF/ICP PhEur 2.4.8
Vattenhalt	%	K	DIN EN ISO 12937 ASTM D1744

\*  
E = Emission  
F = Förbränning  
K = Kvalitet