



SBUF-Projekt

Datum
2010-03-09

Författare
Patryk Gorski – Skanska
Kenneth Olsson - Skanska

Skanska Sverige AB
Teknik – Väg och Asfalt
Box 49
123 21 Farsta

Beteckning
12092

Användning av alternativa bränslen vid tillverkning av asfalt



Förord

I denna rapport sammanfattas möjligheterna att ersätta eldningsolja med alternativa bränslen främst bioolja, vid uppvärmning av stenmaterial i ett asfaltverk. Projektet har bytt skepnad under åren och följande personer har varit involverade, samt bidragit med sitt kunnande och intresse.

Projektet har finansierats av SBUF och av Skanska Sverige AB.

Referensgruppen har bestått av följande personer:

Kenneth Olsson, Skanska Sverige AB, Teknik

Patryk Gorski, Skanska Sverige AB, Teknik

Krister Persson, Skanska Sverige AB, Asfalt och Betong

Jonas Ekblad, NCC Roads

Ingmar Andersson, Skanska Sverige AB, MTC

Representant från energiföretaget Energilotsen

Innehållsförteckning

1.1 SAMMANFATTNING	4
2.1 BAKGRUND	5
3.1 SYFTE	6
4.1 GENOMFÖRANDE	7
5.1 DEFINITIONER	8
6.1 FAKTA OM BIOBRÄNSLEN	9
7.1 BIOOLJA	11
7.2 Biooljans egenskaper	12
7.3 Drifterfarenheter med bioolja	13
7.4 Åtgärder vid konvertering till bioolja	15
7.5 Teknisk specifikation vid konvertering till bioolja	17
7.6 Transport och lagringsmöjligheter för bioolja	19
7.7 Råd för eldning av bioolja	20
8.1 NATURGAS OCH GASOL	21
9.1 PELLETS - TRÄPULER	23
9.2 Träpulvrets egenskaper	23
9.3 Drifterfarenheter med träpulver	23
9.4 Lagringsmöjligheter för träpulver	24
10.1 TALLBECKSOLJA	25
10.2 Tallbecksoljans egenskaper	25
10.3 Lagringmöjligheter för tallbecksolja	26
11.1 FISKOLJA	27
12.1 DISKUTION OCH SLUTSATSER	28
REFERENSER	29
BILAGA	30

1. 1 Sammanfattning

Ett allmänt samhälleligt mål är att så långt som möjligt begränsa negativ miljöpåverkan samt att främja långsiktig hushållning med våra naturresurser. Även asfaltbranschen verkar sedan länge i denna riktning. Detta projekt avser att redovisa möjligheter och erfarenheter av att använda alternativa bränslen vid tillverkning av asfalt.

Undersökningen har omfattat litteratur och allmänna erfarenheter. Tyngdpunkten har lagts vid bioljor men även övriga alternativa bränslen som naturgas, träpulver, tallbecks- och fiskolja, behandlas.

Ur ett koldioxidperspektiv är det stora skillnader mellan den eldningsolja som asfaltverken använder sig av idag gentemot andra biobränslen som t.ex. biooljan, som näst intill är klimatneutral. Det som främst begränsar användningen av bioolja är kostnader för konvertering och osäkerheter i leveranskvalitet och -säkerhet. Naturgas och gasol reducerar utsläppen jämfört med eldningsolja men är i grunden fossila bränslen. Träpulver är en förnyelsebar energikälla men kräver stora lagringsutrymmen eftersom energitätheten är lägre än för eldningsolja. Fiskoljan är ett biobränsle som är en restprodukt från fiskeindustrin. Ett fåtal asfaltverk i Norge har konverterat från eldningsolja till fiskolja.

Baserat på den översiktliga undersökningen är bedömningen att det finns goda möjligheter att göra delar av asfaltbranschen mindre beroende av fossil energi och överlag är drifterfarenheterna goda efter konvertering från eldningsolja till mer klimatneutrala bränslen.

2.1 Bakgrund

Inom asfaltbranschen så tillverkar vi idag ca 7 miljoner ton i Sverige där varje ton förbrukar ca 5-7 liter eldningsolja för att värma upp stenmaterialet. De flesta av dagens asfaltverk drivs med fossila bränslen, ofta eldningsolja, men det finns alternativ. Detta medför att en hel del CO₂ och NO_x släpps ut i närmiljön vid asfaltverken, totalt ca 150 000 ton koldioxid till atmosfären varje år.

Den svenska klimatpolitiken innehåller både mål, nationella styrmedel och styrmedel som är gemensamma för hela EU. Åtgärder och styrmedel har införts och skärpts successivt sedan 1990-talets början genom beslut inom energi-, transport-, miljö- och skattepolitikens områden. Regeringen vill nu öka takten i omställningsarbetet med sikte på att Sverige ska bli oberoende av fossil energi och därmed bidra till att minska utsläppen till de nivåer som klimatet kräver.

År 2009 antog Sveriges riksdag en ny klimat- och energipolitik. Beslutet kompletterar det tidigare miljö kvalitetsmålet för ”begränsad klimatpåverkan”, och inför ett nytt utsläppsmål år 2020 samt uttrycker ett nytt långsiktigt klimatmål för 2050 i form av en vision. För de verksamheter som omfattas av EU:s system för handel med utsläppsrätter bestäms ambitionen för minskningen av utsläppen gemensamt på EU-nivån inom ramen för handelssystemets regler.

Asfaltbranschen är därför i behov att utreda alternativa källor för uppvärmning av stenmaterial för att göra det möjligt att följa den svenska klimatpolitiken.

3.1 Syfte

Detta arbete syftar till att undersöka möjligheten att använda klimatneutralt biooljebränsle, och utreda vilka merkostnader som bytet är förknippat med ur produktionssynpunkt. Det ursprungliga syftet var även att undersöka om de tekniska egenskaperna på asfaltbeläggningarna bibehålls även efter ett byte, då främst vidhäftningsegenskaperna mellan det uppvärmda stenmaterialet och bituminet.

Projektet har dock ändrat karaktär pga. den information som framkommit under projektstarten vid en konvertering, samt bristande kvantitet av bioolja att tillgå.

4. 1 Genomförande

Projektet skulle genomföras under säsongen 2009 vid Skanskas asfaltverk i Valinge. En genomgång av vad som krävs gällande investeringar och byte av delar på asfaltverket gjordes av Skanska Teknik, Maskintekniskt Centrum under sommaren. Någon gång under höstsäsongen 2008 skulle bytet av bränsle ske.

Genomförandet av projektet ändrade karaktär pga. ogynnsamma ekonomiska grunder och bristande tillgång på bioolja i dagsläget. Även byte av nya maskindelar medförde hinder vid en konvertering då det visade sig att den befintliga utrustningen till stor del skulle behövas bytas ut.

En sammanställning av erfarenheter och råd från företag i branschen som, helt- eller delvis, har fasat ut eldningsoljan, och istället använder sig av alternativ som bioolja, fiskolja, naturgas, träpulver och tallbeckolja.

5.1 Definitioner

Biobränsle är bränsle där biomassa är utgångsmaterial; bränslet kan ha genomgått kemisk eller biologisk process eller omvandling och ha passerat annan användning.

Bioolja är ett koldioxidneutralt biobränsle baserat på vegetabiliskt fett och fettsyror.

RME Rapsmetylester (RME/FAME, även kallad rapsdiesel eller biodiesel) är en kemisk förädling av rapsolja.

Biomassa är material med biologiskt ursprung som inte, eller i endast ringa grad, omvandlats kemiskt eller biologiskt.

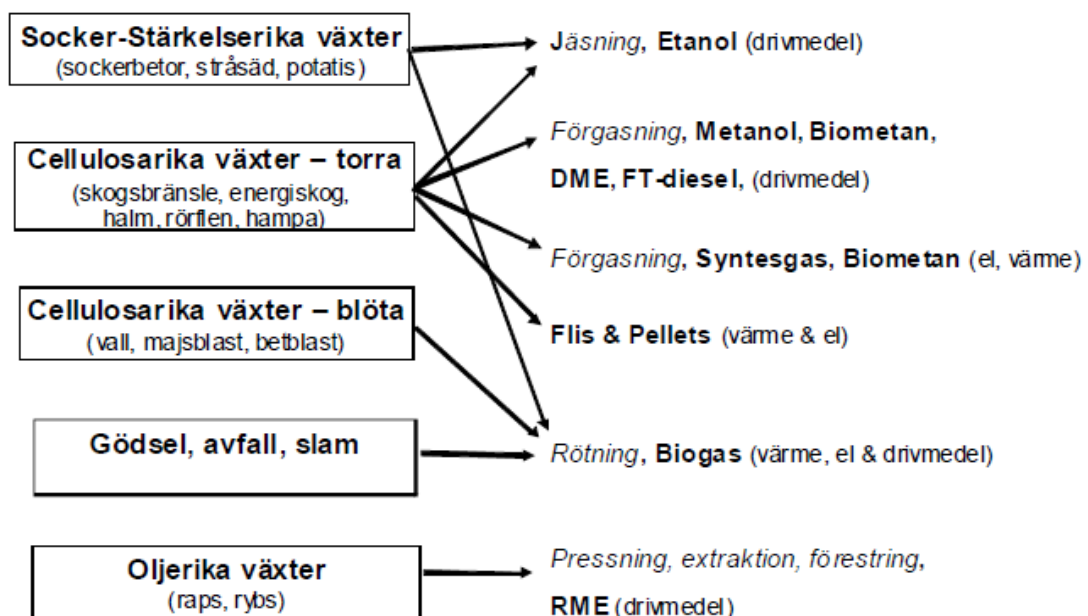
Bioenergi är energi från biomassa.

Koldioxidneutral innebär att koldioxidutsläppen som bildas vid förbränningen uppvägas av tillväxt i naturen och därför inte bidrar till växthuseffekten, till skillnad från de fossila bränslena som har varit utanför det naturliga kretsloppet i miljontals år.

6.1 Fakta om bibränslen

Bränslen som är förnyelsebara av biologiskt material (t.ex. raps, brännved, gödsel, socker m.m.) kallas för bibränslen. Vanligtvis syftar termen bibränsle på bränslen som är i det närmaste är koldioxidneutrala, eftersom den mängd koldioxid som bildas vid förbränning är en del av kolcykeln.

För att effektivisera användningen utav bibränslen brukar de förädlas i fast, flytande eller gasform. Bibränslen kan delas in i fem undergrupper enligt Energimyndigheten. Se *Figur 1* nedan.



Figur 1.

Biobränslen bidrar inte till växthuseffekten då den koldioxid som frigörs vid förbränning till motsvarande del tas upp i naturens kretslopp av skog och växter. Man brukar säga att biobränslen är en förnybar energikälla, då det kan nyskapas på relativt kort tid.

Asfaltbranschen använder sig idag mestadels utav eldningsolja Eo1 vid uppvärmning utav stenmaterial, som till skillnad från biobränslen är ett fossiltbränsle och är utanför det naturliga kretsloppet, kolcykeln. Detta har resulterat i att asfaltbranschen efterfrågar nya alternativ till eldningsoljan vid uppvärmning av sten. Man har tittat på eldningsmöjligheter med bioolja, gasol, pellets, fiskolja, naturgas och tallbecksolja.

I takt med att biobränslena konkurrerar med de fossila bränslena bensin och diesel ökar även kostnaden för biobränslena, vilket gör det ekonomiskt ofördelaktigt att konvertera för tillfället. Men detta kan snabbt ändras genom lagstiftning. Dessutom är det ett återkommande problem att få tillgång till varaktiga kvantiteter då de stora aktörerna på oljemarknaden genomsöker all åtkomst utav biobränslen för eget behov.

Värt att notera är att det 2009 såldes fem gånger mer biodiesel/RME än etanol i Europa och den ökade efterfrågan har också drivit upp biobränslepriserna.

7.1 Bioolja

Det finns två typer av bioolja, vegetabilisk och animalisk. Generellt gäller att man måste ha miljötillstånd för att elda vegetabiliska och animaliska produkter. I miljötillståndet måste man specificera vilket bränsle som ska eldas.

För att få elda animaliska produkter krävs en godkänd anläggning samt tillstånd från Jordbruksverket. Dessutom finns direktiv gällande klassificeringar för de animaliska oljorna som delas in i tre olika kategorier: lågriskavfall, högriskavfall och specificerat riskmaterial. Olika försiktighetsåtgärder gäller beroende på vilken kategori som oljan tillhör. Eftersom animaliska oljor eldas i så liten omfattning och troligtvis inte kommer att öka så länge skatter och lagstiftning ser ut som idag så fokuserar detta avsnitt på vegetabiliska oljor med endast några få kommentarer om eldning av animaliska produkter.

En anläggning som förädlar bioolja är den i Perstorp, se *Bild 1*. nedanför, dock så varierar tillgängligheten på bioolja mycket. Generellt gäller att asfaltverken behöver ha ett eget stort lager av bioolja själva för att säkerhetsställa produktionen då den bioolja som finns att tillgå på marknaden snabbt köps upp av de stora oljebolagen som använder den för att låginblanda i egen diesel.

Mängden tillgänglig bioolja i Sverige för asfaltproduktion är därför begränsad. Däremot är potentialen att importera vegetabiliska biooljor relativt stor.



Bild 1 ovanför är tagen från Perstorps anläggning där man förädlar bioolja till RME.

7.2 Biooljans egenskaper

Det finns en rad olika typer av biooljor med varierande kvalitet. Allt från lätt bioolja som motsvarar Eo1 till tung bioolja som kan jämföras med Eo5. Generellt så måste all bioolja förvärmas till 30-55 °C innan man kan använda den som bränsle.

Vid förbränning av tyngre biooljor bildas mer stoft än vid förbränning av lätta. Kväve- och askhalten är i regel också högre för tung bioolja vilket innebär mer underhåll. Jämfört med eldningsolja är de flesta biooljor mer korrosiva.

Olika typerna av biooljor har olika kvalitéer men generellt gäller vissa egenskaper. De har ett bra värmevärde, även om det är lägre än för många eldningsoljor, och låg svavelhalt. Askhalten varierar kraftigt mellan 0,03 och 0,15 viktprocent vilket är mycket högre än för lätt eldningsolja. Värdena på de olika parametrarna kan ses i *Tabell 1* nedanför.

Parametrar	Vegetabilisk bioolja	Eo1	Eo5
Värmevärde [MJ/kg]	33-38	41-42	41,5
Kvävehalt [viktprocent]	i.u	0,2	<0,3
Svavelhalt [Viktprocent]	i.u	0,28	<0,5
Viskositet vid 80°C [mm ² /s]	10-14 (vid 40°C)	40-48	30-50
Flampunkt [°C]	180-220	<65	>100
Askhalt [Viktprocent]	0,03-0,15	<0,01	0,04

(i.u: ingen uppgift)

Tabell 1.

I tabell 1 kan också ses att flampunkten är betydligt högre för bioolja än för Eo1 vilket ger en minskad brandrisk vid hantering.

7.3 Drifterfarenheter med bioolja

Generellt är driftserfarenheterna av förbränning av bioolja goda. Som nämnts ovan beror graden av driftsproblem på oljans kvalitet. Vanligast är att en gammal oljepanna konverteras men det finns också produktionsanläggningar som köpt in nya oljepannor som sedan modifierats. Ofta så väljs en olja av samma kvalitet som eldats tidigare i pannan. För en panna som eldat Eo1 väljs alltså ofta en lätt bioolja.

En konsekvens med eldning av bioolja jämfört med eldningsolja är att sotningsintervallen blir tätare. Den ökade stoftmängden fastnar i rör och tuber och bildar stoftbeläggningar. Dessa isolerar rör och tuber vilket gör att verkningsgraden blir sämre. Beläggningar kan blåsas bort med sotblåsare.

En annan metod är Bang & Clean som innebär att man genom en gasexplosion spränger bort beläggningarna, se figur 2 och 3. Stofthalten är ofta den begränsande faktorn för vilken produkt som kan eldas. Den beror inte bara på askhalten utan också på mängden glycerol i bränslet. Hög halt glycerol ger sämre förbränning.



Figur 2 och 3, Före Bang & Clean, och efter.

Kontinuerlig stoftmätning är att föredra efter man bytt ut den fossila oljan till bioolja. För att minska bildningen av stoft är det viktigt att ha optimal förbränning. Dålig förbränning innebär inte bara att stofthalten ökar utan också att mer NO_x bildas.

Varje typ av bioolja eldas optimalt på olika sätt. Det gäller att lära sig hur just oljan som används eldas. Detta görs lättast genom att installera mätinstrument. Bland annat kan man mäta O₂, NO_x, CO och temperatur i rökgasystemet. Man kan också använda mättekniker som mäter stoft och svavel. Genom att utvärdera mätningarna kan man komma fram till hur man eldar den specifika oljan optimalt.

Leveranser av bioolja varierar ofta mycket i kvalité och det har hänt att olja som levererats inte kunnat antända. Oljan kan också vara av sämre kvalité än vad som angetts och därmed inte vara möjlig att förbränna på grund av miljödirektiv. Ibland förekommer det vatten i bränslet. Det kan då vara bra att ha ett stödbränsle i form av Eo1.

7.4 Åtgärder vid konvertering till bioolja

Eftersom biooljor är mer korrosiva än eldningsoljor krävs ofta rostfritt och syrafasta distributionssystem mellan tank och brännare. Metaller som koppar och mässing bör inte förekomma i rörledningar då dessa oxiderar bränslet.

Rören bör svetsas samman mycket noggrant. Munstycken och pumpar kan behöva bytas ut, detta kan göras vid konverteringstillfället eller allt eftersom. I vissa fall, då oljan smörjer för dåligt, behöver även värmeväxlaren bytas ut.

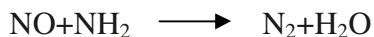
Packningsmaterial måste bytas ut då biooljan är ofta mycket aggressiv och ”äter upp” vanliga packningar. Alla packningar skall klara påfrestningarna som biooljan kan medföra och vara av Viton, eller motsvarande. Viton är ett syntetiskt gummi som är speciellt framtaget för packningar, membraner och ventiltätningar där hög kemisk- olje och temperaturbeständighet är ett krav.

Slitaget på pumpar och ventiler blir också större vid eldning av bioolja, vilket innebär att dessa ofta måste bytas ut till mer korrosionsbeständiga komponenter. Detta kan göras vid konverteringstillfället eller allt eftersom. Det är viktigt att oljan inte står still i rörkrökar eftersom den då kan stelna på grund av att temperaturen på oljan sjunker.

Reglering eller byte av brännare är något som i de flesta fall har behövt göras när man konverterar till bioolja. Bland annat så måste tillförd luftmängd justeras. Brännaren kan vara en rotationsbrännare eller vara ångautomatiserad. Pressluftsbrännare går också bra medans tryckoljebrännare är mindre lämpad.

Förändring i reningsutrustning är nödvändigt beroende på om det är en lätt eller tung bioolja som eldas. För vissa biooljor är kvävehalten hög och kväverening som SNCR eller SCR kan behövas.

SNCR (Selective Non Catalytic Reducion) eller SCR (Selective Catalytic Reducion) är metoder där man sanerar rökgas från kväveoxider (NO_x) genom att tillsätta reduktionsmedel, vanligtvis ammoniak som under gynnsamma förhållanden reagera med kväveoxid (NO) och bilda kvävgas (N_2):



Den önskade reaktionsvägen är olyckligtvis bara möjlig inom ett snävt temperaturintervall, som i sig är beroende av hur slutförbränd rökgasen är. Denna teknik kallas SNCR.

Vid SCR används en katalysator som gör reaktionen möjlig vid lägre temperaturer än vid SNCR. Med SCR är reningsgraden 80-95% medan den för SNCR är ca 40-60%.

Om anläggningen inte tidigare har filter krävs det oftast att man sätter in det.

Vid oljeintaget krävs det ofta dubbla filter. Det kan också vara nödvändigt att byta ut befintliga filter mot bättre och tåligare. Rengöring av filter blir mer frekvent än för eldning av eldningsolja Eo1. Det kan därför vara lönsamt att investera i automatiska filter som rengör sig själva eller att installera bypass över filtrena så att inte pannan behöver stoppas varje gång filtrena ska rengöras.

Om reningsutrustning saknas kan det i vissa fall vara mer lönsamt att köra på en dyrare och bättre olja än att investera i reningsutrustning.

Värmevärdet och i vissa fall även densiteten är något lägre i bioolja än i Eo1 och brännaren måste därför justeras i samband med övergången till eldning med bioolja. Det krävs en större oljemängd än tidigare, så hela bränslesystemet måste ha större kapacitet, och brännaren måste klara att atomisera ett större flöde.

7.5 Teknisk specifikation vid konvertering till bioolja

Förberedelser inför provning av eller byte till bioolja kan ske stegvis enligt följande.

Steg 1 innebär följande.

För att ta reda på om brännaren fungerar bra för eldning med bioolja men inte vet vilken biooljekvalitet man skall elda med, är steg 1 lämpligt.

- Utbyte av alla o-ringar till kvalitet viton.
- Oljeslangar täcks i PTFE (teflon) eller byts till rostfritt syrafast utförande
- Reglerventilen bytes till en i rostfritt syrafast utförande.
- Filter för filtrering av oljan från tankbil.
- Huvudblockventilerna byts till rostfritt utförande.
- Värmekabel på delar där oljan står still.

Steg 2 innebär följande.

Vid övergång till oljeeldning mer permanent eller för en längre period.

- Utbyte av alla o-ringar till kvalitet Viton.
- Oljerör runt brännaren byts till syrafast/rostfritt utförande.
- Reglerventilen bytes till rostfritt utförande.
- Oljemätare i specialutförande med inre delar behandlade för aggressivt media.
- Spaltoljefilter i rostfritt/syrafast utförande.
- Reducerventil i rostfritt/syrafast utförande.
- Manometrar etc. i rostfritt/syrafast utförande.
- Huvudblockventilerna byts till rostfritt/syrafast utförande.
- Oljedistributören och eventuell rotationskopps byts till rostfritt/syrafast utförande.

- Värmekabel på de oljedelar som ej cirkulerar.

Steg 3 innebär följande.

Åtgärder för att vara helt förberedd för framtidens olika typer av biooljor.

- Överströmningsventil för oljeslinga i rostfritt/syrafast utförande.
- Oljeförvärmningsutrustning med oljepumpar, ventiler etc. i rostfritt/syrafast utförande.
- Alla rör i oljeslingan skall vara i rostfritt/syrafast utförande.

7.6 Transport och lagringmöjligheter för bioolja

Biooljor kräver i regel samma hantering som eldningsoljor. Ofta krävs värmeslingor i tankbil och tank. Bränsletanken på anläggningen ska vara rostfri samt syrafast stål. Om oljan behöver vara uppvärmd eller inte beror på oljans viskositet. Tung olja behöver alltid hållas varm, både i tanken och under transport. Tyngre olja motsvarar tjockolja Eo5 och värms till 90 °C. Den lätta oljan som motsvarar Eo1 är mer lättflytande och generellt så bör den hålla lite högre temperatur än rumstemperatur, 30-55 °C. Detta rekommenderas för tillräckligt flöde då kall olja gör att pannan slocknar, samt att biooljan kan dela sig.

Lagringstemperaturen bör heller inte vara för hög, ju högre lagringstemperatur desto fler lättflyktiga ämnen avgår och till följd kan biooljan avge stark lukt till omgivningen. Det kan då vara bättre att ha lägre temperatur i tanken och sen ha förvärmning innan brännaren. Armaturer på asfaltfabriker är stora, och det kan vara nödvändigt med uppvärmning i två steg.

En lagringstemperatur i tanken och sedan en mellanlagring där oljan värms upp till drifttemperatur. Det är viktigt att tankarna är välisolerade. Oljecisternen bör rengöras och inspekteras innan konverteringen.

Att lagra bioolja anses ofta svårare än att lagra eldningsolja. Den möjliga lagringstiden varierar även den med kvalitén på oljan. Det har hänt att bioolja sedimenterat och bildat en avlagring på botten i lagringstanken vilket varit kostsamt att åtgärda. Generellt så är det viktigt att ha en viss omsättning på biooljan.

7.7 Råd för eldning av bioolja

- Var noga med leverantörer. Ta prover på leveranser om det finns osäkerhet i biooljans (utlovade) kvalitet.
- Köp oljan av ett mellanlager i Sverige. Då tas samlingsprov på en stor tank som visar kvalitén på oljan som kommer att levereras.
- Om en stor leverans köps in från Europa och levereras i flera tankbilar kan kvalitén dem emellan variera så mycket att oljan i en av tankbilarna inte går att förbränna fast de genomsnittliga värdena på tankarna är bra.
- Dimensionera anläggningen rätt och isolera rören noga.
- Kontrollera att det inte finns något ställe i rörsystemet där oljan kan stå och stelna.
- Eftersom kvalitén på oljan varierar mycket kan det vara bra att testa olika oljor och leverantörer i början innan man bestämmer vilken man vill köra på.

8.1 Naturgas och gasol

Naturgas och gasol är fossila bränslen men bör omnämnas i rapporten då dessa är ett alternativ till Eo1. Ur utsläppssynpunkt är dessa att föredra i jämförelse med Eo1. Naturgas som förbränns medför låga utsläpp av svavel, stoft, tungmetaller eller andra skadliga partiklar enligt Svenska gasföreningen.

Naturgas består i huvudsak av metan (CH_4) - det enklaste kolvätet i naturen, och ger upphov till betydligt mindre koldioxid än Eo1, cirka 20-25% mindre beroende på kvalitén man använder sig av på eldningsoljan.

Naturgas transporteras i huvudsak genom rörnät (så kallade pipelines) se figur 4, eller i flytande form LNG (Liquefied Natural Gas), i speciella tankfartyg eller lastbilar. Väljer man att satsa på naturgas krävs det att asfaltverket ligger i förbindelse med en pipeline. Detta beror på att naturgas är svår att komprimera. För att kondensera gasen till vätskeform krävs stora och avancerade anläggningar som kyler ner gasen till ca -160°C , därutav används denna metod främst för transport över långa avstånd. För mindre mängder används även en metod där man transporterar gasen under tryck, så kallad CNG (Compressed Natural Gas).

Sveriges naturgasstamnät sträcker sig endast ifrån västra Skåne upp mot Stenungsund och in öster ut mot Gnosjö. Därmed kan bara ett fåtal asfaltverk vara uppkopplade via pipeline.

Det minsta tryck som krävs för att göra det möjligt att överföra gas är beroende av det tryck som gaskunderna behöver i olika delar av systemet, och ju längre ut man förgrenar sig från huvudledningen desto svårare blir det att bevara trycket.

Figur 4. Stamnät för distribution av naturgas i Sverige 2010.



Fördelar med naturgas och gasol är:

- Hög leveranssäkerhet – kontinuerlig tillförsel via ledningsnätet.
- Hög produktkvalité – ren låga.
- Hög precision – exakt reglerbarhet.
- Låga drift- och underhållskostnader.
- Ren utemiljö och god arbetsmiljö

Att gasen dessutom transporteras med självtryck i ledningar gör att vägnätet inte behöver belastas med transporter.

Idag finns det möjligheter att köra ut naturgas med tankbil precis som man gör med gasol. Problemet är att tekniken är dyr och att leveransavstånden från källan är begränsande.



Figur 5. Gasoltank vid asfaltverk.

9.1 Pellets – Träpulver

Råvaran är huvudsakligen sågspån och kutterspån som är restprodukter från träindustrin eller pellets. Bränslet mals till träpulver och levereras direkt till förbränningsanläggningen eller pelleteras om transportsträckan är lång för att sedan malas igen på plats. För optimal energi ur pelletsen bör dessa malas ner till träpulver. Träpulver är befriat från energi- och koldioxidskatt och berättigar till elcertifikat.

9.2 Träpulvrets egenskaper

Fukthalten i träpulver är relativt låg vilket gör att bränslet får hög energitäthet. Värmevärdet ligger på 16-18 MJ/kg, vilket är lågt om man jämför med Eo1 som ligger runt 41-42 MJ/kg. Askhalten är ungefär tio gånger högre än för Eo1.

Parametrar	Träpulver	Eo1
Värmevärde [MJ/kg]	16-18	41-42
Kvävehalt [vikt%]	0-0,3	0,2
Svavelhalt [Vikt%]	8-16	0,28
Askhalt [Vikt%]	0,4-0,6	<0,01

Tabell 2.

9.3 Drifterfarenheter med träpulver

Om bränslet leveras som pellets eller briketter behövs en kvarn för att mala bränslet till pulver. I kvarnen kan det uppstå problem med beläggningar samt att finfraktionen sätter igen kvarnen. Detta har dock i praktiken visat sig ställa till svårigheter men kan åtgärdas genom att ha regelbundna stopp då man dammsuger rent kvarnen. Om bindemedel har använts i pellets kan det ge beläggningar i kvarnen.

Det kan vara svårt att få bra utbränning av träpulver särskilt de större partiklarna vilket resulterar i stor andel aska. Kornstorleken är alltså en betydande faktor för verkningsgraden. En minskad kornstorlek ger även lägre CO bildning.

På grund av den höga askhalten kan beläggningar bildas i brännarens närhet. Stoft som beroende på driftsätt innehåller halter av oförbränt material sätter sig som finkornigt pulver på ytor i pannans konvektionsdelar.

Förbränning av träpulver innebär ofta höga halter av CO. För att undvika bildningen av CO kan flammans temperatur ökas så att utbränningstiden blir kortare eller kan längden på flammen ökas. Minskad storlek på de största partiklarna minskar den totala utbränningstiden alternativt kan man ha större och starkare recirkulationszon vilket ger ökad uppehållstid i flammans hetaste zon för de grova partiklarna.

9.4 Lagringsmöjligheter för träpulver

Bränslet lagras främst i form av pellets eller briketter men även träpulver är möjligt att lagra under en längre tid. Transporterna blir dock mer omfattande på grund av träpulvrets låga volymvikt. Även bränsletanken är i behov att byggas ut vid en konvertering till träpulver då större volymer fodras jämfört med Eo1. Träpulver lagras i silo, och kan lagras året runt, samt under lång tid.

- Vanligtvis åtgår 5-7 liter eldningsolja per ton asfaltmassa. Lagringsvolymen för träpulver blir ca 10 gånger större:
- Värmevärde för Eo1 och träpulver är 41 resp. 17 MJ/kg
- Densitet för Eo1 och träpulver(<8 % fukthalt) är 850 resp. 200 kg/m³
- 1 ton asfalt = 6 liter Eo1 vilket motsvaras av 61 liter träpulver.
- Vikt vid ca <8% fukthalt (norm) är 200kg/m³ för träpulver.

Vid avlastning och hantering av torra bränslen utsöndras dammpartiklar som kan leda till dammexplosion. För att undvika en explosion hanteras lämpligast pellets och briketter i slutna system. Dammpartiklarna utgör också en hälsovådlig risk.

10.1 Tallbecksolja

Tallbecksolja har de goda egenskaper som efterfrågas av en eldningsolja: hög energitäthet och homogenitet. Den ger också en snabb uppstart av pannan samt snabb reglering. Trots det så eldas tallbeckolja idag endast i några få produktionsanläggningar. Tillgängligheten på tallbecksolja är starkt kopplad till skogsindustrin. Tallbeckolja är befriad från energi- och koldioxidskatt och berättigar till elcertifikat.

10.2 Tallbecksoljan egenskaper

Tallbeckolja utvinns ur råtalolja och är en brun trögflytande olja. Den har en stark och stickande lukt och kan framkalla allergiska reaktioner. Den är korrosiv vid höga temperaturer. Tallbeckolja innehåller en hel del fiber och aska som man måste ta hänsyn till vid förbränning. Tallbeckolja motsvarar lågsavvlig Eo5.

Tallbeckolja har ett relativt högt värmevärde. Svavelhalten är högre än för både eldningsolja 5 och biooljor. Askhalten är också hög jämfört med eldningsolja.

Parametrar	Tallbecksolja	Eo1
Värmevärde [MJ/kg]	38	41-42
Kvävehalt [vikt%]	0,27	0,2
Svavelhalt [Vikt%]	110	0,28
Viskositet vid 80°C [mm ² /s]	50	40-48
Flampunkt [°C]	130	<65
Askhalt [Vikt%]	0,26	<0,01

Tabell 3

Tallbeckolja innehåller precis som biooljor mer stoft och kväve än eldningsoljor vilket kräver tätare sotningsintervaller samt reningsutrustning på rökgassidan för att klara av miljökraven. Tallbeckolja kan blandas in i eldningsolja med upp till 25 procent utan att stoftmängden blir för hög.

Anpassning av sotningsutrustning och stoftrening krävs vanligtvis eftersom tallbeckolja ger upphov till mer stoft. Bland annat så kan det vara nödvändigt att installera sotblåsare. De höga stofthalterna kan också leda till större slitage på pumpar, vilka kan behöva bytas ut.

Tallbeckolja är trögflytande och måste förvärmas till 50-120 °C för att kunna transporteras i rörledningar. Uppvärmad tallbeckolja är väldigt korrosiv och rörledningar på den förvärmda sidan måste bytas ut till rostfritt och syrafast material.

Även vissa utsatta brännarkomponenter måste bytas ut. Tanken måste utrustas med värmeslingor och ofta krävs en förvärmare innan brännaren. Installering av bra filter krävs vid avlastning innan tank samt innan brännaren. NO_x-rening kan vara nödvändigt att installera om det inte redan existerar.

Bikarbonatsinsprutning kan behövas för att reducera SO₂. Placering av insprutningsmunstycken är av stor betydelse för effektiviteten på SO₂ reduktionen.

10.3 Lagringmöjligheter för tallbeckolja

Lagringstanken måste klara av den aggressiva oljan. Lagringscisternen bör lackas med ett tjockt lager av epoxylack i nedersta delen av tanken för att göra den motståndskraftig mot korrosionsangrepp. Det har förekommit problem med avlagring och sedimentering i tanken, vilket kan vara mycket kostsamt att åtgärda. Problemet kan undvikas genom att modifiera tanken genom att placera avtappningen av oljan i nedre delen.

Filter vid inlastning bör också installeras. Vid hantering av tallbeckolja kan det uppstå problem med lukt. Tallbeckolja ger ifrån sig en stark sulfatluk som sprids till omgivningen via avluftningssystemet i tankarna. Detta kan lösas genom att leda tankens avluftningsrör via ett kolfilter eller till förbränningsluftsintaget.

11.1 Fiskolja

Flera asfaltverk i Norge övergår till att använda koldioxidneutral fiskolja vid produktion av asfalt. Detta minskade koldioxidutsläppen med nästan 8000 ton under 2008 för dessa asfaltverk. [Cato A. Mørk, informationschef, NCC Roads Norge.]

Fiskolja är en restprodukt från livsmedelsindustrin som annars brukar deponeras eller eldas upp. Det är företaget Steintransport AS i Kragerø som distribuerar fiskoljan i Norge. Bland annat drivs flera fabriker på Sør- och Østlandet med koldioxidneutral fiskolja.

Fiskoljan räknas som avfall och måste deponeras eller brännas om den inte får annan användning. Halterna av partiklar som släpps ut i luften är likvärdigt med den standarddiesel som i dag används i Sverige.

Försök med fiskolja som bränsle har även gjorts i Uppsala där kommunen testat oljan i sina dieselmotorer. I den första testomgången kommer vissa arbetsfordon i den första testomgången att tankas med biodiesel, som framställs av en restprodukt från den fiskolja som bland annat används i Omega 3-kapslar och liknande hälsoprodukter, dock är tillgången mycket begränsad nu dagsläget.

12.1 Diskussion och slutsatser

Osäkerheterna i prognoser om framtida produktion av biobränslen är mycket stora. Även den svenska statistiken är bristfällig i avsaknad av fakta inom vissa områden där mer forskning behövs. Satsningen på framställning av bioolja och andra biobränslen från jordbrukets primärprodukter är av många olika skäl tveksam. Främsta skälet är den betydande energiåtgång som fordras för biobränsleproduktionen. I konkurrensen mellan livsmedel och biobränslen för en globalt sett växande population måste tillgången på livsmedel prioriteras.

Sverige har, jämfört med andra europeiska länder, goda möjligheter att framställa biobränslen tack vare mycket skog, god åkermark och förhållandevis riklig nederbörd. Som tidigare omnämnts så är en framtida produktion av biobränslen mycket oviss när det gäller större kvantiteter. I nuläget är det en förhållandevis liten marknad i Sverige, och de resurserna som finns tillgängliga köps snabbt upp av de stora oljeaktörerna på marknaden som använder sig av biobränslen som tillsats i sina fossila oljor.

I dagsläget kan man summera att:

- Inga asfaltverk i Sverige har ännu konverterat till bioolja.
- Ett fåtal asfaltverk i Norge har konverterat till fiskolja.
- Inga asfaltverk i Sverige har ännu konverterat till tallbecksolja.
- Inga asfaltverk i Sverige har ännu konverterat till träpulver.
- Ett fåtal asfaltverk i Sverige har konverterat till naturgas eller gasol.

Det finns goda möjligheter att göra delar av asfaltbranschen mindre beroende av fossil energi och överlag är drifterfarenheterna goda från konvertering efter konvertering från Eo1 till mer klimatneutrala bränslen.

Referenser

Litteratur

Hållbara drivmedel – Finns de? Rapport 66. Lunds Universitet 2008 – Pål Börjesson, Karin Eriksson, Lorenzo Di Lucia, Lars J. Nilsson, Max Åhman.

På väg mot ett oljefritt Sverige - Kommissionen mot oljeberoende
<http://www.sweden.gov.se/content/1/c6/06/62/80/bf5c673c.pdf>

Jordbrukstekniska Institutet – Rapport, *Eldning med Rapsolja* – Olle Noren

Bioenergi av Energiutskottet och Miljökommittén vid Kungl. Vetenskapsakademien.

Biobränslen – Ett systemanalytiskt perspektiv – Arne Jernelöv Institutet för framtidsstudier
[http://www.framtidsstudier.se/filebank/files/20081216\\$074643\\$fil\\$9REZ8prJQH25ZfotjeV.pdf](http://www.framtidsstudier.se/filebank/files/20081216$074643$fil$9REZ8prJQH25ZfotjeV.pdf)

Närvärme med biobränslen - Vägledning från idé till färdig anläggning – Hans Gulliksson, Rapport Energimyndigheten 2005.

Biobränsle - Daniel Wigren & Mikael Walther <http://www.exergy.se/ftp/b.pdf>

Elektroniska källor

<http://www.energimyndigheten.se/>

<http://www.lantmannenenergi.com/>

<http://www.ecobransle.se/>

<http://www.jti.se/>

<http://www.swedegas.se/?page=1>

<http://www.gasforeningen.se/>

http://www.svenskraps.se/rme/rme_index_2006-06-19.asp

Bilaga 1

Ungefärliga riktmärken				
		kWh	GJ	kg/m ³
1 ton	stenkol ¹⁾	7560	27,2	800 ⁴⁾
1 ton	koks ²⁾	7800	28,1	450 ⁴⁾
1 m ³	råolja	10070	36,3	850
1 fat	råolja ³⁾	1600	5,8	
1 m ³	dieselbrännolja Mk1	9800	35,3	815
	dieselbrännolja Mk2	9800	35,3	815
	dieselbrännolja Mk3	9950	35,8	840
1 m ³	eldningsolja 1 (Eo1)	9950	35,8	840
	eldningsolja 3 (Eo3)	10530	37,9	920
	eldningsolja 3 (LS)	10540	38,0	910
	eldningsolja 4 (Eo4)	10620	38,3	935
	eldningsolja 4 (LS)	10600	38,2	920
	eldningsolja 5 (Eo5)	10720	38,6	950
	eldningsolja 5 (LS)	10760	38,7	940
1 m ³	rapsolja ⁵⁾	9340	33,6	800
1 m ³	tallbecksolja ⁶⁾	10425	37,5	960
1 m ³	WRD ⁷⁾	10290	37,0	873
1 m ³	fotogen	9540	34,3	810
1 m ³	motorbensin	9100	32,8	750
1 m ³	metanol	4330	15,6	790
1 m ³	etanol	5900	21,2	790
1 ton	gasol ⁸⁾	12800	46,1	2,4 ⁹⁾
1000m ³	vätgas	3000	10	0,08
1000m ³	naturgas	11048	39,8	0,84
1000m ³	stadsgas	4640	16,7	0,60
1000m ³	masugnsgas	930	3,3	
1000m ³	koksgas	4700	16,9	0,51
1 ton	trädbränslen			
	eff.värmevärde ¹⁰⁾ 19,2 MJ/kg TS ¹¹⁾			
	50% fukthalt	2330	8,4	12)
	30%	3530	12,7	
	pellets/briketter			
	11% fukthalt	4670	16,8	
	pulver			
	4,5%	5060	18,2	
1 ton	energiskog			
	eff.värmevärde ¹⁰⁾ 18,3 MJ/kg TS ¹³⁾			
	50%fukthalt	2200	7,9	
	30%			
1 ton	energigräs			
	eff.värmevärde ¹⁰⁾ 17,8 MJ/kg TS ¹³⁾			
	15% fukthalt	4100	14,8	
1 ton	halm			
	eff.värmevärde ¹⁰⁾ 17,8 MJ/kg TS ¹³⁾			
	fukthalt 15%	4100	14,8	125 ¹⁴⁾
1 ton	vass, fukthalt 20%	4000	14,4	
1 ton	torv			
	eff.värmevärde ¹⁰⁾ 21 MJ/kg TS ¹³⁾			
	50% fukthalt	2570	9,3	330
	35%	3550	12,8	400
1 ton	hushållsavfall	2800	10	200 ¹⁵⁾
1 ton	rdf-fraktion	4200	15	75
1 ton	industriavfall	4170	13,0	
1 kg	förpackningsavfall, 75% TS	3,8	13,5	
1 ton	gummidäck ¹⁷⁾	9040	32,5	400
1 ton	papper ¹⁸⁾	4726	17	800
1 kg	naturligt uran ¹⁹⁾	140000	504	18680
1 kg	anrikat uran ²⁰⁾	880000	3168	
1 tske	ton stenkols-ekvivalent ²¹⁾	7780	28,0	
1 toe	ton oljeequivalent ²¹⁾	11630	41,9	

Angivna fukthalter för bibränslen och torv är riktvärden.

Fukthalten varierar inom vissa intervall för respektive bränsle.

- 1) energiinnehållet inom intervallet 6500-8000 kWh (23-29 GJ)
- 2) energiinnehållet inom intervallet 7000-8000 kWh (25-29 GJ)
- 3) 1 fat råolja innehåller 0,159m³ (= 159 liter, eng barrel förkortas bbl)
- 4) stjälp mätt (m³s)
- 5) rapsoljan består av 62% parafin 35-38% rapsmetylster och 0-3% etanol, densitet vid 15C. Energiinnehållet inom intervallet 9230-9450 kWh (33,2-34,7GJ)
- 6) värdena ungefär lika från Söder Energi, vilket köper oljan från en finsk leverantör
- 7) Wide Range Distillate
- 8) blandningen av 50% propan och 50% butan
- 9) 2,4 kg/m³ gäller för gasol i gasform, för flytande gasol gäller 530 kg/m³
- 10) utifrån det kalorimetriska värmevärdet (korrigerat för vätehalt) för ett bränsle beräknas aktuellt energiinnehåll för respektive fukthalt m h a formel enligt Svensk Standard SS 18 71 82
- 11) varierar +- 0,5 MJ/kg TS, ungefär 90% av alla trädbränslen ligger inom detta intervall
- 12) densiteten hos trädbränslen varierar kraftigt, mellan ca 310-470 kg/m³s, detta kan gälla för en och samma fukthalt.
- 13) medelvärde för kalorimetriskt värmevärde
- 14) gäller för halm i balar
- 15) 200 kg/m³ kännetecknar en "lös" sopa, efter kompaktering har sopan en densitet på ca 400 kg/m³
- 16) RDF (brännbar fraktion) bestående av i huvudsak plast och papper. Fukthalt 15%. RDF= Refuse Derived Fuel
- 17) avser klippta bildäck
- 18) avser returpapper med >50% tidningspapper
- 19) naturligt uran med 0,71% U-235, gäller vid värmeprodukt ton i lättvattenreaktor
- 20) uran anrikat till 3,2% (andelen U-235), detta är ett medelvärde för de svenska reaktorerna egentligen gäller för kokvattenreaktor 3,1% resp för tryckvattenreaktor 3,5%, gäller vid värmeproduktion
- 21) överensstämmer med OECDs definitioner dvs sensibelt värme

Källa: ÅF Energi och miljöfakta