



Nr U 6048
November 2018

En kunskapsinventering om utsläpp från bränslevärmare i elbussar

På uppdrag av Svensk Kollektivtrafik

Martin Jerksjö



Författare: Martin Jerksjö
På uppdrag av: Svensk Kollektivtrafik
Fotograf: Klicka och ange text
Rapportnummer U 6048

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2018
IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm
Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

| | |
|---|----|
| Sammanfattning..... | 4 |
| Inledning | 6 |
| Utförande..... | 6 |
| Värmesystem i elbussar | 6 |
| Tillverkare av bränslevärmare | 7 |
| Olika bränslen till bränslevärmare..... | 7 |
| Dagens utsläppskrav | 8 |
| Framtida regleringar av emissioner från värmare | 9 |
| Skillnader i olika värmares utsläppsprestanda | 9 |
| Diskussion kring emissionskrav på värmare vid upphandlingar | 10 |
| Teknikutveckling av värmesystem i elbussar under de närmsta åren..... | 10 |
| Bränsleförbrukning | 11 |
| Utsläpp av luftföroreningar | 12 |
| Mätningar på värmare hos Transdev i Eskilstuna..... | 13 |
| Förslag på metod för att redovisa utsläpp från bränslevärmare | 14 |
| Möjliga upphandlingskrav..... | 14 |
| Referenser..... | 16 |
| Personliga kontakter..... | 16 |

Sammanfattning

I bussar som enbart nyttjar el för fordonets framdrift, och som kör i regioner med kalla vintrar, klarar man idag inte av att värma upp luften i bussen utan att använda en bränsle driven värmare. Detta innebär att det genereras utsläpp av koldioxid och luftföroreningar vid fordonet, trots att ingen förbränningsmotor används för framdriften. I denna utredning har kunskap kring utsläpp av luftföroreningar från värmare sammanställts med syfte att kunna användas som underlag till exempel för bedömningar av hur stora utsläppen från värmare är jämfört med framdrift av en dieselbuss. Utöver detta så var en viktig del av utredningen att se över vilka olika fabrikat och modeller av bränslevärmare som används i elbussar som kör i Sverige idag, och om det går att säga något om skillnader i utsläpp mellan dessa. Det har även, genom att prata med aktörer i branschen, gjorts en bedömning av ifall det kommer att ske något betydande teknikskifte inom de närmsta åren när det gäller systemen som används för att värma elbussar, där bränsle drivna värmare kanske får en mindre roll i kommande modeller av elbussar. Dessutom har förslag på några möjliga krav som kan ställas kring utsläpp från värmare vid upphandlingar tagits fram.

Utsläppen från bränsle drivna värmare regleras idag genom direktiv FN ECE R121. Direktivet anger gränsvärden för kväveoxider (NO_x), kolmonoxid (CO), kolväten (HC) och sot. Utsläppen från nya modeller som släpps på marknaden ska testas i testcell vid en momentanmätning under full effekt. Kraven på under vilka förhållanden som värmaren måste klara gränsvärdena skiljer sig mycket mellan till exempel euro VI-standarderna för motorer i tunga fordon, där det finns krav på mätningar under väldefinierade körcykler i motortestbänk, och där det även finns krav på ombordmätning och hållbarhetsprovning för att kontrollera att motorn fortsätter att uppfylla emissionskraven när den används under tid vid normal körning.

Eftersom det saknas mätunderlag för jämförelser går det idag inte att bedöma om det finns signifikanta skillnader i utsläpp av luftföroreningar mellan värmare av olika fabrikat och modeller. För att kunna göra relevanta jämförelser är det viktigt att varje värmarmodell testas under samma förutsättningar och utformningen av en standardiserad mätmetod där varje värmarmodell testas med samma metod, och helst även under förhållanden som är jämförbara med verklig användning i en buss skulle underlätta för jämförelser. En sådan metod utgör även grunden för att man ska kunna införa kravnivåer för värmare.

Endast en studie har hittats under denna utredning där utsläpp från värmare har mätts när den varit monterad i en buss. Utöver den studien så har IVL inom denna utredning utfört mätningar på en värmare monterad i en elbuss som körs av Transdev i Eskilstuna. Resultat från de få mätningar som gjorts indikerar att NO_x-utsläppen per kilometer under vintertid ligger omkring 1-4 g/mil för en diesel driven värmare. Som jämförelse är utsläppen för framdrift av Euro VI dieselbuss ca 4 g/mil och för en Euro V dieselbuss ca 60 g/mil.

Eftersom det inte finns några officiella standarder eller kravnivåer för bussvärmare i dagsläget är det svårt att ställa krav på utsläpp från bussvärmare i upphandlingar av busstrafik. I denna rapport föreslås ändå några tänkbara krav, såsom att bussoperatören ska tillhandahålla information om värmarna, till exempel tillverkarnas uppgifter om emissioner, hur dessa har uppmätts och om någon viss teknik används för att hålla ner utsläppen. Man kan också tänka sig



att det kan ställas krav på regelbundet underhåll och att operatören ska leverera data om serviceintervall, drifttider, drivmedelsförbrukning och liknande i den mån de uppgifterna finns tillgängliga. Förutom att ge upphandlaren värdefull kunskap om statusen på värmarna som används så kan denna typ av information även komma till användning i framtida upphandlingar, då den kan användas som ett underlag för att formulera krav som baseras på information om vad operatörerna har angett i tidigare avtal.

Inledning

Utredningen som presenteras i föreliggande rapport utfördes av IVL Svenska Miljöinstitutet på uppdrag av Svensk Kollektivtrafik under hösten 2018. Huvudsyftet var att göra en kunskapsinventering om utsläpp av kväveoxider och partiklar samt bränsleförbrukning i värmare som sitter i elbussar. Utöver detta så var en viktig del av studien att se över vilka olika fabrikat och modeller av bränslevärmare som används i elbussar som kör i Sverige idag och om det kommer att ske något betydande tekniskifte inom de närmsta åren när det gäller systemen som används för att värma luften i elbussar. Det ingick även i utredningen att göra en förstudie om hur mätningar kan utföras för att ge en bra uppskattning om storleken på utsläppen från bränslevärmare under normal drift.

Utförande

Information som använts i utredningen har inhämtats i första hand genom kontakt med representanter från busstillverkare, tillverkare av bränslevärmare och hela system för värme på bussar, bussägare, regionala kollektivtrafikmyndigheter samt Transportstyrelsen. Dessutom har mätningar utförts på en värmare.

Värmesystem i elbussar

I bussar som enbart nyttjar el för fordonets framdrift och som körs i länder med ett klimat där temperaturen blir låg på vintrarna så är värmning av luften i bussen en kritisk faktor. Energin som finns i batteriet måste räcka till framdriften av fordonet och samtidigt måste luften inne i bussen värmas till en temperatur som är acceptabel för passagerarna och föraren.

Med dagens batterier klarar man under vintertid inte att värma bussen genom att enbart använda energi från batterierna och samtidigt få en tillräckligt lång körsträcka. Alla tillverkare av elbussar arbetar därför med att på smartaste sätt använda den energi som finns i batterierna och optimera fördelningen till framdrift och till övriga funktioner i bussen så som värme. Bussarnas värmesystem består därför typiskt av flera enheter som samarbetar. Det kan till exempel finnas en värmepumpsdel som sitter i taket (vilken kan användas både till att generera värme och kyla). Det köldmedium som finns i de flesta av dagens värmepumpar (R134a) används för att ge värme ner till minus 5 grader. Blir temperaturen lägre än så blir det energimässigt ofördelaktigt att använda värmepumpen för att ge värme. Värmen måste då istället genereras med hjälp av bränsle driven tillsatsvärmare ofta i kombination med elvärmare. Vanligt är att tillsatsvärmarna används för att värma ett vattensystem som leder ut värme till radiatorer i passagerarutrymme och förarutrymme. Tillsatsvärmarna kan även användas vid högre temperaturer än minus 5 grader men exakt hur bränslesystemet ställs in varierar mellan olika tillverkare och kan ofta dessutom även anpassas efter kundens önskemål vilka oftast styrs av klimatet som bussen ska användas i och hur batteriernas kapacitet varierar med temperaturen.

Värmesystem som inkluderar en bränsle driven tillsatsvärmare finns idag i alla bussar som används inom kollektivtrafiken i Sverige. Vanligast är att värmarna drivs av något dieselbränsle men det finns även exempel på elbussar där man använder värmare som drivs av gas (metan). Ett

exempel på det senare är en elbuss som kört i Västerås sedan 2014 och som använder sig av en värmare som tankas med biogas.

Tillverkare av bränslevärmare

När det gäller tillverkare av bränslevärmare så är Valeo den i särklass största aktören på den europeiska marknaden. En uppskattning är att det sitter en bränslevärmare från Valeo i cirka 90 procent av alla bussar som kör i Sverige 2018. Andra tillverkare är Strocko, Ebersprecher och Reformtech. De två förstnämnda har funnits på marknaden sedan lång tid tillbaka, medan Reformtech är ett relativt nystartat företag som i nuläget har den största delen av sina värmare installerade i elbussar tillverkade av BYD.

Under studien kontaktades bussoperatörer och busstillverkare för att få information om vilka värmare de använder i sina helt elektrifierade bussar. Transdev i Eskilstuna uppgav att de använder värmare av modell Spheros 230 i sina elbussar från kinesiska BYD. Enligt Valeo¹ själva är detta en äldre modell som inte längre säljs på den europeiska marknaden men som kan sitta i nya bussar som har köpts ifrån Kina. Nobina i Ängelholm som även de har elbussar från BYD använde till en början värmare från Valeo (Spheros) men dessa har nu bytts mot värmare från Reformtech. Volvo Bus anger att det i deras serieproducerade helelektriska bussar används Valeos Thermo H värmare. Vi frågade även Scania vilka värmare de använder i sina elbussprototyper som kör i Sundsvall (sedan mars 2018) men de ville i nuläget inte dela den informationen på grund av att det rör sig om prototypbussar och där komponenter kan komma att bytas ut när bussarna börjar serietillverkas. Även Hybricon frågades och de meddelade att de använder värmare från något av de vanliga märkena på marknaden. Solaris har i dagsläget en elbuss som används inom kollektivtrafiken i Sverige, den har en gasdriven värmare från Valeo installerad.

Olika bränslen till bränslevärmare

Valeos, Reformtech och Strockos dieselvärmare klarar att drivas med RME100, HVO100 samt vanlig fossil diesel och även blandningar av dessa. Troligen klarar även värmare från Ebersprecher att köras på dessa bränslen, men det har inte gjorts någon närmare undersökning av detta inom denna utredning eftersom de står för så liten andel av de värmare som används i elbussar i Sverige idag.

Den första tiden när RME100 började användas som bränsle fanns det inga värmare som var anpassade för bränslet och det ställde till en del problem. Efterfrågan från bussbranschen efter värmare som klarade att använda bränslet ledde dock till att det nu går bra att använda RME100 i de flesta nya värmare. Här är det dock viktigt nämna att för att en värmare ska fungera bra så krävs det att användaren sköter den enligt de anvisningar som ges av tillverkaren. Till exempel så kan packningar behöva ses över om man byter från ett bränsle till ett annat, värmaren kan också behöva rengöras och man bör heller inte använda RME100 under en viss temperatur. Hur mycket underhåll som behövs kan vara beroende av fabrikat och modell.

¹ Spheros köptes 2016 upp av Valeo. Spheros 230 är alltså en modell som tillverkades innan 2016 och heter därför Spheros istället för Valeo.

Förutom värmare som drivs med dieselbränslen så finns modeller som drivs med andra bränslen där metan är det som vid sidan av diesel kan vara intressant i Sverige.

Dagens utsläppskrav

Emissionsnivåer för värmare regleras idag genom direktiv UN ECE R 122. Enligt direktivet får de torra och outspädda avgaserna vid en momentanmätning under full effekt inte överstiga de volymsandelar som anges i Tabell 1 nedan. Det kan vara intressant att jämföra dessa gränsvärden med de senaste utsläppskraven för motorer till tunga fordon, därför presenteras i Tabell 1 även kraven i R122 översatta till g/kWh tillsammans med utsläppsgrensarna för euro VI. Man ska då vara medveten om att motorer för framdrift av tunga fordon testas enligt noga utformade testutförfaranden och har förutom krav på mätningar under väldefinierade körcykler i motortestbänk till exempel även krav på ombordmätning och hållbarhetsprovning för att kontrollera att motorn fortsätter att uppfylla emissionskraven när den används under tid vid normal körning. Det finns också ett definierat temperaturintervall inom vilken motorn ska uppfylla kraven. Några lika långtgående krav finns inte för värmare. En direkt jämförelse mellan R122 och euro VI blir därför lite haltande, men man kan ändå använda jämförelsen som en grov uppskattning av hur utsläppsnivåerna i de båda standarderna förhåller sig till varandra.

Viktigt i sammanhanget är att bränslevärmaren bara är en av komponenterna i bussens värmesystem och hur mycket den är i gång är beroende av utformningen av hela värmesystemet. Om man tittar på utsläppen per sträcka eller tidsenhet så kan därför utsläppen från en och samma modell av bränslevärmare vara olika beroende på hur det övriga värmesystemet ser ut, vilken typ av buss det gäller och utomhustemperaturen. Det finns dock inget krav på att värmarens utsläpp ska testas när den är monterad i en buss utan det räcker med mätningar i testcell. (Enligt UN ECE R 122 behöver inte utsläppsmätningar upprepas för den fordonstyp där värmaren är installerad om värmaren redan provats som fristående komponent).

Tabell 1 Utsläppskrav enligt UN ECE R 122 och euro VI-kraven.

| Parameter | R122 gränsvärden | R122 gränsvärden omräknade till utsläpp i g/kWh | Euro VI (g/kWh) |
|--------------------|--|---|----------------------|
| CO | 0,1 vol-% | 2 | 1,5 |
| NOX | 200 ppm | 0,65 | 0,40 |
| Kolväten | 100 ppm | 0,11 | 0,13 |
| Sottal | 4 (dieselbränslen), 1 (gasbränslen) | 2 | - |
| PM (partikelmassa) | | | 0,01 |
| PN (partikelantal) | | | 8,0x10 ¹¹ |

1 Gränserna i UN ECE R122 har här konverterats till g/kWh för att göra en jämförelse med euro VI-standarderna möjlig. Vid konverteringen har antagits en koldioxidhalt på 10 volymprocent. Notera att testprocedurerna för värmare och motorer till tunga fordon är helt olika och att en jämförelse bara kan användas som en grov uppskattning över hur utsläppsnivåerna i UN ECE 122 relaterar till euro VI-kraven.

2 Det är inte möjligt att konvertera gränsen för sot i UN ECE R122 till g/kWh.

Framtida regleringar av emissioner från värmare

För att i framtiden få bättre kunskap om utsläppen från värmare och ifall det finns skillnader mellan olika modeller skulle det underlätta om det utformas en standardiserad mätmetod där varje värmarmodell måste testas under samma förhållanden, vilka helst ska vara jämförbara med verklig användning i en buss. En sådan metod skulle även utgöra grunden för att kunna införa kravnivåer för värmare. I nuläget ser det inte ut som att någon sådan standard är på väg att införas även om diskussioner troligen pågår på olika håll.

Under utredningen kontaktade vi Transportstyrelsen med frågan om de vet något om kommande utsläppsregleringar som kommer att gälla värmare till bussar. De känner inte till att något sådant är på gång mer än att det pågår diskussioner kring liknande frågor om elbilar i internationella forum. De meddelade också att de inom sitt hållbarhetsprogram för fordon i trafik inför nästa år (2019) har funderingar på att titta på dieselvärmare eftersom det under senare år blivit ett större behov av att få fram information om de verkliga utsläppen. Än så länge (hösten 2018) är detta dock bara en idé som diskuterats av Transportstyrelsen och det är inte säkert om och i så fall när utsläpp från dieselvärmare kommer att utredas. Utöver detta så har det under hösten 2018 skickats in en ansökan om forskningsmedel till Energimyndigheten där RISE med flera är sökande. Ansökan gäller forskningsmedel föra att börja arbetet med att ta fram en standardiserad metod för att mäta utsläpp från värmare.

Skillnader i olika värmares utsläppsprestanda

I de elbussar som kör i Sverige idag sitter värmare av olika ålder, fabrikat och teknikgenerationer. Om det finns skillnader i utsläppsprestanda mellan dessa och hur stora skillnaderna i så fall är finns det troligen ingen som vet idag. Denna slutsats drar vi efter att under utredningen ha varit i kontakt med både tillverkare av värmare och tillverkare av bussar. Detta gäller speciellt utsläpp under verklig användning av bussen, eftersom de inte bara beror på själva värmaren utan även på hur bussens hela värmesystem ser ut och regleras.

Ingen av de värmare som finns på marknaden idag använder sig av något efterreningssteg för avgaserna, t.ex. någon form av katalysator eller partikelfilter. Det finns dock skillnader mellan utformning av värmarna och hur reglering av till exempel blandningsförhållanden mellan luft och bränsle görs. I dag finns det ett fabrikat som använder en lambdasond för automatisk styrning av blandningsförhållandet mellan luft och bränsle. Detta ger en fördel gentemot värmare utan lambdasond på så sätt att man då slipper en del manuellt arbete med att ställa in den optimala blandningen. Om, eller hur mycket detta påverkar utsläppen har vi dock inte hittat någon information om.

Tekniskt sett finns inga stora problem med att ta fram värmare med avgasrening och att det inte finns några sådana lösningar på marknaden idag beror sannolikt endast på den låga efterfrågan. Skulle efterfrågan öka så kommer sådana lösningar sannolikt att tas fram. Men utvecklingen kan ta

några år och priset på värmarna kommer att bli högre jämfört med motsvarande värmare utan rening.

Diskussion kring emissionskrav på värmare vid upphandlingar

Utifrån informationen som sammanställts i denna utredning finns det inget som visar att en viss värmare skulle vara renare än en annan. I praktiken kanske det finns skillnader mellan olika fabrikat och modeller, men det finns helt enkelt för lite tillgänglig mätdata som kan användas för en sådan analys i dagsläget. Det som är känt är att alla värmare som släpps på marknaden måste uppfylla kraven i R122 och Valeo och Reformtech uppger att alla värmare som tillverkats de senaste åren, när de provas i testcell, troligen även ger utsläpp som ligger under de utsläppskrav som ställs för nya motorer till tunga fordon idag, euro VI.

Viktigt att tänka på är att utsläppen räknade per sträcka eller tidsenhet vid verklig körning är något annat än utsläppen som mäts i en testcell. Vid verklig användning så spelar det stor roll hur hela värmesystemet på bussen är utformat och konfigurerat. Det spelar också roll vilken typ av buss det gäller. För t.ex. en stadsbuss så krävs mer av värmesystemet eftersom de har mindre isolering än bussar anpassade för landsvägskörning. Stadsbussar har även tätare intervall av dörröppningar vilket innebär att kyla släpps in oftare. Dessutom spelar underhåll av värmaren en stor roll.

Att ställa krav på att värmaren underhålls och att den är anpassad för rätt typ av bränsle skulle därför kunna vara nog så effektivt för att hålla nere utsläppen som att välja en viss modell av värmare.

Teknikutveckling av värmesystem i elbussar under de närmsta åren

Troligen kommer det att inom de närmsta åren att hända en hel del med utvecklingen av värmesystemen i elbussar. Alla tillverkare av elbussar arbetar på sina egna lösningar när det gäller uppvärmning och en av de nya tekniklösningar som kommer är att man använder sig av en värmepump med koldioxid som kylmedium som bas i värmesystemet. Till exempel så kommer de första elbussarna från Mercedes med koldioxid -värmepump snart att sättas i trafik. Den stora fördelen med att använda värmepumpar med koldioxid som kylmedium i ett klimat där vintrarna kan bli kalla är att systemet kan användas för att ge varmluft ner till minus 15 °C utan att det blir energimässigt ofördelaktigt, i jämförelse med minus 5 °C för pumpar som använder sig av det vanligaste köldmediet idag R134a. Men även för bussar med en koldioxid-värmepump kommer det att behövas bränsle drivna tillsatsvärmare för att kunna värma upp luften i bussen när utomhustemperaturen sjunker under minus 15 °C, men driftstiden blir kortare än i de värmesystem som används idag.

Troligen tittar de flesta tillverkare av elbussar idag på en egen lösning för värme som inkluderar koldioxid-värmepumpar. Det ska dock nämnas att under utredningen har vi även fått

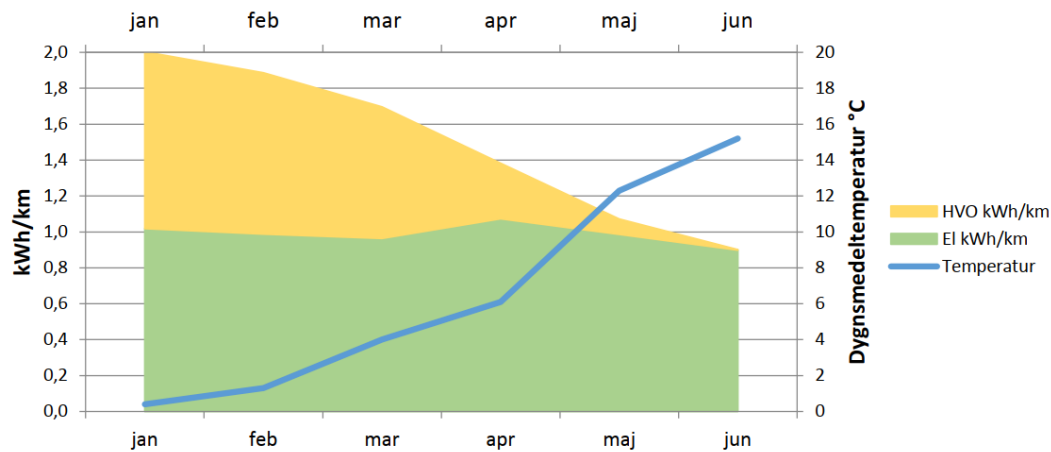
kommentarer rörande system som baseras på koldioxid-värmepumpar som antytt att det nog inte kommer att bli en dominerande lösning på grund av en del problem som måste övervinnas. Det är därför svårt att i dagsläget sja om ifall det är denna typ av system som kommer att bli standard i elbussar som körs i norra Europa eller andra regioner med liknande klimat framöver. Mycket beror antagligen på vad som efterfrågas av kunderna och vilket spår de stora tillverkarna av bussar väljer att ta. Om det är så att efterfrågan på helt emissionsfria bussar från kunderna är tillräckligt stor så kommer troligen bränslevärmare att användas i mycket mindre skala i de av de elbussar som tillverkas om fem år jämfört med de bussar som tillverkas idag. Även hur utvecklingen av batterier inom de närmsta åren spelar troligen in när det gäller hur värmesystemen utformas.

Bränsleförbrukning

I detta avsnitt presenteras uppskattningar över hur mycket dieseldrivna bränslevärmare drar i genomsnitt under vintertid. Informationen har sammanställts genom kontakt med bussoperatörer, busstillverkare och tillverkare av värmare. Sammanställningen anses ge en fingervisning av storleksordningen på förbrukningen för värmare under vintertid. Men eftersom förbrukningen beror många olika parametrar så som busstillverkarens utformning av hela värmesystemet, utomhustemperaturen med mera så finns det i realiteten stora variationer.

Två operatörer har uppgett en ungefärlig förbrukning vintertid om 1 liter/mil. Ytterligare en operatör har angivit ca 3 liter/h vilket ger ungefär 1 liter/mil om man räknar med en medelhastighet på 30 km/h. Även Valeo och Reformtech redovisar i sina produktblad en förbrukning omkring 3 liter/timme för en värmare på 23 kW. Enligt ELIPTIC (2018) ligger förbrukningen för en dieselvärmare vintertid på 0,4 liter/mil, fast det gäller då bussar som gör i Central Europa och i Södra Europa.

I Skånetrafiken (2017) presenteras en figur över bränsleförbrukning och elförbrukning per månad för första halvåret 2017, i figuren framgår även medelvärden för utomhustemperaturen, se Figur 1. I rapporten påpekas det att justeringar av värmarna har gjorts under den aktuella perioden, bland annat så har ändrats vid vilken temperatur dieselvärmaren börjar användas. Dessutom är det så att de värmare som användes under första halvåret 2017 har bytts ut eller kommer att bytas ut mot andra värmare, vilket gör att siffrorna troligen inte längre är representativa för hur bränsleförbrukningen kommer att se ut för dessa bussar framöver. Men figuren ger ändå intressant information om hur förbrukningen varierar över året. En liter HVO motsvarar ungefär 9,6 kWh och enligt figuren var då förbrukningen i januari 2017 ca 1 liter/mil och i mars/april ca 0,5 liter per mil och i juni användes nästan ingen HVO alls.



Figur 1 Energiförbrukning första halvåret 2017 per energislag och genomsnittlig utomhustemperatur för samma period, Skånetrafiken (2017).

Utsläpp av luftföroreningar

Historiskt sett har det inte funnits krav på tillverkare av värmare att de ska kunna redovisa utsläppsprestandan på sina produkter, mer än att de klarar kraven enligt R122 och den kunskap som finns om utsläpp från värmare har under studien visat sig vara begränsad. Det har troligen inte gjorts många forskningsstudier på området i världen. Men intresset för att veta hur mycket som släpps ut från värmare på bussar kan säga ha ökat markant i och med introduktionen av helt eldrivna bussar eftersom det i dagsläget finns bränsle drivena värmare installerade i alla elbussar som går i trafik i Sverige och eftersom användning av bränslevärmare innebär utsläpp från en buss som annars är utsläppsfri på lokal nivå.

I Tabell 2 presenteras mätresultat från en mätning som vi utfört inom ramen för denna utredning och även mätresultat från Vojtisek-Lom et al (2015) som är den enda forskningsstudie vi hittat under utredningen där det presenteras mätdata för bussvärmare. I den studien presenteras uppmätta utsläpp från en dieseldriven värmare och en gasdriven värmare från mätningar utförda i Tjeckien. Mätningar utfördes då på flera olika föroreningar bland annat NO_x och partiklar. Partikelutsläppen presenteras dock bara som antal partiklar och inte som partikelmassa. I Tabell 2 presenteras även utsläppssiffror för framdriften vid verklig körning av stadsbussar med euroklass V och euroklass VI (HBEFA, 2018) samt gränsvärdena för euro VI. En jämförelse av mätresultaten för värmare och schablonvärden för utsläpp från bussar i verklig trafik enligt data från (HBEFA, 2018) visar att utsläppen av NO_x per kilo förbrukat bränsle är något högre för dieselvärmaren än för framdrift av en euro VI-buss men mycket mindre än för en euro V. Tittar man istället på utsläppen per kilometer och utgår från IVL:s mätning så blir NO_x-utsläppen från dieselvärmaren ca 60 procent mindre än från Euro VI-bussen eftersom värmaren drar mindre bränsle per kilometer jämfört med bussmotorn. Det kan också konstateras att de uppmätta utsläppen av NO_x vid IVL:s mätning var två till tre gånger lägre än vad som uppmättes från dieselvärmaren av Vojtisek-Lom et al (2015). Troligen kommer även Nobina att utföra mätningar på en värmare under 2018 vilket kommer att tillföra ytterligare kunskap om utsläppen.

Tabell 2 Utsläpp av NO_x, partikelmassa och partikelantal från dieseldrivna och gasdrivna bränslevärmare.

| | NO _x | PM | PN | NO _x | PM | PN | Källa |
|---|-------------------------------|-------|-----------------------|-------------------|--------|----------------------|---------------------------|
| | g/kg bränsle | | #/kg bränsle | g/km | | #/km | |
| Dieselvärmare | Mätningar planeras under 2018 | | | | | | Nobina (2018) |
| Dieselvärmare | 1,7 | 0,2 | - | 0,14 | 0,02 | - | IVL (2018) |
| Dieselvärmare | 4,5 | - | 1,7x10 ¹² | 0,38 ² | - | 1,4x10 ¹¹ | Vojtisek-Lom et al (2015) |
| Gasvärmare | 1,6 | - | 1,9x10 ¹⁰ | 0,11 ² | - | 1,4x10 ⁹ | Vojtisek-Lom et al (2015) |
| Gränsvärden euro VI | 1,3 ¹ | 0,03 | 2,4 x10 ¹² | - | - | - | Vojtisek-Lom et al (2015) |
| Genomsnittsvärden i verklig trafik med dieselbuss euro V | 15 | 0,1 | 1,7x10 ¹⁴ | 6,2 | 0,063 | 6,1x10 ¹³ | HBEFA (2018) |
| Genomsnittsvärden i verklig trafik med dieselbuss euro VI | 0,83 | 0,013 | 2,1x10 ¹¹ | 0,37 | 0,0058 | 7,6x10 ¹⁰ | HBEFA (2018) |

1 Ungefärligt värde uträknat från g/kwh genom att anta en bränsleförbrukning på 250g/kWh i WHSC och WHTC.

2 Utgående från en förbrukning på 1 l/mil

Mätningar på värmare hos Transdev i Eskilstuna

Som en del i att utreda hur utsläpp från värmare kan mätas för att ge en rättvis bild av hur mycket avgaser de släpper ut räknat per kilo förbrukat bränsle utfördes inom studien mätningar på en värmare hos Transdev i Eskilstuna. Värmaren var av modell Spheros 230 och var installerad i en buss från BYD. (Spheros är ett fabrikat som numera är uppköpt av Valero). Enligt Valeo är detta en gammal modell och det har kommit 2 eller tre uppdaterade modeller efter denna.

Under utredningen hade vi haft kontakt med Christonik vilka är officiell partner med Valeo i Skandinavien och utför service på värmare med original delar från Valeo. Christonik var intresserade av att vara med vid mätningarna för att se hur värmarna var installerade eftersom de inte visste någonting om hur BYD installerat dem och anpassat dem för att gå på HVO100 med mera. Det visade sig att en del komponenter behövde bytas ut och att en del inställningar behövde justeras.

Mätningarna utfördes när bussen stod stilla. Utetemperaturen var omkring + 7 grader och bussen hade stått stilla en längre tid (över natten) innan mätningarna utfördes. Värmaren gick därför igång med en gång för att få upp innetemperaturen i bussen. Instrumenteringen ställdes upp utanför bussen och utsläppen av CO, NO_x och partiklar (i storleksintervallet 11,5 nm till 10 µm) mättes. Alla utsläppen relaterades till koldioxidutsläppen som också mättes. Eftersom man vet relationen mellan emitterad mängd koldioxid och förbrukat mängd bränsle så kan man utifrån de mätta parametrarna beräkna hur mycket som emitteras av varje förorening per förbrukat mängd bränsle. Dessa siffror kan sedan användas tillsammans med mängden förbrukat bränsle på t.ex. årsbasis för att uppskatta utsläppen av föroreningar på årsbasis. Att räkna fram utsläpp per förbrukat mängd bränsle och sedan använda detta värde tillsammans med en uppmätt förbrukning för den tidsperiod man är intresserad av ger en bra uppskattning över storleksordningen på utsläppen. Vill man ha mer detaljerad information om utsläppen så

rekommenderas att göra mätningar under en längre period av normala driftförhållanden och gärna också vid flera olika temperaturer.

Mätningar utfördes på värmaren både före och efter att Christonik sett över den. Det blev ingen större skillnad före och efter och vi har därför valt att presentera ett medelvärde över båda perioderna. Resultaten för NO_x och partikelmassa (PM) redovisas i Tabell 2. I Tabellen har även en uppskattning av Euro VI-gränsvärdena översatta från g/kWh till g/kg bränsle.

Förslag på metod för att redovisa utsläpp från bränslevärmare

Bränslevärmare används främst under de kallare månaderna av året. Det kan därför vara intressant att räkna på hur mycket en värmare släpper ut per kilometer under den kalla delen av året. Men i vissa fall kan det vara mer intressant att istället beräkna utsläppen per kilometer som ett snittvärde representativt för hela året. För att få fram dels siffror representativa för körning under vintern och som ett genomsnitt per år så föreslås att bränsleförbrukningen för värmare som används på olika linjer från norr till söder i Sverige sammanställs på månadsbasis och på årsbasis tillsammans med information om hur lång sträcka bussen kört under samma år. På så sätt får man reda på den genomsnittliga volymen bränsle som förbrukats per körd sträcka. Utsläppen av NO_x och partiklar under samma period kan därefter uppskattas genom att utgå från informationen om utsläpp per förbrukad mängd bränsle i Tabell 2.

Möjliga upphandlingskrav

Eftersom det inte finns några officiella standarder eller kravnivåer för bussvärmare i dagsläget är det svårt att ställa krav på utsläpp från bussvärmare i upphandlingar av busstrafik. Här föreslås några tänkbara åtgärder från upphandlare som ändå kan bidra till att utsläppen från bussarnas värmare hålls låga.

Upphandlaren kan exempelvis ställa krav på att bussoperatören tillhandahåller information om värmarna på de bussar som används och köps in. Det kan exempelvis handla om tillverkarens uppgifter om emissioner och vilken mätmetod eller standard som tillverkaren uppger att man använt (eller, om sådana uppgifter inte finns, att utsläppen anges utan referenser). Information om typ av värmare, drivmedel, värmeväxling och liknande kan också vara värdefull. Förutom att ge upphandlaren värdefull kunskap om statusen på värmarna som används så kan denna typ av information även komma till användning i framtida upphandlingar, då den kan användas som ett underlag för att formulera krav som baseras på information om vad operatörerna har angett i tidigare avtal.

Man kan kanske ställa krav på att bussvärmare regelbundet underhålls och servas och att operatören levererar data om serviceintervall, drifttider, drivmedelsförbrukning eller liknande i den mån det går att få ut sådana uppgifter. Denna typ av krav kan formuleras som kontraktsvillkor. De är också möjliga att följa upp. Man kan också tänka sig någon typ av krav på att operatören har en plan för att minimera utsläpp och drivmedelsförbrukning från bussvärmare och sträva efter ständiga förbättringar.



I långa avtal kan det vara bra med skrivningar som ger möjlighet för upphandlaren att göra tillägg till befintliga avtal om det kommer fram nya produkter som kan eftermonteras eller på andra sätt minska utsläppen kraftigt.

Referenser

ELIPTIC (2018), Policy Recommendations – electrification of public transport in cities

HBEFA (2018) www.HBEFA.net

UN ECE R 122 (2010) Föreskrifter nr 122 från Förenta nationernas ekonomiska kommission för Europa (FN/EDE) – Enhetliga tekniska bestämmelser om godkännande av fordon i kategorierna M, N och O med avseende på uppvärmningssystem, Europeiska unionens officiella tidning, L 164/231

Skånetrafiken (2017), Elbussrapport Ängelholm, Första halvåret 2017, Version 2017.10.09

Vojtisek-Lom et al (2015), Measurement of emissions from independent bus heaters-, 19th ETH Conference on Combustion Generated Nanoparticles

Personliga kontakter

Christonik - Jørgen Aagaard, Sune Elkjær, Christian Rud Ingvarsen

KGK gruppen – Lars Larsson

Valeo – Thomas Schuster, Nico Soppa

Konvekta – Anja Walde, Sales office

Reformtech – Mattias Mårtensson Sales director , Carl Nicolin, Gustav Forsell (CTO)

Volvo Bus – Mikael Nilsson, Christer Olsson

Hybricon – Johan Suup

Scania – Peter Rosén

Solaris – Klaus Hansen

Skånetrafiken – Klas Sörensson

Transdev – Bengt Karlsson

Transportstyrelsen – Lars Rapp



