

# 芬兰赫尔辛基都市区

## 使用清洁可再生柴油的赫尔辛基环保巴士

清洁可再生柴油燃料项目OPTIBIO成功地证明了先进的生物燃料完全可以取代化石燃料并同时大幅减少排放。在区域流动性规划中，有几个因素是不容忽视的，即：广域赫尔辛基地区可持续发展的公共交通，气候保护，空气质量与能源安全的提高。

152

ICLEI案例研究

2012年10月

### 摘要

赫尔辛基地区交通管理局（HRT）与包括赫尔辛基市政部门在内的合作伙伴一起实施了一个为期三年半的项目-OPTIBIO，其目的在于测试并证明高质量清洁可再生资源——石蜡氢化植物油(HVO)——在城市巴士运行上表现出的优越性。

本次车队测试涉及来自4个巴士运营商的300多辆巴士。自2007年9月至2010年12月，这些车辆总计行驶里程约为5000万公里，测试用的燃料是30%的混合HVO和100%的HVO。以现场测试并辅以在实验室中进行的全方位研究的方式进行。

该项目证明，HVO是一种完全替代型燃料。即它不需要对现有注油系统或者汽车本身做任何的改变，同时也不会引起任何操作方面的问题，而达到100%取代现有柴油燃料的效果。排放测试的结果还显示其在尾气排放上具有显著、长久的优越性。这一实验结果吸引了几大巴士运营商将HVO投入商用。

### 课题的重要性

巴士是很多公共交通系统的中枢，并且通常有很长的使用寿命。考虑到向非矿物燃料转化的必要性，越来越多的城市开始寻求增加可再生能源的使用量-包括巴士的燃料使用-以期减少温室气体的排放以及矿物燃料的进口。

当地的政策决策者应当考虑到有哪些政策选择是可行的，以及每项政策分别有哪些限制和长处。由于巴士的使用年限较长，因此制定一些有助于提高现有车辆环保性能的措施也是非常必要的。地方政府与其合作伙伴应当致力于共同探讨地方/区域气候、能源行动方案的框架。

OPTIBIO是一种公私合作的模式，这种模式证明了在城市巴士上使用先进的可再生燃料在取代矿物燃料方面表现出的优越性。



#### 人口

1,060,912 (metro)

#### 面积

1537 km<sup>2</sup> (HRT服务的城市主要有：赫尔辛基，艾斯堡，万塔，考尼艾宁，克拉瓦，基尔科努米，西普)

#### 市政预算

HRT 5亿2000万欧元

#### 当地经济

服务业，工业

#### 地方预算

赫尔辛基是芬兰的首都，也是其最大城市，赫尔辛基都市区的人口占芬兰总人口的20%。

## 案例研究

欧盟指令2009/28/EC设定了关于可再生能源（RE）的宏伟目标。欧盟的目标是到2020年，可再生能源的比重要达到使用能源的20%，特别是交通领域的该比例要达到10%。

在芬兰，新出台的生物燃料责任法要求到2020年，生物燃料的使用比重要达到20%。同时，欧盟燃料质量指令，2009/30/EC将柴油中传统脂肪酸甲酯FAME的浓度限制在7% V/V（B7）。FAME生物柴油处理起来很麻烦，特别是对安装了排气后处理设备的柴油车辆而言更是如此，因此通过这一限制（“混合墙”）来确保车辆的正常运行、低排放量和包括排气后处理装备在内的车辆的整体性。因此，FAME只能成为非常有限的柴油替代燃料。

继而需要其他的解决方案，如石蜡清洁燃料（无论是来自于矿物还是生物燃料）。这些“完全替代型”的替代燃料可以按现有的注油设备进行使用，并且没有任何限制和改变就可以直接在现有的车辆上注入使用。石蜡燃料可以通过再生原料的气化，固体物质的合成（固体物质-液体-BTL）以及HVO而生成。在这三种途径中，BTL还处于发展阶段，而HVO则已经走向市场。

### 先进的可再生柴油显示其巨大的影响力

赫尔辛基地区交通管理局（HRT）专门负责规划和组织其成员市的公共交通服务以及赫尔辛基地区交通体系规划的筹备工作等。

赫尔辛基地区内部以及与相邻城市之间的通勤正在逐渐增加。今天赫尔辛基地区正在不断扩大，因此规划和组织也应该扩展到更广阔的地理范围。整个赫尔辛基地区的交通体系规划总共包括14个城市。当前，加入到当地交通管理局的成员市有：赫尔辛基、艾斯堡、万塔、考尼艾宁、克拉瓦、基尔科努米、西普。其他位于赫尔辛基地区的城市也可以选择加入，包括：Järvenpää, Nurmijärvi, Tuusula, Mäntsälä, Pornainen, Hyvinkää 和 Vihti。

HRT的主要任务包括：

- 当地公共交通的规划与组织
- 提高公共交通的运营条件
- 巴士、电车、地铁、渡船以及通勤列车服务的采购
- 赫尔辛基地区交通体系规划的筹备
- 公共交通市场营销
- 乘客信息管理与查票
- 票价票务系统以及车票价格的批准

HRT同时负责帮助进一步扩大公共交通工具的选择，并能够在日益增多的交通状况下提供畅通有效的交通体系。这些举措会有助于创造出一个充满活力和竞争力的赫尔辛基，改善当地居民的生活条件和环境质量，同时有利于实现当地的能源和气候目标。

### 建立公私伙伴关系（PPP）

2007年至2010年12月间进行的世界上最大的石蜡可再生柴油燃料现场试验是由HRT与其合作伙伴，Neste石油公司和普闻达排放控制公司共同合作发起的。目的在于证明城市巴士使用高浓度石蜡可再生柴油燃料的可行性-即减少尾气排放，提高空气质量，以及增加生物燃料的使用进而减少对进口矿物燃料的依赖性。

参与试验的约300辆巴士在三年半的时间里保持每天运行，现场试验的同时也辅之以全面的实验室研究以检测废气排放和低温操作时的燃油效应。赫尔辛基都市区的4个巴士运营商参与了此次试验。同时芬兰VTT技术研究

中心，阿尔托大学和TEC TransEnergy 咨询有限公司为其提供了技术支持。

每个参与者都有自己的特殊利益-这也充分显示了公私合作伙伴关系的多样性和潜在的双赢效果。HRT试图证明在巴士上使用可再生石蜡燃料的环境效益。而对燃料生产商-Neste石油公司而言, OPTIBIO项目进行的综合排放量的检测以及长期运行的现场测试,则会对公司先进可再生柴油燃料的发展和市场导入提供重要参考。就普闻达排放控制公司而言(改装排气后的处理设备的制造商),此次项目则为它提供了一个通过新燃料和从现场巴士服务中收集到的数据进行的,测试多种尾气后期处理系统的机会,并能够从实际的巴士服务中搜集数据。而使用HRT服务的市政部门,也有自己的目标,即致力于为市民提供优质的公共交通服务,同时提升城市中心的空气质量。赫尔辛基市曾一度无法达到二氧化氮(NO<sub>2</sub>)和颗粒物的空气质量标准。

早期的合作方邀请了三技术专家和一个巴士制造商加入到项目中来。即芬兰VTT技术研究中心,阿尔托大学(前赫尔辛基理工大学),TEC TransEnergy 咨询有限公司以及巴士制造商斯堪尼亚公司。此外,由四个巴士运营商(Helsingin Bussiliikenne, Pohjolan Liikenne, Porvoon Liikenne, Veolia Transport Finland)所运营的300辆巴士也加入了该项目。

## 应对挑战

在使用传统的生物柴油时,对于在标准柴油内加入多少脂肪酸甲酯(FAME)有一定的技术限制,即在通常情况下,替代率低于10%。甚至,一些替代燃料只能用在新的新燃料专用车辆上。

OPTIBIO项目通过利用优质石蜡可再生柴油(HVO)100%替代化石燃料的这一优越性,探索如何实现现有车辆和新车辆中柴油使用的最优化。其价值除了燃料替代以外,还包括降低有害排放,即减少对空气质量有极大影响的氮氧化物和颗粒物的排放。

HRT已经将车辆的氮氧化物(NO<sub>x</sub>)和颗粒物(PM)的排放量纳入到巴士服务的招标评价制度中。燃油效率和生物燃料的使用也随后被纳入到招标程序的奖励制度中,以此作为经济诱因,鼓励运营商提供高燃油效率的车辆并在车辆上使用生物燃料。HRT与芬兰VTT科技研究中心合作开发了招标制度,每年都会对HRT的巴士进行一系列的尾气排放测试。

大规模的现场测试和相关的排气量测试构成了该项目的核心组成部分。现



图-赫尔辛基区域交通 HRT  
赫尔辛基中心的景象：巴士正驶离车站



场测试有助于了解燃料的各个方面。包括新燃料的一般功能和性能，HVO燃料在发动机磨损方面表现出的效果、以及可能存在的操作问题（如驾驶性、低温操作性、燃油泄漏和滤清器堵塞等）

### 结果

该项目的研究结果证实，HVO是非常完美的“完全替代型”燃料，它不需要对现有注油系统或车辆进行任何改进就可以100%替代现有的燃料。这些测试还表明，HVO即便是在赫尔辛基最寒冷的时候（即 -25 oC ）也不会由于低温而引起任何操作上的问题。在一次巴士运营商的汇报研讨会上，有运营商曾表示，这一项目是“无形的”，因为巴士每天在运行过程中都不曾遇到任何问题。

排放测试则显示了其显著且长久的排放优越性。对全部33辆车进行后续的定期排放跟踪。在筛查活动中，为了证明HVO燃料在废气排放和燃料消耗上的效果，对从EURO II（90年代后期）到EEV（新型车辆）不同

排放认证等级的17辆巴士进行了测试。100%HVO燃料的平均废气排放减少量为：氮氧化物（NOx）减少了10%，颗粒物（PM）减少了30%，一氧化碳(CO)减少了30%，未燃碳氢（HC）减少了40%。以绝对值估算，在旧式高排放车辆上使用清洁燃烧的

HVO燃料能够最大程度的减少排放。

基于以上及其他的调查结果，巴士制造商Scania批准用于城市和城际交通的DC9巴士发动机使用100% HVO（NExBTL），一些运营商也开始将HVO投入商用。

HVO被引入到商用中是开始于2011年秋和2012年初。有60辆巴士使用100%HVO，95辆巴士使用混有HVO的燃料。是否使用HVO并不是正式招标中要求的内容，但是基于废弃物（如废弃的动物脂肪）中的HVO可在招标系统中得到额外的加分。

### 值得学习的经验

OPTIBIO项目是公私合作伙伴关系成功实现的一个典型事例。合作伙伴之间相关的利益和资源使得他们能够以世界上同类测试中规模最大的现场测试来证明氢化植物油（HVO）出众的燃料效率与优越性。。

该项目从芬兰国家技术局的BioRefine计划、芬兰国家技术创新局中获得了公共研究资金。此外，应用于该项目的生物组分还获得了免税待遇。

在技术层面上看，这也是个成功的项目。它证明100%HVO在恶劣的条件下仍然可以正常使用而不会引起任何的操作问题。HVO能够完全取代旧型和新

100%HVO表现出的代表性的相对减排

成分	CO	HC	NOx	PM	微粒中的PAH*
相对减排	-30	-40	-10	-30	-80

\*最有毒的废气成分（PAH=多环芳香族碳氢化合物）

型车辆上的化石燃料。另外，它还可以显著地减少尾气排放，并提高排气后处理装置的性能。

使用高质量石蜡HVO是实现生物燃料广泛使用的快速通道。它可以不受现有注油设备及车辆“混合墙”的限制而实施，对特定物质，如多环芳烃成分和有毒气体产生显著的减排效果。从运营商的角度上来看，HVO不需要额外的维护，即使在低温环境下使用，也不会造成任何操作问题，是一种简单的方案。

如果符合燃料标准且车辆制造商认可此种燃料，那么高密度石蜡燃料的广泛应用是可行的。在OPTIBIO项目的实行期间内，CEN（欧洲标准化委员会）为石蜡柴油燃料设置了一个临时标准。目前针对石蜡燃料，有望产生一个正式的标准。

在出台一个正式的EN15940标准之前，首先需要将CWA更新为技术规范TS15940.这一举措有望在2012年实现。当石蜡柴油市场被认为足够成熟的时候，TS就会被更新为正式的EN15940标准。

当前，市场决定高密度HVO燃料的未来。在芬兰，低级别的燃料混合已经开始于商用中发挥着一般生物燃料的作用，还有一些运营商也已经开始将高浓度HVO投于商用。

生物燃料温室气体排放的减少并不取决于所用燃料的浓度，而是取决于生物燃料的总量。然而，要减少当地的排放量，低级别的混合是不够的。必须要争取使用高浓度的石蜡燃料，最好是纯石蜡燃料。因此，提出的一个政策建议是，当高质量可再生石蜡柴油燃料可行时，应该在城市巴士上用高浓度的混合燃料，以求改善城市地区的空气质量。

## 借鉴

全世界的巴士运营商都有可能使用HVO。测试用的HVO燃料是基于植物油和废弃的动物脂肪提炼而成的。HVO几乎与气化与合成的实际BTL（生物质制油）有相同的使用性能。当BTL可以投入到商用的时候，使用HVO时所获得的经验也可以作用于BTL。一个石蜡柴油方面的标准则会激发巴士运营商选择HVO的决心。

地方政府和当地巴士车队之间的伙伴合作关系将会驱动市场的发展。在发展和执行可持续发展能源计划或流动性行动计划的背景下，所有的市政部门都会面临交通的问题。从化石燃料向可持续燃料的转变（最好是来自可再生能源）则是一个非常必要的解决方案。

布伦瑞克市公交循环的【NO<sub>x</sub>】和PM排放

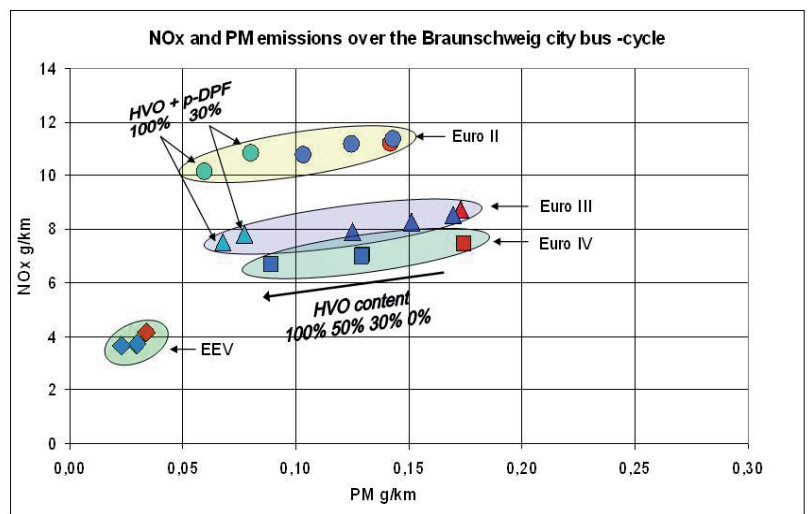


Image: 图片OPTIBIO最终报告

### HVO对【NO<sub>x</sub>】和PM排放的影响（图片由VTT提供）

- 红色标志为EN590柴油
- 蓝色标志为30%，50%和100% HVO
- 对于EuroII和EuroIII型车，该结果也由改装了的流入式过滤器显示出来（p-DPF, 30%和100%的HVO）

## 主要联系人

尼尔斯·奥洛夫·尼兰德

芬兰VTT技术研究中心

Reijo Mäkinen

赫尔辛基区域交通部

Heli Salmenpohja

Nested原油公司

Arno Amberla

Proventia 排放控制公司

Siegfried Zellner

ICLEI 欧洲

## ICLEI全球秘书处

能力中心

Kaiser-Friedrich Strasse 7

53111 Bonn Germany

电话：+49-228 / 97 62 99-00

传真：+49-228 / 97 62 99-01

邮箱：capacity.center@iclei.org

www.iclei.org

而满足可持续发展要求的解决方案则是极为重要的。这意味着生物燃料的生产不应该以损害生态系统，人权或食品安全为代价。

通过将竞标标准纳入到政府采购的过程中，能够使供应商认识到政府重视和强调环境及相关问题的要求。

## 预算与财政

OPTOBIO项目的预算约为320万欧元。其中,芬兰国家技术局的财政支持占35%-约110万欧元，其他部分则由赫尔辛基地区交通管理局、Neste石油公司和Proventia排放控制公司共同承担（分别占60%，30%，10%）。而Scania则在项目预算之外的其他方面做出了重要的贡献。

生物组分获得了燃油税的免税待遇，免税金额约为270万欧元（燃料使用量约为2200万升混合燃料和100万升纯HVO，HVO的总使用量约为750万升）。

## 参考文献

- Nils-Olof Nylund, Kimmo Erkkilä, Matti Ahtiainen, Timo Murtonen, Pirjo Saikkonen, Arno Amberla & Hannu Aatola. Optimized usage of NExBTL renewable diesel fuel. OPTIBIO. Espoo 2011. VTT Tiedotteita – Research Notes 2604. 167 p. + app. 5 p.
- Erkkilä, K., Nylund, N.-O., Hulkkonen, T., Tilli, A., Mikkonen, S., Saikkonen, P., Mäkinen, R. & Amberla, A. (2011). Emission performance of paraffinic HVO diesel fuel in heavy duty vehicles. JSAE/SAE Technical Paper JSAE 20119239. SAE 2011-01-1966. 12 p.
- Mäkinen, R., Nylund, N.-O., Erkkilä, K., Saikkonen, P. & Amberla, A. (2011). Bus Fleet Operation on Renewable Paraffinic Diesel Fuel. JSAE/SAE Technical Paper JSAE 20119172/SAE 2011-01-1965. 8 p.
- “Guide to sustainable biofuels procurement for transport” from the Biofuel Cities - the European Partnership project [http://www.biofuel-cities.eu/fileadmin/template/projects/biofuels/files/Publications/Procurement\\_Guide.pdf](http://www.biofuel-cities.eu/fileadmin/template/projects/biofuels/files/Publications/Procurement_Guide.pdf)

## 特此鸣谢

The partners of the OPTIBIO project would like to acknowledge Tekes and the Finnish Ministry of Finance for their support to the project. In addition, the group wants to acknowledge the four bus operators, who made the practical execution of the project possible.



ICLEI- 可持续发展政府间协会致力于实现可持续发展，是世界领先的城市和地方政府间协会。ICLEI的使命是：以环境改善为核心，通过不断累积地方行动，发起并服务于地方政府间的国际环境运动，以切实提高全球可持续发展的条件。



ICLEI的案例研究系列(iclei.org/casestudies)主要关注ICLEI在世界各地的会员城市所成就的都市可持续发展行动。

ICLEI世界秘书处邮箱：publications@iclei.org

© 2012 by ICLEI – Local Governments for Sustainability. All rights reserved.

2012年 10月