

Nr 3 • 2015

Modern ^{MfSS} Stadstrafik



**Laddad busstrafik:
Med elbuss från Ropsten**

Innovativ kollektivtrafik?

Köp ett – betala för två

Spårvagnsstädernas årskongress:

I väntan på stadsmiljöavtalen

Med elbuss från Ropsten

I mitten av mars invigdes trafiken med åtta laddhybridbussar i Stockholm. Bussarna kan köras längre sträckor helt elektriskt, med avstängd dieselmotor.

Av Thomas Johansson

Laddsystemet med mast och apparatbyggnad har levererats av Siemens AG och möjliggör full laddning på ca sex minuter. Här sänks kontakterna som är monterade på en pantograf.



Den 16 mars på förmiddagen invigdes formellt trafiken med laddhybridbussar av typ Volvo 7900 H på busslinje 73 i Stockholm. Invigningen genomfördes i Keolis bussdepå i Frihamnen, i närvaro av företrädare för de parter och organisationer som medverkar i projektet, politiker i staden och landstinget, liksom pressen. På eftermiddagen kördes den första turen med betalande passagerare.

Totalt åtta laddhybridbussar ska vara tillgängliga för linje 73, som trafikerar sträckan Ropsten–Karolinska institutet och är 8,3 km lång.

– Linjen går genom de norra delarna av innerstaden och fungerar bland annat som förstärkning av stombusslinje 4, som är mycket hårt belastad, säger Mats Westerberg, projektledare på Keolis.

I högtrafik tursätts nio bussar, vilket innebär att även en biogas- eller biodieselbuss måste användas, eller ännu fler, om färre än åtta laddhybridbussar är tillgängliga för trafiken. I lågtrafik utsätts endast fyra bussar på linje 73 – och på lör-, sön- och helgdagar körs linjen överhuvudtaget inte.

I Frihamnen

Alla bussar av denna typ är stationerade i depån i Frihamnen, där följaktligen åtta speciella parkerings- och laddplatser är tillgängliga, i det fria. Här laddas bussarna över natten, med så kallad lågeffektladdning, 400 V, 11 kW.

I Frihamnsdepån finns sammanlagt omkring 55 bussar av olika modeller, för trafiken i den norra innerstaden och på Lidingö, som är mycket nära. I depån arbetar omkring 200 personer, inklusive förare. För trafiken med laddhybridbussar har Keolis bildat en särskild grupp om cirka 20 förare.

I reklamaterialet om Stockholms laddhybridbussar påpekas att de drivs med el från förnybara källor och att bussarnas euro 6-dieselmotorer drivs av biodiesel.

Hos konventionella hybridbussar laddas batterierna i princip endast vid bromsning och av bussens dieselmotor. Möjligheten att köra helt elektriskt, med avstängd dieselmotor, är starkt begränsad.

Begreppet laddhybrid, som även innefattar ett större batteri, innebär att bussarnas batterier även kan laddas utifrån, exempelvis vid uppehåll vid ändhållplatserna, eller vid nattuppehåll i depån.

Med laddhybridbusstekniken finns möjligheter att köra längre sträckor med avstängd dieselmotor. I princip finns för denna busskonstruktion tre körmoder: helt elektrisk drift med avstängd dieselmotor, dieseldrift med endast dieselmotorn aktiv, samt hybriddrift med såväl el- som dieseldrift.



Alla laddhybridbussar är stationerade i depån Frihamnen där följaktligen åtta särskilda laddplatser är tillgängliga, i det fria. Den ljusa röda kabeln från ovan används för att ladda batteriet.



Totalt åtta laddhybridbussar ska vara tillgängliga för linje 73, som trafikerar sträckan Ropsten–Karolinska institutet och är 8,3 km lång.

Ändhållplatsladdning sker i detta fall genom att en laddanordning monterad på en pantograf sänks ned från en laddstolpe under vilken bussen parkeras i samband med ändhållplatsuppehållet.

Elkraften överförs till två laddskenor framtill på busstaket. Dessa är i sin tur elektriskt isolerade i vardera två kretsar, bland annat för separat jordning.

Laddanordningen är monterad relativt högt, ca 4,5 meter över vägbanan, vilket betyder att den bör vara utom räckhåll för höga fordon. Pantografen påverkas av fjädrar så att den automatiskt återgår till ursprungsläget om manöverström till anläggningen av någon anledning skulle utebli.

En enda laddstation

Inledningsvis finns dock endast en laddstation, nämligen vid ändhållplatsen vid Ropsten. Vid den andra ändhållplatsen, Karolinska institutet, planeras ytterligare en laddstation, men den beräknas kunna installeras först under den kommande sommaren.

Vid laddningsstationen finns således en högt monterad laddningsanordning som sänks ned över bussens främre del och därmed överför elkraft till bussens batterier. Laddningen tar ungefär sex minuter. Det finns inga hinder eller restriktioner för passagerarutbyte i samband med laddningsproceduren. Laddningsutrustningen med tillhörande apparatbyggnad har levererats av Siemens AG, med vilket Volvo Bussar har ett samarbetsavtal i dessa frågor.

Laddspänning kan vara upp till 750 V, med effekt upp till 150 kW (2,5 kWh/min). Laddstationen försörjs utifrån av konventionell 400 V trefas växelspänning.

– Laddproceduren går till så att föraren positionerar bussen inom ett område som begränsas av ca 60 cm i längsled och 40 cm i sidled. Det ligger så kallade taktila plattor på trottoaren som fungerar som siktmedel för föraren genom främre dörnutan, förklarar *Martin Spjern* vid Volvo Bussar.

– Bussen kommunicerar genom Wi-Fi med laddstationen och med GPS för positionering. På instrumentpanelen får föraren meddelande om att kontakt har etablerats mellan buss och laddstation. Då behöver föraren bara ansätta parkeringsbroms, fortsätter *Martin Spjern*.

Därefter ges information om när laddning startar och när laddning är färdig. Efter färdig laddning friläggas parkeringsbroms och bussen kan inte köra förrän panto-



Michael Palm är en av förarna i den lokala projektgruppen som kör laddhybridbussarna. Här har han just anslutit laddkabeln vid uppställningsplatsen i Frihamnsdepån.



Måndagen den 16 mars invigdes trafiken med laddhybridbussar på linje 73. Här inväntar premiärbussen nr 4904 avgångstiden vid ändhållplatsen Ropsten där också linjens laddstation är belägen.

grafan gått upp igen. Föraren kan avbryta laddning även om batterierna inte är full-laddade genom att frilägga parkeringsbromsen. Officiellt anges att bussarna kan köras sju kilometer i enbart batteridrift, varefter dieselmotorn aktiveras. Det innebär att resan Ropsten–Karolinska knappt kan genomföras i batteridrift, medan hela återresan måste genomföras i konventionell hybriddrift.

Dieselmotorn aktiveras automatiskt även i brantare uppförbackar. Däremot är två områden utmed linjen klassificerade som ”miljözoner”, där dieselmotorn ska vara avstängd, nämligen inom Karolinska institutet och i den blivande miljöstadsdelen Norra Djurgårdsstaden, som delvis är under byggnad.

In- och urkoppling av dieselmotorn sker också här automatiskt eftersom bussens position tack vare GPS-navigering alltid är känd för kontrollsystemet ombord.

Laddhybridbussarna är av den senaste hybridbussgenerationen från Volvo och har fyrcylindriga euro 6-dieselmotorer av typ D5K 240 med fem liters cylindervolym på 177 kW.

I drivlinan finns också en ”elmaskin” som används dels som drivmotor, dels som generator. Denna trefasiga elmaskin matas med 600 V och har en effekt på 150 kW.

Som hos tidigare hybridbussar finns också här en tolvväxlad mekanisk, automatisk I-Shift-växellåda.

Både dieselmotor och elmaskin driver således på växellådans ingående axel, vilket betyder att denna busstyp fungerar enligt så kallad parallellhybridteknik, liksom Volvos tidigare hybridbussar.

Eftersom laddhybridbussarna ska kunna framföras med avstängd dieselmotor drivs exempelvis styrservopump elektriskt, av bussens 24 V-system. Också tryckluftkompressorn drivs elektriskt.

Bussarnas batterier är monterade strax bakom laddningsskenorna på busstaket.

De är tillverkade av Saft och är av typ litiumjärnfosfat (600 V, 19 kWh) och väger 350 kg, inklusive utrustning för uppvärmning och kylning, jämte anslutningar, säkringar och utrustning för battericellkontroll. I samband med depåuppehåll nattetid sker så kallad underhållsladdning, vilket kan ta upp till fyra timmar, varvid även kalibrering av celler och balansering av batteriet sker.

Cellkalibrering ska genomföras varje dygn och balansering av hela batteriet sker



Trafikstarten föregicks av en liten ceremoni med provåkning för företrädare för projektets parter, trafikpolitiker i staden och landstinget, samt pressen. Här förevigas flitigt strax före avfärd från Ropsten.

en gång i veckan, vilket då tar omkring åtta timmar.

Stockholms laddhybridbussar har en tjänstevikt på 13 116 kg, tillåten totalvikt 17 950 kg och därmed 4 834 kg nyttolast. Det finns 32 platser + 1 fällbart säte, och utrymme för 36 stående passagerare.

Det finns tre dubbla, elektriskt manövrerade sväng-skjuddörrar.

I princip ska dessa laddhybridbussar i så stor utsträckning som möjligt köras helt elektriskt. Därmed blir körningen så energisnål som möjligt.

Volvo anger i marknadsföringen av hybridbussar att energibesparingen blir tämligen stor: 75 procent lägre bränsleförbrukning och upp till 60 procent besparing av total energiförbrukning, elektrisk energi inräknat, jämfört med konventionella dieslbussar i samma storlek.

Dessa uppgifter har i den internationella fackpressen inte stått oemotsagda. Därför är det extra intressant – och viktigt – att se vad utvärderingen av detta projekt i Stockholm kan ge i detta avseende.

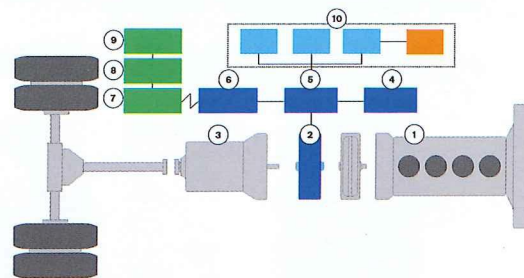
Föraren kan med sin körstil delvis påverka om dieselmotorn aktiveras eller inte. Exempelvis sker inkoppling om hastigheten är 55 km/h eller mer, om batteriet har urladdats maximalt under 20 sekunder samt om batteriets laddning generellt är låg.

Dessutom startar dieselmotorn om bussen framförs i uppförbacke på tre procent eller mer och om systemet för avgas efterbehandling är för kallt för att fungera effektivt.

Bromsning kräver särskild omtanke. Man ska låta på gaspedalen i god tid, gärna rulla, och helst utnyttja bromspedalens första del av slaglängden, där bromsning sker elektriskt, med återmatning av bromsenergi till batteriet, således innan den konventionella bromsen börjar verka och rörelseenergin omvandlas till värme som ventileras bort och därmed förloras. Som alltid gäller att behandla gas- och bromspedaler försiktigt, som i all så kallad Eco-Driving.

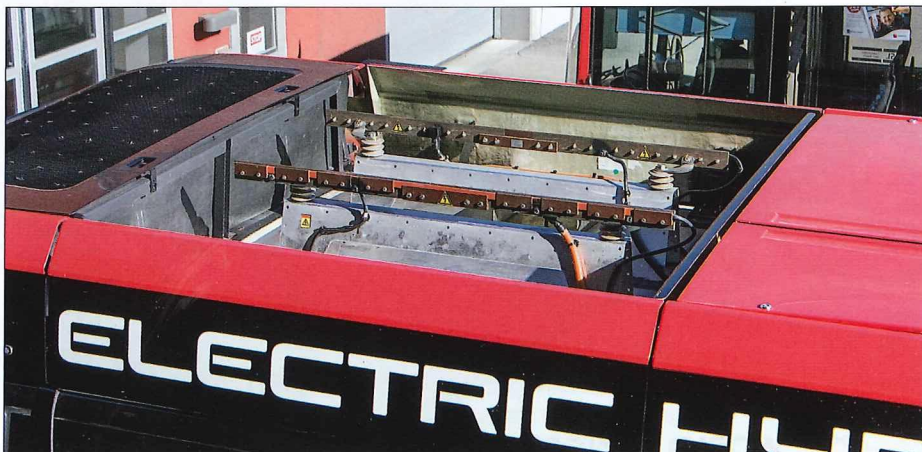
De viktigaste komponenterna i Volvos LaddHybridsystem

1. Dieselmotor
2. Elmotor/generator (I-SAM)
3. Växellåda
4. ESS (Electric Storage System)
Energilagringssystem
5. Kraftelektronik
6. Laddningsinterface ombord på fordonet
7. Laddningsinterface utanför fordonet
8. Laddare
9. Elnät
10. Eldrivna hjälppaggregat



De viktigaste komponenterna i Volvos laddhybridsystem.

Bild: Volvo Bussar



Batteriet laddas via två laddskenor framtill på busstaket.

Bussarna är huvudkomponenter i detta demonstrationsprojekt där Volvo Bussar AB, SL, statliga energibolaget Vattenfall, trafikoperatören Keolis Sverige AB och svenska ICT Viktoria deltar (för utvärdering och bearbetning av resultat).

Projektet delfinansieras av EU genom Zeeus (Zero Emission Urban Bus System). Hela Zeeus-projektet har en budget på 22,5 miljoner euro, vilket dock fördelas på åtta städer och projekt. Projektet kommer att pågå fram till slutet av 2016. Vad som hän-

der därefter är inte klarlagt. Trafiklandstingsrådet *Kristoffer Tamsons* (M) sade vid invigningsceremonin att projektet noggrant ska utvärderas och att beslut om fortsättning först därefter ska fattas.

Under det kommande året startas ytterligare ett hybridbussprojekt i Stockholmsregionen, nu i Södertälje. Här ska kontaktlös energiöverföring med hjälp av induktion provas. Det blir en Scania Citywide Low Entry, i hybridversion, försedd med system för induktiv kraftöverföring. □



Inledningsvis finns endast en laddstation, vid ändhållplatsen vid Ropsten. Här, vid den andra ändhållplatsen vid Karolinska institutet, kommer ytterligare en att installeras under året, förmodligen just där premiärbussen står på denna bild.



Den allra första turen med betalande passagerare gick på eftermiddagen den 16 mars, med laddhybridbuss nr 4904, som här just har kommit tillbaka till Ropsten. Ovanför terminalen ses tunnelbanestation Ropsten.