

# Eldrivna bussar i den moderna staden

– så skapas en infrastruktur för laddning



Rena  
Tysta  
Nära

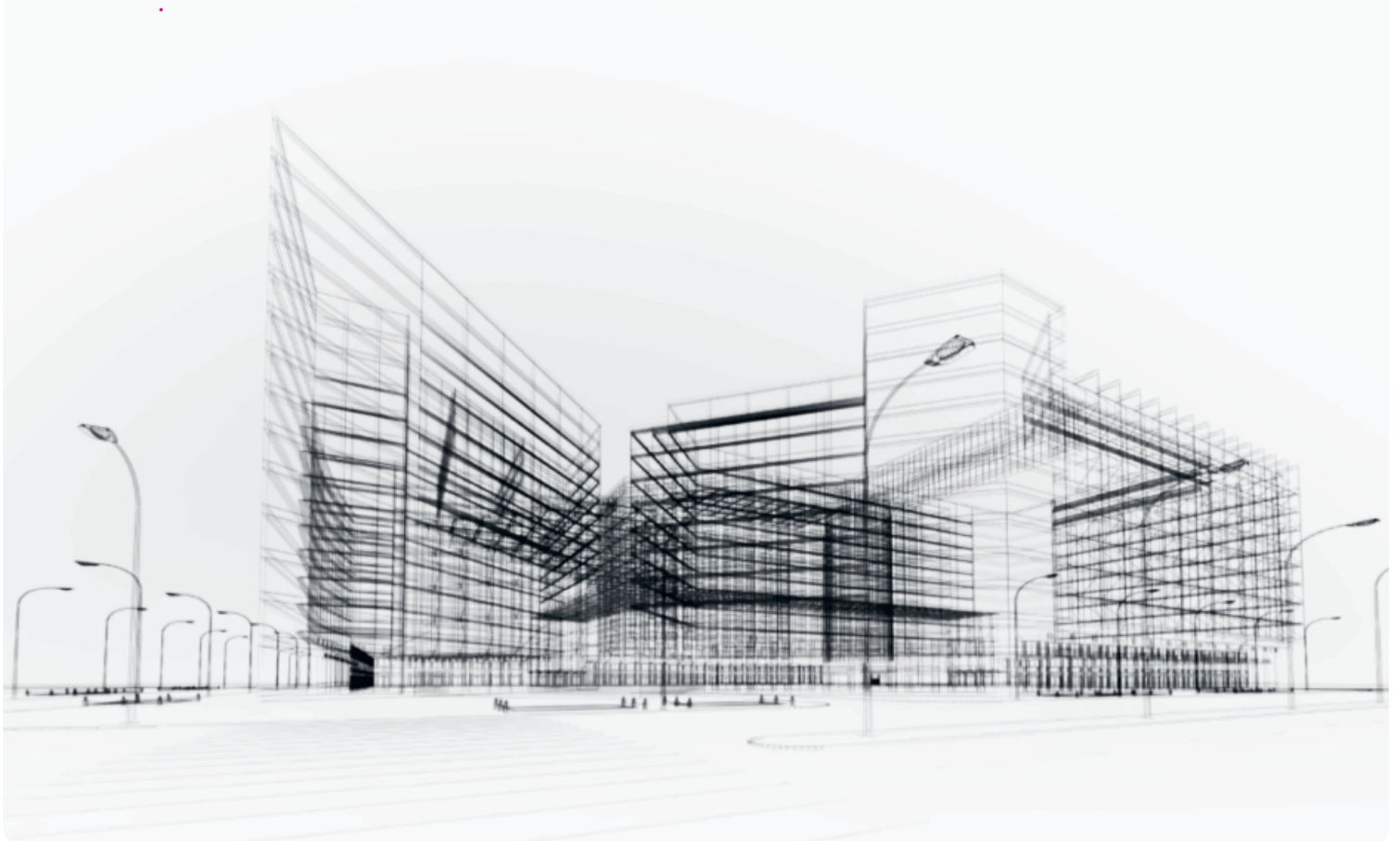


# Eldrivna bussar – den moderna staden

Eldrivna bussar i städer ger många fördelar: du slipper avgaser och buller i din närhet samtidigt som energianvändningen och utsläppen av växthusgaser minskar radikalt.

Det här öppnar för helt ny stadsplanering. Tystare bussar utan avgaser kan gå närmare människorna utan att störa, till exempel i bostadskvarter, sjukhusområden och köpcentrum.

Allt detta banar väg för mer attraktiva städer. Tekniken och strukturerna finns redan för att realisera en kollektivtrafik där eldrivna bussar är en viktig del. Här berättar vi om hur man kan etablera laddinfrastruktur med snabbbladdning för laddhybrid- och elbussar.



# God ekonomi med elbussar i stadsmiljö

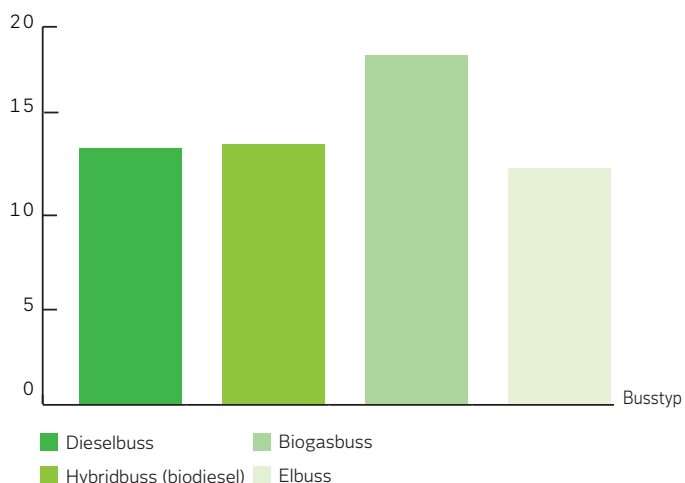
När buller och miljöutsläpp ges ett ekonomiskt värde blir elbussar ännu mer ekonomiskt attraktiva.

Om man ser till den totala kostnaden under fordonets livslängd, är elbussar konkurrenskraftiga gentemot konventionella fordon. Elbussar är något dyrare i inköpskostnad medan driftskostnaden är avsevärt lägre. El som bränsle kostar runt 1,5 kr/km, att jämföra med biogas runt 10 kr/km och diesel runt 6 kr/km.

Miljöparameter	Ekonomiskt värde
CO <sub>2</sub>	0,03-0,04 EUR/kg
NOx	0,0044 EUR/g
Partiklar	0,087 EUR/g

I EU direktivet om energieffektiva vägtransportfordon (direktiv 2009/33/EC) finns förslag på ekonomiska värden att använda för att värdera olika bränslen för transporter enligt tabellen ovan.

Kr/km (TCO 8 år)



Tabellen ovan visar TCO (Total cost of ownership) baserat på en årlig körsträcka på 60 000 km/år och där elbussen drivs med 100% el. Alla kostnader är inklusive skatter men exklusive moms.  
Källa: Vattenfall

## Framtidens bussar

Det finns ett antal olika busstyper där el är en del av driftsystemet.

### ➔ Hybridbuss

En hybridbuss har en elmotor och en förbränningsmotor som samverkar där bromsenergi återvinns och används vid acceleration. Hybridbussar kan inte laddas med extern el.

- ✓ Två motorer samverkar
- ✓ Bromsenergi återvinns och lagras
- ✓ Ingen extern laddning

### ➔ Laddhybridbuss

En laddhybridbuss har en elmotor och en mindre förbränningsmotor. Den kan köra helt på eldrift i ungefär 1 mil och har en extra säkerhet i biodieselmotorn som kan ta vid när det behövs. Bussen laddas över natten och/eller snabbaddas vid bussens ändhållplatser för att köra så mycket som möjligt på el.

- ✓ Två motorer
- ✓ Större batteri än i hybridbuss, medger längre sträckor på el
- ✓ Extern laddning av batteri
- ✓ Kan snabbaddas

### ➔ Elbuss

En elbuss laddas med extern el och drivs med en elmotor. Ett stort batteri lagrar generellt el för cirka 20 mil på en laddning över en natt. Kan ofta snabbaddas.

- ✓ En motor
- ✓ Drivs helt på el
- ✓ Större batteri än för laddhybridbussen





# Laddhybridbuss i trafik

I mars 2015 invigdes en av de första elbusslinjerna i Sverige: SL:s busslinje 73 mellan Ropsten och Karolinska Institutet i Stockholm. Det är ett samarbete mellan Vattenfall, SL och Volvo Bussar.

– SL:s busstrafik ligger idag i absolut framkant vad gäller utvecklingen kring förnyelsebara bränslen. Det är viktigt med miljöanpassade bussar för att minska kollektivtrafikens klimatpåverkan och nå målet om en fossilfri fordonsflotta till 2050, säger Kristoffer Tamsons, trafiklandstingsråd, Stockholms läns landsting.

Buslinje 73 trafikeras av 8 laddhybridbussar på en sträcka på cirka 8 km mellan ändstationerna. Bussarna kör från klockan sex på morgonen till åtta på kvällen måndag till fredag. Linjen försörjs med två laddstationer på 150 kW som laddar batteriet fullt på 6 minuter. Med ett fullt batteri kan cirka 90 procent av sträckan köras på el. Laddlösningen har utformats så att de tunga rörliga delarna av kontaktutrustningen sitter på laddstolpen. Buslinjen går igenom Norra Djurgårdsstaden som är

## Med elektrifiering av linje 73 får vi följande miljöförbättringar

Räckvidd per laddning:	ca 7 km
Antal laddstationer:	2
Tid per laddning:	6 minuter
Bränslen:	Vindel och biodiesel
Bränslebesparing:	75%
Energibesparing <sup>1</sup> :	60%
Koldioxidbesparing <sup>1</sup> :	90%
Kväveoxidbesparing <sup>1</sup> :	Mer än 75%
Partikelutsläppsbesparing <sup>1</sup> :	Mer än 75%

<sup>1</sup> Uppskattat värde. Vid användning av både el och biodiesel, jämfört med en dieselbuss Euro 6.

ett nybyggt område med uttalad miljöprofil. Inom detta område prioriteras eldrift eftersom den är avgasfri och orsakar mindre buller.

Bussarna utvärderas under två år och därefter kan vanlig kommersiell drift ske. Utvärderingen rör såväl miljövärden som förarnas, medborgarnas och operatörens erfarenheter.

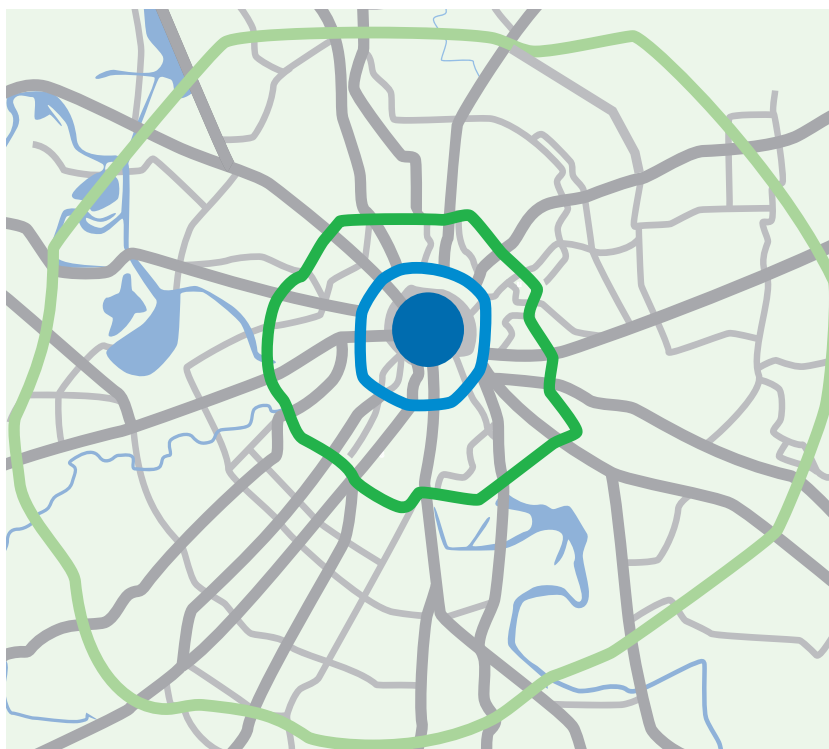


# Laddinfrastruktur

Laddhybridbussar och elbussar möjliggör elektrifiering av hela busslinjer i innerstadstrafik. För detta krävs en laddinfrastruktur, både i depåerna för nattladdning och i vissa fall snabbladdning under drift.

## Snabbladdning på 3–6 minuter vid ändhållplatser

Eldrivna bussar har betydligt lägre energibehov än andra bussar och därmed betydligt lägre bränslekostnader. För största möjliga kostnadseffektivitet ska bussarna köra så mycket som möjligt på el. Snabbladdning vid exempelvis ändhållplatserna gör detta möjligt. Med snabbladdning laddas ett batteri på cirka 3–6 minuter beroende på laddeffekt och batteristorlek.



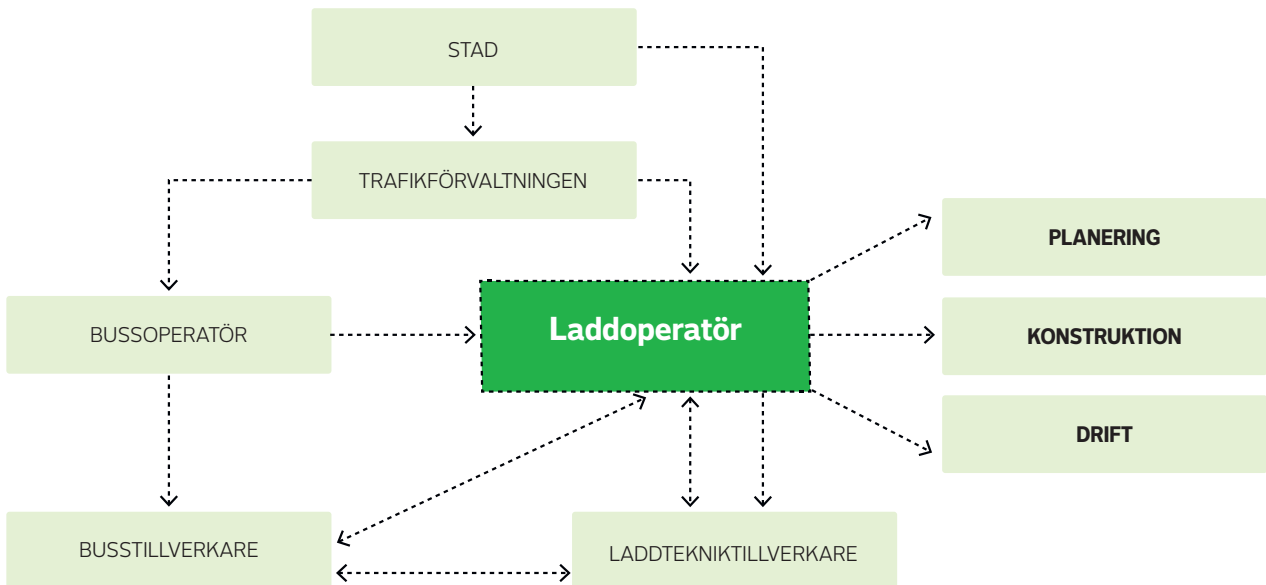
Bilden visar ett exempel på hur flera drivmedel skulle kunna samverka i den moderna staden.

- Stadskärna med eldrift
- Längre stäckor med en kombination av el och biobränslen
- Regionala transporter och fjärrtrafik med biobränslen och hybriddrift

Miljövärden för olika busstyper

Bränsletyp/EI	Fossila Bränslen		Biobränslen		Electricitet
	Dieselbuss Euro VI	Diesel hybridbuss Euro VI	Biogasbuss	Biodieselhybridbuss 100% HVO	
Busstyp och olika bränslen					<b>EI 100%</b>
Energiförbrukningar kWh/km	4,1	3	5,5	3	<b>1,4</b>
CO <sub>2</sub> eq. g/km	1250	900	125–250	50–600	<b>0–14</b>
NO <sub>x</sub> g/km	1,1	<1,1	1,4 <sup>4,5</sup>	<1,1	<b>0</b>
Partiklar PM10. g/km	0,03	<0,03	0,005 <sup>0,03</sup>	<0,03	<b>0</b>
Buller under drift, dB	77	<77	78	<77	<b>65</b>

# Laddoperatör – en expert på laddinfrastruktur



När bussarna ska köras på el uppstår en ny roll i kollektivtrafiken: laddoperatör. Laddoperatören ansvarar för att laddinfrastrukturen har den funktion och tillgänglighet som trafiken kräver. Laddoperatören kan ta ansvar för helheten eller delar av denna men framför allt är det funktionsansvaret som är det viktigaste. Kollektivtrafikmyndigheten eller kommunen upphandlar laddoperatören.

## Nära samarbete

Laddoperatören arbetar nära staden och kollektivtrafikmyndigheten. Tillsammans skapas förutsättningar för optimal stadsplanering, rätt teknikval och för att laddinfrastrukturen får en så lång livslängd som möjligt. Samarbetet är också nödvändigt för att säkerställa att laddplatser hålls fria, snöröjda och klottersanerade med mera.

## → Planering

- Teknikval kompatibelt med bussarna
- Bygglov
- Marktillstånd
- El- och nätabonnemang
- Elsäkerhet

## → Konstruktionen

- Markarbete och fundament
- Installation av transformatorstation
- Installation av laddstation
- Anslutning till elnätet
- Testfas med bussoperatör och busstillverkare

## → Drift

- Kontinuerlig IT-baserad övervakning
- Planerat underhåll
- Beredskap för akut utryckning



# Så funkar det

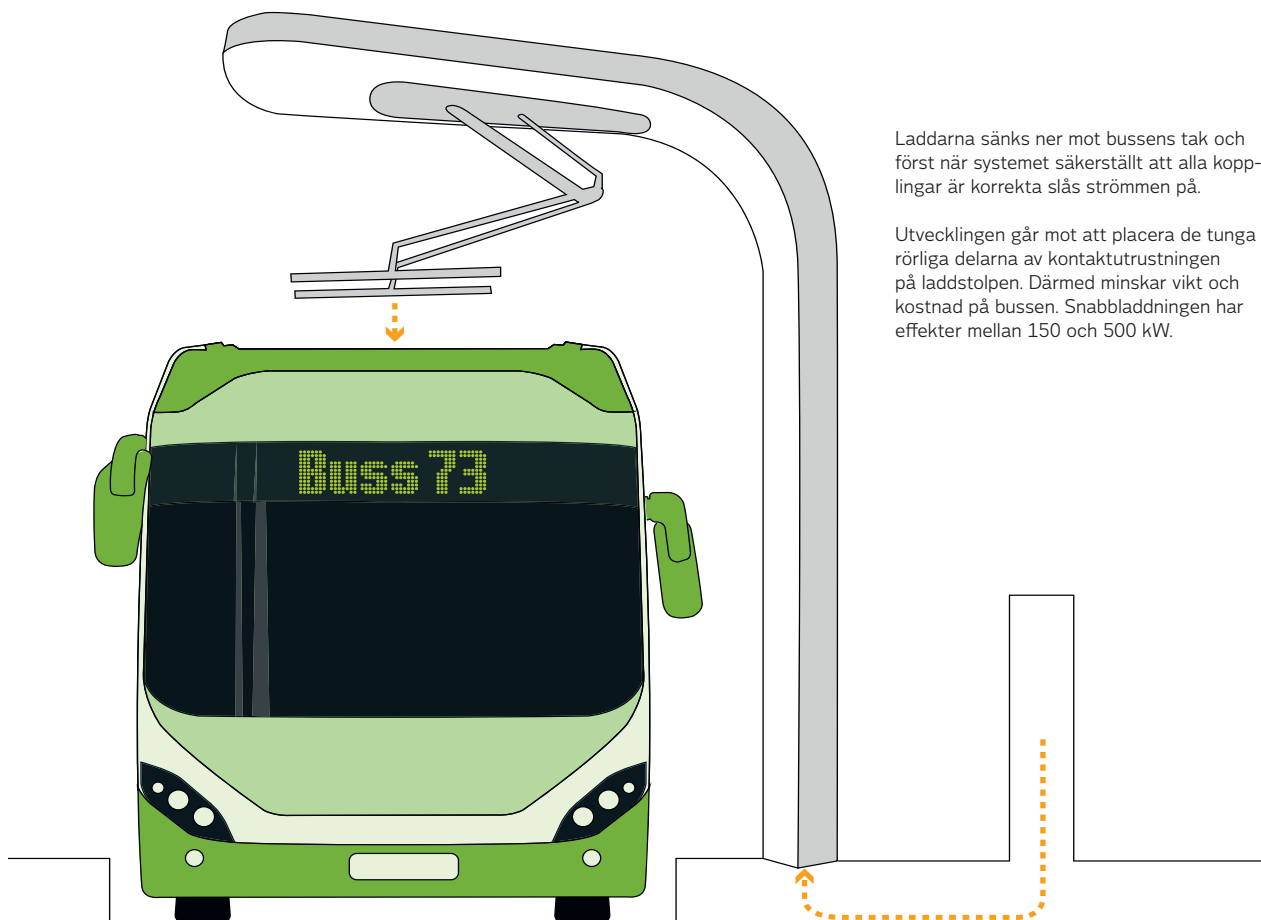
## Snabbladdning med pantograf – så fungerar det

Laddningen av bussarna sker automatiskt vid laddstationen när föraren stannar. Pantografen (laddarmen) sänks då ner till bussens tak och systemet verifierar att alla kopplingar är korrekta, först då släpps strömmen på. När batteriet är fulladdat eller bussen behöver åka avslutar föraren laddningen. Om något fel inträffar blir laddstationen omedelbart strömlös.

Laddstationen ger en fri höjd på cirka 4,75 m från marken. Om stolpen placeras vid bussens vänstra sida till exempel i en bussficka kan den placeras nära

väggkanten. Om stolpen placeras vid bussens högra sida behövs utrymme för passagerare, snöröjning och städning av trottoar och hållplats.

Förutom laddstationen krävs oftast en ny transformatorstation. Nätanlutningen kan vara från 400 V eller högre. I en del fall kan vissa förstärkningar av elnätet krävas. En serviceentreprenör undersöker förutsättningarna på den aktuella platsen. Även markförhållandena undersöks eftersom laddstolpen kräver ett fundament och dragning av kablar.



“På 20 års sikt tror vi att merparten av alla vägtransporter i städerna kommer att vara eldrivna.”

Andreas Regnell,  
strategichef på Vattenfall.

# Vattenfalls erbjudande som laddoperatör

Vattenfall erbjuder kommuner och kollektivtrafikmyndigheter att stötta och ta ansvar för laddinfrastrukturen, i tät dialog med bussoperatör och stad.

## Planering

I en inledande fas kommer parterna överens om vilka busslinjer som ska elektrifieras. Vilka linjer som är mest lämpade beror på flera faktorer, bland annat miljökrav, bussruter och laddningsmöjligheter. När linjerna har identifierats görs en mer detaljerad planering där bland annat placering av laddstationer och teknikval klagörs. När planeringen är klar kan en kostnadsuppskattning tas fram och en tidsplan sättas.

## Konstruktion


Nu kan byggandet av laddinfrastruktur inledas. I denna fas ansöks om bygglov, marktillstånd och elabonnemang. Teknik upphandlas, installeras och idrifttas. Innan linjen trafikeras genomförs en testfas tillsammans med bussarna.

## Drift

När laddstationerna tagits i drift övervakas de kontinuerligt via Vattenfalls IT-plattform. Planerat underhåll utförs löpande och beredskap finns för akuta utryckningar. Via plattformen övervakas laddstationerna i realtid. Tack vare detta kan eventuella problem med laddningen snabbt upptäckas och åtgärdas. Genom plattformen erhålls löpande information och historik om vem, hur och när laddning har skett. Vissa nyckelfunktioner kan fjärrmanövreras.

Under denna fas stöttar vi bussoperatörerna och för en löpande dialog med busstillverkarna för att hela systemet skall fungera optimalt och utvecklas vidare.





Med eldrift skapas helt nya förutsättningar för städer att uppnå miljömål, öka attraktionen hos kollektivtrafik och skapa den moderna staden.

Eldriften möjliggör trafik utan avgaser, sänkt buller och minskad energianvändning.

**För mer information kontakta:**  
mattias.lindblom@vattenfall.com  
Telefon: +46 730 38 98 62

Läs gärna mer om el som bränsle på  
[www.vattenfall.se/laddaelbilen](http://www.vattenfall.se/laddaelbilen)

Vattenfall AB  
169 92 Stockholm

Besöksadress:  
Evenemangsgatan 13C  
169 56 Solna

[www.vattenfall.se](http://www.vattenfall.se)

