



Zkušenosti z provozu trolejbusu s bateriovým pomocným pohonem v BBG Eberswalde

SOLARIS Trollino 18 AC - BAT

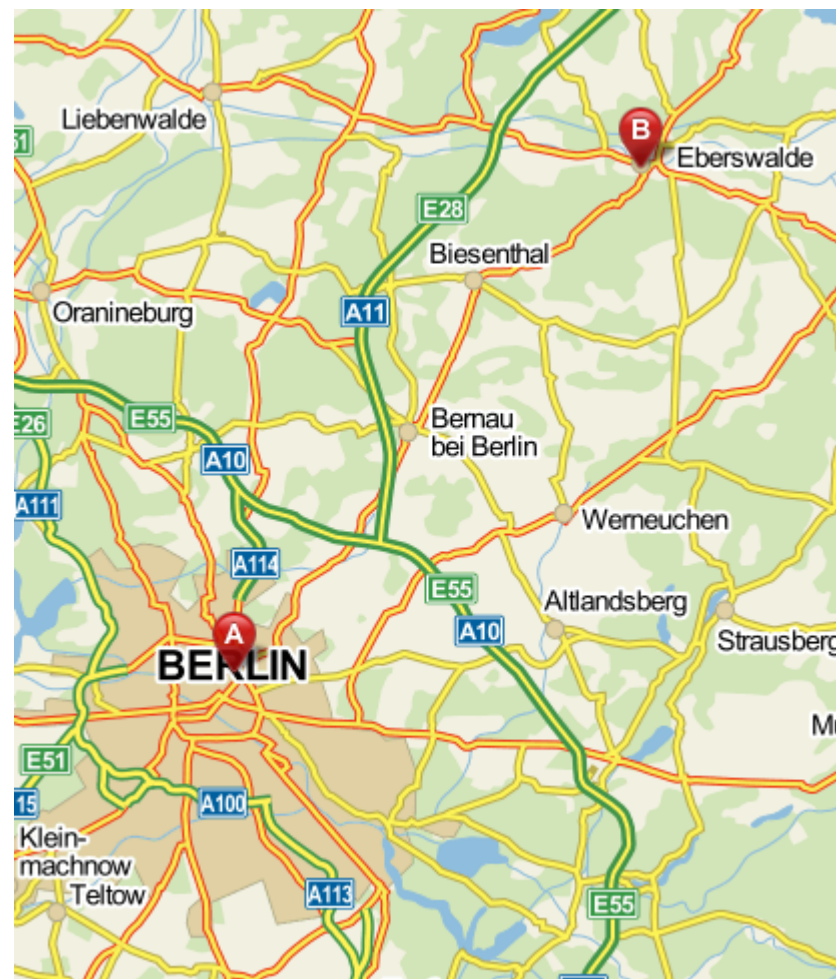
Brno, říjen 2013

Cegelec

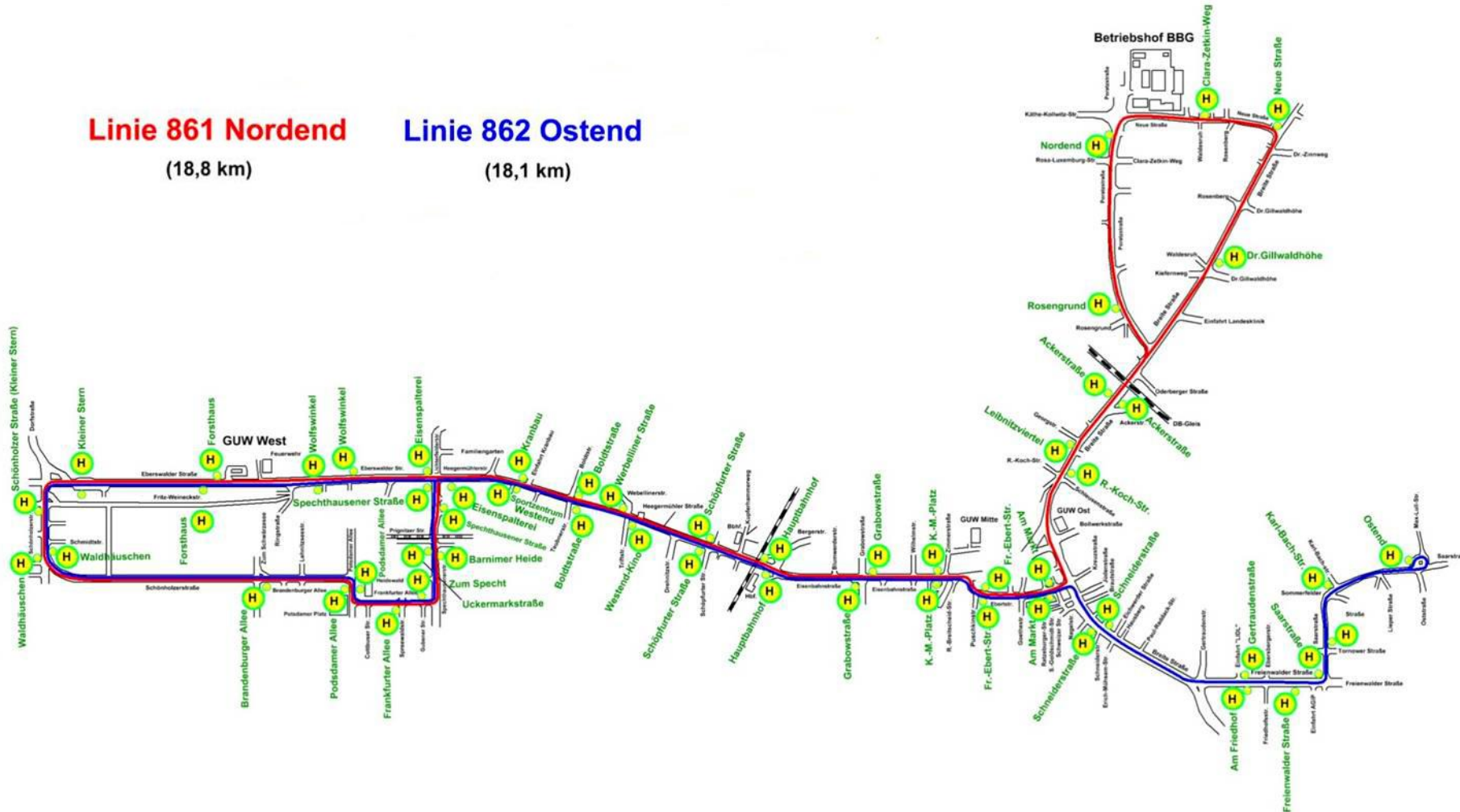
Trolejbusový provoz v Eberswalde

Současný provoz trolejbusů nepřetržitě od r. 1941

- BBG (Barnimer Bus Gesellschaft s.r.o.)
- 240 pracovníků
- 116 autobusů
- 12 trolejbusů Solaris/Cegelec
- 2 trolejbusové linky: 861 (18,8 km) a 862 (18,1 km)



(18,1 km)



Trolejbusy Solaris/Cegelec v Eberswalde



Inv. č. 051 – 061 APU + SCAP

- 2010 – 3 vozidel
- 2011 – 6 vozidel
- 2012 – 2 vozidla

Inv. č. 063 BAT + SCAP

- 2012 – 1 vozidlo

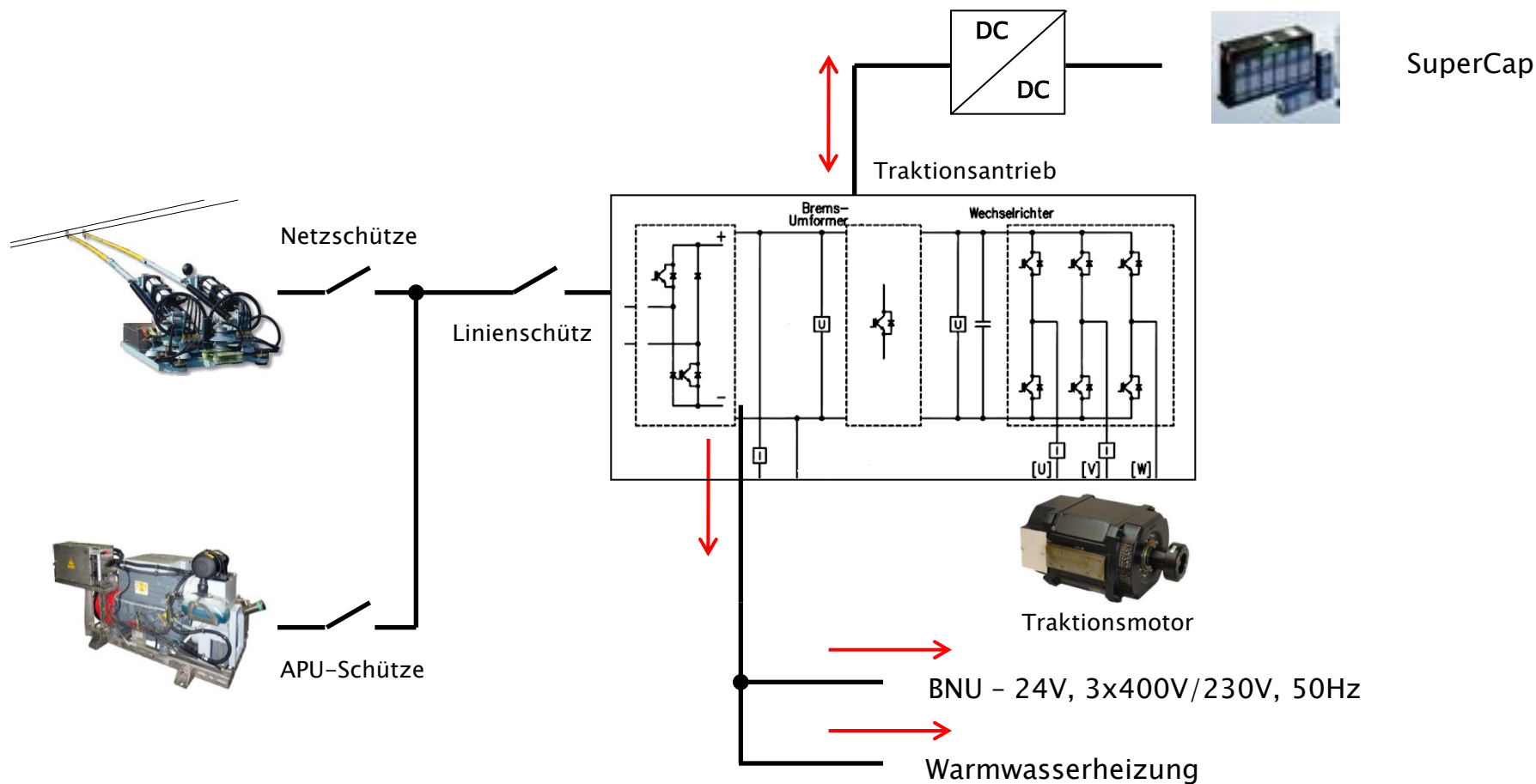


Solaris Trollino 18 Eberswalde Řešení s dieselaagregátem



Solaris Trollino 18 Eberswalde

Řešení s dieselagregátem – schéma zapojení



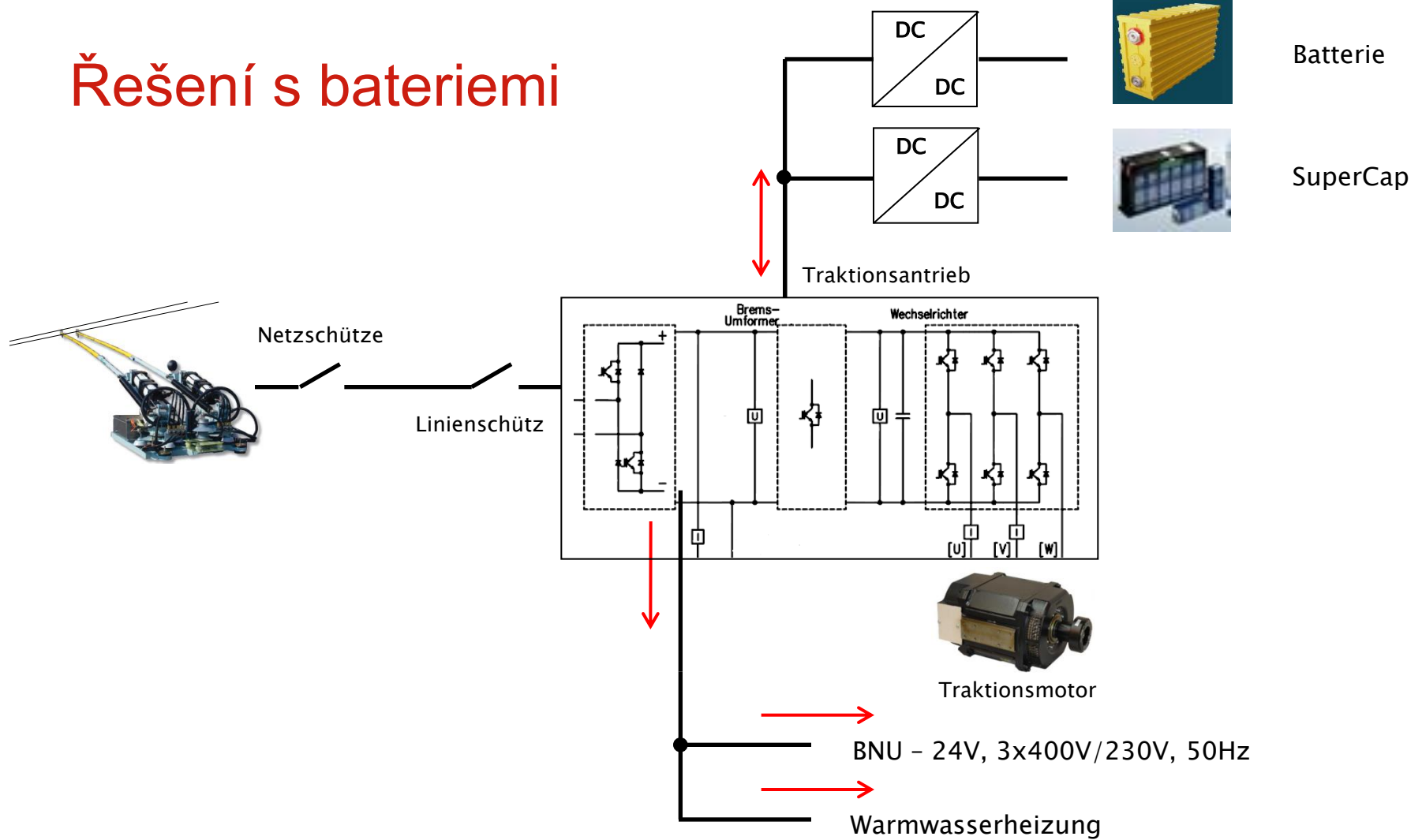
Solaris Trollino 18 Eberswalde “Zero Emission Vehicle”



Solaris Trollino 18 Eberswalde “Zero Emission Vehicle”



Řešení s bateriemi



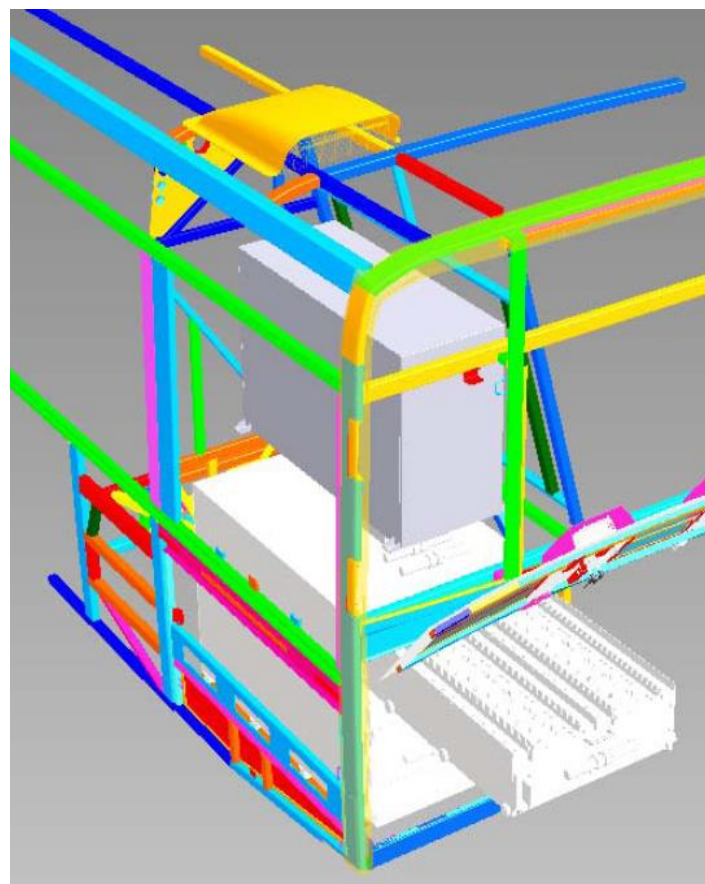
Řešení s bateriemi (místo dieselagregátu)

Výhody:

- + jízda s pomocným pohonem bez emisí
- + tichý chod

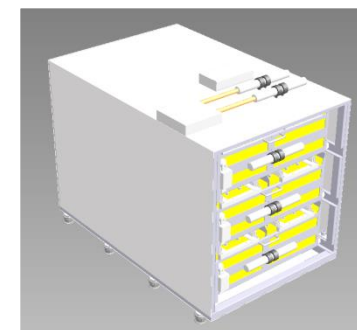
Nevýhody:

- Omezená dojezdová vzdálenost
- Nabíjecí časy



Parametry systému:

➤ Počet článků	2x 108 kusů v série
➤ Kapacita	200 Ah
➤ Napětí (Minimum-/jmenovité-/nabíjecí napětí)	308 / 352 / 377 / 395 V
➤ Proud (Nabíjecí-/Vybíjecí proud)	0,5C / 2C = 100/ 400 A
➤ Celková energie	70,4 kWh
➤ Využitelná energie (SOC 25 – 85%)	42,2 kWh
➤ Využitý výkon	120 kW
➤ Hmotnost (jen bateriové články)	756 kg
➤ Hmotnost vč. skříně	1020 kg

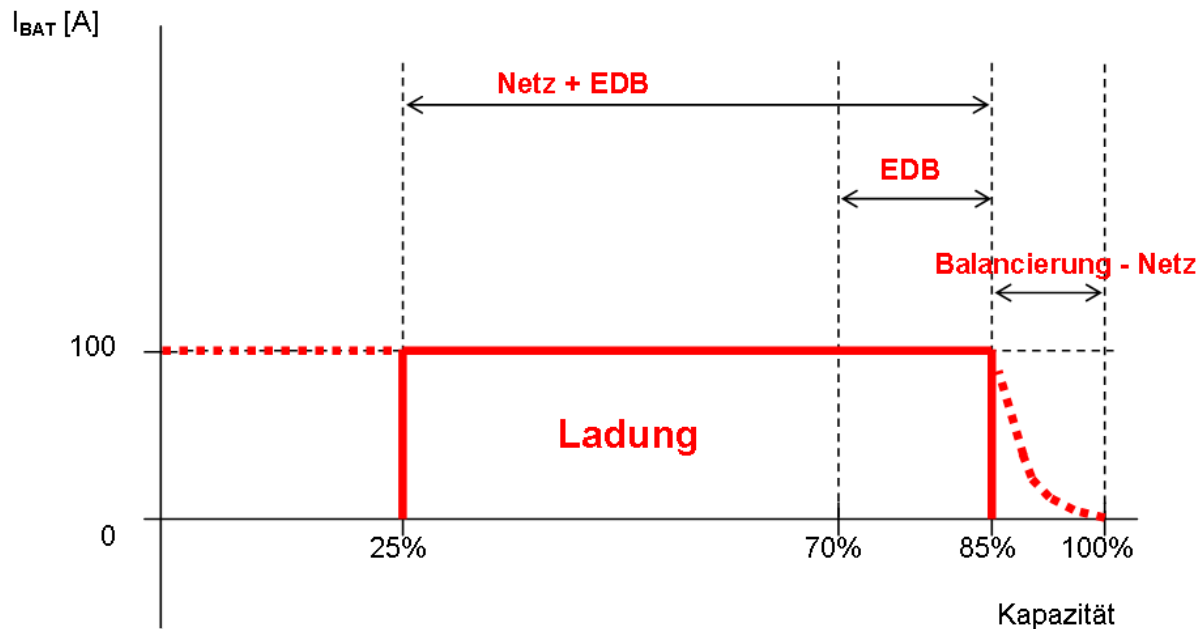


Parametry systému

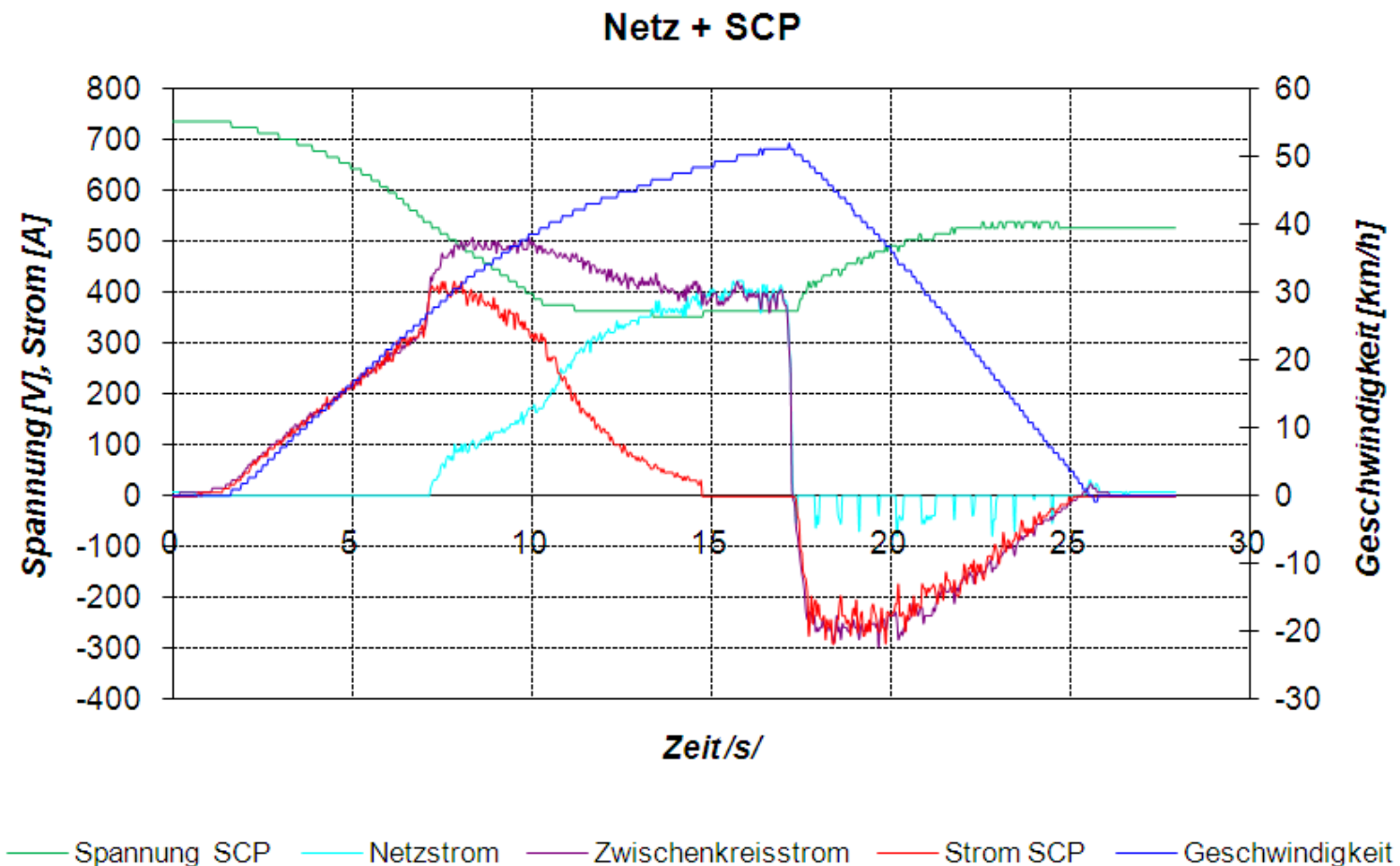
- Doba nového nabíjení (SOC 25 – 85%) cca 75 minut
- Doba opakovaného nabíjení(po projetí trasy 5 km – požadavek BBG)
cca 20 minut
- Počet opakovaných cyklů nabíjení (SOC 25 – 85%)
3.000 cyklů
- Počet opakovaných cyklů - předpoklad (po projetí trasy 5 km
požadavek BBG)
cca 12.000 cyklů

Diagram pracovního rozsahu baterie - nabíjení

- Trasa 5 km (požadavek BBG) – mezi 70 – 85%, tzn. kromě další energie z troleje, nabíjení jen prostřednictvím EDB

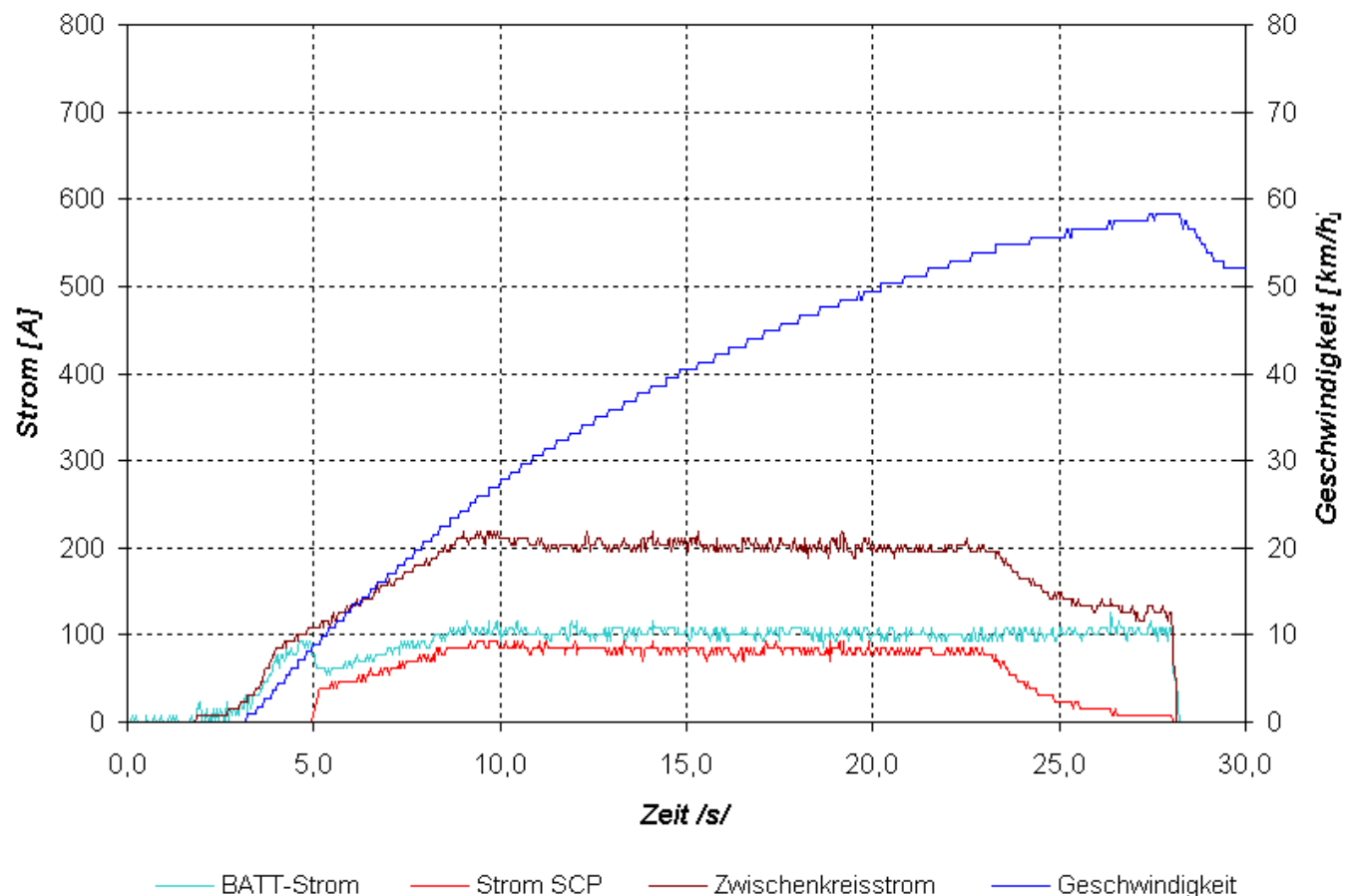


Rozjezd trolejbusu – provoz pod trolejí



Rozjezd trolejbusu – pomocný pohon (BAT + SCP)

BATT + SCP



- Možnost nasazení stacionárních zásobníků – průzkum v rámci EU projektu trolley
- Dvě studie Fraunhofer Institut:
 1. Instalace SCAP v měnící -> návratnost za 7 let
Výsledek: v nejvýhodnějším případě amortizovat statický zásobník na měnící po 7 letech.
 - 2) Instalace SCAP v měnící při současné instalaci SCAP v každém trolejbusu -> není nutné téměř veškerá rekuperovaná energie je kompenzována SCAP na vozidle
Výsledek: téměř všechna rekuperační energie bude kompenzována provozem se SCAP, nasazení dodatečných statických zásobníků se nevyplatí

Zdroj: Fraunhofer Institut, Dipl.-Ing.Klausner, Dr.-Ing.Knote:

- 1.Netzwerkberechnung und Entwurfsplanung für energieeffizienten O-Bus Betrieb der Barnimer Busgesellschaft mbH vom Juli 2011
- 2.Ergänzende Untersuchung über die Auswahl und den Einsatz eines Energiespeichers im Fahrleitungsnetz von Obussen vom April 2012

Nasazení Supercapů na trolejbusech Solaris/Cegelec v Eberswalde



Testování v praxi: Srovnání bilance energie na dvou trolejbusech s proudovou brzdou (rekuperace) během celé denní služby (13 okruhů)

Výsledek:

Vozidlo 057 (11.01.2013, -7°C)	Vozidlo 063 (11.01.2013, -7°C)
Celková energie ze sítě: 801,86 kWh	Celková energie ze sítě: 826 kWh
Z toho trakční energie: 486,93 kWh	Z toho trakční energie: 515,44 kWh
Vyrobená energie (rekuperace): 150,16 kWh	Vyrobená energie (rekuperace): 162,79 kWh
Spotřeba topení: 331,11 kWh	Spotřeba topení: 321,56 kWh
Vlastní potřeba vozu: 61,38 kWh	Vlastní potřeba vozu: 68 kWh
Ujetá trasa na síti: 237 km	Ujetá trasa na síti: 241 km
Podíl brzdové energie na trakční energii: 30,83%	Podíl brzdové energie na trakční energii: 31,58%
Podíl brzdové energie na celkové energii: 18,72%	Podíl brzdové energie na celkové energii: 19,71%
Specifická spotřeba energie vozidla: 3,38 kWh/km	Specifická spotřeba energie vozidla: 3,43 kWh/km

Specifická spotřeba energie předchozích trolejbusů (ÖAF NGE152) tradiční rekuperace bez zásobníku energie dosáhla 3,34 kWh/km!!!!

Nasazení Supercapů na trolejbusech Solaris/Cegelec



Testování v praxi: Srovnání bilance energie trolejbusu s trolejbusem bez proudové brzdy (rekuperace) během celé denní služby (13 okruhů)

Výsledek:

Vozidlo 057 (11.01.2013, -7°C)	Vozidlo 059 (18.01.2013, -7°C)
Celková energie ze sítě: 801,86 kWh	Celková energie ze sítě: 819,75 kWh
Z toho trakční energie: 486,93 kWh	Z toho trakční energie: 441,35 kWh
Vyrobená energie (rekuperace): 150,16 kWh	Vyrobená energie (rekuperace): 14,15 kWh
Spotřeba topení: 331,11 kWh	Spotřeba topení: 319,9 kWh
Vlastní potřeba vozu: 61,38 kWh	Vlastní potřeba vozu: 61,77 kWh
Ujetá trasa na síti: 237 km	Ujetá trasa na síti: 185 km
Podíl brzdové energie na trakční energii: 30,83%	Podíl brzdové energie na trakční energii: 0,03%
Podíl brzdové energie na celkové energii: 18,72%	Podíl brzdové energie na celkové energii: 0,017%
Specifická spotřeba energie vozidla: 3,38 kWh/km	Specifická spotřeba energie vozidla: 4,43 kWh/km

1. Spotřeba energie je sledována u všech trolejbusů Solaris Trollino od prvního uvedení do provozu– poslední kompletní sledování bylo provedeno v 10/2012 -> průměrná spotřeba energie ze sítě **2,361 kWh/km**
2. Specifická spotřeba energie trolejbusu č. 059 18.01.2013 **4,43 kWh/km** při konkrétních provozních podmínkách a při konkrétním počasí
3. Průměrná spotřeba energie při předchozím typu trolejbusu (ÖAFNGE152) **2,34 kWh/km**

Hybridní trolejbusový systém v Eberswalde – provoz s APU nebo BAT



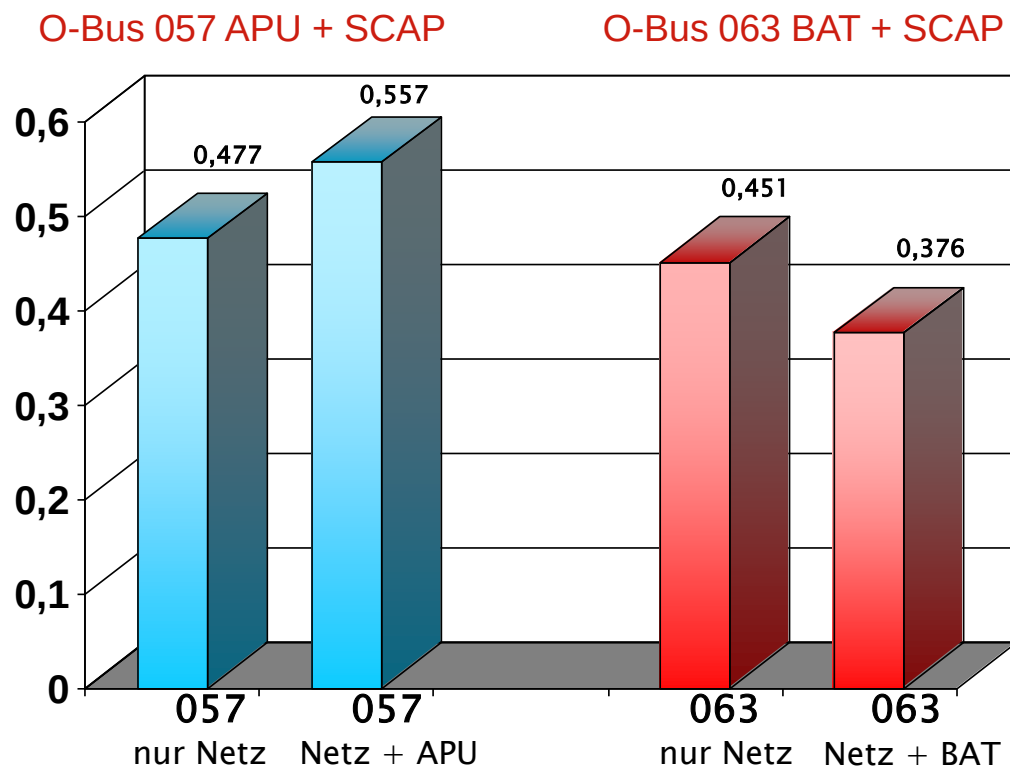
**Srovnání trolejbusového dieselového hybridního provozu s
trolejbusovým bateriovým hybridním provozem**

Srovnání provozních nákladů APU a BAT-podíl vozidla

057 dne 18.01.2013 (-2°C)	063 dne 30.01.2013 (-3°C)
Jízdní vzdálenost s APU: 40,3 km	Jízdní vzdálenost s BAT: 40,3 km
Spotřeba paliva: 26 L	Spotřeba elektric.energie: 78,28 kWh
S dieselovými náklady 1,14 €/l: 0,735 €/km	S náklady na elektro energii 0,143 €/kWh: 0,278 €/km
(přitom potřeba energie pro topení: 20,89 kWh)	(přitom potřeba energie pro topení: 27,95 kWh)

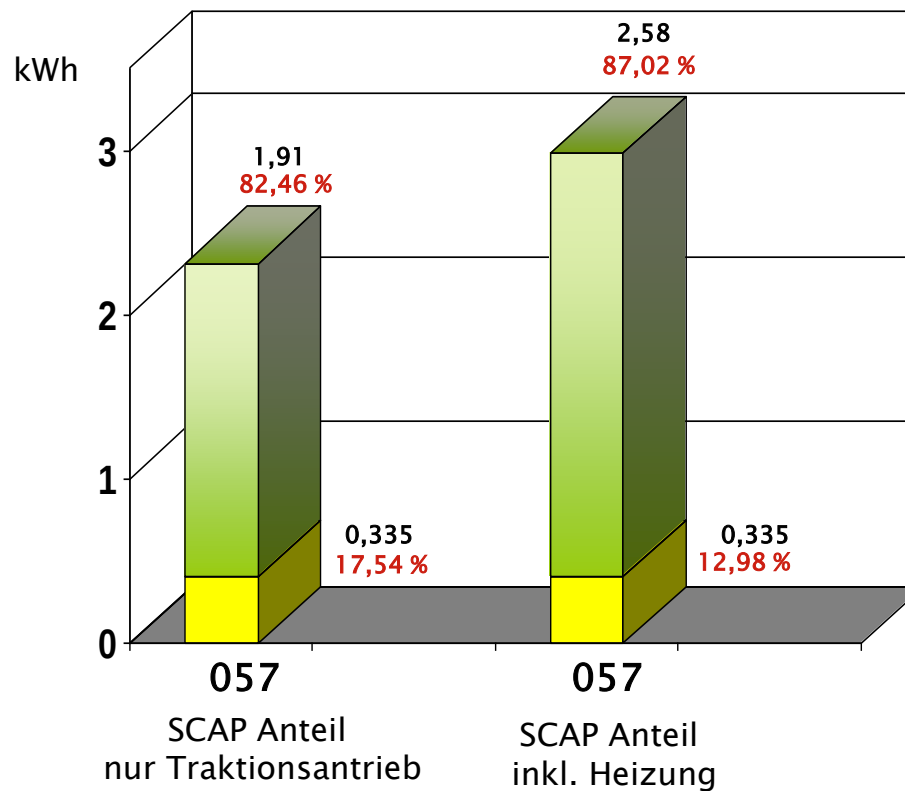
Spotřeba energie na 1km v EUR/km

Zimní podmínky včetně topení



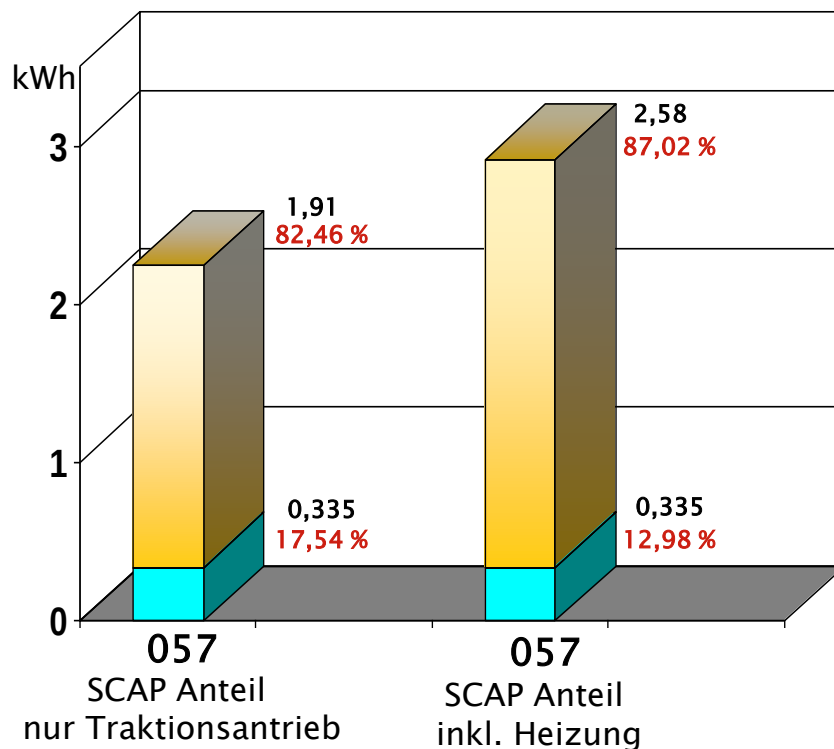
Spotřeba energie v kWh/km SCAP podíl

O-Bus 057 APU + SCAP



Spotřeba energie v kWh/km SCAP podíl

O-Bus 057 APU + SCAP



Trolejbus od 08/2011 v provozu

Celkový výkon	94 016 km do 18.01.13
Spotřeba energie vč.topení	242.561,28 kWh
Cena	34.686,26 EUR
Úspora prostřednictvím SCAP	31.495,36 kWh
Cena	4.503,86 EUR

Spotřeba energie

Trolejbus 057 s APU + SCAP Trolejbus 063 s BAT + SCAP

BBG Eberswalde

Datum	Fhz.	Energie		Energie	Distanz		Distanz	Distanz	Distanz	Preis		Kosten		Kosten/km		Kosten	
		Netz	Kraftstoff	BATT	Total	Netz	APU	BAT		Energie	Kraftstoff	Netz	Netz	Kraftstoff	Kraftstoff	TOTAL	TOTAL
		kWh	Liter	kWh	km	km	km	km		€/kWh	€/Liter	€	€/km	€	€	€/km	€/km
11.1.2013	057	806,82	0	-	242,0	242,0	-	-	-	0,143	1,14	115,375	0,477	0,00	-	115,375	0,477
18.1.2013	057	676,76	26	-	227,0	186,7	40,3	-	-	0,143	1,14	96,777	0,518	29,64	0,735	126,417	0,557
29.1.2013	063	724,63	0	53,58	238,4	189,0	-	49,4	-	0,143	1,14	103,622	0,548	0,00	-	103,622	0,435
30.1.2013	063	642,73	0	78,28	244,2	203,9	-	40,3	-	0,143	1,14	91,910	0,451	0,00	-	91,910	0,376

Datum	Fhz.	Distanz	Energie für Heizung				
		Total	Netz	APU	BAT	Total	Total/km
		km	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh/km
11.1.2013	057	242,0	331,11	0	0	331,1	1,37
18.1.2013	057	227,0	332,05	20,89	0	352,9	1,55
29.1.2013	063	238,4	253,13	0	21,69	274,8	1,15
30.1.2013	063	244,0	177,66	0	27,95	205,6	0,84

= Kosten Netz / Distanz Netz
 = Kosten TOTAL / Distanz TOTAL

Tabulka ukazuje spotřebu energie při konkrétní klimatických podmínkách vč. topení -> daň komfortu

Děkuji Vám za pozornost

**Cegelec a.s.
Chodovská 3/228
141 00 Praha 4
Česká republika**

**Tel.: +420 272 773 341
Fax: +420 272 772 472
E-mail: vytous@cegelec.cz
www.cegelec.cz**

**V prezentaci použity závěry z první části měření spotřeby el.energie v
r.2013 v BBG Eberswalde**