



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# **Elektromobilita v městské hromadné přepravě osob**

## **Elektrobusy – hromadné dopravní prostředky pro 21. století**

**Ing. Jan Černý, hlavní konstruktér**  
**Ing. Lukáš Pech**



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# OBSAH

## Cíle MHD pro 21. století

### Realizované E-busy SOR

- 1. Realizované projekty trolejbusů
- 2. Trolejbusy SOR v sériové výrobě
- 3. Hybridní kloubový autobus
- 4. Typová řada elektrobusů

### Ekonomický pohled na alternativní pohony autobusů

### Dosavadní zkušenosti s provozem elektrobusů

### Perspektivy dalšího vývoje elektrobusů

### Závěr



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## Cíle MHD pro 21. století

|                        | Tramvaj | Autobus | Hybridní autobus | Trolejbus | Elektrobus |             |
|------------------------|---------|---------|------------------|-----------|------------|-------------|
|                        |         |         |                  |           | nyní       | další vývoj |
| Flexibilní             | -       | ++      | ++               | -         | ++         | ++          |
| Lokálně bezemisní      | +       | --      | -                | +         | +          | +           |
| Snížená hluchnost      | -       | --      | -                | +         | ++         | ++          |
| Pohodlná pro cestující | +       | +       | +                | +         | (-)        | +           |
| Dostatečně kapacitní   | ++      | ++      | +                | +         | -          | +           |
| Ekonomická             | -       | +       | -                | -         | (-)        | +           |

**Řešení: elektrobus bude po bouřlivém vývoji v trvání cca pěti let nejlépe splňovat zvýšené požadavky pro MHD**



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů







Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.1. Trolejbus TN12 A v karoserii autobusu SOR BN12

### Hlavní koncepční znaky

- Trakční motor SKD 120 kW
- Dvoustupňová převodovka PRAGA s neutrálem
- Trakční měnič v motorovém prostoru (firma EP Pintr + Czetro)
- Bez měniče pro pomocné pohony
- Pohon vzduchového kompresoru a čerpadla servořízení od předního konce trakčního motoru



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.1. Trolejbus TN12 A

### Přínosy

- Lehká karoserie
- Lehká elektrovýzbroj
- ⇒ pohotovostní hmotnost 9 300 kg
- ⇒ úspora hmotnosti 400 kg



Městská doprava



Meziměstská doprava

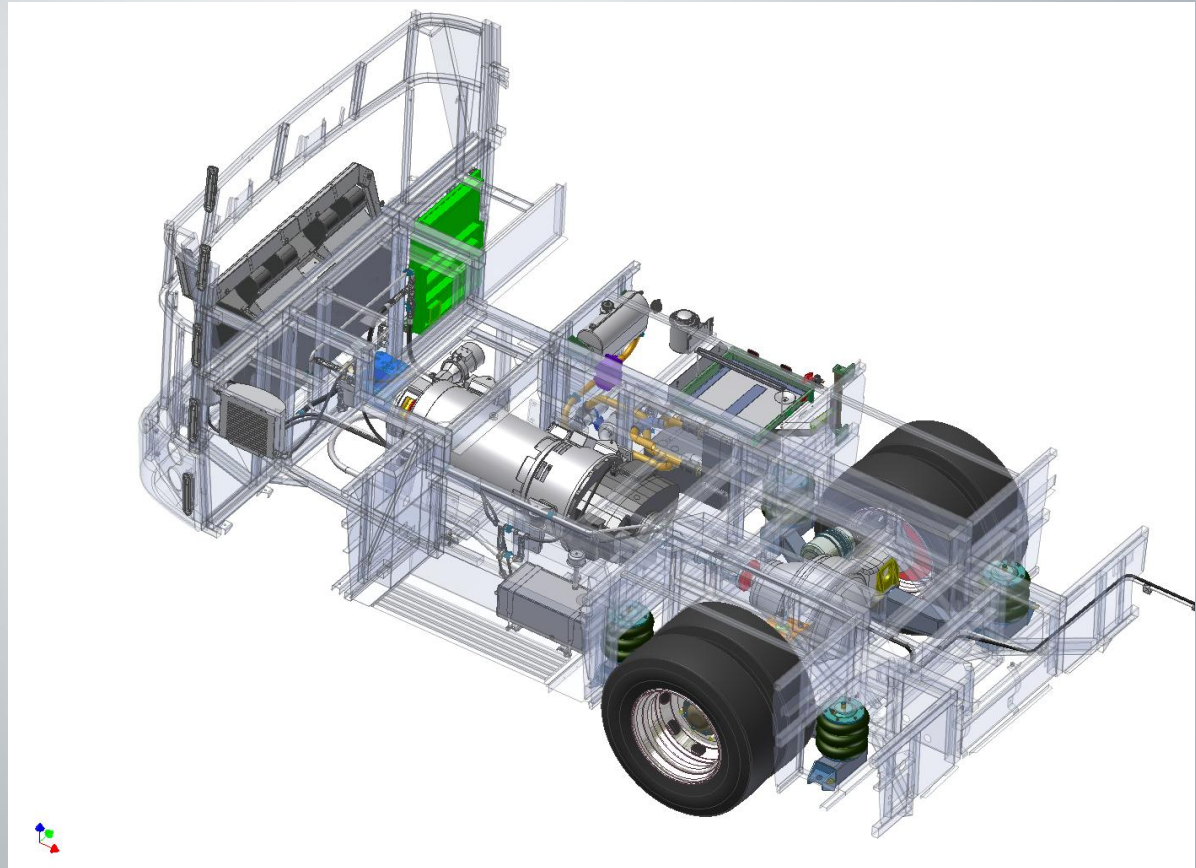


Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.1. Trolejbus TN12 A

### Zástavba agregátu





Městská doprava



Meziměstská doprava

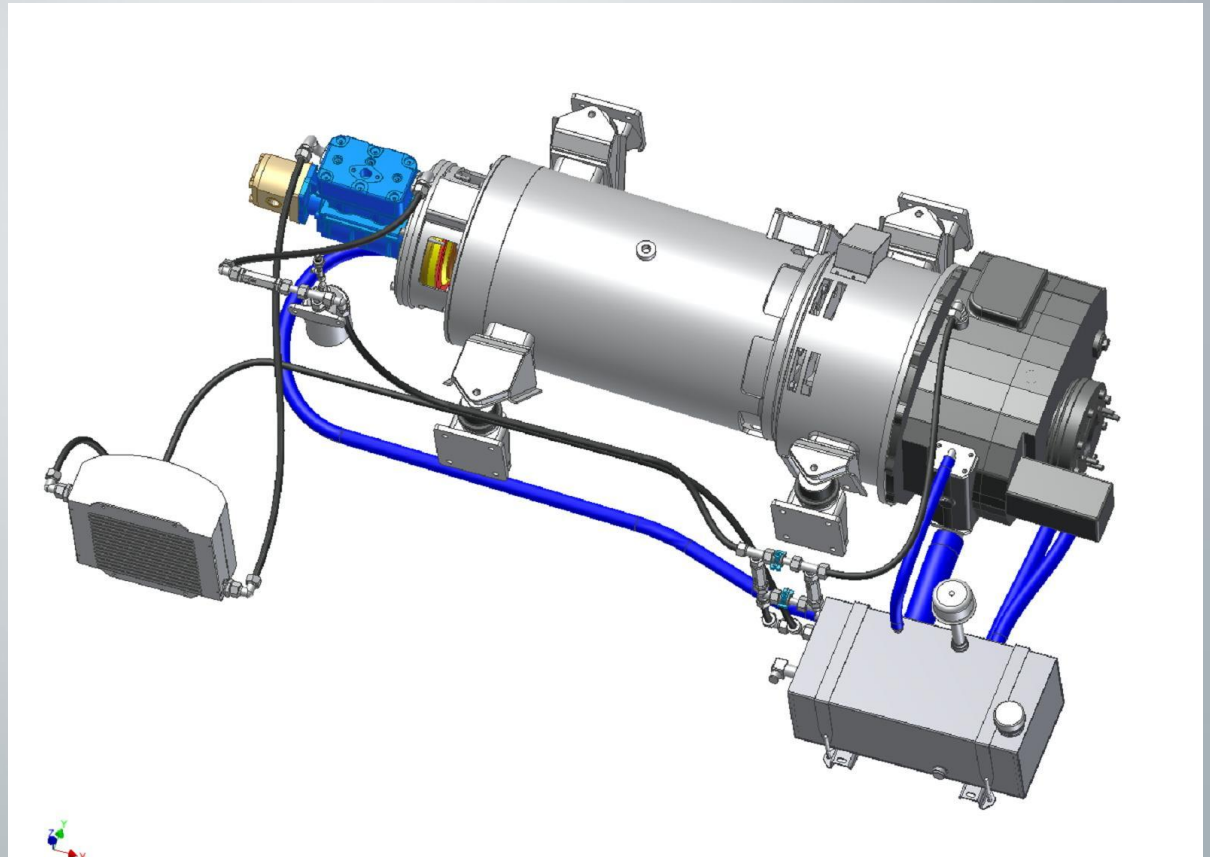


Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.1. Trolejbus TN12 A

### Trakční agregát







# 1. Realizované projekty trolejbusů

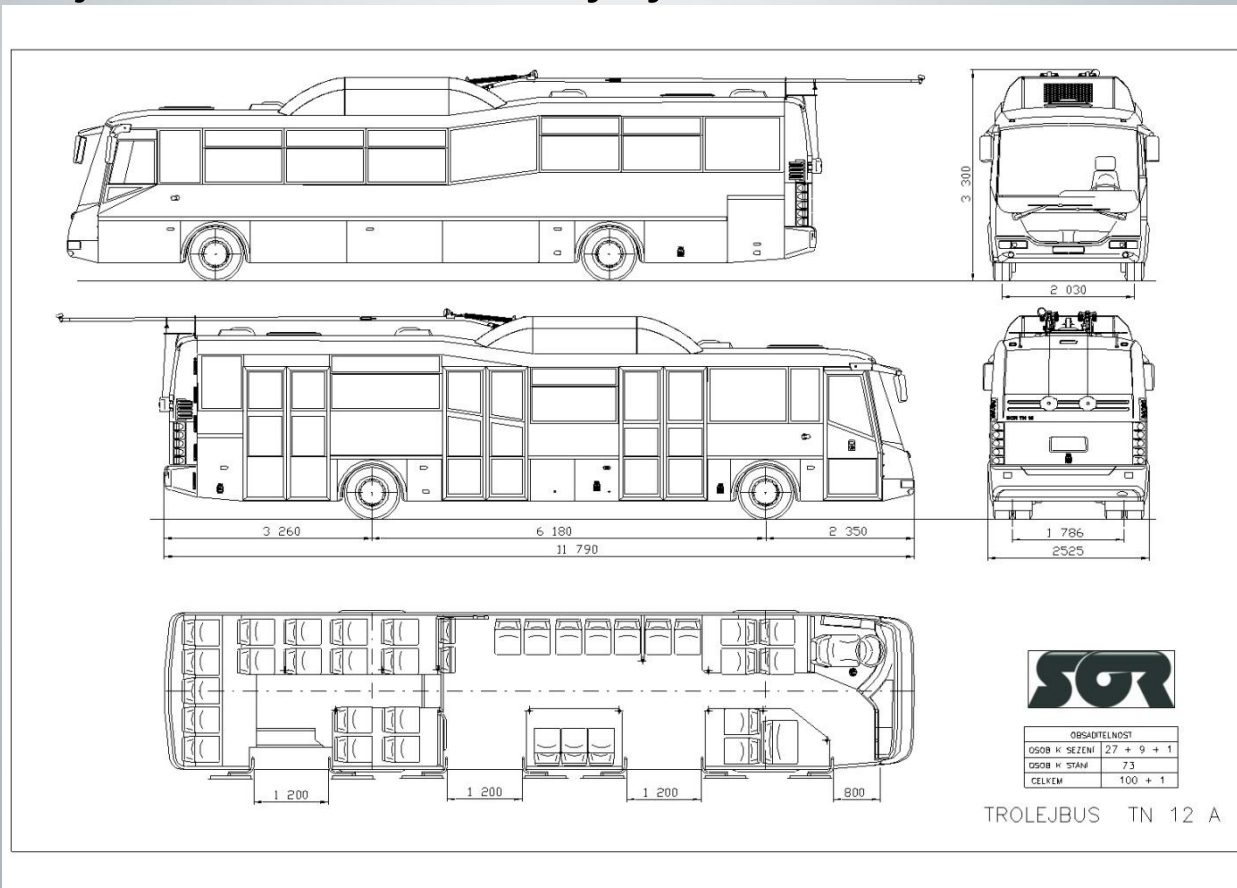
## 1.1. Trolejbus TN12 A





# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.1. Trolejbus TN12 A – zástavbový výkres





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.5. Hlavní technická data trolejbusů SOR

**TECHNICKÉ PARAMETRY TROLEJBUSU SOR TN 12 A**

| typ           | TN 12 A                    |      | městský trolejbus |            |
|---------------|----------------------------|------|-------------------|------------|
|               | provedení dveří            |      | čtyřdveřové       | třídveřové |
| rozměry       | délka                      | mm   | 11 790            | 11 790     |
|               | šířka                      | mm   | 2 525             | 2 525      |
|               | výška                      | mm   | 3 300             | 3 300      |
|               | rozvor náprav              | mm   | 6 180             | 6 180      |
|               | přední převis              | mm   | 2 350             | 2 350      |
|               | zadní převis               | mm   | 3 260             | 3 260      |
|               |                            |      |                   |            |
| karoserie     | počet dveří                |      | 4                 | 3          |
|               | šířka předních dveří       | mm   | 810               | 810        |
|               | šířka středních dveří      | mm   | 1210              | - - -      |
|               | šířka středních dveří      | mm   | 1210              | 1210       |
|               | šířka zadních dveří        |      | 1210              | 1210       |
|               | nástupní výška             | mm   | 320               | 320        |
|               | výška podlahy vpředu       | mm   | 340               | 340        |
|               | výška podlahy vzadu        | mm   | 800               | 800        |
| hmotnost      | provozní                   | kg   | 9 600             | 9 600      |
|               | maximální techn. přípustná | kg   | 16 500            | 16 500     |
| obsaditelnost | k sezení                   |      | 27                | 30         |
|               | k stání                    |      | 73                | 70         |
|               | celkem                     |      | 100               | 100        |
| vlastnosti    | konstr. rychlost           | km/h | 75                | 75         |
|               | vnější obrysový poloměr    | mm   | 11 100            | 11 100     |
|               | nájezdový úhel vpředu      | °    | 9                 | 9          |
|               | nájezdový úhel vzadu       | °    | 8                 | 8          |



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.5. Hlavní technická data trolejbusů SOR

### TECHNICKÉ PARAMETRY TROLEJBUSU SOR TN 12 A

|                  |                                                                                    |                                         |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| trakční motor    | SKD Trade a.s.                                                                     | ATM 120 W01, 120 kW                     |
| převodovka       | Praga                                                                              | 2PS / 120.00                            |
| přední náprava   | SOR BN 004                                                                         | nezávislé zavěšení                      |
| zadní náprava    | DANA G150                                                                          | tuhá, jednostupňová redukce, $i=6,50$   |
| sběrač           | Esko s.r.o. / Elerpro s.r.o.                                                       | 750 V DC, 600 A, zdvih 3.7 - 6.2 m      |
| trakční měnič    | Pintr EP s.r.o.                                                                    | SBC 10                                  |
| pérování         | pneumatické                                                                        | vlnovcové pružiny, vpředu 2 / vzadu 4   |
|                  | ovládání                                                                           | elektronické, Wabco ECAS                |
| tlumiče          | Brano                                                                              | kapalinové, vpředu 2 / vzadu 4          |
| kola             | pneumatiky                                                                         | 285 / 70- R19,5                         |
|                  | disk                                                                               | 19,5x7,5"                               |
| brzdy            | Alfa Union                                                                         | elektrodynamická, brzdový odporník OR35 |
|                  | Wabco PAN19-1                                                                      | kotoučové, vzduchem ovládané            |
| ABS/ASR          | Wabco                                                                              | systém 4S/4M, verze E                   |
| řízení           | RBL C 500V                                                                         | hydraulické monoblokové                 |
| topení           | elektrický bojler                                                                  | výměník olej/voda, 28 kW                |
| elektroinstalace | standardní                                                                         | elektrická výbava vozu                  |
|                  | CAN-bus SAE 1939                                                                   | kommunikace elektronických systémů vozu |
| akumulátory      | Varta                                                                              | 24V / 170 Ah                            |
| výbava na přání  | - klimatizace řidiče<br>- informační a odbavovací systém dle specifikace zákazníka |                                         |





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.2. Trolejbus TN12 C v karoserii autobusu SOR BN12

- Standardní elektrovýzbroj CEGELEC
- Šestipólový asynchronní elektromotor PRAGOIMEX 175 kW
- Měníč pro pomocné pohony pro pohon:
  - hydraulického čerpadla servořízení
  - rotačního lamelového kompresoru





# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.2. Trolejbus TN12 C





Městská doprava



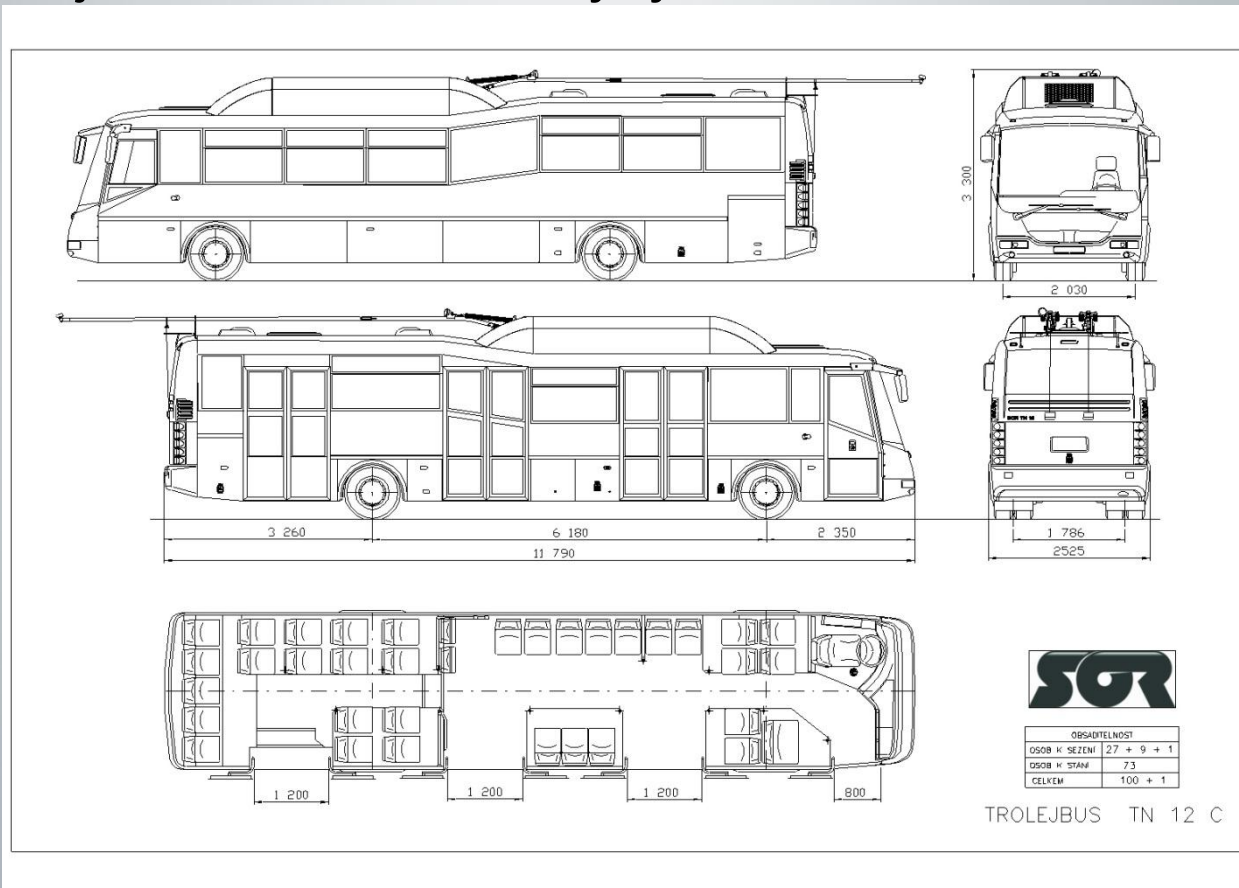
Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.2. Trolejbus TN12 C – zástavbový výkres





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# **1. Realizované projekty trolejbusů**

## **1.3. Trolejbus TNB12 v karoserii autobusu SOR NB12**

- Standardní elektrovýzbroj CEGELEC
- Šestipólový asynchronní elektromotor PRAGOIMEX 175 kW
- Měníč pro pomocné pohony



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.3. Trolejbus TNB12







Městská doprava



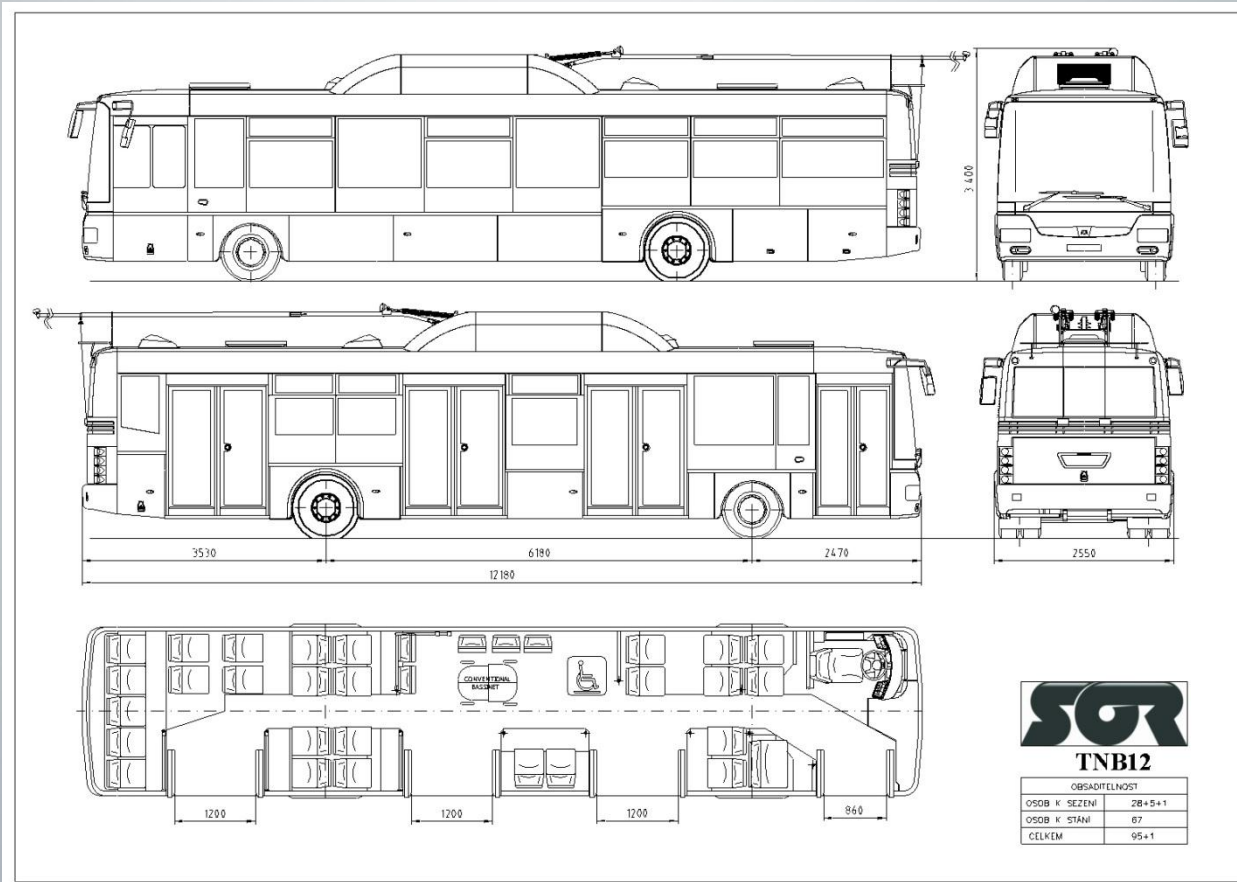
Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.3. Trolejbus TNB12 – zástavbový výkres





Městská doprava



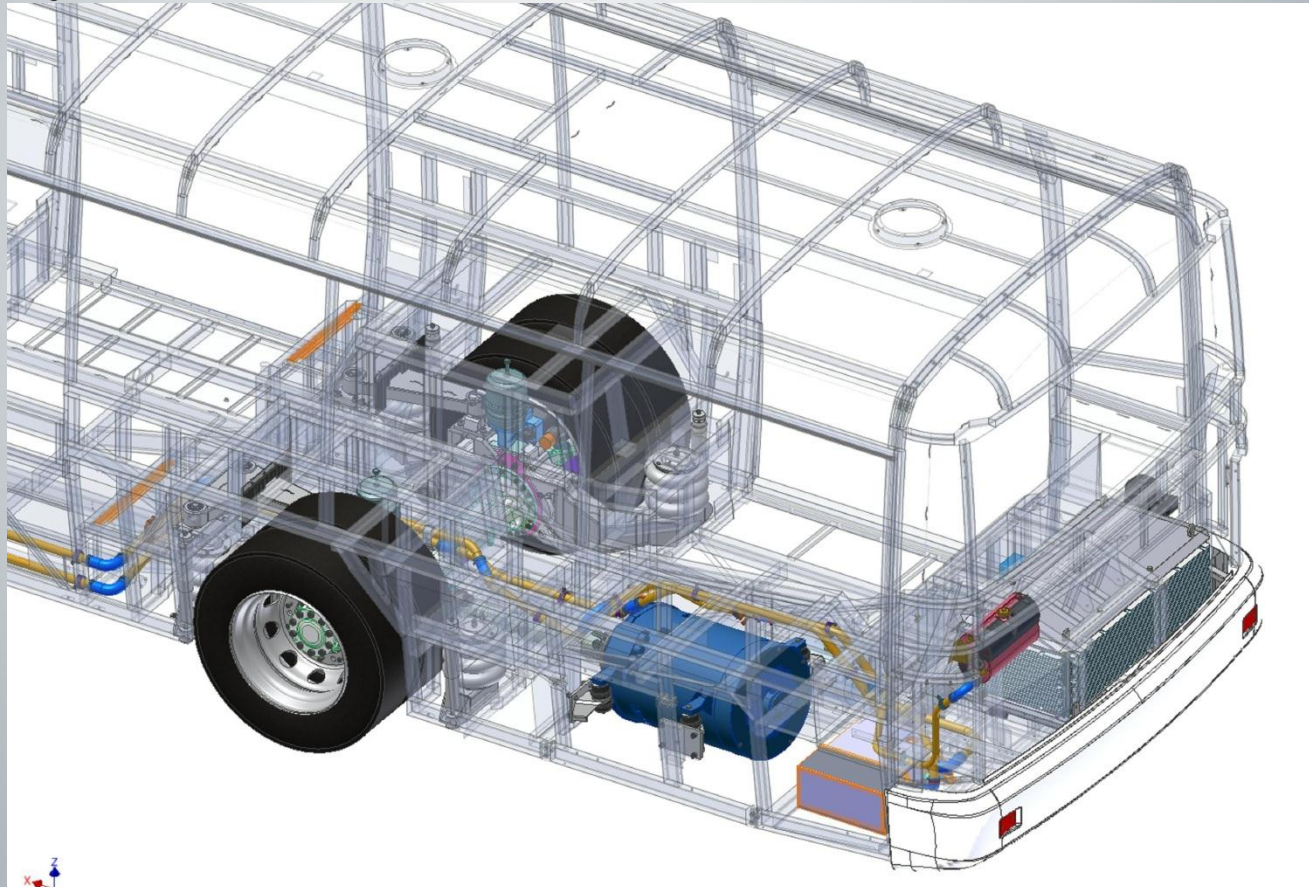
Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.3. Trolejbus TNB12 – uspořádání pohonu





Městská doprava



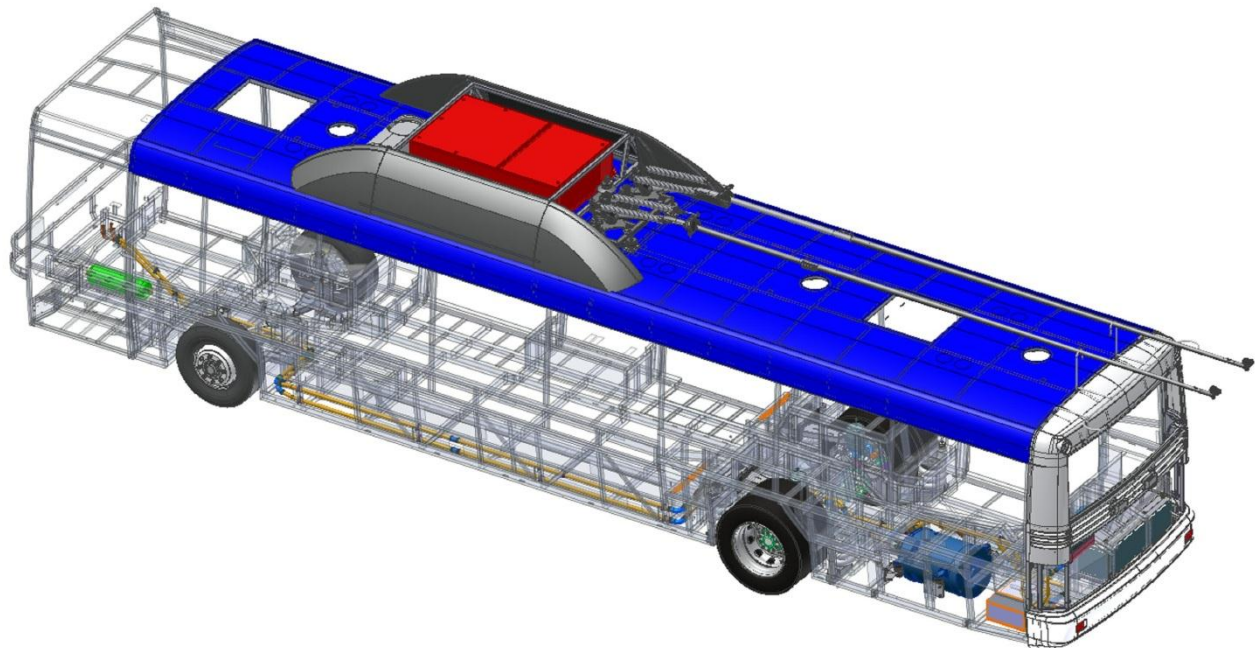
Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.3. Trolejbus TNB12 zástavba měniče a sběračů





# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.4. Kloubový trolejbus TNB18 – v karoserii kloubového autobusu SOR NB18

- Standardní elektrovýzbroj CEGELEC
- Šestipólový asynchronní elektromotor PRAGOIMEX 250 kW
- Měníč pro pomocné pohony





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.4. Kloubový trolejbus TNB18





Městská doprava



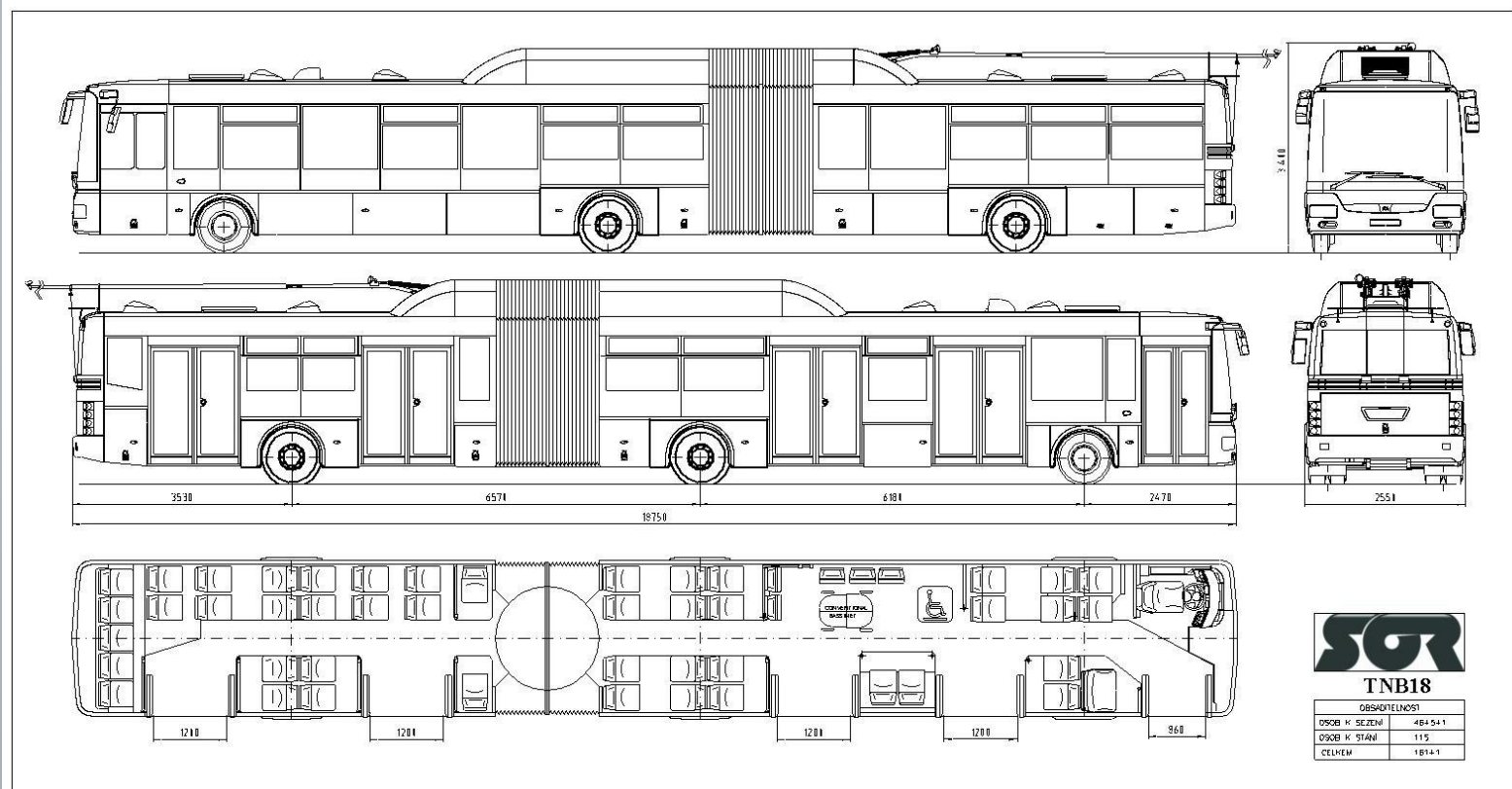
Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.4. Kloubový trolejbus TNB18 – zástavbový výkres





Městská doprava



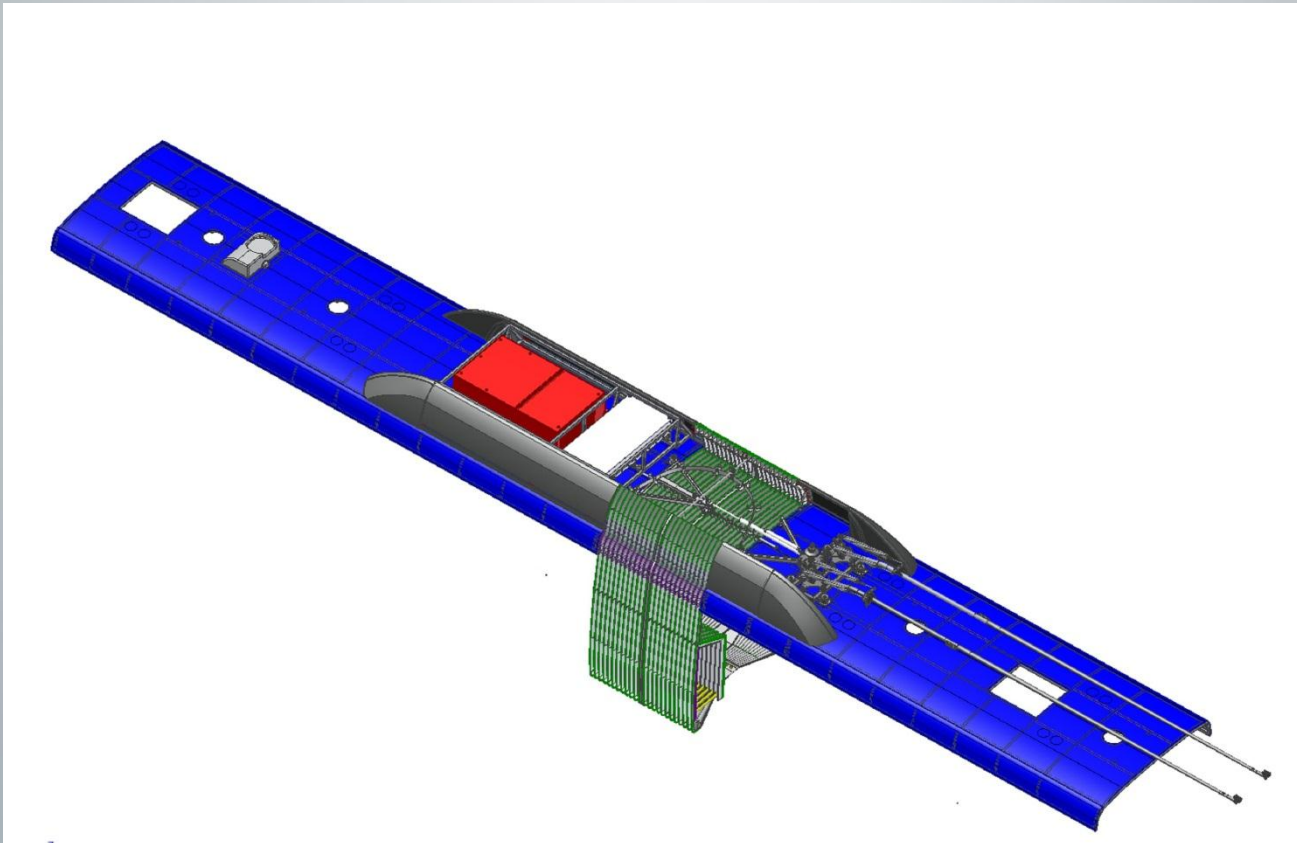
Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.4. Kloubový trolejbus TNB18 – zástavba trakčního měniče a sběračů







# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.5. Hlavní technická data trolejbusů SOR

### TROLEJBUSY SOR s výzbrojí CEGELEC

| typ           |                            |      | SOR TN 12 C |            | SOR TNB 12  |            | SOR TNB 18  |
|---------------|----------------------------|------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
|               | provedení dveří            |      | čtyřdveřové | třídveřové | čtyřdveřové | třídveřové | pětidveřové |
| rozměry       | délka                      | mm   | 11 790      | 11 790     | 12 180      | 12 180     | 18 750      |
|               | šířka                      | mm   | 2 525       | 2 525      | 2 550       | 2 550      | 2 550       |
|               | výška                      | mm   | 3 300       | 3 300      | 3 400       | 3 400      | 3 400       |
|               | rozvor náprav              | mm   | 6 180       | 6 180      | 6 180       | 6 180      | 6 180/6 570 |
|               | přední převis              | mm   | 2 350       | 2 350      | 2 470       | 2 470      | 2 470       |
|               | zadní převis               | mm   | 3 300       | 3 300      | 3 530       | 3 530      | 3 530       |
|               |                            |      |             |            |             |            |             |
| karoserie     | počet dveří                |      | 4           | 3          | 4           | 3          | 5           |
|               | šířka předních dveří       | mm   | 810         | 810        | 860         | 860        | 800         |
|               | šířka středních dveří      | mm   | 1210        | ---        | 1200        | ---        | 1 200       |
|               | šířka středních dveří      | mm   | 1210        | 1210       | 1200        | 1 200      | 1 200       |
|               | šířka zadních dveří        |      | 1210        | 1210       | 1200        | 1 200      | 1200 / 1200 |
|               | nástupní výška             | mm   | 320         | 320        | 320         | 320        | 320         |
|               | výška podlahy vpředu       | mm   | 360         | 360        | 360         | 360        | 360         |
|               | výška podlahy vzadu        | mm   | 800         | 800        | 360         | 360        | 360         |
|               |                            |      |             |            |             |            |             |
| hmotnost      | provozní                   | kg   | 9 700       | 9 700      | 10 200      | 10 200     | 14 900      |
|               | maximální techn. přípustná | kg   | 16 500      | 16 500     | 16 700      | 16 700     | 25 500      |
| obsaditelnost | k sezení                   |      | 27          | 30         | 28          | 32         | 46          |
|               | k stání                    |      | 70          | 68         | 67          | 63         | 115         |
|               | celkem                     |      | 97          | 98         | 95          | 95         | 161         |
| vlastnosti    | konstr. rychlost           | km/h | 70          | 70         | 70          | 70         | 70          |
|               | vnější obrysový poloměr    | mm   | 11 100      | 11 100     | 11 250      | 11 250     | 11 250      |
|               | nájezdový úhel vpředu      | °    | 9           | 9          | 7           | 7          | 7           |
|               | nájezdový úhel vzadu       | °    | 8           | 8          | 7           | 7          | 7           |





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# 1. Realizované projekty trolejbusů

## 1.5. Hlavní technická data trolejbusů SOR

### TROLEJBUSY SOR s výzbrojí CEGELEC

|                  |                            |                                        |                                                       |                                                       |
|------------------|----------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| trakční motor    | Pragoimex a. s.            | TAM 1050 C6B - 175 kW                  | TAM 1050 C6B - 175 kW                                 | TAM 1056 C6 - 250 kW                                  |
| provedení        | asynchronní                | třířázový, šestipólový                 | třířázový šestipólový                                 | třířázový šestipólový                                 |
| přední náprava   | SOR BN 004                 | nezávislé zavěšení                     | nezávislé zavěšení                                    | nezávislé zavěšení                                    |
| zadní náprava    | tuhá hnací                 | RÁBA i = 6,14                          | VOITH i = 6,29, portálová                             | VOITH i = 6,29, portálová                             |
| sběrač           | Lekov                      | TSS 5.4 - 750 VDC, 600 A               | TSS 5.1 V - 750 VDC, 600 A                            | TSS 5.1 V - 750 VDC, 600 A                            |
| trakční měnič    | Cegelec a. s.              | CAC 250 - 750 VDC, 350 A               | CAC 250 NF - 750 VDC, 350 A                           | CAC 201 NF - 750 VDC, 500 A                           |
| pérování         | pneumatické                | vlnovcové pružiny, vpředu 2 / vzadu 4  | vlnovcové pružiny, vpředu 2 / vzadu 4                 | vlnovcové pružiny, vpředu 2 / vzadu 4                 |
| ovládání         | Wabco - ECAS               | elektronické                           | elektronické                                          | elektronické                                          |
| tlumiče          | Brano a. s. - kapalinové   | vpředu 2 / vzadu 4                     | vpředu 2 / vzadu 4                                    | vpředu 2 / vzadu 4                                    |
| kola             | pneumatiky                 | 285 / 70 - R19,5                       | vpředu - 285 / 70 - R19,5<br>vzadu - 275 / 70 - R22,5 | vpředu - 285 / 70 - R19,5<br>vzadu - 275 / 70 - R22,5 |
|                  | disk                       | 19,5 x 7,5"                            | vpředu - 19,5 x 7,5"<br>vzadu - 22,5 x 7,5"           | vpředu - 19,5 x 7,5"<br>vzadu - 22,5 x 7,5"           |
| brzdy            | Cegelec - elektrodynamická | brzdový odporník 300 kW                | brzdový odporník 300 kW                               | brzdový odporník 270 kW                               |
| ABS/ASR          | vzduchové, kotoučové       | Wabco PAN 19 - 1                       | vpředu - Wabco PAN 19 - 1<br>vzadu - Knorr SN7        | vpředu - Wabco PAN 19 - 1<br>vzadu - Knorr SN7        |
|                  | Wabco                      | systém 4S/4M, verze E                  | systém 4S/4M, verze E                                 | systém 4S/4M, verze E                                 |
| řízení           | hydraulické monoblokové    | RBL C 500V                             | RBL C 500V                                            | RBL C 500V                                            |
| topení           | elektrický bojler          | 28,8 kW                                | 28,8 kW                                               | 36,9 kW                                               |
| elektroinstalace | standardní                 | elektrická výbava vozu                 | - - -                                                 | - - -                                                 |
|                  | CAN-bus SAE 1939           | komunikace elektronických systémů vozu | plně multiplexový systém                              | plně multiplexový systém                              |
| akumulátory      | Varta                      | 24V / 170 Ah                           | 24V / 170 Ah                                          | 24V / 170 Ah                                          |
| výbava na přání  | klimatizace                | Autoklima Frisco 3000                  | Autoklima Frisco 3000                                 | Autoklima Frisco 3000                                 |



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 2. Trolejbusy SOR v sériové výrobě

### 2.1. Trolejbus SOR TNB12 – Škoda Tr 30





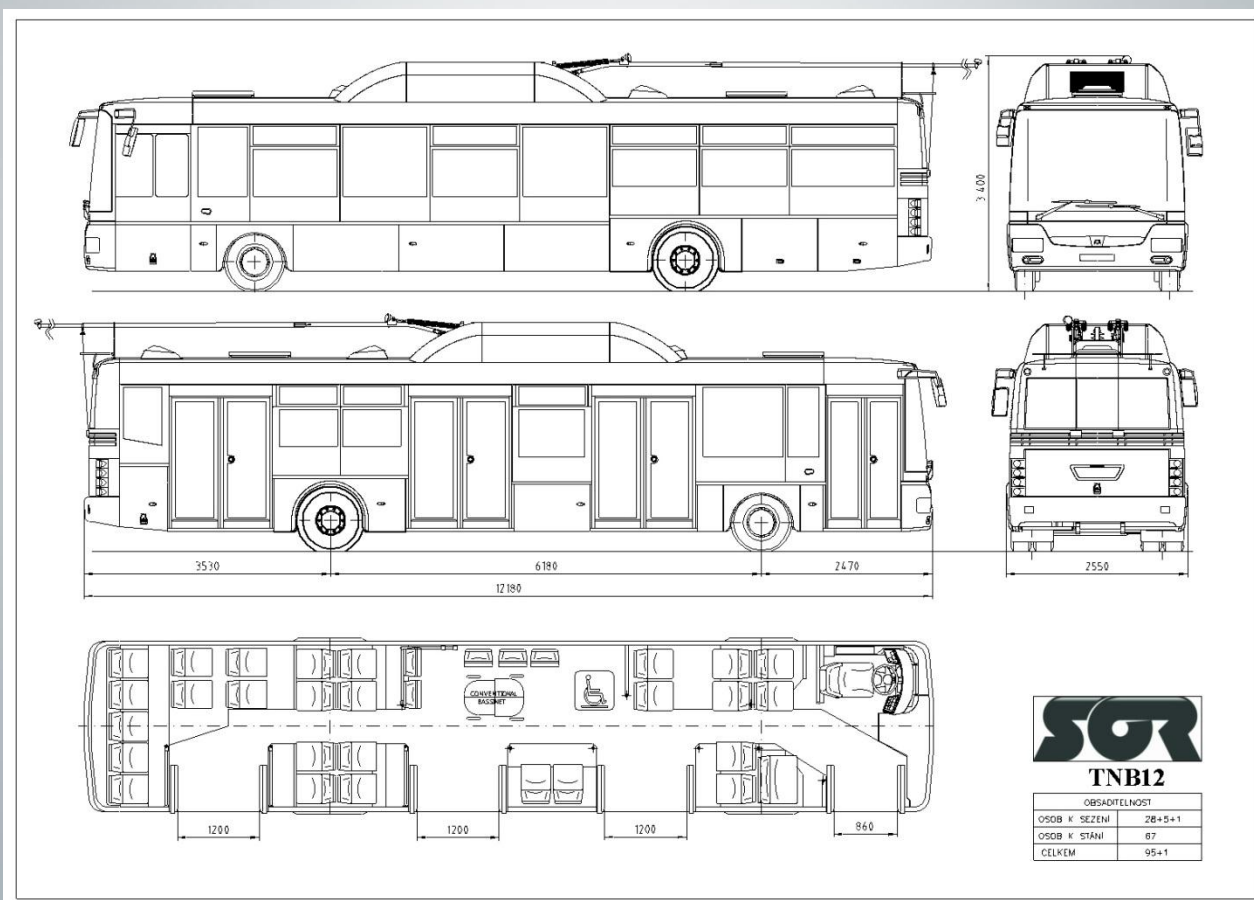
Městská doprava

Meziměstská doprava

Turistická doprava

## 2. Trolejbusy SOR v sériové výrobě

### 2.1. Trolejbus SOR TNB12 – Škoda Tr 30 – zástavbový výkres





Městská doprava



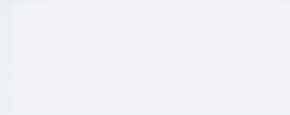
Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 2. Trolejbusy SOR v sériové výrobě

### 2.1. Trolejbus SOR TNB12 – Škoda Tr 30 – trolejbusy v provozu



- Bánská Bystrica 19
- Hradec Králové 10





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 2. Trolejbusy SOR v sériové výrobě

### 2.2. Kloubový trolejbus SOR TNB18 – Škoda Tr 31





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 2. Trolejbusy SOR v sériové výrobě

### 2.2. Kloubový trolejbus SOR TNB18 – Škoda Tr 31 – zástavbový výkres





Městská doprava



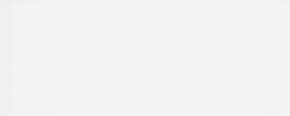
Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 2. Trolejbusy SOR v sériové výrobě

### 2.2. Kloubový trolejbus SOR TNB18 – Škoda Tr 31 – trolejbusy v provozu



|                 |    |                           |
|-----------------|----|---------------------------|
| ▪Hradec Králové | 11 |                           |
| ▪Prešov         | 2  | (další 4 ks. v roce 2012) |





Městská doprava



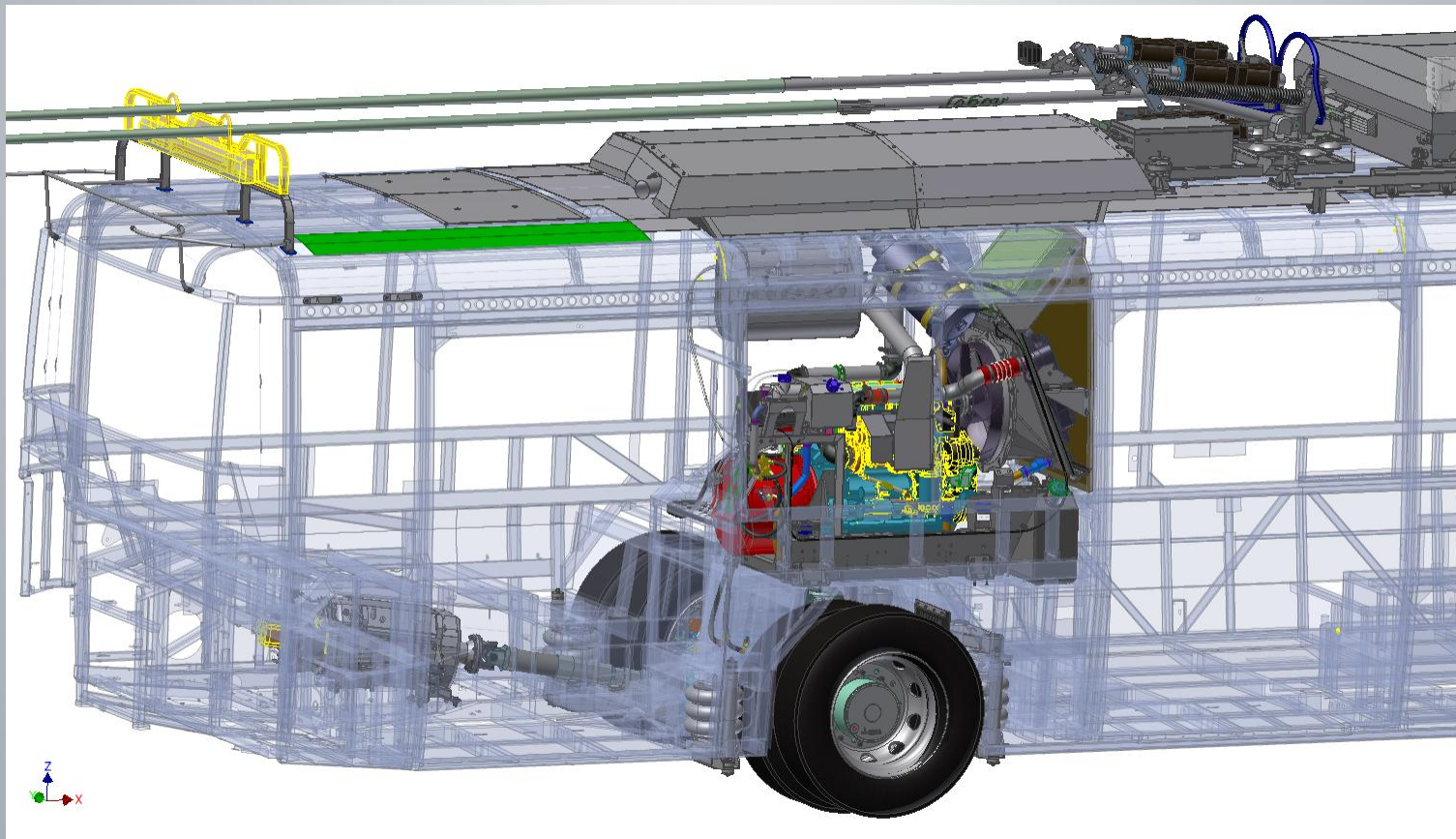
Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 2. Trolejbusy SOR v sériové výrobě

### 2.3. Hybridní trolejbus SOR TNBH12 – Škoda Tr 30 DG







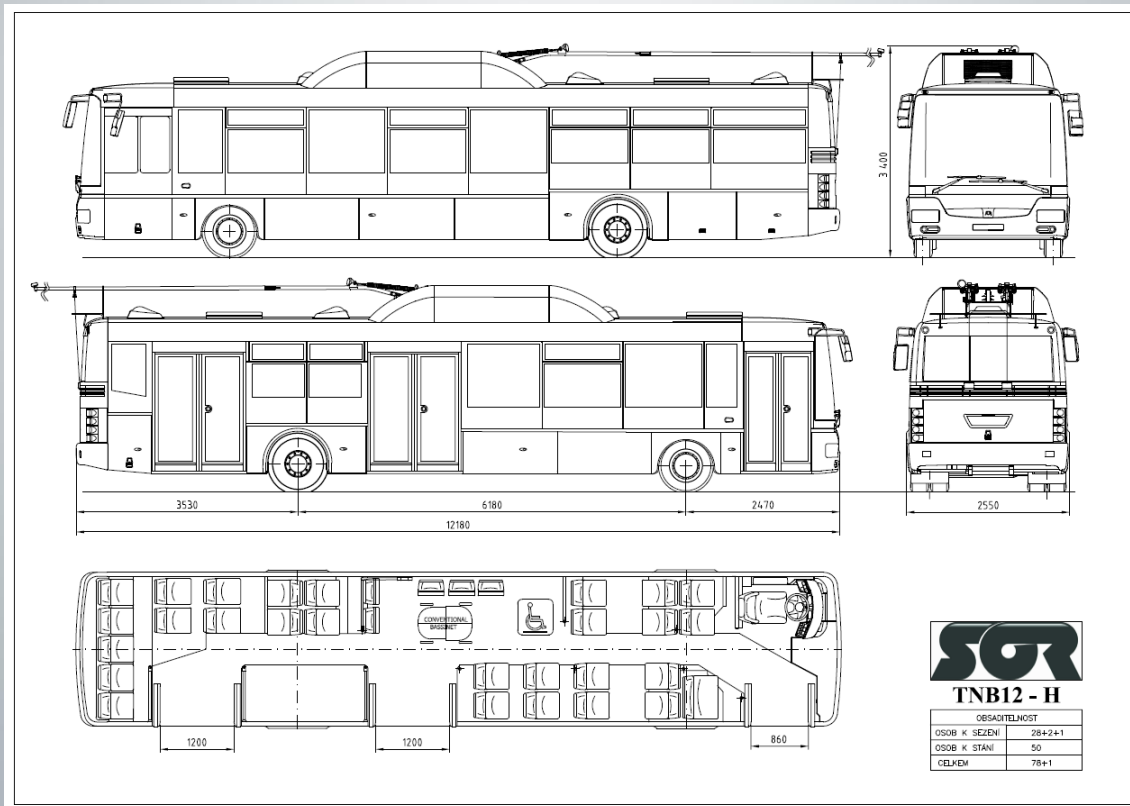
Městská doprava

Meziměstská doprava

Turistická doprava

## 2. Trolejbusy SOR v sériové výrobě

### 2.3. Hybridní trolejbus SOR TNBH12 – Škoda Tr 30 DG – zástavbový výkres





Městská doprava



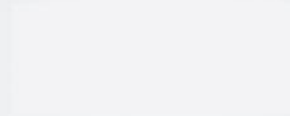
Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 2. Trolejbusy SOR v sériové výrobě

### 2.3. Hybridní trolejbus SOR TNBH12 – Škoda Tr 30 DG – trolejbusy v provozu



- dva hybridní trolejbusy objednány pro DP Hradec Králové



Městská doprava

Meziměstská doprava

Turistická doprava

## 2. Trolejbusy SOR v sériové výrobě

### 2.4. Hlavní technická data trolejbusů SOR s výzbrojí Škoda

| typ           |                            |      | TNB12  | TNBH 12 | TNB18       |
|---------------|----------------------------|------|--------|---------|-------------|
| rozměry       | délka                      | mm   | 12 180 | 12 180  | 18 750      |
|               | šířka                      | mm   | 2 550  | 2 550   | 2 550       |
|               | výška                      | mm   | 3 400  | 3 400   | 3 400       |
|               | rozvor náprav              | mm   | 6 180  | 6 180   | 6 180/6 570 |
|               | přední převis              | mm   | 2 470  | 2 470   | 2 470       |
|               | zadní převis               | mm   | 3 530  | 3 530   | 3 530       |
| karoserie     | počet dveří                |      | 4      | 4       | 5           |
|               | šířka předních dveří       | mm   | 800    | 800     | 800         |
|               | šířka ostatních dveří      | mm   | 1 200  | 1 200   | 1 200       |
|               | nástupní výška             | mm   | 320    | 320     | 320         |
|               | výška podlahy              | mm   | 360    | 360     | 360         |
| hmotnost      | provozní                   | kg   | 10 500 | 11 800  | 16 000      |
|               | maximální techn. přípustná | kg   | 17 300 | 17 300  | 27 500      |
| obsaditelnost | k sezení                   |      | 32     | 28      | 50          |
|               | k stání                    |      | 66     | 50      | 116         |
|               | celkem                     |      | 98     | 78      | 166         |
| vlastnosti    | konstr. rychlost           | km/h | 70     | 70      | 70          |
|               | vnější obrysový poloměr    | mm   | 11250  | 11 250  | 11 250      |
|               | nájezdový úhel vpředu      | °    | 7      | 7       | 7           |
|               | nájezdový úhel vzadu       | °    | 7      | 7       | 7           |



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 2. Trolejbusy SOR v sériové výrobě

|                         |                                                            |                                           |                                       |
|-------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>motor</b>            | <b>ŠKODA</b>                                               | 4 ML3444 K/4 - 160 kW                     | 2ML 3846 K/6 - 250 kW                 |
| <b>provedení</b>        | <b>asynchronní</b>                                         | třífázový, čtyřpólový                     | třífázový, šestipólový                |
| <b>přední náprava</b>   | <b>SOR NB 004</b>                                          | nezávislé zavěšení                        | nezávislé zavěšení                    |
| <b>střední náprava</b>  | <b>ZF AVN 132</b>                                          |                                           | portálová, nehnaná                    |
| <b>zadní náprava</b>    | <b>ZF AV 132/80<sup>o</sup>-7<sup>o</sup></b>              | portálová, hnací, i = 9,84                | portálová, hnací, i = 6,2             |
| <b>sběrač</b>           | <b>Lekov</b>                                               | TSS 5.1 - DC 750V, 500A                   | TSS 5.7 - DC 750V, 600A               |
| <b>trakční měnič</b>    | <b>Skoda</b>                                               | střešní jednotka SJ 3.1                   | střešní jednotka SJ 4.3               |
| <b>pérování</b>         | <b>pneumatické</b>                                         | vlnovce, přední 2/ střední 4/ zadní 4     |                                       |
|                         | <b>ovládání</b>                                            | elektronické, Wabco ECAS                  |                                       |
| <b>tlumiče</b>          | <b>Brano</b>                                               | kapalinové, přední 2 / střední 4/ zadní 4 |                                       |
| <b>kola</b>             | <b>pneumatiky přední</b>                                   | 285/70 - R19,5                            |                                       |
|                         | <b>disk přední</b>                                         | 19,5x7,5"                                 |                                       |
|                         | <b>pneumatiky střední/ zadní</b>                           | 275/70 - R22,5                            |                                       |
|                         | <b>disk střední/ zadní</b>                                 | 22,5x8,25"                                |                                       |
| <b>brzdy</b>            | <b>elektrodynamická</b>                                    | odporník GINO GmbH 3PQ4-B00456            | odporník Heine Resistors GmbH, BWD138 |
|                         | <b>kotoučové, vzduchem ovládané</b>                        | vpředu Knorr SN6                          |                                       |
|                         |                                                            | střední / zadní Knorr SB7                 |                                       |
| <b>EBS</b>              | <b>Wabco</b>                                               | systém 4S/4M                              | systém 6S/6M                          |
| <b>řízení</b>           | <b>RBL C 500V</b>                                          | hydraulické monoblokové                   |                                       |
| <b>topení</b>           | <b>Eltop</b>                                               | elektrické, výkon 36,9 kW                 |                                       |
| <b>elektroinstalace</b> | <b>CAN-bus SAE 1939</b>                                    | plně multiplexový systém                  |                                       |
| <b>akumulátory</b>      | <b>Varta</b>                                               | 24V / 225 Ah                              |                                       |
| <b>výbava na přání</b>  | - klimatizace řidiče                                       |                                           |                                       |
|                         | - centrální mazání přední nápravy                          |                                           |                                       |
|                         | - informační a odbavovací systém dle specifikace zákazníka |                                           |                                       |





Městská doprava



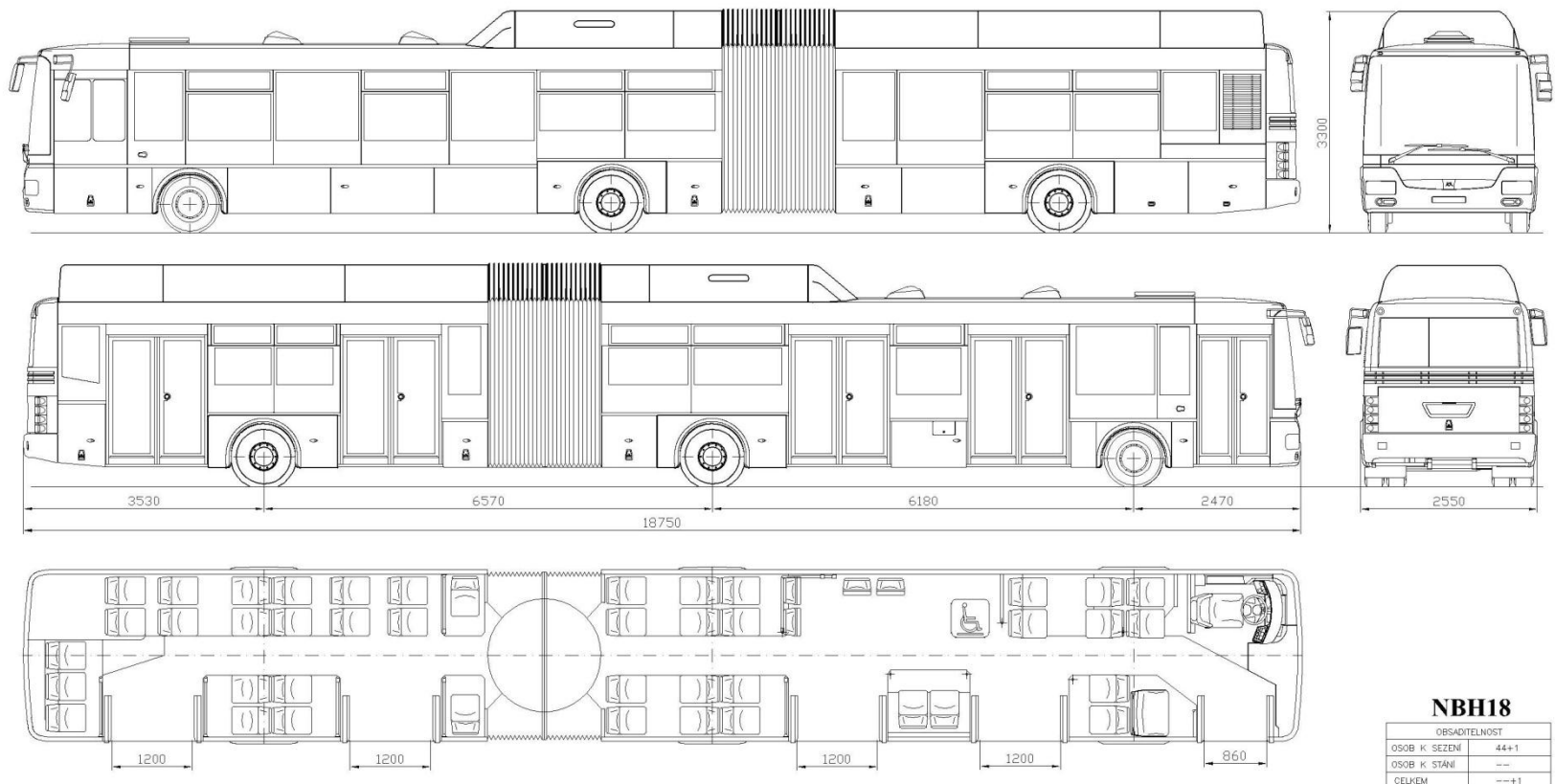
Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 3. Hybridní kloubový autobus NBH 18

### 3.1. Zástavbový výkres





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 3. Hybridní kloubový autobus NBH 18

### 3.2. Hlavní technická data

| typ           | NBH 18                     |      |             |  |
|---------------|----------------------------|------|-------------|--|
| rozměry       | délka                      | mm   | 18 750      |  |
|               | šířka                      | mm   | 2 550       |  |
|               | výška                      | mm   | 3 300       |  |
|               | rozvor náprav              | mm   | 6 180/6 570 |  |
|               | přední převis              | mm   | 2 470       |  |
|               | zadní převis               | mm   | 3 530       |  |
| karoserie     | počet dveří                |      | 5           |  |
|               | šířka předních dveří       | mm   | 800         |  |
|               | šířka ostatních dveří      | mm   | 1200        |  |
|               | nástupní výška             | mm   | 320         |  |
|               | výška podlahy              | mm   | 340         |  |
| hmotnost      | provozní                   | kg   | 16 500      |  |
|               | maximální techn. přípustná | kg   | 25 500      |  |
| obsaditelnost | k sezení                   |      | 44          |  |
|               | k stání                    |      | 88          |  |
|               | celkem                     |      | 132         |  |
| vlastnosti    | konstr. rychlost           | km/h | 80          |  |
|               | vnější obrysový poloměr    | mm   | 11 250      |  |
|               | nájezdový úhel vpředu      | °    | 7           |  |
|               | nájezdový úhel vzadu       | °    | 7           |  |



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

### 3. Hybridní kloubový autobus NBH 18

|                                |                                                                 |                                                                           |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>motor</b>                   | <b>Cummins ISB 6.7 E5 250B</b>                                  | Euro 5, 184 kW/2300 min <sup>-1</sup> ; 1020 Nm/1500 min <sup>-1</sup>    |
| <b>Hybridní systém Allison</b> | <b>Hnací jednotka (Drive unit - DU) EP 50</b>                   | Allison EP 50, 2 integrované elektromotry, chlazen olejem společně s DPIM |
|                                | <b>Akumulátory (Energy storage system-ESS)</b>                  | NiMH, nominální napětí DC - 600V                                          |
|                                | <b>AC/DC převodník napětí (Dual power inverter module-DPIM)</b> | převod z AC na DC proud pro Allison EP 50, chlazen olejem společně s DU   |
| <b>přední náprava</b>          | <b>SOR NB 004</b>                                               | nezávislé zavěšení                                                        |
| <b>střední náprava</b>         | <b>Voith BDA 115</b>                                            | portálová, nehnaná                                                        |
| <b>zadní náprava</b>           | <b>Voith BRA 132 DC80</b>                                       | portálová, hnací, i=5,19                                                  |
| <b>pérování</b>                | <b>pneumatické</b>                                              | vlnovce, přední 2/ střední 4/ zadní 4                                     |
|                                | <b>ovládání</b>                                                 | elektronické, Wabco ECAS                                                  |
| <b>tlumiče</b>                 | <b>Brano</b>                                                    | kapalinové, přední 2 / střední 4/ zadní 4                                 |
| <b>kola</b>                    | <b>pneumatiky přední</b>                                        | 285 / 70- R19,5                                                           |
|                                | <b>disk přední</b>                                              | 19,5x7,5"                                                                 |
|                                | <b>pneumatiky střední/ zadní</b>                                | 2 x 275/70 R 22,5                                                         |
|                                | <b>disk střední/ zadní</b>                                      | 2 x 22,5 x 8,25"                                                          |
| <b>brzdy</b>                   | <b>přední Wabco PAN19-1</b>                                     | kotoučové, vzduchem ovládané                                              |
|                                | <b>střední/ zadní Knorr SN7</b>                                 | kotoučové, vzduchem ovládané                                              |
| <b>ABS/ ASR</b>                | <b>Wabco</b>                                                    | systém 6S/6M, verze E                                                     |
| <b>řízení</b>                  | <b>RBL C 500V</b>                                               | hydraulické monoblokové                                                   |
| <b>nezávislé topení</b>        | <b>Eberspaecher Hydronic 24</b>                                 | naftové, výkon 30 kW                                                      |
| <b>elektroinstalace</b>        | <b>CAN-bus SAE 1939</b>                                         | plně multiplexový systém                                                  |
| <b>akumulátory</b>             | <b>Varta</b>                                                    | 24V / 225 Ah                                                              |
| <b>výbava na přání</b>         | - klimatizace řidiče                                            |                                                                           |
|                                | - informační a odbavovací systém dle specifikace zákazníka      |                                                                           |
|                                | - brzdový systém EBS                                            |                                                                           |



Městská doprava



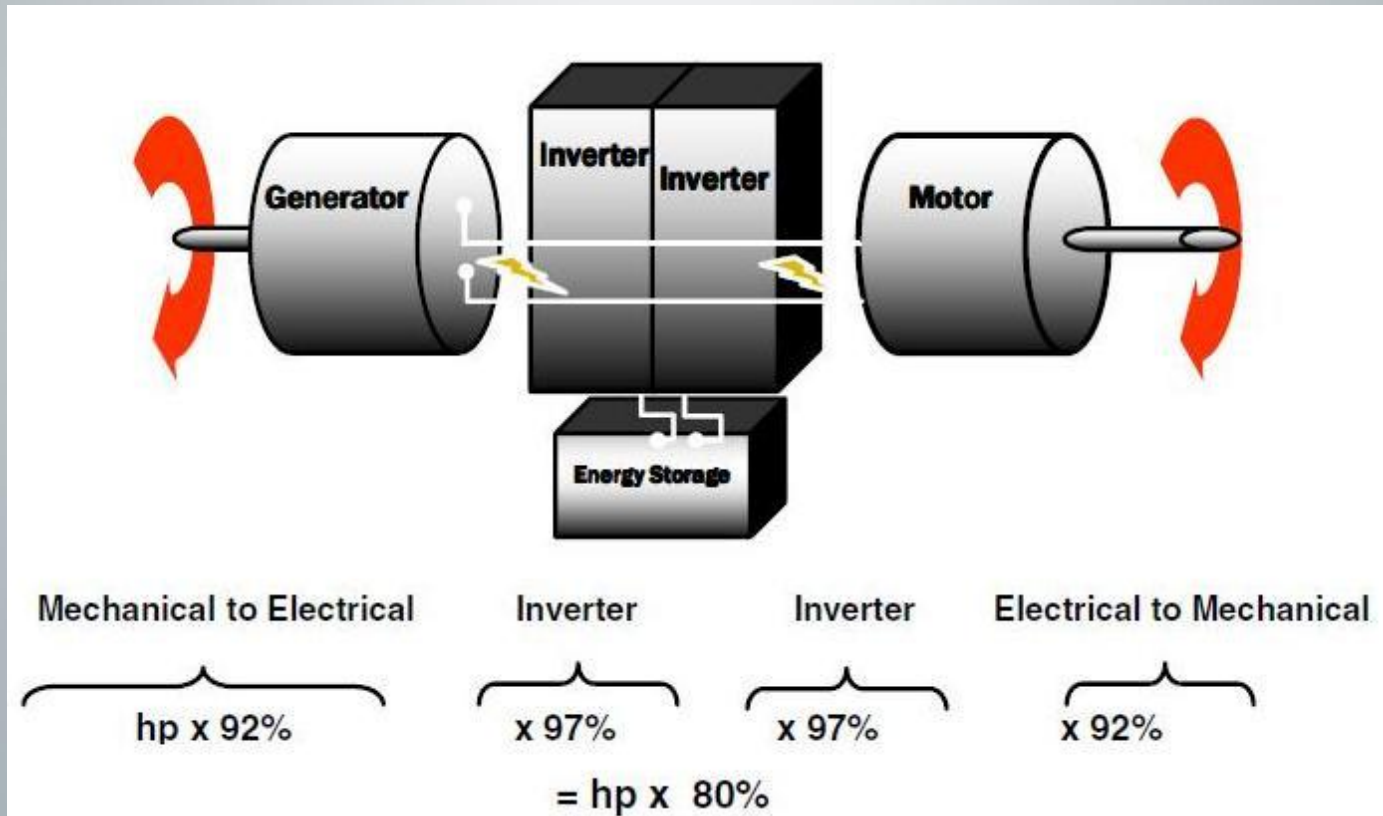
Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 3. Hybridní kloubový autobus NBH 18

### 3.3. Sériový hybrid







Městská doprava



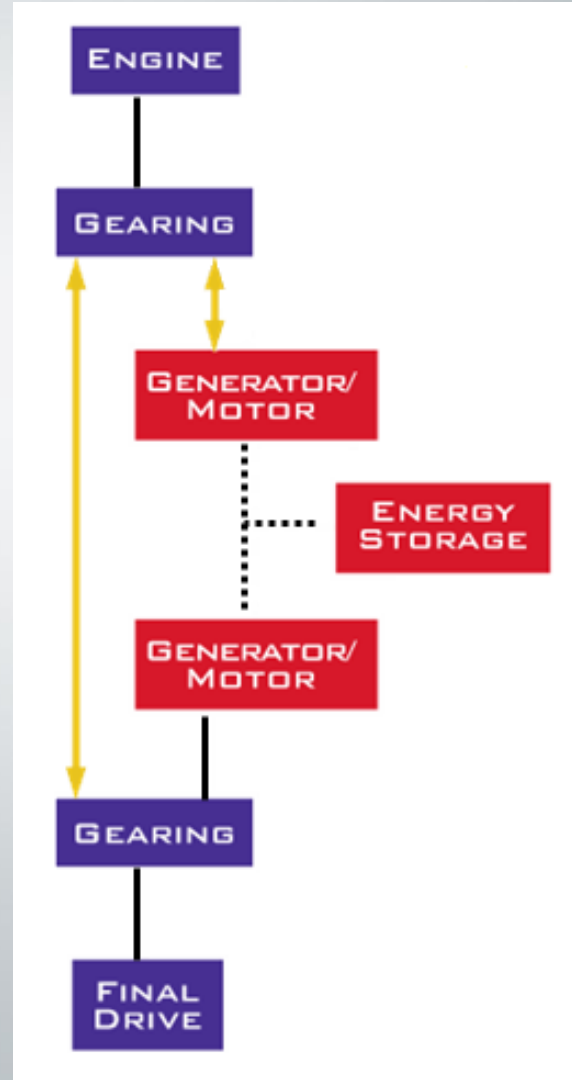
Meziměstská doprava



Turistická doprava

### 3. Hybridní kloubový autobus NBH 18

#### 3.4. Paralelní hybrid Allison





Městská doprava



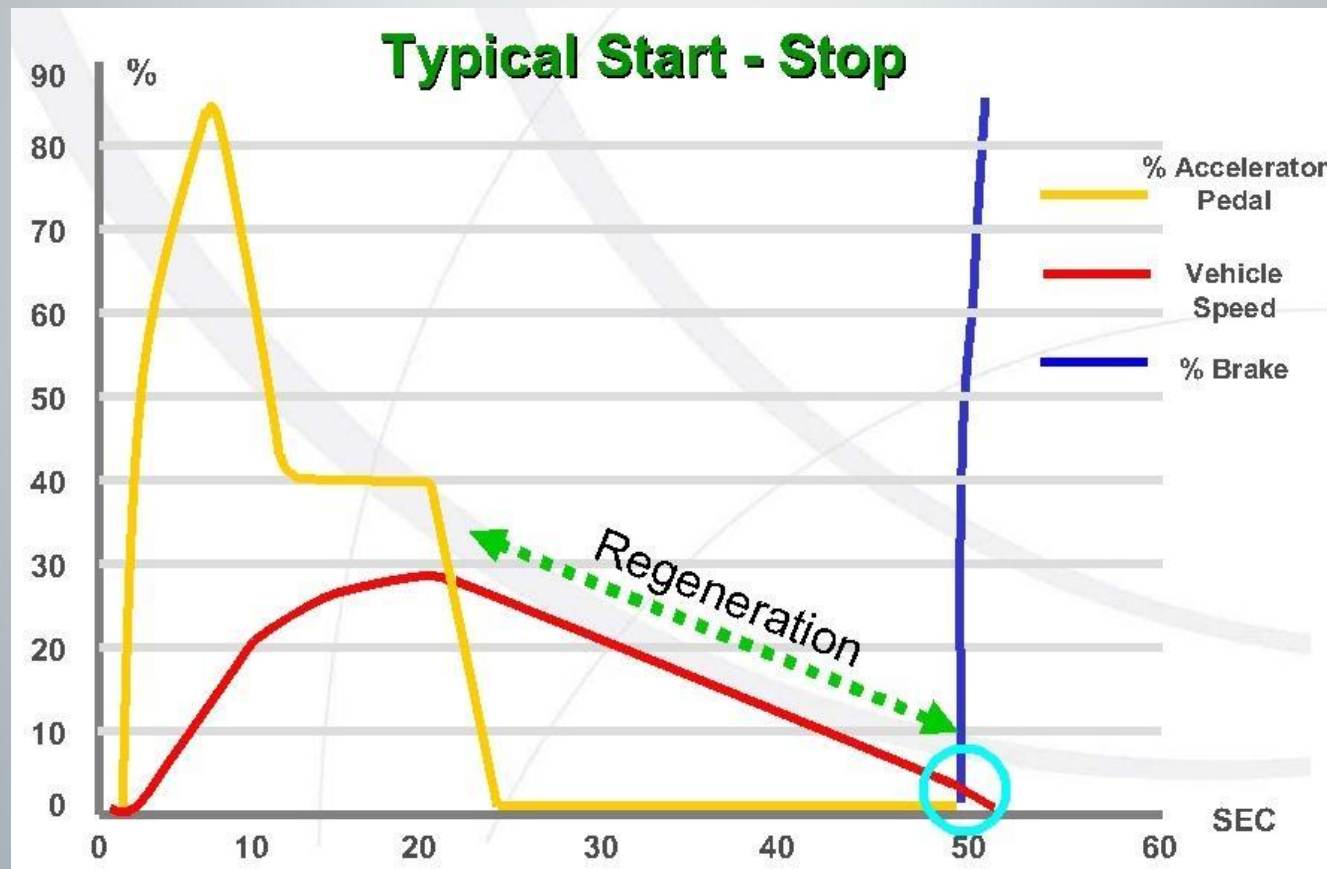
Meziměstská doprava



Turistická doprava

### 3. Hybridní kloubový autobus NBH 18

#### 3.5. Rekuperace





Městská doprava



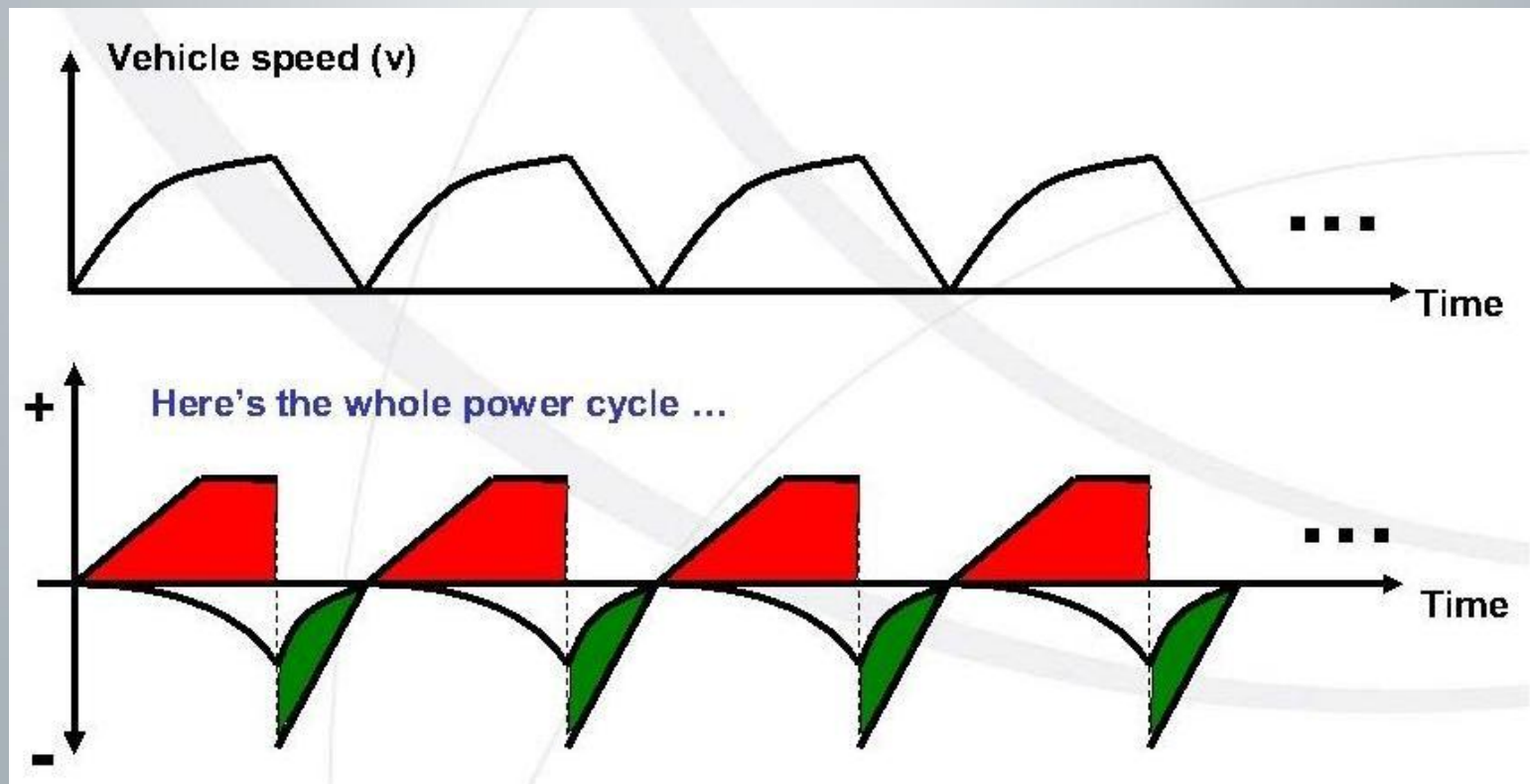
Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 3. Hybridní kloubový autobus NBH 18

### 3.6. Jízdní cykly





Městská doprava



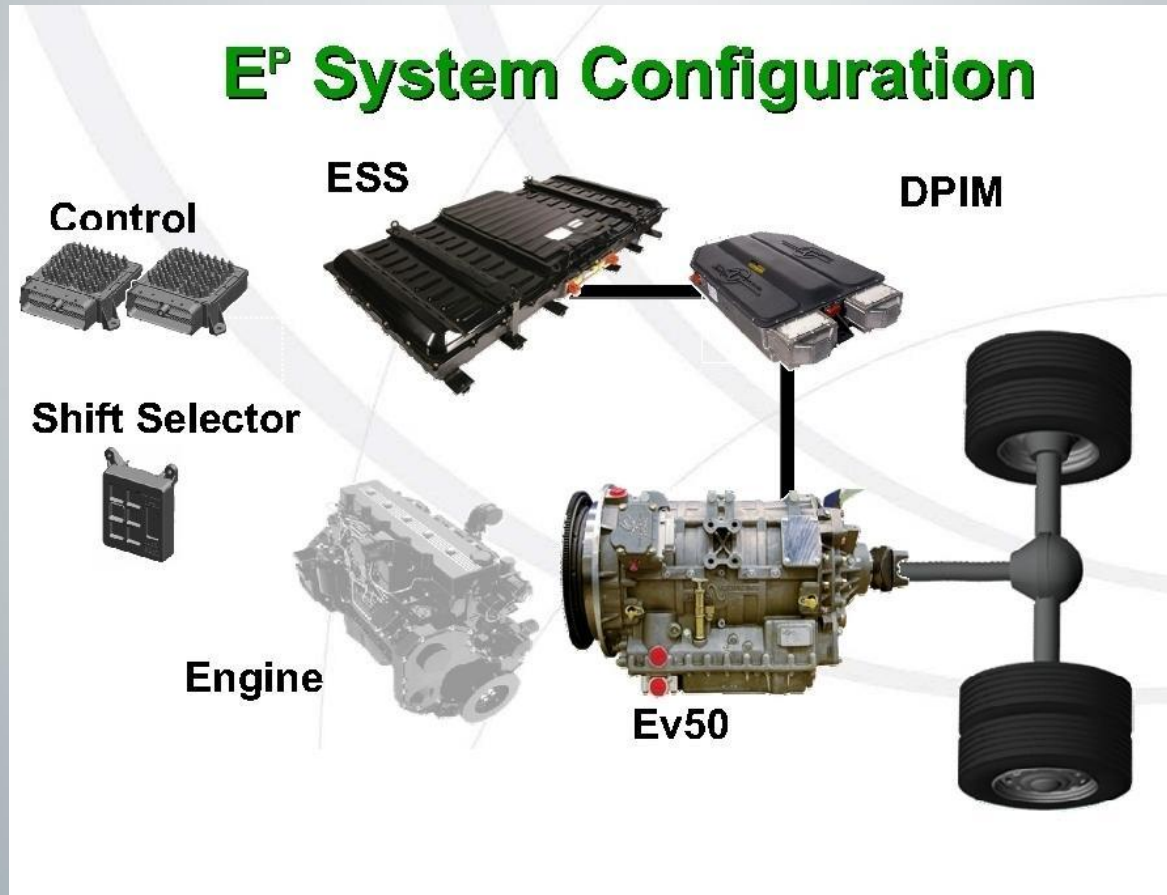
Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 3. Hybridní kloubový autobus NBH 18

### 3.7. Blokové schéma









Městská doprava



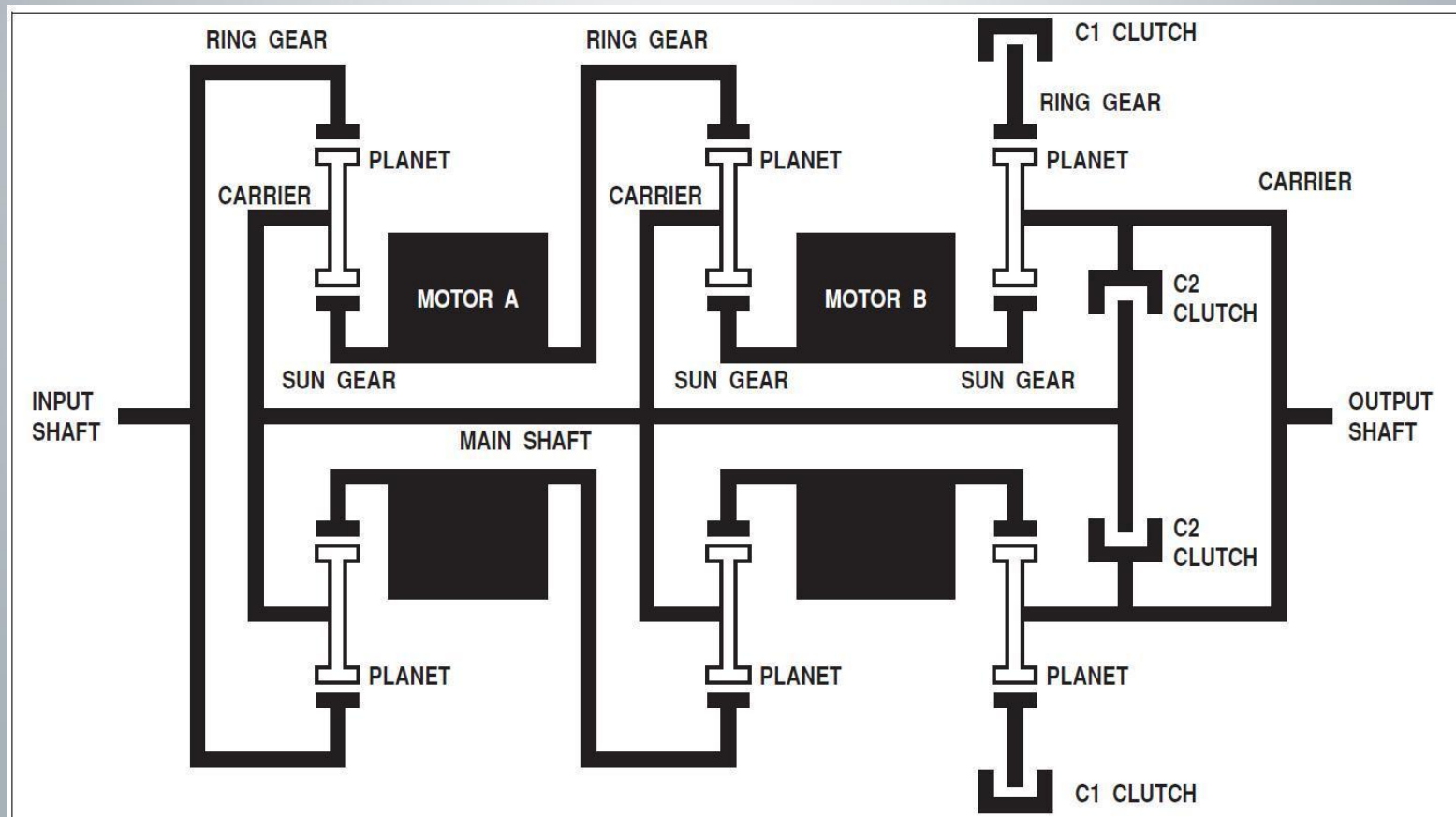
Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 3. Hybridní kloubový autobus NBH 18

### 3.9. Schéma převodovky Allison





Městská doprava



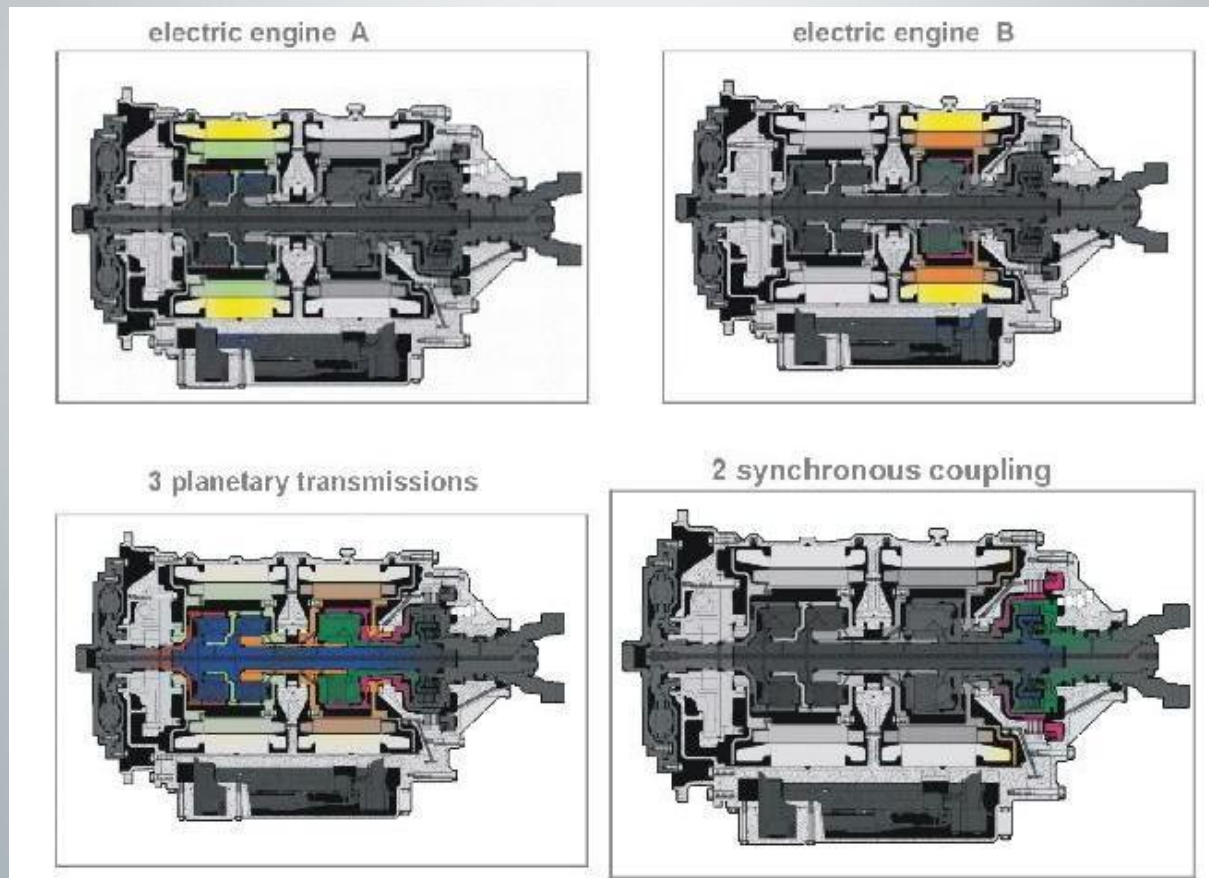
Meziměstská doprava



Turistická doprava

### 3. Hybridní kloubový autobus NBH 18

#### 3.10. Řez převodovkou Allison







Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

### 3. Hybridní kloubový autobus NBH 18

#### 3.11. Dva realizované vozy pro DP Praha







## 4. Typová řada elektrobusesů

### 4.1 Elektrobuses SOR EBN 10,5

První prototyp v roce 2010, dosud 6 vyrobených elektrobusesů





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.1 Elektrobus EBN 10,5

### Základní hlediska pro volbu koncepce

- Zkušenosti s stavbou a provozem trolejbusů
- Hledání prostoru pro trakční baterie
- Redukce hmotnosti
- Optimální rozložení hmotností na nápravy
- Konstruktivním základem je karoserie řady BN
- Maximální obsaditelnost pro celkovou hmotnost 16t.



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.1 Elektrobus EBN 10,5

### Řešení

- Zkrácený zadní převis se všemi zastavěnými prvky trakčního řetězce a pomocných agregátů
- Oddělení těchto prvků od interiéru jedinou přepážkou (výhodné z hlediska hlučnosti vozidla)
- Maximální prodloužení nízkopodlažní části vozidla
- Pouze dvě řady sedadel na zvýšené části u zadní nápravy
- Snížená střecha v celé délce
- Snížená hmotnost



Městská doprava



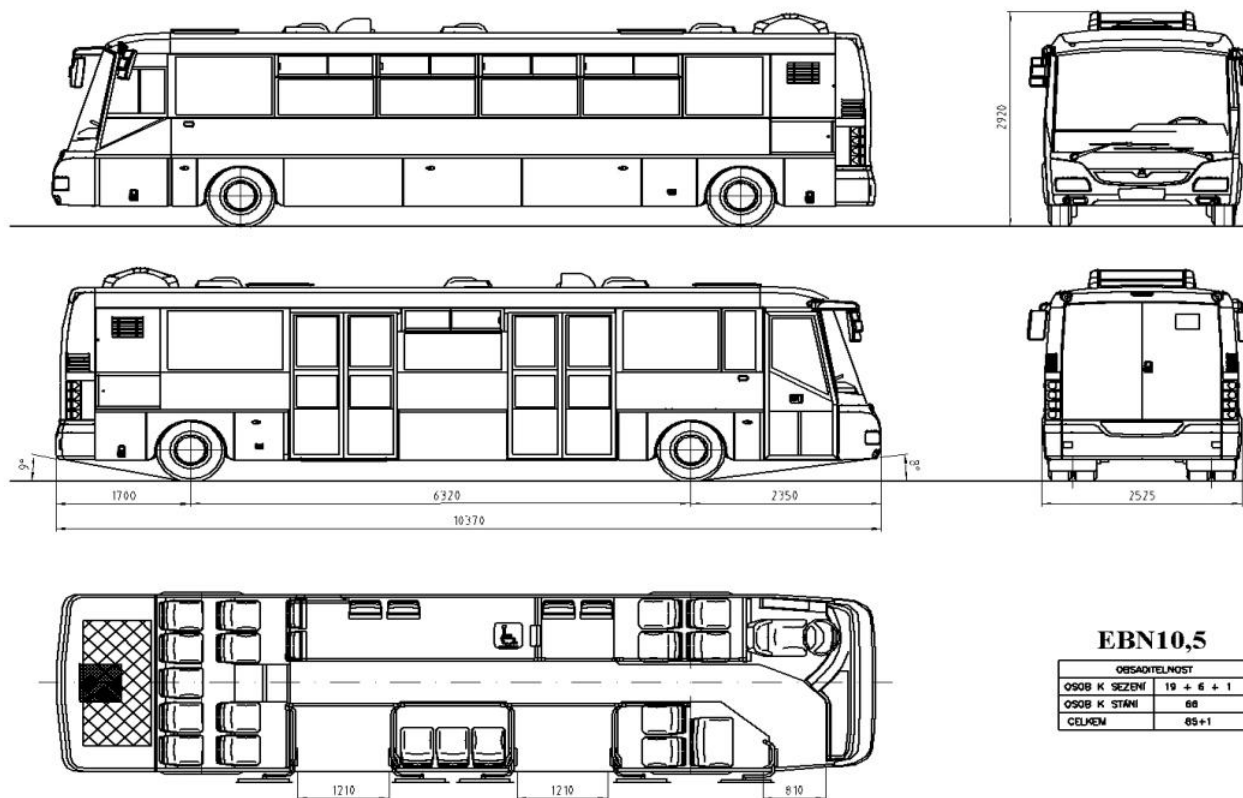
Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.1 Elektrobus EBN 10,5

### Zástavbový výkres



**EBN10,5**

| OBSAOKTELNOST |            |
|---------------|------------|
| OSOB K SEZENÍ | 19 + 6 + 1 |
| OSOB K STANÍ  | 68         |
| CELKEM        | 85+1       |





## 4.1 Elektrobus EBN 8





Městská doprava



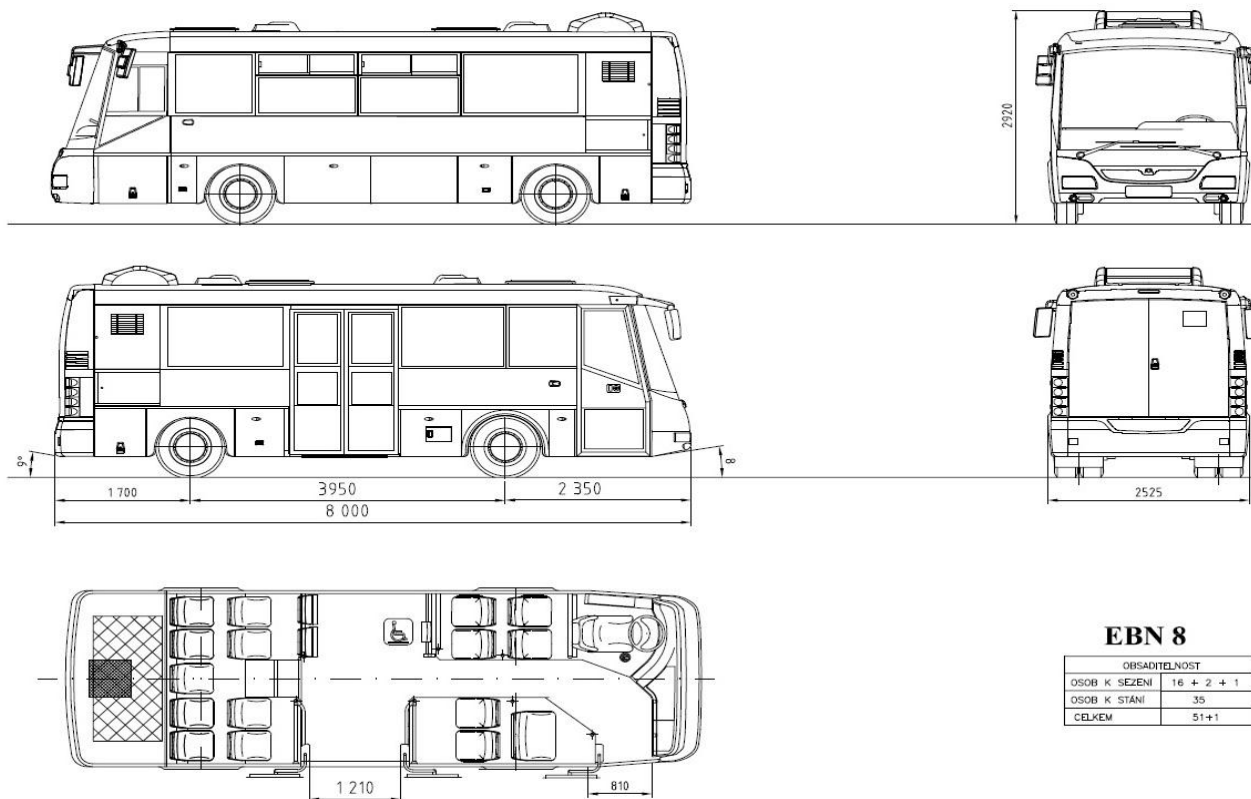
Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.2 Elektrobus EBN 8

### Zástavbový výkres



### EBN 8

| OBSADITELNOST |            |
|---------------|------------|
| OSOB K SEZENÍ | 16 + 2 + 1 |
| OSOB K STÁNÍ  | 35         |
| CELKEM        | 51+1       |



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.3 Hlavní technická data elektrobusesů SOR

| typ           | městský elektrobuses          |        | EBN 10,5             | EBN 10,5          | EBN 8             |
|---------------|-------------------------------|--------|----------------------|-------------------|-------------------|
|               | provedení dveří               |        | třídveřové 1 - 2 - 2 | dvoudveřové 1 - 2 | dvoudveřové 1 - 2 |
| rozměry       | délka                         | mm     | 10 370               | 10 370            | 8 000             |
|               | šířka                         | mm     | 2 525                | 2 525             | 2 525             |
|               | výška                         | mm     | 2 920                | 2 920             | 2 920             |
|               | rozvor náprav                 | mm     | 6 320                | 6 320             | 3 950             |
|               | přední převis                 | mm     | 2 350                | 2 350             | 2 350             |
|               | zadní převis                  | mm     | 1 700                | 1 700             | 1 700             |
| karoserie     | počet dveří                   |        | 3                    | 2                 | 2                 |
|               | šířka předních dveří          | mm     | 800                  | 800               | 800               |
|               | šířka středních dveří         | mm     | 1 200                | - -               | - -               |
|               | šířka zadních dveří           | mm     | 1 200                | 1 200             | 1 200             |
|               | nástupní výška                | mm     | 320                  | 320               | 320               |
|               | výška podlahy vpředu          | mm     | 360                  | 360               | 360               |
|               | výška podlahy vzadu           | mm     | 800                  | 800               | 800               |
| hmotnost      | provozní                      | kg     | 9 800                | 10 000            | 8 800             |
|               | celková                       | kg     | 15 700               | 15 000            | 12 400            |
|               | maximální techn. přípustná    | kg     | 16 500               | 16 500            | 16 500            |
| obsaditelnost | k sezení                      |        | 19 (+6) +1           | 28 (+2) +1        | 16 (+2) +1        |
|               | k stání                       |        | 66                   | 44                | 35                |
|               | celkem                        |        | 85 + 1               | 72 + 1            | 51 + 1            |
| vlastnosti    | konstr. rychlost              | km/h   | 80                   | 80                | 80                |
|               | spotřeba                      | kWh/km | 0,8 ÷ 1,0            | 0,8 ÷ 1,0         | 0,7 ÷ 0,9         |
|               | dojezd (2 ÷ 3 zastávky na km) | km     | 130 ÷ 150            | 135 ÷ 155         | 150 ÷ 180         |
|               | dojezd prázdného vozu         | km     | 250                  | 290               | 300               |
|               | vnější obrysový poloměr       | mm     | 12 000               | 12 000            | 9 000             |
|               | nájezdový úhel vpředu         | °      | 9                    | 9                 | 9                 |
|               | nájezdový úhel vzadu          | °      | 12                   | 12                | 12                |



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.3 Hlavní technická data elektrobusesů SOR

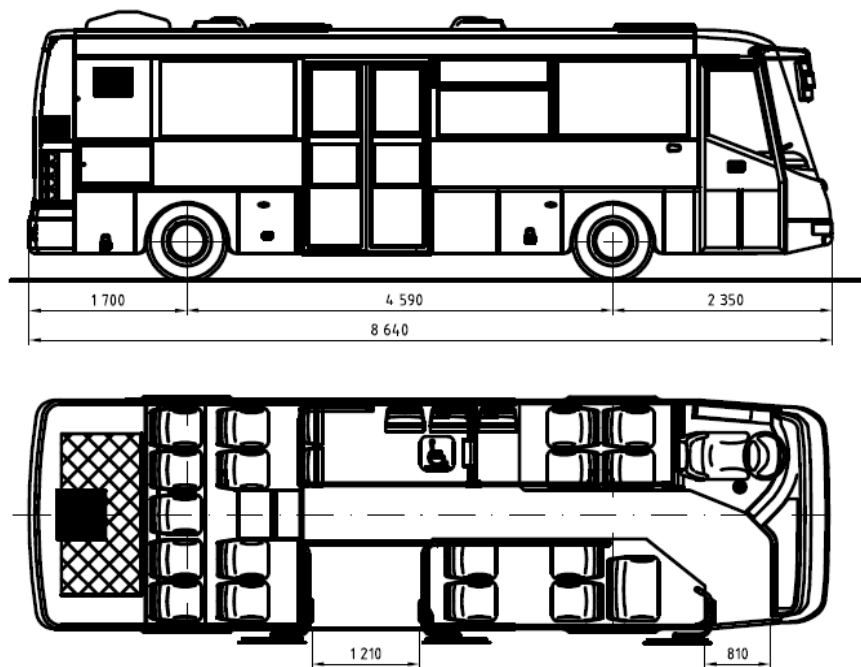
|                            |                                                            |                                                              |
|----------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>elektromotor</b>        | <b>asynchronní, šestipolový</b>                            | špičkový výkon 180 kW/400 V AC, trvalý výkon 120 kW/400 V AC |
| <b>retardér</b>            |                                                            | elektrická brzda s rekuperací energie                        |
| <b>trakční akumulátory</b> | <b>Litium - iontové ( LiFeYPO4) Winston Battery</b>        | 2,5÷4,25 V/300Ah - 180 ks                                    |
| <b>přední náprava</b>      | <b>SOR BN 004</b>                                          | nezávislé zavěšení                                           |
| <b>zadní náprava</b>       | <b>DANA</b>                                                | tuhá, jednostupňová, hypoidní, i=6,5                         |
| <b>pérování</b>            | <b>pneumatické ovládání</b>                                | vlnovcové pružiny, vpředu 2 / vzadu 4                        |
| <b>tlumiče</b>             | <b>Brano</b>                                               | elektronické, Wabco ECAS                                     |
| <b>kola</b>                | <b>pneumatiky disk</b>                                     | kapalinové, vpředu 2 / vzadu 4                               |
| <b>brzdy</b>               | <b>Knorr SN 6xxx</b>                                       | 285 / 70- R19,5                                              |
| <b>EBS</b>                 | <b>Wabco</b>                                               | 19,5x7,5"                                                    |
| <b>řízení</b>              | <b>RBL C 500V</b>                                          | kotoučové, vzduchem ovládané                                 |
| <b>nezávislé topení</b>    | <b>Eberspaecher Hydronic 24</b>                            | systém 4S/4M                                                 |
| <b>elektroinstalace</b>    | <b>standardní CAN-bus SAE 1939</b>                         | hydraulické monoblokové                                      |
| <b>akumulátory</b>         | <b>Varta</b>                                               | naftové, výkon 24 kW                                         |
| <b>výbava na přání</b>     | - klimatizace řidiče                                       | elektrická výbava vozu                                       |
|                            | - informační a odbavovací systém dle specifikace zákazníka | komunikace elektronických systémů vozu                       |
|                            |                                                            | 24V / 170 Ah                                                 |





## 4.4 Další navrhované elektrobusesy unifikované řady

### Elektrobus SOR EBN 8,5 – zástavbový výkres



### **EBN 8,5**

DÉLKA: 8 640 mm

VÝŠKA: 2 920 mm

SEDÍCÍCH: 18+5+1

STOJÍCÍCH: 40

CELKEM: 58+1

POČET DVEŘÍ: 2



Městská doprava



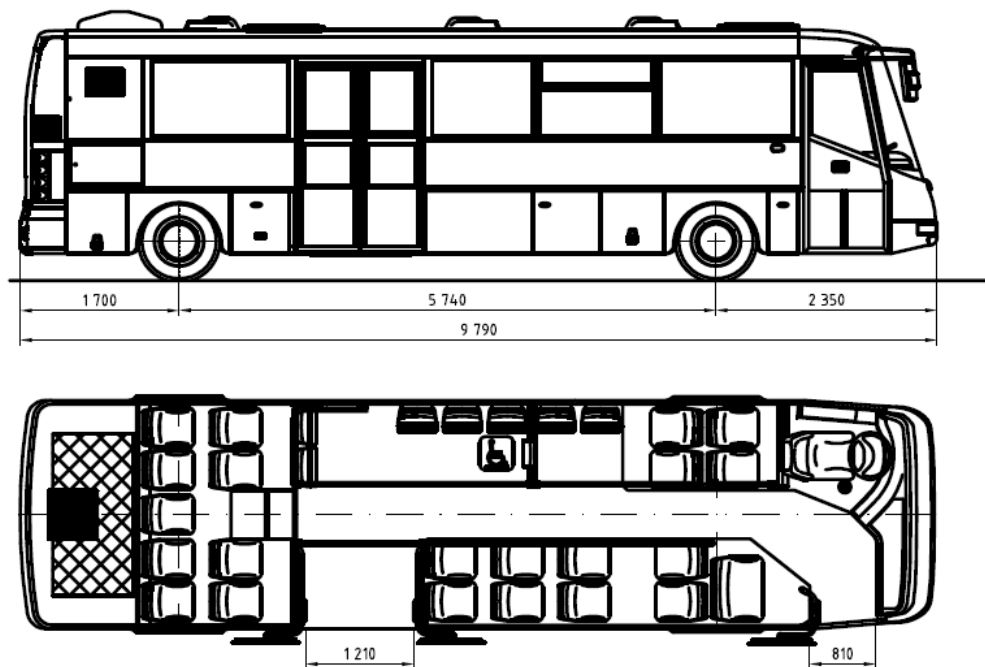
Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.4 Další navrhované elektrobusy unifikované řady

### Elektrobus SOR EBN 9,5 – zástavbový výkres



### **EBN 9,5**

DÉLKA: 9 790 mm

VÝŠKA: 2 920 mm

SEDÍCÍCH: 22+7+1

STOJÍCÍCH: 51

CELKEM: 73+1

POČET DVEŘÍ: 2



Městská doprava

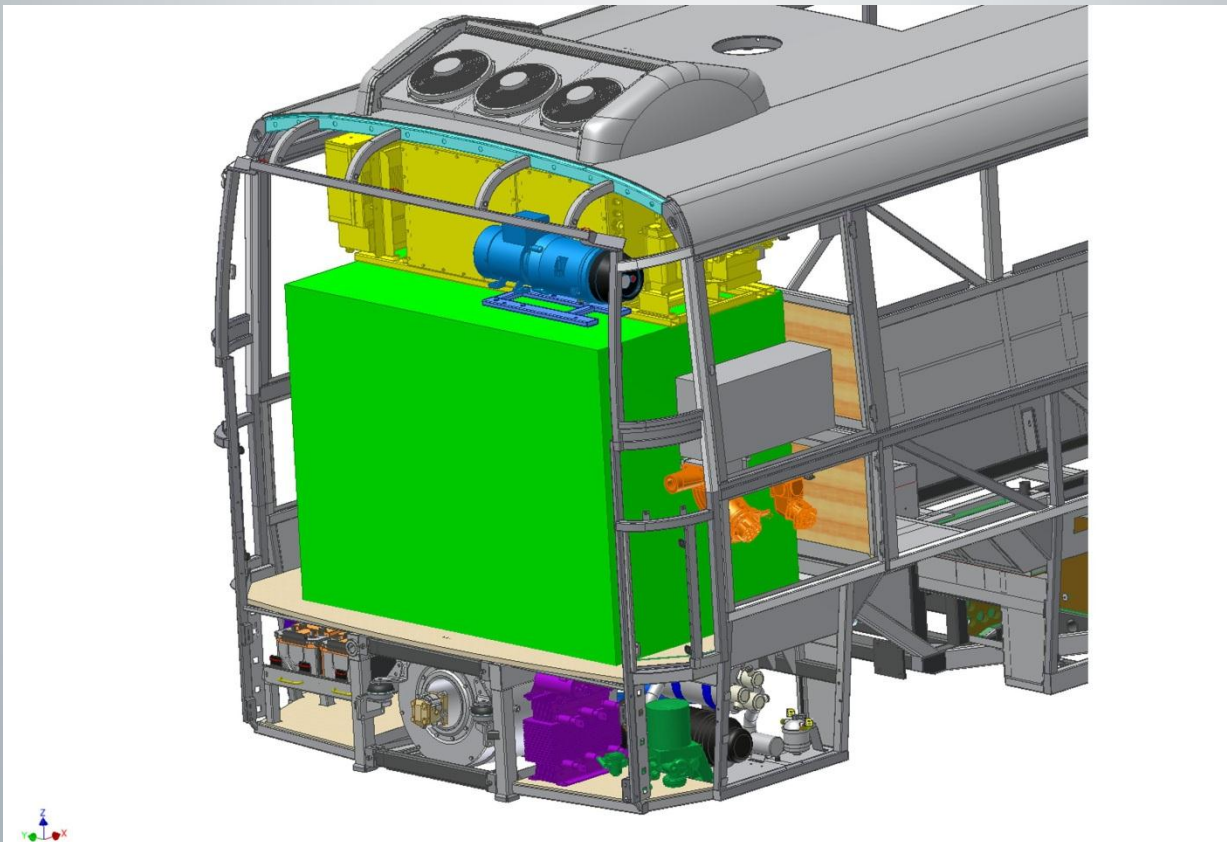


Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.5 Uspořádání hlavních trakčních agregátů





Městská doprava

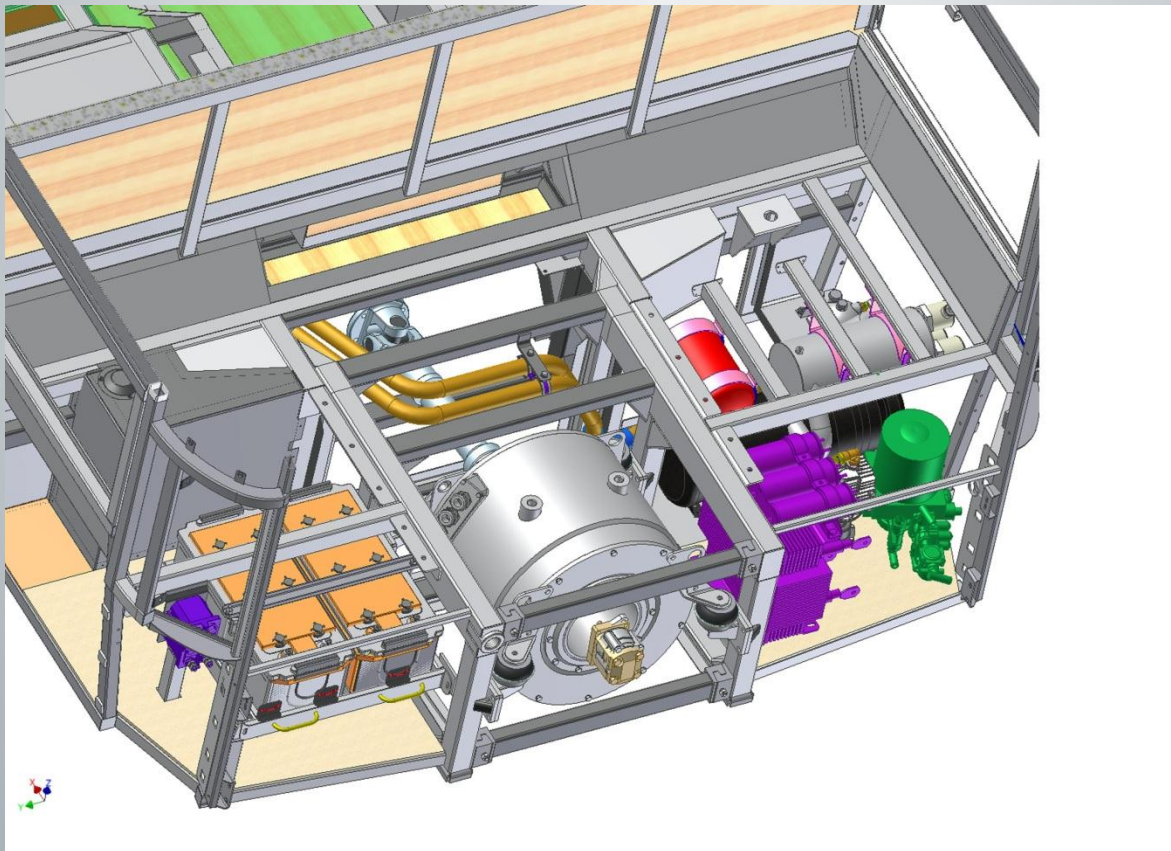


Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.6 Uložení trakčního motoru







Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.7 Uložení trakčních baterií





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.8 Zásuvka pro pomalé dobíjení





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.9 Zásuvka pro rychlodobíjení







Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.10 Systém dobíjení elektrobusesů SOR

### 4.10.1 Trakční měnič – 2 funkce:

- napájení trakčního asynchronního motoru – trakční režim
- nabíjení trakčních akumulátorů – nabíjecí režim

**Zvolená koncepce umožňuje dobíjení ze standardních zásuvek 3 x 400V:**

- 32 A – noční dobíjení
- 63 A nebo 125 A – denní dobíjení





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.10 Systém dobíjení elektrobusů SOR

### 4.10.2 Napájecí stojany:

- 3 x 400 V / 32 A – ve výbavě vozu
- 3 x 400 V / 63 A – dodávka dle přání zákazníka
- 3 x 400 V / 125 A – dodávka dle přání zákazníka
- speciální rychlonabíjecí 3 x 400 V / 250 A – doplní 50% kapacity baterií za 34 minut





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.11 Dojezdy elektrobuse

| km                |          |     | čerpání kapacity [%] |      |      |       |       |       |     |
|-------------------|----------|-----|----------------------|------|------|-------|-------|-------|-----|
|                   |          |     | 20                   | 25   | 30   | 50    | 70    | 80    | 100 |
| C [kWh]           |          |     | 34,4                 | 43   | 51,6 | 86    | 120,4 | 137,6 | 172 |
| průměrná spotřeba | [kWh/km] | 0,6 | 57,3                 | 71,7 | 86,0 | 143,3 | 200,7 | 229,3 |     |
|                   |          | 0,7 | 49,1                 | 61,4 | 73,7 | 122,9 | 172,0 | 196,6 |     |
|                   |          | 0,8 | 43,0                 | 53,8 | 64,5 | 107,5 | 150,5 | 172,0 |     |
|                   |          | 0,9 | 38,2                 | 47,8 | 57,3 | 95,6  | 133,8 | 152,9 |     |
|                   |          | 1   | 34,4                 | 43,0 | 51,6 | 86,0  | 120,4 | 137,6 |     |
|                   |          | 1,1 | 31,3                 | 39,1 | 46,9 | 78,2  | 109,5 | 125,1 |     |
|                   |          | 1,2 | 28,7                 | 35,8 | 43,0 | 71,7  | 100,3 | 114,7 |     |
|                   |          | 1,3 | 26,5                 | 33,1 | 39,7 | 66,2  | 92,6  | 105,8 |     |



Městská doprava

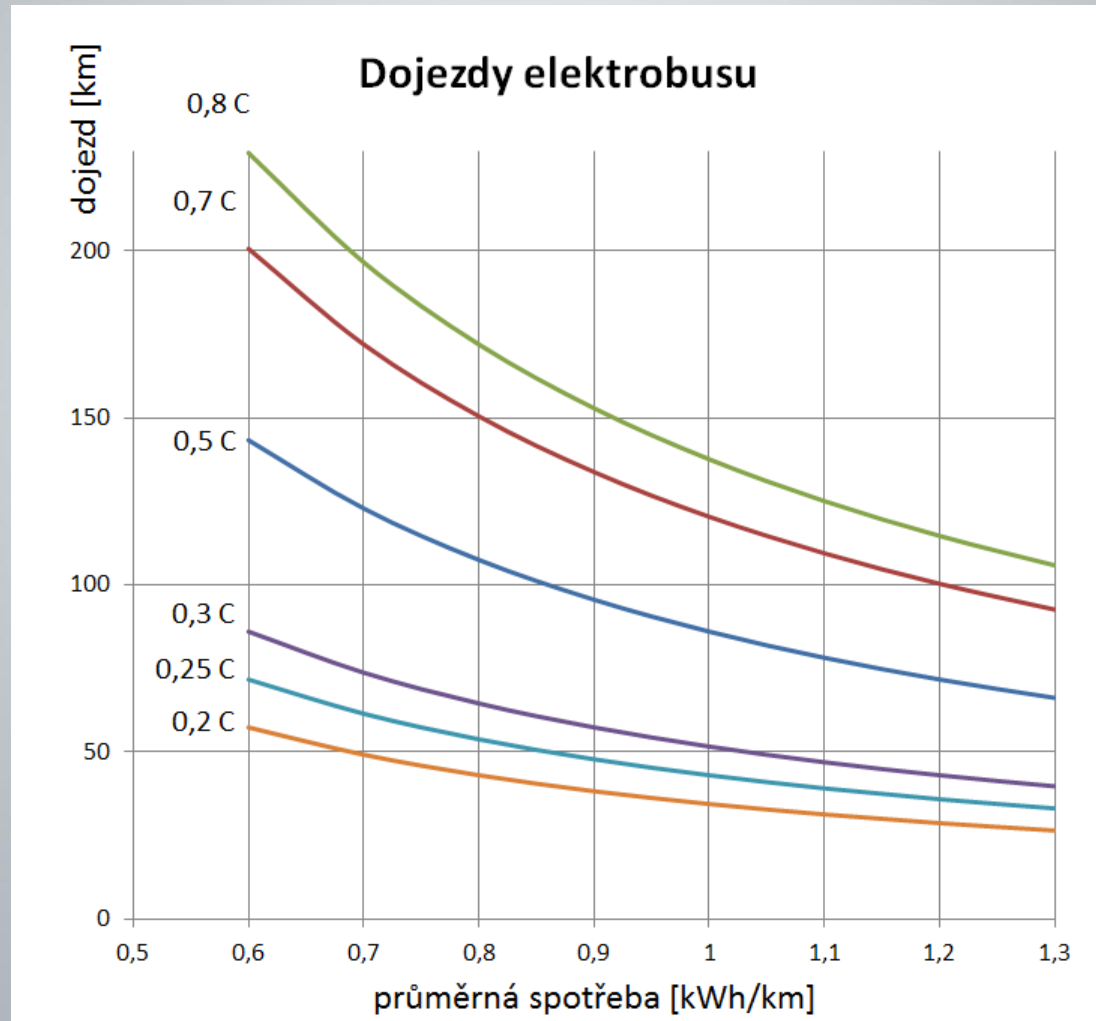


Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.11 Dojezdy elektrobuse





## 4.12 Dobíjecí časy

Přehled o dobíjecích časech pro různé kombinace denního a nočního dobíjení jsou zřejmé z tabulky a následujících dvou grafů

| 300 Ah        | T nab 80% |       | T nab 70% |       | T nab 50% |      | T nab 30% |      | T nab 25% |      | T nab 20% |      |
|---------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| Inab<br>[Aac] | 0,8C      | h:m   | 0,7C      | h:m   | 0,5C      | h:m  | 0,3C      | h:m  | 0,25C     | h:m  | 0,2C      | h:m  |
| 16            | 14,58     | 14:35 | 12,76     | 12:45 | 9,12      | 9:06 | 5,47      | 5:28 | 4,56      | 4:33 | 3,65      | 3:38 |
| 24            | 9,58      | 9:34  | 8,38      | 8:23  | 5,99      | 5:59 | 3,59      | 3:35 | 2,99      | 2:59 | 2,40      | 2:23 |
| 32            | 7,27      | 7:15  | 6,36      | 6:21  | 4,54      | 4:32 | 2,72      | 2:43 | 2,27      | 2:16 | 1,82      | 1:49 |
| 40            | 5,84      | 5:50  | 5,11      | 5:06  | 3,65      | 3:39 | 2,19      | 2:11 | 1,83      | 1:49 | 1,46      | 1:27 |
| 63            | 3,71      | 3:42  | 3,24      | 3:14  | 2,32      | 2:19 | 1,39      | 1:23 | 1,16      | 1:09 | 0,93      | 0:55 |
| 80            | 2,90      | 2:54  | 2,54      | 2:32  | 1,81      | 1:48 | 1,09      | 1:05 | 0,91      | 0:54 | 0,73      | 0:43 |
| 100           | 2,32      | 2:19  | 2,03      | 2:01  | 1,45      | 1:27 | 0,87      | 0:52 | 0,73      | 0:43 | 0,58      | 0:34 |
| 125           | 1,86      | 1:51  | 1,63      | 1:37  | 1,17      | 1:09 | 0,70      | 0:41 | 0,58      | 0:34 | 0,47      | 0:27 |
| 160           | 1,46      | 1:27  | 1,27      | 1:16  | 0,91      | 0:54 | 0,55      | 0:32 | 0,45      | 0:27 | 0,36      | 0:21 |
| 200           | 1,16      | 1:09  | 1,02      | 1:00  | 0,73      | 0:43 | 0,44      | 0:26 | 0,36      | 0:21 | 0,29      | 0:17 |
| 250           | 0,93      | 0:55  | 0,81      | 0:48  | 0,58      | 0:34 | 0,35      | 0:20 | 0,29      | 0:17 | 0,23      | 0:13 |
| 320           | 0,73      | 0:43  | 0,64      | 0:38  | 0,45      | 0:27 | 0,27      | 0:16 | 0,23      | 0:13 | 0,18      | 0:10 |





Městská doprava

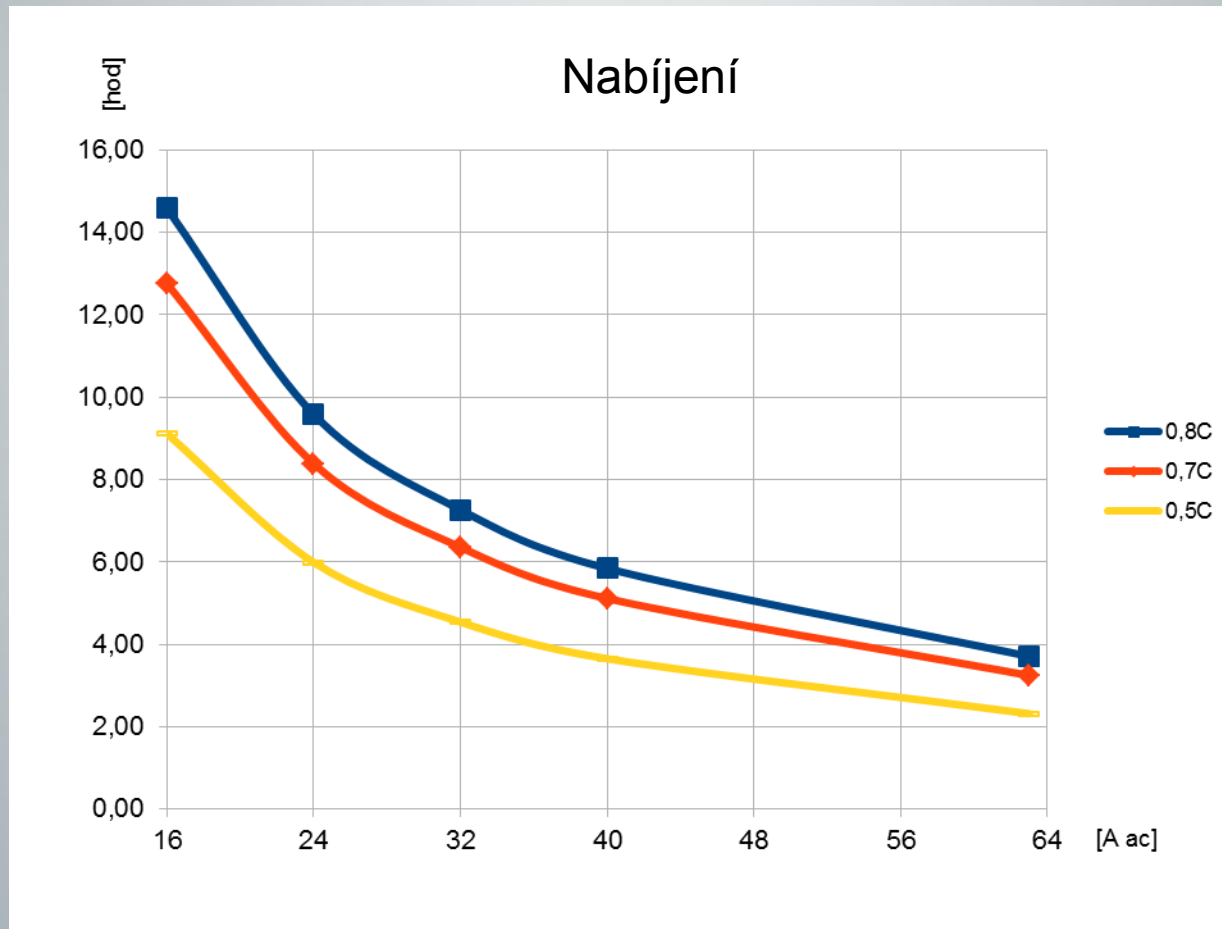


Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.12 Dobíjecí časy





Městská doprava

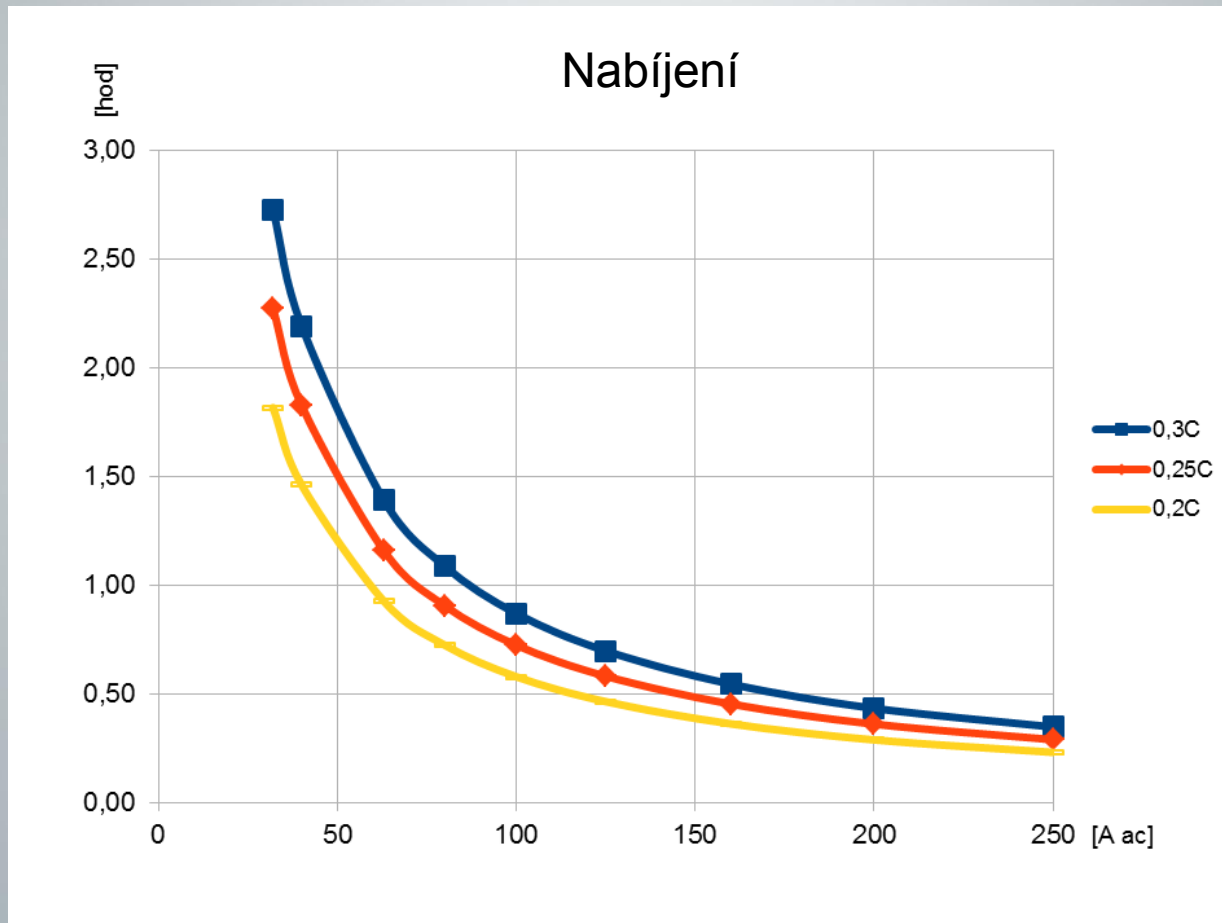


Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.12 Dobíjecí časy





## 4.12 Dobíjecí časy

### 4.12.1 Noční nabíjení

Pro noční nabíjení 80% kapacity nabíjecím proudem 32A je potřebný čas 7 hod 15 min. Dobíjení je nutno doplnit balancováním (vyrovnáním napětí) jednotlivých článků s trváním cca 15 min.

Pro zvětšenou životnost baterií je však vhodné v kombinaci s denním dobíjením ponechat pro noční nabíjení 70% kapacity s časem 6 hod 21min.

V zimním období je vhodné zařadit po dobíjení elektrický ohřev interiéru elektrobusu s časem cca do 25 min.



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## 4.12 Dobíjecí časy

### 4.12.2 Denní dobíjení

Potřeba denního dobíjení je při požadavku denních nájezdů vyšších než 150 km.

Například pro požadovaných 220 km při průměrné spotřebě 0,9 kWh/km je nutno doplnit cca 50% kapacity a zařadit:

- při dobíjecím proudu 63A:
  - 2 zastávky s dobíjecím časem 2 x 1 hod. 9 min
- při dobíjecím proudu 125A:
  - 2 zastávky s dobíjecím časem 2 x 34 min
  - nebo 1 zastávku s časem 1 hod. 9 min
- při dobíjecím proudu 250A:
  - pak postačí pro dobíjení jednorázově 34 min





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Ekonomický pohled na alternativní pohony

## Městské autobusové přepravy osob

### Hodnocené druhy autobusové MHD:

- DIESEL POHON
- HYBRIDNÍ DIESEL
- CNG POHON
- ELEKTRICKÝ POHON
  - TROLEJBUS
  - ELEKTROBUS





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Ekonomický pohled na alternativní pohony

Porovnávání provozní náklady pro městské vozidlo  
délkové kategorie 12m [Kč/km]

- SPOTŘEBA ENERGIE
- POŘIZOVACÍ NÁKLADY
- OPRAVY A ÚDRŽBA
- OSTATNÍ NÁKLADY (KONSTANTNÍ PRO VŠECHNY DRUHY)
- MZDY, POJIŠTĚNÍ, SILNIČNÍ DAŇ ...





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Ekonomický pohled na alternativní pohony

Porovnávání provozní náklady pro městské vozidlo  
délkové kategorie 12m [Kč/km]

## 1) NÁKLADY NA SPOTŘEBOVANOU ENERGIÍ

| PRŮMĚRNÁ SPOTŘEBA | na 100 km  | na 1 km      | Kč/1km  | %     |
|-------------------|------------|--------------|---------|-------|
| - DIESEL POHON    | 30÷32 l    | 0,3÷0,32 l   | 7,5÷9,0 | 100 % |
| - HYBRIDNÍ DIESEL | 24÷25,6 l  | 0,24÷0,256 l | 6,0÷7,2 | 80 %  |
| - CNG POHON       | 39÷41 kg   | 0,39÷0,41 kg | 7,0÷8,6 | 94 %  |
| - TROLEJBUS       | 90÷120 kWh | 0,9÷1,2 kWh  | 2,5÷3,7 | 36 %  |
| - ELEKTROBUS      | 80÷100 kWh | 0,8÷1,0 kWh  | 2,2÷3,1 | 32 %  |



Městská doprava

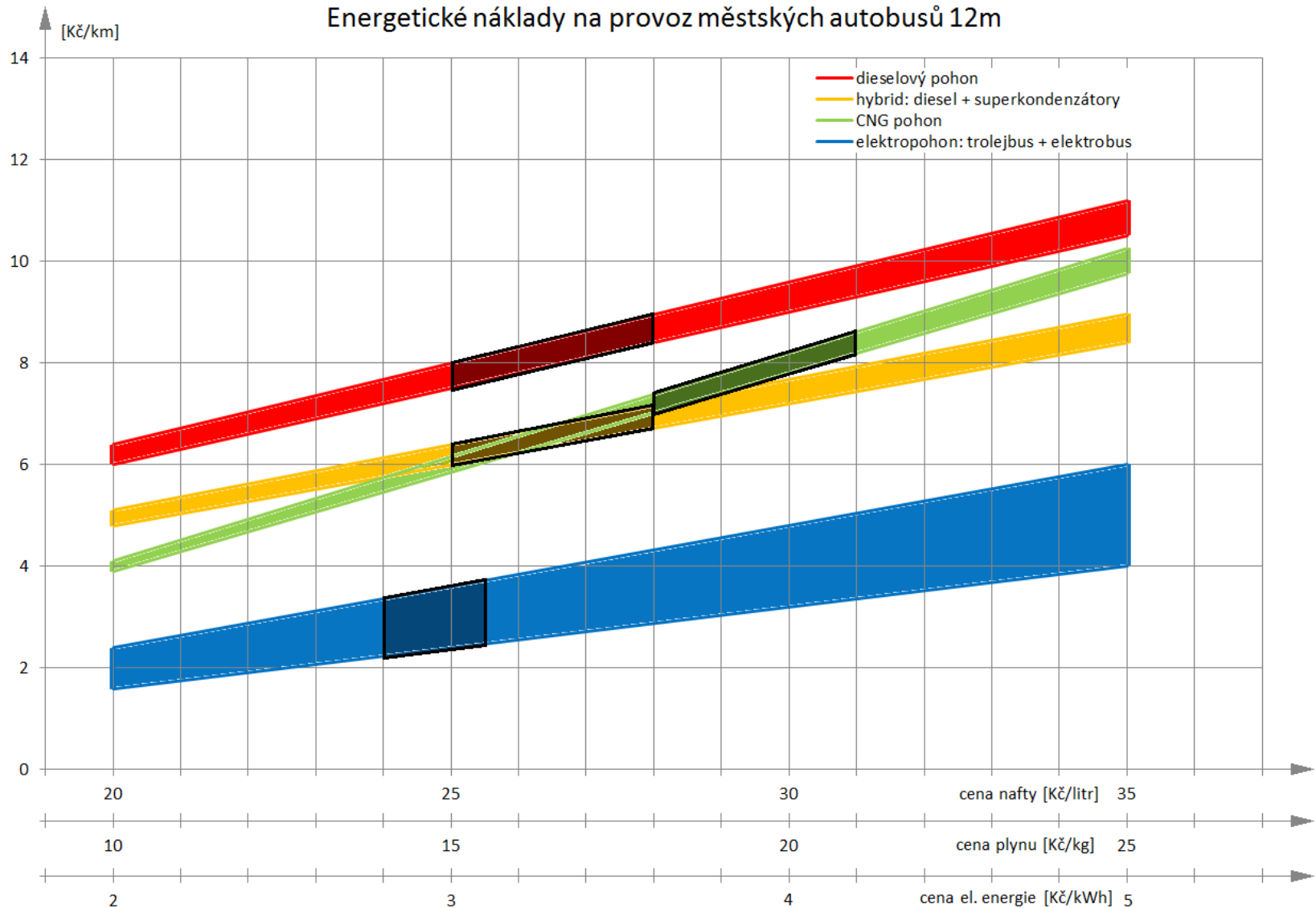


Meziměstská doprava



Turistická doprava

## Energetické náklady na provoz městských autobusů 12m







Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Ekonomický pohled na alternativní pohony

Porovnávání provozní náklady pro městské vozidlo  
délkové kategorie 12m [Kč/km]

## 2) NÁKLADY NA OPRAVY A ÚDRŽBU

| DRUH POHONU       | NÁKLADY NA 1 km<br>[Kč/1 km] | NÁKLADY NA 1 km<br>[Kč/1 km] |       |
|-------------------|------------------------------|------------------------------|-------|
| - DIESEL POHON    | 4,8 ÷ 4,9                    | - - -                        | 100 % |
| - HYBRIDNÍ DIESEL | 5,6 ÷ 5,7                    | - - -                        | 116 % |
| - CNG POHON       | 7,8 ÷ 8,5                    | - - -                        | 168 % |
| - TROLEJBUS       | 7,0 ÷ 8,0                    | *** 2,55                     | 207 % |
| - ELEKTROBUS      | 4,0 ÷ 4,1                    | ** 2,68                      | 139 % |
| - ELEKTROBUS      | 4,0 ÷ 4,1                    | * 1,50                       | 114 % |

\* cena baterií 50%

\*\* výměna baterií + nabíječky

\*\*\* údržba horního vedení a měření



Městská doprava



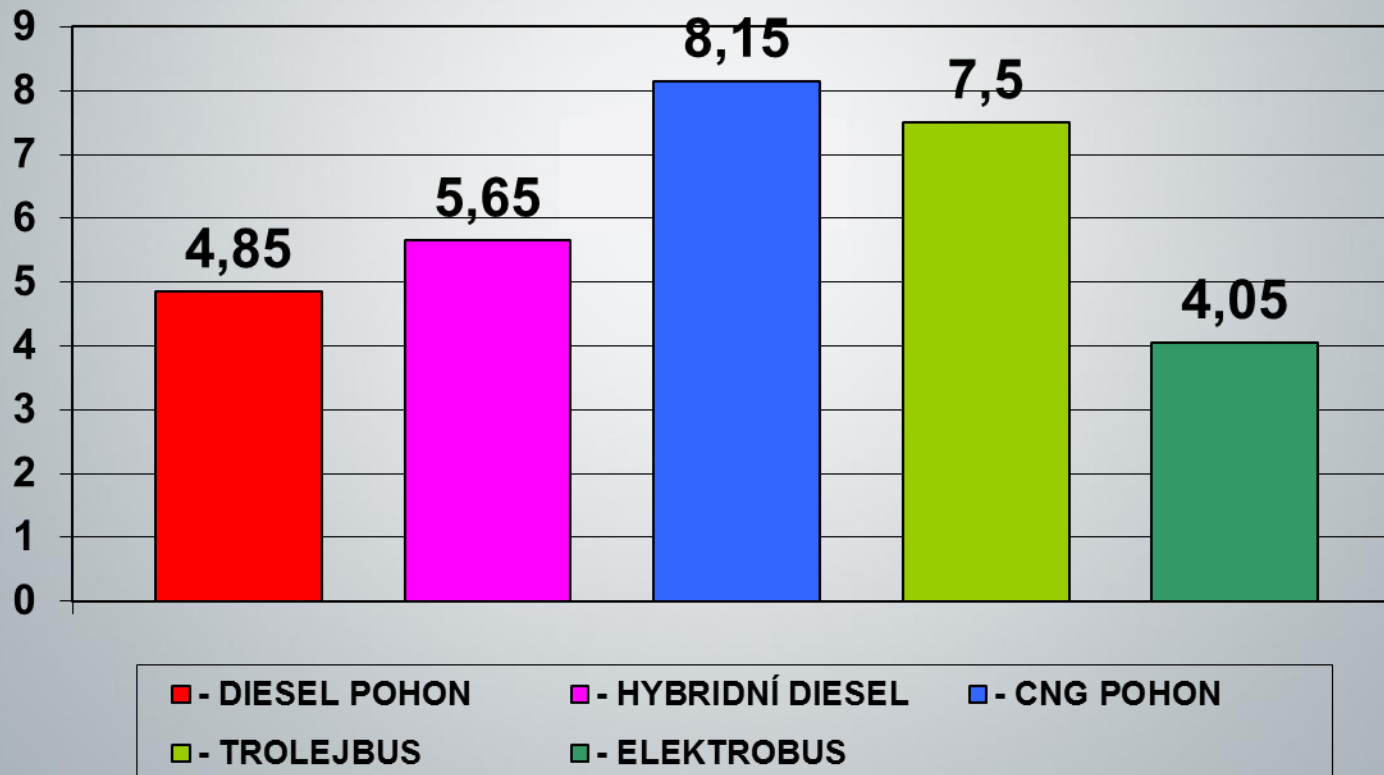
Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Ekonomický pohled na alternativní pohony

## 2) NÁKLADY NA OPRAVY A ÚDRŽBU





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Ekonomický pohled na alternativní pohony

Porovnávání provozní náklady pro městské vozidlo  
délkové kategorie 12m [Kč/km]

## DALŠÍ DODATEČNÉ NÁKLADY

**TROLEJBUS** – náklady na údržbu a opravy horního vedení  
a měníren 2,55 Kč/km

**ELEKTROBUS** – náklady na výměnu trakčních akumulátorů  
v polovině životnosti (po 400 000 km) cca 1,9 mil. Kč,  
tj. 2,37 Kč/km  
– náklady na pořízení rychlonabíjecí stanice 0,31 Kč/km



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## Ekonomický pohled na alternativní pohony

Porovnávání provozní náklady pro městské vozidlo  
délkové kategorie 12m [Kč/km]

### 3) POŘIZOVACÍ NÁKLADY (Vyčísleny na 1 km při předpokládané životnosti vozidla 800 000 km)

| DRUH POHONU       | NÁKUPNÍ *)<br>CENA [tis.Kč] | PODÍL NA 1 km<br>[Kč/1 km] |       |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------|-------|
| - DIESEL POHON    | 4 300                       | 5,38                       | 100 % |
| - HYBRIDNÍ DIESEL | 5 800                       | 7,25                       | 135 % |
| - CNG POHON       | 5 500                       | 6,875                      | 128 % |
| - TROLEJBUS       | 8 600                       | 10,75                      | 200 % |
| - ELEKTROBUS      | 8 000                       | 10                         | 186 % |
| - ELEKTROBUS**    | 7 200                       | 9                          | 167 % |

\*) nákupní ceny přepočteny na porovnatelnou sériovost

\*\*) cena baterií 50%





Městská doprava



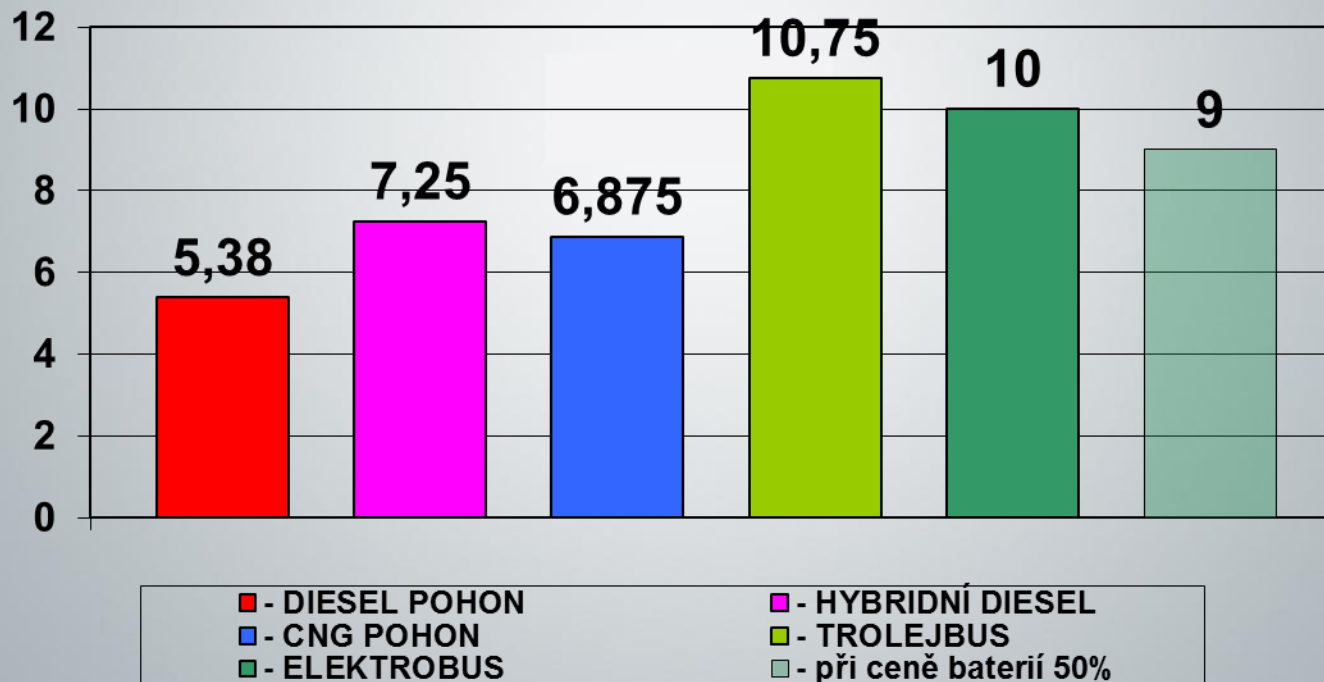
Meziměstská doprava



Turistická doprava

## Ekonomický pohled na alternativní pohony

### 3) POŘIZOVACÍ NÁKLADY (Vyčísleny na 1 km při předpokládané životnosti vozidla 800 000 km)





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## Ekonomický pohled na alternativní pohony

Porovnávání provozní náklady pro městské vozidlo  
délkové kategorie 12m [Kč/km]

### 4) POROVNÁVANÉ NÁKLADY CELKEM

| DRUH POHONU       | PODÍL NA 1 km<br>[Kč/1 km] |       |
|-------------------|----------------------------|-------|
| - DIESEL POHON    | 17,68 ÷ 19,28              | 100 % |
| - HYBRIDNÍ DIESEL | 18,85 ÷ 20,15              | 106 % |
| - CNG POHON       | 21,68 ÷ 24,0               | 124 % |
| - TROLEJBUS       | 22,80 ÷ 25,0               | 129 % |
| - ELEKTROBUS      | 18,88 ÷ 19,88              | 105 % |
| - ELEKTROBUS*     | 15,3 ÷ 15,6                | 84 %  |

\*) cena baterií 50%



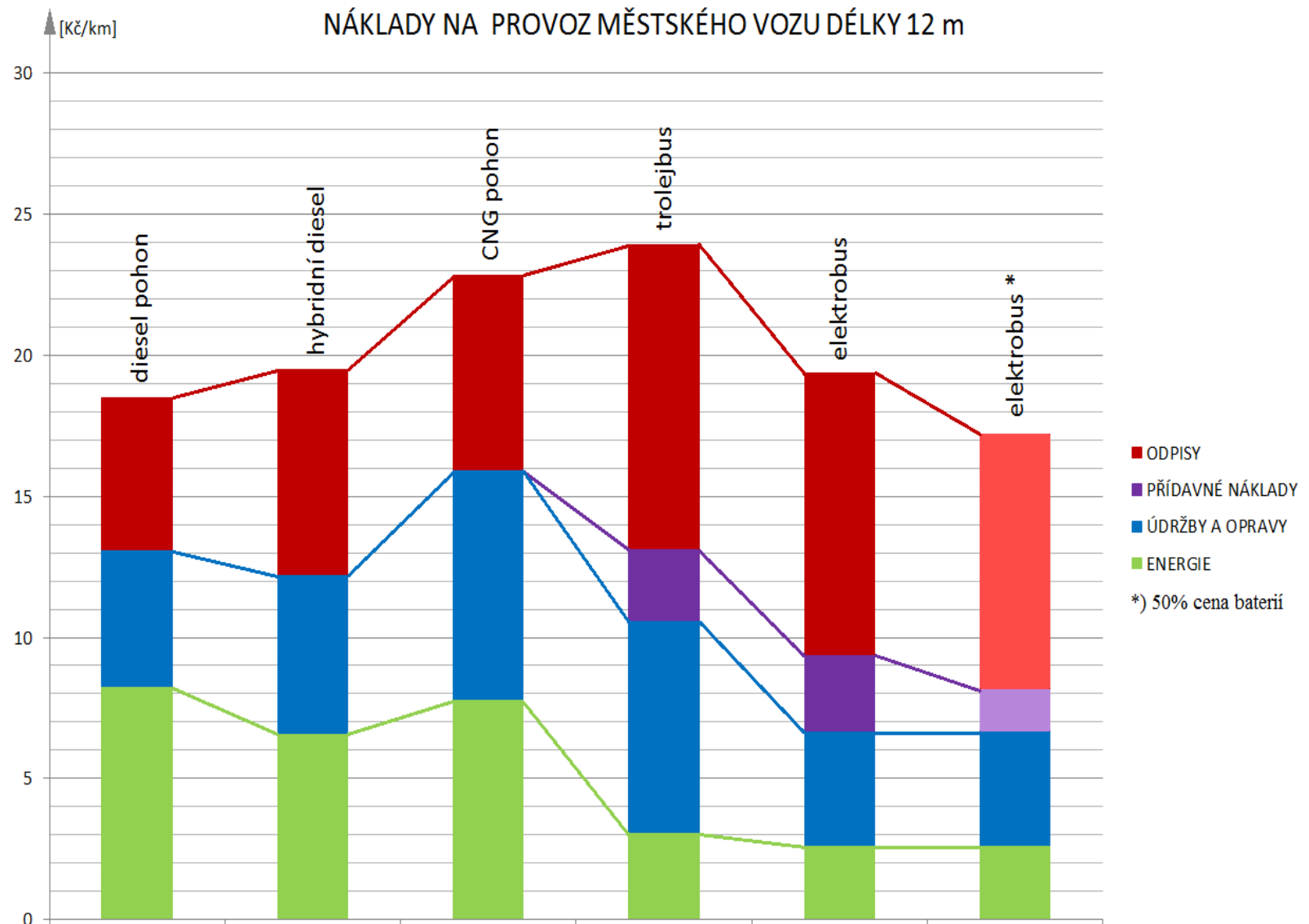
Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Ekonomický pohled na alternativní pohony

## ZÁVĚR

- Diesel pohon je stále nejlevnější.
- Hybridní diesel; vícenáklady na pořízení +35 % se při snížené spotřebě paliva 20-22% vrátí za dobu životnosti při ceně paliva cca 35 Kč/1l.
- CNG pohon je v nákladech v průměru o 4,36 Kč/1km dražší než diesel.
- Trolejbus je nejdražší způsob MHD.
- Elektrobus je levnějším dopravním prostředkem než CNG pohon.  
Pokud bychom nezapočítávali počáteční investice na pořízení rychlonabíjecí stanice, budou náklady na 1 km nižší než u hybridu.
- Předložené ekonomické hodnocení i nejnovější technické možnosti ukazují, že elektrobus se stane již v následujících letech nejekonomičtější investicí do ekologického řešení dopravy v městských aglomeracích.





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## Dosavadní zkušenosti s provozem elektrobuseů

Dojezd prázdného elektrobuse v meziměstském provozu 250 km  
(0,555 kWh/km)

Dojezd elektrobuse s obsaditelností 50% (13,2 t)

- v meziměstském provozu 160 ÷ 170 km (0,75 kWh/km)
- v městském provozu 130 ÷ 150 km (0,9 kWh/km)

Ekonomická vyčerpatelnost baterií pro dosažení životnosti 400 tis. km je 70%, tj. 120 kWh.

Maximální dovolená vyčerpatelnost 80% (138 kWh)

Při zkušebních jízdách se elektrobuse ve všech případech jednoznačně úspěšně osvědčil, zvládl bez problémů všechna zatížení na běžných autobusových i trolejbusových linkách, ale i horský terén při zimních nasazeních jako ski-bus.



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## Elektrobusy v pravidelném provozu

4 ks EBN10,5 u DP Ostrava, celkem najeto 160 000 km, první prototyp 50 000 km.

1 ks EBN 10,5 jako ski-bus ve Vysokých Tatrách

1 předváděcí vůz od července 2011 ve zkušebním provozu po českých městech, v současné době na dlouhodobém předvádění v Německu



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Perspektivy dalšího vývoje elektrobuseů

## 1. Překonání ekonomických bariér k hromadnému nasazování elektrobuseů

- a) Základní porovnatelné náklady pro celou dobu životnosti jsou oproti naftovému pohonu o 6 ÷ 7% vyšší. Jestliže však budeme počítat dle všeobecných informací se snížením ceny baterií na 50% v průběhu cca 3 až 5 let, stane se elektrobuse nejekonomičtější vozidlem.
- b) Zvýšenou pořizovací cenu lze překonat zavedením vhodného leasingu na nákup akumulátorů. Úspory při výrazně nižších nákladech na energii pro 1 ujetý kilometr i nižších servisních nákladech uhradí leasingové splátky.



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Perspektivy dalšího vývoje elektrobuseů

## 2. Zvyšování technických parametrů trakčních akumulátorů

V našem elektrobuse používáme lithium – iontové baterie čínské výroby od firmy Winston Battery. Hmotnost samotných článků je 1,6 t při specifické energii 107 Wh/kg. V současnosti jsou již vyvinuty v USA pro osobní automobily baterie se specifickou energií 400 Wh/kg. Bude tedy možno jak zvyšovat dojezdy, tak i snižovat hmotnost vozidel.



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Perspektivy dalšího vývoje elektrobusesů

## 3. Zvyšování přepravní kapacity vozidel

Návrh typové řady velkokapacitních elektrobusesů SOR ukazuje další cesty v konstrukci elektrobusesů

### 3.1 Dvounápravový nízkopodlažní elektrobuses

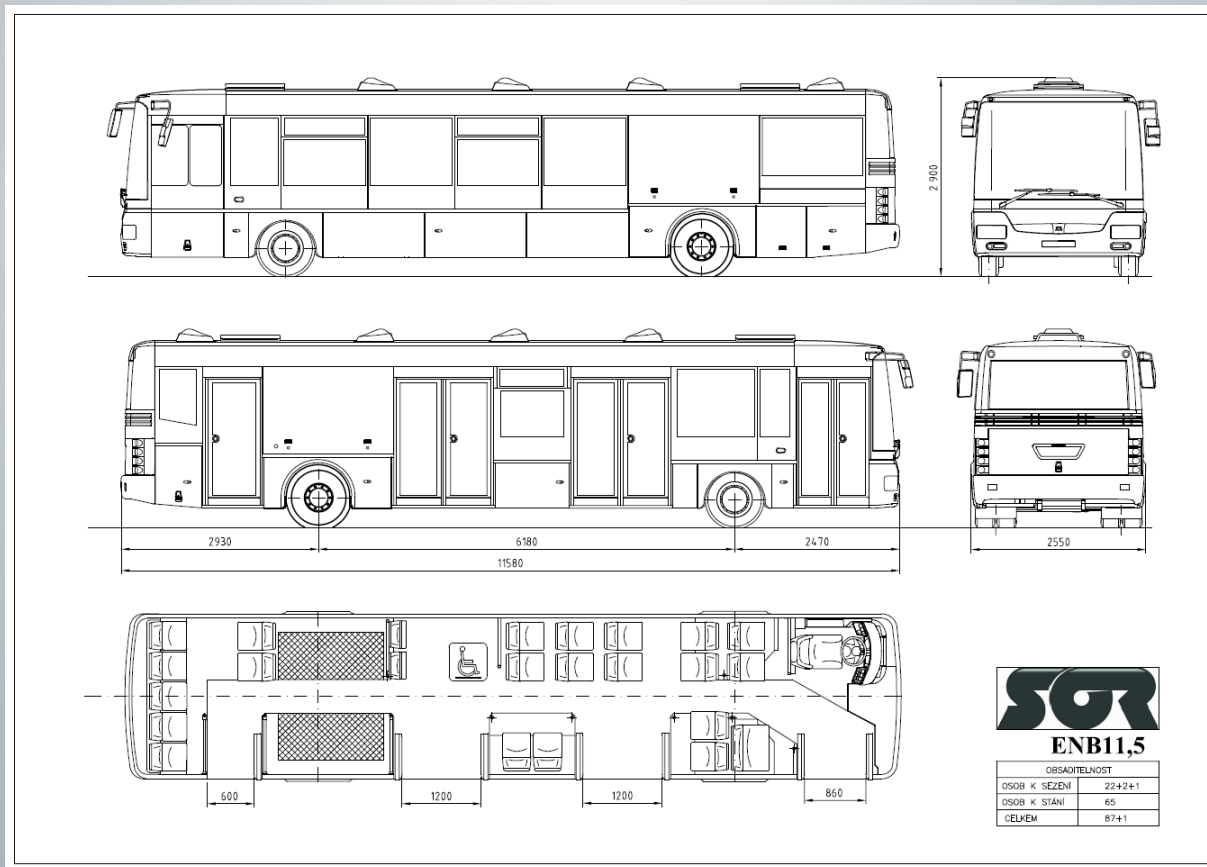
S ohledem na maximální zatížení náprav je možné při dnešním stavu techniky postavit dvounápravový autobus délky 11,5 m. Elektrobuses ve standardní nízkopodlažní karoserii 12 m by měl již přetíženou zadní nápravu, bude jej tedy možno realizovat s novou generací lehčích akumulátorů.





# Perspektivy dalšího vývoje elektrobuseů

## Projekt elektrobuseu ENB 11,5 - zástavbový výkres





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Perspektivy dalšího vývoje elektrobuseů

## Projekt elektrobuseu ENB 11,5 – hlavní konstrukční znaky

- Hnací náprava s motory v kolech od firmy ZF
- Umístění dvou bateriových bloků bezprostředně nad koly zadní hnací nápravy – nezatěžuje ohybově karoserii, která tím může být lehčí
- Za zadní nápravou pouze jednoproudové jednokřídlé dveře
- Obsaditelnost 87 osob



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Perspektivy dalšího vývoje elektrobusesů

## 3.2 Třínápravový nízkopodlažní elektrobuses

Je odvozen z předchozího typu přidáním třetí pomocné nápravy

Obsaditelnost zvýšena na 113 osob



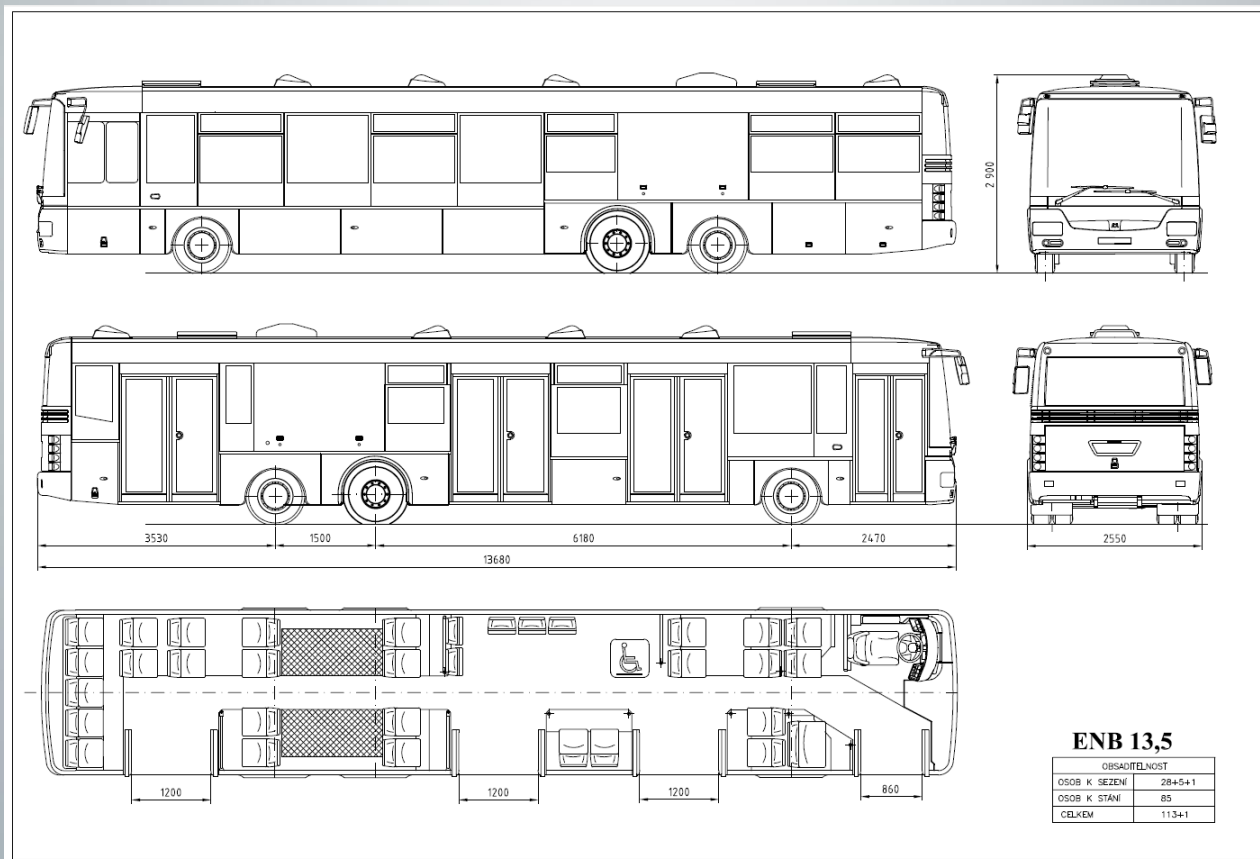
Městská doprava

Meziměstská doprava

Turistická doprava

# Perspektivy dalšího vývoje elektrobusesů

## Projekt elektrobuseu ENB 13,5 - zástavbový výkres





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## Perspektivy dalšího vývoje elektrobusesů

### 3.3 Čtyřnápravový nízkopodlažní kloubový elektrobuses určený především pro BRT systémy

Je vytvořen spojením dvou nízkopodlažních dvounápravových autobusů prostřednictvím speciální točny se dvěma osami kývání.





Městská doprava



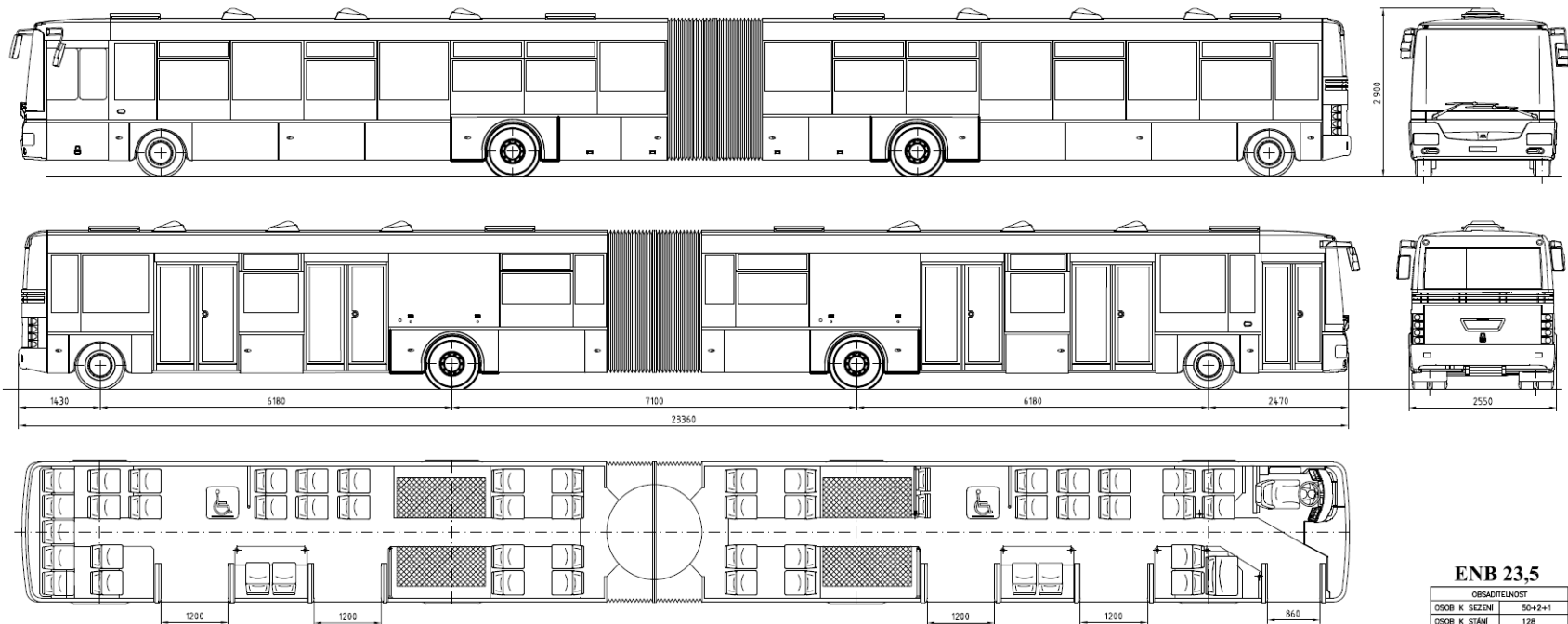
Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Perspektivy dalšího vývoje elektrobusesů

## Projekt kloubového elektrobuse ENB 23,5 - zástavbový výkres





Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Perspektivy dalšího vývoje elektrobuseů

## Projekt kloubového elektrobuse ENB 23,5 – hlavní konstrukční znaky

- 2 řízené nápravy – 1. a 4.
- 2 hnané nápravy – 2. a 3.
- 2. vůz jede v zatáčkách přesně ve stopě 1. vozu
- Kloub nevyžaduje drahé tlumení
- Elektrobuse unifikovaný s dvounápravovými vozidly
- Obsaditelnost 178 osob



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

# Perspektivy dalšího vývoje elektrobuseů

## 4. Rozvoj infrastruktury

Velkokapacitní elektrobusey budou vyžadovat odpovídající rozvoj infrastruktury u provozovatelů.

Noční dobíjení lze v časech, které jsou k dispozici poměrně snadno řešit.

Denní rychlodobíjení k nutnému zvýšení dojezdů bude představovat okamžité výkony v oblasti 500 ÷ 800 kW !



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

## Závěr

Zavádění elektrobusů do MHD a jejich další vývoj jsou již nezvratitelné. Pokud je dnes nasazování elektrobusů do provozu především investicí do zdraví lidí ve městech, do tří až pěti let půjde o investici plně ekonomicky návratnou. Ve spojení s vhodným leasingem bude docházet i bez dotací ze strany státu k nástupu elektrobusů do městské hromadné přepravy osob.



Městská doprava



Meziměstská doprava



Turistická doprava

**Váš partner pro městskou, meziměstskou  
a turistickou dopravu.**

**Děkuji za pozornost.**



**SOR Libchavy spol. s r.o.**

**Libchavy 48**

**561 16**

**Tel.: +420 465 519 411**

**obchod@sor.cz**

**www.sor.cz**