
Druh dokumentu: **H - homologace**

Název dokumentu: **Datový list homologace pro tramvaj Bonn
(typové označení Škoda 41T / SWB NF8 VZW)**

Vozidlo: Plně nízkopodlažní tramvaj s otočnými podvozky

Typ: 41T

Číslo dokumentu	TD053524	Revize	b
	Příjmení a jméno	Datum	Podpis
Vypracoval	██████████	9.7.2020	
Přezkoušel	██████████	19.10.2021	
Schválil	██████████	29.10.2021	

Veškerá práva k tomuto dokumentu přísluší ŠKODA TRANSPORTATION a.s.!

Revize	Jméno a příjmení	Datum	Podpis
a	██████████	26.08.2021	
b	██████████	05.10.2021	
c			
d			
e			
f			
g			
h			
i			
j			

Seznam změn revize dokumentu	
a	Kap. A.3: doplněno traťové zabezpečení vlaku. Kap. A.5: doplněny typy pohonu. Kap. A.6: kompletní přepracování kapitoly. Kap. A.8: upravena elektrohydraulická brzda. Kap. A.9, A.10 a A.11: nové kapitoly. Kap. B: doplněna související dokumentace.
b	Název dokumentu, anotace, kap. A.1: doplněno typové označení SWB.
c	
d	
e	
f	
g	
h	
i	
j	

OBSAH

Anotace	3
Použité zkratky	3
A. ÚVOD – PARAMETRY VOZIDLA.....	4
A.1. Označení vozidel.....	4
A.2. Základní popis vozidla.....	4
A.3. Určení vozidla a podmínky provozu	4
A.4. Základní technické prvky vozidla	5
A.5. Trakční výzbroj	5
A.6. Monitorovací a bezpečnostní vybavení	5
A.7. Provozní podmínky.....	6
A.8. Brzdová výzbroj.....	6
A.9. Provozní režimy vozidla	6
A.10. Klimatické podmínky	7
A.11. Minimální poloměry v síti SWB.....	7
B. SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTACE A PŘÍLOHY	8

Anotace

Datový list obsahující parametry relevantní pro homologaci vozidla projektu ForCity Smart Bonn – tramvaj 41T (typové označení SWB – NF8 VZW) .

Použité zkratky

BOStrab	právní předpis upravující oblast provozu tramvají, metra a lehké železnice (Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen)
CAN	sběrnice (Controller Area Network)
EBO	pravidla a předpisy pro železnice (Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung)
EHB	elektrohydraulická brzda
ELA	elektroakustické zařízení
IMU	indukční systém přenosu zpráv
LH	dokument s požadavky na produkt (Lastenheft)
PZB	vlakový zabezpečovač pracující na principu bodového řízení vlaků
SWB	Dopravní podnik města Bonn (Stadtwerke Bonn GmbH)
TDD	technický a diagnostický displej
VCU	řídící jednotka vozidla

A. ÚVOD – PARAMETRY VOZIDLA

A.1. Označení vozidel

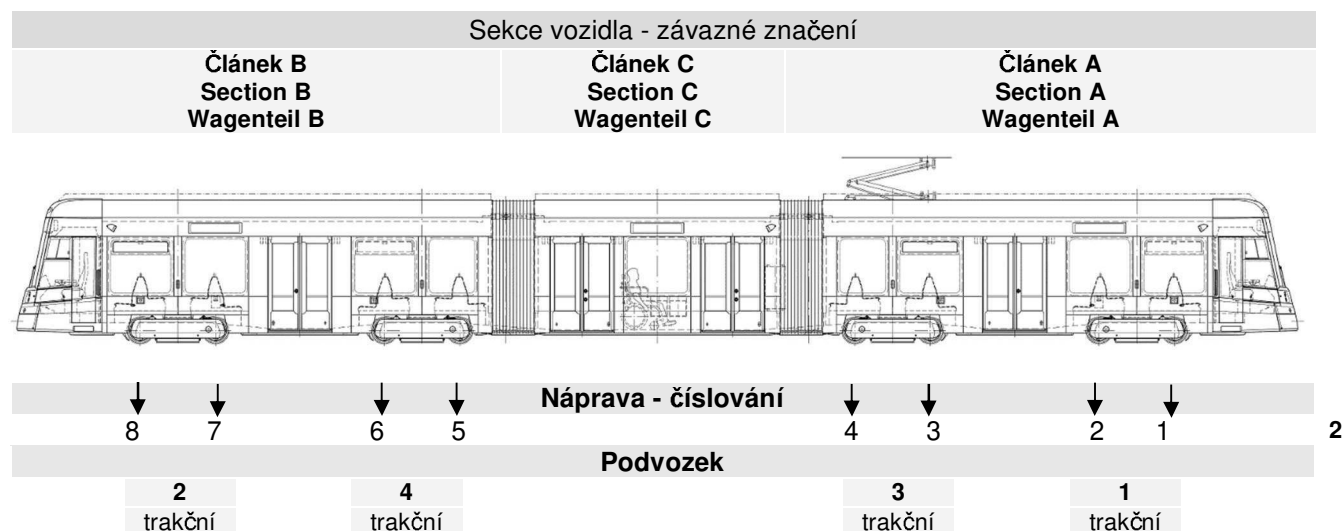
ForCity Smart Bonn – tramvaj 41T, typové označení SWB - NF8 VZW. Dále bude používáno pouze označení 41T.

Tramvajová vozidla jsou určena pro použití ve veřejné dopravě. Vozidla 41T jsou určena pro přepravu osob v městě Bonn a jsou založena na stávající platformě vozidla ForCity.

Ve standardním provozu s cestujícími mají být nasazeny na stávajících linkách 61, 62 a 65 (viz [3]). Pro účely přepravy či zkušebních jízd se vozidla mohou pohybovat po celé síti SWB (vyjma úseků dle EBO).

A.2. Základní popis vozidla

Jedná se o tříčlánkovou nízkopodlažní tramvaj se čtyřmi trakčními podvozky určenou pro obousměrný a samostatný provoz v jednoduché trakci.



Obrázek 1: Nízkopodlažní tramvaj 41T

A.3. Určení vozidla a podmínky provozu

Určení vozidla a podmínky provozu	
Typ a provedení vozidla	Tramvajové vozidlo
Směr jízdy - provozu	Obousměrný provoz
Způsob provozu	Samostatný provoz pouze v jednoduché trakci s nouzovým odtažením
Provoz v tunelu	Včetně provozu v tunelu Hauptbahnhof – 50 m Ramersdorf – 550 m
Traťové zabezpečení vlaku	Ano, viz červeně označené úseky trati v Gleisnetzplan[2]

A.4. Základní technické prvky vozidla

Základní technické prvky vozidla	
Délka vozidla	30600 mm
Šířka vozidla	2400 mm
Rozchod	1435 mm
Počet článků	3
Počet podvozků	4
Počet hnacích podvozků (s motory)	4
Počet běžných podvozků (bez motorů)	0
Druh podvozku	Otočný s nápravami
Podíl nízké podlahy v prostoru pro cestující	100%
Počet dveří	4 dvoukřídlé dveře na každé straně + 1 zvláštní dveře ke každé kabině řidiče
Maximální rychlost	80 km/h

A.5. Trakční výzbroj

Trakční výzbroj	
Druh pohonu	Pohon jednotlivých náprav vzduchem chlazenými třífázovými/asynchronními motory s plně odpruženými převodovkami.
Trakční systém	Jednosystémové vozidlo, 750 V DC (+20 %/- 30 %)
Maximální výkon	70 kW na nápravu 560 kW celkově

A.6. Monitorovací a bezpečnostní vybavení

Viz homologační koncept FG19[4].

Monitorovací a bezpečnostní vybavení	
Kamerový systém	Použití kamer na obou stranách kabiny řidiče k dohledu na celou délku vozidla a vnitřní kamery k dohledu nad celým prostorem pro cestující
Bezpečnostní zařízení	Vlakový zabezpečovač PZB 600 M včetně funkcionality IMU s řízením výhybek a hlášením volnosti koleje. PZB může být řidičem deaktivováno (překlenuto).
Detekce požáru	Žádná detekce požáru v prostoru pro cestující. Pouze senzory kouře v měničových skříních.
Poplachový systém pro cestující	Nouzová brzda pro cestující, intercom, a videokamera jsou umístěny v prostoru dveří. Prostor dveří sestává ze dvou naproti sobě umístěných dveří pro nástup cestujících.

ELA	Ano, typ RRAM-MCTN/D30
Tachograf	Ano, typ TM14-1
Radiostanice	Ano, typ DFM880i 19“

A.7. Provozní podmínky

Provozní podmínky	
Provoz na trati dle EBO	ne
Provoz na trati dle BOStrab	Ano, včetně drážních těles na úrovni silnice, zvláštních i nezávislých drážních těles dle BOStrab § 16
Jízda na výhled nebo pomocí zařízení k zabezpečení vozidla	Provoz jak zabezpečením výhledem tak i pomocí zařízení k zabezpečení jízdy vozidla. Infrastruktura SWB (viz [2]) odpovídá požadavkům BOStrab.
Největší stoupání/sklon na trati	6 %, délka 500 m

A.8. Brzdová výbroj

Viz homologační koncept FG06[5] a brzdová matice[6].

Brzdová výbroj	
Elektrohydraulická brzda	Pasivní systém, kotoučová brzda s odpruženými brzdovými čelistmi ovládanými hydraulickým agregátem. Uvolnění EHB možné také automaticky přes TDD.
Magnetická kolejnicová brzda	Ano, 1 pár na každém podvozku
Elektrodynamická brzda	Ano, maximální brzdná síla pro celé vozidlo 123 kN

A.9. Provozní režimy vozidla

Provozní režimy vozidla	
Normální režim	Běžný provozní stav
Nouzový režim (HW režim)	V případě výpadku VCU nebo I/O modulu či CAN sběrnice lze pokračovat v jízdě s cestujícími omezenou rychlostí k nejbližšímu evakuačnímu místu. Další jízda do depa následuje bez cestujících. HW režim vypne napájení VCU. Provozně relevantní systémy jsou přepnuty do autonomního režimu, rychlost je automaticky omezena na 30 km/h. HW vedení pohonných a bezpečnostních signálů umožňují vozidlu pokračovat v jízdě.

A.10. Klimatické podmínky

Místo provozu – vnější klimatické podmínky	
Země	Německo
Město	Bonn
Teplota vnější	
Maximální teploty okolí při provozu	-25 °C až +45 °C
Maximální teploty okolí v přístrojových kontejnerech na střeše	-25 °C až +70 °C
Omezení teploty vzduchu uvnitř vozidla	-25 °C až +55 °C
Nadmořská výška	
Maximální nadmořská výška (třída A1 dle EN 50125-1:2014)	do 1400 m n.m.
Vlhkost vně vozidla	
Relativní vlhkost vně vozidla (dle EN 50125-1:2014)	<ul style="list-style-type: none"> – roční průměr: relativní vlhkost ≤ 75 %; – nepřetržitě 30 dní v roce: relativní vlhkost mezi 75 % a 95 %; – náhodně v ostatních dnech: relativní vlhkost mezi 95 % a 100 %; – maximální absolutní vlhkost: 30 g/m³ v tunelech

Pro všechny přístroje definované v EN 50125 je definovaná teplotní třída T3. Pro všechny ostatní přístroje je teplotní třída T3 nasazená jako cíl.

A.11. Minimální poloměry v síti SWB

Minimální poloměry	
Nejmenší konkávní poloměr (stoupání)	R500m (Königstraße)
Nejmenší konvexní poloměr (klesání)	R610m (Südunterführung)
Nejmenší horizontální poloměr	R17,227m (Wendesleife Quirinusplatz)

B. SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTACE A PŘÍLOHY

Seznam související dokumentace		
Číslo	Název	Číslo dokumentu a druh dokumentu
[1]	TYPOVÝ VÝKRES TRAMVAJ 41T	LO86855P
[2]	Anlage 01 – Gleisnetzplan	LH Anlage 01_Gleisnetzplan
[3]	Anlage 02 - Liniennetzplan	LH_Anlage 02_Gleisnetzplan
[4]	Homologační koncept FG19	TD058075
[5]	Homologační koncept FG06	TD056479
[6]	Brzdová matice	TD049544

Seznam příloh		
Číslo	Název	Číslo dokumentu a druh dokumentu
[A1]		
[A2]		

Veškerá práva k tomuto dokumentu přísluší ŠKODA TRANSPORTATION a.s.!
Bez souhlasu této společnosti nesmí být dokument kopírován, rozmnožován a není povoleno postoupit jej třetím osobám!



ŠKODA TRANSPORTATION a.s.
Emila Škody 2922/1
301 00 Plzeň
Czech Republic

Druh dokumentu:	ST - technické studie
Název dokumentu:	SROVNÁNÍ PRŮJEZDNÝCH PROFILŮ SKŘÍNÍ 40T A 41T
Vozidlo:	Vícečlánková nízkopodlažní tramvaj
Typ:	41T, 40T

Číslo dokumentu	TD065978	Revize	
	Příjmení a jméno	Datum	Podpis
Vypracoval	██████████	7.4.2022	
Přezkoušel	██████████	7.4.2022	
Schválil			

Veškerá práva k tomuto dokumentu přísluší ŠKODA TRANSPORTATION a.s.!

Revize	Jméno a příjmení	Datum	Podpis
a			
b			
c			
d			
e			
f			
g			
h			
i			
j			

Seznam změn revize dokumentu	
a	
b	
c	
d	
e	
f	
g	
h	
i	
j	

OBSAH

Anotace	3
Použité zkratky	3
A. Konfigurace vozidel.....	4
Srovnání příčných řezů vozidel.....	4
Závěr	4
B. Vybočení vozidel.....	5
Okrajové podmínky	5
Šířka kolejového kanálu	5
Rozšíření obrysu ve směrovém oblouku	6
Vyšetření průjezdu obloukem	7
Vyšetření nájezdu do oblouku.....	11
Závěr	16
C. Související dokumentace a přílohy.....	17

Anotace

Tento dokument obsahuje výpočet obrysů tramvajového vozidla 40T a 41T do Plzně.

Použité zkratky

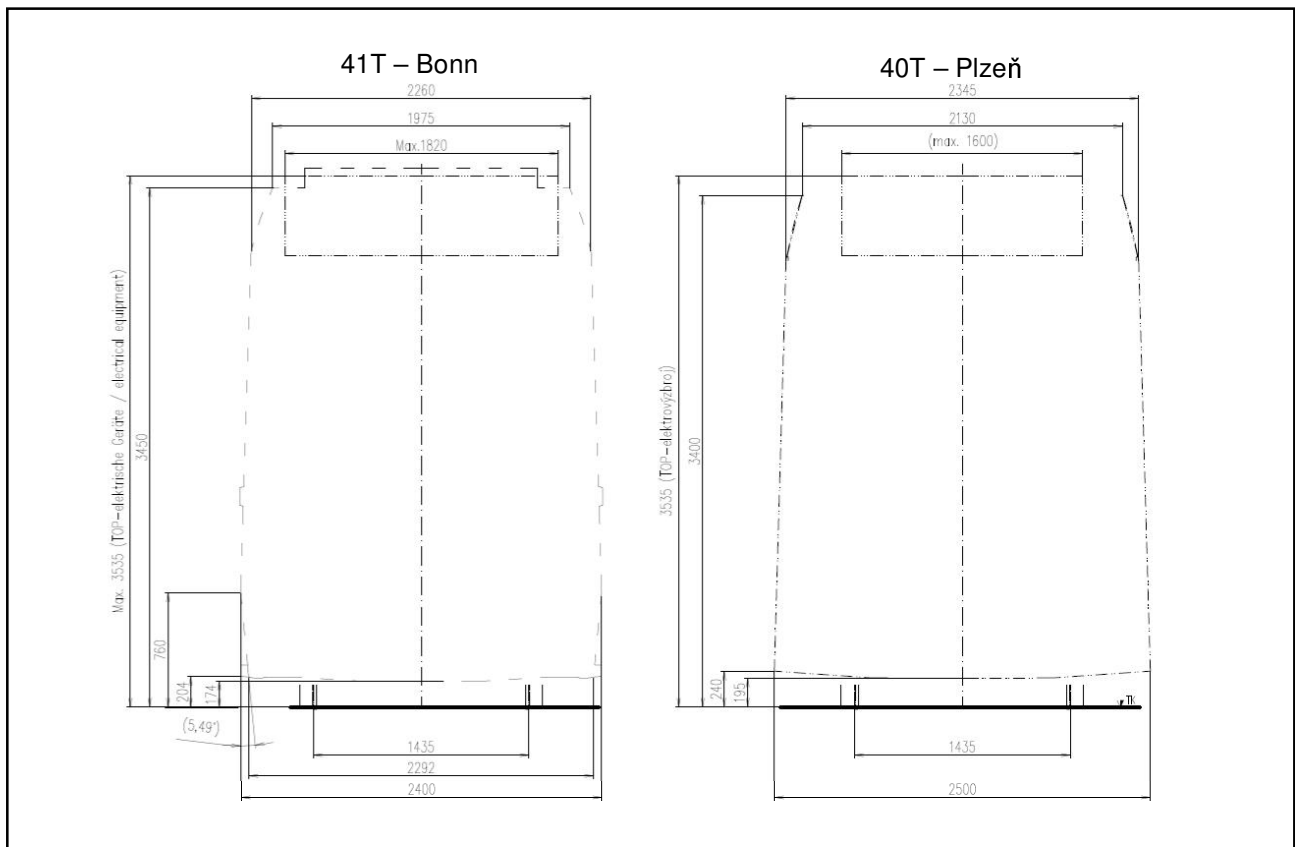
TK – temeno kolejnice
OP – okrajové podmínky
k. k. – kolejový kanál
p. v. – primární vypružení
s. v. – sekundární vypružení
SmT - SmarTeam

A. Konfigurace vozidel

Obě vozidla jsou tříčlánková, obousměrná a mají čtyři podvozky. Střední článek vozidla 41T je nesený. Střední článek vozidla 40T má dva podvozky. Základní rozměry vozidla jsou uvedeny v tabulce.

Základní rozměry		40T Plzeň	41T Bonn
Délka vozidla	(mm)	29 140	30 600
Délka předního článku A	(mm)	9 400	11 685
Délka prostředního článku C:	(mm)	10 340	7 230
Délka čela	(mm)	1 710	2 040
Vzdálenost 1. podvozku od otočného čepu	(mm)	4 230	7 835
Vzdálenost 2. podvozku od otočného čepu	(mm)	2 380	2 005
Vzdálenost 2. a 3. podvozku	(mm)	5 580	11 240
Šířka vozidla	(mm)	2 500	2 400
Počet podvozků	-	4	4

Srovnání příčných řezů vozidel



Závěr

Obrys vozidla 41T je prostorově méně náročný, než obrys vozidla 40T, s výjimkou výšky spodku, kde obrys 41T přesahuje obálku o 21mm na ose vozidla. V nižších světelných výškách se pak pohybují zabezpečovače, uvedené ve výkresech LO97508P a LO97517P.

B. Vybočení vozidel

Vybočení vozidle dle ČSN 280318:2015

Okrajové podmínky

Norma ČSN 280318: 2015 neuvažuje náklon vozidla a neuvažuje ani příčné deformace ve vypružení.

Příčné pohyby	
Okrajové podmínky	Statické
Příčná deformace primárního vypružení	0 mm
Příčná deformace sekundárního vypružení	0 mm
Náklon vozidla	0°
Zohledněn nájezd do oblouku	ano
Kolejový kanál	Viz A.2.2.
Minimální poloměr oblouku v Plzni	18 m

Šířka kolejového kanálu

Dle normy ČSN 73 6412 - GEOMETRICKÉ USPOŘÁDÁNÍ KOLEJE TRAMVAJOVÝCH TRATÍ byl vypočten kolejový kanál +/- 21 mm pro $R \geq 500\text{m}$ a +/-32,5mm pro $R < 500\text{m}$.

Obrys pro tramvajová vozidla

Dle normy ČSN 280318: 2015 PRŮJEZDNÉ PRŮŘEZY TRAMVAJOVÝCH TRATÍ A OBRYSY PRO VOZIDLA PROVOZOVANÁ NA TRAMVAJOVÝCH TRATÍCH je šířka obrysu pro tramvajové vozidlo v přímé trati 2 700 mm, tzn. pološířka obrysu 1 350 mm. Rozšíření obrysu pro vozidlo ve směrovém oblouku a součet pološířky obrysu jsou uvedeny v tabulkách níže.

Vyšetření průjezdu obloukem

Srovnání hodnot vybočení skříní při průjezdu obloukem – Osová poloha

Poloměr oblouku R [m]	41T - Bonn				40T - Plzeň			
	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]
18	1520	1460	560	320	1615	1490	465	290
19	1505	1447	525	308	1597	1478	433	277
20	1492	1434	508	296	1581	1466	419	264
21	1479	1423	496	287	1566	1456	409	254
22	1468	1413	482	282	1553	1446	397	249
23	1458	1403	472	277	1541	1438	389	242
24	1448	1395	462	270	1529	1430	381	235
25	1439	1387	441	263	1519	1422	361	228
26	1430	1380	425	255	1509	1416	346	219
27	1423	1373	412	247	1500	1410	335	210
28	1415	1367	405	243	1492	1404	328	206
29	1408	1361	397	239	1484	1399	321	201
30	1402	1356	388	234	1476	1394	314	196
35	1375	1333	355	217	1445	1373	285	177
40	1354	1317	321	198	1422	1358	253	157
45	1338	1304	302	181	1403	1346	237	139
50	1325	1293	285	167	1388	1336	222	124
60	1305	1278	265	162	1366	1322	204	118
70	1290	1267	250	153	1350	1311	190	109
80	1279	1258	236	147	1337	1304	178	101
90	1271	1252	224	143	1328	1298	167	97
100	1264	1247	211	138	1320	1293	155	92
110	1258	1242	202	138	1314	1289	146	91
120	1253	1239	197	136	1309	1286	141	89
130	1249	1236	191	134	1304	1283	136	87
140	1246	1233	184	132	1300	1281	130	84
150	1243	1231	177	129	1297	1279	123	81
175	1237	1227	173	128	1290	1275	120	80

Poloměr oblouku R [m]	41T - Bonn				40T - Plzeň			
	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]
200	1232	1223	168	127	1285	1271	115	79
225	1229	1221	166	129	1281	1269	114	81
250	1226	1219	164	131	1278	1267	112	83
275	1223	1217	162	133	1276	1266	109	84
300	1222	1216	158	134	1274	1264	106	86
350	1218	1213	157	137	1270	1262	105	88
400	1216	1212	154	138	1268	1261	102	89
450	1214	1210	151	140	1266	1260	99	90
500	1213	1209	147	141	1264	1259	96	91
750	1209	1206	146	144	1259	1256	96	94
1000	1206	1205	144	145	1257	1254	93	96
Přímá	1200	1200	150	150	1250	1250	100	100

Srovnání hodnot vybočení skříní při průjezdu obloukem – Statická poloha

Poloměr oblouku R [m]	41T - Bonn				40T - Plzeň			
	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]
18	1569	1493	511	287	1669	1523	411	257
19	1554	1479	476	276	1651	1510	379	245
20	1541	1467	459	263	1636	1499	364	231
21	1529	1456	446	254	1621	1488	354	222
22	1517	1445	433	250	1608	1479	342	216
23	1507	1436	423	244	1596	1470	334	210
24	1497	1427	413	238	1584	1462	326	203
25	1489	1420	391	230	1574	1455	306	195
26	1480	1412	375	223	1564	1449	291	186
27	1473	1406	362	214	1555	1442	280	178
28	1465	1399	355	211	1547	1437	273	173

Poloměr oblouku R [m]	41T - Bonn				40T - Plzeň			
	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]
29	1459	1394	346	206	1539	1431	266	169
30	1452	1388	338	202	1532	1426	258	164
35	1426	1366	304	184	1501	1406	229	144
40	1405	1349	270	166	1478	1390	197	125
45	1389	1336	251	149	1459	1378	181	107
50	1376	1326	234	134	1445	1369	165	91
60	1356	1310	214	130	1422	1354	148	86
70	1342	1299	198	121	1406	1344	134	76
80	1331	1291	184	114	1394	1336	121	69
90	1323	1284	172	111	1385	1330	110	65
100	1316	1279	159	106	1377	1325	98	60
110	1310	1275	150	105	1371	1322	89	58
120	1305	1271	145	104	1365	1318	85	57
130	1301	1268	139	102	1361	1316	79	54
140	1298	1266	132	99	1357	1314	73	51
150	1295	1264	125	96	1354	1315	66	45
175	1289	1259	121	96	1347	1316	63	39
200	1285	1256	115	94	1342	1316	58	34
225	1281	1253	114	97	1338	1317	57	33
250	1278	1251	112	99	1335	1317	55	33
275	1276	1252	109	98	1333	1318	52	32
300	1274	1252	106	98	1331	1318	49	32
350	1271	1252	104	98	1327	1318	48	32
400	1269	1253	101	97	1325	1319	45	31
450	1267	1253	98	97	1323	1319	42	31
500	1247	1234	113	116	1301	1294	59	56
750	1243	1234	112	116	1297	1295	58	55
1000	1241	1235	109	115	1297	1295	53	55
Přímá	1236	1234	114	116	1296	1296	54	54

Vůle obrysu 41T - Bonn k obrysu 40T – Plzeň

Poloměr oblouku R [m]	Průjezd - osová		Průjezd - statická	
	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnější straně oblouku [mm]	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnitřní straně oblouku [mm]	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnější straně oblouku [mm]	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnitřní straně oblouku [mm]
18	95	30	100	30
19	92	31	97	31
20	89	32	95	32
21	87	33	92	32
22	85	33	91	34
23	83	35	89	34
24	81	35	87	35
25	80	35	85	35
26	79	36	84	37
27	77	37	82	36
28	77	37	82	38
29	76	38	80	37
30	74	38	80	38
35	70	40	75	40
40	68	41	73	41
45	65	42	70	42
50	63	43	69	43
60	61	44	66	44
70	60	44	64	45
80	58	46	63	45
90	57	46	62	46
100	56	46	61	46
110	56	47	61	47
120	56	47	60	47
130	55	47	60	48
140	54	48	59	48
150	54	48	59	51
175	53	48	58	57
200	53	48	57	60
225	52	48	57	64

Poloměr oblouku R [m]	Průjezd - osová		Průjezd - statická	
	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnější straně oblouku [mm]	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnitřní straně oblouku [mm]	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnější straně oblouku [mm]	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnitřní straně oblouku [mm]
250	52	48	57	66
275	53	49	57	66
300	52	48	57	66
350	52	49	56	66
400	52	49	56	66
450	52	50	56	66
500	51	50	54	60
750	50	50	54	61
1000	51	49	56	60
Přímá	50	50	60	62

Vyšetření nájezdu do oblouku

Srovnání hodnot vybočení skříní při nájezdu do oblouku – Osová poloha

Poloměr oblouku R [m]	41T - Bonn				40T - Plzeň			
	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]
18	1568	1460	512	320	1770	1490	310	290
19	1549	1447	481	308	1740	1478	290	277
20	1532	1434	468	296	1712	1466	288	264
21	1516	1423	459	287	1687	1456	288	254
22	1502	1413	448	282	1664	1446	286	249
23	1489	1403	441	277	1642	1438	288	242
24	1477	1395	433	270	1623	1430	287	235
25	1467	1387	413	263	1604	1422	276	228
26	1456	1380	399	255	1587	1416	268	219
27	1447	1373	388	247	1572	1410	263	210
28	1438	1367	382	243	1557	1404	263	206
29	1430	1361	375	239	1543	1399	262	201
30	1423	1356	367	234	1530	1394	260	196

Poloměr oblouku R [m]	41T - Bonn				40T - Plzeň			
	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]
35	1391	1333	339	217	1477	1373	253	177
40	1367	1317	308	198	1449	1358	226	157
45	1349	1304	291	181	1427	1346	213	139
50	1334	1293	276	167	1410	1336	200	124
60	1312	1278	258	162	1383	1322	187	118
70	1296	1267	244	153	1364	1311	176	109
80	1284	1258	231	147	1350	1304	165	101
90	1275	1252	220	143	1339	1298	156	97
100	1267	1247	208	138	1330	1293	145	92
110	1261	1242	199	138	1323	1289	137	91
120	1256	1239	194	136	1317	1286	133	89
130	1252	1236	188	134	1312	1283	128	87
140	1248	1233	182	132	1307	1281	123	84
150	1245	1231	175	129	1304	1279	116	81
175	1238	1227	172	128	1296	1275	114	80
200	1234	1223	166	127	1290	1271	110	79
225	1230	1221	165	129	1286	1269	109	81
250	1227	1219	163	131	1282	1267	108	83
275	1224	1217	161	133	1279	1266	106	84
300	1222	1216	158	134	1277	1264	103	86
350	1219	1213	156	137	1273	1262	102	88
400	1217	1212	153	138	1270	1261	100	89
450	1215	1210	150	140	1268	1260	97	90
500	1213	1209	147	141	1266	1259	94	91
750	1209	1206	146	144	1261	1256	94	94
1000	1207	1205	143	145	1258	1254	92	96
Přímá	1200	1200	150	150	1250	1250	100	100

Srovnání hodnot vybočení skříní při nájedzu do oblouku – Statická poloha

Poloměr oblouku R [m]	41T - Bonn				40T - Plzeň			
	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]
18	1619	1493	461	287	1853	1523	227	257
19	1601	1479	429	276	1823	1510	207	245
20	1584	1467	416	263	1796	1499	204	231
21	1568	1456	407	254	1771	1488	204	222
22	1554	1445	396	250	1748	1479	202	216
23	1541	1436	389	244	1727	1470	203	210
24	1530	1427	380	238	1707	1462	203	203
25	1519	1420	361	230	1689	1455	191	195
26	1509	1412	346	223	1673	1449	182	186
27	1499	1406	336	214	1657	1442	178	178
28	1491	1399	329	211	1643	1437	177	173
29	1483	1394	322	206	1629	1431	176	169
30	1475	1388	315	202	1616	1426	174	164
35	1444	1366	286	184	1563	1406	167	144
40	1420	1349	255	166	1522	1390	153	125
45	1402	1336	238	149	1490	1378	150	107
50	1387	1326	223	134	1465	1369	145	91
60	1365	1310	205	130	1438	1354	132	86
70	1349	1299	191	121	1420	1344	120	76
80	1337	1291	178	114	1405	1336	110	69
90	1328	1284	167	111	1394	1330	101	65
100	1320	1279	155	106	1386	1325	89	60
110	1314	1275	146	105	1378	1322	82	58
120	1309	1271	141	104	1372	1318	78	57
130	1305	1269	135	101	1367	1316	73	54
140	1301	1267	129	98	1363	1314	67	51
150	1298	1265	122	95	1359	1315	61	45
175	1291	1262	119	93	1351	1316	59	39
200	1287	1260	113	90	1346	1316	54	34

Poloměr oblouku R [m]	41T - Bonn				40T - Plzeň			
	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]	Maximální vnější vybočení vozidla [mm]	Maximální vnitřní vybočení vozidla [mm]	Vůle k obrysu na vnější straně oblouku [mm]	Vůle k obrysu na vnitřní straně oblouku [mm]
225	1283	1258	112	92	1341	1317	54	33
250	1280	1257	110	93	1338	1317	52	33
275	1277	1256	108	94	1335	1318	50	32
300	1275	1255	105	95	1332	1318	48	32
350	1272	1253	103	97	1329	1318	46	32
400	1270	1252	100	98	1326	1319	44	31
450	1268	1251	97	99	1324	1319	41	31
500	1249	1242	111	108	1305	1294	55	56
750	1244	1240	111	110	1302	1295	53	55
1000	1242	1239	108	111	1301	1295	49	55
Přímá	1236	1235	114	115	1297	1296	53	54

Vůle obrysu 41T - Bonn k obrysu 40T – Plzeň

Poloměr oblouku R [m]	Nájezd - osová		Nájezd - statická	
	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnější straně oblouku [mm]	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnitřní straně oblouku [mm]	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnější straně oblouku [mm]	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnitřní straně oblouku [mm]
18	202	30	234	30
19	191	31	222	31
20	180	32	212	32
21	171	33	203	32
22	162	33	194	34
23	153	35	186	34
24	146	35	177	35
25	137	35	170	35
26	131	36	164	37
27	125	37	158	36
28	119	37	152	38
29	113	38	146	37
30	107	38	141	38
35	86	40	119	40
40	82	41	102	41
45	78	42	88	42
50	76	43	78	43
60	71	44	73	44
70	68	44	71	45
80	66	46	68	45
90	64	46	66	46
100	63	46	66	46
110	62	47	64	47
120	61	47	63	47
130	60	47	62	47
140	59	48	62	47
150	59	48	61	50
175	58	48	60	54
200	56	48	59	56
225	56	48	58	59

Poloměr oblouku R [m]	Nájezd - osová		Nájezd - statická	
	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnější straně oblouku [mm]	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnitřní straně oblouku [mm]	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnější straně oblouku [mm]	Vůle obrysu 41T k obrysu 40T na vnitřní straně oblouku [mm]
250	55	48	58	60
275	55	49	58	62
300	55	48	57	63
350	54	49	57	65
400	53	49	56	67
450	53	50	56	68
500	53	50	56	52
750	52	50	58	55
1000	51	49	59	56
Přímá	50	50	61	61

Závěr

Obálka vozidla 41T Bonn při průjezdu obloukem a při nájezdu do oblouku se stejnými okrajovými podmínkami nepřesahuje obálku 40T Plzeň.

C. Související dokumentace a přílohy

Seznam související dokumentace		
Číslo	Název	Číslo dokumentu a druh dokumentu
1	TŘÍČLÁNKOVÁ NÍZKOPODLAŽNÍ TRAMVAJ	LO80602P
2	DREITEILIGE NIEDERFLURSTRABENBAHN	LO86855P
3	Obrys vozidla 40T	TD063530
4	QUERSCHNITTE VON WAGENKASTEN	LO83155P
5	UMÍSTĚNÍ IMU 67kHz na čl. C	LO97517P
6	UMÍSTĚNÍ IMU 91kHz a PZB na čl. A,B	LO97508P

Seznam příloh		
Číslo	Název	Číslo dokumentu a druh dokumentu
1	SROVNÁNÍ PROFILŮ SKŘÍŇÍ 40T A 41T	TD065887
2		

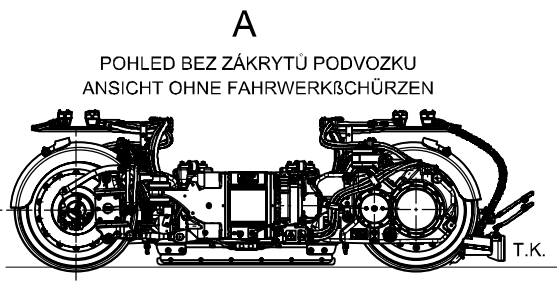
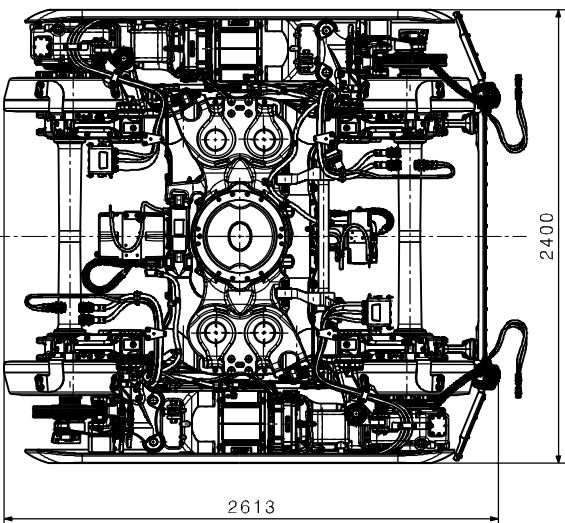
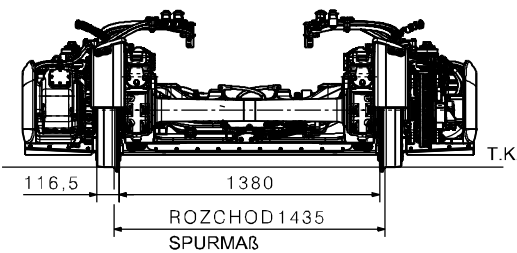
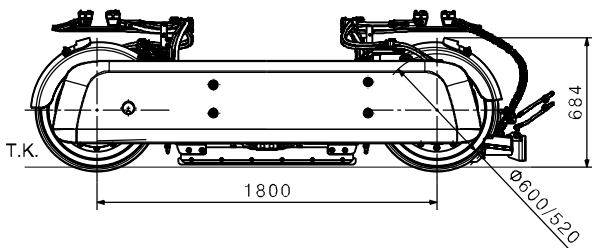
Veškerá práva k tomuto dokumentu přísluší ŠKODA TRANSPORTATION a.s.
Bez souhlasu této společnosti nesmí být dokument kopírován, rozmnožován a není povoleno postoupit jej třetím osobám!



ŠKODA TRANSPORTATION a.s.
Emila Škody 2922/1
301 00 Plzeň

Czech Republic

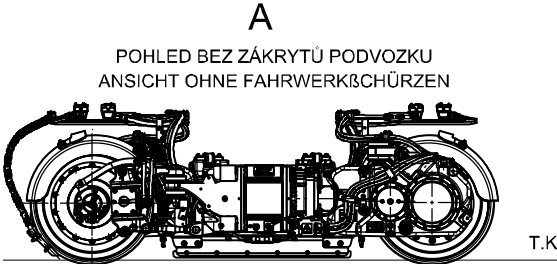
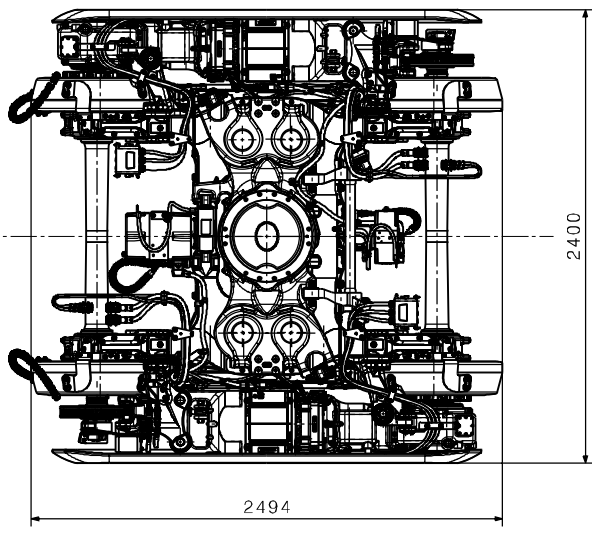
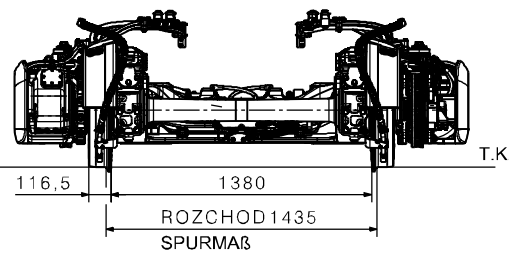
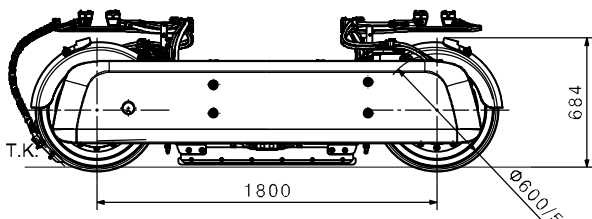
Veškerá práva a doméno lechtvéni práva jsou vyhrazena ŠKODĚ TRANSPORTATION a.s. Bez souhlasu výrobce není dovoleno kopírovat, rozmnožovat a nebo dále distribuovat ani tímto způsobem, aniž by bylo uvedeno jméno výrobce. Alle Rechte zur diesen technischen Unterlagen sind vorbehalten ŠKODA TRANSPORTATION a.s. Ohne schriftliche Genehmigung des Eigentümers, ist jegliche Vervielfältigung, Verbreitung oder Weiterverbreitung nicht zulässig.



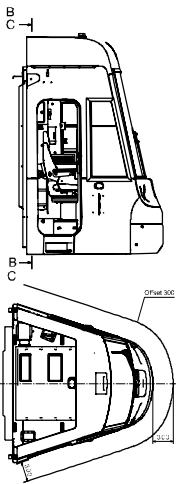
A
 POHLED BEZ ZÁKRYTŮ PODVOZKU
 ANSICHT OHNE FAHRWERKSCHÜRZEN

Ind. / No.	Popis změny / Aenderung Beschreibung	Provedl/Erstell.	Schválil/Freig.	Dat./Dat.
Vypracoval/Erstell.	JANSA	24.2.2022	Poznámka/Anmerkung	-
Prozkoušel/Prüfer	MIKA T.	7.3.2022	Skupina/Gruppe	
Schválil/Erstg.	MOTYČKA	8.3.2022	Typ/Type	-
Formát / Format:	A3	Měř. / Masstab:	1:20	List / Blatt:
			1	Listů / Blätter:
			1	1
Název / Titel PODVOZEK TRAKČNÍ 1,2 41T TRIEBDREHGESTELL 1,2 41T				
 ŠKODA TRANSPORTATION a.s.			Číslo výkresu / Zeichnungs Num. LO98360P	Index

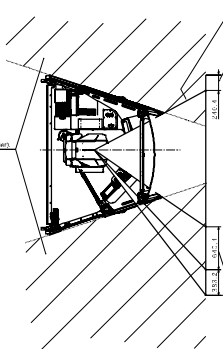
Veškerá práva a domněno technického provedení vyhrazena. ŠKODA TRANSPORTATION a.s. je součástí koncernu společnosti SKODA. Přesná technická řešení nejsou v tomto dokumentu uvedena. Pro bližší informace kontaktujte oddělení technického servisu.
 Alle Rechte an diesen technischen Unterlagen sind vorbehalten. SKODA TRANSPORTATION a.s. ist ein Unternehmen der SKODA-Konzern. Die genauen technischen Lösungen sind in diesem Dokument nicht dargestellt. Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an den technischen Service.



Ind. / No.	Popis změny / Aenderungs Beschreibung	Provedl / Erstell.	Schválil / Freig.	Dat. / Dat.
Vypracoval / Erstell.	JANSA	24.2.2022	Poznámka / Anmerkung	-
Přezkoušel / Prüfer	MIKA T.	7.3.2022	Skupina / Gruppe	
Schválil / Freig.	MOTYČKA	8.3.2022	Typ / Type	-
Formát / Format	A3	Měř. / Masstab	1:20	List / Blatt: 1
Název / Titel		PODVOZEK TRAKČNÍ 3,4 41T TRIEBDREHGESTELL 3,4 41T		
 ŠKODA TRANSPORTATION a.s.			Číslo výkresu / Zeichnungs Num.	Index
			LO98361P	



Výhled kamery pro sledování středního úhlu.
 Viz T0072308 - Unternehmung der Kameramontage (in Aufsicht) (in 3D kamer)

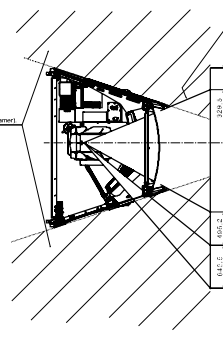


Výhled kamery pro sledování středního úhlu.
 Očekávaná je zabezpečovací a spříjemňovací kamery.
 Měřítko zobrazení výhledu do výšky cca 950 mm nad tělesem vozidla.

Výhled kamery pro sledování středního úhlu.
 Očekávaná je zabezpečovací a spříjemňovací kamery.
 Měřítko zobrazení výhledu do výšky cca 950 mm nad tělesem vozidla.

Šířka výhledu 2400 mm x 900 mm vzhled od předního bodu.

Plán řezu v úhlu 30°.
 Očekávaná je zabezpečovací a spříjemňovací kamery.
 Měřítko zobrazení výhledu do výšky cca 950 mm nad tělesem vozidla.



Výhled kamery pro sledování bočního úhlu.
 Očekávaná je zabezpečovací a spříjemňovací kamery.
 Měřítko zobrazení výhledu do výšky cca 950 mm nad tělesem vozidla.

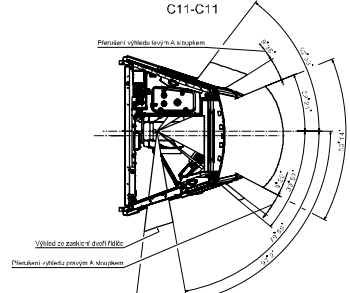
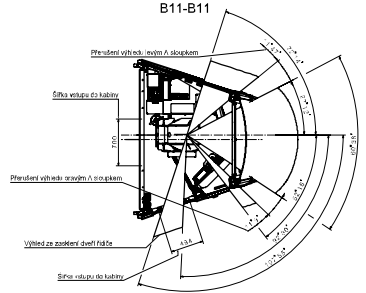
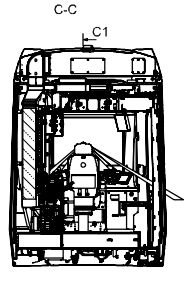
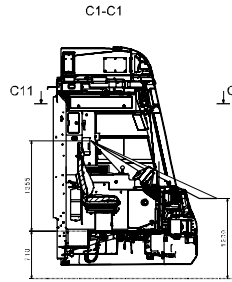
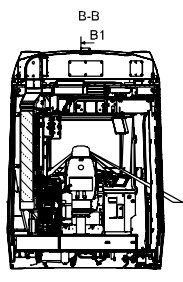
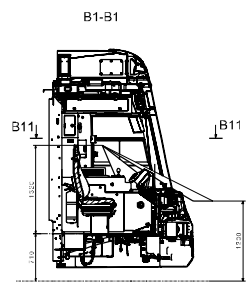
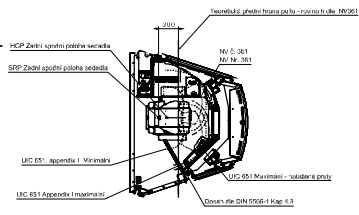
Výhled kamery pro sledování bočního úhlu.
 Očekávaná je zabezpečovací a spříjemňovací kamery.
 Měřítko zobrazení výhledu do výšky cca 950 mm nad tělesem vozidla.

Šířka výhledu 2400 mm x 900 mm vzhled od předního bodu.

Plán řezu v úhlu 30°.
 Očekávaná je zabezpečovací a spříjemňovací kamery.
 Měřítko zobrazení výhledu do výšky cca 950 mm nad tělesem vozidla.

DIN 6595-3 Kapitulo 3.7 Výhled na cestu 1,2m výšky v jízdním dosahu 0,2m nad TK.
 Výhled řádku 163 cm výškyho

DIN 6595-3 Kapitulo 3.7 Výhled na cestu 1,2m výšky v jízdním dosahu 0,2m nad TK.
 Výhled řádku 163 cm výškyho



SKODA	LOBB818P
KABINA 411	
SKODA	LOBB818P

Type of document: **VZ - výpočty**

Name of document: **TRACTION AND BRAKE CHARACTERISTICS OF THE TRAM 41 T**

Vehicle: Three-section bidirectional low-floor tram

Type: 41T

Document No.	TD044444	Revision	
	Name	Date	Signature
Prepared by	Tomša Ondřej	1.4.2020	
Verified by	Kolínková Hedvika	21.2.2022	
Approved by	Voch Jiří	21.2.2022	

All rights reserved by ŠKODA TRANSPORTATION a.s.!

Revision	Name	Date	Signature
a			
b			
c			
d			
e			
f			
g			
h			
i			
j			

List of changes in the last document revision	
a	
b	
c	
d	
e	
f	
g	
h	
i	
j	

TABLE OF CONTENTS

A.	VEHICLE PARAMETERS.....	4
A.1.	Wheel diameter	4
A.2.	Weight of the vehicle	4
A.3.	Traction motor and gearbox	4
A.3.1.	General	4
A.3.2.	Preliminary Nominal Values for 1st harmonic – S1	5
A.3.3.	Limit Values for 1st harmonic	5
A.4.	Catenary parameters.....	6
A.5.	Dynamic parameters	6
B.	TRACTION AND BRAKING CHARACTERISTICS.....	7
B.1.1.	Fully operational propulsion.....	7
B.1.2.	Propulsion of one bogie inoperational	8
B.1.3.	Propulsion of two bogies inoperational.....	9
C.	RELATED DOCUMENTATION AND ANNEXES.....	10

Annotation

Used abbreviations

A. VEHICLE PARAMETERS

A.1. Wheel diameter

Wheel diameter		
Parameter	Value	Note
Wheel diameter – new	600 mm	used for all calculations in this document
Wheel diameter – worn	520 mm	

All calculations and diagrams are valid for the new wheel diameter.

A.2. Weight of the vehicle

The value of vehicle's weight is valid at the time of processing this document. The weight change is expected in the range of +/- 5% as the project progresses. The weight value affects the acceleration and other dynamic parameters of the vehicles listed in the next chapters. The document will be updated for the final weight value.

Total weight of the tram		
Parameter	Value	Note
LSI (Laststufe I)	45 885 kg	empty vehicle
LSII (Laststufe II)	59 172 kg	empty vehicle + 2/3 of maximum load
LSIII (Laststufe III)	65 814 kg	empty vehicle + maximum load (750 N per seat and 5000 N per m ²)

A.3. Traction motor and gearbox

A.3.1. General

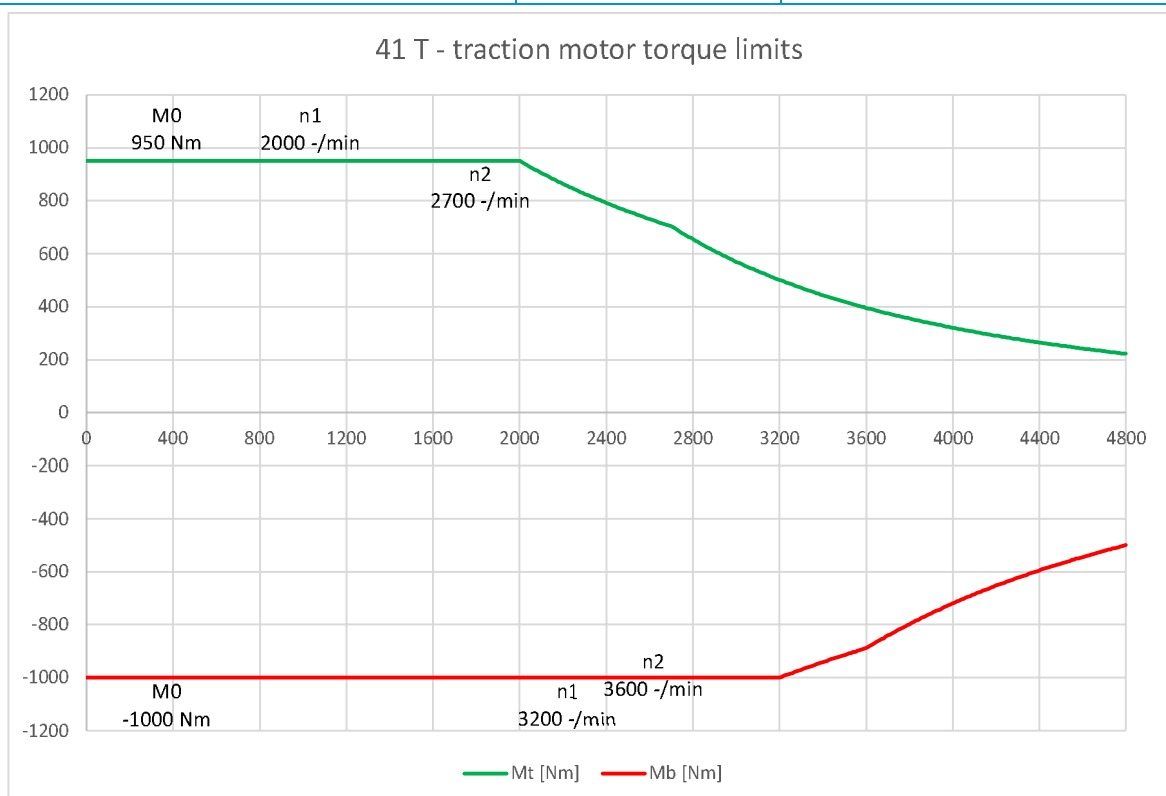
General parameters		
Parameter	Value	Note
Traction motor type	2MLU 3336 K/4	
Number of poles (2p)	4	
Number of phases	3	
Max service speed	4769 RPM	worn wheels and 80 km/h
Cooling	IC41	
Ingress protection	IP56	according to IEC 60034-5:2000
Ingress protection of the terminal box	IP68	according to IEC 60034-5:2000
Thermal class	200	
Weight	306 kg ± 2,5%	without cables, coupling and silentblocks
Winding connection	Y	
Gear ratio of MGU	5,843	
Gearbox efficiency	98 %	
Count of motorized wheelsets	8	
Total output power of traction motors (S1)	560 kW	

A.3.2. Preliminary Nominal Values for 1st harmonic – S1¹

Preliminary Nominal Values of Traction Motor		
Parameter	Value	Note
Duty type (according to IEC 60034-1:2010)	S1	
Output	70 kW	
Line to Line voltage	3 x 420 V AC	
Revolutions	3000 RPM	
Frequency	102 Hz	
Current	118 A	
Efficiency	92.5 %	

A.3.3. Limit Values for 1st harmonic

Preliminary Nominal Values of Traction Motor		
Parameter	Value	Note
Traction – max. torque	950 Nm	
Traction - -max. revolutions of constant torque	2000 -/min	
Traction – max. revolutions of constant power	2700 -/min	
Brake – max. torque	1000 Nm	
Brake - -max. revolutions of constant torque	3200 -/min	
Brake – max. revolutions of constant power	3600 -/min	



¹ calculated for temperature of stator winding 150°C

A.4. Catenary parameters

Catenary Parameters		
Parameter	Value	Note
Nominal catenary voltage	750 V	
Traction – maximum current	1200 A	including auxiliary equipment
Braking – maximum regenerative voltage	900 V	
Braking – maximum regenerative current	1800 A	
Power of auxiliary equipment	50 kW	

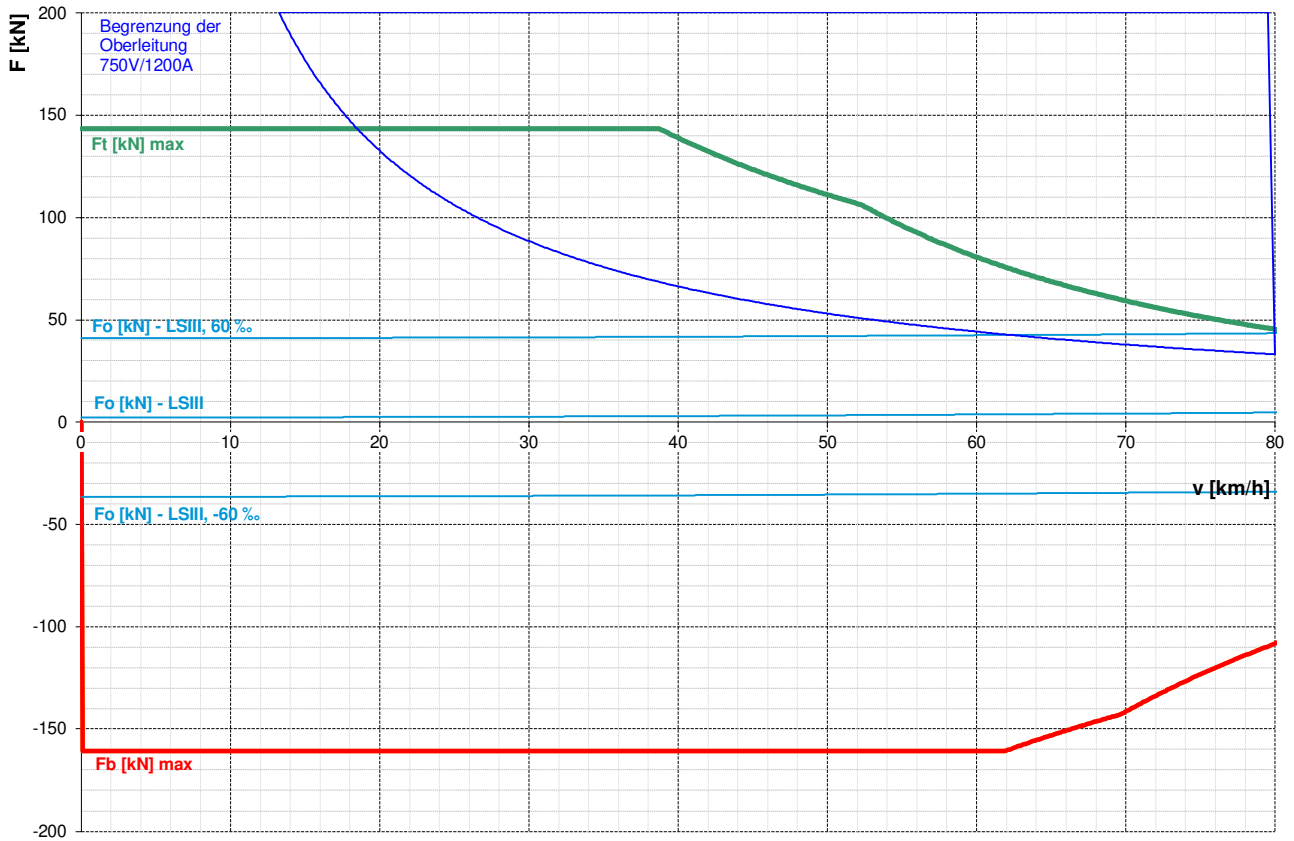
A.5. Dynamic parameters

Vehicle parameters		
Parameter	Value	Note
Maximum speed	80 km/h	
Maximum operational speed	70 km/h	
Jerk – traction effort rise	$r_1 \leq 1,5 \text{ m/s}^3$	in all calculations $r_1 = 1,5 \text{ m/s}^3$
Jerk – traction effort fall	$r_2 \leq 1,5 \text{ m/s}^3$	in all calculations $r_2 = 1,5 \text{ m/s}^3$
Jerk – braking effort rise	$r_3 \leq 1,5 \text{ m/s}^3$	in all calculations $r_3 = 1,5 \text{ m/s}^3$
Jerk – braking effort fall	$r_4 \leq 1,5 \text{ m/s}^3$	in all calculations $r_4 = 1,5 \text{ m/s}^3$
Constant acceleration	$a_1 \leq 1,3 \text{ m/s}^2$	from 0 km/h to the speed of reaching maximum power
Time of acceleration from 0 to 65 km/h	23 s	
Braking requirements	see the braking matrix	

B. TRACTION AND BRAKING CHARACTERISTICS

B.1.1. Fully operational propulsion

Zug- und Bremscharakteristik des Fahrzeugs 41 T - Tram Bonn

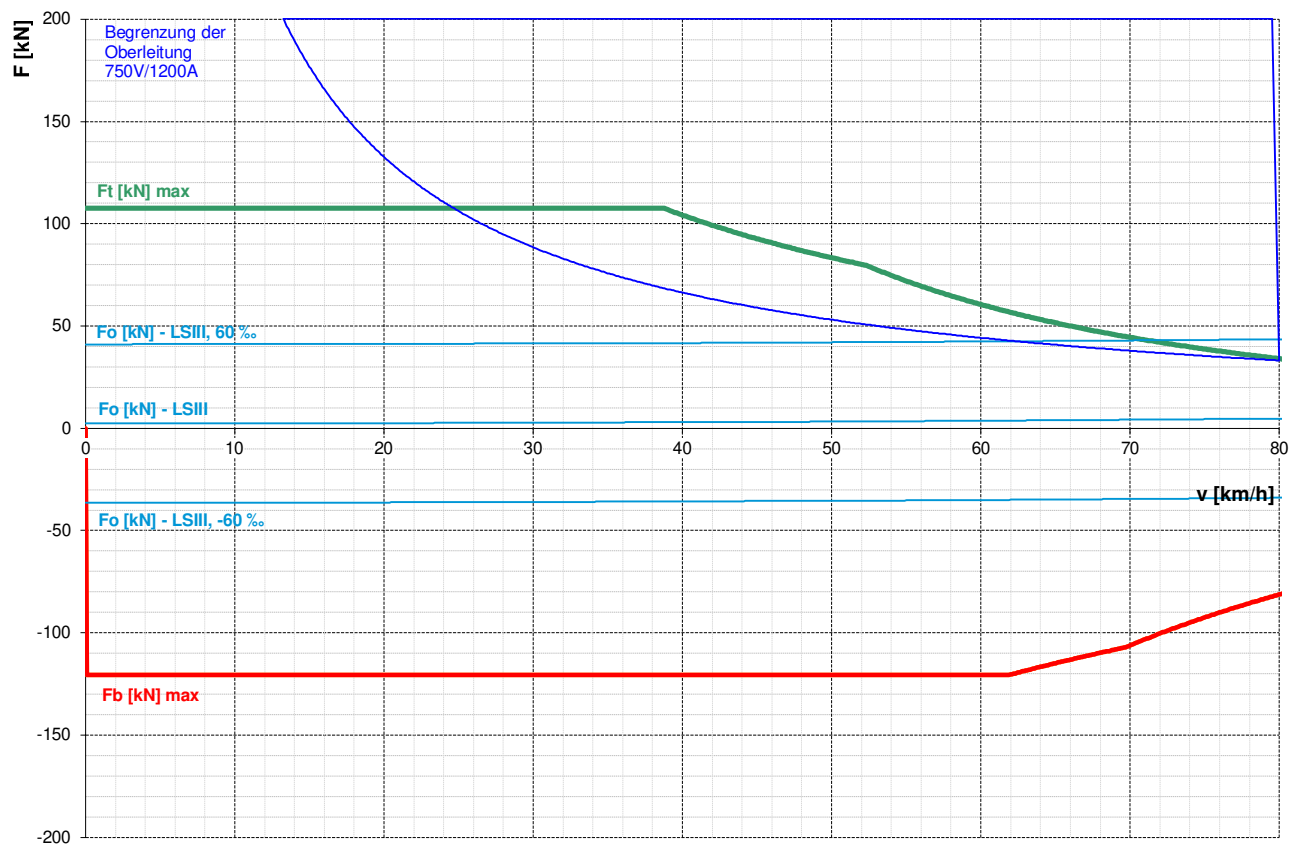


Vehicle's performance parameters

Parameter	Symbol	Value	Unit
Max. traction effort	F_t	143,6	kN
Max. speed of max. traction effort (not limited by the catenary)	v_{1t}	38,7	km/h
Max. speed of max. traction effort (limited by the catenary)	v_{1tc}	18,5	km/h
Max. speed of max. traction power (not limited by the catenary)	v_{2t}	52,3	km/h
Max. braking effort	F_b	160,6	kN
Max. speed of max. braking effort	v_{1b}	61,9	km/h
Max. speed of max. braking power	v_{b2}	69,7	km/h

B.1.2. Propulsion of one bogie inoperational

Zug- und Bremscharakteristik des Fahrzeugs 41 T - Tram Bonn

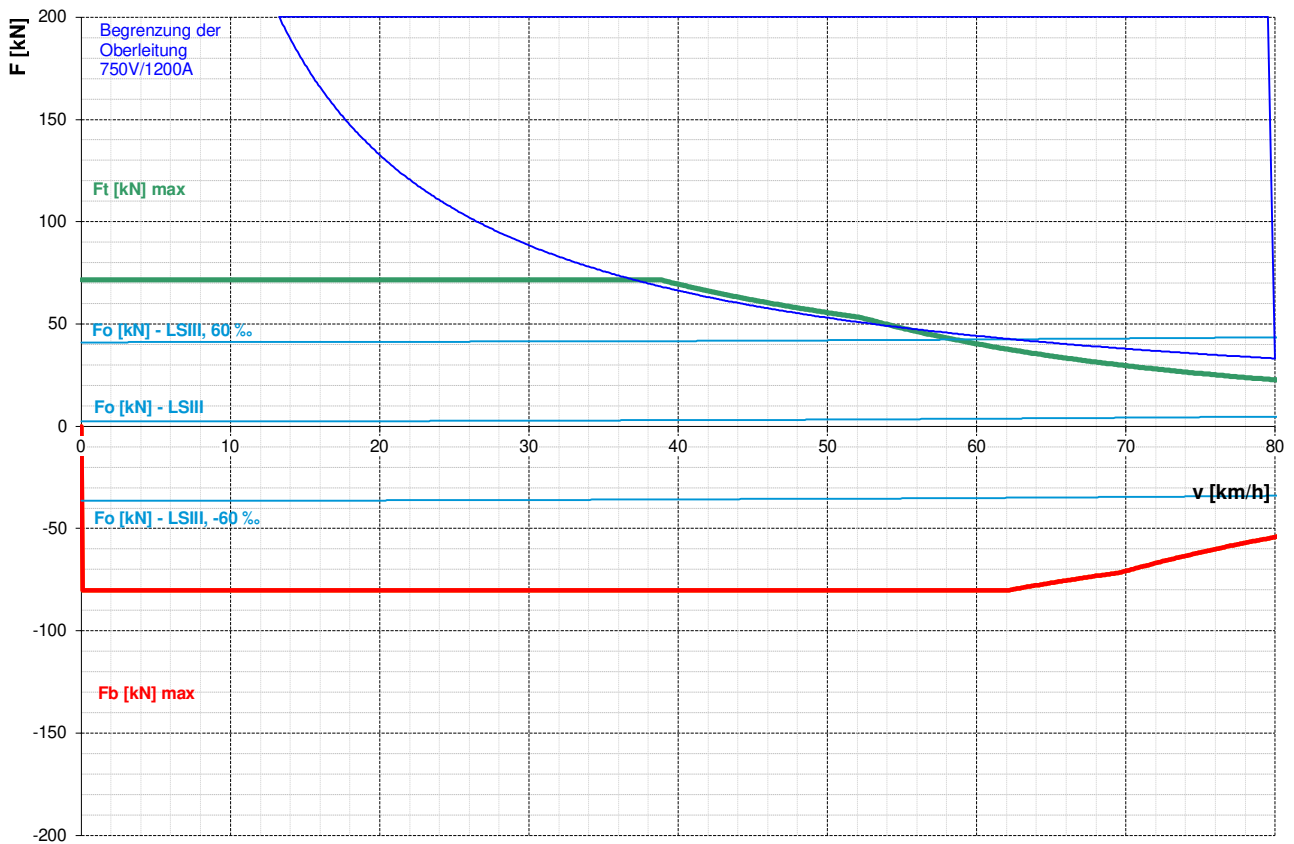


Vehicle's performance parameters

Parameter	Symbol	Value	Unit
Max. traction effort	F_t	107,7	kN
Max. speed of max. traction effort (not limited by the catenary)	v_{1t}	38,7	km/h
Max. speed of max. traction effort (limited by the catenary)	v_{1tc}	25,0	km/h
Max. speed of max. traction power (not limited by the catenary)	v_{2t}	52,3	km/h
Max. braking effort	F_t	120,5	kN
Max. speed of max. braking effort	v_{1b}	61,9	km/h
Max. speed of max. braking power	v_{b2}	69,7	km/h

B.1.3. Propulsion of two bogies inoperational

Zug- und Bremscharakteristik des Fahrzeugs 41 T - Tram Bonn



Vehicle's performance parameters

Parameter	Symbol	Value	Unit
Max. traction effort	F_t	71,8	kN
Max. speed of max. traction effort (not limited by the catenary)	v_{1t}	38,7	km/h
Max. speed of max. traction effort (limited by the catenary)	v_{1tc}	36,9	km/h
Max. speed of max. traction power (not limited by the catenary)	v_{2t}	52,3	km/h
Max. braking effort	F_b	80,3	kN
Max. speed of max. braking effort	v_{1b}	61,9	km/h
Max. speed of max. braking power	v_{b2}	69,7	km/h

C. RELATED DOCUMENTATION AND ANNEXES

The list of related documentation		
No.	Name	Document No. and format
1		
2		

The list of annexes		
No	Name	Document No. and format
1		
2		

All rights reserved by ŠKODA TRANSPORTATION a.s.
This document may not be copied, reproduced or transferred to third parties without the consent of ŠKODA TRANSPORTATION a.s.



ŠKODA TRANSPORTATION a.s.
Emila Škody 2922/1
301 00 Plzeň
Czech Republic

Druh dokumentu:	H - homologace
Název dokumentu:	Homologační koncept FG06 - Brzdy
Vozidlo:	Plně nízkopodlažní tramvaj s otočnými podvozky
Typ:	41T

Číslo dokumentu	TD056479	Revize	c
	Příjmení a jméno	Datum	Podpis
Vypracoval	Vitha Martin	20.10.2020	
Přezkoušel	Špale Daniel	12.7.2021	
Schválil	Kořínek Přemysl	12.7.2021	

Veškerá práva k tomuto dokumentu přísluší ŠKODA TRANSPORTATION a.s.!

Revize	Jméno a příjmení	Datum	Podpis
a	Martin Vitha	28.04.2021	
b	Martin Vitha	13.05.2021	
c	Martin Vitha	02.07.2021	
d			
e			
f			
g			
h			
i			
j			

Seznam změn revize dokumentu	
a	Kap. A: přepracování celé kapitoly.
b	Kap. A.2.1: upřesnění popisu. Kap. C.2.4: doplnění zkoušky protismyku.
c	Kap. A.2.1: upraven popis fungování Gefahrenbremsung and Zwangsbremsung. Kap. A.2.3.1: upravena omezení pro další provoz s cestujícími. Kap. A.2.6: doplněna čísla podvozků z obrázku 1. Kap. C.2.5: doplnění zkoušky pískovacího zařízení. Kap. C.4: doplněno určení skutečné hodnoty koeficientu tření.
d	
e	
f	
g	
h	
i	
j	

OBSAH

Anotace	4
Použité zkratky	4
A. ÚVOD – DŮLEŽITÉ PARAMETRY	5
A.1. General design of the brake system	5
A.1.1. Brake systems in the vehicle	8
A.1.1.1. Electro-dynamic brake.....	8
A.1.1.2. Electro-hydraulic brake.....	8
A.1.1.3. Magnetic track brake	10
A.1.2. Main braking modes	10
A.2. Redundancy concept.....	10
A.2.1. Failure on one bogie	10
A.2.2. Failure of two bogies	11
A.2.3. EHB emergency release.....	11
A.2.3.1. EHB release by auxiliary release unit	12
A.2.3.2. EHB release by backup battery for towing	13
A.2.3.3. Mechanical release of EHB.....	13
A.2.4. Blending.....	14
A.2.5. Slide control.....	14
A.2.6. Load detection	14
A.3. Brake system equipment.....	15
A.3.1. Electro-dynamic brake (EDB)	15
A.3.2. Electro-hydraulic mechanical brake (EHB).....	15
A.3.2.1. Brake disc.....	15
A.3.2.2. Brake caliper	15
A.3.2.2.1 Brake pad	16
A.3.2.3. Hydraulic unit.....	16
A.3.2.4. Brake control unit (BCU)	17
A.3.2.5. Auxiliary release unit	17
A.3.2.6. Piping	17
A.3.2.6.1 Hydraulic unit connection with piping	17
A.3.2.6.2 Auxiliary release unit connection with piping	18
A.3.2.6.3 Brake caliper unit connection with piping	18
A.3.3. Magnetic track brake (MTB)	19
A.4. Pískovací zařízení	20
A.4.1. Obecný popis.....	20
A.4.1.1. Rozmístění pískovačů.....	20
B. VSTUPNÍ POŽADAVKY A NORMY/PŘEDPISY	22
C. ROZBOR POŽADAVKŮ	24
C.1. Požadavek 1 – Celkové vyhodnocení znalcem.....	24
C.2. Požadavek 2 – Uvedení do provozu / zkušební plán	24
C.2.1. Zkouška brzdného účinku a zábrzdného zpomalení	24
C.2.2. Zkouška elektrodynamické brzdy	24
C.2.3. Zkouška parkovací brzdy.....	24
C.2.4. Zkouška protiskluzové a protismykové ochrany.....	24
C.2.5. Zkouška pískovacího zařízení	24
C.3. Tento požadavek bude splněn předložením protokolu o zkoušce pískovacího zařízení.Požadavek 3 – Technický popis brzd.....	24
C.4. Požadavek 4 – Výpočty a zkušební zprávy (včetně splnění mezních hodnot a zjištění koeficientu tření obložení brzdových čelistí)	25
C.5. Požadavek 5 – Analýza rizik v oblasti brzd (viz software)	25
C.6. Požadavek 6 – Nouzový vypínač (nouzové vypnutí řidičem) jako záložní úroveň	25

D. SPECIFIKACE ZKOUŠEK.....	27
E. SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTACE A PŘÍLOHY.....	28

Anotace

Dokument specifikující splnění požadavků na homologaci FG06 – Brzdy pro tramvaj projektu ForCity Smart Bonn – tramvaj 41T.

Použité zkratky

FG	Fachgebiet (homologační kapitola)TAB – Technische Aufsichtsbehörde
ZSG	Zentrales Steuergerät (auch VCU) Vehicle Control Unit
SWB	Stadtwerke Bonn
BCU	Bremssteuergerät (Brake control unit)
CAN	Fahrzeugdatenbus (Controller Area Network)
ETH	Ethernet-Fahrzeugdatenbus
TCU	Traktionsteuerungseinheit (Traction control unit)
TCMS	Train Controlling and Management System / Fahrzeugsteuerungs- und Managementsystem
WSP	Gleitschutz (Wheel slip protection)
EDB	Elektrodynamische Bremse <i>Electro-dynamic brake</i>
EHB	Elektrohydraulische Bremse <i>Electro-hydraulic brake</i>
MTB	Schienenbremse <i>Magnetic track brake</i>
LS I	Laststufe I (Betriebslast – leeres Fahrzeug)
LS II	Laststufe II (Zweidrittellast gemäß TRBremsen – Betriebslast + 2/3 der Nutzlast = sitzende Fahrgäste + ca. 3,75 Fahrgäste / m ²)
LS III	Laststufe III (Höchstlast gemäß TRBremsen – Betriebslast + Nutzlast = sitzende Fahrgäste + 6,67 Fahrgäste / m ²)
SIRF	Sicherheitsrichtlinie Fahrzeug
NF	Notfahrt
FTA	Fault tree analysis (Fehlerbaumanalyse)
HMI	Human Machine Interface / Mensch-Maschine-Schnittstelle (Anzeige)
SVC	Superior Vehicle Control
TDD	Technical Diagnostic Display

A. ÚVOD – DŮLEŽITÉ PARAMETRY

Jedná se o tříčlánkovou nízkopodlažní tramvaj se čtyřmi trakčními podvozky určenou pro obousměrný a samostatný provoz v jednoduché trakci.



Obrázek 1: Nízkopodlažní tramvaj 41T

Detailněji uvedeno v datovém listu – TD053524[1].

A.1. General design of the brake system

Brake system and its performance is designed according the EN 13452-1[N1] standard, the BOStrab[N5] guideline, the guideline Technical rules for tram - Dimensioning and Testing Vehicle Brakes (TRStrab Br)[N6] and VDV-Schrift 150. The braking modes are comprehensively described in the brake matrix[A6].

The braking system is designed as combination of electro-dynamic (EDB) and mechanical (friction) brake system. The mechanical braking system consists of a passive electro-hydraulic brake (EHB) and magnetic track brake (MTB). These three systems (EDB, EHB and MTB) are independent on each other.

The brake system is controlled by Superior vehicle control (SVC). It consist of direct HW control signal, CAN communication system and Ethernet communication system controlled by TCMS. TCMS communicates with traction inverter, brake control unit (BCU) and MTB. Priority is given to electro-dynamic braking (EDB), especially in normal operation braking.

The system is designed with some degree of redundancy in case of failure – the EHB takes over the brake effort from EDB and vice versa.

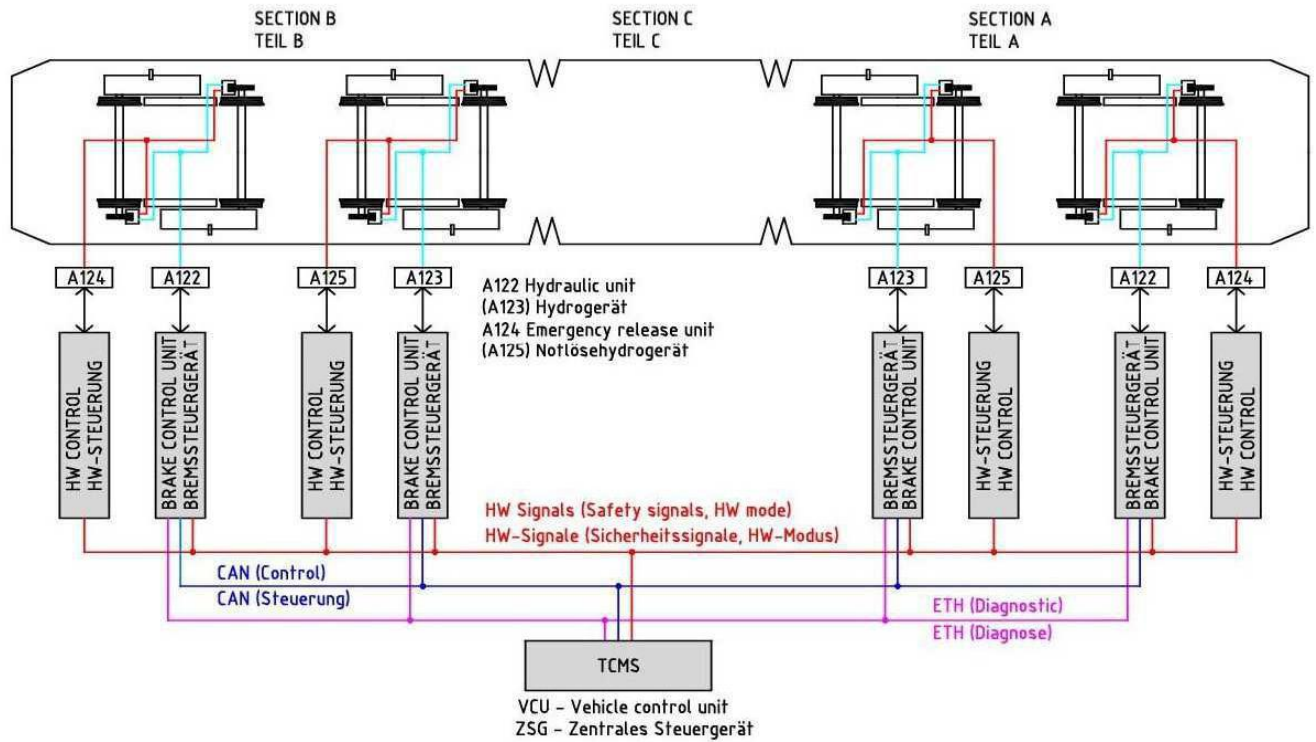
The status of all BCUs is monitored and evaluated. Detected failure is displayed on TDD. Based on the number of functional brakes, the operation and maximal speed is restricted. In case of all brake unit failure, the traction effort is blocked. The evidence of availability and safe function of the brake system will be given in FG13.

The vehicle brake system consists of functional units of the particular bogies, while each of the bogies is controlled always by one BCU. All BCUs on vehicle are identical, but without direct communication between different BCUs of the vehicle (see. section, bogies and BCU layout). Addressing is made by HW address inputs.

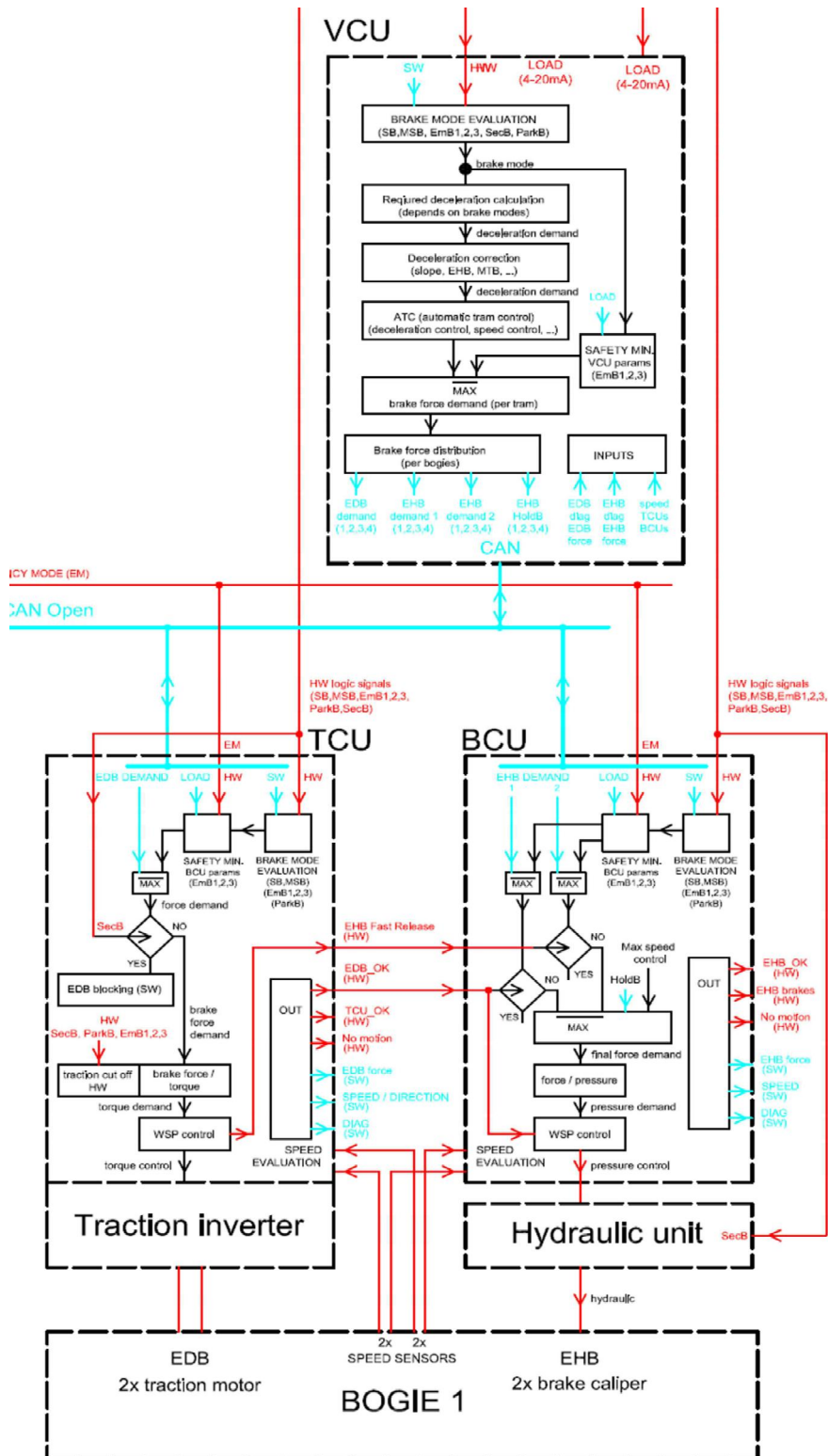
All common signals are transmitted in parallel into the all BCUs. The selected signals being in connection with a concrete unit/bogie are then transmitted directly into the appropriate BCU. Below the behavior of one control unit is displayed - Block diagram of EDB and EHB control.

The direct HW logical signals 0 / 24V (log 0/1) are determined above all for defining the basic vehicle behavior and for requirements of restricted vehicle function in the status of nonfunctional communication lines. Other signals are transmitted via the superior CAN bus connecting the TCMS and BCUs and the TCUs.

More details in the document Brake system description[A7].



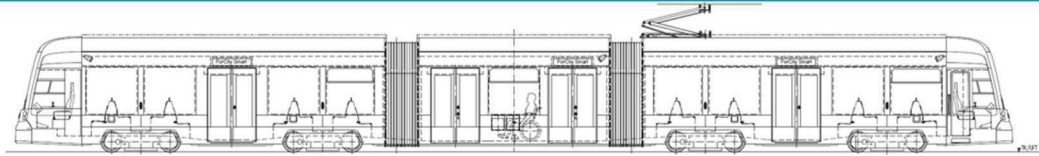
Obrazek 2: section, bogies and BCU layout



Obrázek 3: Block diagram of EDB and EHB control of one bogie

A.1.1. Brake systems in the vehicle

Pohon vozidla a konfigurace brzd



Náprava - dvojkolí	BB2	BB1	BC22	BC21	BC12	BC11	BA2	BA1
Poháněná náprava	■	■	■	■	■	■	■	■
Brzdy – provoz brzd								
EDB	■	■	■	■	■	■	■	■
EHB	■	■	■	■	■	■	■	■
MTB		■		■		■		■
Ochrana proti skluzu a prokluzu	■	■	■	■	■	■	■	■

Tabulka 1: Konfigurace brzd

A.1.1.1. Electro-dynamic brake

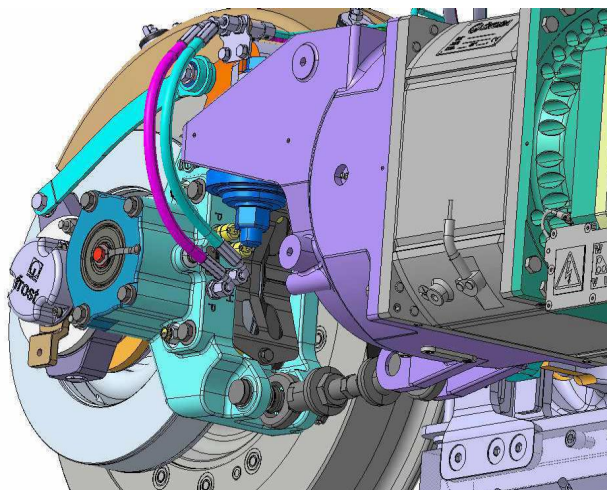
Each bogie is equipped with two wheelsets. Each wheelset has its own traction motor which can operate in motor mode (propulsion) or generator mode (electro-dynamic brake).

Torque of the motor can be limited (among other parameters) by wheel slip protection as well.

The brake energy during the EDB braking is preferably (if possible) consumed by catenary and vehicle auxiliaries.

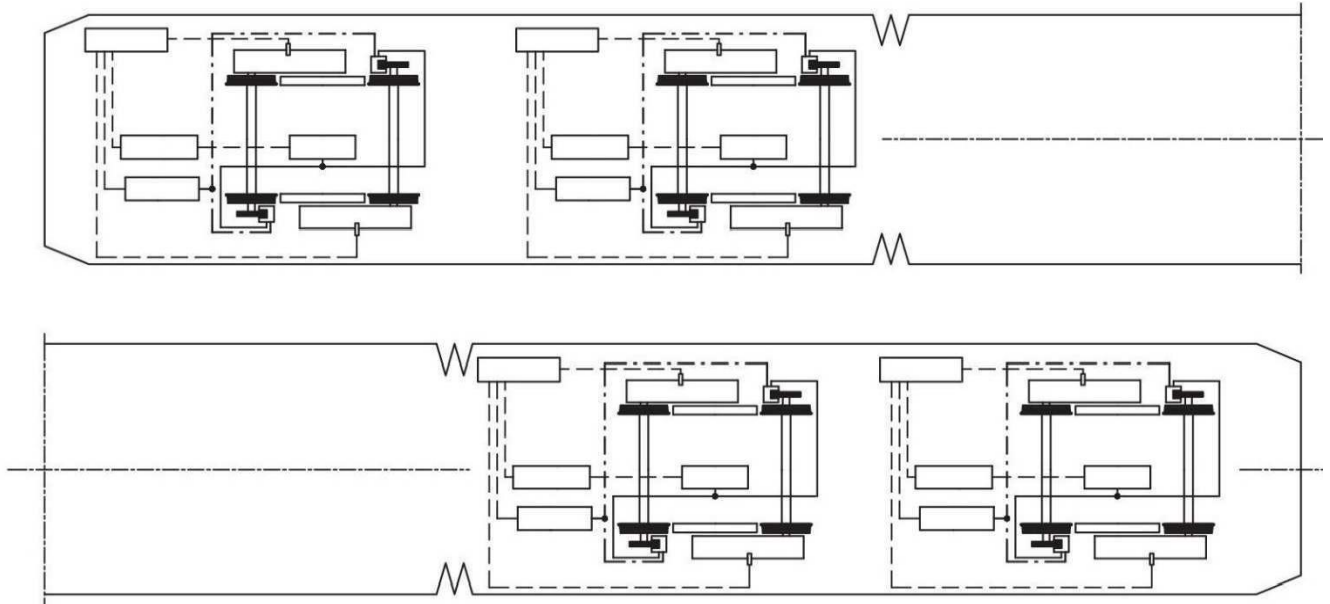
A.1.1.2. Electro-hydraulic brake

Each bogie is equipped with passive, electro-hydraulic brake system. On each axle there is one brake disc and spring-loaded brake caliper is fixed to bogie frame and reaction rod is attached to MotorGearUnit.



Obrázek 4: Position of the brake disc and the brake caliper

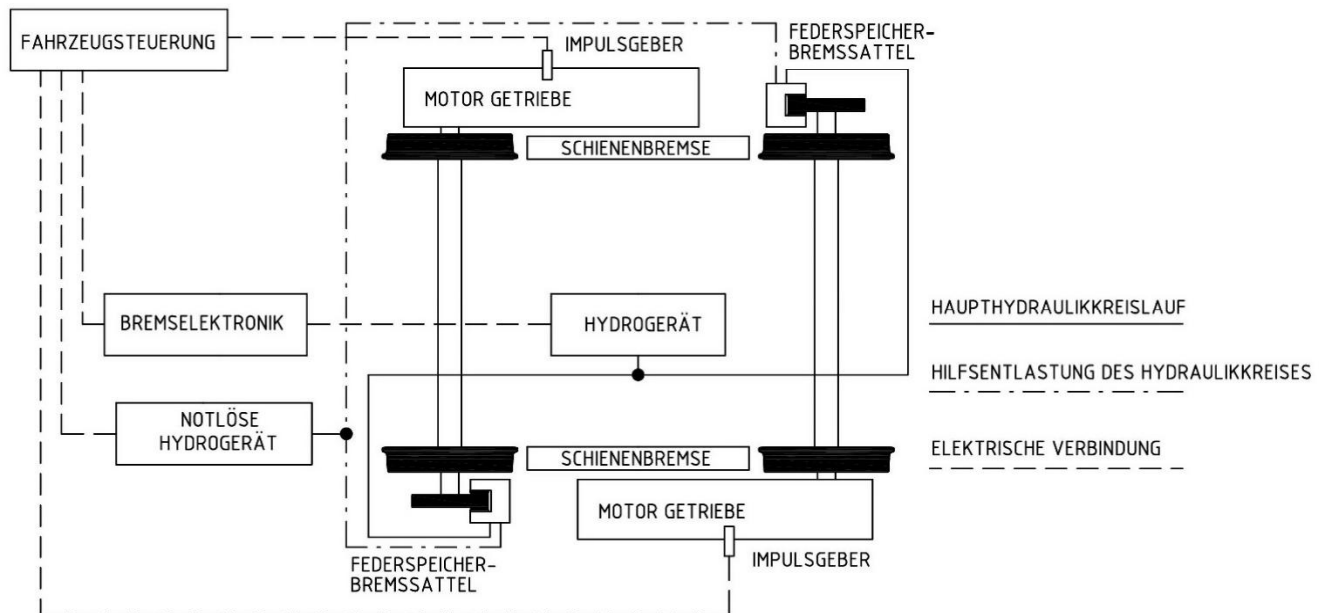
Hydraulic unit of disc brake is controlled by brake control unit (BCU) with proportional brake force regulation. EHB system is equipped with auxiliary release hydraulic circuit for emergency release.



Obrázek 5: Brake configuration

All bogies have its own independent brake control unit (BCU). Each brake control unit has superior brake functions as well as control of the hydraulic sets of particular bogie. Each bogie has its own wheel slide protection, one for EHB and one for EDB.

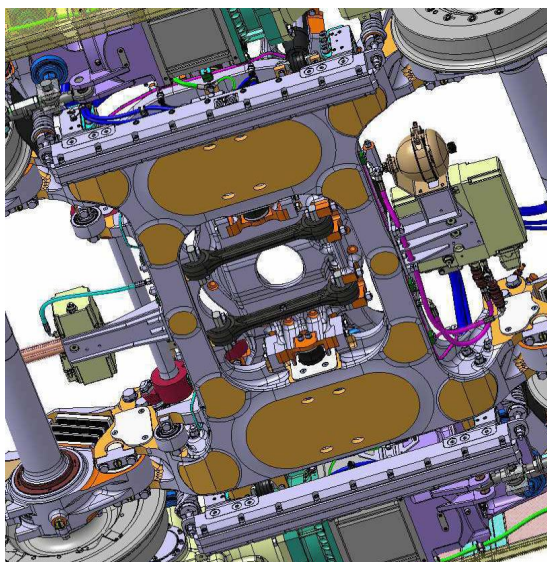
The complete brake configuration is shown on Obrázek 5. Obrázek 6 shows one bogie in detail and the basic arrangement of EHB system on it (all bogies have identical arrangement of the brake equipment).



Obrázek 6: Brake configuration on motor bogie

A.1.1.3. Magnetic track brake

Each bogie is also equipped with one pair magnetic track brakes (MTB), supplied from onboard circuits 24 V DC. This brake is an additional brake that is not dependent on wheel-rail adhesion. If necessary, corresponding electrical circuits 24 V DC are switched-on, then a magnetic field is initialized by flowing electric current via electromagnets and track brake is drawn-on the rail.



Obrázek 7: Position of the magnetic track brake

A.1.2. Main braking modes

The main braking modes are described in the brake matrix[A6].

A.2. Redundancy concept

The three brake systems (EDB, EHB and MTB) are independent on each other. Brake forces are calculated and distributed by SVC.

Substitute brake is used automatically in the case of EDB failure. In normal operation, it means after the first case of EDB failure, EHB on failed bogie is applied/activated immediately, if there is a brake demand. After stopping, the failed bogie is isolated for next run. After that TCMS recalculates EDB braking demands and distributes required braking force to EDB in operation (EDB on functional bogies is preferred).

In case of EDB failures on all bogies the substitute braking is realized on all bogies if there is a brake demand. More details in the document Brake system description[A7].

A.2.1. Failure on one bogie

In the event of a braking (EDB or EHB) bogie failure, the brake system allows passenger operation without speed limitation.

The vehicle can continue to operate without further restrictions until the end of the tram daily work cycle.

The vehicle may continue operation without further restriction.

In case of one failed EDB (one bogie) the missing brake force will be compensated by

- higher EDB force on remaining bogies and
- EHB force of failed bogie (depends on load condition and required brake mode).

In case of one failed EHB (electro-hydraulically emergency released bogie) it is not needed to redistribute the brake force on service and on EmB1 and EmB2 modes because there is not EHB force demand.

In case of one failed EHB (electro-hydraulically emergency released bogie), the brake force is recalculated and redistributed among number of brakes in service.

EDB provides sufficient brake force in Service Brake, Zwangsbremmung (EmB1 and EmB2) and Gefahrenbremsung (EmB3). Consequently there is no EHB force demand. Gefahrenbremsung and Zwangsbremmung is realized by EDB + MTB.

The thermal analysis shows that the most critical operation case is braking with three bogies through friction brake (EHB) without (EDB and MTB), when the reached temperature of the brake disc is above the permitted value.

Therefore in case of one failed EHB (one mechanically emergency released bogie) the vehicle will be driven to the depot. The brake elements are mechanically released and there is no possibility of brake activation by any brake mode. Different situation is for EHB release by auxiliary release unit, The auxiliary release will be cancelled by security brake activation, i.e. Released brake is activated, in this case the vehicle brakes 4 bogies.

In case of EDB and EHB together fails on one bogie the missing brake force will be compensated by

- higher EDB force on remaining bogies and
- blending on the remaining functioning bogies (depends on load condition and required brake mode)

The holding and parking is possible with remaining bogies if one bogie EHB is emergency released.

The tram must not be used for towing and pulling another tram. For towing and pushing tram must have all EHB (all bogies) functional.

A.2.2. Failure of two bogies

With two failed bogies, the brake system allows emergency drive to the depot with a limited speed of 40 km / h and vacant tram (passengers need to exit on the first appropriate place).

In case of two defective EDB or EHB or EDB + EHB the missing braking force is compensated by

- Higher EDB force in the remaining bogies and
- blending on the remaining working bogies (depends on the required brake mode)

The holding and parking is possible with remaining bogies if two bogies EHB are emergency released only for empty vehicle on slope max. 6%.

The tram must not be used for towing and pulling another tram. For towing and pushing tram must have all EHB (all bogies) functional.

The average deceleration is lower than in a normal situation.

A.2.3. EHB emergency release

In normal operation the EHB is released with the pressure established by the electrically driven pump and the output pressure of the hydraulic unit is controlled by the brake control unit (BCU). The electro-hydraulic brakes are so-called "passive" brakes. The brake pressure is generated by spring assemblies in the caliper. To release the brakes, pressure must be built up in the hydraulic circuit of the brake.

The calipers work "fail-safe" - they brake the vehicle after a power failure - pressure loss in the brake system. After braking, the vehicle can not be moved because there is no hydraulic pressure in the operating release circuit - the vehicle is permanently braked. In order to solve the problem of pressure loss (vehicle is permanently braked), all calipers are equipped with a second independent hydraulic piston and a second hydraulic input of the auxiliary brake circuit and with an auxiliary release device – (see A.2.3.1 – EHB release by auxiliary release unit).

In case of towing of failed vehicle, the brakes on failed vehicle shall be auxiliary released. In case of loss of 24V voltage network in towed vehicle, it is possible to use a backup battery for auxiliary release – (see A.2.3.2

Mechanical release of brakes can be made if electro-hydraulic auxiliary release is not possible, (see A.2.3.3 – Mechanical release of EHB).

A.2.3.1. EHB release by auxiliary release unit

If the main set of the mechanical brake of any of the bogies is non-functional i.e. there is no hydraulic pressure in the main brake circuit, the specific bogie can be released by the appropriate set of the electrical auxiliary brake releasing-

For this purpose each bogie is equipped with the auxiliary release unit with separate hydraulic circuit. Auxiliary release pump motor is activated automatically if auxiliary release is active and the pressure drops below the limit. It is realized by conventional train control (CTC-HW) ~~HW~~ vehicle control circuits and TCMS logic. The driver gets the signal that the brakes are released. When auxiliary release is done, it is indicated on the touch screen vehicle's display.

The brake releasing of the appropriate bogie is performed from the driver's cab. The driver has possibility to select auxiliary release of appropriate bogie on the touch screen display (HMI display).

Auxiliary release activation (confirmation) is done by activation pushbutton on driver's desk. If the driver want to use auxiliary release for next bogie, activation pushbutton has to be switched again. More details in the document Brake system description[A7].

Failure of the EHB of a bogie

Indication:

- through the error message in the TCMS display
- by the symbol of the EHB failure of the bogie concerned in the vehicle display

Conditions for further operation:

- Selection of the EHB emergency release of the bogie concerned via the display or the switch in the driver's cab
- Confirmation of the separation of the EHB from the active driver's station

Restrictions of further operation:

- no further restrictions

Driver action:

- Insulate EHB of the concerned bogie

Failure of the EHB of several bogies

Indication:

- through the error message in the TCMS display
- by the symbol of the EHB failure of the bogies concerned in the vehicle display

Conditions for further operation:

- Selection of the EHB emergency release of the bogies concerned via the display or via the switches in the driver's cab

- Confirmation of the separation of the EHB from the active driver's station
- Activation of restricted operation

Restrictions of further operation:

- Top speed 20 km / h or 40 km / h (depending on the number of bogies affected)
- Operation with passengers only to the next suitable stations

Driver action:

- inform the operations center
- let passengers get off
- Insulate EHB of the bogie concerned
- Bring the vehicle back to the depot immediately

Failure of the EHB of all bogies

Indication:

- through the error message in the TCMS display
- by the symbol of the EHB failure of the bogies concerned in the vehicle display

Conditions for further operation:

- no further operation possible

Restrictions of further operation:

Driver action:

- inform the operations control center
- let passengers get off
- Wait until another vehicle takes over the towing / pushing back of the vehicle to the depot
- work together when towing / pushing

Possibilities of auxiliary release deactivation

- auxiliary release is canceled from display (when activation from display was used)
- auxiliary release is canceled with release switch near bogie (when activation switch was used)
- auxiliary release is cancelled with release switch from the driver's cab
- security brake is applied
- vehicle restart

The emergency release is used for certain disturbances, such as:

- failure of the brake control unit (BCU); vehicle control (VCU)
- several failures of hydro devices
- Vehicle control failure: cabling, wiring failure.

A.2.3.2. EHB release by backup battery for towing

Additionally in case of 24V voltage loss on towed vehicle an external backup battery can be used. The back-up battery power all subsystem, which are necessary for vehicle towing. Backup battery will be in equipment of emergency team . The battery can be connected on central electrical terminals accessible from the interior of the vehicle.

A.2.3.3. Mechanical release of EHB

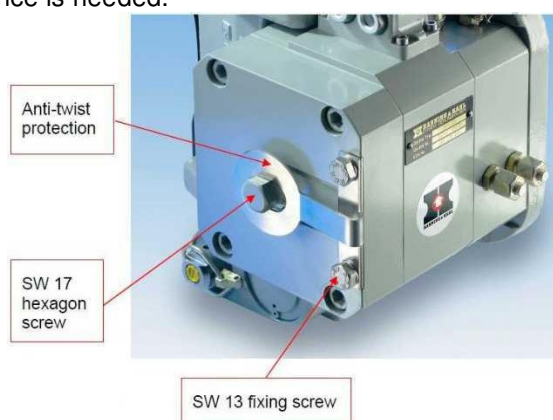
Mechanical release of brakes must be made only if auxiliary releasing is not possible hydraulically - potential problem with hydraulic circuits or vehicle without battery power. For that purpose the anti-twist protection on the force cartridge of the spring actuator must pushed back or can be disassembled by unscrew the two fixing screws SW 13. By turning the SW 17 hexagon head anti-clockwise (actuating torque 60 Nm), the pad gap is extended to the extent that the brake pads do not rest on the brake disc in a pressure-less state (braked state of the spring

actuator unit). The disassembled anti-twist protection is a “brake release” indication for the staff. The mechanical brake release device does not return to its normal working position automatically. It must be manually deactivated, e.g. the pad gap must be re-adjusted. During the setup process, the mechanical auxiliary release device must be screwed in and secured up to the stop. The spring-applied brake caliper must remain hydraulically released while the adjustment work is being carried out.

To achieve correct initial position between brake disc and brake pads the spring-applied brake caliper should be hydraulically actuated 30 times. The adjustment mechanism adjusts the pad gap automatically to 1 – 2.5 mm.

Note: If the mechanically released spring actuator units are hydraulically actuated, the slack adjuster integrated into the spring actuator units spindles the actuator units back with time (after pressure is applied several times, the mechanically released state is cancelled). Therefore in driving operations with a mechanically auxiliary-released brake, the corresponding hydraulic unit must be switched off to prevent unintentional braking.

Emergency mechanical auxiliary release is usually not in driver responsibility. In case of electrical auxiliary release failure, accident assistance is needed.



Obrázek 8: Prinzip der Notlöseschraube mit Verdrehsicherung

A.2.4. Blending

Blending (cooperation of EDB + EHB together on bogie) is applied in different brake modes and conditions (load, wheel-rail friction, etc.) according to brake matrix[A6].

A.2.5. Slide control

Each traction units (TCU) and each electromechanical brakes (BCU) have own independent slide control system. In the case of blending the master of the slide control is TCU.

In case of slide detection, TCU releases or reduces the brakes of sliding bogie accordingly. To be able to have quick reaction time the EHB system is equipped with a pressure accumulator.

All axles are equipped with one combined multichannel sensor. Speed sensor is situated on drive end side of the traction motor. One channel of this sensor is used for EDB control, second channel is used for EHB control, and the third is used for tachograph.

A.2.6. Load detection

Vehicle is equipped with one load sensor on each of the inner bogies (bogie 3 and 4 in Obrázek 1) to be able to control the brake force according to load condition of vehicle to prevent the slide of the wheel and to keep the stopping distance at same level with different load conditions. The sensor measures the deflection of the secondary suspension. The sensor sends a signal to the vehicle control system which controls the brakes according to the set point for the brake force.

In the case of load evaluation failure, the braking shall follow the curve for 2/3 load. In brake mode Security brakes the vehicle brakes with 100% EHB brake force.

A.3. Brake system equipment

A.3.1. Electro-dynamic brake (EDB)

The braking force is controlled by TCU and coordinated by TCMS during normal operation. The TCU checks and signals the correct functioning of the EDB. The TCMS monitors the correct functioning of the EDB by evaluating the adequate deceleration. The EDB is independent of the overhead line conditions - regardless of voltage value, voltage drop or overhead line short circuit. Preferably, the energy is recovered to axillary drives or to the overhead line. If regeneration is not possible, the remaining energy is dissipated in braking resistors. Braking resistors are designed for continuous operation without recuperation option. All values are achieved for each load step specified in the TR Br and regardless of the state of wear of wheel rims.

A.3.2. Electro-hydraulic mechanical brake (EHB)

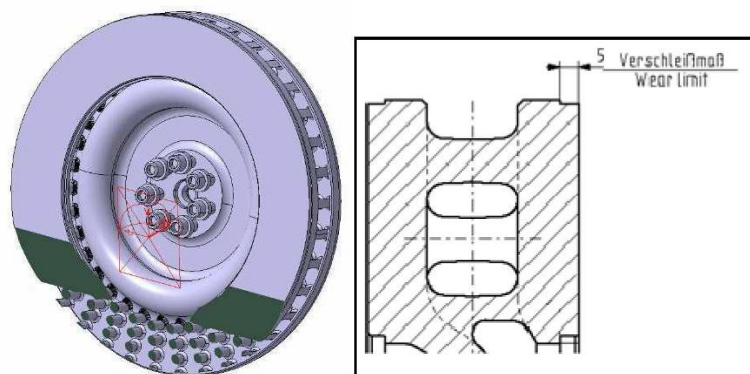
EHB system consist of:

Components of the hydraulic brake systems			
pos.	reaction	overall amount	name
1	4x motor bogie	8	brake disc 390x60
2		8	Brake caliper
3		4	Hydraulic unit
4		4	Brake control
5		4	Auxiliary release unit

Tabulka 2: EHB components

A.3.2.1. Brake disc

On one side of each wheelset there is attached the solid ventilated brake disc. The brake disc is designed according to the cooling pin arrangement with the function of a higher heat rejection rate. The disc is Monobloc (not split), its outer diameter has indication grooves for the visual inspection of its wear condition.



Obrázek 9: Example of brake disc – wear limit

A.3.2.2. Brake caliper

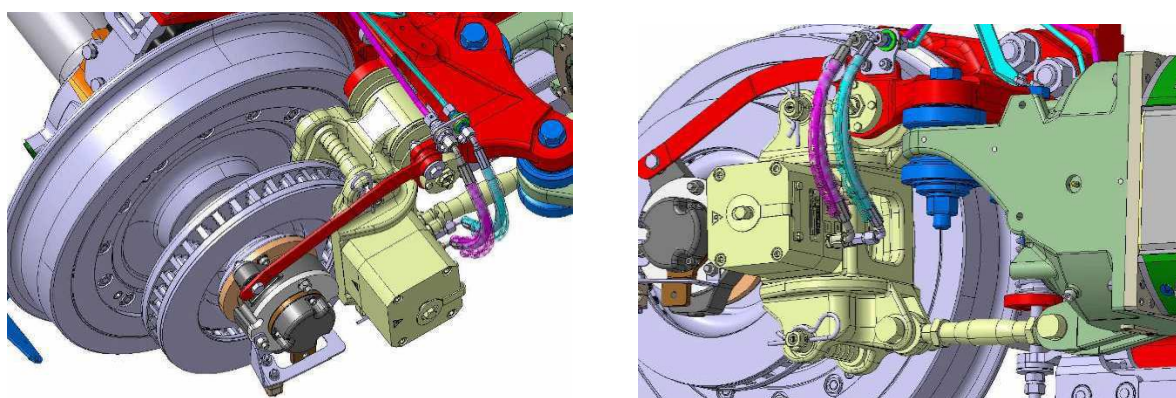
Each bogie is equipped with two spring-loaded hydraulic brake calipers. Thus the braking force is applied by spring and released by hydraulic pressure.

The brake caliper is a floating-saddle-type caliper. The brake force is originated by a spring stack inside a cartridge, which is mounted on the saddle. The spring force is acting directly on the floating brake pad and subsequently on the brake disc. Because of the reaction force the saddle is moved and the fixed brake pad is pressed on the other side of the disc. While braking, the entire saddle and the floating brake pad are moving.

By pressurizing the hydraulic piston inside the cartridge, the brake force is reduced and finally the brake released. Because of the floating (sliding) bearing of the saddle, axial movement of the disc as well as shock and vibration result in clearance between the disc and the brake pads.

The hinge joints are equipped with grease nipples for greasing of pins, bearings, sliding parts etc. Requirement on lubrication is twice a year.

The brake caliper is equipped with releasing screw to be able to release the brakes mechanically.



Obrázek 10: Brake caliper

Brake caliper is isolated. The main pin of the brake calliper is isolated with a rubber-metal bearing. The reaction rod between the brake calliper and the chassis frame now consists of insulated non-metallic bushes. The brake pads are part of the brake caliper and are of organic friction material. The wear life of the brake pads is limited by disc brake temperatures and kind and manner of brake function. Each brake pad is equipped with visual wear indication grooves for easy visual inspection.

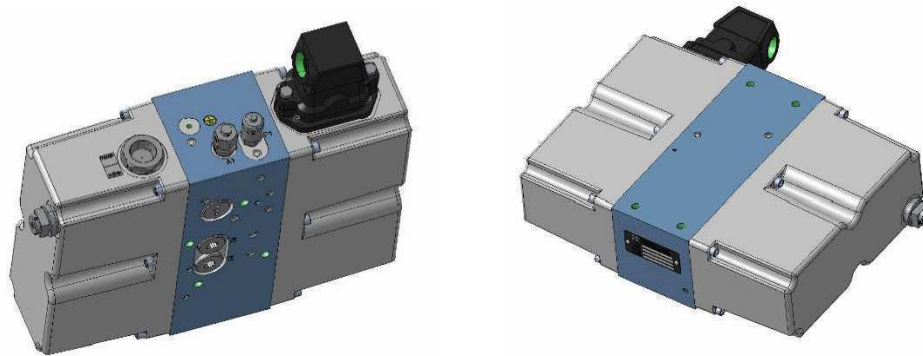
A.3.2.2.1 Brake pad

The brake pads are part of the brake caliper and are of organic friction material.

A.3.2.3. Hydraulic unit

Each bogie is equipped with one hydraulic unit. The unit includes reservoir for oil, motor and pump as well as all needed filters, valves and sensors. The hydraulic unit is the power supply and pressure control unit of the electro-hydraulic brake system.

The hydraulic brake control unit has the task to convert the signals coming from the electronic brake control unit into hydraulic pressure for control of brake actuators. Therefore a couple of single components are integrated inside of the devices, where some of them can be assigned to the pressure generation and the others to the pressure regulation. Two integrated oil gauge glasses indicate the fluid level.



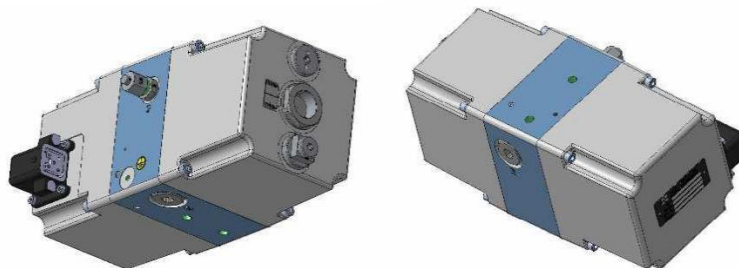
Obrázek 11: Hydraulic unit

A.3.2.4. Brake control unit (BCU)

One electronic brake control unit is provided for each bogie. This control unit provides stepless control of the brake calipers. The basic function is to control mechanical brakes according to the demands given by the train control lines, Vehicle Control Unit (VCU) and Traction Control Unit (TCU). Two speed sensors (one per axle) are connected to the one BCU. BCU evaluates the speed and controls EHB regarding wheel slide protection (WSP). The information for the diagnostics system is sent via CAN bus and Ethernet.

A.3.2.5. Auxiliary release unit

The auxiliary release unit allows releasing the connected spring-applied brakes in exceptional case (e.g. in case of a failure in the hydraulic piping etc.). Therefore each bogie is equipped with an independent hydraulic release circuit which connects the auxiliary release unit with the spring-applied brake calipers.



Obrázek 12: Auxiliary release unit

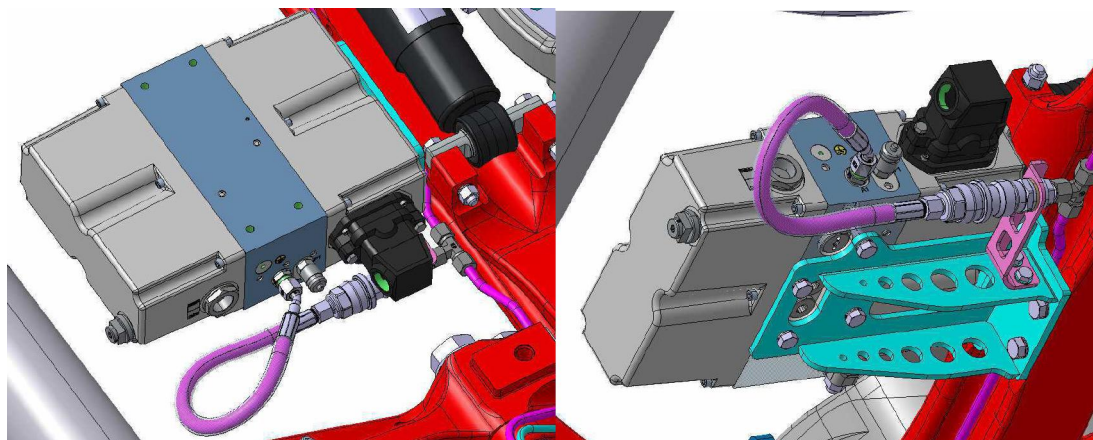
A.3.2.6. Piping

The material of the pipes is stainless steel. The pipes will be fixed to the bogie frame by clamps. Fittings and nuts are zinc plated.

The connection between pipe and brake caliper is made by hose to be able to take the relative movement.

A.3.2.6.1 Hydraulic unit connection with piping

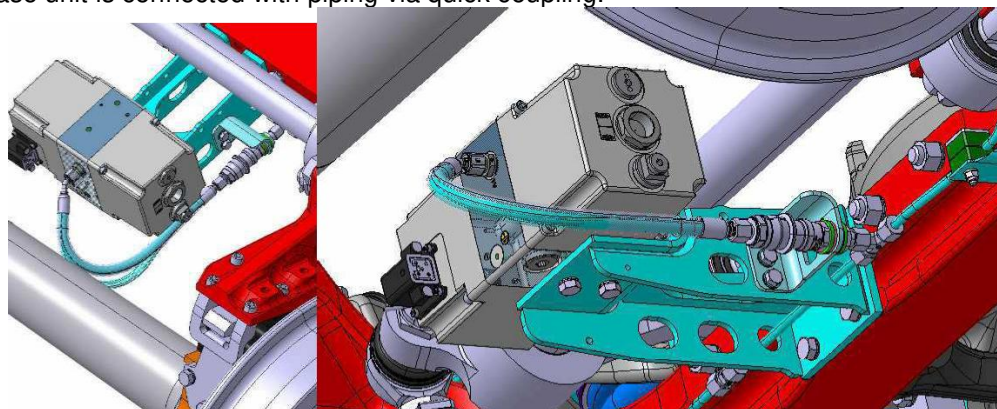
Hydraulic unit and pressure accumulator are connected with piping via quick couplings.



Obrázek 13: Hydraulic unit connection

A.3.2.6.2 Auxiliary release unit connection with piping

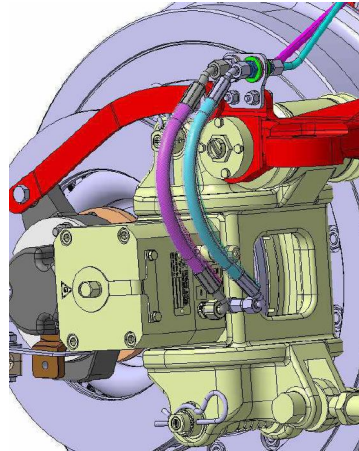
Auxiliary release unit is connected with piping via quick coupling.



Obrázek 14: Auxiliary release unit connection

A.3.2.6.3 Brake caliper unit connection with piping

Brake caliper is connected with piping via flexible hoses.



Obrázek 15: Brake caliper connection

A.3.3. Magnetic track brake (MTB)

The magnetic track brake (consisting of one pair braking pads) has a braking force 64kN. The solid block track brake is an electromagnet. By switching on an electric current, a magnetic field is initialized by which the track brake is drawn on the rail. Because of the magnetic field an adhesive force between track brake and rail occurs, which is transformed into a brake force by the coefficient of friction between track brake and rail. The braking moment is activated on the vehicle by means of a special supports.

The cable to connect the track brake with the low voltage power supply (24VDC) is releasable at the track brake by means of a cable socket within connection housing.

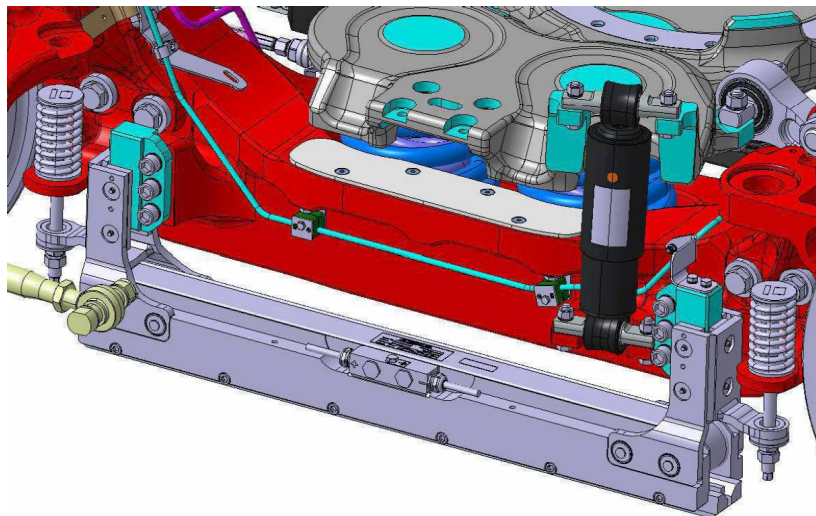
The track shoes (wear parts) are manufactured out of ferritic steel and screwed at the sidewalls. Max wear of the track shoe is 8 mm.

The suspensions are connected to the endwalls of the track brake and the bogie frame. They are variable in length in order to (manually) compensate wear of the track shoes and wheels to ensure the correct gap between track shoes and rail. The magnetic track brakes is electrically insulated. Suspension, longitudinal and transversal slide guides of the MTB are equipped insulation elements from non-conducting material. The brake is grounded to the grounding point on the frame with using a flexible cable.

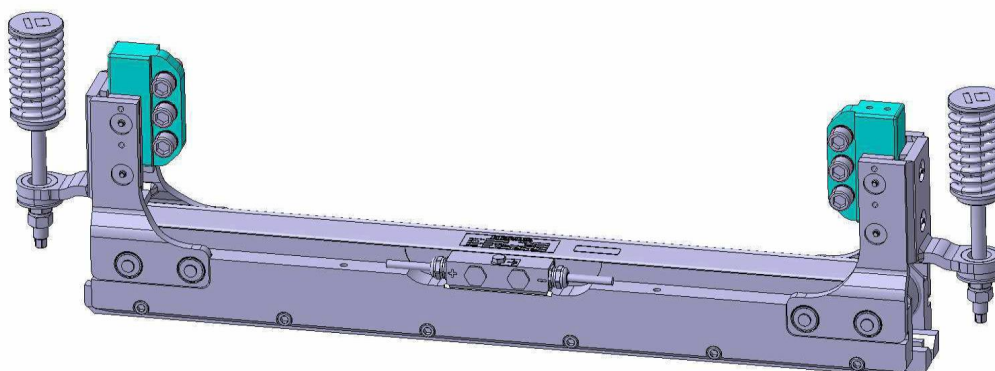
The air gap above top of rail for LS I is 15 ± 2 mm. The gap between MTB shoe and T.O.R is affected by primary suspension. Deflection of the primary suspension = reduction of gap between shoe and TOR.

MTB air gap between shoe and top of rail depending on primary suspension deflection (from nominal position load case LS I)		
Loading	Deflection of primary suspension (mm)	Nominal MTB position above TOR (mm)
Nominal position – LS I	0	15
Direction Z (vertical) – LS II	5	10
Direction Z (vertical) – LS III (static deflection)	7	8
Direction Z (vertical) – LS III + dyn.(include dynamic deflection)	11	4
Direction Z (vertical) – stop end	12	3

Tabulka 3: MTB air gap between shoe and top of rail depending on primary suspension deflection



Obrázek 16: Position of the magnetic brake



Obrázek 17: Suspension, longitudinal and transversal guide

A.4. Pískovací zařízení

A.4.1. Obecný popis

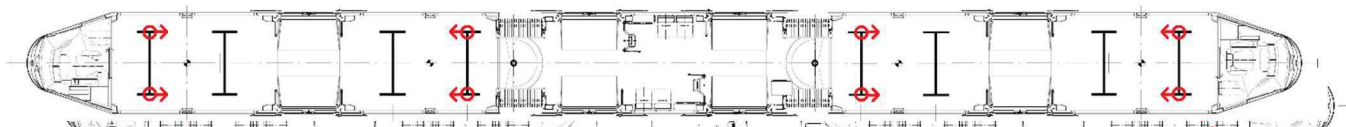
Vozidlo bude vybaveno celkem osmi pískovacími zařízeními. Pískovací zařízení se bude skládat z písečníku, umístěného ve skříni vozidla a soupravy pískování (výsypaná trubice a její držák), která se nachází na podvozku u kola nápravy.

Zařízení je uzpůsobeno pro použití písku, který je využíván v SWB. Tento písek je podle BN 918 224 o velikosti zrna 0,8 – 1,6 mm.

A.4.1.1. Rozmístění pískovačů

Podle umístění na vozidle budou rozlišeny dva druhy pískovačů. Oba tyto druhy pískovacího zařízení budou (ve směru kabiny řidiče A) v pravém a levém provedení, obě provedení budou zrcadlově symetrická. Pískovací zařízení budou rozmístěna následně:

Ve směru jízdy článkem A vpředu bude před koly první nápravy a za koly čtvrté nápravy umístěno jedno pravé a jedno levé kompletní pískovací zařízení. Články A a B jsou stejné.



Obrázek 18: Rozmístění pískovačů

Následující tabulka zobrazuje, při jakém směru jízdy fungují jednotlivé pískovače. Při jízdě libovolným směrem je v provozu polovina všech pískovačů.

Arrangement of sanding system on wheelsets									
Bogie		B				A			
Axle		B-1	B-2	B-3	B-4	A-4	A-3	A-2	A-1
Driving direction →	Vehicle left side				■				■
	Vehicle right side				■				■
Driving direction ←	Vehicle left side	■				■			
	Vehicle right side	■				■			

Tabulka 4: Arrangement of sanding system on wheelsets

B. VSTUPNÍ POŽADAVKY A NORMY/PŘEDPISY

Základem pro homologaci tohoto FG jsou tyto normy a předpisy:

Číslo	Identifikace normy/předpisu	název	vydání
[N1]	EN 13452-1	Drážní zařízení - Brzdy - Brzdové systémy veřejné místní dopravy - díl 1: Požadavky na výkonnost	2005-01
[N2]	EN 13452-2	Drážní aplikace - Brzdy - Brzdové systémy příměstské veřejné dopravy - Díl 2: Postup při zkoušení	2005-01
[N3]	DIN EN 14531-1	Železniční aplikace - Metody výpočtu zábrzdých a brzdých drah a zabrzdění proti samovolnému pohybu - Část 1: Základní algoritmy využívající výpočet střední hodnoty pro vlakové soupravy nebo	2016-05
[N4]	DIN EN 14531-2	Železniční aplikace - Metody výpočtu zábrzdých drah a brzdých drah a zabrzdění proti samovolnému pohybu - Část 2: Postupné výpočty pro vlakové soupravy nebo jednotlivá vozidla	2016-04
[N5]	BOStrab § 36 inkl. Anl. 2	Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen	2019-10
[N6]	Technische Regeln Bremsen (TR Br)	Technische Regeln für die Bemessung und Prüfung der Bremsen von Fahrzeugen nach der Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (BOStrab)	2008-12
[N7]	DIN EN 15806	Bahnanwendungen - Bremse - Statische Bremsprüfung	2011-01
[N8]	EN 50215, kap. 9.4.1.6	Drážní zařízení - Drážní vozidla - Zkoušení drážních vozidel po dokončení a před uvedením do provozu	2010-07

Tabulka 5: přehled aplikovaných norem a předpisů

Pozn.: Norma DIN EN 15806[N7] není relevantní, neboť se na vozidle nenachází pneumatická brzda.

Pozn.: Norma EN 50215, kap. 9.4.1.6[N8] není uvedena v TAB-Checkliste. V tomto FG je však použita podpůrně jako noremní základ pro zkoušku protismykové a protiskluzové ochrany (viz Kapitola C.2.4).

V souvislosti s těmito normami a předpisy platí následující požadavky dle příslušné TAB-Checkliste (Verze 1 z 18.05.2017):

Požadavek	Číslo požadavku
Celkové vyhodnocení znalcem	1
Uvedení do provozu / zkušební plán	2
Technický popis brzd	3
Výpočty a zkušební zprávy (včetně splnění mezních hodnot a zjištění koeficientu tření obložení brzdových čelistí)	4
Analýza rizik v oblasti brzd (viz software)	5
Nouzový vypínač (nouzové vypnutí řidičem) jako záložní úroveň	6

(upozornění: zohlednit přemostění nouzové brzdy v konceptu bezpečnosti)	pouze poznámka, není vlastní požadavek
---	--

Tabulka 6: přehled požadavků k homologaci

Způsob splnění jednotlivých požadavků dle Tabulka 6 je předmětem následující kapitoly.

C. ROZBOR POŽADAVKŮ

C.1. Požadavek 1 – Celkové vyhodnocení znalcem

K tomuto FG bude vyhotoven a předložen zvláštní znalecký posudek, který potvrdí splnění požadavku.

C.2. Požadavek 2 – Uvedení do provozu / zkušební plán

Cílem zkoušek níže je prokázat, že z hlediska provozní výkonnosti a komfortu cestujících odpovídá brzdový systém vozidla hodnotám uvedeným brzdové matici[A6]. V tomto dokumentu jsou uvedené také různé poruchové stavy jednotlivých částí brzdového systému a tedy ověření brzdné schopnosti při těchto poruchách je součástí zmíněných zkoušek. Noremní základ je pro všechny zkoušky EN 13452-1[N1], BOStrab[N5] a TR Br[N6]

C.2.1. Zkouška brzdného účinku a zábrzdného zpomalení

Touto zkouškou bude doložené splnění předepsaných zábrzdných drah a zpomalení.

Tento požadavek bude splněn předložením protokolu ze zkoušky brzdného účinku a zábrzdného zpomalení.

C.2.2. Zkouška elektrodynamické brzdy

Tato zkouška prokazuje zachování činnosti elektrodynamické brzdy při krátkodobém přerušení rekuperace; odzkoušení teplotního dimenzování brzdových odporů při jízdách na trati při nulové rekuperaci a ověření udržování nejvyšší požadované provozní rychlosti a zastavení na největším podélném spádu.

Plnění tohoto požadavku bude prokázáno doložením protokolu ze.

C.2.3. Zkouška parkovací brzdy

Touto zkouškou bude ověřeno, že je splněné zachování činnosti parkovací brzdy na předepsaném podélném spádu trati bude doloženo zkušební zprávou „Zkouška parkovací brzdy“

Tento požadavek bude splněn předložením protokolu o zkoušce parkovací brzdy.

C.2.4. Zkouška protiskluzové a protismykové ochrany

Touto zkouškou bude ověřeno, že protiskluzové a protismyková ochrana řádně funguje za snížených adhezních podmínek dle kapitoly 4.2.2.5 normy EN 13452-2[N2].

Tento požadavek bude splněn předložením protokolu o zkoušce protiskluzové a protismykové ochrany.

C.2.5. Zkouška pískovacího zařízení

Touto zkouškou bude ověřena správná funkčnost pískovacího zařízení, včetně např. množství vydaného písku. Provedení statické zkoušky se řídí postupem dle EN 50215, kap. 8.11.4[N8].

C.3. Tento požadavek bude splněn předložením protokolu o zkoušce pískovacího zařízení. Požadavek 3 – Technický popis brzd

Koncepce brzdového systému je uvedena v kapitole A. Výkonnost je daná brzdovou maticí, která bude přílohou tohoto konceptu.

V rámci splnění požadavku mohou být předloženy dokumenty dodavatele, např. výkres a popisy konkrétních komponent brzdového systému.

C.4. Požadavek 4 – Výpočty a zkušební zprávy (včetně splnění mezních hodnot a zjištění koeficientu tření obložení brzdových čelistí)

Skutečná hodnota koeficient tření obložení brzdových čelistí bude určena následovně:

- Brzdový režim: SecB, bez kolejnicové brzdy
- Rychlost: 70 km/h
- Prázdné vozidlo (LS I dle TR Br[N6]): 2 zabrzdění s fází vychlazení po prvním zabrzdění
- Plně naložené vozidlo (LS III dle TR Br[N6]): 2 zabrzdění s fází vychlazení po prvním zabrzdění
- Tyto případy budou zohledněny v brzdovém výpočtu tak, aby byly k dispozici příslušné požadované hodnoty pro měření zábrzdných drah
- S hodnotami z měření bude proveden zpětný výpočet ke stanovení průměrného koeficientu tření všech dotčených obložení

Tento postup je tak volen proto, jelikož v tomto brzdovém režimu je aktivní pouze mechanická brzda, brzdná síla činí 100% a brzdový tlak 0 bar. Proto není nutné dodatečně zaznamenat a vyhodnotit tolerance brzdových tlaků při měření zábrzdných drah.

Nad rámec zkoušek uvedených v kapitole C.2 budou pro splnění tohoto požadavku předloženy následující dokumenty:

- Výkonnost (kapacita brzdy) všech typů brzd TR-Br bod 2.2[N6] (dle požadavků brzdové matice[A6]) viz. Brzdový výpočet dodavatele brzd Hanning&Kahl
- Brake Pad Characteristics Jurid 809 - overview of all characteristics of the brake pad Jurid 809 - average Reibkoeffizient Bremsbelag / Bremsscheibe
- Tepelný výpočet viz. výpočet Thermische Berechnung_Skoda Bonn 41T dle požadavků brzdové matice[A6]

C.5. Požadavek 5 – Analýza rizik v oblasti brzd (viz software)

Bezpečnostní vozidlové funkce podléhají standardnímu procesu řízení a usměrňování nebezpečí v souladu s normou EN 50126. Pro projekt 41T je aplikována metoda dle směrnice SIRF, tj. Je vytvořen projektově specifický TeSiP, který kromě jiných obsahuje i analýzu brzdových funkcí vozidla, analýzu a vyhodnocení nebezpečí, které mohou plynout z případných selhání brzdových funkcí vozidla.

Dále pak metodou FTA je provedeno rozdělení odpovědnosti za provedení brzdové funkce z vrcholové vozidlové funkce na jednotlivá koncová zařízení, která odpovídají za realizaci brzdové síly. Bude provedena analýza poruch brzdového systému. Následně pak takto získané požadavky na bezpečnostní vlastnosti koncových komponent jsou distribuovány na jednotlivé výrobce komponent.

V rámci integrační fáze vozidla jsou prováděny funkční testy, které jednak prokazují správné fungování brzdových funkcí a jednak prokazují odolnost brzdových funkcí proti jednotlivým poruchám komponent brzdového systému. Jako doplněk těchto testů budou evidovány konkrétní vlastnosti klíčových komponent ve formě certifikátů, dokumentace výrobce komponenty apod.

Plnění tohoto požadavku bude prokazováno v rámci kapitoly FG13 – Funkční bezpečnost a software a finální potvrzení splnění požadavku bude podloženo hodnocením nezávislého experta pro kapitolu FG13.

C.6. Požadavek 6 – Nouzový vypínač (nouzové vypnutí řidičem) jako záložní úroveň

Emergency stop button can be triggered by driver by the push red mushroom impact button on driver's desks. In case of loss of 24V power supply or voltage the emergency brake triggers automatically. Emergency brake loop is HW signal led through all vehicle section with negative logic. In normal operation (no Emergency Brake is required) 24 V signals are connected to the emergency brake input pins in VCU, tachograph, all TCUs and BCUs. In case of activation Emergency stop button the line is interrupted, voltage on the emergency brake input pins of the connected devices are lost, the safety loop is opened, tram starts to brake (realised by EHB and MTB). The generation of traction force is blocked. Power supply or braking from the power control is not possible anymore. The vehicle is braked to the zero speed. The wheel slip protection is deactivated.

The activation of Emergency stop button is documented in the central control unit and in the short-path recorder with information about date a time.

If the vehicle comes to a standstill, the Security brake function is deactivated by releasing of the button (in order to deactivate the security brake, the button must be returned to its original position, the driving direction of the vehicle must be set up to 0, the vehicle must stay in standstill and the driving and brake control switch must be set up in 0-position).

The safety of the emergency stop button, including the Implementation on the vehicle and appropriate testing, will be evaluated within all safety functions in FG13.

D. SPECIFIKACE ZKOUŠEK

Z kapitoly C vyplývá nutnost provedení následující zkoušek:

Číslo a název požadavku	Noremní základ zkoušky	Odkaz na metodiku zkoušky
2 – zkouška brzdného účinku a zábrzdného zpomalení	EN 13452-1[N1], BOStrab[N5] a TR Br[N6]	
2 – zkouška elektrodynamické brzdy	EN 13452-1[N1], BOStrab[N5] a TR Br[N6]	
2 – zkouška parkovací brzdy	EN 13452-1[N1], BOStrab[N5] a TR Br[N6]	
2 – zkouška protiskluzové a protismykové ochrany	EN 13452-2[N2], EN 50215, Kap. 9.4.1.6[N8]	
2 – zkouška pískovacího zařízení	EN 50215, kap. 8.11.4[N8]	

Tabulka 7: přehled typových zkoušek

E. SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTACE A PŘÍLOHY

Seznam související dokumentace		
Číslo	Název	Číslo dokumentu a druh dokumentu
[1]	Datový list homologace 41T	TD053524
[2]		

Seznam příloh		
Číslo	Název	Číslo dokumentu a druh dokumentu
[A1]	Bremselektronik HEY-C	D00109954 (82055704)
[A2]	Federpeicherbremssattel HYS 258	D00362533 (82067819)
[A4]	Flanschbremsscheibe 390/256X60	D00362555 (82067896)
[A4]	Hydrogerät HZY-K100-DPR	D00383730 (82067820)
[A5]	Magnetschienenbremse HS64	D00384216 (82068226)
[A6]	Brzdová matice (návrh)	TD049544
[A7]	Brake system description (návrh)	TD060438

Veškerá práva k tomuto dokumentu přísluší ŠKODA TRANSPORTATION a.s.
Bez souhlasu této společnosti nesmí být dokument kopírován, rozmnožován a není povoleno postoupit jej třetím osobám!



ŠKODA TRANSPORTATION a.s.
Emila Škody 2922/1
301 00 Plzeň
Czech Republic