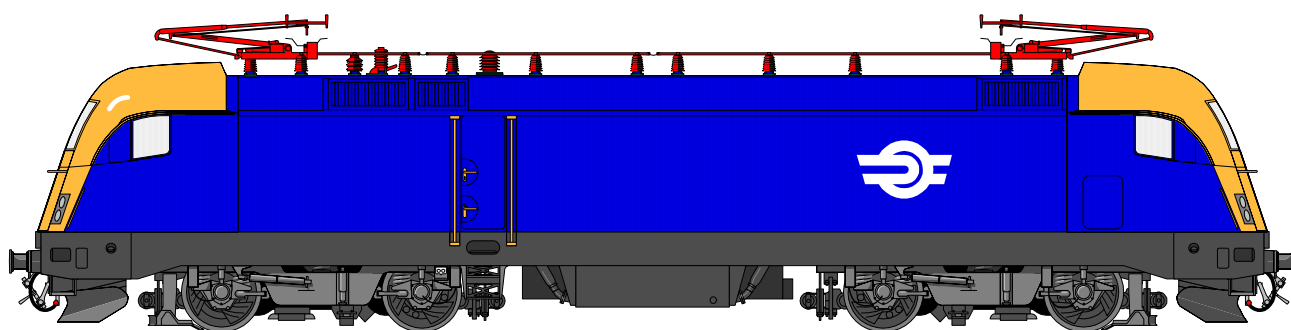


**1. sz. Melléklet a
MÁV 904-03-1-1033 sz.
szerződéséhez**

**Az
ES 64 U2 típusú
nagyteljesítményű villamosmozdony
kétáramnemű kivitelben
a MÁV Rt. részére**



Opciók

Opciók, amelyeket a MAV Rt. kér és a mozdonyokba be kell építeni	Többszámú mozdonyonként	
Második thermofach (hűtő/fűtő berendezés)	EUR	2.000,-
Kézmű	EUR	11.800,-
Összesen	EUR	13.800,-

Ezáltal az 10 mozdonyból álló sorozat többszáma a következő:

EUR 138.000,-

A következő műszaki dokumentáció az ES 64 U2 típusú villamos mozdonyt írja le és mint az 1.sz. melléklet a szállítási szerződés részét képezi.

Kelt: Budapest, 2001. augusztus 10.

MAV Rt.

Siemens AG

A Vevő részéről

Az Eladó részéről

1 Tartalomjegyzék

1	Tartalomjegyzék	3
2	Rajzjegyzék	7
3	Rövidítések jegyzéke	8
4	Általános leírás	9
4.1	Felépítés és elrendezés	9
4.2	Vontatási teljesítmény	9
4.2.1	25 kV-os üzemeltetés	9
4.2.2	15 kV-os üzem	9
4.2.3	Vonóerő- fékerő diagramok	10
4.3	Klimatikus feltételek	11
4.4	Vonalosztály	11
4.5	Úrszelvény igény	11
4.6	Az ES 64 U2 típusú mozdony fő adatai	12
4.7	Szilárdsági követelmények	13
4.8	Primeráram	13
4.9	Zavaráram	13
4.10	Elektromágneses emissziók	13
4.11	Alacsonyfrekvenciás hálózati visszahatások	15
5	Mechanikai járműrész és járműkonstrukció	16
5.1	Alváz, mozdonyszekrény	16
5.2	Vezetőállás	18
5.2.1	Általános tudnivalók	18
5.2.2	Nyomásállóság	18
5.2.3	A vezetőállás méretei	18
5.2.4	Feljáróajtók (géptérbe nyílnak)	18
5.2.5	Vezetőfülke géptérajtó	18
5.2.6	Vezetőállás ablak	19
5.2.7	Kezelés	19
5.2.8	Kezelőszervek, műszerek, stb. a vezetőasztalon	19
5.2.9	Mozdonyvezető ülés	20
5.2.10	Fűtés, szellőzés, hűtés	21
5.2.10.1	Fűtés	21
5.2.10.2	Klímatechnikai berendezés	21
5.2.11	Világítás	22
5.2.12	Ablaktörlő	22
5.2.13	Kézmosó	23
5.2.14	Visszapillantó tükör	23
5.2.15	Napellenző	23
5.2.16	Feliratozás	24
5.2.17	A vezetőfülke egyéb berendezései	24
5.2.18	Munkavédelmi intézkedések	24
5.2.19	Hőszigetelés	24
5.3	Egyéb kezelőhelyek	24
5.4	Futómű (Forgócsapos forgóváz, féktengellyel (HAB))	25

Kétáramnemű villamos mozdonyok a MÁV Rt. számára

5.4.1	Műszaki adatok.....	26
5.4.2	Fenntartásbarát felépítés	26
5.4.3	Kerékpár.....	26
5.4.4	Kerékpárcsapágy és csapágyház	27
5.4.5	Kerékpárvezetés.....	27
5.4.6	Hajtás és fékezés	28
5.4.7	Forgóvázkeret.....	28
5.4.8	Mozdonyszekrény alátámasztás	29
5.4.9	Vonóerőátvitel a forgóváz és a mozdony szekrény között.....	29
5.4.10	Nyomkarimakenő berendezés.....	29
5.4.11	Egyéb berendezések.....	29
5.5	Nagyteljesítményű hajtás	29
5.5.1	Általános tudnivalók	29
5.5.2	Hajtás	30
5.5.3	Csőtengely és csillagvilla	30
5.6	Vonó- és ütközőberendezés.....	30
5.7	Pályakotró.....	31
5.8	Fékberendezés.....	31
5.8.1	A fékberendezés koncepciója	31
5.8.2	Elektrodinamikus fék	32
5.8.3	A mechanikus fék	33
5.8.4	Fékszámítás eredménye	34
5.8.5	Homokoló	36
5.9	Sűrített levegő ellátás	36
5.9.1	Légsűrítő.....	37
5.9.2	Segédlelésűrítő	38
5.9.3	Levegő szárító berendezés	39
5.9.4	Légtartályok	39
5.10	Jelzőberendezések	40
5.11	A géptér egyéb berendezései	40
5.12	Design	40
5.13	Bevonat	41
5.13.1	Tisztítás	41
5.13.2	A gyártás műszaki feltételei:.....	41
5.13.3	A felületek előzetes kezelése:	41
5.13.4	Üreges elemek belső felületei:	41
5.13.5	Élek lekerekítése és élburkolás:.....	41
5.13.6	Bevonati anyagok:.....	41
6	Villamos berendezés	43
6.1	Irányítástechnika	43
1.1.1	Általános tudnivalók	43
6.1.2	Felépítés.....	43
6.1.3	Az irányítástechnika feladatai.....	44
6.1.3.1	Általános tudnivalók	44
6.1.3.2	Vontatásvezérlés és szabályzás	45
6.1.3.3	Fékvezérlés	45
6.1.3.4	Segédüzem vezérlése és állapotfigyelése	45

Kétáramnemű villamos mozdonyok a MÁV Rt. számára

6.1.4	SIBAS 32-vezérlőegység	46
6.1.4.1	Központi vezérlőegység (ZSG)	46
6.1.4.2	A vezérlőlogika kapcsolatai	46
6.1.4.3	Automatikus menet/fék vezérlés	47
6.1.4.4	Központi út- és sebességérzékelés.....	47
6.1.4.5	Hajtás vezérlő egység	48
6.1.5	SIBAS KLIP	48
6.1.6	Display	49
6.1.7	Diagnosztika	49
6.1.8	Sebességmérő	50
6.1.9	Csúszás- és perdülésvédelem	51
6.1.9.1	Csúszásvédelem	51
6.1.9.2	Perdülésvédelem.....	53
6.2	Kommunikációs berendezések	53
6.2.1	UIC-Csatlás	53
6.2.2	Vonatrádió	53
6.3	Biztonsági berendezések	53
6.3.1	Biztonsági berendezés (Sifa)	53
6.3.2	ETCS-előkészítés	53
6.3.3	EVM120	53
6.3.4	Rendszerátkapcsolás EVM120 – Indusi (PZB).....	54
6.4	Energiaellátás.....	54
6.5	Vonathangosítás.....	55
6.6	Hangjelzés.....	55
6.7	Távvezérlés	55
6.8	Fő komponensek	57
6.8.1	Áramszedő	57
6.8.2	Főmegszakító	58
6.8.3	Főtranszformátor	59
1.1.1.1	Általános tudnivalók	59
6.8.3.2	Felépítés	59
6.8.3.3	Hűtés	60
6.8.3.4	Szívóköri fojtótekercs	60
6.8.3.5	Műszaki adatok.....	60
6.8.4	Áramirányító	61
1.1.1.1	Általános tudnivalók	61
6.8.4.2	Leírás.....	62
6.8.4.3	Hűtés	64
6.8.5	Vontatómotor	65
6.8.5.1	Általános tudnivalók	65
6.8.5.2	Az állórész szerkezeti felépítése	65
6.8.5.3	A forgórész szerkezeti felépítése	66
6.8.5.4	Csapágyazás	67
6.8.5.5	Hűtés	67
6.8.5.6	Fordulatszám érzékelés	67
6.8.5.7	Műszaki adatok.....	67
6.8.6	Segédüzem	67
1.1.1.1	A villamos segédüzemi berendezések ellátása	67

Kétáramnemű villamos mozdonyok a MÁV Rt. számára

6.8.6.2	A háromfázisú-segédüzemi rendszer kapcsolása.....	68
6.8.6.3	A háromfázisú segédüzemi rendszer redundáns kivitele.....	69
6.8.7	Léghűtésű segédüzemi váltóirányító.....	70
6.8.7.1	Általános tudnivalók	70
6.8.7.2	Áramátalakító rész	71
6.8.7.3	Vezérlés és diagnosztika.....	72
6.8.7.4	Hűtés	72
6.8.8	Akkumulátortelep és töltőberendezés	72
7	Szabványok.....	74
8	Környezet, hulladékkezelés.....	75
9	Rezgés- és zajkibocsátás	77
10	Tűzvédelem	78
11	Dokumentáció.....	79

2 Rajzjegyzék

Az ES 64 U2 mozdony jellegrajzrajzai	DIN A2	1 rajz
Az ES 64 U2 mozdony készülékrendezési rajza	DIN A2	1 rajz
Vonóerő- és fékerő diagramok	DIN A4	2 rajz
Vezetőállás rajza	DIN A2	2 rajz
Vezetőasztal	DIN A2	1 rajz
Forgóváz rajza	DIN A2	1 rajz
Fékvázlat	DIN A2	1 rajz
Kézmosó (opció)	DIN A4	1 rajz
Főáramkör	DIN A4	1 rajz
Főtrafó tekercselési vázlat	DIN A4	1 rajz

3 Rövidítések jegyzéke

4QS	Négynegyedes áramirányító
AFB	Automatikus menet/fékvezérlés
ASG	Hajtásvezérlő egység
ATC	Automatikus vonatvezetés
BSG	Fékvezérlő egység
C-Druck	Fékhengernyomás
EMV	Elektromágneses megfelelés
ES 64 U2	Eurosprinter 6400 kW-os univerzális mozdony 2 feszültségrendszerrel
ETCS	Egységes európai vonatbefolyásolási rendszer
EVM120	Magyar rendszerű vonatbefolyásolás
GFK	Üvegszálerősítésű műgyanta
GTO	Vezérlő elektródán át kikapcsolható tirisztor
HAB	Nagyteljesítményű forgóváz féktengellyel
HB	Főlégtartály
HBU	Segédüzemi áramirányító
HL	Fővezeték
HSM	Elektronikus fékvezérlőegység
K-Mikro	Csúszásvédő berendezés (mech.)
LZB	LZB 80 -vonalszerű vonatbefolyásolás
MFA	Többfunkciós vezetőállás kijelző
MVB	Járműbusz
PSG	Fékszámítógép
PWM	Impulzusszélesség vezérlés
PWR	Impulzus váltóirányító
PZB	PZB90 = Indusi --pontoszerű vonatbefolyásolás
SIBAS KLIP	Be/kimeneti modulok
Sifa	Éberségi berendezés
SK	Szívókör áramirányítóban
SOK	Sínkorona felső éle
TCN	Vonatkommunikációs hálózat
WTB	Vonatbusz
ZK	Közbenső kör az áramirányítóban
ZSG	Központi vezérlőegység
ZWG	Központi út- és sebességérzékelés

4 Általános leírás

Az ES 64 U2 típusú, MÁV Rt. részére szállítandó nagyteljesítményű mozdony néhány, az országra jellemző kivételtől eltekintve azonos az ÖBB Rh 1116 001 sorozatú mozdonyával.

Az ebben a dokumentumban nem érintett részletekre a Siemens 2001.03.19-i ajánlatában leírtak érvényesek.

Az ES 64 U2 típusú mozdony a MÁV és a GYSEV villamosított vonalain, az ÖBB D2 osztályú vonalain, a Deutsche Bahn villamosított fővonain történő üzemre készült nemzetközi személy,- és tehervonatok továbbítására.

4.1 Felépítés és elrendezés

Az ES 64 U2 típusú mozdony jellegrajza ezen dokumentáció végén van mellékelve.

A készülékelrendezési rajz szintén ezen dokumentáció végén található.

4.2 Vontatási teljesítmény

Az ES 64 U2 típusú mozdony 6,4 MW nyomkarimán mérhető tartós teljesítménnyel rendelkezik, rövid idejű teljesítménye 7,0 MW. A 7,0 MW rövid idejű teljesítmény 5 percre áll rendelkezésre. Ezen idő eltelte után 15 perc max. 6,4 MW teljesítménnyel üzemelhet, majd ezután lehet ismételten öt percre igénybe venni a 7,0 MW rövid idejű teljesítményt.

4.2.1 25 kV-os üzemeltetés

A mozdony teljesítménye 25 kV-os felsővezeték feszültség esetén és magasabb felsővezeték értékeknél 6400 kW körül van. Ha a felsővezeték feszültség 25 kV alá csökken, akkor a teljesítményt a feszültséggel lineárisan szabályozzuk le. Ez a következő maximális teljesítményeket eredményezi:

Feszültség	Maximális teljesítmény
27,5 kV	6400 kW
25,0 kV	6400 kW
22,5 kV	5760 kW
19,0 kV	4864 kW

4.2.2 15 kV-os üzem

A mozdony teljesítménye 15 kV-os felsővezeték feszültség és ennél nagyobb felsővezeték értékeknél 6400 kW körül van. Ha a felsővezeték feszültség 15 kV alá csökken, akkor a teljesítményt a feszültséggel lineárisan szabályozzuk le. Ez például a következő maximális teljesítményeket eredményezi:

Feszültség	Maximális teljesítmény
18,5 kV	6400 kW
15,0 kV	6400 kW
12,5 kV	5330 kW
10,5 kV	4480 kW

4.2.3 Vonóerő- fékerő diagramok

A vonóerő- fékerő diagramok ezen dokumentum végén vannak mellékelve. A jelleggörbék minden kerékátmérőre érvényesek, de az aktuális kerékátmérőt az ZSG-ben korrigálni kell.

Vonóerő-sebesség jelleggörbe

A diagramok a nyomkarimán rendelkezésre álló vonóerőt mutatják, amelynek átvitele erősen függ a pálya állapotától.

A jármű indító vonóereje 300 kN. A 0 km/h-tól 85,3 km/h-ig terjedő tartományban ez lineárisan 270 kN-ra csökken.

A 85,3 km/h-tól 220 km/h-ig terjedő tartományban a vonóerő a sebesség fordított arányban csökken (az $1/v$ -függvény szerint), amikor a vontatójármű a nyomkarimán 6400 kW állandó teljesítményt ad le.

A 220 km/h-tól 230 km/h-ig terjedő sebességtartományban a vonóerő csökkenése az $1/v^2$ -függvény szerint alakul.

A villamos fékezőerő-sebesség jelleggörbéje:

A jármű maximális villamos fékezőereje 150 kN-ban van korlátozva és az 5 km/h-tól 153,6 km/h-ig terjedő tartományban állandó marad. Ez a határérték a MÁV Rt.-vel egyeztetett érték.

Az 153,6 km/h-tól 220 km/h-ig terjedő tartományban a villamos fékezőerő az $1/v$ -függvény szerint alakul, ekkor a mozdony a nyomkarimán 6400 kW állandó fékteljesítményt ad le.

A 220 km/h-tól 230 km/h-ig terjedő sebességtartományban a villamos fékezőerő az $1/v^2$ -függvény szerint alakul.

A villamos fékezőerő az 5 km/h-tól 1 km/h-ig terjedő sebességtartományban lineárisan 0 kN-ra csökken. 1 km/h alatt csak a pneumatikus fékberendezés áll rendelkezésre.

4.3 Klimatikus feltételek

Az ES 64 U2 típusú mozdony a -30°C +40 C közötti hőmérséklet tartományban történő problémamentes közlekedésre tervezett. A hűtőrendszer kialakítása megengedi a legnehezebb klimatikus feltételek melletti üzemet is, mint pl. erős esőzés vagy felkavart porhó. A tehetetlenségi törvény alapján működő szellőzőrácsok a követelményeknek megfelelő por- és vízleválasztó képességgel rendelkeznek. A fékezésből származó por és lebegő növényi pollen elemek is kiszűrhetők megfelelő mértékben. Valamennyi légbevezető nyílás úgy van kiképezve, hogy az esetlegesen bejutó esővíz, vagy kondenzált légnedvesség biztosan elvezetődjön. Télen a nedves, meleg alagutakon történő áthaladás nehézségek nélkül lehetséges.

4.4 Vonalosztály

A mozdony az UIC 700 döntvénye szerinti D2 osztályú vonalakon közlekedhet, azaz, a kerékpárterhelése kisebb, mint 22,5 t és a specifikus járműtömeg kisebb, mint 6,4 t/m.

4.5 Űrszelvény igény

Az alsó részeknél az Űrszelvény az UIC 505-1 döntvény szerint betartott. A felső tartományban a jármű méretei az UIC 505-1, 6.2, fejezet 4, melléklet 2. kép, valamint az SBB O1 irányvonala, és az EBO G2 irányvonala be van tartva. Az Űrszelvény szempontjából ezekkel a feltételekkel a mozdony a következő vasutak vonalain közlekedhet:

- HSH (Albánia)
- GySEV (Magyarország/Ausztria)
- BHÉV (magyar magánvasút)
- PKP (Lengyelország)
- BDZ (Bulgária)
- CFR (Románia)
- CD (Csehország)
- ZSR (Szlovákia)
- MÁV Rt. (Magyarország) Az UIC 505-1 szerint a mai érvényes verzió a Budapest Déli és Budapest Kelenföld pályaudvarok között speciális követelményeket ír elő, amelyeket az ajánlott mozdony nem teljesít. A mi adataink szerint ellenben ezeket a helyeket már átépítették, amelynek eredménye az UIC 505-1 döntvényeibe még nem kerültek be átvezetésre. Ha az átépítés nyomán a nevezett pályaudvarokon nem állnak fenn többé a speciális követelmények, akkor az ajánlott mozdony ezeken a helyeken is korlátozás nélkül közlekedhet.
- JZ (Jugoszlávia), korábban; most:

- SZ (Szlovénia) 8 állomás kivételével
- HZ (Horvátország) 2 állomás kivételével
- ZBH (Bosznia-Hercegovina)
- MZ (korábbi jugoszláv köztársasága Makedóniának)
- JZ (Jugoszláv köztársaság, amely Szerbiából és Montenegróból áll)
- Deutsche Bahn (Németország)
- ÖBB (Ausztria)
- OSE (Görögország)
- TCDD (Törökország)
- CFL (Luxemburg)
- NS (Hollandia)
- DSB (Dánia)

A mozdonyszekrény kb. 62 mm keresztirányú játékkal rendelkezik a kerék-párokhöz képest. A keresztirányú játék felosztása a rugózási fokozatokra az ezen ajánlat alapjául szolgáló előzetes kivitel szerint kb. 5-7 mm-es primer és kb. 60 mm-es szekunder játékot enged meg. Ezzel az ígért futási tulajdonságok elérhetők. Ez a felosztás adott esetben további optimalizálásokkal lényegében kismértékben megváltoztatható.

4.6 Az ES 64 U2 típusú mozdony fő adatai

Áramrendszer	15 kV / 16,7 Hz 25 kV / 50 Hz
Tengelyelrendezés	Bo'Bo'
Szolgálati súly	85 t +/- 1,2 %
Tengelyterhelés eltérés	<= 2%
Kerékterhelés eltérés – jobb oldal	+/- 4%
Kerékterhelés eltérés – bal oldal	+/- 4%
Kerékterhelés eltérés – tengelyenként	+/- 4%
Indítási vonóerő	300 kN
Névleges teljesítmény (tartós teljesítmény)	6400 kW (menet és fékezés)
Rövid idejű teljesítmény (öt perces)	7000 kW
Legnagyobb sebesség	230 km/h
Nyomtávolság	1435 mm
Ütközők közötti hossz	19280 mm
Királycsap-távolság	9900 mm
Forgóváz-kerékpártávolság	3000 mm
Jármű-űrszelvény	UIC 505-1 (SBB 01)
Legkisebb ív sugara	100 m (lépésben történő haladás – 5 km/h)
Minimális teknősugár	300 m
Minimális gerincsugár	250 m
Engedélyezett, kiegyenlítettlen keresztgyorsulás	UIC 518 teljesítve

Futástechnikai vizsgálatok eredményeként a „kényelmes“ lengési kategória betartását mutatták ki az UIC 518 QN2 szerinti vágányokon 180 km/h-s sebességig, egyébként az „átlagos“ kategória betartott.

Az ÖBB Rh 1016 001 ÖBB vontatási gépészeti mérési csoport vizsgálati helyén végzett mérésnek megfelelően az ES 64 U2 a menettechnikai vizsgálatnak az UIC 518-nak megfelelően az $a_q = 1,15 \text{ m/s}^2$ -tel megfelelt.

4.7 Szilárdsági követelmények

A szekrényre vonatkozó szilárdsági követelmények EN1263 szerint vannak definiálva, ezeket az értékeket betartják. A szekrény anyaga S355 (ST 53-53), 520 N/mm^2 szakítószilárdsággal és 355 N/mm^2 nyúláshatárral.

4.8 Primeráram

A primeráram 15 kV 16,7 Hz üzemmódban 600 A-re van korlátozva.

A 25 kV 50 Hz üzemmódban üzemeltetési szempontból nincsen áramkorlátozás. A primeráram egy olyan értékre van határolva, amely biztosítja, hogy a mozdony az áram által ne károsodjon.

A többszörös vontatás esetén ez a primer áram korlátozás minden járműben autark jelleggel van realizálva. Nincs az egyes járműveken túlnyúló primeráramkorlátozás.

4.9 Zavaráram

A főáramkör megfelelően választott kapcsolásával, azaz az összesen hat négynegyedes áramirányítóval (6x4QS) a zavaráramok megkívánt értékei a pszofometrikus tartományban előreláthatóan betarthatók. Hasonló érvényes a sínáramkörök határértékére 100 Hz esetében. Továbbá a főáramkör megfelelő kapcsolásával azok a szívóhatások, amelyek mint a primer- és a szekunder oldali hálózati szűrőknél felléphetnek, ki vannak zárva.

A MÁV Rt., az ÖBB és a Deutsche Bahn AG ismert zavaráram határértékei be vannak tartva, selejtezett üzem esetén is.

4.10 Elektromágneses emissziók

Általános tudnivalók

Az ES 64 U2 típusú mozdonyt úgy tervezték, hogy a MÁV Rt., az ÖBB és a Deutsche Bahn vonalain történő üzemelés feltétele biztosan teljesítve legyen. Ez különösen érvényes a szolgálatot teljesítő személyzet elektromos és mágneses mezőktől történő védelmére is. A MÁV Rt.-nagyteljesítményű mozdonyához egy

jegyzék készül, amely az EMC kibocsátási értékeket (elektromágneses emissziók) tartalmazza, az ÖBB Rh 1116 sorozatú mozdonyának analógiájára és 6 hónappal a megbízás odaítélése után a vevő részére átadják.

Elektromágneses emissziók

Az EMC-tervben az ES 64 U2 típusú mozdonyhoz a következő vasúti szabványok kerülnek betartásra:

- | | |
|---------------------------------|--|
| a) ENV 50121-3-1 February 1996: | Railway applications - Electromagnetic compatibility
Part 3-1: Rolling stock - Train and complete vehicle |
| b) ENV 50121-3-2 February 1996: | Railway applications - Electromagnetic compatibility
Part 3-2: Rolling stock - Apparatus |

Továbbá a következő szabványok kerülnek betartásra, amelyek az ENV 50121-3-1 és ENV 50121-3-2 szabványokban található a „Normative references” fejezetben:

- | | |
|----------------|--|
| - ENV 50121-1 | Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 1: General |
| - ENV 50121-2 | Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world |
| - EN 50155 | Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock |
| - EN 55011 | Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment (CISPR 11, modified) |
| - EN 55022 | Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of information technology equipment (CISPR 22) |
| - EN 61000-4-2 | Electromagnetic compatibility (EMC) Part 4: Testing and measurement techniques - Section 2: Electrostatic discharge immunity test (IEC 1000-4-2) |
| - EN 61000-4-4 | Electromagnetic compatibility (EMC) Part 4: Testing and measurement techniques - Section 4: Electrical fast transient / burst immunity test (IEC 1000-4-4) |
| - EN 61000-4-5 | Electromagnetic compatibility (EMC) Part 4: Testing and measurement techniques - 7 Section 5: Surge immunity test (IEC 1000-4-5) |
| - ENV 50140 | Radiated radio-frequency electromagnetic field - Immunity test |
| - ENV 50141 | Conducted disturbance induced by radio-frequency fields - Immunity test - CISPR 16-1 Specification for radio interference measuring apparatus and measurements methods |
| - IEC 50 (161) | International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 161: Electromagnetic compatibility |
| - CCITT | Directive concerning the protection of telecommunication lines |

against harmful effects from electrical power and electrified
railway lines - Volume VI: Danger and disturbances

4.11 Alacsonyfrekvenciás hálózati visszahatások

A négynegyedes hálózati áramirányítók szabályozása lehetővé teszi a teljesítménytényező $\cos(\varphi)$ közelítően 1 értékét és a minimális torzítási tényezőt.

5 Mechanikai járműrés és járműkonstrukció

A nagy szilárdsági követelmények alapján a járműszekrény önhordó kivitelben készült, amely az alvázra, a vezetőállásra a hátfalakkal együtt, és a géptér-oldalfalakra, mint főbb elemekre tagolódik. A berendezések egyszerű szerelhetősége érdekében a géptér felfelé nyitott. A nyílásokat könnyen levehető tetőelemekkel fedték le, amelyek a tetőn lévő elektromos berendezéseket is hordják.

A készülékek, szekrények és állványok a géptérben egy egyenes középső folyosó két oldalán helyezkednek el, amely a szükség esetén a személyzet részére akadálytalan menekülési utat biztosít. A kábelek, és a sűrített levegős hálózat csövei a középső folyosó járdája alatt külön kábelcsatornában helyezkednek el, úgy hogy felülről hozzáférhetőek. A transzformátor a padló alatt védetten helyezkedik el a forgóvázak között.

A mozdony végoldali vezetőállásokkal rendelkezik. Az áramszedő a forgóváz közepek fölött helyezkedik el.

5.1 Alváz, mozdonyszekrény

A mozdony ütközők közötti hossza 19.280 mm. Négy, levehető tetőelemen keresztül a géptér teljes hosszában hozzáférhető. A tető íve a géptér fölött csavarozott, így daru segítségével minden kapcsolószekrény és állvány a nyíláson keresztül könnyen kicserélhető.

A mozdonyszekrény hegesztett, integrált-szekrény. Az alváz-hordszerkezet felépítése a két külső hossztartóból és a középső hossztartóból áll, amelyek keresztirányban a végeken is és több kereszttartóval is össze vannak kötve. A kereszttartók a forgóvázon átmenő forgócsapon keresztül közvetített vonó- és fékezőerőket, valamint a szekrény súlyából származó, szekunder rugókra ható erőket veszik fel.

A fejelemek a csavarkapocs és az ütközők vonó- és nyomóerőit veszik fel, és a hossztartóknak adják tovább. Szintén a fejelemeken keresztül kapcsolódik a pályakotró, a hossztartókra történő erőátvitel is itt történik.

A vezetőállás rendkívül stabil felépítése nyomán a fejelemekre ható hajlítónyomatékok többek között az oldalfalakra adódnak át.

Az oldalfalak az oldalfal ferde élének és a feljáróajtók kivételével zárt szerkezetű. Az oldalfal a hordvázból és lemezbontásból áll, amely a szilárdsági követelményeknek megfelelően merevített. Az oldalfal ferde felülete a vontatómotorok és az olaj,- vízűtő szellőzéséhez szükséges nyílásokat tartalmazza. A mozdony kefék mosóberendezéssel tisztítható.

A vezetőfülkék teteje GFK-ból (üvegszálerősítésű műgyanta) áll

A mozdonyszekrény mechanikus szilárdsága

A mozdonyszekrény önhordó felépítése minden mechanikus szilárdsági és merevségi követelménynek eleget tesz.

A mozdonyszekrény megfelel az UIC 566 és az UIC 651 VE döntvényeknek. A konstrukció a korrózióvédelmi követelményeknek megfelelő, az alkalmazott anyagok az ajánlott felületkezeléssel kapcsolatban a megadott klimatikus körülmények mellett érzéketlenek a korrózióval szemben.

Emelési pontok vannak a hossztartón a forgóvázközéphez közel, a fejtartókon és a forgóvázakon. A helyreállítási berendezések elhelyezésére a megfelelő helyek ki vannak alakítva. A mozdonyszekrényt szilárdsági próbának vetették alá, hogy a számított szilárdság az UIC-szabványok szerint igazolható legyen.

A teljes gépi berendezés beépítése után a mozdonyszekrény maradó alakváltozás nélkül, rendes terhelés mellett a következő igénybevételt állja ki:

- a szekrény kétoldali emelése teljes gépi berendezéssel, forgóvázak nélkül, a fejtartóknál, vagy a szekunder rugók négy emelési pontján keresztül a terhelés egyenletes eloszlásakor.
- a teljes mozdony kétoldali emelése forgóvázakkal a szekunder rugóknál, vagy a szekunder rugók alatt, négy emelési ponttal, a terhelés egyenletes eloszlásakor.
- a szekrény egyoldalú emelése egy forgóvázalattal a fejtartó alatt, a külső emelési pontokon keresztül, ha a mozdony ekkor a másik forgóvázon támaszkodik.
- 2000 kN feletti statikus hosszirányú terhelés, mint az ütközőkre kifejtett erő. (1000 kN ütközőnként)
- statikus terhelés 1500 kN vonóerő és 2000 kN nyomóerő mellett az opcionálisan felszerelhető automatikus vonó-ütközőberendezés helyén egy, a berendezéssel megfelelően összekapcsolt hordszerkezettel.
- 500kN terhelés, amely a mozdony hossz tengelyének azonos oldalán található ütközőre hat.
- 500kN keresztirányú terhelés, két átellenben elhelyezkedő ütközőn keresztül.

Korrózióvédelem

A jármű konstrukciós ismertetőjele a jó korrózió elleni védelem, amelyet felületi kezeléssel biztosítottak. A mozdonyszekrényt úgy alakították ki, hogy sem külső, sem belső helyen esővíz, vagy vízkondenzátum ne gyűlhessen össze. A nem teljesen zárt üregeket, lásd alul, a tervezéskor a legmesszemenőkig elkerülték.

Aerodinamika

A kedvező mozdonyfej-kialakításnak köszönhetően a jármű bizonyítottan jó aerodinamikával rendelkezik.

5.2 Vezetőállás

A vezetőállás elrendezés rajza ezen dokumentáció végén van mellékelve.

5.2.1 Általános tudnivalók

A konstrukció megalkotásakor az UIC szerinti határozatok – különösen az UIC 651 VE - teljesítettek.

A vezetőfülke és a vezetőasztal kialakítása Deutsche Bahn AG –számára kifejlesztett integrált vezetőállás koncepció alapján készült.

5.2.2 Nyomásállóság

A vezetőállások klimatizáltak és nyomásállóak. A nyomás elleni védelem vizsgálatára a Deutsche Bahn-irányvonalai érvényesek, amely szerint 4000 Pa-ról 1000 Pa-ra történő nyomásesés 50 másodpercen belül lehetséges.

5.2.3 A vezetőállás méretei

A következőkben felsorolt méretek betartottak.

A vezetőállás mélysége ülő mozdonyvezető szemmagasságában a

vontatójármű vezetőtől..... kb. 2200 mm

szabad vezetőállás magasság..... kb. 2200 mm

vezetőasztal széle – vezetőállás hátfala..... kb. 1400 mm

5.2.4 Feljáróajtók (géptérbe nyílnak)

- 650 mm szabad szélesség és 1675 mm magasság (UIC 651 szerint),
- közel 90° nyithatósági szög,
- hengerzár (KABA 8 zárhenger, ÖBB 1 zár), belülről retesszel zárható,
- por-, porhó- és vízbejutás elleni tömítés,
- huzat ellen optimálva.

5.2.5 Vezetőfülke géptérajtó

A vezetőfülkéktől a géptérbe nyíló ajtó kivitele:

- 600 mm szabad szélesség és 1850 mm szabad magasság,

- közel 90° nyithatósági szög,
- zaj- és tűzgátló tömítéssel ellátva, nyomásálló, és mint menekülési ajtó pánik-zárral ellátott,
- az ajtók konstrukciójakor a könnyű nyithatóságot és zárást figyelembe vették.

5.2.6 Vezetőállás ablak

Valamennyi ablak üvegezése biztonsági üvegből készült. Az üvegezés kivitele az UIC- 651 VE döntvény feltételeit teljesíti.

- A vezetőállás nyitható oldalablakai többrétegű (hő- és hangszigetelő) üvegből készültek. A nyitókar miatt az alsó 100 mm nem engedhető le.
 - Az ablak szélessége 540 mm. A szabad ablakmagasság 450 mm.
 - Az ablak alkalmas vész esetén történő menekülésre.
 - A homlokablak villamos fűtésű, (200 V váltakozó feszültség, kb. 7/28 W/dm²) ragasztott biztonsági üveg.
 - Az üveg normál fűtése mellett még egy gyorsleolvasztó fokozattal is el van látva, amely külön kapcsolóval működtethető.
 - A kapcsoló „leolvasztás” állása egyidejűleg a visszapillantó tükröket is fűti.
- A szélvédőfűtés csatlakozása és a hőmérséklet érzékelő doboza az üveg belső oldalán került elhelyezésre.

5.2.7 Kezelés

A vezetőfülke koncepciójában a Deutsche Bahn számára kifejlesztett integrált vezetőfülke, amelyben a vezetőülés az ICE és a BR 152 járműveknél bevezetett változtatások szerinti. Az UIC 651 VE döntvény szerinti követelményeknek eleget tesz. A mozdony egyemberes szolgálatra készült. A vezetőülés a jobb oldalon van. Egy kísérő részére egy további ülőalkalmatosság került elhelyezésre.

A vezetőasztal a műszer-síkra és kezelőelem síkra tagozódik.

A kijelző- és kezelő-berendezések elhelyezése az ergonómiai követelményeknek és a célszerű kezelésnek megfelelő kivitelben készült.

5.2.8 Kezelőszervek, műszerek, stb. a vezetőasztalon

A vezetőasztal rajza ezen dokumentum végén van mellékelve.

A központi kezelőfelületen a mozdonyvezetőtől balra található a menetszabályzó kar (vonóerőkar, állástól függő) és az AFB-üzemhez (Automatisches Fahren und Bremsen) a sebesség-alapjeladó kar (v-alapjel kar, állástól függő). A jobb oldalon van a kombinált menet-, fék váltó kar, amely a fékberendezést is működteti. Emellett jobbra helyezkedik el a közvetlen fék kezelőkarja is.

A vezetőasztalon további különböző kiszolgáló elemek, mint pl. irányváltó és az üzembe helyezéshez szükséges billenőkapcsolók, világítás, homokoló, kürt, stb., található. A baloldalon található a vészmegállító ütőgomba. Ez, mind a vezető, mind a kísérő ülőhelyétől könnyen elérhető.

Az asztal középső részén tartó található a szolgálati menetrendnek.

A műszerek-síkjában középen található a többfunkciós vezetőállás kijelző (MFA) a sebességmérővel, továbbá a vonó/fékezőerőkijelző és a jelzőlámpa csoport. Balra mellette képernyő található, az üzemi állapotok, hibajelzések és a végrehajtandó kezelési utasítások kijelzésére.

A műszerek-síkjában egészen balra beépítve található a mozdonyrádió kezelője. A műszerek-síkjában egészen jobbra a fővezeték, a főlégtartály és a fékhengerek nyomása két kettős nyomásmérő műszerrel kerül kijelzésre.

A vezetőasztal bemélyedésébe a lábműködtetésű berendezések pedáljait építették be: a Sifa-t, a kürtkapcsolót és a tükörműködtetőt.

A vezetőasztal alatt a jobb oldalon találhatók az ablaktörlő-kapcsolók. A baloldalon található a mozdonyrádió kézibeszélője és a szellőzés, nyomásállóság, klimatizálás kapcsolója.

A jobb oldali ablak közelében a segéd-menetszabályzó és az ajtóvezérlés visszajelzői vannak elhelyezve. A Sifa számára mindkét oldalon további kezelőkapcsolók kerültek elhelyezésre.

Az 1-es vezetőfülke hátoldal szekrényében helyezkedik el a könyvvállvány, a tűzoltó készülék, a hűtő-fűtő szekrény, a hangszóró, a vétel/adás elektronikus panelje és egy készüléktábla. A készüléktáblán a vezetőfülke fűtéseinek biztosítékai, rugóerőtárolós fék kapcsolója, távvezérlési választókapcsoló, stb. található. A szekrény tartalmazza továbbá többek között a szemetesvödröt, a tűzoltópalackot, a ruha és kalapfogast, rakodófelületet, helyet a mozdonyvezető-táska részére és a védősisakot.

A 2-es vezetőfülke hátoldali szekrényé a sebesség-regisztrációs berendezést, a rugóerőtárolós fék kezelőszervét, rakodóhelyet a menetrendek részére, ill. a készüléktáblát tartalmazza. Opcionálisan egy thermofach-ot be lehet építeni.

5.2.9 Mozdonyvezető ülés

A mozdonyvezető ülésének magassága állítható, hosszirányban eltolható, és csavarral a vezetőfülke padlójához van rögzítve. A lehajtható kartámok és a fejtámla be vannak építve. A mozdonyvezető menekülése nincs akadályozva (kifordulási lehetőség). Az ülés háttámlája fekvő helyzetbe kihajtható. Esetleges

második, szolgálatot teljesítő ember számára azonos típusú ülés lesz beépítve, de csökkentett állíthatósági funkciókkal.

5.2.10 Fűtés, szellőzés, hűtés

5.2.10.1 Fűtés

Fűtés részeként jégtelenítő-fokozattal szerelt homlokablak-fűtés és lábfűtés van felszerelve. A vezetőálláson a mozdony álló helyzetében -20°C , külső hőmérséklet és 15 km/h-s szél esetén 20°C fenntartható. Az el nem foglalt vezetőállás is fűthető. A vezetőállás fűtés a mozdonyzellőzők álló helyzetében is lehetséges.

A hőmérséklet 18° és 23° fok között (1,5 m-el a padlószint felett az ülések környezetében) a mozdonyvezető tetszése szerint állítható. A vezetőfülke teljes hőmérséklet különbsége nem lépi túl a 10°C -t.

Az UIC 651 döntvényben megnevezett légmennyiség és levegősebesség betartottak (szellőzés mellett is).

A fűtést úgy tervezték, hogy olyan üzemállapot nem fordulhat elő, (alacsony hőmérséklet, nagy sebesség) amelyben a belső hőmérséklet 18°C alá süllyed.

A fűtést úgy tervezték, hogy a vezetőállás hűtés berendezéseivel azonosak (egy berendezés).

A vezetőállás szellőzés nélküli hőntartása érdekében lemezes fűtőtesteket szereltek fel.

5.2.10.2 Klímatechnikai berendezés

A fűtés és a klimatizálás keringetett levegővel történik, ennek ellenére minden üzemállapotban az elfoglalt vezetőálláson kb. $60\text{ m}^3/\text{h}$ friss levegő bevezetésére kerül sor (2 személlyel történő elfoglaltság mellett).

A mozdony vezetőállásonként egy klímaberendezéssel van felszerelve, páratartalom szabályozás nélkül. A beépítés a vezetőpult alapszerkezetéhez van építve. A berendezés olyan kivitelben készült, hogy a telepített hűtési teljesítmény fűtési teljesítményként is rendelkezésre áll. A hűtött levegő befűvése úgy történik, hogy a vezetőálláson található személyeknek (vontatójármű vezető és adott esetben kísérő) a légáramlás egészségkárosodást nem okoz. A hőmérsékletszabályzás egy termosztátszabályzó segítségével működik (lásd fűtés).

A vezetőállás szigetelt, a maximális $2,5\text{ W/m}^2\text{K}$ K-tényező 120 km/h -s sebességhez tartozik.

A hűtőtelijsítmény úgy méretezett, hogy 32°C külső hőmérséklet, 60%-os légnedvesség mellett, 8 km/h szélsébségnél és napsütésnél a vezetőállás hőmérséklete 6K-al van a külső hőmérséklet alatt. A klímakompresszor kiválasztásakor ügyeltek a különösen alacsony zajkibocsátású konstrukcióra. A maximális zajszint maximális teljesítménynél nem lépi túl a 65 dB-t (A).

A fűtő berendezés és a klimatizáció olyan kivitelű, hogy a vezetőállások nyomásálló kiviteléhez megfelelőek. A nyomásvédelmi berendezések kapcsolása és kivitele olyan, hogy a személyzet veszélyeztetése semmilyen üzemi esetben (pl. egy berendezés részbeni kiesése) sem fordulhat elő. A nyomásvédelmi berendezések kiesése esetén a fűtés ill. hűtés tovább lehetséges.

5.2.11 Világítás

A vezetőállás megvilágítása süllyesztett fénycsövekkel történik, a szolgálati menetrendet, a rendelkezéstartót és a műszereket izzólámpák világítják meg. Az üzemi és állapotjelzők szabályozása és hibajelzés az LZB-től eltekintve (ha beépített) – úgy történik, hogy a kigyulladó lámpák fényereje független a lámpák számától és azonos fényerejű marad. Próbakapcsolóval az összes jelzőlámpa kipróbálható.

A műszerek és a menetrend megvilágítása hasonló módon szabályozható. Nagy figyelmet helyeztek az elvakítás mentes megvilágításra. A megvilágítás mentes minden tükröződéstől (menetrend, homlokablak).

A vezetőállás megvilágítása a bejáratról és a vezetőasztal mellől, a géptér világítás minden ajtó mellől, az akkumulátorkapcsolótól függetlenül kapcsolható. A vezetőállás megvilágítási szintje éjszakai menet alkalmával lehetőség szerint alacsony szintű.

A vezetőasztal általános megvilágításaként legalább 60 lx az ajánlatos. A mérések a következő értékeket eredményezték:

Vezetőasztal: kb. 160 lx

Kiegészítő asztal: kb. 150 lx

Menetrend megvilágítás: kb. 10-22 lx

5.2.12 Ablaktörlő

A szélvédő ablaktörlők nyugvó állással és intervallum-kapcsolással vannak felszerelve. Ablakmosó berendezés be van építve. A mosó-víz tartály feltöltése egyszerű. A tartály elhelyezése olyan, hogy a vízvezeték hossza nem akadályozza a víz utántáplálását. A vízkészlet 16 l. A víz szélvédőhöz történő juttatása az ablaktörlő karján keresztül történik. A berendezés konstrukciója olyan, hogy tekintetbe veszi az alagutakba történő behaladáskor és a vonattalálkozáskor fellépő torlónyomást.

Az ablakmosó és –törlő berendezés elektromos működtetésű.

5.2.13 Kézmosó

Egy kézmosót a vezetőállások egyikébe opcionálisan be lehet építeni. A kézmosó rajza ezen dokumentum végén van mellékelve.

A kézmosó a következő elemekből áll:

- Víztartály
- Armatura
- Kézmosókagyló
- Szappanadagoló
- Elzárható lefolyó
- Papírtörülköző adagoló
- Tükör
- Lámpa

A víztartály kívülről, egy víztömlő segítségével feltölthető. A vezetőállás légtömörségének biztosítása érdekében a szekrény ajtaját csak elzárt lefolyónál lehet teljesen becsukni.

5.2.14 Visszapillantó tükör

A vonat- és peron megfigyelésre mindkét vezetőálláson mindkét oldalon, levegős működtetésű, fűthető tükrök kerültek elhelyezésre. A tükör kihajtható. A kezelőszerv a lábtartón balra helyezkedik el.

A hátsó vezetőálláson elhelyezett visszapillantó tükrök még a legnagyobb sebességnél sem nyílnak ki maguktól semmilyen körülmények között.

Az oldalsó tükör fűtésnek sem hőmérséklet-korlátozása, sem hőmérséklet-szabályozása nincs. Az oldalsó tükör fűtése kis teljesítménnyel működik, együtt a homlokoldali szélvédő leolvasztó automatikájával folyamatosan, amikor az aktiválásra kerül.

5.2.15 Napellenző

Minden homlokablakon napellenző rolókat szereltek fel, az oldalablakok visszatükröző felülettel ellátottak, 10%-os fényáteresztéssel.

Roló anyagként átláthatatlan, kívülről alumíniumréteggel bevont anyagot alkalmaznak. A mozdonyvezető helyéről a homlokablak rolók biztos leeresztése és emelése biztosítva van.

5.2.16 Feliratozás

A piktogramok az UIC 640 szerinti kivitelben készültek. A feliratozás magyar és német nyelvű.

5.2.17 A vezetőfülke egyéb berendezései

Minden vezetőfülkében kiegészítésként a következő elemek ill. berendezések kerültek elhelyezésre.

- szemetesvödör,
- 2 db tűzoltópalack (6 kg),
- 2 ruha- és kalaptartó,
- hamutartó,
- rendelkezéstartó,
- szolgálati menetrend helye (ca. 500 x 310 x 160 mm),
- egészségügyi doboz (csak az 1. vezetőfülkében),
- hely a mozdonyvezető-táska részére,
- védőálarc (önmentő).

5.2.18 Munkavédelmi intézkedések

- csúszásmentesített feljárók, saroklépcsők, padlók, fogantyúk, kézikapaszkodók,
- nem mérgező anyagok alkalmazása,
- sérülést okozható élek, kinyúló részek, stb., elkerülése,
- olyan helyek elkerülése, amelyek a ruhanemű fennakadását, ill. horzsolódást, zúzódást okozhatnak.

5.2.19 Hőszigetelés

A vezetőálláspadló és a tető, valamint minden oldal teljes zajelnyelő- és hőszigeteléssel lett ellátva. A zaj, huzat és hőmérséklet elleni optimális tömítés kiválasztására rendkívüli figyelmet fordítottak, különösen a kábel- és csőáttörések lettek tömören kivitelezve.

5.3 Egyéb kezelőhelyek

A mozdonyra menetirányonként elöl és hátul, jobbra és balra elrendezett saroklépcső (tolatási célokra) lett felszerelve.

A rugóerőtárolós fék állapotának kijelzője, kívül a mozdonyszekrény alvázon van elhelyezve. Működtetése a vezetőállás hátfalszekrényéről történik. Vészhelyzetekben a rugóerőtárolós fék külső vész-oldása lehetséges.

Az olyan kezelőhelyek, mint pl. levegős berendezés elzáróváltói, központilag a fékállvány féktábláján kerültek elhelyezésre, ezért könnyen megközelíthetők.

A kezelőhelyek a géptérben áttekinthetően és egy helyre összegyűjtött kivitelben vannak elhelyezve. Ez érvényes az akkumulátor töltés és segédhajtások kezelőhelyeire is.

5.4 Futómű (Forgócsapos forgóváz, féktengellyel (HAB))

A forgóváz rajza ezen dokumentáció végén van mellékelve.

A futómű nagyteljesítményű villamos mozdonyok számára készült. Ennek az univerzális forgóváznak potenciális felhasználási területe a magas színvonalú személy és teherforgalom.

A megtervezett forgóvázak kivitelének súlypontja különösen a kerékpárcsapágy-vezetés kivitelében, a mozdony fő felhasználási területén keresendő, azaz kis ívekkel rendelkező hegyi pályaszakaszokban, ami azt jelenti, hogy a kerékpárcsapágy vezetés a kerékpár radiális irányú beállítását teszi lehetővé, úgy, hogy ívekben történő haladáskor a nagy erők fellépését és az erős kopást elkerülhetővé teszi.

A hangolás úgy történt, hogy a magasabb sebességtartományban sem lép fel instabilitás a járműfutásban.

Az ES 64 U2 típusú mozdony alkalmazási területének megfelelően, amely az európai nagysebességű vonalakra, de az ívekkel telítődelt alpesi és kevésbé jó minőségű vonalakra és pályákra is kiterjed, a futómű kialakítása szempontjából kompromisszumot kellett találni. Ennek az alapja az EuroSprinterben, prototípusként alkalmazott HAB-forgóváz lett. Ez ideális feltételeket biztosít komfortos futás számára, a csekély rugózatlan tömegének köszönhetően. A teljesen rugózott meghajtó- és fékezőegység egy kerékpár rugózatlan tömegét a BR 152 TC-csapágyazott hajtásához képest 32%-kal csökkenti. A magasabb szintű rugózottsági szintekre való törekvés az ES 64 U2 típusú mozdonymál konzekvensen került végrehajtásra. Így például a forgóvázkeret szekunder rugó keresztelrendezése nyomán megszabadult a hossztartó a torziós terheléstől és a kereszttartó a hajlító terheléstől. Ez lehetővé tette a forgóvázkeret további tömegcsökkentését. Más szempontból ez feltétele volt az erőátviteli pont mélyebbre való helyezésének a forgóvázkeret és a forgócsap között, az EuroSprinter-család többi mozdonyával szemben. A 420 mm-es értékkel ez a pont kimondottan mélyen fekszik.

A megvezetési pont mélyebbre helyezésének és a forgóvázkeret redukált komplexitásának ára a mozdonyszekrény konstrukciójában jelentett nagyobb átalakítást, a szekunder rugó kivágások és a forgócsapon megjelenő nagyobb átvitt nyomatermek következtében. Kedvezőbb lett a helyzet azáltal is, hogy a

terhelések a kisebb dinamikus karakterük miatt a mozdonyszekrényben jobban kézben tarthatók mint a forgóvázban.

A legfontosabb újítás a forgóváznál az egyoldali kerékpármegvezetés. Ez a passzív radiális beállítás ivben gazdag vonalakon a futásjóságra és a kopásra kedvezően hat. Ez egy háromszögcsatlakozású megvezetés és gumi-fém-részek és primerrugók merevségének speciális felosztása által lehetséges. A konstrukció lehetővé teszi a futóműnek más menetdinamikai tényezők szempontjából való átalakítását egyes alkatrészek egyszerű modifikációja útján.

5.4.1 Műszaki adatok

üzemi sebesség (futástechnikailag)	230 km/h
maximális indítási vonóerő kerékpáronként	75 kN
kerékpártávolság	3000 mm
nyomtávolság	1435 mm
kerékátmérő új/kopott	1150/1070 mm
legkisebb bejárható ívsugar üzemben/járműjavítóban	100 m
kerékpárterhelés (tengelyterhelés)	21,25 t
szekunder erőátvitel hosszirányban	Forgócsap
hajtás	teljesen rugózott
mechanikus fékberendezés	féktárcsák a féktengelyen

5.4.2 Fenntartásbarát felépítés

Az ellenőrzendő, ill. rendszeresen kopó berendezések hozzáféréseinek tervezésekor különösen nagy figyelmet szenteltek a fenntartásbarát felépítésnek. Minden egység lehetőség szerint oldható kapcsolóelemekkel van rögzítve, amely által a fenntartás vagy csere folyamán az egyszerű kiszerelés biztosítva van.

Külön figyelmet szenteltek a fékberendezés egységeinek könnyű hozzáférhetőségére, a fékbetétcserére (a szerelőaknában, szemmagasságban van), a két féktárcsa és a féktengely cseréjére.

5.4.3 Kerékpár

A kerékpárok monoblokk kerekek, amelyek új állapotban 1150 mm-es átmérővel rendelkeznek. A keréktárcsák sugárban 40 mm-es kopási tartalékkal rendelkeznek és zaj-elnyelővel felszereltek. A keréktárcsák az UIC előírásoknak megfelelően kiegyensúlyozottak.

A kerékpártengely 25 CrMo4V anyagból kovácsolva készült, az ultrahangos vizsgálatokhoz megfelelő furattal rendelkezik. A kerékpártengely kivitele az UIC és EN szabványoknak megfelelő.

A kerékpárok az UIC-kódex 811, 812-3 és 813-1 számú előírásainak megfelelnek. A futófelület új állapotában a DIN 5573 E 1425-135 szerinti profilt kapja.

Az egyes tengelyeken a következő mérő-, jeladó- és villamos szerelvények találhatóak:

1.forgóváz:	1bal	Földelőkontaktus
	1jobb	KMG-2H impulzusadó Sécheron Hasler 5.0086.001 adó
	2bal	KMG-2H impulzusadó LZB- adó
	2jobb	Földelőkontaktus
2.forgóváz:	3bal	Földelőkontaktus
	3jobb	KMG-2H impulzusadó LZB- adó
	4bal	KMG-2H impulzusadó Sécheron Hasler 5.0086.001 adó
	4jobb	Földelőkontaktus

5.4.4 Kerékpárcsapágy és csapágyház

A kerékpárcsapágy önmagában tömített, kompakt gördülőcsapágy egység, zárt kivitelű, amelyet a gyártó szerel be, állít be, tömít, és ez így az első főjavításkor történő szétszerelésig karbantartásmentes.

A kerékpárcsapágyház tömeg alapján optimalizált öntött elem, amely a kerékpárok újraprofilozásához szükséges feltámaszkodó felülettel rendelkezik. A kerékpárcsapágyfedél a földelési kapcsolat és a jeladók számára megfelelő követelmények alapján lett kiképezve.

5.4.5 Kerékpárvezetés

A vonó,- és fékezőerők a kerékpárcsapágy után horizontális irányban a kerékpártengely középvonalában elrendezett vezetőkárokban keresztül adódnak át a forgóvázkeretre.

A hagyományos kerékpárok viszonylag mereven vannak vezetve, itt a kivitel súlyponti kérdése a kerékpárcsapágyvezetés és a mozdony fő felhasználási területben keresendő, azaz, kis ívekkel rendelkező hegyi pályaszakaszokban, ami azt jelenti, hogy a kerékpárcsapágy vezetés a kerékpár radiális irányú beállítását teszi lehetővé, úgy, hogy ívekben történő menetkor a nagy erők és a nagy kopás elkerülhető. A hangolása úgy történt, hogy a magasabb sebességtartományban sem lép fel instabilitás a járműfutásban.

A forgóvázkeret csapágyházanként két csavarrugón támaszkodik. A vertikális mozgás csillapítására csapágyházanként egy-egy hidraulikus lengéscsillapító szolgál.

5.4.6 Hajtás és fékezés

A vontatómotor-nyomatékának átvitele a kerékpárra teljesen rugózott, egyfokozatú, ferdén fogazott hajtással történik, üregetengelyen és csillagalakú lenkerfejen keresztül. A vontatómotor keresztirányban rugalmasan van felfüggesztve a forgóvázban a hajtással szorosan összecsavazott motortartón támaszkodik, 3 ponton keresztül. A csapágyazás a forgóváz-keresztartó egy forgópontján,- és a forgóváz-fejartó két ingás lenkerén keresztül történik. A keresztirányú mozgások csillapítására vontatómotor-lengéscsillapítót helyeztek el, ütközők határolják be a keresztirányú elmozdulást.

Mindegyik hajtás egy második hajtásfokozattal van felszerelve, amelyen keresztül a féktengely kerül meghajtásra a féktengelyen elhelyezett féktárcsákkal együtt. A féktengely és a fékfüggesztő konzol, amelyen a féktárcsák fékbetét tartói vannak elhelyezve, a motorfelfüggesztéshez vannak csapágyazva amelynek köszönhetően a rugózatlan tömegek minimálva vannak. A hajtás és a mechanikus fék ezáltal egy szerelési egységet alkot, az úgynevezett HAB-hajtást.

5.4.7 Forgóvázkeret

A forgóvázkeret zárt kivitelben készült. A forgóváz főbb elemei: hosszartó, középső keresztartó, és két fej-keresztartó, amelyek hegesztett szekrényprofilból állnak. A forgóvázkeret anyaga S355 minőségű acéllemez. A kerékpár-csapágyvezetés feltámaszkodó pontjai és a vontatómotorok felfüggesztése külön acél-elemekből készült, amely a forgóvázkerethez hozzáhegesztett és a kerékpár-keret és vontatómotor-csapágy feltámasztásához mechanikusan megmunkált.

A szekunder rugók a forgóvázközépen a hosszartókon nyugszanak a mozdony keresztirányában egymás mellett. A középső keresztartó köti össze a szélső hosszartókat. Közepén nyílás található, amelybe a forgócsap illeszkedik. Két lehegesztett konzol szolgál a forgócsap-csapágy rögzítésére. A középső keresztartón található még a vontatómotor-tartó csapágy, amely szintén a HAB-hajtás megtámasztására szolgál. Minkét fej-keresztartó végéhez a hosszartó csatlakozik. A fej-keresztartón található a fékfüggesztő konzol ingája.

A forgóvázkeret szilárdsági igazolása az UIC 515 szerinti.

5.4.8 Mozdonyszekrény alátámasztás

A mozdonyszekrény forgóvázanként 4 nyomott csavarrugón keresztül támaszkodik fel. A zaj-átvitel megakadályozásának érdekében a rugóbetétek alatt gumielemezeket helyeztek el. A nyomott csavarrugók a mozdony keresztirányú rugózására is szolgálnak. A függőleges-, és keresztirányú mozgás valamint az instabil futás csillapítására, (kígyózásgátlás) hidraulikus lengéscsillapítók szolgálnak.

5.4.9 Vonóerőátvitel a forgóváz és a mozdonyszekrény között

A forgóváztól a mozdonyszekrényre történő szekunder vonóerő-átvitel forgócsap–csapágyszereléssel történik.

A kerékpárterhelés-változás minimalizálás érdekében a forgócsap mélyen benyúlik a forgóváz-kereszttartóba, ezzel a szekunder vonóerő-átvitel kis magasságban helyezkedik el a sínkoronaszint felett.

5.4.10 Nyomkarimakenő berendezés

A mozdony szélső kerékpárjai nyomkarimáinak kenésére ÖBB-Secheron rendszerű nyomkarimakenő berendezés lett felszerelve. A fuvókák felerősítésére a forgóvázkereten beállítható tartók vannak elhelyezve.

5.4.11 Egyéb berendezések

A mozdony szélső kerékpárjainak kerekei homokolhatóak. A homokoló cső a forgóvázra van rögzítve. A homoktartály az alvázra erősített.

A kisiklásokkor bekövetkező károk megelőzésére a forgóváz közepén elhelyezett kisiklástól védő konzol, és a forgóváz vezető kerékpárjainál található pályakotró szolgál.

5.5 Nagyteljesítményű hajtás

5.5.1 Általános tudnivalók

A hajtás viszi át a nyomatékot a motortól a hajtóművön és a hajtott kerékpárok kuplungján keresztül, emellett kiegyenlíti a kerékpártengely forgóvázal szembeni vertikális és horizontális terelőmozgását. A hajtás kis rugózatlan tömegeinek döntő szerepe van a kerékpár jó futásában és a pálya kímélésében.

A hajtás nyomatéka a vontatómotor-tengelyén lévő kisfogaskerékről a nagyfogaskerék csillag alakú kihajtásán keresztül adódik át. Onnan egy kardáncsapágyas lenkeren keresztül a csőtengely-csillagra adódik át és tovább a csőtengely után a csillagvillához jut. A csillagvilla kardán csapágyazott hevederes

lenkeren és csapon keresztül kapcsolódik a közvetlenül meghajtott kerékhez. A másik meghajtott kereket a kerékpártengely hajtja meg.

A kardánszerkezet mozgathatóságát és a megkövetelt csavaró merevséget gömbcsapággal biztosítja. A lenker ellentétes elrendezésével a kívánt axiális rugómerevség megvalósítható.

5.5.2 Hajtás

A kis fogaskerék külső csapágyazásánál a csapágyerők és a tengely alakváltozása minimalizálva van. A csapágyak és a fogaskerék számára legkedvezőbb terhelési állapot megnöveli az élettartamot. A hajtásoldali-csapágy és a hajtásház egy része a csapágypajzsba integrált. Az osztott hajtásháznak köszönhetően a vontatómotor a mozdony alól, a hajtás kiszerezése nélkül kisüllyeszthető.

A hajtás merülőkenéssel kent. A merülőkenés közepes és magas kerületi sebességek esetén is (30 - 50 m/s) hatásos, a hajtásház olyan kivitelű, hogy egyrészt a kenéshez és a hűtéshez elegendő olajkód keletkezik, másrészt azonban a keverési veszteség (olajfelkavarás) kicsiny marad. A hajtás-oldali motorcsapágy a hajtás felől van olajjal ellátva.

A hajtásnak még egy külön kimenete van a fékezőnyomaték számára, amely a féktengelytől a fékfogaskeréken keresztül a nagyfogaskerekre adódik át. Ez a fékfogaskerék a hajtásház két oldalán olajjal kent gördülőcsapággal csapágyazott.

A hajtóműház olajállásszint-üveggel ellátott.

5.5.3 Csőtengely és csillagvilla

A csőtengely és a csőtengelycsillag egy anyagból öntött, vagy kovácsolt, hegesztett szerkezet. A nyomaték a csőtengelytől a csillagvillára zsugorkötés segítségével kerül át.

5.6 Vonó- és ütközőberendezés

Csavarkapocs és oldalütközők lettek felszerelve. Az ütközők károsodás nélkül elviselik a 70 kJ dinamikus terhelést.

Ütközés esetére energiaelnyelő elemeket helyeztek el az ütközők mögött, hogy a mozdonyszekrény felépítését és a beépített berendezéseket a túlterheléstől óvják. Az elemeket úgy képezték ki, hogy a működést kiváltó, 2000 kN feletti erő esetén, ellenőrzött felgyűrődés és azonos értéken maradó deformációs erő mellett szenvedjen alakváltozást, mielőtt a szekrényen maradandó

alakváltozások lépnének fel. A C osztályú nagyteljesítményű ütközőkkel együtt kb. 1 MJ össz-energiamennyiség is felemészthető.

5.7 Pályakotró

A járműszekrényen elől és hátul, állítható magasságú speciális pályakotró van elhelyezve, a hóke feladatát ellátandó. Az alsó szinten az UIC-505-1 profil betartása érdekében a pályakotró minimális felszerelési magassága kb. 155 mm-rel van a sínkoronaszint felett.

Ezt kiegészítve a mozdony minden vezető kerékpárja előtt a forgóvázra második, a szokványos pályakotró is fel van erősítve, amelynek sínkoronaszint feletti magassága 100 mm. A pályakotró magassága állítható, a kerékkopások kiegyenlítésének érdekében. Ezzel a megoldással az alacsonypadlós RoLa kocsik közlekedéséhez a hó elegendő mértékben eltávolítódik a sínről. A pályakotró a forgóváz közepén elhelyezett konzolokkal együtt kisiklásokkor a hajtás és a transzformátor biztonsági feltámasztásáról gondoskodik.

5.8 Fékberendezés

A légfék-séma rajza ezen dokumentáció végén mellékelve van.

5.8.1 A fékberendezés koncepciója

A jármű önműködő, fokozatosan oldható, kétfokozatú levegős fékberendezéssel, és mikroprocesszor vezérelt mozdonyvezetői fékezőszeleppel van felszerelve. Redundáns elektronikával rendelkezik, amely hiba esetén automatikusan átkapcsol. A mozdonyvezetői fékezőszelep állásától függetlenül, a villamos fékkel összekapcsolható, de elkülönített karral rendelkezik. Fékezéskor elsődlegesen a villamos fék lép működésbe. A mikroprocesszoros berendezés alkalmazása a jármű összdiagnosztikai rendszerével együttműködve további diagnosztikai lehetőségeket kínál. A kiegészítő fék elektropneumatikus vezérlésű. Hiba esetén, a képernyőn keresztül hibaüzenet jut a mozdonyvezetőhöz. A rugóerőtárolós fék vezérlése speciális mágnesszelepen keresztül történik.

Gyorsfékezés mindkét mozdonyvezetői fékezőszeleppel kezdeményezhető. Ezen kívül fennáll a lehetőség, hogy a fővezetéket tisztán mechanikus úton, a vezetőállásokon elhelyezett vészfékszelepen keresztül, közvetlenül, nagy keresztmetszetben légtelenítsék. Egyidejűleg automatikusan vezérlődik a légkürt (jelzés), a homokolás, a főkapcsoló (ki) és az áramszedő (le).

A személyszállítási feladatok véghezvitelére vészfékátidaló berendezést is felszereltek, hogy az utasok által kiváltott vészfékezéskor a vonatot biztosított és könnyen megközelíthető pályaszakaszon állítsa meg.

5.8.2 Elektrodinamikus fék

A hálózatba történő visszatáplálás fékteljesítménye elvileg a vontatási teljesítménnyel egyezik meg: 6400 kW. A fékezőerő 150 kN-ra van korlátozva, hogy kedvezőtlen pályaviszonyoknál is biztos fékezés következzen be.

A hálózatba történő visszatáplálás kb. egységnyi teljesítménytényezővel lehetséges.

Az elektrodinamikus fék minden más fékfajtaival szemben elsődlegesen alkalmazott fékje a mozdonyoknak, mivel ez a fék kopásmentesen dolgozik. Az E-fék a mozdonyvezető által a vonat fékezéséhez külön is működtethető. Ehhez a mozdonyvezetői fékezőszelep mellett elhelyezett fékkar szolgál.

Normál eset

Ha az elektro-dinamikus fék működőképes, a mozdony közvetetten ható pneumatikus fékjét a mágnesszelepek gerjesztése lezárja és az igényelt fékezési erőt az elektro-dinamikus fék biztosítja. A vezérlőszelep által bevezérelt fékhenger nyomás lezárul, és az elővezérlő vezeték légtelenítésre kerül. Az E-fékezési ereje olyan nagy, hogy ezáltal a teljes sebesség tartományban el lehet érni a mozdony számára megkövetelt lassítást. Az E-féktől függetlenül, előre beállított utánfékezési funkció esetén az üzemelési tartományban a közvetett mozdonyféket szintén reteszeli a rendszer a mágnesszelepek gerjesztése révén.

Az elektronikus fékvezérlés totális kimaradása

Független gyorsfékezés mindig megvalósítható.

Az E-fék kiesése

Ha a mozdonyvezető által igényelt E-fék működése kiesik, akkor $V < 50 \text{ km/h}$ esetén a Siemens-irányítástechnika egy közvetlen pneumatikus pótfékezést hoz működésbe. Ezt a fékezést a meghajtó jármű vezetője erősítheti vagy csökkentheti.

A HL fő levegővezetékben egy nyomásérzékelő méri a nyomást. Egy UIC vezérlőszelepphez hasonlóan a mért HL-nyomást a BSG E-fékezési alapértékké számítja át, amit azután a hajtás vezérlés használ fel. Ennek az "elektronikus vezérlőszelepnek" az esetleges HL-töltéseit mozdonycsere után a meghajtó jármű vezető a "fék oldása" billentyűn keresztül tudja megszüntetni.

Egy forgóváz E-fékjének működés kiesése esetén gyorsfékezés közben vagy akkor, ha az utánfékezési funkciót nem állították be, a hozzátartozó mágnesszelep azonnal feszültségmentessé válik, úgyhogy az elővezérelt C-nyomás relészelepeken keresztül a fékhengerekbe kerül, és a fékerőt teljes egészében a közvetett pneumatikus fék viszi fel.

Forgóvázanként egy nyomásérzékelőn keresztül a fékhengernyomást (C-nyomást) mérjük és azt a BSG (fékvezérlő berendezés) átadja a Siemens irányítástechnikának. A Siemens irányítástechnika a pneumatikus (pl. direktfék alkalmazása miatt) és E-fék maximális összegzett fékerejét adott esetben az E-fék csökkentésével korlátozza.

5.8.3 A mechanikus fék

A villamos fék elsődleges használatának köszönhetően a kopás minimalizálva van. A fékberendezés kivitele, vagyis a tárcsafékek alkalmazása, rendkívül kis kopású üzemet eredményez.

Külön féktengely a HAB-forgóvázban

A forgóvázban kerékpáronként egy féktengely van felszerelve, amelyen két féktárcsa helyezkedik el. A féktengely a hajtásház külön kihajtásán keresztül van meghajtva. A féktengely a fékfüggesztő konzolon csapágyazott, amely a vontatómotoron és a vontatómotor csapágyon, ill. két ingán keresztül támaszkodik a forgóvázkereten. A féktengely és a féktárcsák ennek az elrendezésnek köszönhetően a primer rugózás felett teljesen rugóztak. A fékberendezés egységei szintén a fékfüggesztő konzolra vannak felerősítve, úgy, hogy a féktárcsák és a fékbetétek között soha nem fordul elő felfekvési hiba, a betét a teljes felületével érintkezik a tárcsával, ezáltal a betétkopás minimalizálva van. A féktárcsák a fékteljesítmény 100 %-át adják le. A féktárcsák a kerékpár kiszerezése nélkül cserélhetők, mivel alsó irányban a féktengely egyszerűen kiszerezhető. A fékberendezés egységek a forgóváz szélső keresztartói alatt helyezkednek el. A fékhenger által fékrudazaton keresztül nyomott fékbetétek ezért könnyen hozzáférhetőek és cserélhetők. A betétkopás utánállítása automatikusan történik a rudazatállító segítségével.

A mozdony állvatartása rugóerőtárolós fékkel történik. A rugóerőtároló úgy van elhelyezve a fékhengereken, hogy a fékezőerő egyenletes eloszlása a kerékpárokra biztosítva van. A rugóerőtárolós fék forgóvázanként egy vészműködtető berendezéssel van felszerelve.

Önműködő, indirekt működésű fékberendezés

Az indirekt fék működése a fővezetéknyomás vezérlése alapján valósul meg, az analóg váltó és a relészelep után, a fékszámítógép igénye alapján. A mozdony levegős fékberendezése működő villamos fék esetén csak elővezérelt. Általában csak a villamos fék kiesésekor lép működésbe. Kieséskor a kormányseleptől a nyomáscsökkenés függvényében felépült elővezérlő nyomás a forgóvázanként egyszer beépített nyomásmódosítókhoz kerül, amely a forgóváz fékhengereit levegővel tölti fel. Az átmenet az E-fék és a pneumatikus fék között rángatásmentes, ha az E-fék nem váratlanul esik ki.

Indirekt működésű, nem önműködő, elektro-pneumatikus fékberendezés

A mozdonyban indirekt működésű, nem önműködő elektro-pneumatikus fékberendezések (ep-fék) villamos fékező/oldó vezérlő jeleket állítanak elő. A vezérlőkábelben keresztül a kocsik elektro-pneumatikus fékező- és oldószelepei vezérelt állapotba kerülnek, amelyek a fővezeték nyomását befolyásolják. A mozdony maga nincs felszerelve ep-fékkal.

Direkt fékberendezés

A mozdony direkt fékberendezése csak a vontatójármű vezetőállásából kezelhető. Nem önműködő módon működik.

A direkt fékkel történő fékezéskor a fékberendezés által előállított villamos fékező-, ill. oldójel elővezérlő nyomásként a mágnesszelepeken keresztül a forgóváz-nyomásmódosítókhoz jut, amely a fékhengereket levegővel tölti fel, vagy levegőtleníti.

Rugóerőtárolós fék

A mozdonynak szándékolatlan elgurulása ellen rugótárolós rögzítőfék szolgál. A fékhengerek fele rugótárolóval van felszerelve. Kerékpáronként egy rugótároló működik.

Annak érdekében, hogy a rugóerőtárolós féket illetéktelen személyek általi kioldás ellen védjük, a mozdonyon mindegyik oldalon négyszögkulccsal lezárt fedelek vannak a rugóerőtároló távműködtetések fölött.

A rugóerőtárolós fék vezérlése villamos úton, egy külön mágnesszelepen keresztül történik, amely a rugóerőtárolót feltölti ill. leereszti. A fékberendezés és a rugóerőtárolós fék egyidejű befékezése a féktuskóegységek túlterheléséhez vezetne, ezért az üzemi fék kettős visszacsapó szelepén keresztül történő betáplálásával a rugóerőtárolós fék hengerébe, az oldott állapotban marad, így a túlterhelés biztosan elkerülhető.

5.8.4 Fékszámítás eredménye**1. R-fék****1.1 Általános adatok**

Terhelésfüggő	nem
Fék méretezése	A vontatott kocsik önmagukat fékezik
Fékműködtetés	Többfokozatú fék (1. és 2. fokozat)
Max. eng. Hengernyomás	5 bar
Sebesség	230 km/h
Pályaesés R- és P.- fék számára	0 ‰
Menetellenállás	$1012 + 9,9 \times v + 0,35 \times v^2$ [N]

1.2 Járműadatok

Tengelyelrendezés	Bo'Bo'
Kerékátmérős új/régi	1150 / 1070 mm
Jármű tömege	86 t

Kétáramnemű villamos mozdonyok a MÁV Rt. számára

	Tengelyterhelés	21,5 t
	Forgó tömegek tömegtényezője	1.1 [-]
	Tengelyterhelés plusz forgótömeg	23,6 t
	Kerék-tárcsaféktátmérő	610 mm
	Fék sugara	238 mm
	Tengelyenkénti tárcsaszám	2
	Betét súrlódási együtthatója	0,4 [-]
1.3	Kerék/sín minimális	
	Tapadási számértéke	
	μ (1. fokozat: 230...160 km/h)	0,059 [-]
	μ (2. fokozat: 160...0 km/h)	0,122 [-]
1.4	R-fék teljes fékútja	
	R-fék 230 km/h	2452 m
	R-fék 200 km/h	1762 m
	R-fék 160 km/h	932,7 m
	R-fék 120 km/h	551,7 m
1.5	R-fék közepes lassulás	
	R-fék 230 km/h	0,832 m/s ²
	R-fék 200 km/h	0,876 m/s ²
	R-fék 160 km/h	1,059 m/s ²
	R-fék 120 km/h	1,007 m/s ²
2.	P.-fék	
2.1	Általános adatok	
	Terhelésfüggő	nem
	Fék méretezése	A vontatott kocsik önmagukat fékezik
	Fékműködtetés	többfokozatú fék K(1. és 2. fokozat)
	Max. eng. Hengernyomás	5 bar
	Sebesség	230 km/h
	Pályaesés R- és P.- fék számára	0 ‰
	Menetellenállás	$1012 + 9,9 \times v + 0,35 \times v^2$ [N]
2.2	Járműadatok	
	Tengelyelrendezés	Bo'Bo'
	Kerékátmérős új/régi	1150 / 1070 mm
	Jármű tömege	86 t
	Tengelyterhelés	21,5 t
	Forgó tömegek tömegtényezője	1.1 [-]
	Tengelyterhelés plusz forgó tömeg	23,6 t
	Kerék-tárcsaféktátmérő	610 mm
	Fék sugara	238 mm
	Tengelyenkénti tárcsaszám	2
	Betét súrlódási együtthatója	0,4 [-]
2.3	Kerék/sín minimális	
	Tapadási számértéke	
	μ (1. fokozat: 230 ... 160 km/h)	0,059 [-]
	μ (2. fokozat: 160...0 km/h)	0,122 [-]
2.4	P.-fék teljes fékútja	
	P.-fék 230 km/h	3274 m
	P.-fék 200 km/h	2583 m
	P.-fék 160 km/h	1747 m
	P.-fék 120 km/h	1038 m
2.5	P.-fék közepes lassulása	
	P.-fék 230 km/h	0,623 m/s ²

	P.-fék 200 km/h	0,597 m/s ²
	P.-fék 160 km/h	0,565 m/s ²
	P.-fék 120 km/h	0,535 m/s ²
3.	Rögzítőfék, fékszámítás	
3.1	Általános adatok	
	Fékszámítás	A vontatott kocsik önmagukat fékezik
	Fékműködtetés	Rugóerőtárolós rögzítőfék
	Pályalejtés a rögzítőfék számára	40 ‰
3.2	Járműadatok	
	Tengelyelrendezés	Bo'Bo'
	Kerék új/régi	1150 / 1070 mm
	Jármű tömege	86 t
	Tengelyterhelés	21,5 t
	Kerék-tárcsafékatmérő	610 mm
	Fék sugara	238 mm
	Tengelyenkénti rugóerőtároló száma	1
	Kerék/sín tapadási számérték	0,14 [-]
	Betét súrlódási tényezője	0,4 [-]
3.3	Méretezés	
	Elgördülés elleni biztonság	1,4 [-]
	Elcsúszás elleni biztonság	3,5 [-]
	Kerék/sín minimális szükséges tapadási számérték	0,056 [-]

5.8.5 Homokoló

A mozdony egy automatikus homokolóberendezéssel van ellátva, amely fűthető. A tartályon belüli homoklépcsős megoldás különösen kedvező tulajdonságokat mutat fel a karbantartás szempontjából. Az 1-es és 4-es kerékpárok vannak homokoló berendezéssel felszerelve. Mindig csak a menetirány szerinti első kerékpár elé kerül homok. A homoktartályok térfogata 60 literes, a mozdony szekrényben vannak elhelyezve, vízmentesen lezárva, ugyanakkor könnyen utántölthetők. A feltöltőnyílás kb. 1330 mm magasságban van a sínkoronaszint felett. A homokszórás mennyisége 30 s alatt 8,5 bar nyomásértéknél kb. 600 g. Ahhoz, hogy a működése biztosítható legyen, a szórandó anyag a Deutsche Bahn AG TL918224 műszaki szállítási feltételeinek szerinti, vagy azzal egyenértékű legyen.

5.9 Sűrített levegő ellátás

Valamennyi berendezés, amely a sűrített levegő előállításához- és feldolgozásához tartozik, az ES 64 U2 típusú mozdonyból teljesen kisserelhető levegős konténerben helyezkedik el. A levegővel vezérelt berendezések túlnyomó része, valamint a fékberendezés elektronikus berendezései a legújabb generáció szerinti áttekinthető féktáblán lettek elhelyezve. A fékelektronika funkciói itt is redundáns kivitelben kerültek kivitelezésre.

A féktábla jórészt préselt alumínium profilokból készült, amelyek egyfelől, mint teherviselő elem hordják a ráerősített elemeket, másfelől üregeit levegős vezetékként lehet kihasználni.

5.9.1 Légsűrítő

A sűrített levegő előállítására Knorr szerkezeti felépítésű SL20-5-ös 1 fokozatú léghűtésű, olajkenésű csavarkompresszor szolgál. A csavarkompresszor alkalmazása messzemenően lengésmentes és zajszegény járást biztosít. A légsűrítő meghajtása háromfázisú motorral történik. A légsűrítő és a hajtómotor egymással fixen össze vannak kötve, és karimás felépítésű légsűrítő gépcsoportot alkotnak. A gépcsoportot rugalmas alátámasztási elemeivel egy konténerbe építik be.

A légsűrítő gépcsoporthoz egy szárazlevegős szűrő is tartozik, amely a beszívott levegő tisztítására szolgál. A szárazlevegős szűrő a szűrőpatron működőképességének a kijelzésére karbantartás mutatóval rendelkezik. Szükség esetén a szűrőpatront egyszerűen és tisztán cserélni lehet.

A csavarkompresszor hűtővel van felszerelve, amely a kompresszorolaj és a sűrítettlevegő hőjének a környezeti levegő felé történő leadására szolgál. A hűtőlevegőt itt lefelé fuvatjuk ki a géptérből.

A légsűrítő olajhőmérsékletét felügyeljük, és nem megengedhető határértékek túllépése esetén légsűrítő gépcsoport lekapcsolódik. Az ismételt indítás reteszelését a KNORR szállítási részhez tartozó HSM fékvezérlés felügyeleti berendezésén keresztül vezéreljük. Ezáltal a légsűrítő gépcsoport csak akkor tud ismét indulni, ha megtörténtek a kompresszorban a szükséges nyomásmentesítések.

A légsűrítő gépcsoportnak 10 bar sűrítési végnyomás érték esetén a következő fő műszaki adatai vannak:

Névleges fordulatszám 3535 1/min,
Névleges teljesítmény 21 kW,
Névleges feszültség 440 V/60 Hz,
Beszívási térfogatáram 2400 l/min.

A légsűrítő gépcsoport nyomásfüggő vezérlése a PSG-n beépített nyomásadó segítségével történik. Ez az elektronikai egységen keresztül kapcsolja a gépcsoport teljesítmény kontaktorát úgy, hogy a kompresszor 8,5 bar rendszernyomásnál be, és 10 bar nyomás elérésekor ismét kikapcsol.

Rezgések továbbításának megakadályozása valamint hőtágulások kiegyenlítésére, továbbá testzaj átvitele elkerüléséhez a légsűrítő gépcsoportot a

további sűrített levegős berendezéssel tömlővezeték segítségével csatlakoztatják.

5.9.2 Segédlégsűrítő

A segédlégsűrítő a mozdony levegőmentes állapotában az áramszedő felemelésére és a főmegszakító bekapcsolására szolgál. Kis teljesítményű, akkuról táplált légsűrítőről van szó, amely előállítja az áramszedő és a főmegszakító működtetéséhez szükséges sűrítettlevegőt. Az áramszedő bekapcsolása után, azaz, amikor a mozdony áramellátása a felsővezetékéből történik, a sűrítettlevegő ellátást ill. a fékrendszer további ellátását a fő légsűrítő gépcsoport veszi át.

A segédlégsűrítő olajmerítéses kenéssel rendelkező egyfokozatú egyhengeres dugattyús kompresszor. Közvetlenül a kompresszorra karimával csatlakozik egy egyenáramú motor, amelynek a táplálása az akku áramkörrel történik. A kompresszor és az egyenáramú motor együtt képezik az LP115-ös Knorr felépítési módú kompakt légsűrítő gépcsoportot. A segédlégsűrítőnek nem megengedhető magas nyomásokkal szembeni lebiztosítására biztonsági szelep szolgál. A visszaáramlást és a HB-levegő elvesztését a segédlégsűrítő inaktív állapotában a kettős visszacsapó szelep akadályozza meg.

A segédlevegő kompresszor és az áramszedő működtetés vezérlésére és felügyeletére szolgáló valamennyi készülék a PSG-modulon van összefoglalva.

A légsűrítő gépcsoportról a sűrített levegő a fékkészülék modulba kerül. Ott visszacsapó szelepen keresztül áll rendelkezésre az áramszedő sűrítettlevegő ellátásához. Egyidejűleg történik a légtartályok töltése. Ezek elsődlegesen az áramszedőket működtető levegő tárolására szolgálnak. A segédlégsűrítő a sűrített levegő előállítás visszaeső szintjeként szolgál akkor, ha esetleg nincs HB-levegő és egyéb levegőkészlet a tartályokban. A légtartályokat leeresztő csapok segítségével vízteleníteni ill. légteleníteni lehet.

A segédlégsűrítő vezérlése az áramszedők céljára szolgáló ellátási nyomástól függően egy nyomásőr segítségével történik. Itt a segédlégsűrítő rákapcsolása 5,5 bar nyomásnál, ismételt lekapcsolása pedig 8,0 bar nyomásnál történik.

Az áramszedő megemelt és a főkapcsoló bekapcsolt állapotában a főlégsűrítő gépcsoportot be lehet kapcsolni és ezzel a főlégtartály vezetéket sűrített levegővel lehet ellátni. Ha a főlégtartály vezetéken van ellátási nyomás, akkor az áramszedők ellátása elsődlegesen a kettős visszacsapó szelepen keresztül történik.

5.9.3 Levegő szárító berendezés

A légsűrítő gépcsoportról a sűrítettlevegő a beépített olajleválasztóval rendelkező levegőszárító berendezéshez kerül. A levegőszárító berendezés esetében hidegen regeneráló kétkamrás berendezésről van szó, amely az adszorpciós elv szerint működik. Lényegében két azonos, levegőszárító anyaggal töltött tartályból áll, amelyek alsó részébe egy olajleválasztó van beépítve.

Elektropneumatikus kapcsolóelemeken keresztül a tartályok egyike váltakozva szárítási tartályként, a másik pedig regenerálási tartályként van kapcsolva.

A sűrítettlevegő áramlik a szárítási tartályon. Ennek során először is az olajleválasztó részben kivonjuk azt az olajat a levegőből, amelyet a légsűrítőben kis mennyiségben magával visz. Ezt követően a levegő a tartály szárító anyaggal töltött részébe áramlik. A sűrítettlevegőben lévő nedvességet a szárítóanyag a legmesszebbmenőkig megköti.

Ennek során biztosítjuk, hogy a levegőszárító berendezés megengedhető alkalmazási tartományában a szárított sűrítettlevegő relatív légnedvessége minden hőmérsékleten 35% legyen és legalább 10K nyomás harmatpont csökkenés legyen adva. Ezzel messzemenően biztosítva van az utánkapcsolt készülékek védelme korrózióval és befagyással szemben.

A már szárított levegőnek egy csekély részét bevezetjük a regenerációs tartályba. Ami által a szárító anyagban kötött vizet az ismét felveszi és a levegőszárító berendezéshez tartozó víztelenítő szelepen keresztül elvezetjük azt.

A berendezés így önregeneráló és messzemenően karbantartás mentes. A szárító- és regeneráló tartály közötti átkapcsolás a légsűrítő gépcsoport bekapcsolási idejétől függően elektro-pneumatikusan történik egy adott ciklus szerint. Ezt a ciklust egy beépített elektronikus programkapcsoló mű vezérli.

A levegőszárító berendezés víztelenítő szelepe termosztát vezérlésű fűtéssel van ellátva, és speciális szigeteléssel rendelkezik. Az átkapcsolás alatt a kifúvási zaj csillapítására egy már beépített zajcsillapító szolgál.

Az esetleg még meglévő olaj-aerosolok leválasztására a levegőszárító berendezés után kapcsolt igen finom olajszűrő szolgál.

5.9.4 Légtartályok

A sűrített levegő tárolására a 800 l-es főlégtartály szolgál. A levegős berendezések túlnyomástól való védelme érdekében biztonsági szelepeket építettek be. A főlégtartály víztelenítéséhez és légtelenítéséhez kézi működtetésű

leeresztő váltó szolgál. Egy mágneses elzárószelep segítségével a főlégtartály tartalma lezárható, hogy a nyomás hosszú időn keresztül megmaradjon.

A vonat levegőellátására egyrésről az átmenő főlégtartály-vezeték ill. az átmenő fővezeték szolgál, amelyekkel az önműködő, indirekt úton működő, automatikus levegős fékberendezés minden rácsatlakozó kocsija együtt vezérelt.

A fővezeték nyomás és a főlégtartályvezeték nyomás a vezetőasztalon kettős nyomásmérő műszerrel van jelezve.

A légtartályok anyaga acél, és olajjal vannak belülről kezelve, korrózió ellen, továbbá rendelkeznek két kb. 6 cm átmérőjű nyílással, amely tisztítási célokra is megfelel.

5.10 Jelzőberendezések

Homlokfény

A homlokfények az UIC 534 döntvény szerinti kivitelben készültek.

Zárfény

A zárfény az UIC 534 döntvény szerinti kivitelben készült (homlokoldalként két vörös fény).

5.11 A géptér egyéb berendezései

- szerszámosláda,
- védősisak tartó,
- vonatfűtési kábel és UIC-vezeték tartója,
- féksarutartó 4 féksaru részére.

Földelőrúd elhelyezésére hely rendelkezésre áll.

A vontatójármű vezető által kezelendő berendezéseket, mint az elzáróváltók, vész-működtetés, stb., szintén könnyen elérhető módon vannak elhelyezve és ennek megfelelően vannak megjelölve (jelölés és rövidítés).

5.12 Design

Az alváz, a forgóváz és tartozékaik szürkére (RAL 7022) vannak festve.

A mozdony oldalfalai, vezetőállása és a tetők egy- vagy kétszínűre vannak festve (RAL-színek). Opcionálisan három- vagy ötszínű bevonatot is lehet választani. A Design-javaslatát a vevő a szerződés hatálybalépése után legkésőbb 8 héttel megadja.

5.13 Bevonat

5.13.1 Tisztítás

A jármű külső tisztítása minden oldalról lehetséges, az erre alkalmas automatikus mosóberendezéssel. A tömített hajtás, a nyomásálló ajtók és a meghatározott légcsatornák lényeges elemei a megfelelő felépítésnek. A vontatómotoron vízlevezető furatok találhatók, amelyek szavatolják a bejutó víz szabad elfolyását.

5.13.2 A gyártás műszaki feltételei:

A TL 918300/6 és az UIC 842-6 szerinti „műszaki feltételek a bevonatok anyagvizsgálatára vasúti járműveken“ érvényesek.

5.13.3 A felületek előzetes kezelése:

Az acélfelületekre a DIN 55928, 4. rész, Sa 2 ½. szabvány tisztasági fok érvényes.

Az alumínium felületekre a TL 918301 utasítás, 11/89 kiadás, Deutsche Bahn-AG, ZTV 43 érvényes.

A rozsdamentes acélból készült felületekre 04/88 kiadás, Deutsche Bahn-AG, ZTV 43 érvényes.

5.13.4 Üreges elemek belső felületei:

A teljesen zárt, hegesztett üreges elemek nem kapnak belső bevonatot. Gyártásellenőrzéssel biztosítva van, hogy a hegesztett üreges elemek tömítettsége megbízható legyen.

5.13.5 Élek lekerekítése és élburkolás:

A mozdonyszekrény külső felületén és belül a kritikus helyeken található éles éleket letörték, hogy az éllefutás találkozhasson a burkolattal. A szárazbevonat-vastagság minden él környezetében - pl. előbevonatolással - biztosított és ellenőrzött.

5.13.6 Bevonati anyagok:

Az elemtől és az igénybevételtől függően különböző bevonatok kerülnek alkalmazásra. Az alábbi példák:

- külső rész, oldal- és homlokfallemezek és ajtók:
 - alapozó bevonat epoxigyantából, fémre, edzővel.
 - közbenső bevonat PUR-alapszínből, normál edzővel.
 - fedő bevonat PUR-lakkozás speciális edzővel.

- keréktárcsa:
 - alapozás: cink-por szín
 - fedőréteg: alumínium szín

- alváz külső része, géptér, vezetőfülke,
(a vezetőfülke látható felületei kivételével):
 - alapozó bevonat epoxigyantából, fémre, edzővel
 - fedő bevonat rugalmasított 2K-EP-DS-anyagból, edzővel.

- a vezetőfülke látható felületei:
 - alapozó bevonat EP-fémre alapozás,
 - fedő bevonat PUR-strukturált fedőfesték.

6 Villamos berendezés

Az ES 64 U2 típusú mozdony főáramköri rajza ezen dokumentáció végén van mellékelve.

6.1 Irányítástechnika

6.1.1 Általános tudnivalók

Az ES 64 U2 típusú mozdony irányítástechnikája világos felépítésű, egységesített, megbízható komponensek felhasználása mellett. Az irányítástechnika minden vezérlési-, szabályozási és diagnosztikai feladatot ellát. Az elfoglalt vezetőállásról érkező feladatokat az érintett alrendszerekhez továbbküldik és az ott szükséges beavatkozó elemeket működtetik. A vezérlőkészülékek továbbá érzékelik, feldolgozzák és a vezetőállás képernyőjén kijelzik az alrendszerek diagnosztikai jelentéseit.

Az irányítástechnika meghatározó alkotóeleme a központi vezérlőegység (ZSG) és a hajtás vezérlő egység (ASG). Ezeket a feladatokat a SIBAS 32 típusú Siemens vasút-automatizálási rendszer 32-bites számítógéppel, mikrocomputer-vezérlőberendezésekkel oldja meg. Az adatkommunikáció az IEC 9/413/CDV által definiált Train Communication Network (TCN) mindkét elemével a Wire Train Bus: vonatbuszon (WTB) és Multifunction Vehicle Bus: járműbuszon (MVB) valósul meg. Az MVB veszi át adatcserét a mozdonyon belül. A WTB lehetővé teszi az adatcserét a teljes vonaton belül. (ÖBB koncepció szerint)

A TCN nemzetközi szabvány. Az adatbuszok redundáns kivitelűek, azaz egy buszkapcsolat megszakadása esetén az adatforgalom fenntartható és egy utólagos problémamentes bővítést lehetővé tesz.

A jármű kábel-hálózat lényeges egyszerűsítése, a járművezérlés teljesítőképesség és diagnosztika lényeges növelése mellett a SIBAS KLIP be-/kimenő-rendszer alkalmazásának köszönhető. A SIBAS KLIP lehetővé teszi megfelelő be- és kimenetek által a periférián kapcsolódó berendezések decentrális kapcsolódását a vezérlőberendezésekhez.

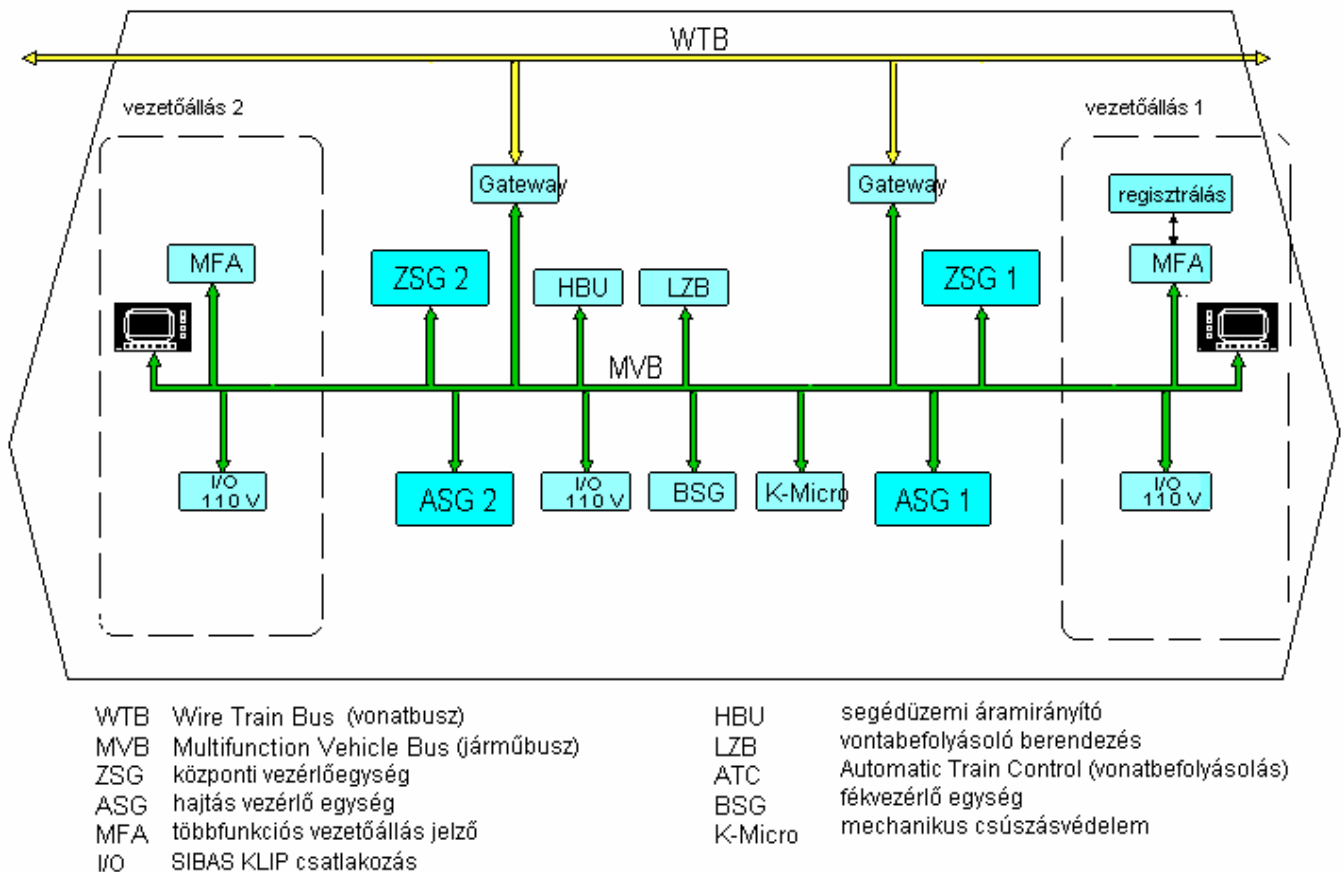
6.1.2 Felépítés

Az irányítástechnika felépítése az 1. ábrán látható.

Az MVB-hez a következő irányítástechnikai elemek csatlakoznak:

- központi vezérlőegység (ZSG),
- hajtásvezérlő egység (ASG),
- színes LCD-képernyők a vezetőállásokon,
- vezetőállás-kijelző berendezés (MFA) regisztráló berendezéssel ,

- fékvezérlő egység (BSG),
- csúszásvédelem a mechanikus fékberendezéshez (pl. K-Micro) ,
- segédüzemi váltóirányítók vezérlése (HBU),
- perifériák csatlakozása SIBAS KLIP (I/O),
- EVM és PZB90 (Indusi) rendszerek, mint hagyományos berendezések



1. ábra: A vontatójármű irányítástechnikai áttekintése

6.1.3 Az irányítástechnika feladatai

6.1.3.1 Általános tudnivalók

A jármű irányítástechnikai berendezése a vezérlési és diagnosztikai rendszerébe bekötött minden komponensének feladatát betölti. A ZSG emellett a vonat- és járművezérlésnek központi irányítási helye.

Az irányítástechnika fő funkciói a következők:

- vontatás vezérlés és vontatás szabályzás
- fékvezérlés
- segédüzem vezérlése
- diagnosztika

Ezen fő funkciókat a részfeladatokkal együtt a következőkben részletezve leírjuk.

6.1.3.2 Vontatásvezérlés és szabályzás

A vontatási berendezésekhez szükséges vezérlőjeleket a járművezető a rendelkezésére álló kezelőszervek által adja meg. Az ezért a tartományért felelős SIBAS KLIP-állomás megkapja, és átfordítja a jelet. Az információk az MVB-n keresztül kerülnek át a master-ZSG-hez.

A ZSG által feldolgozott jelek a járműbuszon keresztül a hajtásvezérlő egységeknek adódnak át, amelyek a hajtásközei vezérlést és szabályzást végrehajtják.

6.1.3.3 Fékvezérlés

A fékberendezéshez szükséges vezérlőjeleket a járművezető a rendelkezésére álló kezelőszervek által adja meg. Az ezért a tartományért felelős SIBAS KLIP-állomás megkapja és átfordítja a jelet. Az információk az MVB-n keresztül kerülnek át a master-ZSG-hez.

A ZSG által előre feldolgozott jelek a járműbuszon keresztül átadódnak mind a hajtásvezérlő, mind a fékvezérlő egységeknek, amelyek a hajtásközei vezérlést és szabályzást végrehajtják.

A biztonsági szempontból fontos jelek közvetlenül vezérlő áramkörből (levegő vezérlése, EP-fék stb.) kerülnek a fékvezérlő egységhez.

6.1.3.4 Segédüzem vezérlése és állapotfigyelése

A segédüzemi vezérléshez szükséges vezérlőjelek megválasztása a járművezető által történik. A vezérlés lefolyása ezután teljesen automatizált. Az illetékes SIBAS KLIP-állomás megkapja a jelet és feldolgozza. Az információk az MVB-n keresztül a master-ZSG-hez kerülnek.

A ZSG a járműbuszon keresztül vezérli és felügyeli a megfelelő komponenseket. Az állapot-jelek egyrészt vezérlési célokat szolgálnak, másoldalról hibatárolásra, hibaértékelésre és hibakijelzésre használják őket. A vezérlési feladat magába foglalja:

- segédüzemi váltóirányító vezérlését
- áramszedő vezérlést,

- főmegszakító vezérlést,
- vontatási berendezések szellőzőinek vezérlését,
- légsűrítő vezérlést,
- olajszivattyú vezérlését,
- a vontatási áramirányító és egyedi hajtáselemek, valamint a megfelelő vezérlőegységek be/kikapcsolását, a maximális rendelkezésre állás figyelembevételével.

A segédüzemi egységek állapotának felügyelete és kiértékelése, pl.:

- transzformátor olajhűtőkör (olajhőmérséklet),
- áramirányító hűtőközeg hőmérséklet,
- vontatómotor hőmérséklet,
- szellőzők,
- légsűrítő.

6.1.4 SIBAS 32-vezérlőegység

6.1.4.1 Központi vezérlőegység (ZSG)

Az ES 64 U2 típusú mozdony két központi vezérlőegységgel (ZSG) rendelkezik. A redundáns járműbuszrendszeren keresztül egymással sorosan vannak összekapcsolva. Normál üzemi esetben egy ZSG a mozdony minden vezérlési feladatát ellátja (master-ZSG). A második ZSG mint szolga-ZSG működik. Ez a berendezés szintén minden bemenőjelet megkap és feldolgozza ezen jeleket, anélkül, hogy parancsokat adna ki. Hiba esetén a második ZSG-re az átkapcsolás automatikus (a master funkciót kapja).

Az alábbiakban a legfontosabb ZSG-feladatok soroljuk fel:

- parancs- és a szükséges értékek megadása a vontatási- és fékvezérlésnek,
- segédüzem vezérlése,
- járműdiagnosztika,
- a vezérlőlogika kapcsolatai,
- automatikus menet/fékvezérlés (AFB, sebességszabályzás),
- központi út- és sebességérzékelés,
- SIFA (lásd vonatbiztosító berendezések fejezet).

6.1.4.2 A vezérlőlogika kapcsolatai

A relés, hagyományos binális jelekkel történő kapcsolások helyett ma a vasúti alkalmazásoknál is legnagyobb mértékben a programvezérlésű vezérlési technika terjedt el. A jelek rögzítése szerint a logikai kapcsolatokat szoftveres úton fogalmazták meg. A kimeneti jelek, mint a kapcsolati műveletek eredménye

megfelelő kimeneti fokozatok után a járműelemekhez kerül, a kívánt kapcsolási feladat végrehajtásának érdekében.

A be- és kimeneti jelek érzékelése és kiadása előnyösen a SIBAS KLIP-állomásokon és a közvetlenül a járműbuszra csatlakozó járműelemeken és -alrendszereken keresztül zajlik.

6.1.4.3 Automatikus menet/fék vezérlés

Általános tudnivalók

Az automatikus menet/fék vezérlés (AFB) egyike a ZSG-ben lefutó működési csomagnak. Az AFB feladata abban áll, hogy a vonatsebességet a vontatójármű vezető sebesség alapjele ill. a vonatbefolyásolás alapján szűk határok között tartsa. Ehhez az AFB-n keresztül a szabályzás értelmében a megadott elérendő értékek jeleiből a beállítandó értékek a teljes vonat hajtás- és fékrendszerében kiértékelésre kerül, és a busz-kommunikációnak adódik át. A járműmozgás emellett mindig a komfort feltételeinek betartásától függ - a rángatás- és gyorsuláskorlátozástól. Ez érvényes mind az elinduláskor, mind előírt sebességre történő fékezéskor is.

A működés leírása

Az AFB-funkció a vezetőfülke egy kapcsolójával be-, és kikapcsolható. Bekapcsoláskor először egy belső vizsgálóprogram fut le, amelynek lefutása és eredménye a vontatójármű vezetőnek optikai és akusztikus úton is kijelzésre kerül.

Az AFB-üzemben a sebesség előre megadott értéke a vezetőasztalon a v_{soll} -karral kerül megadásra. A továbbiakban a menet/fék szabályzóval történő beállítással az AFB-től a hajtásrendszer felé előre megadott vonóerőérték felülről korlátozva van. Ezt a maximált jelet sebességszabályzott menet esetében a vontatójármű vezető minden időpillanatban a vonóerőhöz és a kívánt sebességhez igazíthatja. Ha a vontatójármű vezető a menet/fékszabályzóval vagy a fékezőszeleppel beavatkozik az AFB-szabályzásba, akkor ő maga veszi át a fékezésért a felelősséget és az AFB megállítja a vontatási- és fékvezérlési értékek kiadását. Ez a kézi beavatkozás újból feloldódik, elsősorban ha a menetszabályzót nulla állásba helyezik és onnan újra a „menet” állásba kerül. Ezzel a működtetéssel a vontatójármű vezető tudatosan újra átadja a vezérlést az AFB részére.

6.1.4.4 Központi út- és sebességérzékelés

Az út- és sebességérzékelés a ZSG-feladatok közé tartozik, amelyben egy vonatsebességjel kerül kiértékelésre és a vonat minden alrendszerének

rendelkezésre áll a jármű- és a vonatbuszon keresztül. A sebesség regisztrációjához is ezt a központilag mért sebességjelet használja fel.

Ezen kívül további numerikus integrációval a járműsebességből útjelet képez, hogy pl. egy elektro-mechanikus számlálót vezérelhessen (vontatójármű futásteljesítmény-érzékelés).

A sebesség kiszámításához a különböző jármű alrendszerekből kiszámított fordulatszámjeleket alkalmazzák:

- az ASG a vontatómotor-jeladóktól kapott fordulatszámjeleket,
- a csúszásvédelmi berendezés a megfelelő tengelyek fordulatszámjeleit.

A sebesség kiszámításához használt algoritmusban a fordulatszámjelek mellett a kerékátmérő, a perdülés, a csúszás és a menet/fékparancsok információit is figyelembe veszik. A gördülési fázisokat arra használják, hogy, legkisebb kerékcsúszásnál a tengelyenként mért egyedi értékeket kiegyenlítsék. A jelforrások különbözősége miatt rendkívül megbízható mért sebességérték képezhető, ezért radarberendezés felszerelése nem tervezett.

6.1.4.5 Hajtás vezérlő egység

Egy forgóváz hajtási berendezéseinek vezérlését és szabályozását a hajtás vezérlő egység végzi. A mozdonyvezetőtől vagy az automatikus menet/fékvezérléstől megkapott vonó-, vagy fékezőerő-értékeknek megfelelően vezérli az áramirányítót, és képi a hajtásrendszer hibadiagnosztikáját. A ZSG-vel történő kommunikáció a járműbuszon keresztül történik.

Az ASG a következő fő feladatokat végzi:

- parancsfeldolgozás,
- szabályzási érték előírása és feldolgozása,
- elektronikus csúszás- és perdülésvédelem,
- tapadási határon történő szabályzás,
- gépszabályzás,
- vontatási váltóirányító vezérlése,
- hajtási berendezések ellenőrzése és védelme,
- hajtási berendezések tesztelése (pl. üzembe helyezéskor),
- hajtási berendezések széleskörű diagnosztikája.

6.1.5 SIBAS KLIP

A SIBAS KLIP-állomásokon keresztül minden olyan berendezés- és komponens állapotát figyelik, amely közvetlenül nem a járműbuszra csatlakozik. Ez a csatlakozási felület a ZSG-t képessé teszi a kontaktorok, szelepek és kijelző-berendezések vezérlésére és az előre megadott parancsok, állapotjelek

beolvasására. Ez a decentralizált jelérzékelés és vezérlés az elemek beépítési helyén történik. SIBAS KLIP-en keresztül a következő berendezések és rendszerek csatlakoznak:

- vezetőülés és a hátoldali szekrény kezelőelem-síkja,
- fedélzeti hálózati rendszer ellátása,
- segédüzem vezérlés.

6.1.6 Display

Különálló kapcsolók, gombok és jelzőlámpák helyett amennyire csak lehetséges és ésszerű volt, egy a vezetőállásba beépített, színes LCD-képernyő lett beépítve, többfunkciós billentyűzettel.

Ez a képernyő képezi az ember-gép-kommunikációs csatlakozási felületet a SIBAS-szabályzási és diagnosztikai technikában.

A mozdonyvezetőt a képernyő tanácsokkal segíti a jármű rendellenes üzemi állapota esetén, megjelenítve a megfelelő beavatkozási utasításokat. A műhelyszemélyzet részére a képernyő gyors és egyszerű lehetőséget kínál a hibatárolóba történő betekintésbe.

6.1.7 Diagnosztika

Minden működő egység részére gyors és megbízható hibafelismerés és hibabehatárolás áll rendelkezésre.

A diagnosztikai koncepciónak mind a mozdonyvezetőnek, mind a műhelyszemélyzetnek széles körű információt kell adnia a mozdonyról és a mozdony állapotáról, valamint a járműflotta műszaki állapotának analizálását kell lehetővé tennie a jármű üzemmentartó számára.

A diagnosztika rendszerrel szemben a következő követelményeket támasztották:

- tegye lehetővé a karbantartás minőségének- és költségének ellenőrzését,
- zavar esetén a vonatszemélyzetet megválasztott jelzések és útmutatások alapján a megteendő egyedi járműtechnikai intézkedésekben támogassa,
- hibafelismerés a villamos berendezésekben, amelyek vagy a mozdonyvezető vagy/és műhelyi beavatkozást igényelnek,
- a műhelyszemélyzet irányított útmutatók alapján a legkisebb műszakilag és gazdaságilag megfogalmazható járműegységig vezetett, amely gyors és kis ráfordítású hibaelhárítást tesz lehetővé,
- a diagnosztika eredményeit elkülönítve kell a vezetőállás színes képernyőjén kijelezni a mozdonyvezető és a műhelyszemélyzet részére,
- hiba/diagnosztikai események dátummal, órával, kilométeróra-állással, valamint a diagnosztikai rendszer ezzel összefüggő, különböző síkú

környezeti- és üzemi adatainak (alrendszer-diagnosztika, fölérendelt diagnosztika) eltárolása,

- a tárolt adatok kiolvasása a ZSG szervíz-portján keresztül,
- a diagnosztikai adatok átvitele rádióon keresztül (opcionális),
- fogyasztási adatok és a kapcsolások számáról történő egyetértő rögzítés utáni regisztrálás.

6.1.8 Sebességmérő

A ZSG-ben szereplő „központi út- és sebesség rögzítés” (ZWG) szoftver modul feladata az, hogy felügyelt értékeket határozzon meg a megtett út (s_{ist}), a gyorsulás (a_{ist}) és a jármű sebesség (v_{ist}) számára és jelezze ki az aktuális sebességet a meghajtó jármű vezető számára az MFA-n. Az MVB-n (járműbusz) keresztül a megállapított értékeket a rácsatlakoztatott alrendszerek számára rendelkezésre bocsátjuk. Az értékek szabványosítása az EUROCAE-ban definiált ETCS szabványon alapul.

Az üzemállapottól (menet, fékezés, fordulatszámadók rendelkezésre állása) függően határozzuk meg a sebességre vonatkozó legplauzibilisebb értéket. A sebesség rögzítésének alapját azok a vontatómotor fordulatszámok képezik, amelyeket a hajtásvezérlő készülékek (ASG) bocsátanak rendelkezésre, valamint azok a tengelyfordulatszámok, amelyeket a pneumatikus csúszásvédelem (K-Micro) elektronikus vezérlő készüléke rögzít. A fordulatszámokat sebesség értékekre („új kerék”-re vonatkoztatva) számítjuk át. Egy további számítási lépésben ezeket az értékeket a tényleges kerékátmérő figyelembe vételével korrigáljuk. A referencia kerékpár átmérője alapján számítjuk a többi kerékpár aktuális átmérőit. A referencia kerékpár átmérőjét rendszeresen mérni kell és az adatokat a master ZSG-be be kell vinni. Lépcsőzött redundancia koncepció révén a számított értékek diszponálhatósága magas, és ezek a járműbuszon lévő valamennyi résztvevő számára érvényesek. A v_{ist} jóságát szintén meghatározzuk. Ezt csökkenthetjük, vagy a sebesség értéket az adók (igen valószínűtlen) együttes üzemkiesése esetén érvénytelenné lehet nyilvánítani.

A sebességet a ZWG az út rögzítése céljára átszámítja, hozzáadja és maradandóan tárolja. Az aktuális kilométeróra állást a járműbuszon keresztül visszzük át, és a vezetőfülke kijelzőn jelenítjük meg. Az aktuális sebesség kijelzése az MFA-n lévő mutatós műszer által történik. Az MFA-ban lévő ' v_{ist} - kijelzés'-t léptető motoros működtetéssel valósítjuk meg, ami lehetővé teszi a kijelzés felügyeletét az aktuálisan fennálló mutatóállás (szögérték) visszajelzése útján. A mutató állás alapján a ZWG funkcióról a ténylegesen megjelenített sebesség értékre következtetünk, és ezt a ZWG által küldött sebesség értékkel összehasonlítjuk. Eltérés esetén a kijelzőben hibaüzenet jelenik meg.

6.1.9 Csúszás- és perdülésvédelem**6.1.9.1 Csúszásvédelem**

A mozdony két csúszásvédelmi rendszerrel rendelkezik. Egyik csúszásvédelmi rendszer az elektrodinamikus fékhez, másik csúszásvédelmi rendszer pedig a pneumatikus fékhez áll rendelkezésre. A pneumatikus csúszásvédelmi rendszernek az elektromos csúszásvédelmi rendszerrel szemben elsőbbsége van.

A csúszásvédelem (K-micro, az UIC-541-05 szerint) a kerék mozgását figyeli a fékezés folyamatkor, amikor az impulzusjeladótól a közvetlenül a kerékpártengelyre szerelt impulzusadó által adott impulzusokból a sebesség és a lassulás pillanatnyi értékeit számítja ki. A tényleges kerékmozgásról így közölt információ kiértékelésre kerül, majd a szükséges ellenintézkedések meghatározásra kerülnek. A tengely lassulás megadott kritériumainak túllépése esetén a fékhengernyomás a csúszásvédelmi szelepeken keresztül tengelyszelektíven oly módon vezérelhető, hogy a pillanatnyi súrlódási értéknek megfelelően a legnagyobb lehetséges fékezőnyomaték vihető majd át. A kerékpár ezért a megcsúszástól védett, és a fékút a pillanatnyilag rendelkezésre álló súrlódási értéknek megfelelően optimalizált.

A csúszásvédelmi program csak fékezéskor aktív. Egyidejű vontatás mellett a csúszásvédelem kikapcsol.

Adóberendezés

A mozdony négy kerékpárjára egy-egy adóberendezés van rögzítve, amely póluskerékből és impulzus adóból áll. Jelük az egyes kerékpár sebességek regisztrálására szolgál. A mérés érintkezőmentesen történik.

A póluskerék közvetlenül a kerékpár tengelyre van szerelve. Ez a külső kerületen fogakkal rendelkezik. A kerékpár csapágy fedélben elektronikus impulzus adó van felszerelve. Ez az elektronikus impulzusadó érzékeli a kerékpár forgás során előtte elhaladó póluskerék fogakat és elektronikus jeleket képez, amelyek frekvenciája lineárisan függ az illető kerékpár forgási sebességétől.

Csúszásvédelmi szelepek

A csúszásvédelmi szelepek a fékhenger nyomás befolyásolására szolgálnak akkor, ha a kerék és a sín közötti sínállapotok kedvezőtlenek, vagyis a pneumatikus fék fékerejének a fennálló erőzárási viszonyokhoz történő hozzáillesztésére. Ezért ezek fékhenger vezetékekben - a légtelenítendő térfogat közelében - a mozdony alvázában vannak beszerelve.

A csúszásvédelmi szelepek működtetésének indítását egy csúszásvédelmi készülék elektronikája végzi, A csúszásvédelmi szelepek egy-egy elektro-

pneumatikus levegőbeeresztő és légtelenítő szelepet tartalmaznak. Feszültségmentes állapotban a csúszásvédelmi szelep nyitva van, azaz a sűrítettlevegő akadálytalanul átmegy a fékhengerekhez. Ha mind a levegőbeeresztő, mind pedig a légtelenítő szelepet gerjesztjük, a sűrített levegő ellátás lezárul és a fékhenger légtelenítése nagy keresztmetszeten keresztül megtörténik. Ha csak a levegőbeeresztő mágnes gerjesztésére kerül sor, akkor az ellátó vezeték lezárul, azaz a bevezérelt fékhenger nyomást tartjuk.

Ennek következtében a levegőbeeresztő és légtelenítő mágnesek működés indításától függően a következő üzemmódok lehetségesek: a fékhenger nyomás növelése, a fékhenger nyomás tartása, a fékhenger nyomás csökkentése.

A mágnesek váltakozó működés indítása révén a fékhengerek levegőjének impulzusszerű beeresztése ill. légtelenítése lehetséges.

A szabályozás optimalizálásához a csúszásvédelmi szelep levegő beeresztési és légtelenítési időit hozzá kell illeszteni a mozdony adottságaihoz megfelelő fúvókákkal. A fúvókaméret rögzítése az első mozdonyon a csúszásvédelmi berendezés üzembe helyezése keretében történik.

Csúszásvédelmi készülék

A csúszásvédelmi készülék az egyes kerékpároknak az adók által létrehozott sebesség jelei kiértékelésére és a csúszásvédelmi szelepek ennek megfelelő működtetésére szolgál.

A csúszásvédelmi készülék mikroprocesszoros alapú szabályozási elektronikával rendelkezik. Kiértékelési logika segítségével történik a kerékpárok sebesség jeleinek a feldolgozása (lassulások és a jármű sebesség alapján képzett referencia sebesség meghatározása) és összehasonlításuk számos tárolt küszöbértékkel. A számítógép azután a csúszásvédelmi szelepeket olyan finom fokozatokban működteti, hogy a kerékpárok lefékeződnek a maximális fékezési erők átviteléhez legkedvezőbb szlip tartományra.

A csúszásvédelmi készülék több dugaszolható elektronikai kártyából áll. Egy szerelési egységben van összeépítve. A csúszásvédelmi készülék funkcionálisan és áramkörileg a HSM-fékvezérléstől külön van választva, úgyhogy mindkét berendezés egymástól függetlenül működik.

Öndiagnosztika ciklikusan vizsgálja a csúszásvédelmi elektronika hibamentes funkcióját. A pillanatnyilag meglévő ill. időlegesen fellépő hibákat a csúszásvédelmi elektronika tárolja és adott esetben kódkijelzőn keresztül jeleníti meg. A járműszámítógéppel az összekapcsolás a járműbuszon keresztül történik.

6.1.9.2 Perdülésvédelem

A hajtásvezérlés megfelelő perdülésvédelmével nedves sín esetén homokolás nélkül maximum 240 kN vonóerő fejthető ki és ez ebből kifolyólag kb. 80 km/h-s sebességig tartható. (lásd 1.4.1)

Ezek az értékek kissé növelt csúszósúrlódás mellett érhetők el, azzal a feltétellel, hogy a sín a nedvességtől eltekintve mentes a további szennyeződésektől (pl. kenőanyag maradványok, lomb, stb.) és felülete jó állapotban van (laborfeltételek).

6.2 Kommunikációs berendezések**6.2.1 UIC-Csatlás**

Mindegyik homlokoldalon két db. 18-pólusú csatlásfej van felszerelve, az UIC-558 szerint. Vontatójárművenként két megfelelő hosszúságú összekötőkábel kerül leszállításra.

6.2.2 Vonatrádió

Az ES 64 U2 típusú mozdony ZFM21 vonatrádió rendszerrel van felszerelve. A 2001.03.19-i Siemens ajánlat 5. fejezete 8. mellékletének megfelelően a MÁV feltétlfüzetében leírt követelményeket maradéktalanul teljesíti.

6.3 Biztonsági berendezések**6.3.1 Biztonsági berendezés (Sifa)**

Sifa berendezés (EVM berendezésben felszerelve) az UIC 641 szerint került felszerelésre.

6.3.2 ETCS-előkészítés

Az ETCS utólagos beépítése céljára beépítési terek (belül és kívül, készülékek és antennák számára) és kábelcsatornák állnak rendelkezésre. Mivel világszerte még nem létezik készre kifejlesztett és megvásárolható termék, és ezzel a kapcsolódások még nincsenek definiálva, így tartalékkábelek formájában található meg a mozdonyon az ETCS-előkészítés. A berendezéshez tartozó képernyő későbbi elhelyezése a vezetőálláson biztosítva van.

6.3.3 EVM120

A mozdony a magyar EVM 120 vonatbefolyásoló berendezéssel fel van szerelve. Ha aktiválva van, akkor a járművezérlésbe a következő módon kapcsolódik be:

Egy vészfék relén keresztül az EVM120 a gyorsfék hurkot meg tudja szakítani, ami a fővezeték teljes légtelenítéséhez és ezzel a vonat kényszerfékezéséhez vezet.

A küszöbön álló kényszerfékezést a járművezérlés érzékeli, és a vontatást letiltja.

6.3.4 Rendszerátkapcsolás EVM120 – Indusi (PZB)

A kijelzőn megvalósított menüvezérelt rendszer átkapcsolással nyugalmi helyzetben történhet a vonatbiztosítási rendszer (EVM120 vagy PZB/LZB) kiválasztása ill. cseréje. A mozdony ismételt üzembehelyezésekor először az utoljára aktivált vonatbiztosítási rendszert aktiváljuk újra. Rendszerint abból kell kiindulni, hogy a mozdonyt ismét azon a hálózaton helyezik üzembe, amelyen azt utoljára leállították.

6.4 Energiaellátás

Az ES 64 U2 típusú mozdony üzemi feszültsége 25 kV 50 Hz és 15 kV 16,7 Hz.

A 25 kV 50 Hz-es üzemre az UIC 600 döntvény szerinti feszültségtartomány és frekvencia tűrések érvényesek.

A 15 kV 16,7 Hz-es üzemre: Az UIC 600 döntvény kiszélesített hálózati feszültségtartományával szemben 10,5 -től 18,5 kV-ig lehetséges.

Az energiaellátás névleges teljesítménye minden hőmérséklettartományban biztosított a 900 kVA teljesítményű vonatokhoz. 40°C környezeti hőmérséklet esetén biztosítva van, hogy a főtranszformátor károsodástól mentes marad. A transzformátor kivitele az UIC 550, 552. döntvények szerinti.

A 25 kV-os üzemben kézi átkapcsolással 1000 V és 1500 V fűtési feszültség beállítása lehetséges.

Rendszerváltás

Az egyes vasutak eltérő rendszereire való átváltás a képernyő menüszolgáltatásával kezdeményezhető.

A rendszerváltás az ÖBB-DB vonatkozásában menet közben is lehetséges.

Az ÖBB-MÁV vasút közötti átkapcsolás feltétele a következő:

- Állóhelyzet
- Áramszedő lent
- Irányváltó „0” állásban
- A menüből „MÁV”-rendszer kiválasztása

A rendszerválasztás az áramszedő „Fel” parancsra hajtódik végre.

- A MÁV áramszedő emelkedik fel
- Az LZB/PZB és SIFA kikapcsolódik, az EVM 120 vonatbefolyásolási rendszer aktiválódik
- A vonatfűtés 1000 V feszültségen marad. Az 1500 V-on történő fűtéshez a menüben ezt át kell állítani és az átállítás a vonatfűtés „Be” parancsra aktivizálódik.
- A képernyő nyelvének átállítása szintén a menüpontokból történik.
- A rendszer feszültségátkapcsolása a képernyőtől függetlenül, az áramszedő felemelkedése után a mért felsővezeték feszültség alapján a transzformátor tekercseinek átkapcsolásával automatikusan történik meg.

A rendszerváltás ÖBB-RoEE között hasonlóan történik, mint a MÁV esetében. Eltérés, hogy a biztosító berendezés aktiválása nem változik.

6.5 Vonathangosítás

A hangosítás lehetővé teszi

- A vonaton belüli utastájékoztatást
- A külső utastájékoztatást
- A beszélgetést a másik vezetőállással, az utasterek kizárása mellett.

6.6 Hangjelzés

A légkürtök az UIC 644 szerint felszereltek. A két légkürt együttes működtetése esetén 150 m távolságban legalább 78 dBA hangnyomás mérhető. A méréseket az UIC 644 előírásainak analógiájaként álló helyzetben, ellenszél nélkül, optimális terjedési lehetőségek mellett kell elvégezni.

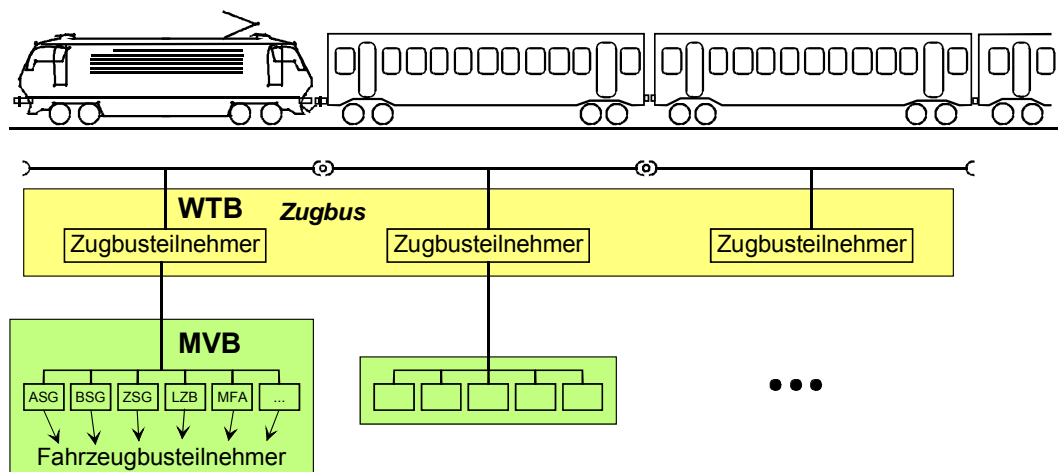
A légkürtökön kívül mindkét mozdonyvégen elektromos működtetésű utasfigyelmeztető kürt van felszerelve.

6.7 Távvezérlés

TCN olyan vonat-kommunikációs hálózat, amely a WTB (Wire Train Bus) vonatbuszból és a járműbuszból (MVB) áll. A TCN a nemzetközi elektrotechnikai bizottság (IEC) szabványtervezete az UIC-vel együttműködésben.

A Train Communication Network (TCN) azt a kísérletet képviseli, hogy az adatcserét a sínhez kötött járműveken lévő programozható felszerelések között nemzetközi szinten egységesen rögzítse. Ehhez a nemzetközi elektrotechnikai bizottság (IEC), Technical Committee No. 9, Working Group 22 az UIC Pilot Group 4R -rel együttműködésben szabványtervezetet dolgozott ki.

A szabvány a TCN-t mint két hierarchikus buszrendszerből, az MVB-ből és a WTB-ből álló architektúráként definiált.



Kommunikációs protokollokként a szabványban leírt valós idejű protokollokat alkalmazzuk. Ezeket mind az MVB-ben MWB-ben használjuk.

A vonatbusz (Wire Train Bus) arra szolgál, hogy egy vonat különböző járműveiben az elektronikus berendezéseket összekössék. Ennek során az egyes járműbuszokat ún. Gateway-eken keresztül kötjük össze egymással. A rendszer képes arra, hogy ismét felvegye az adatcserét minden résztvevővel, ha egyes készülékeket (vonatbusz csomópontokat) a busz be-vagy lejelentett, azaz ha járműveket kapcsolnak rá vagy le. Tehát változó résztvevő számmal dolgozik. A vonatbusz max. 22 résztvevőig dolgozik, és ebből max. 6 vontatójármű lehet. A TCN címek hozzárendelése a résztvevőkhöz dinamikusan történik az ún. vonatkeresztelés alkalmával. A vonatkeresztelés a busz konfigurációjának változtatásakor, tehát pl. egy összekapcsolási folyamat során történik. Ennek során a rendszeres adatcserét a buszon minősítetten befejezik, meghatározzák az új konfigurációt, és újra indítják az adatforgalmat. A keresztelés során rögzítik az egyes résztvevők TCN-címeit. A master tulajdonságot az alkalmazás explicite rögzítheti (Pl. kulcsos kapcsoló működtetésével). Megkülönböztetünk egyszerű résztvevőket, Standby-mastereket (Weak-Master) és fix mastereket (Strong-Master).

Fizikailag a busz egy pár sodrott rézvezetékéből áll (a I8 pólusú UIC kábel 17-es és 18-as ere) 1 Mbit/sec adatátviteli rátával. A busz hosszanti nyúlása max. 850 méter lehet. A rendelkezésre állás növelése érdekében a busz redundáns kialakítású. Minden vonatbusz csomópontnak összesen 4 csatlakozása van, a megelőző és a következő csomóponthoz egy-egy normál és egy-egy redundáns csatlakozása. A buszkábelek mindig csomóponttól csomópontig vannak fektetve, és ott kerülnek áthúzásra. Egy végponti csomópontnál a kábeleket a Gateway-eken lévő relék a lezárási impedanciára (120 Ohm) kapcsolják.

Az 556 sz. UIC adatlap teremti meg a kapcsolódást a vontató járművekben és az utasok céljára szolgáló kocsikban lévő műszaki alkalmazások (applikáció) funkciói és a 61375 sz. IEC szabványban a vonatbusz (WTB) számára rögzített adatátvitel között. Az 556 sz. adatlap célja az, hogy nemzetközi forgalomban, a vonatbuszon cserélendő összes információt rögzítse, annak biztosítása érdekében, hogy valamennyi későbbiekben gyártott jármű a vonatbuszon keresztül ugyanazon a nyelven beszéljen.

Emellett a táviratokban egy további olyan terület van előirányozva, amelyet nemzeti vagy két-ill. többoldalú alkalmazások számára önállóan alkalmazni lehet. Ezt a területet az egyes vasutak egyénileg rögzíthetik. Az ES 64 U2 gyártási sorozatú mozdonyok számára a WTB-n kizárólag a nemzeti terület táviratait használják az Osztrák Szövetségi Vasutak távvezérlési koncepciójának a megállapításai szerint. A mozdonyok a nemzetközi terület adatforgalmára történő bővítésre elő vannak készítve. Ez azonban egyenlőre használaton kívül marad, mivel a nemzetközi terület általános érvényű használatára még nincs megállapodás.

A távvezérlési koncepcióban egyenlőre két táviratot alkalmaznak.

- R1-távirat: A vezetőtől minden vezetett jármű felé (vezérlő távirat)
- R2-távirat: Minden vezetett járműtől a vezető jármű felé (státusztávirat)

Az ES 64 U2-nek ezzel a felszereltséggel megvan az a képessége, hogy más járműveket az ÖBB távvezérlési koncepciójának megfelelően vezéreljen, ill. azt más járművek vezéreljék. Ennek az az előfeltétele, hogy ezek a járművek rendelkezzenek az UIC 556 szerinti WTB kommunikáció „Osztrák távvezérlési koncepció” kiegészítéssel.

6.8 Fő komponensek

6.8.1 Áramszedő

A mozdony a következő típusokból egy-egy áramszedővel van felszerelve:

- Áramszedő ÖBB-8, 8WL0 128-4YH06
- Áramszedő MAV, 8WL0 128-6YH62

Az áramszedők adatai a következők:

Minimális magasság szigetelőkkel	570 ⁺⁵ mm
minimális munkamagasság süllyesztett helyzetből	220 mm
maximális munkamagasság süllyesztett helyzetből	2100 mm
maximális emelkedési magasság- süllyesztett helyzetből	2400 mm

maximál szélesség (ÖBB-paletta)	1950 mm
maximális szélesség(MAV)	2060 mm
maximális hossz süllyesztett helyzetben	2450 mm
max. áram	700 A
statikus érintkező erő	65±15 N
Üzemi sebesség hosszláncrendszerű munkavezeték esetén	≤ 250 km/h
sűrített levegő névleges nyomása	5,5 bar
emelkedési idő 2 m emelkedési magasságra	6 - 10 sec
süllyedési idő 2 m magasságból	<6 sek
áramszedő tömege	102 kg
szigetelők tömege	21 kg
összesen	123 kg
súrlódósáv hossza (ÖBB)	1030 mm
súrlódósáv hossza (MAV)	1169 mm
súrlódósáv anyaga	szén-grafit
hordozó anyag	aluminium
szigetelők anyaga	öntött gyanta-Araldit

6.8.2 Főmegszakító

Az ES 64 U2 típusú mozdonyba a BVAC N99 típusú főmegszakító van beépítve, a következő műszaki adatokkal:

BVAC N99 egypólusú főmegszakító				
Névleges feszültség	U_n	kV	15	25
Maximális feszültség	U_m	kV	20	32
Méretezési üzemi feszültség	U_e	kV	17.5	27.5
Méretezési üzemi frekvencia	f	Hz	16 ² / ₃	50..60
Méretezési tartófeszültség szinuszos feszültség	U_{50}	kV _{rms}	38	75
Méretezési tartófeszültség feszültséglöket	U_{imp}	kV	95	170
Méretezési üzemi áram	I_e	A _{rms}	750	450
Hőáram	I_{th}	A _{rms}	750	450
Teljesítménytényező			0.8	0.8
Méretezési zárlati kapacitás		kA	62.5	40
Méretezési nyitási kapacitás		kA _{rms}	25	20
Méretezési zárlati szilárdság	I_{cw}	kA _{rms}	25 / 1s	25 / 1s
Zárlati terjesztmény		MVA	500	600
Méretezési üzemi szekvencia			O-5s-CO CO-15s-CO	O-5s-CO CO-15s-CO
Nyitási idő	Δt_o	ms	25..60	25..60
Súly		kg	135	

6.8.3 Főtranszformátor**6.8.3.1 Általános tudnivalók**

A főtranszformátor egyfázisú-olajtranszformátor 25 kV 50 Hz és 15 kV 16,7 Hz üzemi feszültségekre készült és a padló alatt, a mozdony közepén van beépítve. Az aktív rész, azaz a mag a tekercseléssel, valamint a közbenső kör szívkörtekercsei egy acélházban helyezkednek el.

Mind a 15 kV-os mind a 25 kV-hálózaton is ugyanolyan bemeneti feszültséget kell előállítani a vontatási áramirányító számára, ezért a vontatási tekercsek megcsapolással rendelkeznek, amelyek a meglevő primer feszültségtől függően átkapcsolhatók. Ez az átkapcsolás a segédüzemi tekercsnél, vonatfűtési tekercsnél és a 200 V-tekercselésnél, továbbá a szívkör tekercseinél is végbemegy szintén a főtranszformátoron kívül.

A transzformátor beépítési magasságával és beépítési helyével a kisiklásos baleset következtében előforduló károk veszélye csökkent.

Szigetelő,- és hűtőfolyadékként ásványi eredetű olajat (Shell Diala D) alkalmaznak.

6.8.3.2 Felépítés

Téglaalakú mag kétoszlopos szerkezetű, aminél mindegyik oszlop villamosan három részre van osztva. Így a hat elválasztott szekunder tekercselés és a felette koncentrikusan hat párhuzamosan kapcsolt nagyfeszültségű tekercselés szimmetrikusan rendezhető el. Egész kívül található a segédüzemi tekercsek, a 200 V-tekercs és a vonatfűtési tekercs .

A tekercsek rézvezetőből állnak, amelyek egy vagy többretegű szigetelt laposhuzalból készültek, amelyek insuldur-papírral bevontak. A vontatási tekercselés örvényáramú veszteségének csökkentésére csavart huzalból készült. Az elemi szálak és a kötegek szigetelése hőálló papírból készült, amely 85 K tekercs túlhőmérsékletet is megenged. Az összes tekercset radiálisan szigetelt hengerre tekercselték, amelyet kompletten a vasmagra helyeztek.

Az acélház, amely felhegesztett bekötővason keresztül a mozdonyszekrényre van csavarozva, a szigetelő- és hűtőfolyadék tárolójaként is szerepel.

A vontatási energia egy nagyfeszültségű kábelben és kábelbevezetőn keresztül jut a trafó hosszanti oldalához.

6.8.3.3 Hűtés

A transzformátor-ház külső oldalára két olajkeringető szivattyút szereltek fel, amelyek a felmelegedett hűtőfolyadékot kiszivattyúzzák a házból és két különálló olajvisszahűtőbe juttatják.

A tekercseken keletkező hőveszteséget hűtőcsatornákon keresztül vezetik el. A keresztartó felett elhelyezkedő mindkét olajvisszahűtő olaj-levegő-hőcserélőből és egy, fölötte elhelyezkedő szellőzőből áll.

A trafó és a hűtő hűtőtornyai mellett, ennek tartozékaként egy tágulóedény található. A hűtőfolyadék kitágulásával a tágulóedény megtelik, mivel egy csővezetéken keresztül össze van kötve a hűtővel. Mindegyik tágulóedény páratlanítóval van felszerelve.

A mozdonytranszformátor védelmi és ellenőrző berendezésekkel fel van szerelve:

- egy Buchholz relé, a transzformátor és a tágulóedény közötti csővezetékben,
- két hőmérsékletmérő a csővezetékben,

A ház oldalán elhelyezett, besüllyesztett olajleeresztő berendezés lehetővé teszi a transzformátor-házból az olaj leeresztését.

6.8.3.4 Szívóköri fojtótekerccs

Mindkét szívóköri fojtótekerccs, amelyek szintén a transzformátorházban vannak elhelyezve a transzformátor aktív részével vannak összecsavarozva. A transzformátor elektromágneses árnyékolására alumíniumlemezek szolgálnak. A szívókör fojtótekerccs szintén az egyik legjobb minőségű lemeztesttel és rézvezetőkkel rendelkezik, amelyet insuldupapír szigeteléssel láttak el. A tekercseket függőlegesen a transzformátorházba építették be. Csatlakozásaikat a saját átvezetésekkel együtt a ház tetején vezették ki. A fojtótekerccsek a transzformátorral közös hűtőfolyadékkal hűtöttek.

6.8.3.5 Műszaki adatok

A főtranszformátor tekercselési vázlat a ezen dokumentáció végen van mellékelve.

A főtranszformátor műszaki adatai:

50 Hz-es frekvencia

	Teljesítmény - kVA	Áram - A	Feszültség - V
OS	7146 // 7446	286 // 298	25000
US	6 x 1050	6 x 833	6 x 1260
HZ	600 // 900	401 / 602 // 602 / 903	1494 / 996
HB1	210	613	342

HB2	36	178	202
-----	----	-----	-----

16.7 Hz-es frekvencia

	Teljesítmény - kVA	Áram - A	Feszültség - V
OS	7146 // 7446	476 // 496	15000
US	6 x 1050	6 x 833	6 x 1260
HZ	600 // 900	600 // 900	1000
HB1	210	608	346
HB2	36	175	205

6.8.4 Áramirányító

6.8.4.1 Általános tudnivalók

A vontatási áramirányító a főtranszformátor egyfázisú váltakozó feszültségének villamos átalakítását végzi, és változtatható feszültségű és frekvenciájú háromfázisú feszültséget állít elő az aszinkron vontatómotorok táplálásához. Az áramirányítók lehető legalacsonyabb ráfordítású, rendkívül hatásos kapcsolása szükséges, hogy a jármű az energia szempontjából a lehető legoptimálisabb szinten üzemeljen. Ezzel egyidejűleg az áramirányítónak szerkezeti felépítésében kompakt kivitelűnek, és kis tömegűnek kell lennie. A teljesítményelektronika GTO-technikával van megoldva, és a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

- a nagyteljesítményű-GTO tirisztorok alkalmazása (Gate Turn Off: vezérlő elektródán át kikapcsolható tirisztor) minimalizálta a teljesítmény félvezetők számát és a kapcsolási technika egyszerűsítését tette lehetővé a nagyteljesítményű körben.
- a modulárisan felépített áramirányító, a csaknem teljesen karbantartásmentes hűtéssel könnyen igazítható a különböző körülményekhez.
- a vízhűtés igen kompakt felépítést tett lehetővé.
- az áramirányítók bemeneti oldalán a négynegyedes áramirányító alkalmazása, a magas ütemfrekvencia, ill. az eltolt ütemezés alkalmazásával a hálózati visszahatás (felsővezeték feszültség felharmonikus tartalma) minimumra csökkenthető.
- a villamos fék, mint visszatápláló fék dolgozik, amely az energia felsővezetékbe történő visszatáplálását teszi lehetővé.
- a hálózatról a $\cos \varphi$ tényező értékének 1-re történő szabályzásával menet közben csak hatásos teljesítmény felvétele történik meg, ill. fékezéskor a visszatápláló fékkel történő fékezéskor tiszta hatásos teljesítmény kerül vissza a hálózatra.

6.8.4.2 Leírás

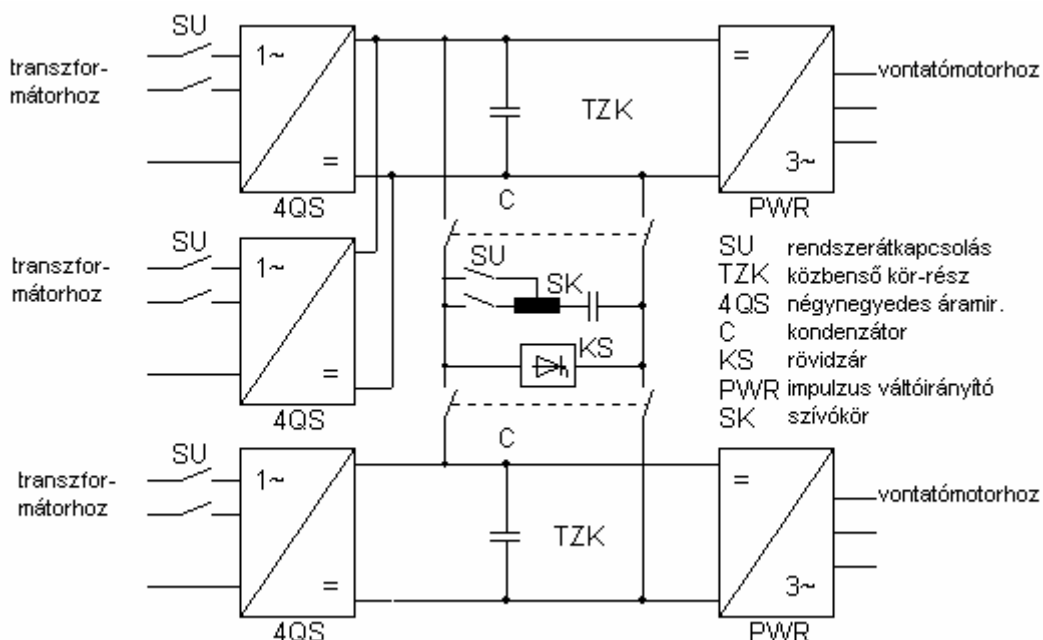
A vontatási áramirányító feszültségre szabályzott közbenső körre kapcsolt váltóirányító elve alapján dolgozik.

Az áramirányító a géptérben egy állványon van elhelyezve és áll a:

- három db négynegyedes áramirányítóból (4QS),
- két-közbenső körből (ZK), mindegyik kör közbenső körű kondenzátorral rendelkezik (C), de csak egy rövidrezáró elemmel és egy szívókörrel (SK) mindkét egyenfeszültségű kör számára (a szívókör szívóköri fojtótekercsből áll, amely, a transzformátorházba van beépítve, valamint a szívókörű kondenzátorból),
- valamint két impulzus váltóirányítóból (PWR).

A felsorolt elemek egy áramirányító szekrényben vannak összerendezve. Mozdonyonként két áramirányító szekrény van. Egy-egy áramirányító egy-egy forgóváz hajtását végzi.

A kétáramrendszerű üzemhez kiegészítésképpen a transzformátor szekunder oldalán egy rendszerválasztó berendezés is fel van szerelve. Ez a berendezés kapcsolja az áramirányítók bemeneti feszültségét. A kapcsolás az aktuális felsővezeték feszültségnek megfelelően a transzformátor megfelelő résztekercseléseit kapcsolja az áramirányítók bemenetére.



2 ábra: Az áramirányító kapcsolása egy forgóvázra

A vontatáskor a hálózatról a hálózatoldali áramirányító három 4QS berendezése látja el energiával a két közbenső kört, fékezéskor a fékezési energiát visszatáplálja a hálózatba. A 4QS mint feszültségnövelő működik.

A 4QS magas kapcsolási ütemfrekvenciájának és az eltolt ütemezésének köszönhetően a primer áramban nagyon kicsiny a felharmonikus tartalom, így nincs szükség kiegészítő nagyfeszültségű hálózati szűrőre. A 4QS ezen kívül úgy van szabályozva, hogy (λ összteljesítmény-tényező majdnem 1), a felsővezeték hálózat nagy teljesítménytartományában csak kis látszólagos teljesítménnyel van terhelve.

Mindegyik 4QS bemenete hálózat-leválasztó kontaktorokkal rendelkezik, amelyekkel a 4QS berendezések vontatási tekerctől történő leválasztása lehetséges.

A közbenső,- és szívókörkondenzátorok előzetes feltöltéséhez a 4QS bemenetén közbenső körönként egy feltöltő ellenállást építettek az áramkörbe, amely a főmegszakító bekapcsolása után egy kontaktoron keresztül bekapcsol, majd a feltöltési folyamat végén egy másik kontaktorral rövidre zárják. A közbenső kör-részenként csak egy feltöltő ellenállás szükséges.

A 4QS és a PWR között az egyenfeszültségű közbenső kör teremti meg a kapcsolatot. A közbenső kör kondenzátoraival párhuzamosan egy 33 Hz-es szívókört kapcsolódik, amely a pulzáló bemenő teljesítményét szívja el. A szívókört fojtótekerce a főtranszformátorházban került elhelyezésre, mivel a folyadékhűtéssel kisebb építési méret volt megvalósítható.

25 kV 50 Hz-es hálózati feszültség esetén a szívókört fojtótekerce egy megcsapolását kapcsolják, ezzel 100 Hz-es szívókört lesz párhuzamosan kapcsolva.

Az egyenfeszültségű közbenső kör ezen kívül egy tirisztort is magába foglal, amely a rövidzár szerepét játssza. Ezzel az áramirányítóban elhelyezett elemek védettek lesznek a meg nem engedett túlfeszültségtől. A tirisztor begyújtásával egyidejűleg a főmegszakító kikapcsol.

Az áramirányító motorköri részén mindegyik PWR berendezés a közbenső kör egyenfeszültségéből, változtatható feszültségű és frekvenciájú háromfázisú feszültséget állít elő az aszinkron vontatómotorok táplálásához. Az impulzus-szélesség vezérlésnek köszönhetően a PWR-kimenő áramalakja jó közelítéssel szinuszos alakot vesz fel. A közbenső kör feszültség a jármű teljesítmény-felvételétől és a hálózati viszonyoktól függően vezérelt, feszültségét kisebb teljesítmény esetén a hatásfok javításának érdekében csökkentik.

Rendelkezésreállítás/redundancia

A megválasztott kapcsolási koncepció lehetővé teszi, hogy hiba esetén az érintett forgóváz áramirányító teljesítmény vezető részét csökkentett teljesítmény mellett tovább üzemeltessék. Hagyományos kapcsolásnál eddig a forgóváz selejtezésére volt szükség. Meghibásodás esetén a hibás közbenső kör valamint a hozzátartozó motorköri áramirányítók fázismoduljai lekapcsolódnak. A másik forgóvázalattal együtt így meghibásodott üzemben is még a teljesítmény kb. 75%-a, mint állandó teljesítmény áll rendelkezésre. Mivel még három impulzus váltóirányító aktív, a mozdony maximális vonóerejének 75%-át még mindig ki tudja fejteni.

6.8.4.3 Hűtés

Az áramirányító számára hűtőközegként víz-glikol keveréket alkalmazunk. A vízzel szemben nincs különös igény támasztva, a minősége ivóvíz tisztaságú legyen. A glikol a fagyvédelem mellett kielégítő korrózióvédelmet is biztosít. A glikol kereskedelmi megnevezése Antifrogen N. A víz-glikol keverési aránya 56:44. Ennél a keveréknél -29 °C-on jégkása képződik térfogatnövekedés nélkül. A szétfeszítő hatású szilárd halmazállapotot -45°C-nál éri el.

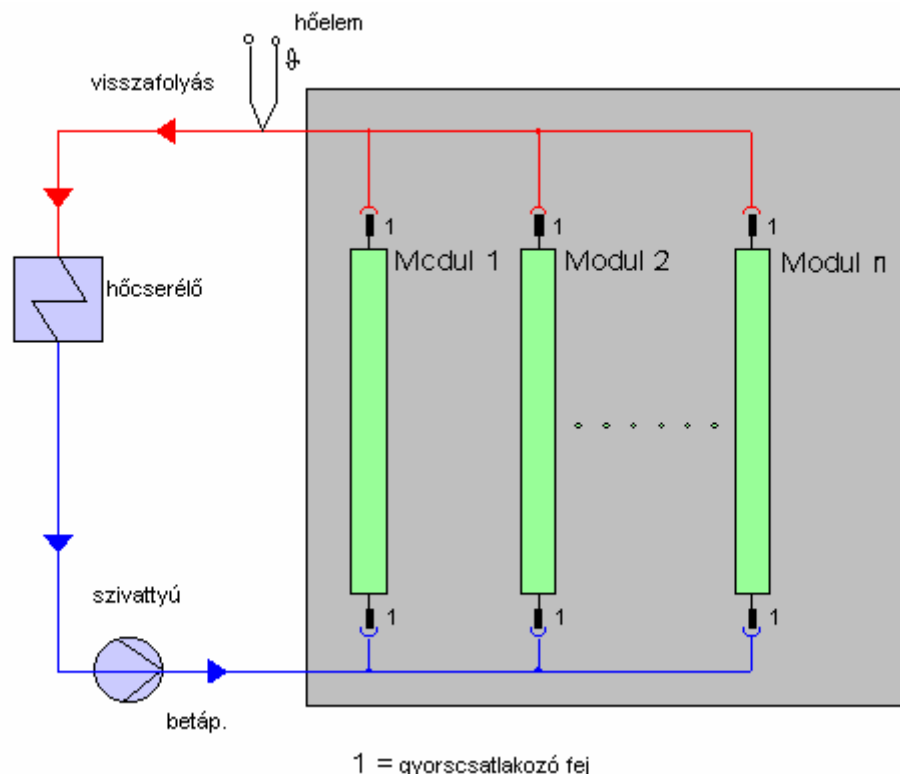
Hűtővízkör

Az előző fejezetben leírt áramirányító egységeket minkét oldalról záródó gyorscsatlakozó fejek kapcsolják a hűtővízkörhöz. A vízszivattyú és a szűrőbetét a hűtőtoronyban van elhelyezve. Minden egyes áramirányító állvány saját hűtőkörrel rendelkezik, amelyhez a motorköri áramirányító fázismoduljai párhuzamosan csatlakoznak.

A felmelegedett víz visszahűtése levegő/víz hőcserélőben történik.

A teljes hűtővízkör önmagában zárt rendszer, kiegyenlítőtartállyal.

A folyadékáramlás ellenőrzése nyomásellenőrzéssel valósul meg.



3 ábra: Hűtőkör egy áramirányító állványra

6.8.5 Vontatómotor

6.8.5.1 Általános tudnivalók

A keresztirányban beépített háromfázisú, rövidrezárt forgórészű 1TB28 sorozatú aszinkronmotor előtétfojtó nélkül üzemelhet és a vasúti járművekkel szemben támasztott igénybevételnek megfelelő. Az IEC 60349 szerinti követelményeknek megfelel.

A motor aktív méretei – tehát a mágneses és villamos kör úgy választott -, hogy a teljesítménnyel szembeni követelményeknek eleget tegyen és nagy hatásfokot biztosítson. A váltóirányító magas ütemfrekvenciája valamint az optimalizált impulzusminták használata nagymértékben hozzájárul a vontatómotor hőveszteségeinek csökkentéséhez.

A vizsgálatokat a IEC 60349 szerint végzik.

6.8.5.2 Az állórész szerkezeti felépítése

Az állórész fő elemei: állórésztekercselés lemezteste, a ház és a csapágypajzsok.

Az állórész lemeztetésében hűtőlyukakat lyukasztottak, amelyek a lemeztetésben axiális hűtőcsatornát képeznek. A hűtés ilyen módon történő kivitelezése a

vesztésforrások közelében (lemeztest és tekercselés) optimális hőelvezetést biztosít, és a motor teljes mértékben kihasználható.

Az állórésztekercselés az állórész lemezelés belső átmérőjébe, négyszög alakú hornyokba préselt. Az állórésztekercselés olyan tekercselésből áll, amelynek vezetői rézből készültek és négyszög keresztmetszetűek. Nagy rézkitöltési tényező csak a négyszög keresztmetszetű vezetőkkel érhető el a hornyokban, amely kis ohmos ellenállást, kis árammelegedési-vesztést eredményez és ezzel hozzájárul a Life-Cycle-Costs-t alacsony értékre tartásához.

A négyzet keresztmetszetű vezetőkkel a tekercsfej nagyobb szilárdságú, ezért a vasúti üzem durva mechanikai körülményeinek jobban ellenáll.

A felső tekercsrétegek és a parazita szórások kiküszöbölésének érdekében a tekercselés kétrétegű kivitelben készült.

A szigetelési osztály megfelel a 200-as hőosztálynak (IEC 349, rendszerkivitel a VDE 0530, 20-22, rész, ill. IEC 34 – 18 - 21 részeknek megfelelően). A legalacsonyabb élettartam 200 K közepes tekercstúlhőmérséklet esetén 30 év. Már 190 K túlhőmérséklet esetén megduplázódik az élettartam. Mivel a gyakorlatban egyik motor sincs állandóan a teljesítményhatárán, a közepes tekercstúlhőmérséklet általában lényegesen a megengedett érték alatt van, ezért a tekercsélettartam sokkal nagyobb lehet, mint 30 év. Emiatt az élettartam tartalék miatt a motor rendszeresen termikusan túlterhelhető, anélkül, hogy élettartam rövidülés lépne fel.

6.8.5.3 A forgórész szerkezeti felépítése

A nagyszilárdságú, speciális nemesítésű acélból gyártott forgórésztengelyen van felsajtolva a forgórész lemeztest, a balra és jobbra elhelyezett összeszorító gyűrűkkel együtt.

A forgórész lemeztestében hűtőfuratokat sajtoltak, amelyek a lemeztestben axiális hűtőcsatornát képeznek. A hűtés ilyen módon történő kivitelezése a veszteségforrások közelében (lemeztest és tekercselés) optimális hőelvezetést biztosít, és a motor teljes mértékben kihasználható.

A forgórésztekercselés a forgórész lemezelés külső átmérőjébe, négyzet alakú hornyokba préselt. A forgórész hornyainak száma úgy lett megválasztva, hogy a zajképződés minimális legyen. A térfogat legjobb kihasználása érdekében a réz-forgórészrudak trapéz alakú kivitelben készültek, úgy, hogy párhuzamosan szegélyezett forgórészfog adódik. A forgórészrudak trapéz alakú kivitelével a legnagyobb keresztmetszet érhető el, amely kis ohmos ellenállást, kis árammelegedési-vesztést eredményez és ezzel hozzájárul Life-Cycle-Costs alacsony értékre való tartásához.

6.8.5.4 Csapágyazás

Az „A”-oldali csapágy és a hajtásház egy része a csapágypajzsba integrált.

A „B”-oldali csapágyházba egy fordulatszám-érzékelő is be van építve. A csapágy zsírkenésű. A csapágy áramátvezetéstől történő védelme érdekében a csapágy plazmaszórt technológiával felhordott rugalmas és szigetelő réteggel lett ellátva.

6.8.5.5 Hűtés

Hűtőközegként a levegő szolgál. Ez az üzembiztonság, a fenntartási ráfordítás és a megcélzott hűtő teljesítmény elérése érdekében optimális megoldást jelent.

Az aszinkron vontatómotorok hűtőlevegőjét zárt csatornába vezetik, amelynek szívónyílása a tető ferde felületén van. Az aszinkron vontatómotorok rendkívül robosztus felépítése miatt nem szükséges a hűtőlevegő külön szűrése. A víz, por és hó leválasztása a beszívónyílás környezetében mégis szűrő-profilráccsal van megoldva, amelynek a magas leválasztási fok mellett a fentiekkel szemben még zajcsillapító hatása is van. Ez a szűrőprofil a tehetetlenség elvén működik (a ciklonhoz hasonlóan).

6.8.5.6 Fordulatszám érzékelés

A motorfordulatszám, valamint a menetirány érzékelése a „B”-oldali csapágypajzsban fordulatszámadó segítségével történik, amely a forgóvázba beszerelt állapotban lévő motor esetén is cserélhető.

6.8.5.7 Műszaki adatok

Teljesítmény:	1637 kW
Fordulatszám:	1490 min ⁻¹
Feszültség:	1840 V
Áramerősség:	590 A
Forgatónyomaték:	10500 Nm

6.8.6 Segédüzem**6.8.6.1 A villamos segédüzemi berendezések ellátása**

A vontatójármű elektromos segédüzemi berendezéseinek ellátására négy külön vezérelhető háromfázisú feszültségrendszer áll a rendelkezésre: 3 AC 0..440 V, 2...60 Hz értékekkel mindegyiknél.

A jármű segédüzemi berendezéseinek energiaellátása a főtranszformátorból történik. Az egyfázisú feszültség átalakítását a fent nevezett feszültség és frekvenciaértékekre a segédüzemi váltóirányító végzi (HBU).

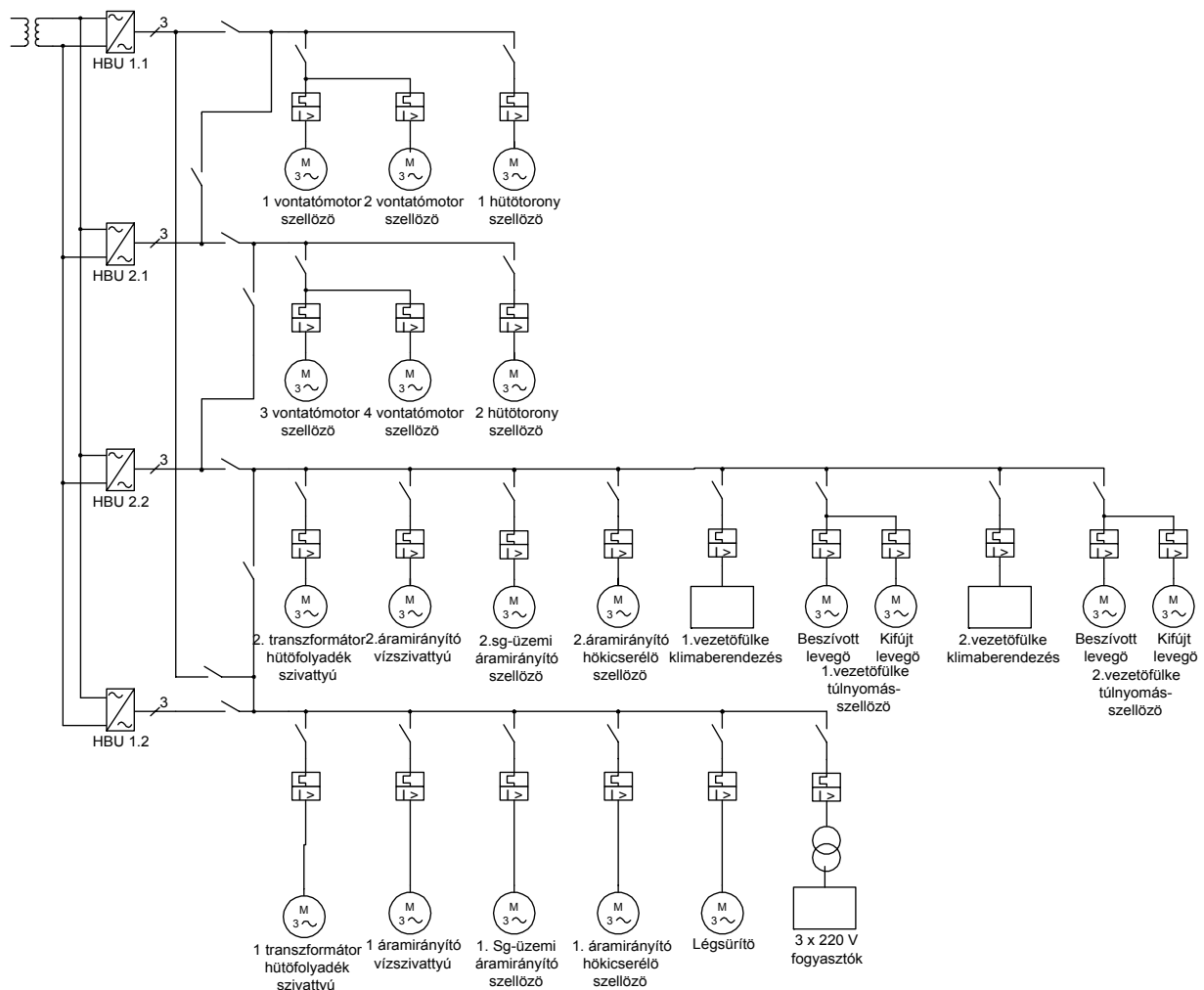
Pótlólagosan még a következő a HBU-tól független fedélzeti hálózatok állnak rendelkezésre:

- DC 110 V: egyenáramú hálózat
- AC 200 V: fedélzeti hálózat

Az egyenáramú,- a fedélzeti hálózat a mozdonyszínben külső, 220 V-os mozdonyszíni csatlakozón keresztül táplálható.

6.8.6.2 A háromfázisú-segédüzemi rendszer kapcsolása

Az 5-ös ábra a segédüzemi koncepció mutatja.



HBU: A segédüzemi áramirányító

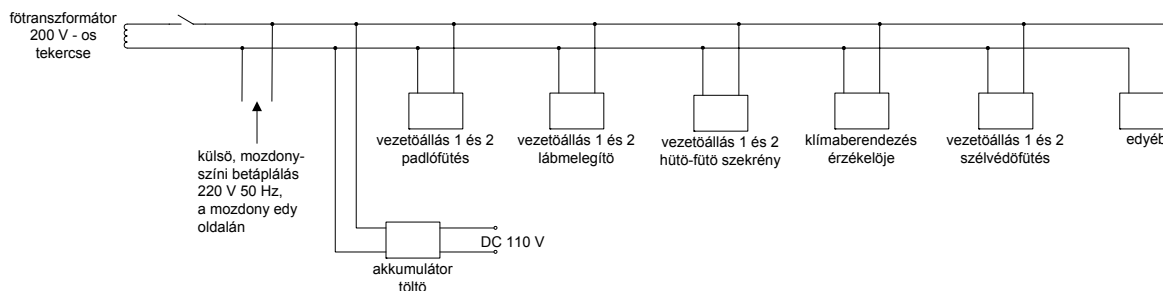
5. Ábra: Segédüzemi koncepció

A segédüzemi motorok kizárólag szabványos háromfázisú, rövidrezárt forgórészű aszinkron-motorok. A motorok 60 Hz-es frekvenciára és 440 V-os üzemi feszültségre készültek.

Rendes körülmények között az 1.1 és 2.1 HBU-ágak változtatható frekvenciával látják el a segédüzem olaj-/vízhűtő szellőzőit és a vontatómotor szellőzőket, forgóvázanként csoportosítva. A szükséges frekvenciát a fölérendelt ZSG adja meg a hűtési igénytől függően.

Az 1.2 és 2.2 HBU-ágak rendes üzemi körülmények között 60 Hz-es állandó frekvenciával látják el a többi háromfázisú-segédüzemi berendezést. A HBU-ág feszültsége és a frekvenciája csupán a légsűrítő motor be,- és kikapcsolásakor csökken le rövid időre, azért, hogy a nagy indítási áramértékeket elkerüljék.

A 6. kép mutatja a fedélzeti hálózat ellátásának elvi kapcsolását.



6. ábra: A fedélzeti hálózat elvi kapcsolása

A főtranszformátor 200 V-os tekercse a következő fogyasztókat látja el:

- akkumulátortöltő berendezés,
- padlófűtés, vezetőállásonként,
- lábmelegítő a mozdonyvezetőnek, vezetőállásonként,
- hűtő-fűtő szekrény, vezetőállásonként,
- a klímaberendezés érzékelője,
- szélvédőfűtés, vezetőállásonként

Továbbá fennáll a lehetőség mozdony-színi csatláson keresztüli táplálásra is, külső csatlakozóaljzaton keresztül.

6.8.6.3 A háromfázisú segédüzemi rendszer redundáns kivitele

A háromfázisú-segédüzemi hálózat lényeges tulajdonsága a rendszer redundáns kivitele:

Ha a négy HBU-ágból egy kiesik, akkor (teljesítmény vezető rész vagy vezérlés) akkor a további üzem 100 %-os vontatási teljesítménnyel lehetséges.

A meghibásodott HBU-ágot a berendezés lekapcsolja. A háromfázisú-segédüzem a következő módon átszerveződik:

- két HBU-ág táplálja változtatható frekvenciával az olaj-vízűtő szellőzőket és a vontatómotor szellőzőket,
- egy HBU-ág táplál minden állandó frekvenciával üzemelő háromfázisú fogyasztót.

Ha a négy HBU-ágból kettő kiesik, akkor (teljesítmény vezető rész vagy vezérlés) akkor a további üzem 50 %-os vontatási teljesítménnyel lehetséges. A két meghibásodott HBU-ágot a berendezés lekapcsolja. A háromfázisú-segédüzem a következő módon átszerveződik:

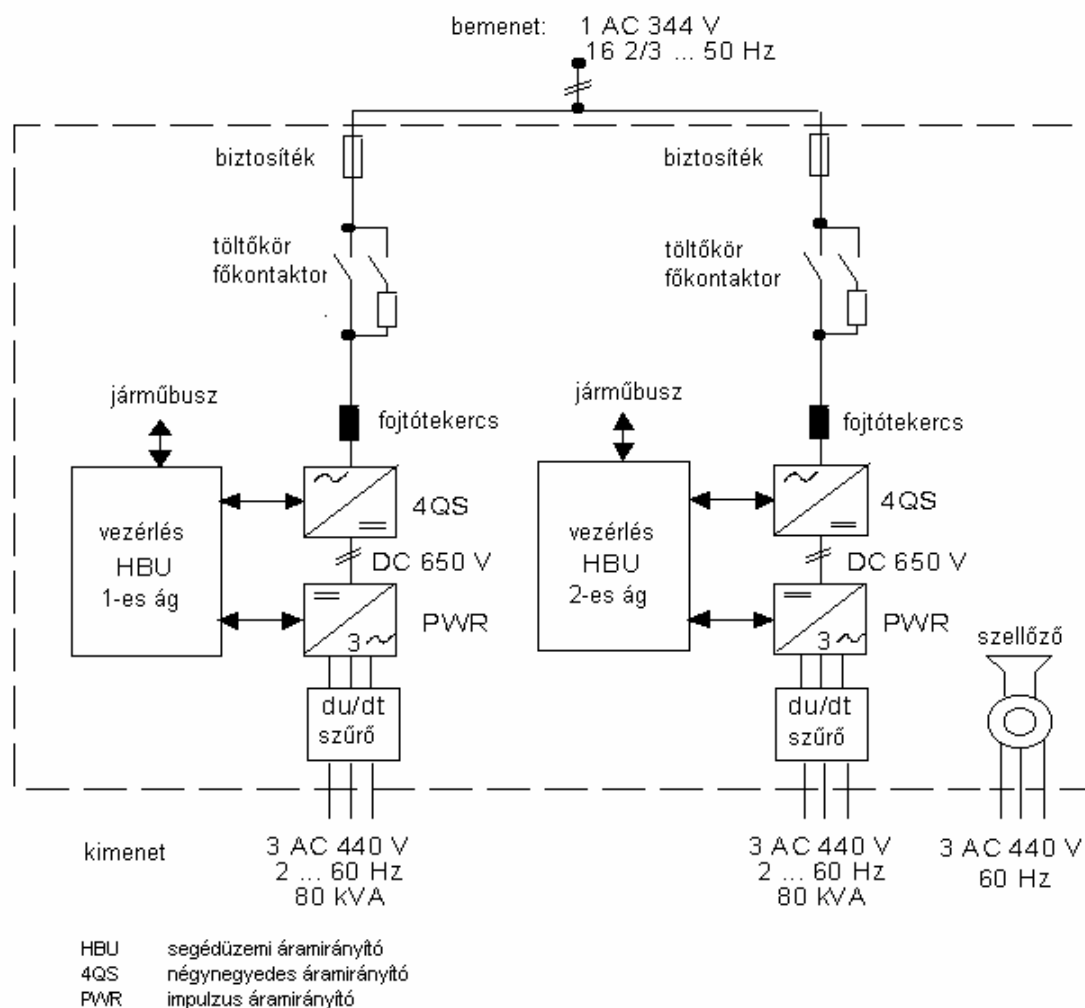
- egy HBU-ág táplálja változtatható frekvenciával az olaj-vízűtő szellőzőket, és egy forgóváz mindkét vontatómotor szellőzőjét, a másik forgóváz selejtezve lesz.
- egy HBU-ág táplál minden állandó frekvenciával üzemelő háromfázisú fogyasztót.

6.8.7 Léghűtésű segédüzemi váltóirányító

6.8.7.1 Általános tudnivalók

Mindkét azonos felépítésű segédüzemi váltóirányítót (HBU 1, HBU 2) a főtranszformátor külön tekercse táplálja. A statikus váltóirányítók a bemenő egyfázisú feszültséget szimmetrikus, háromfázisú rendszerű változtatható frekvenciává alakítja át.

A segédüzemi váltóirányító sematikus felépítése a 7. ábrán látható.



7 ábra: HBU elvi kapcsolási rajza

6.8.7.2 Áramátalakító rész

Minden segédüzemi váltóirányító két különálló ágból áll: (HBU 1; HBU 2).

Mindegyik ág egy bemeneti áramirányítóból, egy DC 650 V-os közbenső körből és egy kimeneti áramirányítóból áll.

A bemeneti áramirányító egy négynegyedes áramirányító (4QS), amely közel 1-es teljesítménytényezővel üzemel. A bemenő feszültséget konstans, 650 V-os egyenfeszültséggé alakítja át.

A kimeneti áramirányító, mint impulzus váltóirányító üzemel, (PWR) amely a közbenső kör feszültségét háromfázisú, szimmetrikus, változtatható frekvenciájú (2 ... 60 Hz) és nagyságú (3 AC 0 ... 440 V) feszültséggé alakítja át. A teljesítmény félvezető elemek impulzusszélesség modulációnak köszönhetően (PWR) messzemenően szinuszalakú kimeneti áram keletkezik.

6.8.7.3 Vezérlés és diagnosztika

A vezérlési, felügyeleti és diagnosztikai feladatokat minden HBU-ág részére mikroprocesszor vezérlés végzi, úgynevezett SIBCOS kompakt-vezérléssel.

A HBU-kompakt vezérlő berendezésének az a feladata, hogy egy ág teljes rendszerének a vezérlését átvegye, azaz a 4QS elemek vezérlését és szabályzását, az önálló kompakt vezérléssel rendelkező PWR részére szükséges parancsok előírását, valamint ezen berendezések, és a berendezés-diagnosztika visszajelzéseinek feldolgozását.

A HBU-kompakt vezérlés a járműbuszhoz (MVB) csatlakozik, amelyen keresztül a HBU a szükséges kimenő értékek nagyságát kapja meg, ellenkező irányban pedig a tényleges értékeket és a hibajelzéseket a felettes központi vezérlőegységnek (ZSG) jelzi vissza.

Minden kompakt vezérlés RS232-es adatátviteli szerviz csatlakozási felülettel rendelkezik a mérési adatok és a diagnosztikai jelentések közvetlen kiolvasásához, amelyeket a hibatároló tárol. A csatlakozási felület a jármű váltóirányítójának külső, előzetes vizsgálatát is támogatja, a járművön történő üzembe helyezés és szerviz mellett.

6.8.7.4 Hűtés

A segédüzemi áramirányító saját hűtőlevegővel hűtött, amely a tető ferde részén egy szűrő/leválasztó-profilrácsra keresztül közvetlenül a vontatómotor hűtőlevegőjéből származik. A hűtőlevegő-áram csak a segédüzemi váltóirányító hűtőtestével kerül érintkezésbe. A vezérlő- és teljesítményelektronika teljesen tokozott kivitelű (por és fröccsenő-víz ellen védett). A légcsatorna szükség esetén gőzborotvával vagy hasonló berendezéssel tisztítható.

6.8.8 Akkumulátortelep és töltőberendezés

Az ES 64 U2 típusú mozdonyba Pintsch Bamag BLG 200/110/13 típusú akkutöltő berendezése van beépítve, a következő műszaki adatokkal:

Névleges bemeneti feszültség:	230 V AC
Bemeneti feszültség tartománya:	100 V AC .. 290 V AC
Teljes teljesítmény rendelkezésre állása	200 V AC fölött
Frekvencia:	16 2/3 Hz és 50 Hz
Névleges kimeneti feszültség:	110 V DC, beavatkozási tartomány 104V - 130V
Jelleggörbe:	IUoU, DIN41772 szerint, hőmérsékletfüggő
Névleges kimeneti áram:	90 A 52 cella esetén

	100 A 48 cella esetén
Akkumulátor töltőárama:	17 A
Névleges kimeneti teljesítmény:	ca. 10 kW
Egyenfeszültség maradék hullámossága	< 3 %
Áram hullámossága:	< 0,1 * I ₅
Teljesítményegység kapcsolási frekvenciája:	12,5 kHz
Védettség:	IP20
Súly:	90 kg

Az ES 64 U2 típusú mozdonyba ólomakkumulátor került beépítésre. Az akkumulátor feszültség DC 104 V. Automatikus vízutántöltés nincs a tervben.

Az akkumulátor egy cellája hőmérsékletérzékelővel van felszerelve. Ezáltal kímélő, hőmérsékletérzékelő töltés valósítható meg az akkumulátortöltő berendezéssel. A töltőberendezés a főtranszformátor 200 V-tekercsére történő rákötésével a HBU-tól független töltés lehetséges.

Az akkumulátor műszaki adatok:

Kapacitás:	86	Ah
Feszültség:	110	V maximális

7 Szabványok

Az UIC-, DIN-szabványok és EN-szabványok felhasználása elsőbbséget élvezett. Amennyiben az UIC- és EN-szabványoknak nem mondtak ellen az IEC-szabványokat is tekintetbe vették.

8 Környezet, hulladékkezelés

Az ES 64 U2 típusú mozdony a környezetvédelem szempontját különlegesen figyelembe véve lett megtervezve.

Az erre vonatkozó, előre meghatározott célok:

- kis energiafelhasználás a nyersanyagok átalakításánál és a mozdony gyártásánál,
- kis energia és nyersanyag felhasználás a mozdony üzemében és karbantartásakor,
- a legmesszemenőkig menő tartózkodás a toxikus és klímakárosító anyagoktól az üzemi veszélyforrások csökkentése és az újrahasznosíthatóság érdekében, különös figyelemmel tűz esetére,
- a munkakörnyezet és egészség magas színvonalának figyelembe vétele az ergonómiailag tervezett vezetőfülkékkel és a mozdony csökkentett zajkibocsátásával,
- mozdony anyagainak újrafelhasználásának lehetőleg legjobb történő figyelembe vétele a használati idő leteltével.

A kitűzött célokat a következő intézkedésekkel valósították meg:

A mozdony alapvetően hosszú élettartamra készült maximális futásteljesítmény és a legkisebb lehetséges kopási értékek mellett. Ezáltal a nyersanyagok takarékos felhasználása biztosítva van. A lehető legmesszebbmenőkig ún. problémamentesen újrafelhasználható fémeket vették számításba konstrukciós anyagként. A nehezen visszanyerhető mű- és kettősfémanyagok rendkívül takarékos módon kerültek beépítésre. Csak ott nyertek alkalmazást, ahol a konstrukciós célt másképpen nem lehetett elérni. (pl. ragasztott biztonsági üveg, vezetőállás padló, a belső berendezés rögzítése a hideg hőhidak elkerülésének érdekében).

A hőszigetelés esetében is messzemenően lemondtak a műanyagok alkalmazásáról. A vezetőállás szigetelése döntő többségben rögzített közegegyapotból áll.

A mozdony üzeme és karbantartása csak minimális környezeti terhelést jelent. Az ajánlott koncepció előnye:

- kis energiafogyasztás a hatékony visszatápláló fékberendezéssel működő modern aszinkron motoros hajtásnak köszönhetően.
- környezetbarát hűtőközeg; csapvíz- és glikol keveréke vontatási áramirányító hűtéséhez, ásványi olaj a transzformátorhoz, FCKW-mentes klímaberendezéshez.
- kismértékű emisszió és kevés hulladék. A nagyteljesítményű visszatápláló fékberendezés csökkenti a fékbetétek kopását, energiát takarít meg és csökkenti a zajkibocsátást. Az optimális futástechnika csökkenti a kopást ez

által a kerék és a sín fémes súrlódását. Magas színvonalra kifejlesztett áramszedő gondoskodik a csúszó kismértékű súrlódásáról. A csapágyazott helyek tömített kivitelűek, úgy, hogy a kenőanyag elfolyásának elkerülése biztosított. A levegős berendezésből származó csapadék külön csapadékgyűjtő edényben gyűlik össze és ellenőrzötten kezelhető. A nyomkarimakenő biológiailag lebomló szilárdanyagot tartalmazó kenőanyaggal dolgozik, amely által az ártalmatlan lebomlás mellett kismértékű kenőanyag felhasználást biztosít. A léghűtés zajkibocsátása optimalizált. Az ES 64 U2 típusú mozdony konstrukciója kezdettől fogva tekintetbe veszi a használati idő utáni újrafelhasználást. Így pl. a nehezen újrafelhasználható több anyagból összegezve előállított alkatrészek csak rendkívül takarékosan kerültek beépítésre. A mozdonytömeg nagy része olyan fémekből áll, amelyek minden probléma nélkül újra feldolgozhatók. A gyártáskor felhasznált más anyagok, amelyek felhasználása szerkezeti szükségességből adódik, a mozdonytesttől könnyen leválaszthatók, kiselejtezéskor így külön újra felhasználhatóak.

9 Rezgés- és zajkibocsátás

Az ajánlatban szereplő mozdony alapvetően úgy lett kidolgozva, hogy a zaj és vibráció messzemenően elkerülhető, vagy ártalmatlan értékre csillapított legyen.

Olyan intelligens szellőzővezérlés van a mozdonyba beépítve, amely gondoskodik arról, hogy csak a berendezések hűtéséhez feltétlenül szükséges szellőzteljesítmény legyen felhasználva. A zajkibocsátás értékei ezért rendszerint a maximális szellőzteljesítménynél szokásos mérésekkor mért értékeknél alacsonyabbak.

Méréstechnikai adatok

Belsőtéri mérési pont	Vezetőfülke, a vezető fülmagassága
Motorventillátor	30 Hz (közepes fordulatszám)
Klímaberendezés	Kézi szabályozás max. fordulatszámmal
Kísérleti futópróbaszakasz	ÖBB-Nordbahn Drösing-től Angern-ig
Vágány	Kavicsagyazatba fektetett betonraljak
Kísérleti specifikáció	SchLV

Belső hangnyomásszint

0 km/h	63 dB(A)
100 km/h	71 dB(A)
120 km/h	73 dB(A)
160 km/h	78 dB(A)
200 km/h	82 dB(A)

A mérés (mérési feltételek, kiértékelés, stb.) szigorúan az SchLV (Szövetségi törvénylap az Osztrák Köztársaság számára: 414. rendelet: sínhez kötött járművek megengedhető zajkibocsátására vonatkozó rendelet - Schlv Bécs: Verlagspostamt 1030 Wien, 25.06.1993). Az UIC 651 szerinti követelmények ezzel teljesülnek.

10 Tűzvédelem

A mozdonyt úgy tervezték, hogy a tűzveszély minimális legyen, és tűz esetén a károk minimális értékre legyenek korlátozhatók. A konstrukció és az anyagválasztás alatt a tűzvédelmi követelmények legmesszebbmenőkig figyelembe lettek véve.

A mozdony mechanikus berendezései, azaz a forgóvázak, a mozdonysekrény és tető, túlnyomó részben nem éghető anyagból készült (vas, réz, stb.).

A villamos rész koncepciója szerint vízhűtésű áramirányítókat választottak. Ezáltal a tűzveszély egy hagyományos mozdonnyal történő összehasonlításban lényegesen kisebb.

A géptér felosztása zárt állványokkal és a vízhűtésű áramirányítók állványának a mozdony közepén történő elhelyezése megnehezíti a tűz továbbterjedését.

A géptér és a vezetőfülkék közötti elválasztó falakon lévő kábelátvezetések gázszivárgás mentesen tömítettek. A géptér és a vezetőfülke közötti elválasztófal tűzgátlóan, acélszerkezet-kivitelben készült.

A mozdony kézi tűzoltó-berendezésekkel felszerelt. A berendezések kímélése érdekében CO₂ – tűzoltó-berendezések kerültek beépítésre.

A DIN 5510 értelmében 2-es tűzvédelmi osztály betartott. A savak és más toxikus anyagokból származó tűz emisszió a lehető legkisebb mértékű. A mozdonyba szerelt tűzjelző berendezés felszerelése tervezett, az optikai tűzérzékelők a következő helyeken kerültek elhelyezésre:

- vontatási áramirányítóként egy,
- egy a segédüzemi állványban,
- egy a levegős állványban.

Ez a megoldás optimális észlelést valósít meg. A kijelzés a vezetőállás képernyőjén jelenik meg, egyidejű hangjelzés mellett.

11 Dokumentáció

Az 1. mozdony kiszállításával a következő dokumentáció kerül átadásra:

Megnevezés
2. modul
Módosítások jegyzéke
A mozdony leírása
Útmutatások és információk
A karbantartás felépítése
Karbantartási terv
Biztonsági adatlapok
A műhely felszerelése
Festékbevonat
3. modul 1. kötet
ZSG központi vezérlő egység
3. modul 2. kötet
ASG hajtásvezérlő egység
ZSG központi vezérlő egység
SIBAS-KLIP készülékleírás üzem MVB-nél
SIBAS-KLIP a készülék kézikönyve
Kijelző
4. modul 1. kötet
Útmutatások és információk
A karbantartás felépítése
Karbantartási terv
Meghúzási forgatónyomatékok
Üzemi határértékek
Műhelyfelszerelés
Karbantartási kézikönyv
Karbantartási utasítás N 10 000 km
Karbantartási utasítás F 1 100 000 km
API terven felüli
E és M képrészlet
4. modul 2. kötet
Karbantartási utasítás F 2 200 000 km
Karbantartási utasítás F 3 300 000 km
4. modul 3. kötet
Karbantartási utasítás ZÜK 1 / ZÜF 1000 000 km
Karbantartási utasítás ZÜK 1 / GÜF 2000 000 km
4. modul 4. kötet
Karbantartási utasítás ZÜK 2 / ZÜF 3000 000 km
Karbantartási utasítás ZÜK 1 / GÜF 4000 000 km
4. modul 5. kötet
Karbantartási utasítás ZÜK 1 / ZÜF 5000 000 km
Karbantartási utasítás GÜK / GÜF 6000 000 km
5. modul 1 kötet M-rész
A mozdony szekrény megemelése
Hajtóforgóváz
Tetőszelvény
Hajtott kerékpár

Kétáramnemű villamos mozdonyok a MÁV Rt. számára

Mozdonyleírás ES 64 U2

Seite 79 von 87

Megnevezés
Vízszintes ütköző
Függőleges ütköző
Kerékpárcsapágy
Teleszkópos lengéscsillapító
Nyomkarima kenés
Első szélvédő
Ütköző- és vonókészülék
Makrofon
Homoklépcső
5. modul 2. kötet M-rész
Fékberendezés (leírás)
Sűrítettlevegő rendszer vázlat
A sűrítettlevegős berendezés darabjegyzéke
Kettős fékrudazat (leírás)
Tartókaros féktengely (leírás)
Kapcsolótengely (leírás)
Féktárcsa (leírás)
PBE típusú fékhenger (Leírás)
PBEC típusú fékegység (karbantartási utasítás)
PBECFP típusú fékegység (karbantartási utasítás)
Átvételi specifikáció PBE, PBEC típusoknál
Átvételi specifikáció PBEFP, PBECFP típusoknál
Kenőzsír a fékegységekhez (utasítás)
Meghúzási nyomatékok a fékegységekhez (utasítás)
Fékhenger adatlap
Tisztítóberendezés (kézikönyv)
5. modul 3. kötet M-rész
Fékberendezés (leírás)
A sűrítettlevegő rendszer vázlata áttekintéssel
-beépítési rajzok (fékberendezés)
-szemrevételezéses karbantartási utasítások (fékberendezés)
-karbantartási utasítások (fékberendezés)
-pótalkatrészek (fékberendezés)
Légsűrítő
Tömlővezeték
Kondenzátumberendezés
Átmenő csap
NHS biztonsági szelep
Légszárító berendezés
OEF 3 olaj finomszűrő
Légszűrő
FS42 vezető fékszelep
IBH-IBP összekötőkábel
SBV 1 gyorsfék szelep
Légtartály
Légsűrítő egyenáramú motorral
Levegő lezáró csap, jobbos kivitel
Levegő lezáró csap, balos kivitel
Fékkuplung
Fékkuplung

Megnevezés
Tömlővezeték
Átmenő csap
Mágnesszelep
Készülék dugaszoló aljzat
Nyomáskapcsoló
5. modul 4. kötet M-rész
Távműködtetés a rögzítőfékhez
Elzáróváltó a vonatbefolyásoláshoz
Vészszelep a vonatbefolyásoláshoz
WMV-05NZG mágnesszelep
Készülék dugaszoló aljzat
PSG-féktábla
HL-vezérlés
AW 4.1C analóg váltó
Relés szelep
WMV01-WMV01-ZT mágnesszelep
DG4-TC nyomásadó
3l-es légtartály
Vezérlőszelep
5. modul 4. kötet M-rész
Közbenső karima
K1-E ellenőrző csőcsonk
Nyomáscsökkentő szelep
Kettős visszacsapó szelep
5l-es légtartály
5. modul 5. kötet M-rész
PSG-modul nyomásmódosító
PSG-modul közvetlen fék
PSG-modul rugós tároló
PSG-modul homokolás
PSG-modul hozzáillesztés
PSG-modul segédleghűtő
5. modul 6. kötet M-rész
ESRA-dokumentáció
Kerékpár csapágy terhelés
Készülék-elrendezés
Hóeltakarító
Antennaszerelem
Jármű ürszelvény mérőlap
Kerékterhelés mérőlap
Menekülőnyílás
Baleseti emelési utasítás
Vezető- és vonatkísérőülés
5. modul 1. kötet E-rész
Utasítások és információk az E-részhez
Alrendszerek és készülékek jegyzéke
Áramirányító
Áramszedő
Magas feszültségi levegőtömlő
Földelő érintkezés

Megnevezés
Tűlfeszültség levezető
Vontatómotor hajtóművel
Forgórész
Méretes ábra
Tekercseléztisztítás a vontatómotorokhoz
Optikai impulzusadó
Termosztát
Fordulatszám adó
Földelés leválasztó
Főmegszakító
15 kV-os nagyfeszültségi váltó
15 kV-os nagyfeszültségi váltó
Tetőátvezetés áramváltóhoz
5. modul 2. kötet E-rész
25 kV-os fő transzformátor
5. modul 3. kötet E-rész
Dugaszolható áramváltó
30 kV-os sarkos dugasz
45 kV-os sarkos dugasz
Vezetékvédelmi kapcsoló
Segédkapcsoló
Vezetékvédelmi kapcsoló
Segédkontaktor
Kontaktor
LP 115 légsűrítő aggregát
Billenőkapcsoló
Áramszedő – választókapcsoló
Segéd kontaktor
Segéd kontaktor
Menetszabályozó egység
Segéd-menetszabályozó
Nyomógomb
Billenőkapcsoló
Vezérlőkapcsoló
Vezérlőkapcsoló hozzárendelési jegyzék
K-micro
Csatlakozókábel
Vezetékvédelmi kapcsoló
Segéd kontaktor
Vezetékvédelmi kapcsoló
5. modul 4. kötet E-rész
Segéd kontaktor
Vezetékvédelmi kapcsoló
DC/DC váltó
Átlátszó nyomógomb
Piros nyomógomb
Zöld nyomógomb
Forgókapcsoló
Pótfék fékállító
UIC – kábel

Megnevezés
Feszültségváltó
Elektro-pneumatikus dugaszoló aljzat
Segédüzem áramátalakító (HBU)
Motoros szellőztetőegység
Helyiségtermosztát
Dugaszos csatlakozó
Vezetékvédelmi kapcsoló
5. modul 4. kötet E-rész
Felügyeleti relé
Jármű akkumulátor
5. modul 5. kötet E-rész
Akkutöltő készülék Működés- és készülékleírás
Akkutöltő készülék javítási és karbantartási utasítás
DC/DC váltó (hátsó falon lévő szekrény)
DC/DC váltó (hátsó falon lévő szekrény)
DC/DC váltó (hátsó falon lévő szekrény)
Sárga fényjelzőlámpa (hátsó falon lévő szekrény)
Kontaktor (segédüzemi állvány)
Kontaktor (segédüzemi állvány)
Kontaktor (segédüzemi állvány)
Időrelé (segédüzemi állvány)
Időrelé (segédüzemi állvány)
Feszültség és földzárlatmérő (hátsó falon lévő szekrény)
Billenőkapcsoló (hátsó falon lévő szekrény)
Zöld nyomógomb
Piros nyomógomb
Bütykös kapcsoló (hátsó falon lévő szekrény)
Áramváltó
Fűtési kontaktor
Egyfázisú leválasztótranszformátor
Fali készülék dugasz
Leválasztó
Áramváltó
Feszültségváltó
Fűtés csatlakozó doboz
Kábelköteg
Hűtőberendezés
Vízszivattyú
Olajhűtő szellőző
5. modul 6. Kötet E-rész
Vezetékvédelmi kapcsoló
Kontaktor
Kontaktor
Kontaktor
Segéd kontaktor
Vontatómotor szellőző
Teljesítménykapcsoló
Billenőkapcsoló
Háromfázisú transzformátor
Rádiós zavarűrlő

Megnevezés
Moduláris vezetőállási kijelzőkészülék
5. modul 6. kötet E-rész
Regisztrálási egység
Kijelzőterminál
Energiamérő berendezés
Fekete nyomógomb
Füstjelző
Pedál
Vezérlőkapcsoló
LZB80 - készülékszekrény
Szerelőlap
Csatlakozókábel
Járműmágnes
Csatlakozókábel az INDUSI-hoz
5. modul 7. kötet E-rész
Szerelőlap
Szerelőlap
Szerelőlap
Szerelőlap
Szerelőlap
Mennyezeti felépítmény lámpa
Menetrend lámpa
Beépített lámpa tompítókapcsolóval
Klímaajtó világítás
Világító egység
Világító egység
Halogén kislámpa
Lépcsőlap világítás
Lépcsőlap világítás
Halogén kislámpa
Beépített távkapcsoló
Időrelé
Huzalellenállás
Huzalellenállás
Légkondicionáló berendezés
Padlópanel
Padlópanel
Hűtő/fűtő készülék
Teljesítménykapcsoló
Kontaktor
Szabályozó
Huzalellenállás
Ellenállási NYÁK-lap
Átkapcsoló
Ablaktörő motor
5. modul 7. kötet E-rész
Vezérlőkapcsoló
Tükörablak fűtés
Tükörfűtés
Speciális gumi vezeték

Megnevezés
Speciális gumi vezeték
SIENOPOR-vezeték
5. modul 8. kötet E-rész
ZFM90 vonati rádiós mobilkészülék járműberendezés
5. modul 9. kötet E-rész
ZFM90 vonati rádiós mobilkészülék adó-vevő berendezés
6. modul 1-7. kötet
Mozdony beépítési rajzok
Mozdony gyártási rajzok
Darabjegyzék
8. modul 1-5. kötet
Forgóváz darabjegyzék
Forgóváz szerelési rajzok
Forgóváz gyártási rajzok
9. modul 6. kötet E-rész
Áramúterv
9. modul 7. kötet E-rész
Üzemi tartozékokjegyzék
9. modul 8. kötet E-rész
Vezetéktáblázat
Kötegtáblázat E-rész
9. modul 9. kötet E-rész
Készülékkábelezési táblázat
9. modul 10. kötet E-rész
Csatlakoztatási táblázat

A dokumentáció a következő rajzokat tartalmazza:

Sorsz.	Rajzszám	Megnevezés
01	7471000	Teljes mozdony RH 1116 D
02	7470499	Oldalsó tükör csatl.
03	7470455	M. felszállás kézi fog.
04	7470441	Készülékelrendezés Mr.
05	7470440	Készülékek és csövek alváz
06	7470439	Készülékelrendezés Mr.
07	7470436	Vezetőfülke tető csatl.
08	7470434	Vezetőfülke tető csatl.
09	7470432	Vészki szállási csapóajtó
10	7470428	Vészki szállási csapóajtó
11	7470423	1116-os készülékelrendezés
12	7470422	1116-os készülékelrendezés
13	7470421	1116-os készülékelrendezés
14	7470419	2. vezetőfülke elrendezés
15	7470418	1. vezetőfülke elrendezés
16	7470417	2. vezetőfülke elrendezés
17	7470402	FR2 teljes vezetőasztal
18	7470397	1. vezetőfülke elrendezés
19	7470396	2. vezetőfülke elrendezés
20	7470395	FR1 teljes vezetőasztal

Kétáramnemű villamos mozdonyok a MÁV Rt. számára

Sorsz.	Rajkszám	Megnevezés
21	7470394	Festés/feliratozás
22	7470386	Oldalsó blende felsz.
23	7470379	Oldalsó blende felsz.
24	7470335	Levegőakna elrendezés
25	7470332	Levegőakna elrendezés
26	7470318	Festés/feliratozás
27	7470309	Csatlakozómező
28	7470294	Menetrend-könyv szekrény
29	7470293	Hátsó falon lévő szekrény+215
30	7470292	Hátsó falon lévő szekrény +115
31	7470290	Teljes felszállóajtó
32	7470285	Tartály allv. kpl.
33	7470225	Festés/feliratozás
34	7470224	Sűrítettlevegő készülék kpl.
35	7470220	Segédüzem készülék+157G
36	7470219	M. teljes tetők
37	7470218	Teljes 4. tető
38	7470217	Teljes 3. tető
39	7470216	Teljes 2. tető
40	7470214	Teljes 1. tető
41	7470183	Kocsiszekrény vázfelépítés
42	7470169	RH1116 teljes mozdony
43	7440416	1. vezetőfülke elrendezés
44	1475591	Ventilátor előtét szerelés
45	1470781	Teljes beszállóajtó
46	1470768	A mozdony sínre rakása
47	1470767	Kerékterhelés mérőlap
48	1470766	Berner tér mérőlap
49	1470763	Antennaszerelés
50	1470760	M. ütk./vonó-készülék
51	1470759	Homokszekrény szerelés
52	1470758	Akkuszekr. szerelés
53	1470755	M. hókotró
54	1470301	Kulcscsomó
55	1470267	Hegesztett alátét
56	1470265	Teljes aljzat
57	1315530	Hátsó trafotartó mérőlap
58	1315380	1-es jelű sín
59	1315046	Forgócsap
60	1315016	FR mérőlap nyomástömített
61	1315010	Hátsó MB közepes hosszúságú tr.
62	1315009	Elülső MB közepes hosszúságú tr.
63	1315008	Elülső trafotr. mérőlap
64	1315007	MB DZ-keresztartó
65	1315006	Fejtámla mérőlap
66	1315005	Alváz mérőlap
67	1313313	Fényezett vakfedél
68	1178249	Vezetőfülke tető rácsatl.
69	1178248	FR1 belső burkolat
70	1177290	Oldalsó tükrő felsz..

Kétáramnemű villamos mozdonyok a MÁV Rt. számára

Sorsz.	Rajzszám	Megnevezés
71	1176656	Géptér ajtó
72	1175905	Oldalsó blende felsz.
73	1175895	Rollo, beépítés
74	1175890	Klímaberendezés beépítés
75	1175854	Levegőcsatornák elrendezése
76	1175852	Vezetékfektetés
77	1175699	Nagynyomású szelep beépítés
78	1175695	Ablaktörlő beépítés
79	1175684	Padló elrendezés
80	1175454	Hátsó trafotartó hegesztett
81	1175359	Szekunder rugó felsz.
82	1175295	Alváz hegesztett
83	1175242	Vészkiállási csapóajtó
84	1175209	M. felszálló-kézi
85	1175203	M.trafó és csövezés
86	1175119	UG ráhegesztett részek
87	1175118	Hátsó középhosszú t.ge.
88	1175116	Padlólap és készüléktartó
89	1175115	Hossztartó hegesztett .
90	1175114	Elülső középhosszú t.heg.
91	1175113	Első trafotartó.hegesztett .
92	1175112	DZ-keresztartó.hegesztett .
93	1175111	Fejrész hegesztett
94	1175070	Szélvédő beépítés
95	1174973	Redős átjáró szerelés
96	1174550	Csatornaablak beépítés
97	1172202	Adó rászzerelés
98	1172039	Fedőlemez