



**DEBRECENI EGYETEM
MŰSZAKI KAR
GÉPÉSZMÉRNÖKI TANSZÉK**

UNIVERSITY OF DEBRECEN
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING

**GANZ SOLARIS TROLLINO 12
TÍPUSÚ TROLIBUSZ
KOMPRESSZORÁNAK VIZSGÁLATA
SZAKDOLGOZAT**

Tolvaj Dávid Csaba

Járműipari folyamat-tervező specializáció

Debrecen

2023

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	V
1 Bevezetés.....	1
1.1 Megoldandó probléma	1
1.1.1 Ganz Solaris Trollino 12 típusú trolibusz	1
1.1.2 BRQ4/10/35 TFH típusú légkompresszor	2
1.2 DKV Debreceni Közlekedési Zrt. bemutatása	3
1.2.1 Mivel foglalkozik a DKV Debreceni Közlekedési Zrt.....	3
1.2.2 A vállalat eredete.....	3
1.2.3 Debreceni villamos közlekedés létrejötte.....	3
1.2.4 Trolibuszjáratok létrejötte.....	4
1.3 Célkitűzés	4
2 Légsűrítők fejlődése, története.....	5
2.1 Röviden a légszivattyúkról	5
2.2 Kompresszorok kenése	5
2.3 Kompresszorok fajtái és csoportosítása.....	6
2.4 Térfogat kiszorításos elven működő kompresszorok	6
2.4.1 Dugattyús kompresszor és membrán kompresszorok	6
2.4.2 Csúszólapátos/Lamellás kompresszor	7
2.4.3 Csavar kompresszor.....	8
2.4.4 Roots kompresszor	9
2.4.5 Spirálkompresszor	9
2.5 Áramlásdinamikai elven működő kompresszorok	10
2.5.1 Radiális kompresszorok	10
2.5.2 Axiális kompresszorok.....	11
3 Ganz Solaris Trollino 12 típusú trolibusz légkompresszor működése és karbantartása	12

3.1	BRQ4/10/35 TFH légkompresszor működése.....	12
3.2	A Ganz Solaris Trollino 12, GST 12D és GST 12D-2 típusok közötti különbségek	13
3.3	Pneumatikus rendszer által ellátott berendezések, eszközök	16
3.4	Kompresszor egység részegységeinek bemutatása, feladata, funkciói ..	18
3.5	BRQ4/10/35 TFH típusú kompresszor karbantartása.....	20
3.5.1	Alkalmazott karbantartási módszerek	20
3.5.2	Előforduló hibák.....	22
4	Kompresszor meghibásodása, valamint javítási módjai	24
4.1	Tengelykapcsoló meghibásodása	24
4.2	Sűrített levegőben megtalálható olajpára által okozott meghibásodások	26
5	Javaslat a BRQ4/10/35 TFH típusú kompresszor karbantartásához!.....	29
5.1	A jelenlegi pneumatikus rendszer állapota	29
5.2	Tartály és beépítési helyzetének megválasztása	30
5.3	GST 12 típusok esetén	31
5.4	GST 12D és GST 12 típusok esetén	31
5.5	Fejlesztéshez szükséges pneumatikus elemek	32
5.6	Költségvetés	36
5.7	Beépített alkatrészek karbantartása.....	38
6	Összegzés	39
	Irodalomjegyzék	41
	Ábrajegyzék	44

1 Bevezetés

1.1 Megoldandó probléma

A szakdolgozatom témáját a DKV Debreceni Közlekedési Zrt. együttműködésével választottam meg. Az általuk forgalomban használt Ganz Solaris Trollino 12, Ganz Solaris Trollino 12D és Ganz Skoda Trollino 12D-2 típusú trolibuszban található BRQ4/10/35 TFH típusú légkompresszor működésével, karbantartásával és az előforduló meghibásodások javításával foglalkozik. A DKV Debreceni Közlekedési Zrt. felkeresése után személyes megbeszélés alatt lett meghatározva, hogy a szakdolgozat témája az általuk üzemeltetett Ganz Solaris Trollino 12 típusú trolibuszokban található BRQ4/10/35 TFH típusú légkompresszorral kapcsolatban készül. A meghatározott feladatok a BRQ4/10/35 TFH típusú légkompresszor működéséről, karbantartásáról és az előforduló meghibásodásokról szól, amelyekhez a meghibásodások megelőzése érdekében fejlesztési javaslatot teszek.

1.1.1 Ganz Solaris Trollino 12 típusú trolibusz

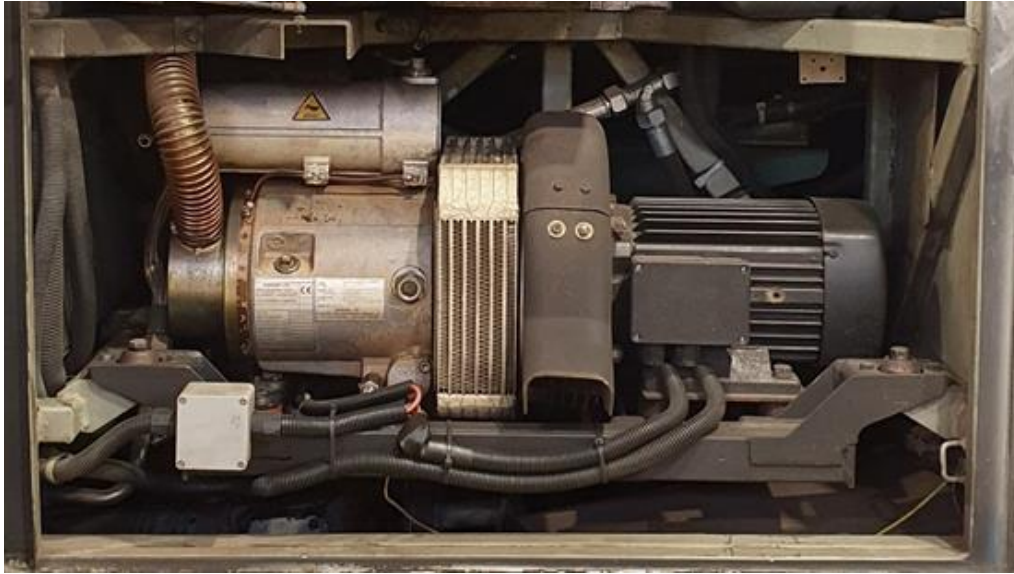
A Ganz Solaris Trollino 12 típusú trolibusznak három típusa található a DKV Debreceni Közlekedési Zrt.-nél, amik a Ganz Solaris Trollino 12, Ganz Solaris Trollino 12D és a Ganz Skoda Trollino 12D-2, ezekre a szakdolgozatom folyamán Ganz Solaris Trollino 12 és GST 12-ként fogok hivatkozni, ahol az egyes típusokban nem található különbség és ha eltérés található a típusok között az külön kiemelésre kerül. A GST 12 típusú trolibuszokat 2005-2007 tartó időszakban helyezték üzembe, összesen 21db gépjárműről van szó, amiben mind megtalálható az általam vizsgált BRQ4/10/35 TFH típusú légkompresszor. [1,2]



1. ábra. Ganz Skoda Trollino 12D-2 [2]

1.1.2 BRQ4/10/35 TFH típusú légkompresszor

A Ganz Solaris Trollino 12 típusú trolibuszban található BRQ4/10/35 TFH típusú légkompresszor elsődlegesen a trolibusz fékezését látja el fékkompresszorként ezért kritikus, hogy működése megszakítás nélküli, folyamatos és megbízható legyen. A légkompresszor elsődleges célja a fékezés, de a gépjármű működéséhez egyéb kritikus feladatokat is ellát. Az ellátott feladatok lehetnek az ajtók működtetése, amely lehetővé teszi az utasok fel és leszállását továbbá biztosítja, hogy a menet közben megfelelően zárjon az utasok biztonsága érdekében, a kompresszor a feladatát képezi a légrugók szabályozása is, továbbá az áramszedő lehúzó berendezés működtetését is végzi a GST 12D és a GST 12D-2 típusok esetében. [2]



2. ábra. BRQ4/10/35 TFH típusú légkompresszor beépítve a gépjárműben

1.2 DKV Debreceni Közlekedési Zrt. bemutatása

1.2.1 Mivel foglalkozik a DKV Debreceni Közlekedési Zrt.

A DKV Debreceni Közlekedési Zrt. a Debrecen városon belüli menetrendszerinti közösségi személyszállítással és ehhez kapcsolódó menetrend tervezéssel és fejlesztéssel foglalkozik, a tömegközlekedést különböző járművekkel biztosítják, mint villamosok, trolibuszok és buszok, továbbá kínálnak bérelhető különjáratokat is eseményekhez, ezeket a járműveket rendszeresen karbantartani kell, amelyet a telephelyen megtalálható belső karbantartó üzemben végzik. [3]

1.2.2 A vállalat eredete

A cég története a 1884 októberében indult lóvasút pálya kiépítéssel és az egyik jogelődjével kezdődik a DVH vagyis A Debreceni Helyi Vasút Részvénytársasággal, amely 1887.január 1-jén lett létrehozva. [1]

1.2.3 Debreceni villamos közlekedés létrejötte

Debrecen városában a villamos közlekedés 1911. márciusában indult meg, amelyre a DHV 30db motorkocsit szerzett be, az elkövetkező pár évtizedben több útvonal is megnyílt majd a II. világháború alatt megsemmisült. A DHV-t 1950

január 1-jén államosították, majd 1957-ben a vállalat neve Debreceni Közlekedési Vállalat DKV lett. [1]

1.2.4 Trolibuszjáratok létrejötte

Az első trolibuszjárat felavatása Debrecenben 1985. július 2-án történt meg. A Debreceni trolibuszokat a 2000-es évek második felében történt meg amikor a Vagyonkezelő Rt. pályázatot hirdetett 21db új trolibusz beszerzésére, amelyek a Ganz Transelektro Közlekedési Részvénytársasággal lett megkötve, amely az első tíz jármű szállítása után a Ganz Transelektro Közlekedési Részvénytársaságot felvásárló Ganz Skoda Zrt. szállította 2007 november 28-ra. Az itt beszerzett gépjárművek voltak a Ganz Solaris Trollino 12 (5db), Ganz Solaris Trollino 12D (5db) és a Ganz Skoda Trollino 12D-2 (11db) ezek mind alacsonypadlós kivitelezésűek és egy részük képes dízelaggregátoros önjáró üzemmódra is. [1]

1.3 Célkitűzés

A szakdolgozatomban elfogom készíteni az alábbi feladatokat: A légekompreszorok működésének és fajtáinak leírását, bemutatását, A Ganz Solaris Trollino 12 típusú trolibuszban található BRQ4/10/35 TFH típusú fékkompresszor működését és karbantartását, továbbá az elforduló hibáinak javítását és fejlesztési javaslatát.

2 Légsűrítők fejlődése, története.

2.1 Röviden a légszivattyúkról

A legtöbb szakirodalom a légsűrítő/Légszivattyú/Légkompresszor fogalmát közel hasonlóan fogalmazza meg, amely a következő: Egy gép, amelyet meghajtva egy adott gáz nyomását növeli és térfogatát csökkenti. Fontos megjegyezni, hogy ez a folyamat hőképződéssel jár, amit el kell vezetni. [4]

Használata széleskörűen elterjedt a modern világban legyen szó háztartásról vagy ipari környezetről. A kompresszorok széleskörűen használhatók mind teljesítmény átadáshoz, hűtéshez és közeg szállításához.

2.2 Kompresszorok kenése

A kompresszorokból kenés szempontjából elkülöníthetjük azokat a kompresszorokat, amik a sűrítési térbe nem vezetnek kenő anyagot ezzel a sűrített levegőbe nem kerül kompresszorolaj és azokra a kompresszorok, amelyek működéséhez szükséges a kompresszorolaj bejuttatása a sűrítési térbe. A szárazon működő kompresszorok általánosságban elmondhatóak, hogy élettartamuk rövidebb a kompresszorokkal szemben, amelyek kenőolajat használnak a sűrítési térben. Az olaj feladata ezekben a kompresszorokban az egymáson elmozduló alkatrészek megfelelő kenésének biztosítását. A kenőolaj továbbá biztosítja az elmozduló alkatrészek egymás közötti tömítés fenntartását is. A kompresszor működés közben súrlódás hatására melegszik ebben az esetben az olaj funkciója lehet a kompresszorblokkban található sűrítést végző elemek hűtése. A kompresszorban használt kenőolaj tulajdonságai, viszkozitása minden működési körülmény között működő képesnek kell, hogy legyen. A nem megfelelő olaj használata esetén a kenőolaj nem garantált, hogy megfelelő mennyiségben jut el a szükséges alkatrészekhez, ez jelentheti azt, hogy kevés olaj jut el a szükséges területekre, de azt is, hogy a szükségesnél több olaj is képes eljutni a kenést igénylő alkatrészeknél. A nem kívánt mennyiségű kompresszorolaj eljutása az egyes alkatrészekhez, abban az esetben, ha túl sok jut el, akkor ez az olaj tovább jutását a rendszerben hozhatja magával, ahol az olaj képes meghibásodásokat okozni a pneumatikus rendszer további elemeiben. [5]

2.3 Kompresszorok fajtái és csoportosítása

A kompresszorok csoportosítását működésük szerint két csoportba soroljuk a térfogat kiszorításos elven működők és az áramlásdinamika elvén működőt ezeken belül a kompresszorok tovább csoportosíthatók, de ez a két főtípusa határozható meg alapvetően. [4]

2.4 Térfogat kiszorításos elven működő kompresszorok

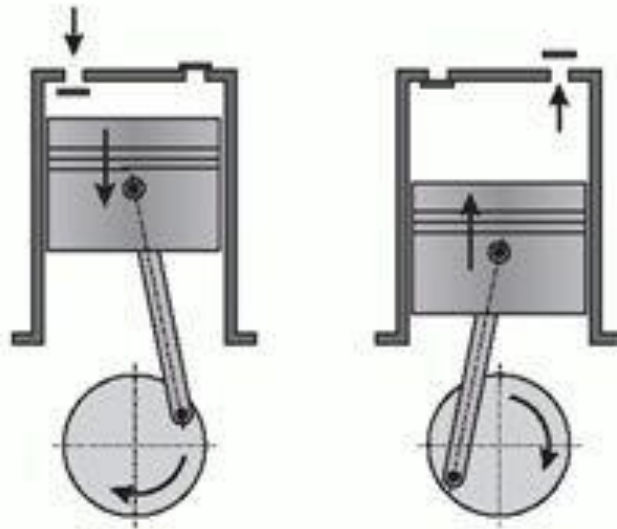
A térfogat kiszorítás elvén működő kompresszorokban egy körül határolt térben található energia átalakító alkatrész alternáló vagy forgómozgást végez, amely a rendelkezésre álló teret változtatja ennek hatására áramlik a közeg. [6]

2.4.1 Dugattyús kompresszor és membrán kompresszorok

A dugattyús kompresszorokat egy forgattyús mechanizmus hajtja a hengereket, amik alternáló mozgás segítségével végezi el a kívánt sűrítést. A működése a hengerek mozgásának és a szívó és nyomó szelep nyitásának és zárásának összehangolásával jön létre ez látható a 3. ábrán. A nagyobb sűrítési nyomás létrehozásához lehet alkalmazni több fokozatos dugattyúkat, ahol az első sűrítés után a másodikba vezetik ezzel növelve a nyomást. [4,6]

A membrán kompresszor a dugattyúhoz megegyezően alternáló mozgást végez a különbség a kettő között, hogy a szívó és nyomó tér elkülönül egy membrán segítségével ezzel megakadályozva a levegő olaj felvételét. [4]

A dugattyús kompresszorok működési elve és szerkezetük hasonló a dugattyús szivattyúval a különbség a mozgatni, sűríteni kívánt közegben van, mert a gáz térfogata változik ez a sűrítési folyamat hatására hő keletkezik és az egységet valamilyen hűtési megoldással kell ellátni. [7]



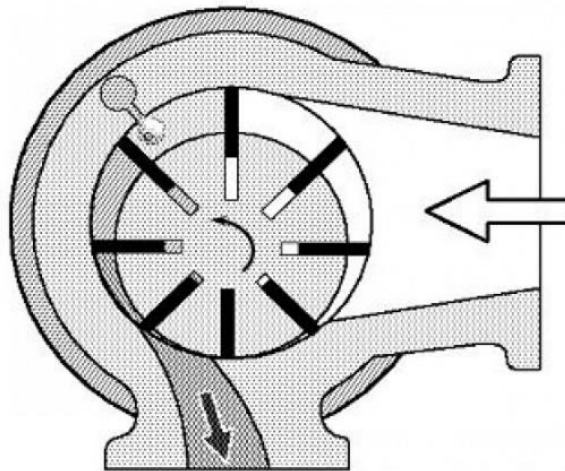
3. ábra. Dugattyús kompresszor elvi működése [7]

2.4.2 Csúszólapátos/Lamellás kompresszor

A Csúszólapátos kompresszor a térfogatkiszorításos elven működik és a kívánt sűrítést forgó mozgás alapján hozza létre. A forgó részben hornyok találhatók, amelyben a csúszólapátok helyezkednek el ezeket a csúszólapátokat a centrifugális erő a külsőfalhoz szorítja. A forgó mozgás és a ház excentrikus kialakítása miatt a rendelkezésre álló tér csökken majd megfelelő sűrítést elérve a fordulat végén a sűrített közeg a nyomónyíláson távozik. [4]

A csúszólapátos kompresszorok által keltett rezgések és a kompresszor működési hangkibocsátása alacsony és nem kelt lökés szerű rezgéseket, hullámokat, ezek a tulajdonságok a lamellás kompresszorokat megfelelővé teszik olyan környezetben, ahol az alacsony rezgések és hangképzések elvárások, mint például személyszállító gépjárművekben, a repülőgép iparban vagy egyéb berendezésekbe építve, ahol az alacsony keltett rezgések előnyt jelentenek. [8]

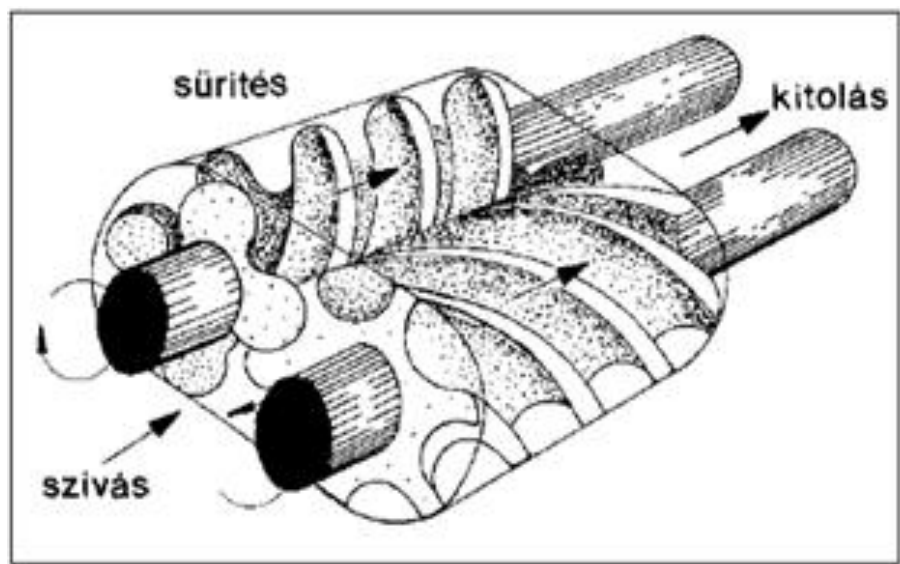
A csúszólapátos kompresszorok sűrítését a kompresszorház kialakítása határozza meg, a kialakítás hátránya, hogy a környezeti hatásokra a keletkező sűrített levegő nyomása változóképes, ezt a kialakítás által keltett problémát egy nyomásleeresztő szelep beépítésével lehetséges szabályozni, ez a megoldás jellemző a mai csúszólapátos kompresszor kivitelezésekre. [8]



4. ábra. Csúszólapátos kompresszor sűrités elvi ábrája [9]

2.4.3 Csavar kompresszor

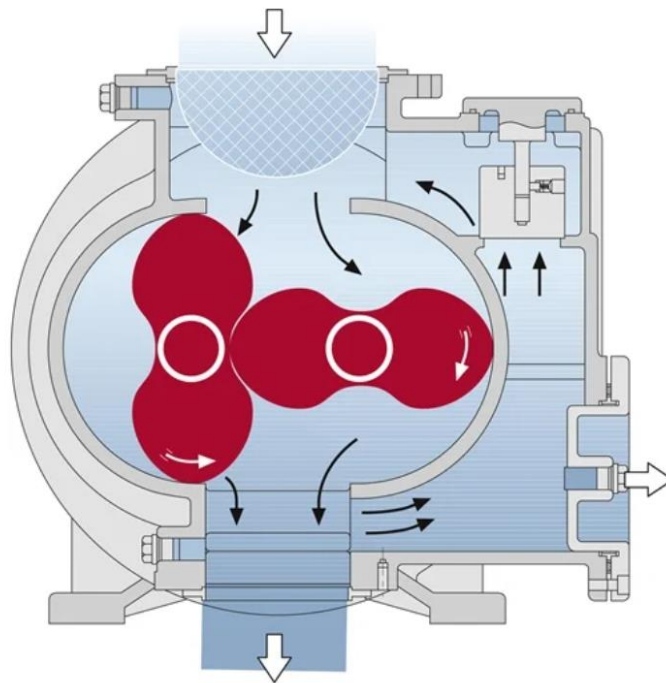
A csavar kompresszorok jellemzően két egymással összeillő csavarfelületű rotorból áll, ezek a térfogat kiszorítás elvén működnek, ahol egy ház fala és a csavar felület között kialakuló felület szállítja a kívánt közeget, a szállításközben elkezdődik a sűrités majd a legvégén, ahol a nyomócsővel találkozik létrejön a kívánt sűrités. Működése kisebb hangkibocsátással jár, mint a dugattyús kompresszoroknak és alkalmasak folyamatos üzemű működtetésre. [4,6]



5. ábra. Csavarkompresszor elvi működése [10]

2.4.4 Roots kompresszor

A roots kompresszor a térfogatkiszorítás elvén radiális mozgással hozza létre a kívánt közeg sűrítését. A kívánt közeg két forgó elem csak szállítja és a kompresszoron belül nem jön létre sűrítés. A roots kompresszor esetében a szabályozása szükséges, ami lehet leállásos szabályozás ez egy be és kikapcsolt állapot között szabályoz általában a kompresszor mögé egy beépített tartály nyomásához képest szabályoz. A leállásos szabályozás mellett létezik a folyamatos szabályozás is, ahol a beengedett légmennyiséget szabályozzuk vagy lefűvások megoldás, ahol a létrejött nyomás felesleget leengedjük, lefűvatjuk egy szelepen keresztül. [4]

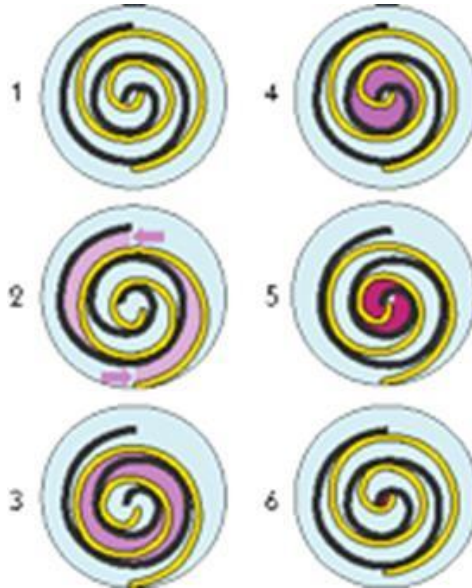


6. ábra. Roots kompresszor elvi működése [11]

2.4.5 Spirálkompresszor

A spirálkompresszorok két azonos, de egymással 180°-kal elfordított geometriájú spirálból áll, egy álló és egy mozgó részből áll, amit egy excentrikus tengelyhajt. A spirálok elhelyezkedésének és excentrikusságának köszönhetően a mozgó elem egy keringő mozgást végez, ami a külső közeg folyamatosan a spirálok beszélyébe hajtja és elérhető tér kisebb térfogatának köszönhetően létrejön a kívánt sűrítés. A spirálkompresszorok működése kenőolaj használata nélkül történik, ennek oka az, hogy a két spirál nem érintkezik egymással. A kenőolaj nem csak az érintkező alkatrészekhez szükséges, hanem a levegő sűrítése

alatt keletkezett hőelvezetéséhez is. A spirál kompresszorok esetében a keletkező hő nem kerül elvezetésre ezért a használati módjai korlátozottabbak, mint más kompresszor típusok esetében. [6,12]



7. ábra. Spirálkompresszor elvi működése [10]

2.5 Áramlásdinamikai elven működő kompresszorok

Az áramlásdinamikai elven működő kompresszorok működése turbinák segítségével a levegő kinematikai energiáját nyomási energiává alakítják, ez lehet radiális vagy axiális kompresszor. [13]

2.5.1 Radiális kompresszorok

A radiális kompresszorok egy járókerék segítségével hozzák létre a szükséges sebességet és nyomást. A közeg belép tengelyirányban majd a terelőlapátok sugárirányba irányítják itt a közeg ütközik a kompresszor ház falával és a kimenőcsőjébe irányítja a levegőt. [4]

A radiális kompresszorokat centrifugál kompresszoroknak is nevezik. Léteznek több lépéses radiális kompresszorok, ahol a levegő több egymás utáni sűrítésen esik át. A lépések száma általában kettőtől négyig terjed, használatától függően más kialakítások is léteznek. A lépések hatására a sűrített levegő képes nagyobb nyomást elérni, mint egy lépéses kialakításoknál, továbbá a lépések segíthetnek a levegő hűtését is a folyamatban. [14]

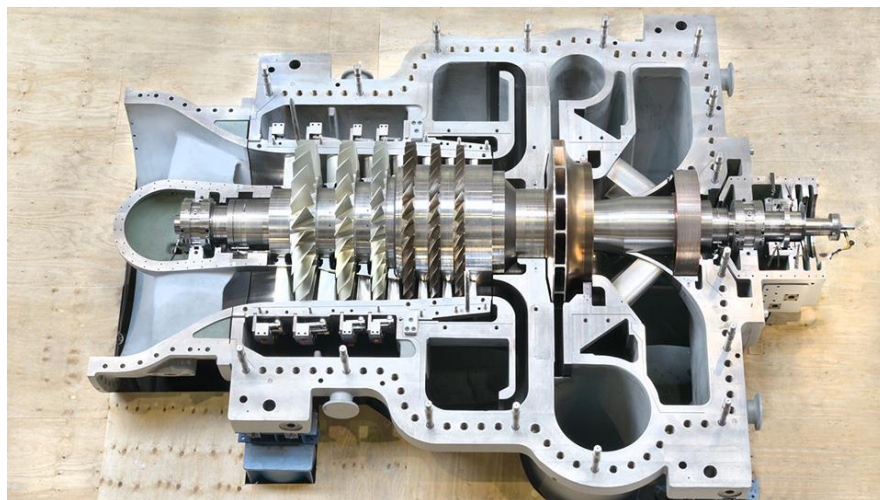


8. ábra. Radiális kompresszor járókereke [15]

2.5.2 Axiális kompresszorok

Az axiális kompresszor az áramlásdinamika elvén hozza létre a kívánt közeg sűrítését. A közeg tengelyirányban halad végig a kompresszoron, ahol több lapát párok úgynevezett fokozatok vannak ezek egy álló és egy forgó párból állnak, ezeken végig haladva jön létre kívánt közeg. A közegnek elérhető tér nagysága folyamatosan csökken a sebesség állandósága érdekében. [4]

Az axiális kompresszorokban megtalálható lapát párok számát a szükséges előállítandó nyomás határozza meg, a lapátok száma növelésének viszonylag alacsony vesztesége van, ez a tulajdonsága miatt esik az axiális kompresszorokra a választás a sugárhajtóművek tervezésénél is, az axiális kompresszorokat továbbá használják a hajók hajtóműében is. [16]



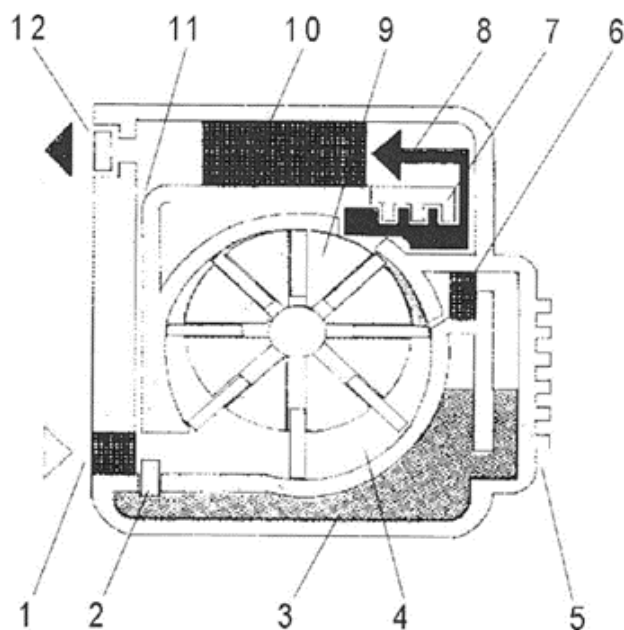
9. ábra. Axiális kompresszor metszete [17]

3 Ganz Solaris Trollino 12 típusú trolibusz légkompresszor működése és karbantartása

3.1 BRQ4/10/35 TFH légkompresszor működése

A Ganz Solaris Trollino 12 típusú trolibuszban megtalálható légkompresszor a GANZAIR Kompresszortechnika Kft. által forgalmazott BRQ4/10/35 TFH fékkompresszor, amely egy csúszzólapátos típusú légkompresszor, ennek a kompresszornak feladata ellátni a gépjárműben található pneumatikus rendszereket, amik a jármű megfelelő működéséhez szükségesek.

A BRQ4/10/35 TFH légkompresszort egy aszinkron motor hajtja meg amely energiaforrását a közlekedés alatt a felsővezetékről áramszedő által levett elektromos energia biztosítja és a gépjármű GST 12D és GST 12D-2 típusában a kompresszor másodlagos energia forrását a gépjárműben található dízel aggregátor motor biztosítja. A légkompresszor feladata a különböző pneumatikus rendszerek és eszközök megfelelő állapotú levegővel való ellátása, ezek a rendszerek a gépjármű fékrendszere, a pneumatikus áramszedő berendezés a GST 12D és GST 12D-2 esetén, a gépjármű szintezésért felelős pneumatikus rendszer, a kormány állító szelep és az ajtók működését biztosító sűrített levegővel működő rendszer.



10. ábra. BRQ4/10/35 TFH típusú csúszzólapátos fékkompresszor sűrítési elve [18]

A légkompresszor légsűrítésének folyamata a kívülről beszívott levegő egy légszűrőn való megsűrítésével kezdődik, majd a megsűrített levegő belép a kompresszor egységbe a szívószelepen keresztül, ez a szívószelep szabályozza a kompresszor által felvett levegő mennyiségét, a szelep zárt állapotba állása esetén a kompresszor levegő felvétele megáll és a sűrített levegő előállításuk megszűnik. A kompresszor egység működésében következőnek a levegő belép a sűrítő térbe itt a sűrítés közben megtörténik az olajbefecskendezés. A kompresszor olaj felelős a kompresszor hűtésére, a kompresszor kenésére és a tömítés megfelelő biztosítása, továbbá ez a szívószelep által felhasznált olaj is. A befecskendezésre kerülés előtt a kompresszorolaj megsűrítésre kerül, majd a befecskendezés az olajkamra és a sűrítő kamra között létrejövő a kompresszor által létrehozott nyomás különbséget kihasználva megy végbe. Az olaj és sűrített levegő keveréke a sűrítő tér elhagyását követően az olajkamrába érkezik, ahol folyamatos irányváltások következtére a levegőben található olaj nagy része lecsapódik. A sűrített levegő ezután az olajleválasztóba áramlik. A leválasztó első felében a levegő tovább veszít olajtartalmából, majd a leválasztó második felében átáramlik a kompresszor egység szűrőbetétjén, ahol megfelelő működés esetén az olaj maradéka leválasztódik. [18]

Az olajleválasztót elhagyva a sűrített levegő egy visszacsapó szelepen távozik a kompresszor egységből, a visszacsapó szelep csak egy bizonyos nyomás felett nyit ezáltal biztosítja a kompresszor belső nyomási értékét a megfelelő tömítéshez és kenéshez alacsony hálózati nyomás esetén is. A visszacsapó szelep után a levegő tovább áramlik a gépjármű további rendszeribe. [18]

A folyamat során az olajkamrából és az olajleválasztóból visszanyert olaj kialakított olajvisszavezető járatokon visszavezetésre kerül a kompresszor sűrítőtér szívóoldalára. Az olajkamrában kezdődik meg az olajhűtés, ahol az üzemleleg olaj nyomás különbség hatására az olajhűtő felé áramlik a hűtés után áthalad a beépített olajszűrőn, majd ezután a lehűlt olaj újonnan befecskendezésre kerül. [18]

3.2 A Ganz Solaris Trollino 12, GST 12D és GST 12D-2 típusok közötti különbségek

A légkompresszor beépítése és elhelyezkedése két különböző megoldással jött létre a GST 12 és a GST 12D, GST 12D-2 típusa között. A GST-12 típusú gépjárműben a légkompresszorhoz való hozzáférést a jármű hátulján található, ahol egy felnyitható ajtó biztosítja a szükséges hozzáférést a légkompresszorhoz. Ezt a 11. ábra szemlélteti.



11. ábra. BRQ4/10/35 TFH típusú fékkompresszor elhelyezkedése a GST 12 típusú járműben

A GST 12D és a GST 12D-2 típusú gépjárművekben a jármű oldalán található szellőző nyílással ellátott ajtó ad lehetőséget a kompresszor egység az itt található a térnek az alsó felében helyezkednek el, mint az 12. ábrán látható. A kompresszor áthelyezését az ezekben a típusokban megtalálható dízel aggregátor motor beépítése miatt történt meg. A GST 12D egy 80kW elektromos aggregát teljesítménnyel rendelkezik, a GST 12D-2 fejlesztéseknek köszönhetően már 100kW elektromos aggregát teljesítménnyel rendelkezik, a GST 12 modellek nem rendelkeznek dízel aggregátorral ezért csak felsővezetékéből felvett elektromos energián működnek. [2]



12. ábra. BRQ4/10/35 TFH típusú fékkompresszor elhelyezkedése GST 12D és a GST 12D-2 típusú járműben

A kompresszor egységek megegyeznek a gépjármű különböző típusai között, de az elhelyezkedési különbségek miatt egyes folyamatok és működési körülmények változnak. A kompresszor egységek kiszereleménye a GST 12D és GST 12D-2 típus esetében a szerelési folyamat az elektromos kapcsolatok kikötése, mágnes kapcsoló leszerelése, légvezetetről leválasztása, majd a rögzítések kioldása és az egység kiemeléséből áll. A GST 12 esetében a kiemelés előtt szükséges az kiemelésnél útból lévő támasztó karok leszerelésére is.

Működés szempontjából a dízel aggregátorral ellátott modellek (GST 12D és GST 12D-2) esetében a kompresszor működés közbeni hőmérséklet tapasztalat alapján magasabb, ez magyarázható a dízel aggregátor hőtermelésével és a rendelkezésre álló légtér csökkenésével.

Az GST 12D és GST 12D-2 trolibuszok továbbá ellettek látva pneumatikus áramszedő berendezésekkel, amik megkönnyébbítik az elektromos felsővezetékre való csatlakozást.

A fékkompresszorban használt kompresszor olajok eltérőek egyes típusok esetében. A kompresszor olajok nagy viszkozitással és nedvesség kizsűrítő hatással rendelkeznek. A GST 12-ben a Ganzair BR 100 típusú kompresszor olaj található meg, a GST 12D és GST 12D-2-ben található olaj a Ganzair F2 8000 kompresszor olaj. Az olajok töltési mennyisége a típusok között megegyezik, a

kompresszorok töltési űrtartalma 1,6 liter. A kompresszorolajok feladatát képviseli a kompresszorban található csúszólapátok és a falközötti rések tömítését, a kompresszor blokk hűtésében is részt vesz.

3.3 Pneumatikus rendszer által ellátott berendezések, eszközök

A kompresszor által létrehozott levegő működteti a különböző pneumatikus berendezéseket és eszközöket a gépjárműben. A Ganz Solaris Trollino 12-ben megtalálható fékrendszer egy pneumatikus légfék rendszer, amely légellátását a BRQ4/10/35 TFH típusú légkompresszor végzi. A fékrendszer egy kritikus része a gépjármű biztonságos működésének, ezért a fékrendszer irányítását redundancia érdekében kettő légkör végzi, amely lehetővé teszi, hogy az egyik légkörben keletkező meghibásodás esetén a második igénybevételével a rendszer még működő képes legyen. A fékrendszer tartozik még a vontatómotor, amely féküzemben generátorként funkcionál, ezzel fékező hatást fejt a rendszerre.

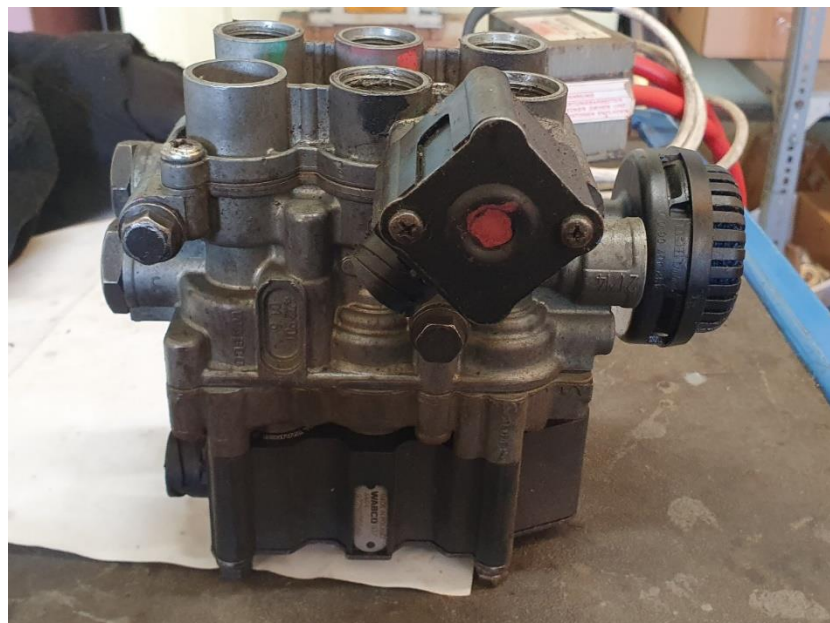
A GST 12D és GST 12D-2 típusok esetén a gépjárművek pneumatikus áramszedővel lettek ellátva, amelyek megkönnyebbítik az áramszedő csatlakozását a felsővezetékre és esetleges leakadás esetén az újra csatlakozási időt csökkentik. A felszerelt AR 163-as pneumatikus áramszedő berendezés irányításáért 11 pneumatikus szelep felel. A szelepek irányítják a hat munkahengert, amelyek az áramszedő mozgását végzik. A munkahengerek közül 2 darab kettős működésű munkahenger felel az áramszedő lehúzás és felengedés műveletéért. Az áramszedő horizontális mozgásáért és rögzítéséért felel kettő-kettő munkahenger, ahol elsőnek középre mozgatja a szerkezetet majd leeresztett állapotban egy kampóba akad és végül az áramszedő rögzítésre kerül.

A fékrendszer és a pneumatikus áramszedők légellátását egy Knorr-Bremse II38801F - AE4612 négykörös védőszelep látja el, a szelep egy bemenettel és három kimenettel rendelkezik, a három kimenet az első fékkör, a második fékkör és a pneumatikus áramszedő a harmadik kimenete. A szelep lehetővé teszi, hogy a gépjármű biztonsági előírásoknak eleget tegyen kettő egymástól független fékkör ellátásával, továbbá a biztonságos működési nyomás fenntartásában is szerepet játszik. [19]



13. ábra. A GST 12 trolibuszban használt lérugók kiserelt állapotban

A gépjármű folyamatos szintezéséért felelős ECAS vezérlő szelepes rendszer, amely a járműben található szintezésért felelős lérugók működését szabályozza. Az ECAS vezérlő szelep szabályozza a lérugók légellátását és leeresztését, amivel komfortosabbá teszi az utazást, a gépjárműben az elsőtengelynél kettő és a hátsótengelynél 4 lérugó helyezkedik el.



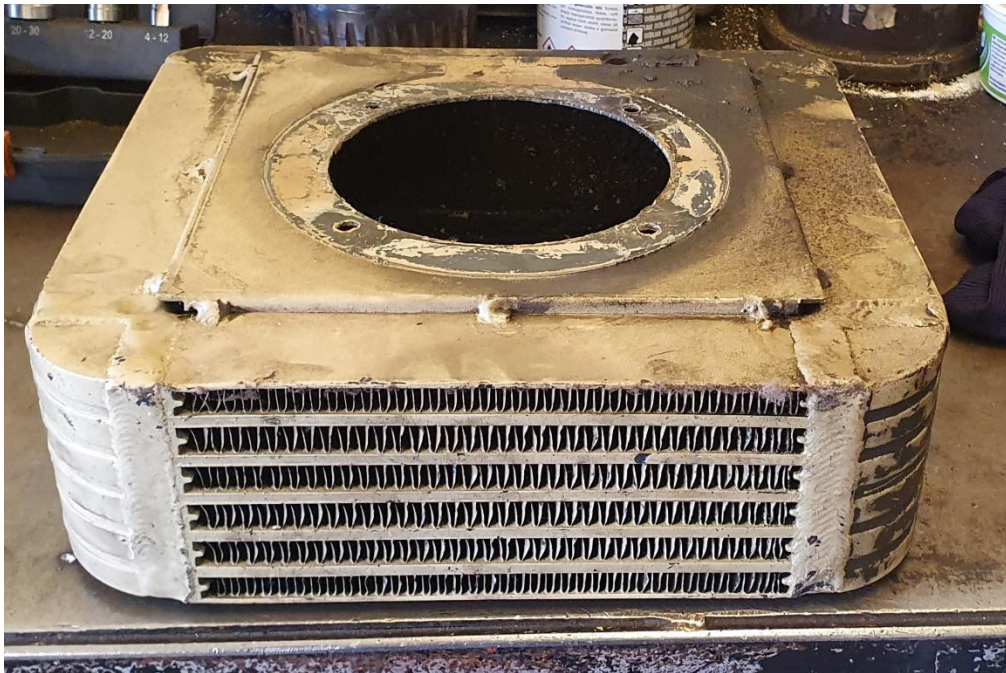
14. ábra. ECAS vezérlő szelep

Az ajtók működéséért felelős pneumatikus alkatrészek a nyitás és zárást végző munkahengerek és a munkahengereket irányító szelepek. A gépjármű első ajtóinak szárnyait egymástól függetlenül lehet vezérelni, a hátsó ajtók vezérlése csak együtt valósítható meg. az ajtókat vezérlő munkahengerek és szelepek az ajtók fölött megtalálható térben helyezkednek el. A vezérlésük három elektropneumatikus szeleppel van megvalósítva az első egy nyomás figyelő szelep, ami megakadályozza az ajtók működtetését abban az esetben, ha nem megfelelő a nyomás. Az ajtók működési nyomása 6 bar és abban az esetben, ha a nyomás megfelel akkor, a sűrített levegő tovább áramlik egy nyitó vagy egy záró szelepbe a kívánt hatás függvényében. A légkompresszor továbbá még ellátja sűrített levegővel a kormányállító szelepet is.

3.4 Kompresszor egység részegységeinek bemutatása, feladata, funkciói

A kompresszor egység több főbb részből áll, amelyek szükségesek az elvárt működéshez. A kompresszor egység első része a kompresszorra csatlakoztatott K21R 112 M4 TS160 KR háromfázisú villanymotor, amely a felsővezetékéről felvett energiából vagy a dízel aggregátor által generált energiát alakítja forgó mozgássá, a motor fordulatszáma 1435 fordulat/perc és 4 kW teljesítménnyel rendelkezik, ezt a teljesítményt egy csillag alakú gumibetétes körmös tengelykapcsolón adja át a kompresszornak.

A kompresszor egység következő része az kompresszorblokkra felszerelt olajhűtő, aminek feladata, hogy az üzemleleg olajat az olajhűtőn való átvezetéssel annak hőmérséklete megfelelő állapotot vegyen fel, hogy vissza lehessen vezetni a rendszerbe, ezáltal újra felhasználni a már egyszer felhasznált olajat, amit az olajkamra és az olajleválasztó szűrők leválasztottak, majd kialakított csatornákon visszafolyik Az olaj az olajhűtőben a nyomás különbség hatására kering és egy olajszűrőn keresztül kerül újonnan befecskendezésre. [18]



15. ábra. BRQ4/10/35 TFH típusú légkompresszorban használt olajhűtő

A kompresszor blokk az egység, amelyben a levegő sűrítése és a működéshez szükséges olaj befecskendezése történik meg. A kompresszor egy rotációs kompresszor, amely sűrítő terében egy excentrikus rotor helyezkedik el, a rotorban hosszirányú rések és a résekben csúszólapátok helyezkednek el, amelyeket a forgás közben létrejövő centrifugális erő a rotor házához szorítja. A forgás során a térfogat csökken ezzel létrejön a kívánt térfogat sűrűsödése. [18]

A kompresszor egység végső része, amelyet a levegő az egység elhagyása előtt utoljára érint az olajsűrő, amelyben egy szövet alapú szűrőbetét helyezkedik el. A betéten a levegő keresztül halad és a sűrített levegőben található olaj fennakad a betétben ezután a megsűrített levegő tovább megy a légrendszerben. [18]



16. ábra. A kompresszor egység olajsűrője és a betétje

3.5 BRQ4/10/35 TFH típusú kompresszor karbantartása

3.5.1 Alkalmazott karbantartási módszerek

A Ganz Solaris Trollino 12 és típusainak karbantartása ciklikus rendszerint megy végbe. A ciklikus karbantartása több szakaszra van felosztva, amely bizonyos időközönként és a gépjármű által megtett kilométereként megy végbe a kompresszor és légrendszerhez kötött karbantartások napi, heti és havi ciklusokban, valamint 30000 kilométereként megy végbe. A 30000 kilométeres karbantartások általánosan évente kétszer esedékes

A napi vizsgálat folyamán a gépjárművek működéséhez és biztonságos közlekedéséhez szükséges rendszerek, alkatrészek szemrevételezése történik meg ahol, a gépjárművön az észrevehető hibákat azonosítanak figyelve a jármű épségére és megfelelő állapotára ebbe beleértve a kompresszor állapotát is, ezen felül a kompresszor olajszivárgását is ellenőrzik a napi vizsgálat folyamán, a vizsgálatról dokumentáció készül és ha vizsgálat során nem találtak meghibásodásokat akkor a jármű forgalomba adhatóvá nyilvánítják. A napi

ciklikus ellenőrzések dokumentum az ID 312 járművizsgálati lap a mellékletben látható [20]

A heti, azaz minden 7. napi vizsgálat során egy mélyebb vizsgálati művelet megy végbe, ahol az elvégzett műveletek:

- szokásos napi vizsgálatok
- az olajszivárgás ellenőrzése és állapotának felmérése
- a kormányzás, levegőellátásának ellenőrzés
- lég- és kézifékrendszer levegőellátásának ellenőrzés
- a kompresszor olajszint ellenőrzése

A 7 napos ciklikus ellenőrzések dokumentum az ID 307 járművizsgálati lap a mellékletben látható.

A havi karbantartási vizsgálat során a kompresszorhoz nem tartoznak külön utasítások a kompresszor állapotának szemrevételezésén kívül.

A legnagyobb lélegzetvételi karbantartások a gépjárművön elvégzett ciklikus rendszerben a 30000 km -ként végzett karbantartások, ezek a folyamatok átlagosan évente kétszer történnek meg és részletesebbek nagyobb idő igényű folyamatok. A karbantartás folyamán megtörténik:

- kompresszor tömítetlenségek ellenőrzése
- kompresszorban található fűtőpatron cserélése
- olajszivárgási helyek ellenőrzése
- olajszint ellenőrzése és utántöltése
- levegő szűrők cserélése
- biztonsági betét ellenőrzése és cserélése
- kompresszorban lévő filc korong cserélése
- kompresszor olajhűtőjének tisztítása
- fém szűrő cserélése
- egyéb felmerült meghibásodások javítása

A gépjármű légkörhálózatán is végeznek nagyobb ellenőrzéseket:

- pneumatikus rendszer víztelenítése
- tömörség ellenőrzése
- légszárító betétek cserélése
- biztonsági betétek cserélése
- nyomásértékek ellenőrzése

A 30000 km -es ciklikus ellenőrzések dokumentum a ID 181 járművizsgálati lap a mellékletben látható

A váratlan meghibásodások estén a meghibásodás súlyosságától függően a kompresszor kiszerelése szükséges lehet, melynek folyamata a során kiszerelik a kompresszor egységet és a kiemelt egységen végzik el a szükséges javításokat.

3.5.2 Előforduló hibák

A kompresszor egység rendszeres karbantartása mellett előfordulnak olyan hibák, amelyek nem tervezett leállást okoznak.

A villanymotor meghibásodása esetén a kompresszor nem képes sűrített levegő előállítására, ez a gépjármű megfelelő működéséhez elengedhetetlen rendszerek leállításával jár, a gépjárművet nem forgalom képes állapotba helyezi. A villanymotor jellemző hibái az elektromos zárlat létrejötte itt lehet szó test zárlatról vagy menet zárlatról. A meghajtó motor elektromos meghibásodása esetén hibafelvétel alapján történik a javítás. A villanymotor elektromos meghibásodása mellett lehetségesek mechanikai meghibásodások is ez általában a motor forgó egységén elhelyezkedő csapágyak nem megfelelő működését jelenti, ez esetben ezek cserélése szükséges.

A kompresszor egység további előforduló hibája a beépített olajhűtő meghibásodása. Gyakoribb hibajelenség az olajhűtő repedése. Az olajhűtő közvetlenül a kompresszorblokkhoz van csatlakoztatva és a kompresszort elhagyó levegőből visszanyert már felmelegedett olaj hűtésére szolgál, ez magával vonzza, hogy közvetlen állandó hőterhelésnek van kivetve, ami hozzájárul a repedések keletkezésében. A másik hatás, ami repedéshez vezethet az a konstans rezgések által keltett terhelés. Mind a hőhatásoknak és a rezgéseknek köszönhetően a kompresszor olajhűtőjének gyakori hibája a repedés, ez a kompresszor működéséhez szükséges olaj szivárgásához vezethet. A nem megfelelő olaj ellátás a kompresszor blokk és a csúszólapátok sérüléshez vezethet és a kompresszor blokk cserélését vonhatja maga után. A hiba általában észlelhető napi szemrevételezés közben és javítható mielőtt kárt okozna a kompresszor egyéb részeiben, az olajhűtőt nem lehet javítani, ezért a probléma elhárítása a kompresszor szétszerelésével majd a teljes hűtő cserélésével történik meg.

A kompresszorban található szimering tömítések tönkremenetele egy elforduló hiba, ami esetén szivárgás képződhet, javítása egyszerű alkatrész cserével történik meg. A szivárgás a rendszer nyomás csökkenéséhez vezethet, a nem megfelelő nyomás a rendszerben kárt okozhat azokban a pneumatikus alkatrészekben, amelyek működése a nyomás megfelelő nagyságától és állandóságától függ.

A kompresszorban található a biztonsági hőérzékelő és hőkapcsoló, amely a kompresszor túlmelegedése ellen véd ez a kapcsoló alaphelyzetben zárt állapotban van és egy megadott hőmérséklet felett nyit, a BRQ4/10/35 TFH fékkompresszor

esetén a biztonsági kapcsoló a 110 C° feletti hőmérsékleten nyit ezzel leállítva a kompresszor működését és a további károk megakadályozását. A hőérzékelő és hőkapcsoló meghibásodása esetén a hőkapcsoló alapból nyitott állapotba áll vagy hamarabb nyit ki a cél hőmérsékletnél, ez a kompresszor elindulását akadályozza meg vagy működés közbeni leállásokat okozhat. A hőérzékelő meghibásodásának másik jelensége amikor nem állítja le a kompresszort a kritikus hőmérsékletnél és ennek következtében a kompresszor túlmelegszik. A meghibásodás javítása az alkatrész cserélésével történik, az alkatrész hozzáférhető a kompresszor gépjárműben szerelt állapotában ezért a meghibásodás javítása egyszerűen megoldható. [18]

4 Kompresszor meghibásodása, valamint javítási módjai

4.1 Tengelykapcsoló meghibásodása

A kompresszor és az azt meghajtó villanymotor között egy tengelykapcsoló adja át a motor által előállított nyomatékot, ez a tengelykapcsoló egy 65 mm külsőátmérőjű KTR ROTEX 28 gumibetétes körmös tengelykapcsoló. A tengelykapcsoló egy csillag gumibetéttel rendelkezik. A tengelykapcsoló két fém része különböző szilárdságú anyagból készül az egyik oldala egy keményebb acél míg a másik tengelykapcsoló fél alumíniumból készült. A tengelykapcsolóval előforduló jellemzőhiba a csillagbetét elkopása, amely hatására létrejön egy ütő hatás a tengelykapcsolóban és tovább koptatja a betétet. A betét folyamatos kopása ezután a betét elszakadásához vezet, majd a már elszakadt betétes tengelykapcsoló két fele egymást deformálja és működés képtelenné teszi, elnyíródik.



17. ábra. A tengelykapcsoló alumínium fele és csillagbetétjének meghibásodás utáni állapotának összehasonlítása egy új alkatrészsel

A tengelykapcsolóban létrejövő meghibásodás következménye a villanymotor elemeinek sérülése is létrejöhethet, az itt a keletkező mechanikai hatások a villanymotor forgó elemén elhelyezkedő golyóscsapágyak mechanikai sérüléséhez vezet, ami szükségessé teszi a csapágyak cserélését is. A villanymotor forgó egységén elhelyezkedő csapágyak egysoros mélyhornyú golyóscsapágyak, ezek cserélésének folyamata nagyobb időszükséglettel rendelkezik a villanymotor szétszerelésének indokából.



18. ábra. Villanymotor forgó egysége kiszerelt állapotban a tengely két végén golyóscsapágyakkal

Javaslatom a meghibásodás megelőzéséhez a tengelykapcsoló állapotának ciklikus ellenőrzése mellett a tengelykapcsoló betét cserélésével érhető el. A szereléshez a kompresszor egység teljes kiszerelése és kiemelése szükséges, hogy a tengelykapcsoló szerelése elérhetővé váljon, ezért a betét csere nem javasolt a kisebb javítások során elvégezni. Tapasztalat alapján ez a meghibásodás bár jellemző, de nem a leggyakoribb és a betét kopásának első jelei, amelyek a kompresszor hangjának megnövekedése és járásának egyenetlensége a vizsgálatok során hamar megfigyelhető a nagyobb meghibásodás előtt, ezért a javaslatom a szemrevételezés havi vizsgálat során végrehajtása és egy új tengelykapcsoló vagy a tengelykapcsoló betét beépítése a 30000 kilométeres javítások közé, a betét állapotától és a rendszeres csere utáni tapasztalattól függően megfontolandó lehet egy nagyobb 60000 kilométeres karbantartás körében ezt megtenni, ha a 30000 kilométeres javítások túl sűrűek lennének és a betét állapota megfelelő, ezzel csökkentve a költségeket és a karbantartási időket.

4.2 Sűrített levegőben megtalálható olajpára által okozott meghibásodások

A Ganz Solaris Trollino 12 típusú trolibuszok pneumatikus rendszerében megjelennek használata során hasonló jelenségű hibák, ami visszavezethető a kompresszor egység által használt kompresszor olaj pneumatikus rendszerbe kerüléséhez, a rendszerbe olajpára formájában jelenik meg. A pneumatikus rendszerben a tömítésért felelős alkatrészeket az olajpára károsítja, a tömítések megdagadnak és anyaguk szétmállik az olajhatására, ez különböző meghibásodásokhoz vezet a gépjármű rendszereiben.

Az egyik következménye a sűrített levegőben található olajpárának az ajtókat nyitó munkahengereket vezérlő szelepek meghibásodásában. Az olajhatására a tömítés megdagad szétmállik majd átengedi a sűrített levegőt és a felhordott lecsapódott olajat. Az olaj szivárgása esetén ez beszivároghat az utastérbe, ahol az utasokra vagy az utasok által használt berendezésekre folyhat, ezzel kellemetlenséget vagy akár sérüléseket okozhat az utazás során. A tömítések meghibásodásának következménye az ajtók nem megfelelő működése, ami megjelenhet az ajtók részleges működésében vagy a teljes meghibásodásában, ahol az ajtók működés képtelenné válnak. A meghibásodás javítása a hibás alkatrészek cserélésével történik meg, ez a folyamat nem jár nagy időigénnyel az ajtók felett található térben a meghibásodott alkatrészeket könnyen ki lehet cserélni.



19. ábra. Az ajtók működését irányító szelep és munkahenger

Az ECAS vezérlőszelep felelős a gépjármű megfelelő szintezéséért, ezért meghibásodás esetén előfordulhat a jármű nem megfelelő szintezése, amely megjelenhet a gépjármű egyik oldalra való billenésében ezzel megnehezítve a

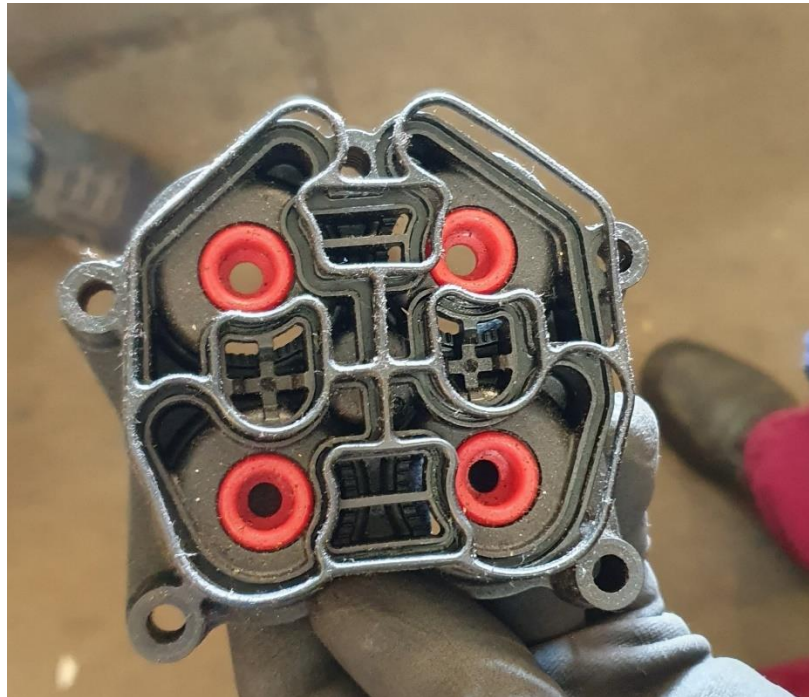
közlekedést, utasok kényelmetlenségét okozza és a gépjármű nem megfelelő magassága miatt károkat okozhat a közúti forgalom során különösen az úthoz képest megemelt buszmegállók esetén, itt a jármű oldala vagy alváza sérülhet és a jármű megakadhat. Az ECAS szelep másik jellemző hibája az úgynevezett "billegés", ahol a vezérlő szelep nem képes a pneumatikus nyomás megfelelő elosztásában ezzel létrehozva egy billegő hatást a gépjármű közlekedése közben. A billegés hasonló következményeket vonhat maga után, mint a gépjármű megdőlése. Az ECAS szelep egyik leggyakoribb meghibásodása a szelepben található gumi tömítések nem megfelelő tömítése miatti meghibásodások. A meghibásodás javítását a szelepcseréléssel meggy végbe, viszont ennek folyamata a nehézkes hozzáférés miatt időigényes. A szelep gépjárműben nehezen hozzáférhető helyen található és a folyamat beletelhet egy munkanapba is. Ez a fajta meghibásodás viszonylag gyakori, hozzávetőleg egy évben a kicserélt szelepek száma meghaladja a harminc darabot, ez kombinálva az időigényes szerelési folyamatokkal egy nem kedvező állapotot eredményez.

A pneumatikus áramszedő lehúzó berendezéssel ellátott gépjárműveken előforduló meghibásodás a lehúzó berendezésben található tömítések meghibásodása, és a vezérlő tömb olajjal való megtelése, ami a berendezés rendellenes működéséhez vezethet. A hiba legjellemzőbb jele a pneumatikus áramszedő lehúzó berendezés használat közbeni indokolatlan lehúzása, ez nem csak az adott járműben képes kárt okozni, hanem a kiépített felsővezetékek szakítása is lehetséges, ami magával vonhatja az adott vonalon használt járművek vagy járatok módosítását is, továbbá a felsővezeték javítók kiküldését is növelve a forgalomirányítás logisztikai nehézségeket és rontja a szolgáltatás közszemlélet általi megbízhatóságát. A hiba javítása az érintett tömítés cserélésével történik meg. Ez a meghibásodás tapasztalat alapján járműveként évente egyszer fordul elő.



20. ábra. GST 12D-2 tetején megtalálható pneumatikus áramszedő berendezés

A lérendszerben megtalálható Knorr-Bremse II38801F - AE4612 négykörös védőszelep tömítése is érintett az olajpára által okozott meghibásodásokban. A szelepből található tömítések megdagadnak és a szelep működése megakad, ez általában az egyik fékkörre való váltás képtelenségét okozza és a pneumatikus áramszedő lehúzó berendezés működésképtelenségét is képes okozni.



21. ábra. Knorr-Bremse II38801F - AE4612 négykörös védőszelep és az olaj által megnövekedett tömítése

Az imént felsorolt meghibásodások mind az egyes alkatrészek tömítésének meghibásodását és következményeit írta le, bár ezeket a hibákat kilehet javítani a tömítések cserélésével, de a fennálló gyökeres probléma nem oldódott meg. A meghibásodások mind vissza vezethetők a sűrített levegő olajtartalmához, ha a levegőben jelenlévő olaj megszüntethető vagy csökkenthető lenne, akkor az ebből az okból keletkező meghibásodások is csökkennének.

5 Javaslat a BRQ4/10/35 TFH típusú kompresszor karbantartásához!

5.1 A jelenlegi pneumatikus rendszer állapota

A gépjármű karbantartása során számos előforduló váratlan légrendszeri hiba vissza vezethető ugyanarra a jelenségre, hibaokra, amely előfordulásának csökkentésével lehetséges a nem tervezett karbantartások számának és idejének csökkentése. A meghibásodásokat okozó jelenség a kompresszort elhagyó sűrített levegő tartalmaz olajpárát, amelyet a légrendszerben meglévő rendszerek ellenére is elhord, ahol a különböző funkciók működéséhez szükséges gumitömítéseit rongálhatja az olajpára ezáltal rendellenes működést okoz. Az olajára hatása a meghibásodott alkatrészekben található tömítések megdagadásához vezet és az elváltozott méret a pneumatikus alkatrészek működését megakadályozza, az olajpára a tömítésekre gyakorolt másik hatása a tömítések anyagának lebomlása, szétmállása, ez a jelenség az alkatrészek szivárgásához vezet. Az utolsó jelenség, ami ehhez a típusú meghibásodáshoz köthető az a szelepekben felgyűlt olaj szennyezése és a szelepekbe jutott víz megfagyása. Az előző meghibásodásokat figyelembe véve a fejlesztési javaslatom egy ülepítő, vízleválasztó tartály beépítése a levegőben lévő olajpára leválasztása érdekében ezáltal csökkentve az ebből származó meghibásodásokat.

A jelenleg fennálló olaj leválasztási rendszer a következő. A kompresszor egységen belül a levegő olajozása után a sűrített levegő az olajkamrába jut és ott hirtelen irányváltások miatt az olaj egy része lecsapódik majd ez a levegő belép az olajleválasztóba, ahol az olajleválasztó első részében további lecsapódás keletkezik majd az olajleválasztón belül belép az olajleválasztó szűrőbetétjébe, az ezután kompresszor egységből kilépő levegő tovább megy a rendszerben. Az ezután következő a levegő belép egy légszárítóba és tovább megy egy Haldex vízolajleválasztóba, a vízolajleválasztó után tovább megy a pneumatikus rendszer többi részébe, továbbá a rendszer minden egyes részébe el van helyezve egy leürítő szelep. A jelenlegi rendszer ellenére a sűrített levegőben még mindig keletkezik többlet olajpára, ezt figyelembe véve javaslom egy új ülepítő tartály beépítését a rendszerbe a többlet olajpára kivonása érdekében.

5.2 Tartály és beépítési helyzetének megválasztása

A kiválasztott tartály egy WABCO vízleválasztó, a vízleválasztó méretei 235 x 128 x 99 [mm], súlya pedig 1,591 kilogramm . A tartály oldalába belép a sűrített levegő majd átvezetése után a tartály tetején elhelyezett nyíláson távozik. A tartály kis mérete és súlyának köszönhetően beépítése a gépjármű belsejébe nem okoz problémát és mindkettő kialakítás esetén ellehetséges a tartályt helyezni a kompresszor terében. A vízleválasztó bekötésének helyét a rendszerben egyből a kompresszoregység után lesz kötve. A bekötés helyének választási indoka, a kompresszor egységet elhagyó levegő tartalmazza a legnagyobb olajkoncentrációt és az itt megtörtént leválasztásával képesek vagyunk megvédeni a lérendszer további részeit, ezzel csökkentve a meghibásodásokat, a levegő a kompresszort elhagyó állapotban van a legmagasabb hőfokon, ezért a tartály beépítésével elért hűtés segíti az olajpára és vízpára leválasztását a sűrített levegőből, továbbá a csökkentett hőmérsékletnek köszönhetően a lérendszer további részeinek melegedését is csökkenteni lehet. A vízleválasztók elhelyezkedése különbözik a két kialakítás között, de a pneumatikus rendszerbeli sorrend nem változik.



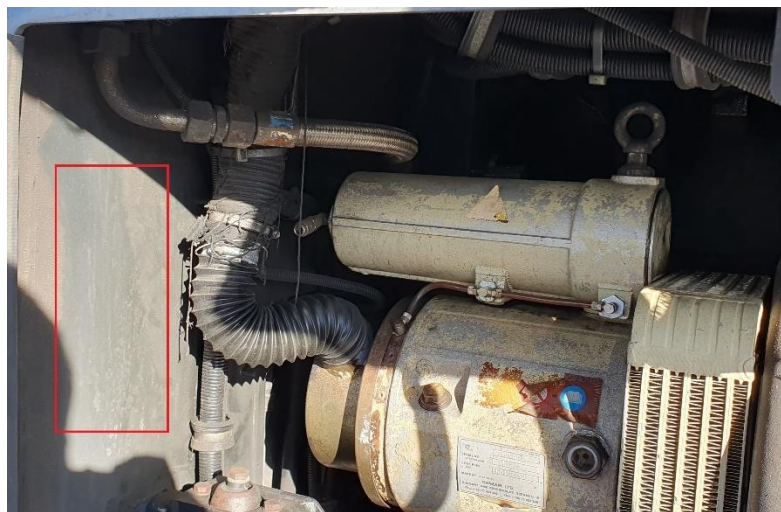
22. ábra. WABCO vízleválasztó tartály [21]

A vízleválasztó beépítése a Ganz Solaris Trollino 12 típusú gépjárműben a kompresszoregység kivezetése mellett található falra elhelyezhető és bekötéséhez elegendőek rövidebb pneumatikus csövek is. A GST 12D és GST 12D-2 esetén a vízleválasztó és kompresszor kivezetése között nagyobb a távolság, ezzel növelve a szükséges pneumatikus csövek mennyiségét.

5.3 GST 12 típusok esetén

A GST 12 típusoknál a kompresszor a gépjármű hátsó felében található. A tartály elhelyezése a kompresszortól balra található falon került kijelölésre. A kiválasztott területen jelenleg nincs beépítve semmi, így nem szükséges a kompresszortérben található elemek elmozdítása.

A tartály rögzítésre a 23. ábrán látható kijelölt falra kerül, a tartályon található rögzítési pontok felhasználásával. A tartály rögzítése után a léghálózatra csatlakozásának folyamata a kompresszor szűrőt elhagyó pneumatikus cső tartályhoz való csatlakozásával kezdődik, a tartály kimenetelét pedig a meglévő léghálózatra bekötik a 23. ábrán a vízleválasztó tartály kijelölt helye felett látható az olajszűrő és a további léghálózat csatlakozása. A meglévő csatlakozás oldható és a tartályba köthető. A csatlakozás másik felén a 90°-os elfordulás elfordítható és a tartályhoz egy új pneumatikus csővel köthető össze. A tartály alsó részén található leeresztő nyílásába egy vízleeresztő szelep kerül beszerelésre.

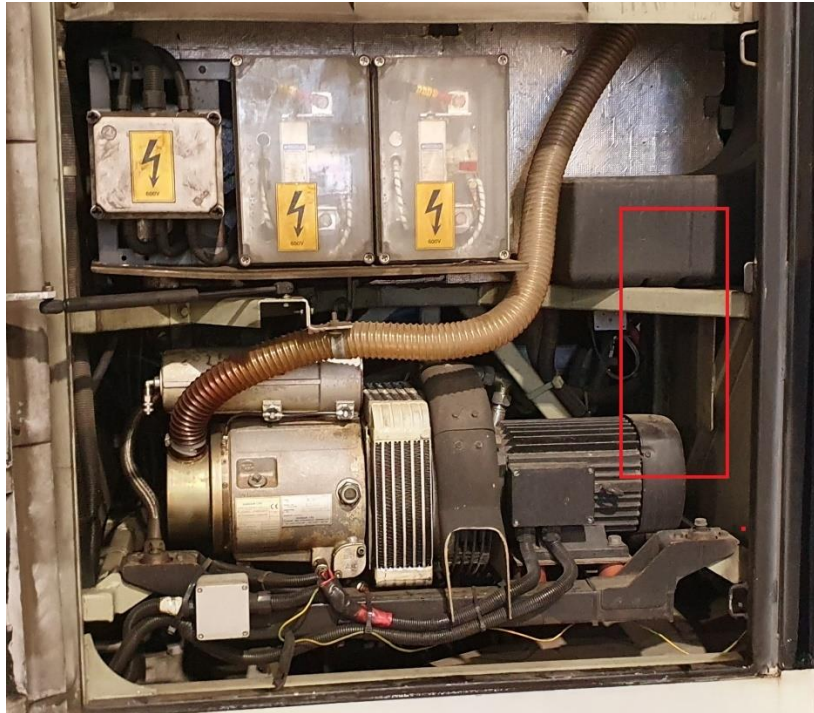


23. ábra. GST 12 trolibuszok esetén kijelölt vízleválasztó tartály helye

5.4 GST 12D és GST 12 típusok esetén

A Ganz Solaris Trollino 12D és a Ganz Skoda Trollino 12D-2 estén is a kompresszortérben kerül a vízleválasztó tartály elhelyezése, ebben az esetben nem volt lehetséges a tartály elhelyezése a meglévő pneumatikus csatlakozások közelében, ezzel növelve a szükséges pneumatikus csövek hosszát. A kiválasztott terület a kompresszor villanymotorja előtti térben található, a vízleválasztónak kijelölt rögzítési pontjait egy a villanymotor felett keresztbe futó zártszelvényre

kerül, ez látható a 24. ábrán. A vízleválasztó bemenetét a kompresszor olajsűrőjét elhagyó kimenetelre lesz rákötve. A vízleválasztó kimenetele vissza lesz kötve a meglévő pneumatikus léghrendszerre.



24. ábra. GST 12D és GST 12D-2 trolibuszok esetén kijelölt vízleválasztó tartály helye

A vízleválasztó rögzítése után a meglévő olajsűrő kapcsolódását a pneumatikus rendszerre oldjuk, egy új pneumatikus csövet csatlakoztatunk az olajsűrő kimenetelére, ezt bekötjük a vízleválasztó bemenetelére. A vízleválasztó kimenetelére pneumatikus csövet rögzítünk majd visszavezetjük a meglévő hálózatba. A tartály alsó részén található leeresztő nyílásába egy vízleeresztő szelep kerül beszerelésre.

5.5 Fejlesztéshez szükséges pneumatikus elemek.

A vízleválasztó tartály kiválasztása és a beépítés helyének megállapítása után a szükséges megvásárlandó termékek mennyiségének megállapítása következett. DKV Debreceni Közlekedési Zrt. által jelenleg forgalomban használt trolibuszok száma a Ganz Solaris Trollino 12 típusok esetén ez 5 db gépjárművet jelent és a GST 12D és GST 12D-2 gépjárművekből 16 darab áll rendelkezésre . A beszereléshez szükséges a vízleválasztó, a víztelenítő szelep, a pneumatikus csövek, a csövek végén található csatlakozók és a felszereléshez szükséges csavarok és csavaranyák.

A vízleválasztó tartály kiválasztásra került, ami egy WABCO vízleválasztó tartály. Választása a WABCO online katalógusból készült. A pontos modell választásának oka a tartály megfelelő tulajdonságai miatt történtek. A tartály megfelel a kompresszor és gépjármű által igényelt környezeti hatásoknak. A vízleválasztó tartály működési hőmérséklet tartománya (-30°C -tól $+80^{\circ}\text{C}$ -ig) megfelel az egyéb működéshez elvárt hőmérsékleti követelményeknek. A vízleválasztó alsó határja túllépi a kompresszor által elvárt -25°C minimum hőmérsékletet, a felső határja meghaladja a kompresszor által készített sűrített levegő kilépő hőmérsékletét, ami $+70^{\circ}\text{C}$. A vízleválasztó maximális üzemi nyomása 17 bar, ez a kompresszor üzemi nyomása fellett található (9.5 bar). A megrendelendő mennyisége megegyezik a fejlesztendő gépjárművek számával, azaz 21 darabra van szükség.

A víztelenítő szelep is egy WABCO által forgalmazott szelep, ez a szelep kiválasztása a tartálynak megfelelően készült, a szelep egyszerűen szerelhető a tartály leeresztő nyílásába. A szelep maximális üzemi nyomása (12,5 bar) a kompresszor üzemi nyomása felett található és a működési hőmérséklet (-40°C -tól $+80^{\circ}\text{C}$ -ig) bele esik az elvárt hőmérsékleti tartomány közé, a rendelési mennyisége megegyezik a tartályok mennyiségével, azaz 21 darab megvásárlása szükséges.

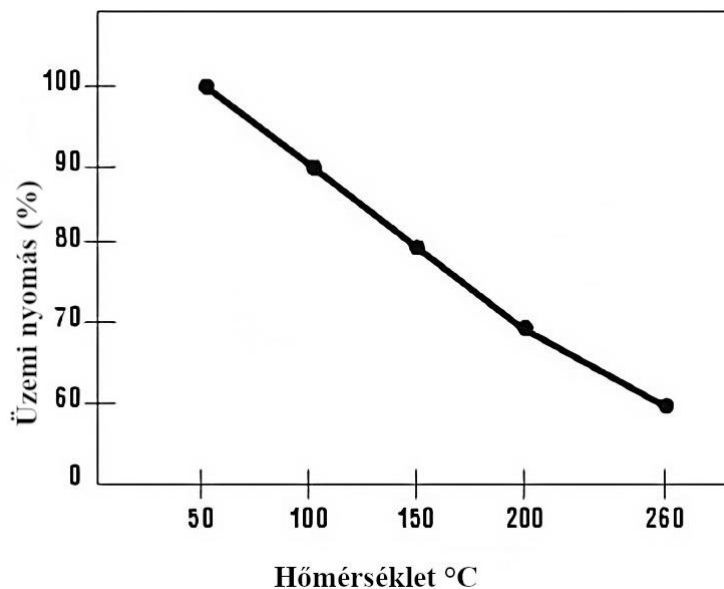


25. ábra. WABCO víztelenítő szelep [22]

A pneumatikus csövek hossza különbözik a két féle kialakítás között. A GST 12 estében a használatban lévő pneumatikus cső megfelel a kompresszor és a vízleválasztó tartály csatlakozásához. A vízleválasztó tartály és a léghálózat további részének csatlakozásához szükséges pneumatikus csövek hossza 0,3 méter. A GST 12 típusú gépjárművekből 5 darab kerül fejlesztésre, azaz a szükséges pneumatikus csövek hossza a GST 12 típusú trolibuszok esetén 1,5 méter.

A GST 12D és GST 12D-2 járművek esetén a szükséges pneumatikus csövek hossza jelentősebben nagyobb, mint a GST 12 esetében, ez a vízleválasztó tartály elhelyezése miatt következik be, ahol mind a kompresszor és vízleválasztó tartály és a vízleválasztó tartály és légrendszer közötti kapcsolatokra is szükség van új pneumatikus csövekre. A szükséges pneumatikus csövek hossza járművünként 1,5 méter, ez a 16 darab felújítandó gépjármű esetében 24 méter pneumatikus csövet jelent. Az összesen szükséges pneumatikus csövek mennyisége 25,5 méter megrendelt mennyisége 26 méter.

A pneumatikus csövek megválasztásához meghatároztuk a szükséges nyomáshatárt, ami a kompresszor működési nyomásának legalább kettőszerese legyen, hogy megfeleljen a mindenkorai biztonsági előírásoknak. A kompresszor üzemi nyomása 9,5 bar ezért a választott pneumatikus cső minimális működési hőmérsékleten lévő nyomása 19 bar.

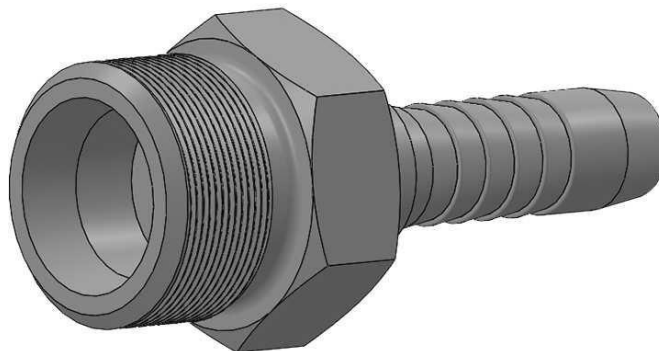


26. ábra. A választott pneumatikus cső működési nyomás változása az üzemi hőmérséklet változásának hatására [23]

A választott pneumatikus cső egy Sima falú teflon (PTFE) cső acél szövettel. A választás a csőre azért esett mert minden tulajdonsága az általunk kívánt értékeken belülre esett. A lehetséges pneumatikus csövek meghatározása során meglehetősen figyelni, hogy a csövek maximális nyomása jelentősen eltérhet egy alacsonyabb hőmérsékletű közegben lévő csőtől, a választott sima falú teflon cső magas hőstabilitással rendelkezik, vagyis a százalékos maximális nyomás eltérése az általunk kívánt hőmérsékleten több mint 90% az eredeti üzemi nyomásnak, ha a 90%-os értékkel számolunk akkor az üzemi nyomása a csőnek az 108 bar nyomás kibírására képes, ami jelentősen meghaladja az általunk elvárt értéket. A

pneumatikus cső üzemi hőmérséklet tartománya -70°C -tól $+260^{\circ}\text{C}$ -ig terjed. Egy másik fontos jellemzője, hogy ez a cső fajta vegyszer és olaj ellenállóképessége magas, továbbá rendelkezik acélszövetes megerősítéssel védve a külső hatásoktól. Az előbb leírt tulajdonságai a kiválasztott pneumatikus csőnek jelentősen nagyobbak, mint a szükséges értékek, ez felveti a kérdést, hogy egyéb megoldással, másik cső választásával lehetőség akadhat költséghatékonyabb választásra is. A használt pneumatikus csövek kiválasztásánál prioritás volt, hogy a használt csövekben külső hatás ellenére se essen károsodás, mivel a működtetett sűrített levegős rendszerek a gépjármű fékrendszerét is üzemelteti, ezért egy külső acél szövetes megerősítésű csőre esett a választás. Az elérhető megerősített csövek közül a választott biztosította a megerősítést és a szükséges méreteket a kompresszor és vízleválasztó tartályhoz.

A kiválasztott csövek nem rendelkeznek beépített tömlő csatlakozóval, ezért a csövek megfelelő hosszra vágása után fel kell szerelni tömlőcsatlakozóval a cső két végét. A választott tömlőcsatlakozó a pneumatikus tömlő alapján és a beszereléshez szükséges menethez lett választva. A tömlőcsatlakozók szükséges darabszáma a GST 12 típusú gépjárművek esetén kettő darab mert a meglévő pneumatikus csövet fel lehet használni a fejlesztéshez. A GST 12D és GST 12D-2 esetén viszont már nem használható fel a jelenleg beszerelt cső, ezért a szükséges tömlőcsatlakozók mennyisége négy darab járművenként. A szükséges mennyiség a fejlesztés elvégzéséhez így 74 darab lesz.



27. ábra. Menetes tömlőcsatlakozó [24]

A szereléshez szükséges csavarok mennyisége négy darab járművenként ez összesen 84 csavar és hozzátartozó anyát jelent. A rögzítéshez M8x40 metrikus hatlapfejű csavart és hozzátartó M8 hatlapú anya lett választva. A csavar választásának

5.6 Költségvetés

A fejlesztéshez szükséges megvásárlandó termékek és mennyiségük meghatározása után a megrendelési költségük kiszámítható. Néhány megrendelendő termék Euro pénznemben vannak megadva itt a szakdolgozat megírásának idején használt árfolyamot veszem alapul és az összegeket forint pénznembe váltom át. A jelenlegi árfolyam alapján 1 Euro 380,55 forint, minden euroban levő összeg mellett ezzel az árfolyammal forintban kifejezve is megtalálható.

A költség meghatározáshoz még szükséges a munkaórák és az azzal járó költsége meghatározása a munkaórák szükséges számát a karbantartó csoport tapasztalatai alapján lett meghatározva. Járművenként a vízleválasztó beépítése előre láthatólag 1 óra 20 percet fog igénybe venni, ez 21 jármű esetében 28 munkaórával jár, a munkaórák rezszi óra költsége megközelítőleg 15000 Forint.

A Ganz Solaris Trollino 12 típusú gépjárműnek egyéni fejlesztési költségének meghatározásához a szükséges alkatrész mennyiségek láthatóak az 1. táblázatban

1. táblázat. Költség számítások egy GST 12 típusú járműre nézve

Megnevezés	Mennyiség	Egy egység költsége	Teljes költség
Vízleválasztó tartály	1 [db]	322 [€/db] (122 537 [Ft/db])	122 527,1 Ft
Víztelenítő szelep	1 [db]	12,51 [€/db] (4760,68 [Ft/db])	4 760,68 Ft
Pneumatikus cső	0,3 [m]	8 798 [Ft/m]	2 639,4 Ft
Menetes csatlakozó	2 [db]	11,85 [Ft/db]	2 370 Ft
M8x40 hatlapfejű csavar	4 [db]	26,94 [Ft/db]	107,76 Ft
M8 hatlapú anya	4 [db]	7,32 [Ft/db]	29,28 Ft
Szükséges munkaóra	1,33 [h]	15000 [Ft/h]	19 995 Ft
Beruházás költségei összesítve	-	-	152 439,22 Ft

A beruházási költségek egy GST 12D vagy GST 12D-2 típusú jármű estén megnövekszik, ennek oka, hogy a meglévő csőhálózatot nem vagyunk képesek újra használni, megnövelve a szükséges csövek és csatlakozók mennyiségét,

továbbá a vízleválasztó tartály fizikailag nagyobb távolságra helyezkedik el a meglévő csatlakozásoktól így több pneumatikus csőre van a fejlesztéshez szükség.

2. táblázat. Költség számítások egy GST 12D és GST 12D-2 típusú járműre nézve

Megnevezés	Mennyiség	Egy egység költsége	Teljes költség
Vízleválasztó tartály	1 [db]	322 [€/db] (122 537 [Ft/db])	122 527,1 Ft
Víztelenítő szelep	1 [db]	12,51 [€/db] (4760,68 [Ft/db])	4 760,68 Ft
Pneumatikus cső	1,5 [m]	8 798 [Ft/m]	13 197 Ft
Menetes csatlakozó	4 [db]	11,85 [Ft/db]	4 740 Ft
M8x40 hatlapfejű csavar	4 [db]	26,94 [Ft/db]	107,76 Ft
M8 hatlapú anya	4 [db]	7,32 [Ft/db]	29,28 Ft
Szükséges munkaóra	1,33 [h]	15000 [Ft/h]	19 995 Ft
Beruházás költségei összesítve	-	-	165 366,82 Ft

3. táblázat. Költség számítások összesítése

Megnevezés	Mennyiség	Egy egység költsége	Teljes költség
Vízleválasztó tartály	21 [db]	322 [€/db] (122.537 [Ft/db])	2 573 279,1 Ft
Víztelenítő szelep	21 [db]	12,51 [€/db] (4760,68 [Ft/db])	99 974,29 Ft
Pneumatikus cső	26 [m]	8.798 [Ft/m]	228 748 Ft
Menetes csatlakozó	74 [db]	11.85 [Ft/db]	87 690 Ft
M8x40 hatlapfejű csavar	84 [db]	26,94 [Ft/db]	2 262,96 Ft
M8 hatlapú anya	84 [db]	7,32 [Ft/db]	614,88
Szükséges munkaóra	28 [h]	15000 [Ft/h]	420 000 Ft
Beruházás költségei összesítve	-	-	3 412 569,23 Ft

A fejlesztés beruházási költsége az 5 darab Ganz Solaris Trollino 12 járműre egyenként 152.439,22 Ft , a Ganz Solaris Trollino 12D és a Ganz Skoda Trollino 12D-2 járművekre 165.366,82 Ft. A meglévő 21 gépjármű fejlesztésére a meghatározott költségek 3.412.569,23 Ft összeg.

5.7 Beépített alkatrészek karbantartása

A fejlesztés végrehajtásához szükségesek a gépjárműre vonatkozó dokumentációk és utasítások elkészítése az új alkatrészek figyelembevételével. Az átírni szükséges utasítások közé tartozik az újonnan beépített elemek karbantartási utasítása is. Javaslatom a meglévő ciklikus javítási munkálatok közé felvenni a vízleválasztó tartályra szerelt víztelenítő szelep üritését, ezt heti javítási munkálatokhoz javaslom felvételre, a hétnapos javítási folyamatok közben megtörténik a kompresszor olajsint ellenőrzése, ez a folyamathoz szükséges a kompresszortérbe való hozzáférésre, és a vizsgálat után a szelep üritéséhez nem okoz nagyobb igénybevétel mind idő és bonyolultság tekintetében. Abban az esetben, ha a hétnapos ürités nem megfelelő a leeresztés gyakoriságának növelését vagy a vízleválasztó leeresztésének tovább fejlesztését javasolnám. A pneumatikus csövek tömlőcsatlakozóinak vizsgálatát a kompresszor szivárgás ellenőrzések által vizsgált területek közé felvenni és a tartály rögzítő csavarjainak ellenőrzését is elvégezni a ciklikus vizsgálatok során.

6 Összegzés

A szakdolgozatomban a DKV Debreceni Közlekedési Zrt. által működtetett Ganz Solaris Trollino 12, Ganz Solaris Trollino 12D és Ganz Skoda Trollino 12D-2 trolibuszokban található BRQ4/10/35 TFH típusú fékkompresszorral foglalkoztam. A dolgozat első fejezetében a DKV Debreceni Közlekedési Zrt. rövid bemutatásával foglalkoztam, amiben kitértem a cég fejlődésére és a Debrecen városában található tömegközlekedés változásaira a vállalat fejlődésével együtt. A szakdolgozat második fejezetében a különböző légkompresszorok elvi működésével és csoportosításával foglalkoztam, ahol a kompresszorokat működési elvek szerint csoportosítottam.

A harmadik fejezetben a BRQ4/10/35 TFH típusú fékkompresszor működésével és karbantartásával foglalkoztam, a fejezetben kifejtem a kompresszor levegő sűrítésének folyamatát. A harmadik fejezetet a GST 12, GST 12D és a GST 12D-2 különbségeivel folytattam, itt a kompresszorok helyének különbségeit kiemelve bemutattam a típusok sajátosságait, mint például a dízel aggregátor beépítése, a pneumatikus lehúzó berendezés melyik típusok esetében van elhelyezve. A harmadik fejezetbe tartozik a pneumatikus rendszer által működtetett berendezések, mint például a légfékek, légrugók, pneumatikus áramszedő, a fékköröket működtető szelep és az ajtókat irányító szelep bemutatása működésének rövid leírása, majd a kompresszor egység részeinek bemutatásával folytatódott a szakdolgozat, itt a kompresszorhoz kötött olajhűtő, olajleválasztó és villanymotor rövid bemutatásával foglalkoztam. Ezekután a harmadik fejezetet a kompresszor karbantartásával írtam kapcsolatban, felsorolva az alkalmazott karbantartási módszereket, továbbá a kompresszor előforduló hibáit és javítási módszereit is taglaltam.

A negyedik fejezet kétrészsre bontható az első a kompresszor és azt meghajtó villanymotor közötti körmös tengelykapcsoló meghibásodásáról készült. A meghibásodás jelensége a tengelykapcsoló csillag gumibetéjének az elkopása majd elszakadása, ez a tengelykapcsoló két felének elnyírásához vezet, ennek következményeiről és javításáról írtam, mint a villanymotor csapágyainak elkopása, amik javítása a kompresszor egység bontása majd villanymotor szétszerelésével és ezután alkatrészcserevel javítható. Fejlesztési javaslat tétellel folytattam, a fejlesztés célja a meghibásodás előfordulásának csökkentése, ezért a javaslatom a tengelykapcsoló betét állapotának rendszeres ellenőrzése és a 30000 kilométeres karbantartások esetén a betét cserélésének elvégzése. A negyedik fejezet második fele a sűrített levegőben található olajpára által okozott

meghibásodásokról szól. Az itt leírt meghibásodások mind ugyan azon a jelenség következményeként keletkezett, a felsorolt hibák legjellemzőbb formája a tömítések meghibásodása alakváltozat miatt, az olaj megdagasztja a tömítéseket ezzel megakadályozva a szelepek vagy pneumatikus alkatrészek megfelelő működését. A tömítések idővel szétmálnak és nem képesek feladatukat végezni, szivárgás jön létre. A meghibásodás minden tömítéssel ellátott pneumatikus alkatrészt tudja érinteni, mint például az ajtó irányító szelepek, a pneumatikus lehúzó berendezés és az ECAS vezérlő szelepet, ami a gépjárműszintezéséért felel.

A probléma fejlesztéséhez javaslatot az ötödik fejezetben teszem meg. A fejlesztési javaslatom egy új vízleválasztó tartály beépítése, ami a levegőben található vízpára és olajpára leválasztását végzi. A vízleválasztó tartály beépítése a kompresszor egység olajsűrőjének kimenetele és a légregység további csatlakozása közé kerül ezzel megvédve a pneumatikus rendszer további részeit csökkentve azok meghibásodását. A fejlesztéshez szükséges tartály kiválasztása után a tartály helyének kiválasztása következett, a gépjárművek különböző felépítése miatt kétfajta kivételezés létrehozása volt szükséges. A két kivételezés légregységbe való bekötési sorrendje nem változik csak a tartály fizikai távolsága változik az egyik megoldástól a másikhoz képest. A WABCO vízleválasztó tartály helyének meghatározása után a szükséges egyéb elemek megválasztására került sor. A tartály leengedő nyílásába egy WABCO víztelenítő szelep elhelyezése lett meghatározva, ezen a szelepen a karbantartások során az összegyűlt víz és olaj keverékének leengedése szükséges. A légregységhez kötés elvégzéséhez pneumatikus csövek kiválasztása megtörtént, a választott cső külső merevítéssel rendelkezik, hogy védjen a külső hatások ellen. A további kiválasztott alkatrészek a tömlőcsatlakozó, a rögzítő csavar és a hozzátartozó anya volt. A szükséges elemek mennyisége után elkezdett végezni a költség számításokat a teljes beruházásokhoz és az egyes trolibusz típusokhoz. A DKV Debreceni Közlekedési Zrt. karbantartó csoportjával beszélve a szükséges szerelési idők megbecslése megtörtént ez 1 óra 20 perc járművenként. A meghatározott időkhöz egy óránkénti költség megközelítése történt és ezek alapján a fejlesztési beruházás költségének megközelítő meghatározása ment végbe, ez az összeg 3.412.569,23 Ft-ra jött ki a GST 12 esetében egy jármű fejlesztési költsége 152.439,22 Ft és a GST 12D és GST 12D-2 típusok esetében az egy járműre eső beruházási költségek 165.366,82 Ft. A fejlesztési javaslat utolsó pontjában a szükséges dokumentációk elkészítéséről és a beépített elemekhez tartozó karbantartási utasítás elkészítése, a víztelenítő szelep üritését a hétnapos javításokhoz ajánlottam, mivel a kompresszortérben végbe mennek javítási munkálatok, mint a kompresszor olaj ellenőrzése és így nem vesz igénybe nagyobb időtartamokat.

Irodalomjegyzék


- [1] DKV ZRT.: A DKV ZRT TÖRTÉNETE, In: MAGUNKRÓL {online} <https://www.dkv.hu/tortenet> (Letöltés időpontja: 2023.05.28. 19 óra 21 perc)
- [2] DKV ZRT.: GANZ SOLARIS TROLLINO 12, 12D, In: JÁRMŰVEINK {online} https://www.dkv.hu/ganz_solaris_trollino_12_12d (Letöltés időpontja: 2023.05.28 19 óra 52 perc)
- [3] DKV ZRT.: INTEGRÁLT IRÁNYÍTÁSI RENDSZER, In: MAGUNKRÓL {online} https://www.dkv.hu/integralt_iranyitasi_rendszer (Letöltés időpontja: 2023.05.28 18 óra 51 perc)
- [4] Balpataki Antal: *Járműhidraulika és -pneumatika*, Typotex, Budapest, 2012
- [5] Dr. Jakab Zoltán: *Kompresszoros hűtés II.*, Magyar Mediprint Szakkiadó Kft., Budapest, 2006
- [6] Gausz Tamás: *Járművek hő- és áramlástechnikai berendezései II*, Typotex, Budapest, 2012
- [7] Techtomat-shop: Dugattyús kompresszor felépítése In: Dugattyús kompresszor felépítése {online} <https://www.techtomat-shop.hu/dugattyus-kompresszor-felepítése-18> (Letöltés időpontja: 2023.11.20 18 óra 49 perc)
- [8] Dr. Kuan Thai Aw - Prof. Dr. Kim Tiow Ooi: A Review on Sliding Vane and Rolling Piston Compressors {online} <https://www.mdpi.com/2075-1702/9/6/125> (Letöltés időpontja: 2023.11.26. 17 óra 49 perc)
- [9] Imex Szervíztechnika: Forgólapátos kompresszor működése In: Forgólapátos kompresszor {online} <https://imex.szerviztechnika.hu/olajkenesu-forgolapatos-kompresszor> (Letöltés időpontja: 2023.11.24 18 óra 45 perc)
- [10] Juhász László – Maiyaleh Tarek – Vadász József - Vasáros Zoltán: Gyakorlati Hűtéstechnikai Ismeretek In: Tankönyv {online} <https://nemzetiklimavedelmihatosag.kormany.hu/v2/tananyag> (Letöltés időpontja: 2023.11.20. 17 óra 34 perc)
- [11] Imex Szervíztechnika: Forgódugattyús (Roots) fűvók In: Forgódugattyús (Roots) fűvók {online} <https://imex.szerviztechnika.hu/roots-fuvo> (Letöltés időpontja: 2023.11.20. 17 óra 42 perc)

- [12] Thomas: Understanding Compressors In: Machinery, Tools & Supplies {online} <https://www.thomasnet.com/articles/machinery-tools-supplies/understanding-compressors/> (Letöltés időpontja: 2023.11.26. 22 óra 8 perc)
- [13] Raptis Dimitrios: *Pneumatika, elektropneumatika, rendszertechnika*, NYME K., Szombathely, 2015
- [14] Anaa Lavaa: What is Radial Compressor? In: Compressor {online} <https://www.linquip.com/blog/radial-compressor/> (Letöltés időpontja: 2023.11.20 22 óra 19 perc)
- [15] LMF: Air compressors In: Product {online} (<http://www.lmf-ias.com/product/20>) Letöltés időpontja: 2023.11.26. 18 óra 45 perc)
- [16] Axial-Flow Compressor In: Jet Turbine Engine Fundamentals {online} <https://mypdh.engineer/lessons/axial%E2%80%90flow-compressor/> (Letöltés időpontja: 2023.11.26. 21 óra 45 perc)
- [17] MAN Energy Solutions: Axial compressors In: Compressors {online} <https://www.man-es.com/process-industry/products/compressors/axial> (Letöltés időpontja: 2023.11.20. 22 óra 45 perc)
- [18] Ganzair Kompresszortechnika Kft.: BRQ4/10/35 TFH Típusú Fékkompresszor Gépkönyv, Ganzair Kompresszortechnika Kft., Kiskunhalas, 2005
- [19] Rozovits Zoltán: *Pneumatikus, hidraulikus fékek szerkezete, működésük, hibalehetőségek, javításuk*, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest, 2010
- [20] Lukács Pál: *Szerviztechnika*, Typotex, Budapest, 2011
- [21] WABCO: Vízleválasztó In: Nem közúti {online} https://www.wabco-customercentre.com/catalog/hu_HU/9323990000 (Letöltés időpontja: 2023.11.25. 3 óra 6 perc)
- [22] WABCO: Víztelenítő szelep In: Nem közúti {online} www.wabco-customercentre.com/catalog/hu_HU/4343000090?cclcl=hu_HU (Letöltés időpontja: 2023.11.26. 7 óra 44 perc)
- [23] Fémtoímlő Kft.: Sima falú teflon (PTFE) toímlő acél szövettel, DN 1/2", 120 bar In: Sima falú teflon csó, acél szövettel {online} <https://webshop.femtomlo.hu/termek.php?tkod=TFT02293> (Letöltés időpontja: 2023.11.26 17 óra 58 perc)

- [24] Fémtömlő Kft.: Menetes tömlőcsatlakozó, nemesacél, DN1/2", külsőmenet, 15 L M22x1.5, 24°-os kúp In: Menetes tömlőcsatlakozó {online} <https://webshop.femtomlo.hu/termek.php?tkod=CSTO01208> (Letöltés időpontja: 2023.11.26. 17 óra 58 perc)

Ábrajegyzék

1. ábra. Ganz Skoda Trollino 12D-2 [2].....	2
2. ábra. BRQ4/10/35 TFH típusú légkompresszor beépítve a gépjárműben.....	3
3. ábra. Dugattyús kompresszor elvi működése [7]	7
4. ábra. Csúszólapátos kompresszor sűrítés elvi ábrája [9].....	8
5. ábra. Csavarkompresszor elvi működése [10].....	8
6. ábra. Roots kompresszor elvi működése [11]	9
7. ábra. Spirálkompresszor elvi működése [10]	10
8. ábra. Radiális kompresszor járókereke [15]	11
9. ábra. Axiális kompresszor metszete [17]	11
10. ábra. BRQ4/10/35 TFH típusú csúszólapátos fékkompresszor sűrítési elve [18]	12
11. ábra. BRQ4/10/35 TFH típusú fékkompresszor elhelyezkedése a GST 12 típusú járműben	14
12. ábra. BRQ4/10/35 TFH típusú fékkompresszor elhelyezkedése GST 12D és a GST 12D-2 típusú járműben.....	15
13. ábra. A GST 12 trolibuszban használt légrugók kisserelt állapotban	17
14. ábra. ECAS vezérlő szelep	17
15. ábra. BRQ4/10/35 TFH típusú légkompresszorban használt olajhűtő	19
16. ábra. A kompresszor egység olajszűrője és a betétje	20
17. ábra. A tengelykapcsoló alumínium fele és csillagbetétjének meghibásodás utáni állapotának összehasonlítása egy új alkatrészsel.....	24
18. ábra. Villanymotor forgó egysége kisserelt állapotban a tengely két végén golyóscsapágyakkal.....	25
19. ábra. Az ajtók működését irányító szelep és munkahenger.....	26
20. ábra. GST 12D-2 tetején megtalálható pneumatikus áramszedő berendezés	27
21. ábra. Knorr-Bremse II38801F - AE4612 négykörös védőszelep és az olaj által megnövekedett tömítése	28
22. ábra. WABCO vízleválasztó tartály [21]	30
23. ábra. GST 12 trolibuszok esetén kijelölt vízleválasztó tartály helye	31
24. ábra. GST 12D és GST 12D-2 trolibuszok esetén kijelölt vízleválasztó tartály helye	32
25. ábra. WABCO víztelenítő szelep [22].....	33
26. ábra. A választott pneumatikus cső működési nyomás változása az üzemi hőmérséklet változásának hatására [23]	34
27. ábra. Menetes tömlőcsatlakozó [24].....	35

	TROLIBUSZ JÁRMŰVIZSGÁLATI LAP Napi ciklikus ellenőrzés GST12; GST12-D; GTS12-D2; GS MAZ103T		ID 312
			Változat: 2
			Oldalszám: 1/1
Készítette: Technológus-Informatikai csv.	Ellenőrizte: Mű. vezető	Jövőhagyta: Vezérgazgató	Alkalmazás dátuma: 2016. 06. 20.

Dátum: 20..... év hó nap Pályaszám:

Munkaszám:


Ssz	Megnevezés	Megállapítás				Munkát végző aláírása
		Ellenőrzés	Beállítás	Javítás	Csere	
1	Tetőn lévő berendezések szemrevételezése. Ellenőrzi a lazulást, elmozdulást idegen tárgyak bekerülését és ezek elhárítását.					
2	Áramszedő csúszószén ellenőrzése, csere, ha 7 mm alá kopott a csúszószén vastagsága. Elrepülésgátló épségét. Áramvezető kábelek meglétét, állapotát.					
3	Alvázon, felhajtható ládatereknél ellenőrzi: kormány szervó szivattyúk és tartály tömítettségét, folyadékszintet. Központi zsírzó által szállított többletsírt letörli. Kompresszor olajszivárgását ellenőrzi.					
4	Lámpák működésének ellenőrzése.					
5.	Menetpedál működésének ellenőrzése.					
6.	Fékműködés ellenőrzése.					
7.	Ajtók működésének ellenőrzése.					
8.	Ablaktörlők működés ellenőrzése					
9.	URH készülék ellenőrzése					
10.	Utastájékoztató ellenőrzése					
11.	Utastér vészjelző ellenőrzése					
12	Járművezető által leadott hibák elhárítása.					
13.	Önjáró trolibuszoknál: dízelmotor: - kenőolaj szivárgás, - gázolajkör szivárgás, - hűtővíz szivárgás, - lapos szíj megléte, generátor: - hűtővíz szivárgás, - ékszíj megléte.					

Megállapítás (pl.: forgalomba adható, stb):

Név:

Aláírás(ok):

Sorszám:

	TROLIBUSZ JÁRMŰVIZSGÁLATI LAP Napi – 7 napos	ID 307
		Változat:2
		Oldalszám:1/1
Készítette: Járműfennt. üzemvezető	Ellenőrizte: MI vezető	Jóváhagyta: Vezérigazgató
		Alkalmazás dátuma: 2005. 01. 01.

Pályaszám: Dátum: 20..... év hó nap

Javítás neve: Napi javítás és ellenőrzés 7 napi biztonságtechnikai javítás és ellenőrzés

Ssz.	Alkatrész, részegység	Ellen- őrzés	Beállí- -tás	Javí- -tás	Csere	Törzs- -szám	Munkát végző(k) aláírása(i)
1-14	<u>I. Tetőn végzendő műveletek</u> a. Napi vizsgálat során:						
	b. 7 napos BT vizsgálat:						
15-38	<u>II. Karosszéria ellenőrzése</u> a. Napi vizsgálat során:						
	b. 7 napos BT vizsgálat:						
39-74	<u>III. Kormányzás, lég- és kézifékrendszer, levegőellátás</u> a. Napi vizsgálat során:						
	b. 7 napos BT vizsgálat:						
75-86	<u>IV. Kardántengely, hidak és felfüggesztés</u> a. Napi vizsgálat során:						
	b. 7 napos BT vizsgálat:						
87-146	<u>V. Elektromos berendezések vizsgálata</u> a. Napi vizsgálat során:						
	b. 7 napos BT vizsgálat:						
	<u>VI. Egyszerűsített szivárgóáram mérés</u>						
	<u>VII. Szigorított szivárgóáram mérés</u>						
147	<u>VIII. Egyebek</u> BKP-12/1 típusú görgős fékerőmérő padon fékellenőrzés és fékbeállítás						
148	Vonallakatosi szolgálat						
149	Defektjavítás, kerékcseré						
150							
Megállapítás (pl.: forgalomba adható, stb):							

	TROLIBUSZ JÁRMŰVIZSGÁLATI LAP P1 (30.000 km-es) javítás			ID 181
				Változat: 2
	Készítette: Komlósi Tamás	Ellenőrizte: Mü. oszt. vezető	Jóváhagyta: Vezérigazgató	Oldalszám: 1/5 Alk. dátuma: 2010. 01. 01.

Dátum: 20..... év hó nap

Pályaszám:

Munkaszám:

Ssz*	Megnevezés	Megállapítás				Munkát végző aláírása
		Ellenőrizve, Elvégezve	Beállítva	Javítva	Cserélve	
0.2	PCM-2 kártya eseménytárolójának kiolvasása. PCM-2 kártya archiválása. SCI kártya archiválása. Műszerfali LCD kijelzőn megjelenő hibaüzenetek leolvasása.					
1 Tető						
1.1	Tetőn lévő berendezések szemrevételezése.					
1.2	A készülékek rögzítésének, elmozdulásának ellenőrzése.					
1.3	Idegen tárgyak eltávolítása.					
1.c Készülékszekrény						
1.c.1	Kontaktorok. Szigetelések és tekercsek tisztítása. Segéd- és főérintkezők kopásának méretellenőrzése. A vasmag felületének ellenőrzése. A villamos kapcsolatok ellenőrzése. Az ívöltő kamra ellenőrzése.					
1.c.2	Töltőellenállás épségének, kontaktusinak ellenőrzése.					
1.d Áramszedő PTB74066A						
1.d.1	Áramszedő csúszószen ellenőrzése, csere, ha 7 mm alá kopott a csúszószen vastagsága.					
1.d.2	Elrepülés gátló ellenőrzése.					
1.d.3	Áramvezető szalag ellenőrzése.					
1.d.4	Csúszófej ellenőrzése.					
1.d.6	Az áramszedő rúd fizikai állapotának vizsgálata					
1.d.7/a	<i>Normál trolibuszoknál:</i> Z500 gyorslevezető ellenőrzése, működési próbája.					
1.d.7/b	<i>Önjáró trolibuszoknál:</i> Pneumatikus áramszedő csévéző dob próbája, szükség esetén felújítás.					

*A sorszámok a TU 002 V2 technológiával egyezők

	TROLIBUSZ JÁRMŰVIZSGÁLATI LAP P1 (30.000 km-es) javítás		ID 181
			Változat: 2
			Oldalszám: 2/5
Készítette: Komlósi Tamás	Ellenőrizte: Mü. oszt. vezető	Jóváhagyta: Vezérigazgató	Alk. dátuma: 2010. 01. 01.

Dátum: 20..... év hó nap

Pályaszám:

Ssz*	Megnevezés	Megállapítás				Munkát végző aláírása
		Ellenőrizve, Elvégezve	Beállítva	Javítva	Cserélve	
1.d.8	<i>Önjáró trolibuszoknál</i> Pneumatikus mozgatórendszer ellenőrzése: Mechanikus mozgásellenőrzése, szükség szerint beállítás. Oldalirányú kitérés beállítása. Útadó beállítása. Nyomásszabályzó beállítása. Kábelek megléte, állapotának ellenőrzése. Működési próba.					
1.d.9	Áramszedő súlyozása.					
1.e Fékellenállás (VU 8)						
1.e.1	Fékellenállás állapotának, porcelánok épségének ellenőrzése.					
1.e.2	Portalanítás elvégzése.					
2 Kocsiszelekrény						
2.c Külső világítás						
2.c.1	Külső világító testek ellenőrzése.					
2.c.2	Fényszóró keret ellenőrzése, fényszórók beállítása.					
2.e Szervizajtók						
2.e.1	Kormány szervó szivattyúk és tartály tömítettségét, folyadékszintet ellenőrzi.					
2.e.2	Központi zsírzó által szállított többlet zsírt letörli.					
2.e.5	Akkumulátor-tálca forgópontjainak, továbbá hátsó zsanérjainak kenése.					
2.e.6/b	Akkumulátorokat egymással megcseréli, külön töltés esetén cserélve szereli vissza.					
2.e.7	Alsó porvédő lemezek levétele, tisztítása.					
2.e.8	Motortér és készülékterek tisztítása, kifúvatása.					
3 Utastér						
3.a Utastéri ajtók						
3.a.1	Helyes működés ellenőrzése.					
3.a.2	Ajtómozgató mechanika besabályozása, kenése.					

*A sorszámok a TU 002 V2 technológiával egyezők

	TROLIBUSZ JÁRMŰVIZSGÁLATI LAP P1 (30.000 km-es) javítás		ID 181
			Változat: 2
			Oldalszám: 3/5
Készítette: Komlósi Tamás	Ellenőrizte: Mü. oszt. vezető	Jóváhagyta: Vezérigazgató	Alk. dátuma: 2010. 01. 01.

Dátum: 20..... év hó nap

Pályaszám:

Ssz*	Megnevezés	Megállapítás				Munkát végző aláírása
		Ellenőrizve, Elvégezve	Beállítva	Javítva	Cserélve	
3.b Kapaszkodók						
3.b.1	Kapaszkodók ellenőrzése.					
3.c Ülések						
3.c.1	Ülések állapotának, rögzítettségének ellenőrzése.					
3.d Mozgásukba korlátozottak részére fenntartott hely						
3.d.1	Ellenőrzés szemrevételezéssel.					
3.d.2	Rámpa ellenőrzése, zsírozása.					
3.h Fűtés						
3.h.1	Utastéri szellőzőegység szűrőinek tisztítása, szükség esetén csere.					
3.i Világítás						
3.i.1	Belső világítótestek működésének ellenőrzése.					
3.i.2	Belső világítási burák állapotának ellenőrzése. Burák leszerelése, tisztítása.					
4 Vezetőfülke						
4.c Fűtés, szellőzés						
4.c.1	Működőképességének ellenőrzése.					
4.c.2	Vezetőtéri szellőző szűrőbetétjének cseréje.					
4.d Jelzőlámpák, kezelőszervek						
4.d.1	Pedálok alapjelének ellenőrzése, beállítása.					
6 Futómű						
6.1	Kerékbroncs állapotának ellenőrzése.					
6.a Elsőtengely						
6.a.1	Központi kenési rendszer ellenőrzése. Kenőanyaggal történő feltöltés.					
6.a.4	Kormányrendszer tömítettségének ellenőrzése.					
6.a.5	Kormányoszlop és a rudazat csavarkötéseinek ellenőrzése.					

*A sorszámok a TU 002 V2 technológiával egyezők

	TROLIBUSZ JÁRMŰVIZSGÁLATI LAP P1 (30.000 km-es) javítás		ID 181
			Változat: 2
			Oldalszám: 4/5
Készítette: Komlósi Tamás	Ellenőrizte: Mü. oszt. vezető	Jóváhagyta: Vezérigazgató	Alk. dátuma: 2010. 01. 01.

Dátum: 20..... év hó nap

Pályaszám:

Ssz*	Megnevezés	Megállapítás				Munkát végző aláírása
		Ellenőrizve, Elvégezve	Beállítva	Javítva	Cserélve	
6.c Hajtásrendszer						
6.c.2	Kardántengely csavarkötéseinek ellenőrzése.					
6.c.3	Vontatómotor belépő és kilépő levegőnyílásainak tisztítása.					
7 Fék és légrendszer						
7.a Kompresszor						
7.a.3	Kompresszor tömítetlenségek, olajszivárgási helyek ellenőrzése.					
7.a.4	Olajszint ellenőrzése.					
7.a.5	A levegőszűrő cseréje, szükség esetén a biztonsági betét cseréje.					
7.a.8	A kompresszor hűtőjének tisztítása.					
7.b Léghálózat						
7.b.1	Pneumatikus rendszer víztelenítése.					
7.b.2	Tömörtség ellenőrzés.					
7.b.3	Légszárító betétjének cseréje.					
7.b.4	Nyomásértékek ellenőrzések.					
7.d Féknyereg						
7.d.1	Féknyereg könnyű mozgásának ellenőrzése.					
7.d.2	Féktárcsa, fékbetétek ellenőrzése.					
8 Aggregát						
8.1	Általános állapot ellenőrzés.					
8.a Dízelmotor						
8.a.1	Ellenőrzés. Kenőolaj szivárgás. Gázolajkör szivárgás. Hűtővíz szivárgás. Lapos szíj megléte.					
8.b Generátor						
8.b.1	Ellenőrzés. Hűtővíz szivárgás. Ékszíj megléte.					

*A sorszámok a TU 002 V2 technológiával egyezők

	TROLIBUSZ JÁRMŰVIZSGÁLATI LAP P1 (30.000 km-es) javítás		ID 181
			Változat: 2
			Oldalszám: 5/5
Készítette: Komlósi Tamás	Ellenőrizte: Mü. oszt. vezető	Jóváhagyta: Vezérigazgató	Alk. dátuma: 2010. 01. 01.

Dátum: 20..... év hó nap

Pályaszám:

Ssz*	Megnevezés	Megállapítás				Munkát végző aláírása
		Ellenőrizve, Elvégezve	Beállítva	Javítva	Cserélve	
9	<i>Utastájékoztató</i>					
9.1	Központi egység működésének ellenőrzése.					
9.2	Kijelzők működésének ellenőrzése.					
9.3	Reklámmonitor működésének ellenőrzése.					
10	<i>Biztonságtechnikai ellenőrzések</i>					
10.1	Szigetelési ellenállások mérése. Földpotenciál kábel ellenőrzése.					
10.2	Megbontásos szigetelésmérés.					

Legalább egyszer minden személy aláírása mellett az olvasható törzsszámnak is szerepelnie kell!

Ellenőrizte:

Név:

.....

Aláírás:

.....
csoportvezető

.....
művezető

.....
minőségellenőr