



DEMUS TAMÁS

okl. gépészmérnök
MÁV-GÉPÉSZET Zrt.

Könnyű önjáró vasúti konténerszállító jármű hajtott forgóvázának szerkezeti kialakítása

Összefoglaló

A könnyű, önjáró konténerszállító jármű vasúti alkalmazása az áruszállítás speciális igényeit elégítheti ki. A szerző diplomaterve kivonatában bemutatott téma továbbgondolása, az ilyen járművek fejlesztése újabb lehetőséget kínál speciális, kisebb áruszállítás igények gazdaságos vasúti megoldására.

Szaklapunk terjedelmi korlátai nem teszik lehetővé egy teljes diplomaterv közreadását, csak rövid tömörítvény közlése lehetséges. Örömmel biztosítunk lehetőséget a vasúti szakterületen végzett fiatal mérnököknek, leendő kollégáknak arra, hogy közreadják éveik alatt elsajátított értékes tudásuk esszenciáját.

Tamás Demus
dipl. maschineningenieur
MÁV-GÉPÉSZET Zrt.

Die Konstruktiongestaltung des getriebenen Drehgestells einen leichten, selbst fahrenden Behälterlieferant

Kurzfassung

Die Anwendung des leichten, selbst-fahrendes Behälterlieferantfahrzeugs in dem Schienenverkehr kann die speziellen Ansprüche der Warenzulieferung erfüllen. Die Witerdenkung des angezeigt Themas in dem Extrakt des Diplomprojekts des Autors, die Entwicklung dieser Fahrzeuge bietet neue Möglichkeiten an, die die spezieller, kleiner Gütertransportansprüchen löst wirtschaftlich.

Unseres beschränkt Umfangs ermöglicht das ganze Diplomprojekt veröffentlichten nicht, nur ein Kurzfassung ist möglich. Wir stellen eine Gelegenheit froh zur Verfügung für junge Ingenieure auf Eisenbahnspezialität und werden den Kollegen, dass die Essenz ihrer wertvollen unter Jahren erworbenen Kenntnisse veröffentlicht wird.

Tamás Demus
Mechanical Engineer
MÁV-GÉPÉSZET Zrt.

Structural design of a motor bogie of a light, self-propelling railway container transporter

Summary

The use of a lightweight, self-propelled container transporter in railway transportation could fulfill the special needs of goods hauling. By thinking over the theme presented in the abstract of the author's diploma thesis, the development of these vehicles leads to new opportunities to perform special, smaller transport of goods in an economically efficient way.

The limited extent of our trade paper does not allow fully publishing the diploma thesis, only a short abstract is possible. We provide an opportunity gladly to young railway engineers and future colleagues to publish the essence of their valuable knowledge acquired in years.

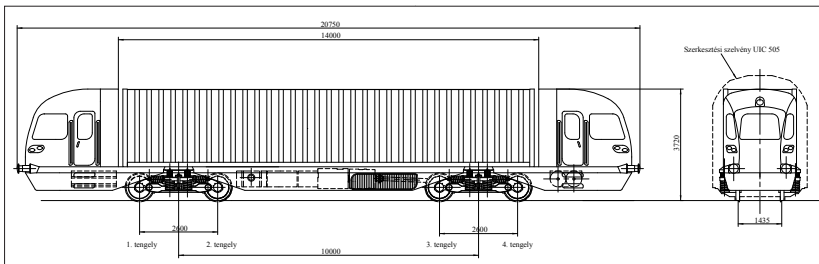
A továbbítandó konténerek sokfélék, azonban méreteiket szabvány rögzíti. Eleinte a 20 és a 40 láb hosszú konténerek terjedtek el, majd megjelentek a 45 láb hosszú normál, magasított, illetve hűtött kivitelek is. A geometriai méreteken felül maximális tömegük is rögzített. Ennek megfelelően célszerű egy olyan jármű kialakítása, amely képes – megfelelő úrszelvény esetén – a lehető legtöbb konténertípust szállítani, azaz alkalmasnak kell lennie egy 45 láb hosszú magasított kivitelű konténer továbbítására.

Az alacsony forgalom magával vonja a gyengébb pályafelépítményt, amely következtében alacsony tengelyterheléssel kell számolni, valamint a rendező pályaudvarok miatt kis sugarú ívek is előfordulhatnak. Ez kicsi forgócsap távolságot és tengelytávolságot eredményez, ugyanakkor döntő befolyással bírhat a szükséges tengelyszám meghatározása során.

A jármű erőátviteli rendszerének is illeszkednie kell a szolgálati nemhez. Rendezési műveleteket gyakori megállások és elindulások jellemzik, azonban

nem szabad elzárkózni a lehetőségtől, hogy adott esetben a járműnek közepes távolságon kell forgalmat lebonyolítania, például mellékvonalak mentén elhelyezkedő ipari létesítmények kiszolgálása esetén. Ehhez leginkább a hidrodinamikus erőátvitel illeszkedik, amely hatékony teljesítmény kihasználás mellett alacsony karbantartásigényvel és kis tömeggel rendelkezik.

Célszerűnek kínálkozik egy hajtott forgóváz kialakítása, amelynek hajtáshoz szükséges elemeinek elhagyásával a futó forgóváz is kialakítható. Ez



1. ábra A konténerszállító jármű jellegrajza
Abbildung 1. Das Modell des Behälterlieferants
Figure 1. Model of the container transport vehicle

nagymértékben egyszerűsíti a gyártást és karbantartást.

A gyors rendezés miatt célszerű önrakodó járművet kialakítani, azonban ezen emelőszerkezet rengeteg műszaki kérdést vet fel, ennek kidolgozása további bonyolult vizsgálatokat igényel. A tervezési folyamat jelen pontján elegendő a szerkezet működtetéséhez szükséges teljesítmény biztosítása, amelyet leghatékonyabban hidraulikus segédüzemmel lehet megvalósítani, ugyanis a jármű mozgása esetén a motor hűtése, a kompresszor és generátor hajtása, valamint az egyéb segédüzemek ellátása történhet hidraulikus erőátvitellel, amelyet álló helyzetben, amikor a motor hűtésigénye és a kompresszor teljesítmény igénye lecsökken, használhatunk az emelőszerkezet működtetésére. Ezzel csökken a beépítendő gépek száma és teljesítménye. A jármű jellegrajza az 1. ábrán látható.

A jármű össztömegének meghatározásához becsülni kell a forgóvázak, alváz és szekrény, hajtásrendszer, segédüzem és a működtetéshez szükséges üzemanyag, kenőolaj, hűtővíz, homok tömegét. Csak a hajtott forgóváz és az előbb felsorolt elemek tömegének figyelembevételével a jármű önsúlya 17 tonna, amelyhez még hozzájárul a továbbítandó konténer maximális tömege (34 t) és a futó forgóváz, amely a tengelyszámtól függően kb. 5400 kg illetve 7100 kg. Ezek alapján kalkulált össztömeget és átlagos tengelyterhelést figyelembe véve elegendő egy kétengelyes futó forgóváz kialakítása, amely így kialakítható a hajtott forgóvázból. Ennek megfelelően a jármű össztöme-

ge 57 t, az átlagos tengelyterhelés pedig nem haladja meg a 140 kN-t.

További fontos kérdés az elérendő menetdinamika, a gyorsítási tartalék és a leküzdhető emelkedő meghatározása. A jármű menetellenállását hasonló járművek adatai alapján becsülve a szükséges vontatási teljesítmény számítható. A szükséges vontatási teljesítmény 300 kW, a dízelmotor hűtése 5,1 kW, a kompresszor hajtása 10 kW, míg az egyéb segédüzemi gépek további 10 kW teljesítményt igényelnek, így a beépítendő minimális teljesítmény 325,1 kW.

A forgóváz tervezéséhez szükséges a tengelyterhelés és a terelőerő meghatározása. A jármű össztömege kicsi, nagy különbség van az üres és a rakott jármű tömege között. Emiatt a konténer súlypontjának helyzete nagymértékben befolyásolja a kialakuló tengelyterheléseket. Üres állapotban a jármű súlypontja a hossz tengelyre, a középvonaltól 233 mm távolságra a futó forgóváz felé esik. A hajtott forgóváz tömege

nagyobb a futó forgóváz tömegénél, így a tengelyterhelések egyenletesebbek, a futó forgóváz tengelyein 53 kN, a hajtott forgóváz tengelyein 59 kN. Feltételezve, hogy a konténer tömegközéppontjának eltérése a geometriai középvonaltól hosszirányban $\pm 0,5$ m lehet, rakott állapotban a tengelyterhelés elérheti a 151 kN-t is.

A tengelyterhelések ismeretében meghatározhatóak a terelőerők, amely a kerékalpon fellépő súrlódó erők, a centrifugális erőhatásból és a forgóvázak különböző tengelyterheléseiből származó erőkomponensekből áll össze. A forgóváz visszatérítő hatása elhanyagolható, ugyanis a szekunder rugózás kialakítása olyan, hogy az ívbeállást nem akadályozza. A számítás eredményeit a 1. táblázat tartalmazza, látható, hogy minden esetben egypon- tos vezetés alakul ki.

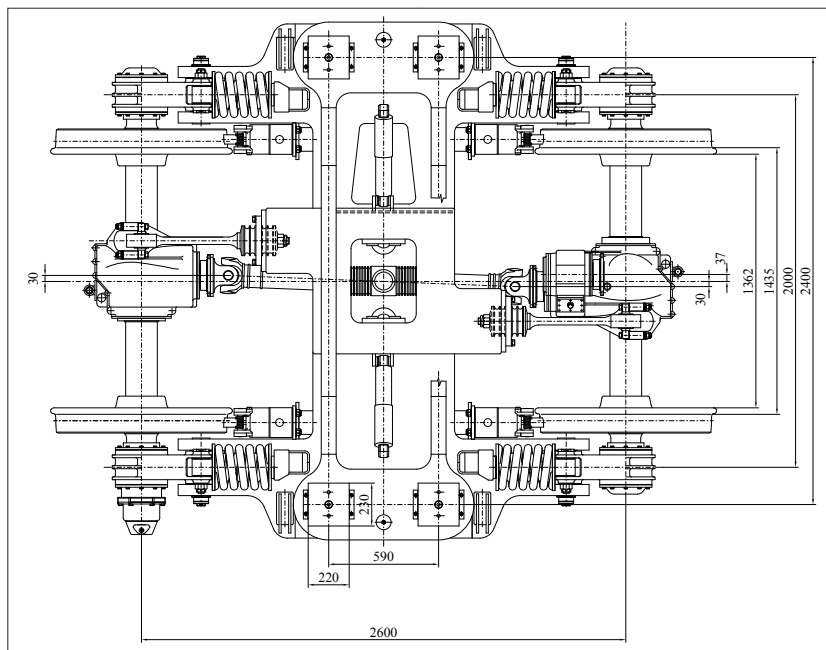
A forgóváz kialakításánál elsődleges szempont volt, hogy egy meglévő konstrukció kerüljön átalakításra. Emiatt a tervezési számítások nagymértékben egyszerűsödtek, csupán a módosuló alkatrészek méretezésére volt szükség. Az átalakítandó forgóváz kiválasztásánál az alábbi szempontokat vettem figyelembe:

- Szilárdságilag mennyire közelíti meg az adott terheléseket?
- Jellemzően milyen szolgálati járműveken alkalmazták?
- Milyen rakodási magasság érhető el?
- Alkalmas-e hajtásrendszer befogadására?

1. táblázat

Terelőerő számítás eredményei

		Üres jármű		Rakott jármű	
		I. eset	II. eset	III. eset	IV. eset
Bejárandó ívsugár	[m]	150	600	150	600
Járműsebesség	[km/h]	30	100	30	100
Tülemelés	[mm]	45	130	45	130
Vezető kerékpárok száma	[-]	2	2	2	2
Jármű össztömege	[kg]	23 000	23 000	57 000	57 000
Nyomtágasság	[mm]	25	10	25	10
Terelőerő	1. tengely [kN]	15,045	16,665	36,274	40,286
	3. tengely [kN]	16,638	18,265	42,242	46,279
Kisiklás elleni biztonság	1. tengely [-]	1,773	1,601	1,77	1,593
	3. tengely [-]	1,786	1,627	1,789	1,633



2. ábra A forgóváz felülnézete
 Abbildung 2. Die Draufsicht des Drehgestells
 Figure 2. Top view of the bogie

- Kialakítható-e belőle hajtás nélküli kivitel?
- Gyártott darabszám.

Ezek alapján legalkalmasabbnak a Ganz univerzális forgóváz családja bizonyult, amely könnyű mozdonyok és motorvonatok alá került beépítésre, nagy darabszámban gyártott, kiforrott konstrukció. Ugyanakkor a hajtás elemeinek elhagyásával a futó forgóváz is kialakítható. Az átalakított forgóvázat mutatja a 2. és 3. ábra. Az átalakítás során ellenőrizni kellett a kerékpár tengelyt, új tengelycsapágy beépítése vált szükségessé és át kellett tervezni a forgóváz rugózási rendszerét. A tengely méretezését a Ganz-módszer szerint és az MSz EN 13104 tengelyméretezési szabvány alapján végeztem, amelyek alapján a tengely megfelel.

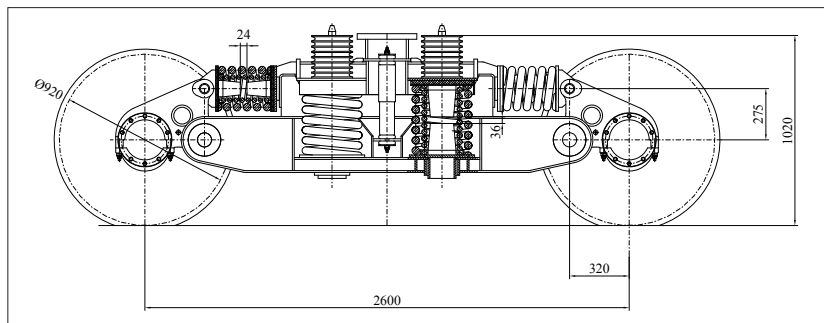
A terelőkar ellenőrzése során új csapágy került beépítése, valamint a bekötő-csap kifáradásra való ellenőrzése történt meg. A beépítendő kétsoros kúpgörgős csapágy élettartam számításához előzetes terheléseloszlás felvétele szükséges, amely magában foglalja a hajtás és fékezés, valamint az ívben haladás esetét mind axiális, mind radiális terhelés esetére.

A forgóváz tervezése során központi probléma a rugórendszer kialakítása, ugyanis mind üres, mind rakott állapotban biztosítani kell a megfelelő ütközőmagasságot. A rakott és üres tömeg ismeretében a teljes rugórendszer eredő merevsége meghatározható, amelyből a primer és szekunder rugó merevségét illetve a duplex rugótagok merevségét számítani lehet. A megfelelő rugók kialakítását tovább nehezíti, hogy az egyes rugók geometriai méretei az eredeti konstrukció rugóinak méreteitől csak

kis mértékben térhet el, ezzel ugyanis elkerülhető, hogy a forgóvázkeretet módosítani kelljen. A számítást számítógépesnumerikusmódszerrel végeztem. A folyamat, hasonló az optimalizációs eljárásához, azonban itt nem extrémumot kell elérni, hanem egy paraméter adott értékét, amely jelen esetben a primer rugó beépítési magassága. Akcióparaméterként jelent meg a rugók geometriai mérete. Korlátozó feltétel a megengedhető feszültség, a közép- és szálátmérők viszonya, a primer és szekunder rugók összenyomódásának aránya, valamint a geometriai méretek megfelelő határokon belül tartása. A számítás eredményeként adódott egy olyan rugórendszer, ahol a szekunder rugó összenyomódása másfélszerese a primer rugóé. Sikertült progresszív rugózás nélkül a megfelelő rugómerevséget elérni.

A tervezés során a forgóvázkeret módosítására nem volt szükség, ugyanis annak terhelései nem haladják meg az eredeti konstrukció során figyelembe vett terheléseket.

A jármű további jellemzőinek kialakítása számtalan kérdést vet fel, többek között a hajtásrendszer és az emelőszerkezet kialakítását, valamint futástechnikai szimulációt igényel, ugyanis üres állapotban kis tömege miatt a dinamikus hatások kisiklást idézhetnek elő. Ennek vizsgálata, valamint, hogy a kialakított, viszonylag kemény rugózás ilyen szempontból megfelelő-e a továbbiakban alapvető kérdésként jelenik meg.



3. ábra A forgóváz oldalnézete
 Abbildung 3. Die Seitenansicht des Drehgestells
 Figure 3. Side view of the bogie