



**GOTTFRIED KUŘE**

marketingigazgató  
Vasúti Üzletág  
SKF, Ausztria

**VÍCTOR MARTÍNEZ**

mechatronikai és  
állapotfelügyeleti vezető  
Vasúti Fejlesztés  
SKF, Spanyolország



**Állapotfelügyelet vasúti alkalmazásokban**

*Összefoglaló*

Az SKF forgóváz állapotfelügyeleti rendszert fejlesztett ki a vasút számára. A műszaki megoldás hozzájárul az iparágban a megbízhatóság és a biztonság folyamatos javításához, valamint a karbantartási költségek csökkentéséhez. Az állapotfelügyeleti rendszer a fő alkatrészekre, így a kerekekre, hajtóművekre és tengelyekre szerelt érzékelőkkel gyűjti az adatokat, a problémákat pedig már korán felderíti a karbantartás jobb megtervezhetősége érdekében. Az SKF úgy tervezte meg a felügyeleti technológiát, hogy az telepíthető legyen új járművekre, de illeszthető legyen a már meglévőkre is.

*Gottfried Kuře*  
Direktor für Marketing,  
Geschäftsbereich Bahnen,  
SKF, Österreich

*Victor Martínez*  
Manager für Mechatronik und  
Zustandsüberwachung,  
Entwicklung von Bahnen,  
SKF, Spanien

Anwendung der Zustandsüberwachung bei Bahnen

*Zusammenfassung*  
Die Betreiber von Bahnen haben oft Sorgen betreffs der Erhöhung der Zuverlässigkeit und der Sicherheit, sowie der Reduktion von Instandhaltungskosten. Die Zustandsüberwachung als eine neue High-Tech-Technologie bietet den Bahnen neue Möglichkeiten an, um sich – vorbeugend – finanzielle Ersparnisse (proaktive Annäherung) und die im Bereich der Sicherheit gesteckten Ziele erreichen zu können.

*Gottfried Kuře*  
Marketing manager  
Railway Business Unit  
SKF, Austria

*Victor Martínez*  
Mechatronics and condition monitoring manager  
Railway development  
SKF, Spain

Condition monitoring in railway applications

*Summary*  
The railway operators are often engaged in increase security and reliability, and reduce maintenance cost. Control monitoring is an advanced technology which offers new opportunities for rail, allowing proactive approach to the financial savings, and the attainment of their objectives in the safety sphere.

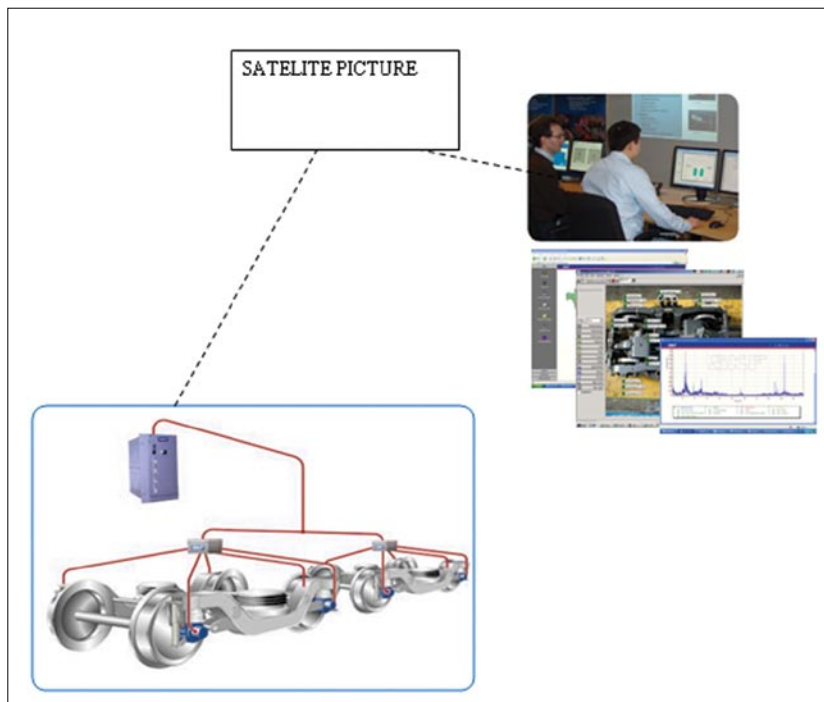
A vasutak üzemeltetőit folyamatosan foglalkoztatja a megbízhatóság és biztonság növelése és a karbantartási költségek csökkentése. Az állapotfelügyelet egy olyan fejlett technológia, amely új lehetőségeket kínál a vasútnak, lehetővé téve a pénzügyi megtakarítások proaktív megközelítését és a biztonság terén kitűzött célok elérését.

Az SKF Multilog IMx-R on-line rendszereket (1. ábra) kifejezetten vasúti alkalmazásokra fejlesztették ki és több olyan moduláris érzékelőt

tartalmaznak, amelyek figyelik a forgóváz működését és egyidejűleg továbbítják az állapotra vonatkozó adatokat. A rendszer együttműködik az SKF @ptitude Observer szoftverrel egy átfogó mechanikai állapotfelügyeleti és védelmi rendszer részeként.

Az SKF Multilog IMx-R lehetővé teszi a hibák korai észlelését, automatikusan tanácsot ad a már meglévő illetve közeljövőben várható állapotok korrigálására. A rendszer automatikusan terhelés és

sebességfüggő figyelmeztetéseket és jelzéseket ad. Ez elindítja a fedélzeti és a külső kommunikációt, az automatikus diagnosztizáláshoz és a hiba okának elemzéséhez szükséges adatfeldolgozást. A rendszer által összegyűjtött adatok linkként használhatók a karbantartási rendszerekben az ütemezéshez, a tartalékalkatrész gazdálkodásban és a munkarendek összeállításához. Továbbá a végfelhasználók számára rendszer és internet alapú adathozzáférést biztosít (2. ábra).



1. ábra A rendszer internetalapú hozzáférést biztosít  
 Abbildung 1. Übertragung, Überwachung und Management von Zustandsdaten  
 Figure 1. Data transmission, monitoring and management

**Az állapotfelügyelet előnyei**

A hatékony állapotfelügyeletnek számos előnye van az üzemeltető számára. Egyebek között csökken-

nek a karbantartási költségek, a hibák korai észlelésének köszönhetően alacsonyabbak az üzemeltetési költségek, ami lehetővé teszi a karbantartási időpontok optimalizálását, a karbantartások iránti általános igény és a kapcsolódó költséges túlmunka csökkentését. Emellett az állapotfelügyelet növeli a járművek megbízhatóságát és segíti a tartalékalkatrész-ellátás optimalizálását.

A teljes körű állapotfelügyelet a gyakorlatban a forgóváz fő berendezéseinek, így a kerekeknek, az ágytokcsapágyaknak, a hajtóműnek és a vontatómotornak a megfigyelését jelenti (3. ábra).

Az ágytok valamennyi forgóelemének jellegzetes rezgésképe van. Ezért minden egyes alkatrészt azonosítani lehet a frekvencia alapján.

**Kerékpár monitoring**

Az ágytok házra felszerelhető egy AXLETRONIC többfunkciós érzékelő rendszer (4. ábra). Ez a rendszer a kerékpár működési adatait

továbbítja az SKF Multilog IMx-R-nek. Az így kapott információ alapján meghatározható a kerékpár állapota, beleértve a kerék lelapoltságát és alakját is. A valós idejű számításokhoz a tengely fordulatszám adatait is felhasználják.

Az önkényesen megválasztott, idő-alapú karbantartási tervek helyett az SKF Multilog IMx-R költséghatékonyabb, állapot-alapú kerékkarbantartást tesz lehetővé, optimalizálva a kerékpár által megtett távolságot a biztonság és a megbízhatóság csorbítása nélkül.

**Ágytokcsapágy megfigyelés**

Az ágytokcsapágyak állapotát évtizedeken keresztül a pálya mellé telepített hőmérséklet és zajérzékelő rendszerekkel figyelték meg, amelyek csak a nagyon kopott és sérült alkatrészeket tudták kiszűrni. Amennyiben komolyabb hibát észleltek, a vonatot le kellett állítani, hogy a hibás vagonokat kicseréljék. Az SKF Multilog IMx-R berendezéssel ezek a költséges leállások már a múlté.

**A forgóváz állapotfelügyelet lehetőségei**

Részegység	Megfigyelt paraméterek
Kerék	Kör alakúság (körkörösség) hiánya
Ágytok csapágy(ak)	Hőmérséklet Más ágytokcsapágyakhoz viszonyított relatív hőmérséklet Rezgésszintek
Hajtómű (áttétel)	Csapágy hőmérséklet Csapágy rezgésszintek Kiegyensúlyozatlanság Egytengelyűség Tengely elhajlás Mechanikai lazaság Csapágysérülés Sérült fogaskerék és rezonancia
Hajtómű olaj	Olaj hőmérséklet Olajsztint Olajállapot
Vontatómotor	Csapágy hőmérséklet Csapágy rezgésszintek



2. ábra SKF IMx-R Multilog on-line rendszer  
 Abbildung 2. Multilog Online-system IMx-R von SKF

Figure 2. SKF Multilog online system IMx-R.

Az ágytok házra szerelt, vagy az ágytokcsapágyba beépített rezgésérzékelők a csapágy egyes elemeinek, a görgőknek, és a belső gyűrű futópályáinak, valamint a fogazott kerekeknek a dinamikus frekvenciáját méri. Az SKF Multilog IMx-R ezeket az adatokat, valamint a csapágy geometriájára és a tengely fordulatszámára vonatkozó információkat használja fel a csapágyhibák korai felismerésére, ami lehetővé teszi a költséghatékony karbantartás tervezést és a csapágyak élettartamának optimalizálását.

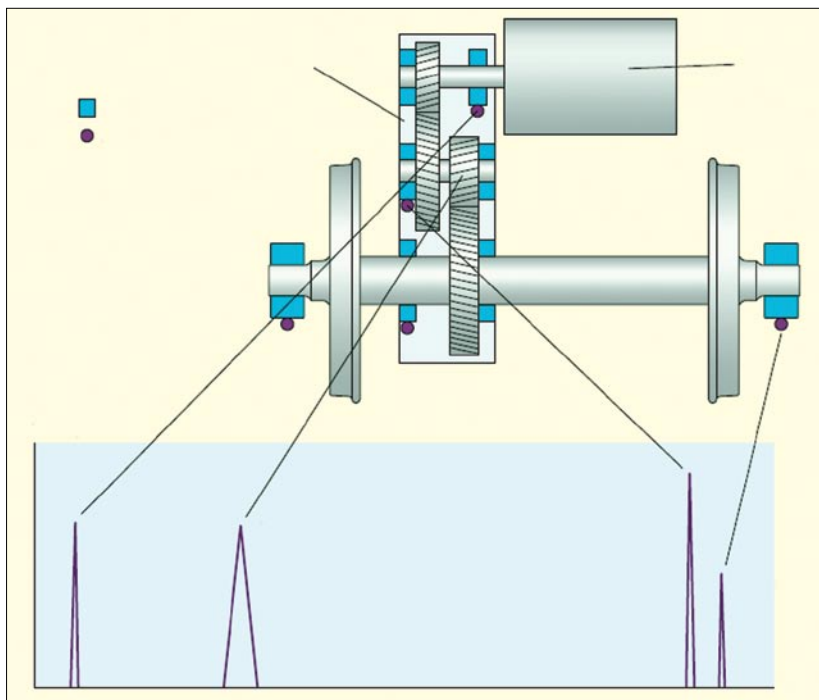
### Hajtómű rendszer monitoring

SKF Multilog IMx-R csapágyrezgés érzékelők megfigyelik a vontató motorokat, a hajtómű csapágyakat és a fogazott kerekeket, valamint

a kardántengelyeket és tengelykapcsolókat. A rezgésfrekvenciák mellett a rendszer a fordulatszám, terhelés és áttétel arányokat is feldolgozza a különböző hibák, így a kiegyensúlyozatlanság, az egytengelyűségi hiba, a tengelyelhajlás, a laza alkatrészek, sérült csapágyak illetve fogaskerekek, valamint a rezonancia feltárása érdekében (5. ábra). A rendszerbe beépíthetők a hajtómű olaj hőmérsékletére, szintjére és állapotára vonatkozó adatok.

### A barcelonai Metró

A barcelonai metró kiterjedt hálózata több vonalból áll, amelyek a város központi részén a föld alatt, a külvárosi részekben pedig a felszínen futnak. 2010. július 31-én a barcelonai metró teljes rendszere hét vonalból, 115 állomásból és 103 km vágányhálózatból állt.



3. ábra Az ágytok állapotfelügyeleti technika és a hajtómű rezgés mérési pontjainak vázlatos bemutatása

Abbildung 3. Einsatzmöglichkeiten der Drehgestell-Zustandsüberwachung und schematische Darstellung der Messpunkte für Getriebschwingungen: Alle rotierenden Bauteile eines Drehgestells erzeugen ein typisches Schwingungsspektrum. So lässt sich jedes einzelne Bauteil anhand seiner Frequenz feststellen

Figure 3. Bogie condition monitoring capabilities and schematic illustration of gearbox vibration measurement points. All rotating components of a bogie produce a typical vibration spectrum. This makes it possible to identify each component via the frequency

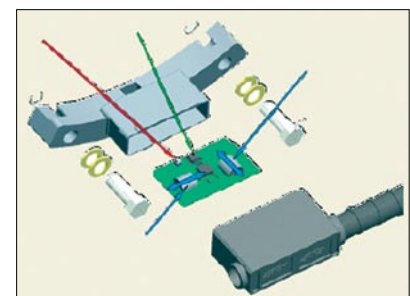


4. ábra Házra szerelt AXLETRONIC érzékelő

Abbildung 4. In das Radsatzlagergehäuse eingebauter SKF Axletronic Sensor

Figure 4. SKF Axletronic sensor installed in the housing

A Transportes Metropolitanos de Barcelona (TMB) úgy döntött, hogy az 5000 sorozatú metró kocsikban (6. ábra) néhány forgóvázat (különböző vonatokban) állapotfelügyeleti rendszerrel lát el (7. ábra). Ezeknek a rendkívül modern vonatoknak a maximális sebessége 80 km/h és a beépített összteljesítménye  $1920 \text{ kW} \times 4$  kocsi. Az SKF biztosította a forgóváz állapotfelügyeleti rendszerét, valamint szállította a szükséges berendezéseket, hardvert, szoftvert és érzékelőket. Az SKF felügyelte a rendszer telepítési munkáit, majd elvégezte a rendszer indítását. A szervizcsomag része a riasztások



5. ábra SKF AXLETRONIC érzékelő rendszer érzékelési képességei.

Ez a szenzor kialakítás kompakt kúpörgős csapágyegységekhez (CTBU) készült

Abbildung 5. Leistungsmerkmale des SKF Axletronic Sensor systems. Dieses Sensordesign wird bei kompakten Kegelrollenlagereinheiten (CTBU) eingesetzt

Figure 5. SKF Axletronic sensor system detection capabilities. This sensor design is used for compact tapered roller bearing units (CTBU)



6. ábra Az 5000-s sorozatú barcelonai metró  
 Abbildung 6. Barcelonas Metro der Baureihe 5000  
 Figure 6. Barcelona Metro series 5000  
 Fotó: Carlos LH

követése és a forgóvázak állapotáról időszakos jelentések készítése. Az adatkommunikáció egy univerzális mobil kommunikációs rendszeren (UMTS) keresztül történik.

A forgóvázakba beépített felügyeleti rendszer lehetővé teszi a teljes forgóváz alrendszer megfigyelését, beleértve a hajtóművet, a vontató motort, a tengelykapcsolót, az ágytokokat, valamint a kerék és a sínek kölcsönös állapotának rögzítését a vágány műszaki állapotára vonatkozó algoritmus elkészítése érdekében. Az adott alkalmazásban külön hangsúlyt helyeztek a vonta-



7. ábra A barcelonai metró számos kocsiját SKF állapotfelügyeleti egységekkel szerelték fel  
 Abbildung 7. Einige Wagen der Metro von Barcelona sind mit SKF Zustandsüberwachungseinheiten ausgestattet  
 Figure 7. A number of Barcelona Metro coaches are equipped with SKF condition monitoring units

tómotor (8. ábra) és a hajtómű (9. ábra) megfigyelésére az alábbi paraméterek felderítése érdekében:

- kiegyensúlyozatlanság
- egytengelyűségi hiba
- tengely elhajlás
- mechanikai lazaság
- csapágysérülés
- fogaskerék sérülés
- rezonancia.

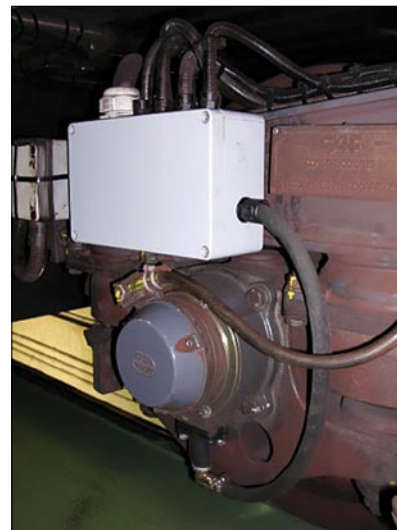
A forgóvázra telepített érzékelőkről a jelek a fedélzeti monitoring egységhez érkezik, amely folyamatosan beolvassa és feldolgozza az adatokat.

Veszély észlelésekor a rendszer azonnal riasztást küld; egyéb esetekben az adatokat naponta egyszer továbbítják egy távoli szerverre, ahol a tárolt adatokat az SKF állapotfelügyeleti szerviz szakemberei az @ptitude Observer szoftverrel elemzik. A kizárólagosan erre a célra készített SKF alkalmazásnak köszönhetően a Transportes Metropolitanos de Barcelona-nak folyamatos internet hozzáférése van a forgóvázzal érkező jelekhez.

A rendszer segítségével a Transportes Metropolitanos de Barcelona a forgóváz berendezés állapotának megfelelően tudja tervezni azon forgóvázak karbantartását, amelyek on-line állapotfelügyeleti rendszerrel vannak felszerelve. Röviden összefoglalva a rendszer:



8. ábra A barcelonai metró AXLETRONIC érzékelővel felszerelt hajtórendszere  
 Abbildung 8. Mit einem SKF Axletronic Sensorsystem ausgestattetes Antriebssystem der Metro von Barcelona  
 Figure 8. Barcelona Metro drive system equipped with an SKF Axletronic sensor system



9. ábra A barcelonai metró AXLETRONIC érzékelővel felszerelt ágytokcsapágya  
 Abbildung 9. Mit einem SKF Axletronic Sensorsystem ausgestattetes Radsatzlager der Metro von Barcelona

Figure 9. Barcelona Metro axlebox equipped with an SKF Axletronic sensor system

- csökkenti az össz karbantartási költséget
- a problémák korai szakaszban való felismerésének, ezáltal a karbantartás optimalizálásának és kedvező időpontra való beütemezésének köszönhetően csökkenti az üzemeltetési költségeket
- csökken a járművek állásideje
- csökken a karbantartás miatti vonatleállások száma
- kevesebb a karbantartással kapcsolatos túlóra
- nő a járművek megbízhatósága
- optimalizálható a tartalék alkatrész ellátás.

Az SKF által kifejlesztett állapotfelügyeleti technológia ily módon támogatja a vasutat. Kielégíti a legszigorúbb megbízhatósági és biztonsági követelményeket, miközben karbantartási költségmegtakarítást eredményez azáltal, hogy már korai szakaszban, pontosan előre jelezhető a fő alkotórészek meghibásodása, így a javítási munkák hatékonyabban tervezhetők.

Az AXLETRONIC az SKF Csoport bejegyzett márkanéve.