



MALATINSZKY SÁNDOR

okl. gépészmérnök
Járműtanúsítási szakértő
Közlekedéstudományi Intézet

Shinkansen 50 éves

**1964. október 1-jén indult el a forgalom a világ első
nagysebességre kiépített vonalán Tokyo és Osaka között**

Összefoglaló

A napilapok címloldalait elfoglaló Tokyo-i Nyári Olimpiai Játékokról szóló tudósítások között egy különös, japán fővárosból érkezett hír jelent meg. A szigetországban 1964. október 1-jén indult el a rendszeres vasúti személyforgalom a Tokyo-t Oszakával összekötő, 515,4 km hosszú Shinkansen „Új fővonalon”, amelyen a menetrend szerint 210 km/h legnagyobb sebességgel közlekedő Hikari szuperexpressz három óra tíz percre csökkentette le az utazási időt a két legnépesebb japán nagyváros között a hagyományos hálózaton közlekedő expressz vonatok hat óra negyven perc menetidejével szemben. Napjainkban, Japánban a Honshu és Kyushu szigetek jelentősebb nagyvárosait összekötő Shinkansen hálózat hossza megközelíti a 2400 km-t. Évi 300–350 millió fő utasszámával a világ legnagyobb forgalmú, nagysebességű vasúthálózata, ahol a leggyorsabb vonatok menetrendszerű sebessége 320 km/h.

MALATINSZKY, SÁNDOR
Dipl.-Ing. für Maschinenbau
Gutachter für Fahrzeugzertifizierung
Institut für Verkehrswissenschaften

50 Jahre Shinkansen

1. Oktober 1964 – Beginn des Verkehrs auf der ersten Höchstgeschwindigkeitsstrecke der Welt zwischen Osaka und Tokyo

Zusammenfassung

Unter den die Titelseiten der Tageszeitungen ausfüllenden Berichten über die Olympischen Sommerspiele in Tokyo war eine sonderbare Nachricht aus der japanischen Hauptstadt. Im Inselfland startete am 1. Oktober 1964 der regelmäßige Eisenbahn-Personenverkehr auf der Tokyo mit Osaka verbindenden Shinkansen – „Neue Hauptlinie – mit einer Länge von 515,4 km, wo der mit 210 km/h fahrplanmäßiger Höchstgeschwindigkeit fahrende Hikari-Superexpress die Reisezeit zwischen den beiden Großstädten mit höchster Einwohnerzahl – verglichen mit der Fahrzeit der am konventionellen Netz fahrenden Expresszügen mit 6 Stunden 40 Minuten – auf 3 Stunden 10 Minuten reduziert hat. In unseren Tagen erreicht die Länge des die wichtigeren Großstädte der Insel Honshu und Kyushu verbindenden Shinkansen-Netzes nahezu 2400 km. Mit jährlich 300–350 Millionen Fahrgästen ist es das Höchstgeschwindigkeitsnetz mit größtem Verkehrsaufkommen der Welt, wo die schnellsten Züge fahrplanmäßig mit 320 km/h Höchstgeschwindigkeit fahren.

SÁNDOR MALATINSZKY
Mechanical engineer
Rolling stock certification expert
KTI Institute for Transport Sciences Non-profit Ltd.

**The 50 years old Shinkansen.
The Scheduled Passenger Traffic Started on the Railway Line, Built for High Speed Service First in the World, between Tokyo and Osaka, on 1st of October 1964.**

Summary

An interesting news, originated from the Japanese capital, appeared among the reports of the Tokyo Summer Olympic Games, which covered the main pages of the daily papers. On the 1st of October 1964 the scheduled passenger traffic started on the 515.4 km long Shinkansen “New Main Line” in the island state. The new line connected Tokyo to Osaka with 210 km/h fast Hikari express service reducing the journey time between the two most populated Japanese cities to three hours ten minutes compared to the six hours forty minutes by travelling the conventional express trains. Nowadays the nearly 2400 km long Shinkansen network connects the main cities of the Honshu and Kyushu Islands, and the top speed of the scheduled service is 320 km/h, providing the highest traffic performance among the high speed networks of the world with its 300–350 million passenger per year.

A Shinkansen gyorsvasúti hálózat, napjainkra – a Japánt jelképező Fuji-hegy lábánál elhaladó motorvonatokkal készült képek alapján – kicsit a szigetország jelképévé vált. Kiemelkedő szállítási teljesítményével jelentős mértékben hozzájárult a szigetország gazdasági felemelkedéséhez. A járatokat naponta munkába, iskolába járó utasok tömege veszi igénybe. Az „Új fővonalak” mentén gyors fejlődésnek indultak a kisebb települések. A kedvező utazási lehetőség a környékre vonzotta az ipari beruházásokat is. A vonalak üzemeltetése, fenntartása állandó feladat ad a japán vasúti háttér- ipar részére. A japán járműgyártók jól összehangolt együttműködéssel évente 100-140 új járművet építenek az elavultak pótlására és ezzel párhuzamosan folyik a hálózat és a járművek továbbfejlesztése, amelyben

a vezető szerep az RTRI – a japán Vasúti Műszaki Kutató Intézeté. A Shinkansen hálózat kiépítésének hatására *a vasút Japánban – az ajánlati lehetőségeit kihasználva – a piac meghatározó, a gazdasági élet alakító, formáló, szereplőjévé vált.*

Előzmények

Az erősen túlnépesedett Japánban, mint a világ valamennyi iparilag fejlett államában már a második világháború előtt tervek, tervzetek készültek a távolsági vasutak szállítási kapacitásának bővítésére, amelynek az egyik lehetősége a vonatok sebességének növelése. 1940-ben kezdődtek el az első Tokyo-t Shimonoseki-vel összekötő normál nyomtávolságú Shinkansen – Új fővonal – tervezési munkálatai, amelyen az elképzelések szerint 200 km/h engedélyezett sebességgel közlekedő gőz- és villamos mozdol-

nyok továbbították volna a személy és tehervonatokat. Már a műtárgyak kivitelezése is elkezdődött, amikor a második világháború közbeszólt. A munkálatokat leállították.

A Tokaido Shinkansen vonal

A második világháborút követő években az ipari termelés és a gazdasági élet helyreállításával egy időben a Tokyo-ból – Japán egykori fővárosába – Kyoto-ba vezető történelmi, tengerparti Tokaido út mentén haladó Tokyo–Osaka fővonal igénybevétele olyan nagymértékben megnövekedett, hogy a forgalom kiszolgálását hagyományos eszközökkel már nem lehetett zavartalanul megoldani. Ingázó utasok tömegével zsúfolt vonatok, gyakori késések jellemezték az 1067 mm nyomtávolságú fővonal hétköznapijait. A forgalom megnövelésére irányuló kísérletekkel párhuz-

zamosan a japán Vasúti Minisztérium elhatározta az 1943-ban félbe hagyott Shinkansen program felülvizsgálatát, amelynek megvalósítása – egyrészt a tágasabb űrszelvény, másrészt a nagyobb sebesség alkalmazása miatt – jelentős kapacitásbővítést eredményezett volna a kritikus viszonylatokban. A japán kormány 1958 decemberében hozta meg a döntést a hagyományos Tokaido fővonal mellett a normál nyomtávolságú Shinkansen vonal megépítésére.

A második világháború után, 1950-ben Japánban is létrehozták a Vasúti Műszaki Kutató Intézetet a vasúti fejlesztési tevékenység tudatos összehangolására, koordinálásra, amelynek az egyik fontos feladata a tervezett Shinkansen vonal építéséhez elengedhetetlenül szükséges műszaki kérdések tisztázása, a paraméterek meghatározása volt. Tokyo külvárosában Kunitachiban egy próbatermet létesítettek, amelyben a tervezett járművek eredeti méretarányban megépített modelljével folytattak kísérleteket. A legapróbb részletek tisztázása után 1959-ben kezdődött el az 1067 mm nyomtávolságú japán nemzeti vasúthálózattól eltérő, zárt, normál nyomtávolságú, gyorsvasút építése Tokyo és Osaka között. Az 1943-ban félbehagyott műtárgyak közül később több alagutat befejezve a Tokaido Shinkansen vonal építésénél hasznosították. 1962. június 26-án két kísérleti járművel a próbafutások is elkezdődtek a 32 km hosszú Kamonomiya–Ayase szakaszon, amely a vizsgálatok befejezése után az elkészült vonal szerves részét képezte. 1964 júniusától a próbaüzemet a teljes Tokyo–Osaka vonalra kiterjesztették. A lakott területek és a termőföldek védelme érdekében a pálya, jelentős részben hidakon és alagutakban halad. Szintbeli kereszteződést a vonalon nem építettek, illetve kuriózum számba megy az egyetlen sorompóval fedezett útátjáró, amely a JR Central vasúttársaság Hamamatsu járműjavítójának bejárata előtt található. A forgalom irányítására Tokyo-ban egy irányítási központot létesítettek, ahol egy nagy

teremben valamennyi szolgálati ág ügyeletes képviselő csoportja a vonal hálózatának pillanatnyi állapotát kijelző táblát figyelve zavar esetén közvetlenül be tud avatkozni a folyamatokba. A vonatok irányítása az úgynevezett Automatic Train Control (ATC) berendezéssel történt – illetve történik napjainkban is – amely a sínáramkörök közvetítésével juttatja el a vezetőállásokra az aktuális gyorsítási, lassítási parancsokat. A rendszer kiépítése főlegessé tette a jelzőberendezések telepítését a pálya mentén.

A Tokyo-i Nyári Olimpiai Játékokkal egy időben 1964. október 1-jén indult el az első, menetrend szerinti utasokat szállító vonat a 210 km/h közlekedésre kiépített „Új fővonalon” kezdetben négy, majd 1965-től a Hikari szuper expressz szolgáltatás bevezetésével három óra tíz percre csökkentve az utazási időt Tokyo és Osaka között. Az új szolgáltatás azonnali siker lett, az új gyorsvasút a megnyitását követően kevesebb, mint három év alatt 100 millió utast szállított. A két legnagyobb japán város között egy nap alatt – a nagy tömegek számára is oda-vissza – megjárható távolság megváltoztatta a gazdasági életet a szigetországban és új életstílust alakított ki, amely egyre jobban igényelte a települések közötti gyors összeköttetést.



1. ábra: A japán Vasúti Műszaki Kutató Intézet próbaterme Tokyo külvárosában Kunitachi-ban

A Shinkansen hálózat

A Tokaido Shinkansen gyorsvasút sikere megalapozta a vonal nyugati irányban történő további kiépítést. Az új Sanyo Shinkansen vonalon 1971-ben Shin-Osaka és Okoyama között, 1972-ben Hakataig meghosszabbítva indult el a menetrend szerű forgalom. A vonal további, Kagoshima városáig történő meghosszabbítása a Kyushu szigeten 2011-ben ért véget.

A hálózat északi irányban történő kiépítése új kihívást és egyben Tokyo körzetében választó vonalat jelentett a beruházók számára. A Honshu-sziget északi részének villamosítása a sziget déli részén kiépített 60 Hz ipari frekvenciával működő hálózattól eltérően 50 Hz frekvenciával történt. Eltérő a két pálya felépítménye is, mivel a déli vonalakon a zúzott kő ágyazat használata a jellemző, az északi vonalakon a pálya beton ágyazaton halad. 1982 júniusában indult meg a forgalom a 674 km hosszú, északi Tohoku Shinkansen vonalon Tokyo és Aomori között. Ugyanabban az évben, novemberben adták át a forgalomnak a hozzá csatlakozó Joetsu Shinkansen Omiya–Niigata vonalát. 1992 júliusában egy újfajta gyorsvasút jelent meg a Tohoku vonalból kiágazva a Yamagata Shinkansen, amelynek építésénél – a költségek csökkentése érdekében – felhasználták a régi hagyományos nyomvonalat, megtartották az eredeti pálya 1067 mm nyomtávolságú űrszelvényét, de a nyomtávolságát 1435 mm-re megnövelték. Hasonló elvek szerint épült az Akita Shinkansen vonal, amelynek átadására 1997 márciusában került sor. 1997 októberében elkészült a Nagano Shinkansen vonal is, amelynek gyors kiépítését az 1998-as Téli Olimpiai Játékok rendezése indokolta. Üzembe helyezése lehetővé tette az 1067 mm nyomtávolságú Ueno–Nagano vonal részleges bezárását Yokokawa és Kuriozawa között, amelynek az Usuihágón átvezető meredek, 67% emelkedőkkel megépített szakaszán csak toló mozdonytal tudtak közlekedni a személyvonatok is.

Shinkansen szolgáltatás

A közel 2400 km-t megközelítő Shinkansen hálózat utasforgalma 300-350 millió fő évente, amelyből 130-150 millió az 515,4 km hosszú, legforgalmasabb Tokaido vonalon utazik 342 vonattal naponta, hat perces követési közzel a legforgalmasabb időszakokban. A biztosító berendezés kiépítése lehetővé teszi a maximális követési távolság három perc alkalmazását is. A JR Central vasúttársaság büszkélkedhet a világ legpontosabb, legmegbízhatóbb vasúti szolgáltatásával: a Tokaido Shinkansen vonal menetrendtől eltérő, 0,9 másodperc átlagos késésével az eltelt 50 év alatt, figyelmen kívül hagyva a gyakori földrengések, tájfunok okozta, előre nem jelezhető forgalmi zavarokat. Az állomások átlagos távolsága a hálózaton ma már kevesebb, mint 30 km. A vonatokat első sorban naponta munkába induló felnőttek és iskolába, egyetemre járó diákok veszik igénybe. A japán vasúttársaságok az utazási igényekhez igazodva a szolgáltatások három szintjét vezették be a vonalaikon. Az első, legmagasabb szint a távolsági expressz vonatoké, amelyek a végállomások között csak a nagyobb városokban áll-

nak meg. A második szint a távolsági expressz vonatoké, amelyek útközben a nagyobb városok mellett a jelentősebb települések forgalmasabb állomásain is megállnak. A harmadik szint az elővárosi, illetve, személyvonatoké, amelyek már mindenhol megállnak. Bármennyire meglepő a Shinkansen vonalak elővárosi forgalmat is lebonyolítanak. Az egyes – egyébként azonos – szolgáltatásoknak más-más neve van a különböző szakaszokon. Csak az 50 éves Tokaido Shinkansen vonalra utalva ezek a „Nozomi” expressz, a „Hikari” távolsági és a „Kodama” helyi szolgáltatásban közlekedő szerelvények. Alapvető különbségek elsősorban az eljutási időben vannak, de mindegyikre egyaránt jellemző a japán vasúti távolsági szolgáltatások jellegzetessége, a vonatokon valamennyi ülés menetirányba fordítható.

A járművek

A különleges követelmények különleges megoldásokat igényeltek a járműszerkesztőktől és a járműgyártóktól. Az európai gyakorlattól eltérő nagy indítási gyorsulással és nagy villamos fékteljesítménnyel jellemzett össztengelyhajtás a zárt motorvonatokon le-

hetővé tette a tervezett 16 t tengelyterhelés betartását, tekintettel a pálya igénybevételeből származó exponenciálisan növekvő fenntartási költségekre. Az áramvonalas kivitel, majd a nyomásálló szekrények építése a kétvágányú alagutakban a szerelvények találkozásokkor fellépő nyomáshullám csökkentése érdekében, a tervezett 15-20 év élettartam, amely a járművek selejtezésével ér véget és az új vonatvezérlési rendszer alkalmazása a repülőgépiparból átvett redundáns megoldásokkal a világ legdrágább vasúti járműveinek építését eredményezte, amely a biztonság és a megbízhatóság magas szintű követelményeit figyelembe véve napjainkban is érvényes. A 0 sorozat járműveinek szerkesztésénél és megépítésénél felhasználták a második világháború alatt a repülőgépgyártás során szerzett tapasztalatokat a vasúti járműgyártáson belül egy új iparágat teremtve, amely a japán vasúti járműgyártók között egy példás együttműködést hozott létre. A nagysebességű vonalak forgalmának ellátásához szükséges járművek biztosításához szükség volt a járműgyártók összehangolt közreműködésére. Az eltelt 50 év alatt – a kísérleti példányokról nem beszélve – több mint húsz különböző típusú motorvonatot szerkesztettek és építettek a Shinkansen vonalakra.

A Tokaido, Sanyo és a Kyushu Shinkansen vonalak járművei

A 0 sorozat járműveinek gyártását 1963-ban kezdték el a korra jellemző legfejlettebb műszaki megoldásokkal, köztük a szilícium egyenirányítós, fokozatkapcsolós hajtással. A típusból a Hitachi, a Kawasaki Sharyo, a Kinki Sharyo, a Kisha, a Nippon Sharyo és a Tokyu Car Corporation közreműködésével 1986-ig összesen 3216 járművet építettek, amelyek 2008-ig közlekedtek 4, 6, 8, 12 és 16 kocsis szerelvény összeállításban a Tokaido és a Sanyo Shinkansen vonalakon. Az engedélyezett sebességük 210 km/h volt, amelyet a 100 sorozat járműveinek üzembe helyezése után 220 km/h-ra emeltek fel.



2. ábra: Shinkansen hálózat napjainkban

A 100 sorozat járművei 1985-től álltak forgalomba a Tokaido és a Sanyo Shinkansen vonalakon. Újdonság a járműveken a tirisztoros hajtásrendszer és a futó forgóvázak alkalmazása volt, amelyeken a kerékpárokat a mechanikus fékberendezés kímélése érdekében tárcsás örvényáramú fékkel szereltek fel. A szállítási kapacitás növelése miatt a szerelvények később két, emeletes kocsival épültek. Engedélyezett sebességük 220 km/h volt. A típusból 1984 és 1991 között összesen 1056 jármű készült 66 zárt motorvonatot alkotva, amelyek közül az utolsó szerelvények 2012-ig közlekedtek.

Az áttörést a járműfejlesztésben több szempontból az 1992-től üzembe helyezett 300 sorozatú motorvonatok hozták. Engedélyezett sebességük 270 km/h volt. Háromfázisú aszinkron von-tatómotoros hajtásrendszerrel készültek a Tokaido és a Sanyo Shinkansen vonalak forgalmi igényeinek kiszolgálására. Újdonság volt a típus járművein az alacsony építésű nyomásálló, alumínium szekrények, a himba nélküli forgóvázak alkalmazása. A típuson alkalmazott újdonságok mellett azonban továbbra is megmaradtak a jól bevált, üzembiztos olajkenésű kerékpár tengelyágak. **Üzembe helyezésük az utazási időt Tokyo és Osaka között 3 óra 10 percről 2 óra 30 percre csökkentette le.** A típus a 200 sorozatú járművekhez hasonlóan rövid életűnek bizonyult. 1990 és 1998 között összesen 1104 járművet építettek 66 motorvonatot alkotva, amelyek 2012-ig voltak forgalomban.

A JNR Japán Nemzeti Vasúttársaság 1987-ben történt államosítása után a Tokaido Shinkansen vonalat a JR Central, a Sanyo Shinkansen vonalat a JR West, a Kyushu szigeten kiépített szakaszt a JR Kyushu vasúttársaság tartja üzemben. A nagytávolságú viszonylatok kiszolgálásában a különböző társaságok együtt működnek a saját területükön közlekedő vonatok esetében azonban figyelembe veszik a többiektől eltérő fejlesztési igényeiket.

Szintén átmeneti típusnak bizonyult a JR West vasúttársaság 500-as sorozata, amelyből 1995 és 1998 között összesen 144 jármű épült kilenc egységet alkotva, 320 km/h engedélyezett sebességre tervezve. A sebességüket azonban a 2008-2010 évi felújítás során 285 km/h-ra lecsökkentették. A felújított motorvonatok a Sanyo vonalon közlekedő 0 sorozatú járműveket váltották fel.

A sebesség növelése azonban újabb kihívást jelentett. 1999-ben álltak forgalomba az új 700 sorozatú motorvonatok, amelyek már 285 km/h enge-

délyezett sebességgel közlekednek a Sanyo Shinkansen vonalon. A gyártásuk azonban 2006-ban befejeződött és 2012-ben elkezdődött sorozat járműveinek selejtezése is, helyet adva az új 300 km engedélyezett sebességgel közlekedő billenő szekrényvel készülő N700 sorozatú járműveknek. A 700 sorozatú járművekből 2006-ig összesen 1328 készült 91 motorvonatba sorolva. 2013-ban a sorozatnak N700A jellel egy új változata jelent meg a Tokaido és Sanyo vonalakon.

A 800-as sorozat az egyetlen, kizárólag a JR Kyushu vasúttársaság



3. ábra: A Tokyo-i Közlekedési Múzeum szimbóluma volt egykor az épület előtt kiállított 0 sorozatú Shinkansen motorvonatok vezetőállásos motorokocsijának részlete.



4. ábra: JR Kyushu vasúttársaság 800 sorozatú motorvonata.



5. ábra: JR East vasúttársaság 200 sorozatú motorvonata.



6. ábra: JR East vasúttársaság E1 sorozatú emeletes motorvonata.

részére épített motorvonat. Engedélyezett sebessége csak 260 km/h. **Különlegessége az utas barát belső dizájn, mivel a Kyishu Shinkansen vonal jelentős része alagutakban halad.**

A JR East vasúttársaság Shinkansen motorvonatai

A Tokyo-tól északra fekvő Shinkansen hálózat valamennyi vonalát jelenleg teljes hosszában a JR East vasúttársaság tartja üzemben. A forgalom kiszolgálását az 1982-ben megnyitott Tohoku és Joetsu Shinkansen vonalakon kezdetben a JNR vasúttársaság által forgalomba állított, tirisztoros hajtásrendszerrel épített 200 sorozatú motorvonatokkal végezték. Engedélyezett sebességük eredetileg 210 km/h volt, amelyet később 240 km/h-ra emeltek fel. A motorvonatok – az utazási igényeknek megfelelően – 2013-ig 8, 10, 12, 13 és 16 kocsis összeállításban közlekedtek. A sorozat járműveiből 1980 és 1986 között összesen 700 épült a Hitachi, a Kawasaki Heavy Industries, a Kinki Sharyo, a Nippon Sharyo és a Tokyu Car Corporation műhelyeiben. 1999 és 2002 között a járművek a megváltozott forgalmi viszonyoknak megfelelően felújításra kerültek, néhány szerelvényben a 100 sorozatú motorvonatokhoz hasonlóan emeletes kocsik is megjelentek

1994 szeptemberétől 2012-ig közlekedtek az E1 sorozatú emeletes motorvonatok. különlegességük a nagyobb szerkezeti igénybevétel figyelembe vételével szerkesztett acél járműszerelvény volt. A mozgáskor-

látozott utasokra való tekintettel az emeletes szerelvényeket lifttel is felszerelték. Engedélyezett sebességük az elsősorban elővárosi forgalomban tervezett felhasználásuk miatt csak 240 km/h volt.

1997-ben jelentek meg a hálózaton az első E2 sorozatú motorvonatok, amelyek közlekedését a Tohoku és Nagano vonalakon tervezték. Engedélyezett sebességük már 275 km/h volt. Jelenleg az E2 sorozat bizonyult JR East társaság által beszerzett legstabilkeresebb Shinkansen motorvonatnak. A típusból 1995 és 2010 között összesen 502 jármű épült 53 motorvonatot képezve.

Szintén 1997-től helyezték üzembe az új E4 sorozatú emeletes motorvonatokat, amelyeknek a járműszerelvénye az elődnek számító E1 motorvonatoktól eltérően alumíniumból készült. Engedélyezett sebességük 240 km/h. Gyártásukat 2003-ban fejezték be, selejtezésük 2013-tól folyamatban van.

A JR East vasúttársaság 2011-től állítja forgalomba az E5 sorozatú motorvonatokat a Tohoku vonal nagyobb sebességgel történő kiszolgálására. Engedélyezett sebességük 320 km/h és alkalmasak az E3 és E6 sorozatú szerelvényekkel való szinkron üzemre.

A 2014 márciusától forgalomba állított új E7/W7 sorozatú motorvonatok fejlesztése a JR West társaság igényeinek figyelembe vételével történt. A Tokyo–Nagano viszonylatban álltak forgalomba, de az új Hokuriku Shinkansen vonal átadása után üzemüket 2015 márciusától Kanazawa-

ig kiterjesztették. Alkalmasak mind a két társaság 25 kV 50 Hz és a 25 kV 60 Hz frekvenciával működő felsővezeték hálózata alatt való közlekedésre.

A JR East vasúttársaság különleges szolgáltatása az úgynevezett mini Shinkansen motorvonat, amely az új nagysebességű vonalakról letérve az egykori 1067 mm nyomközű fővonalak nyomvonalának és alépitményének felhasználásával létesített normál nyomközű vonalakon folytatja az útját tovább, legfeljebb 130 km/h sebességgel. A szolgáltatás bevezetését a privatizálása előtt még a JNR vasúttársaság javasolta, de a megvalósítás feladata már az új JR East vasúttársaságra maradt. A mini Shinkansen vonalon közlekedő motorvonatok különlegessége az 1067 mm nyomtávolságú járműveknek megfelelő szerkezetszelvény és a 20 kV/50 Hz felsővezeték feszültség alkalmazása. 1992 és 1995 között került sor a Yamagata Shinkansen vonalon közlekedő 400 sorozatú mini Shinkansen motorvonatok forgalomba állítására. A hét járműből álló vonategységek engedélyezett sebessége a Tohoku Shinkansen vonalon 240 km/h, a Yamagata vonalon 130 km/h volt. 1999 és 2009 között álltak forgalomba az új E3 sorozatú szerelvények, amelyeknek az engedélyezett sebessége a Tohoku Shinkansen vonalon már 275 km/h volt. 2010-től folyamatosan állnak forgalomba az új E6 sorozatú motorvonatok, amelyek a fővonalon az E5 sorozatú motorvonatokkal szinkron üzemben már 320 km/h sebességgel közlekednek menetrend szerint.

A Shinkansen járműpark 50 éves fejlődését jellemző adatok – a Tokaido vonalon közlekedő, 16 kocsi összeállítású első, 0 sorozatú és a legújabb N700 sorozatú motorvonatok műszaki paramétereinek összehasonlításával – a következők:

- a motorvonatok sebessége közel 50%-kal – 210 km/h-ról 300 km/h-ra – emelkedett
- vontatási teljesítményük 12 MW-ról 17 MW-ra nőtt,
- üres tömegük 970 tonnáról 714 tonnára csökkent,
- gyorsulásuk több mint a két és félszeresére, 1 m/s²-ről, 2,6 m/s²-re növekedett.

Üzemeltetés, fenntartás

A Shinkansen szolgáltatás állandó, magas színvonalának, a járművek magas üzemképességének biztosítása, a hat perces követési idő és a menetrend betartása a forgalmi csúcsidőszakokban különleges eljárások bevezetését és alkalmazását követelték meg már az induláskor, illetve követelik meg napjainkban is. A hálózat működtetését három szintre, a forgalom lebonyolítására, járművek és a pálya üzemeltetésére és fenntartására bontva a Shinkansen hálózatra a következők jellemzők.

A napi forgalom lebonyolítása az északi és déli hálózatok eltérő jellegét figyelembe véve a forgalomirányítási központokból történik előre meghatározott számítógépes programok alapján.

A járművek felkészítését és vizsgálatát, tisztítását és a napi feladatokra való előkészítését a hálózat mentén kiépített vontatási telepeken végzik. A telepek a feladatuknak megfelelően, a teljes szerelvények befogadására képes, több vágányos műhelyépületekből és az adott jármű mennyiség elhelyezésére képes tároló vágány hálózatból állnak. A műhelyépületek jellegzetessége, hogy a járművek csak külső mosókon keresztül közelíthetik meg a vizsgálóbázisokat, ezzel is biztosítva a szerelvények külső tisztaságát. **A járművek megbízható**

műszaki állapotát azonban a kiépített járműjavítói háttér biztosítja.

Felismerve hogy a javítóüzemekben töltött idő jelentős befolyást gyakorol a járművek üzemképességére és rendelkezésre állására JR Central Hamamtsu járműjavítójában már az 1990-es években olyan technológiát dolgoztak ki, amely szerint **a futásteljesítményük alapján éves felülvizsgálatra, fővizsgára leállított 16 kocsis szerelvények vizsgálatát 13 nap alatt elvégezték**, beleértve a 13. napon tartott vonali futópróbát is. A futópróba időpontjára jellemző, hogy a próbaszerelvény indítására az utasítást szintén az előre meghatározott, betáplált program adja ki.

A pálya fenntartása és karbantartása szintén egyedi megfontolások alapján történik. A hálózaton 0⁰⁰ és 6⁰⁰ perc között üzemszünet van. Napközben nincs forgalomkorlátozás, ugyanis ebben az időszakban végzik el a pálya karbantartási munkákat. A vonalak mentén 20-30 km távolságban kiépített kitérőkben pályakarbantartó munkagépek várják az üzemszünetet, hogy a menetrendszerű forgalomban közlekedő motorvonatokkal azonos „Dr Yellow” mérőszerelvények által észlelt hiányosságokat a reggeli üzemkezdésig kijavítsák.

További fejlesztések

A hálózat fejlesztése napjainkban is folytatódik. 2005 májusában kezdő-

dött el a Hokkaido Shinkansen első Aomori–Shin Hakodate szakaszának építése a két szigetet, Honshu-t és Hokkaido-t összekötő tengeralatti Seikan alagút felhasználásával, amelynek a különlegessége, hogy már az építésénél figyelembe vették az egyik vágányon a normálnyomközű vonal kiépítését. A Shinkansen forgalom elindítása az új, közel 150 km hosszú szakaszon 2016 áprilisában várható. 2012-ben kezdődött el a Hakodate–Sapporo szakasz előkészítése, a menetrend szerű forgalom bevezetésének tervezett időpontja 2035. A Hokoriku Shinkansen Nagano–Kanazawa szakaszát 2015 áprilisában nyitották meg, de már 2012-ben elkezdődtek az előkészítési munkálatok a vonal Shin-Osaka állomásig történő meghosszabbítása, üzembe helyezése azonban, csak 2025-ben várható. Szintén előkészítés alatt áll a Kyushu Shinkansen nyugati útvonalának építése, amely a tervek szerint 2022-ben már forgalomba is áll.

További tervek a mágneses lebegtetésű Chou Shinkansen vonal kiépítése egy második nagysebességű összeköttetést biztosítva Tokyo és Osaka között. Kísérleteket folytatnak a Shinkansen szolgáltatás kiterjesztésére nyomtávvaltós vonatok alkalmazásával is, amelyek a normál és az 1067 mm keskeny nyomközű vonalakon azok átépítése nélkül tudnak közlekedni.



7. ábra: JR East vasúttársaság E7/W7 sorozatú motorvonata.