

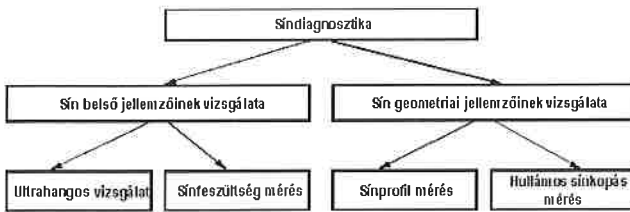
A MÁV Rt. síndiagnosztikai rendszere és mérőeszközei

Béli János – Zengő Péter*

Síndiagnosztika (nagygépes)

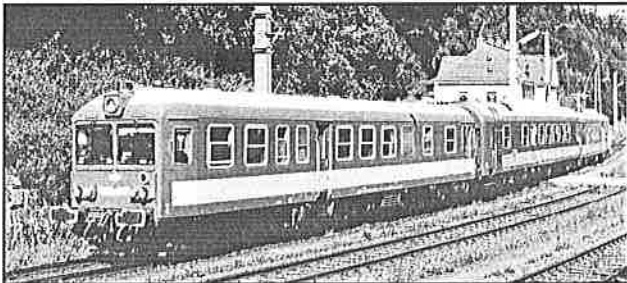
A vasúti vágányszerkezet legköltségesebb eleme a sín, ezért a mindenkori állapotának ismerete a biztonságos közlekedés és a gazdaságos üzemeltetés szempontjából nagyon fontos. A MÁV Rt. is kiemelten foglalkozott az utóbbi években a síndiagnosztika minél szélesebb körű kiterjesztésével.

A síndiagnosztikai vizsgálatokat a következőképpen tudjuk felosztani:

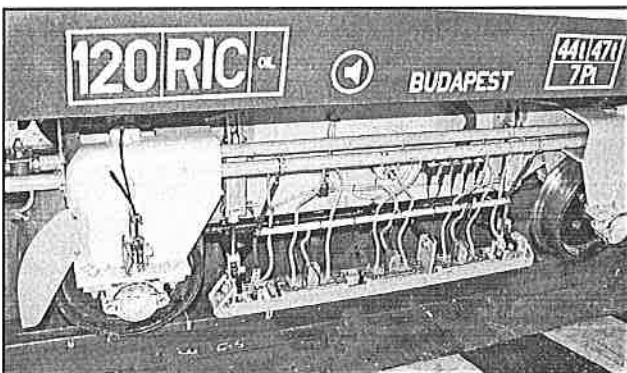


A MÁV 1987-ben üzembe helyezte a síndiagnosztikai mérővonatát (1. és 2. ábra), melyben az alábbi mérőberendezések vannak:

- Ultraszagos rendszer
- Sínprofilmérő rendszer
- Hullámos sínkopás mérő rendszer



1. ábra. MÁV Rt. síndiagnosztikai mérővonat



2. ábra. Mérőfejeket vezető tartó forgóváz

A sín geometriai vizsgálata

A sín geometriai vizsgálatainak két fő része:

- a sínprofilmérés és
- a hullámos sínkopás mérése.

Sínprofilmérés

A sínprofilmérési rendszert 1995-ben építették be az új síndiagnosztikai mérőkocsiba. A mérés érintkezésmentes, így a mérési sebességtől független a rendszer.

A mérés paraméterei:

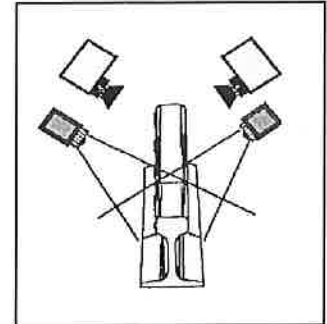
- felvételek száma: 7,5 kép/s
- mérési pontosság: 0,03 mm
- egy mérési keresztmetszetben 400–450 pontban kerül rögzítésre a sínprofil.

A felvételek készítésének elvi vázlatát a 3. ábra mutatja.

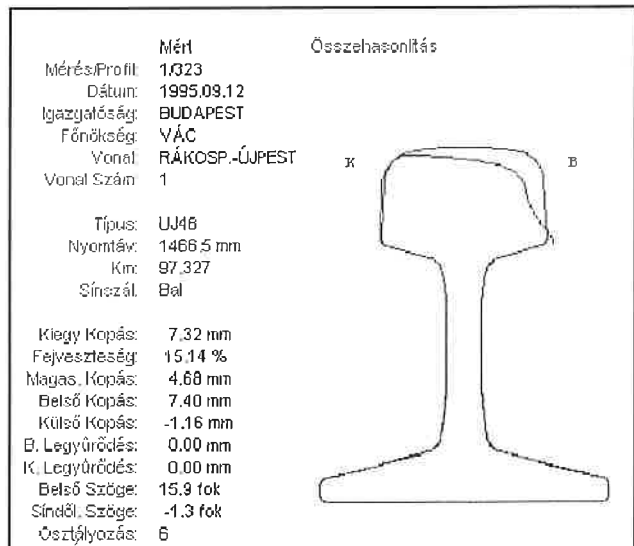
A sínprofilmérő berendezés a mérővonati, illetve az irodai rendszerből tevődik össze. A mérővonati rendszer végzi el a mérést, illetve az adatok rögzítését, az irodai rendszerrel lehet az eredményeket kiértékelni.

Az eredmények értékelését a következő módokon végezhetjük el:

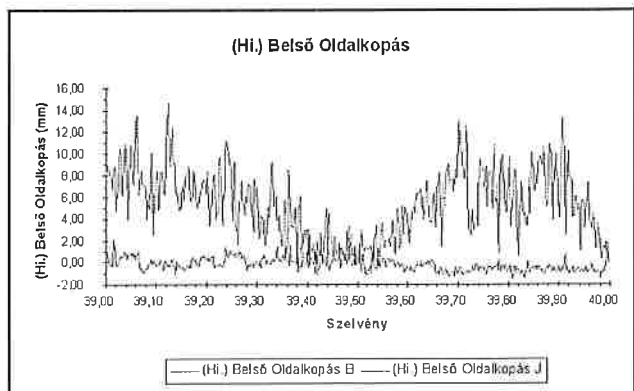
- a) minden sínprofil keresztmetszetet ki tudunk rajzoltatni nyomtató segítségével (4. ábra).
- b) hossz-szelvény szerint grafikusán ábrázolva (5. ábra)



3. ábra. Sínprofilmérés elvi vázlata



4. ábra. Sínprofilmérés eredménye



5. ábra. Oldalkopás értéke a jobb és a bal sínzálban

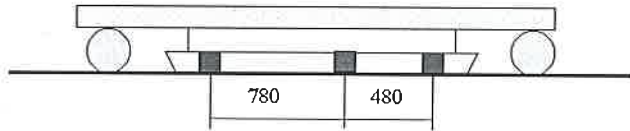
* MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft.

Természetesen az összes mért és számított adatot megkaphatjuk táblázatos formában is.

Hullámos sínkopás mérése

Mérési elv

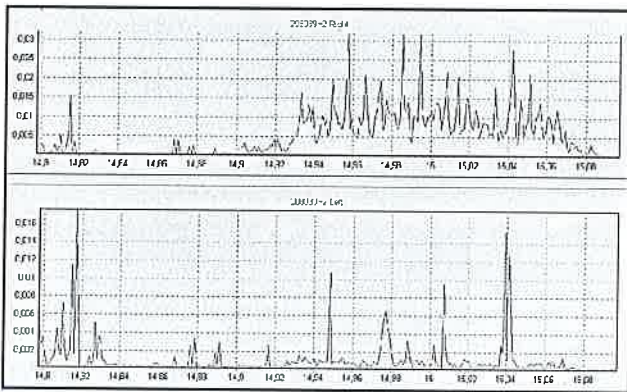
A mérést kontaktus nélkül, elektromágneses érzékelők végzik. Sín-szálanként 3-3 db érzékelő helyezkedik el egy-egy mérőtalpban, ami a négytengelyes mérőkocsi aljára szerelt mérőforgóvázba van rögzítve a 6. ábra szerint. Ezek távolsággal arányos villamos jelet szolgáltatnak a mérőkocsiban elhelyezkedő műszernek és a vezérlő számítógépnek.



6. ábra. Mérőtalp a szondákkal

A kiértékelés végső fázisa a feldolgozott adatok grafikus megjelenítése (7. ábra). A kiértékelte eredményekből a program grafikonon jeleníti meg a rövid-, közép-, és hosszuhullámú kopások amplitúdóját a szelvénykilométer függvényében.

Adattárolásra a feldolgozó programon átfuttatott eredmények kerülnek. Az archiválás célszerűen CD-n történik. A feldolgozott mérések bekerülnek a PÁTER III mérésadatgyűjtő rendszerbe.



7. ábra. Hullámos sínkopás mérési grafikonja

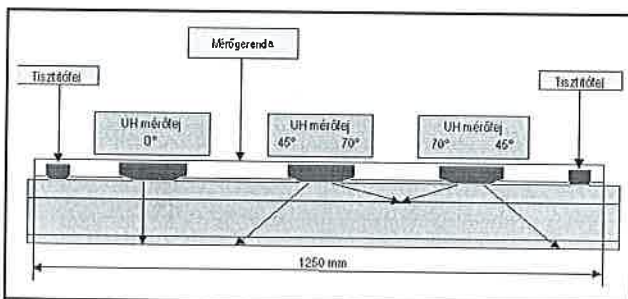
A sín belső jellemzőinek a vizsgálata

A sínek belső jellemzőinek mérése igen fontos feladat, mivel ezt csak műszeres vizsgálatokkal tudjuk végezni. A mérések tervezésénél szempont, hogy nagy tömegben, gépesítve tudjuk elvégezni a vizsgálatokat.

Ultrahangos vizsgálat

Az ultrahangos vizsgálatok területén a MÁV-nak hosszú évekre visszamenő tapasztalatai vannak. 1978 évben rendszerbe állítottuk az ultrahangos sínvizsgáló mérővonatunkat, amely 28 km/h vizsgálati sebességgel végezte a méréseket.

Az 1990-es évek elején kifejlesztettük az új ultrahangos vizsgálati rendszert, amellyel a korszerű vizsgáló berendezések mellett a vizsgálatok spektrumának kiszélesítését, az adatok korszerű rögzítését,



8. ábra. Ultrahangos vizsgálófejek elhelyezkedése a síndiagnosztikai mérőkocsin

illetve a vizsgálatok megbízhatóságát értük el. A mérési rendszer szintén a síndiagnosztikai mérőkocsiba van beépítve. A vizsgálati sebesség ennél a rendszerrel 50 km/h.

A vizsgálatokhoz szükséges vizsgálófejek a mérőkocsi alá szerelt mérőfejtartó forgóváz tapogatójába vannak beépítve (8. ábra). A forgóváz olyan, hogy futás közben követni tudja a vágány nyomtáv és siktorzulás változásait. A lap gondoskodik a fejek megfelelő vezetéséről.

Sínfeszültség-mérés

A MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Kar Járműgyártás és Javítás Tanszéke, a Metalelektro Műszaki Fejlesztő, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. és a Lasram Lézer Kft. kutató-fejlesztő szakemberei egy olyan új – a világon eddig máshol még nem alkalmazott – módszert dolgoztak ki a semleges hőmérséklet meghatározására, amely korszerű, nagy pontosságú, és jól automatizálható.

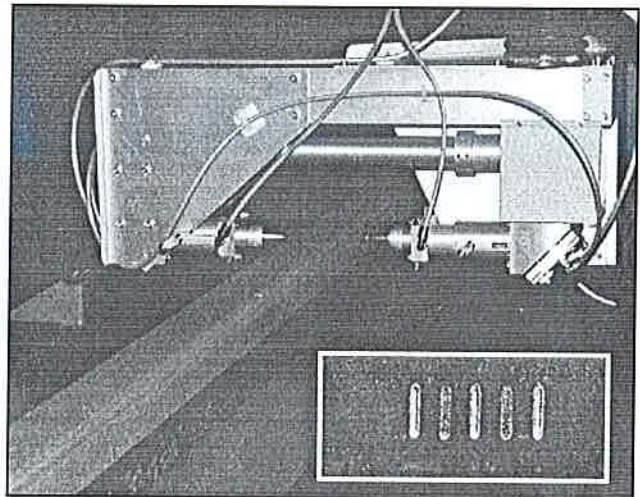
A feszültségek meghatározására alkalmas új mérési eljárás lényege a következőképp foglalható össze:

Ha az ismert hőmérsékletű és termikus feszültségi állapotú sínen elhelyezhető egy olyan jelcsomag pár, amelynek távolsága a jelek felvitele után bármikor megfelelő pontossággal mérhető, akkor a sín e darabjának mindenkor termikus feszültsége, vagyis semleges hőmérséklete meghatározható. A feszültség meghatározásához ismernünk kell:

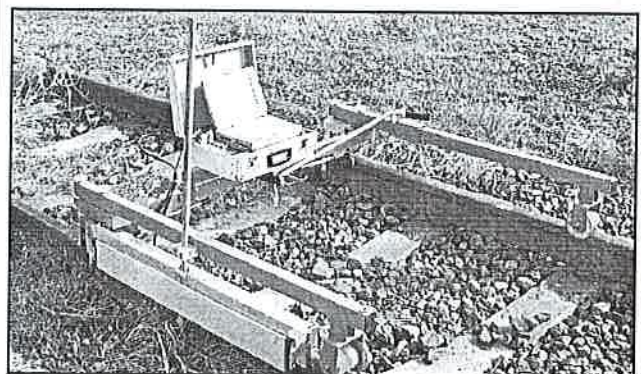
- a jelek távolságát;
- a mérés hőmérsékletét;
- a jelek felvitelekor használt bázistávolságot;
- a jelek felvitelekor mért sínhőmérsékletet.

A termikus feszültségből ezek ismeretében a semleges hőmérséklet számítható. A kidolgozott módszer két fő részből áll:

Ismert sínhőmérsékleten jeleket hozunk létre a feszültségmentes vagy ismert termikus feszültségállapotú sínen a semleges hőmérsékletnek megfelelő értékre korrigált távolságra (9. ábra).



9. ábra. Lézeres jelölő berendezés és egy jelcsomag



10. ábra. Mozgó jelölvasó berendezés a semleges hőmérséklet méréshez

Ismert sínhőmérsékleten a jelek távolságát meghatározzuk (pl.: a vasúti pályába beépített, üzemelő sínen). A jelek távolságából levonjuk a sínek feszültségállapotára vonatkozó következtetéseinket.

A vasúti pályába beépített síneken a jelcsomagok kiolvasására sínen guruló kocsi készült (10. ábra).

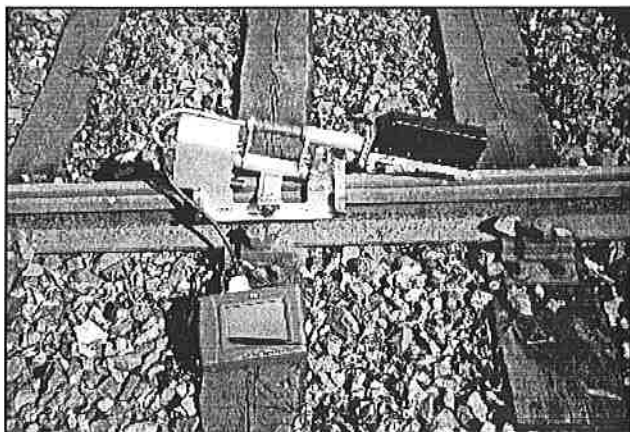
Az eljárással lehetőség nyílik arra, hogy a sínek semleges hőmérsékletét a vasúti pálya megbontása nélkül meghatározzuk.

Síndiagnosztikai kézi műszerek

Lézeres sínprofilmérő

A műszer a sínfej teljes profiljának, vagyis a futófelület és a vezetőfelületek mérésére szolgál egy mérési ciklusban; amennyiben szükséges, a mérés kiterjeszhető egészen a hevederkamráig.

A profilmérő fő része a lézeres mérőfej (11. ábra), amely a keresztmetszeti profil mérésekor körbe fogja a sínfejet. A mérési tartományt az aktuális elvárásoknak megfelelően lehet meghatározni, a mérési ciklus ideje cca. 20 másodperc. A felbontás a sínfej profil kerületén jobb, mint 0,5 mm, a szögfelbontás pedig 0,05 mm-nél jobb.



11. ábra. Lézeres sínprofilmérő

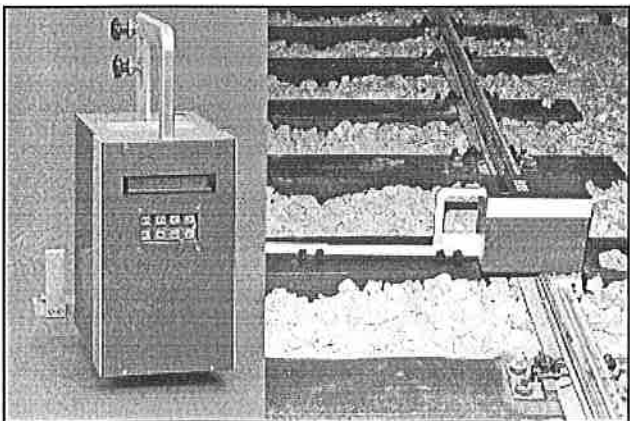
DQM kézi sínprofilmérő

A sínek profilozó csiszolásánál használják a különböző vasutak a csiszolás előtti és az elvégzett munka minősítésére.

A hordozható sínprofilmérő készülék (12. ábra) műszaki paraméterei:

Vízszintes méréstartomány: 76,8 mm, felbontás: 0,1 mm, függőleges méréstartomány: 20 mm (DQM), illetve 35 mm (XQM), felbontás: 0,01 mm, mérési pontosság: 0,05 mm (DQM), súly: kb. 9,5 kg.

Mért jellemzők: nyomtávolság, futófelület kopottsági értékei és a sínfejmagasság.

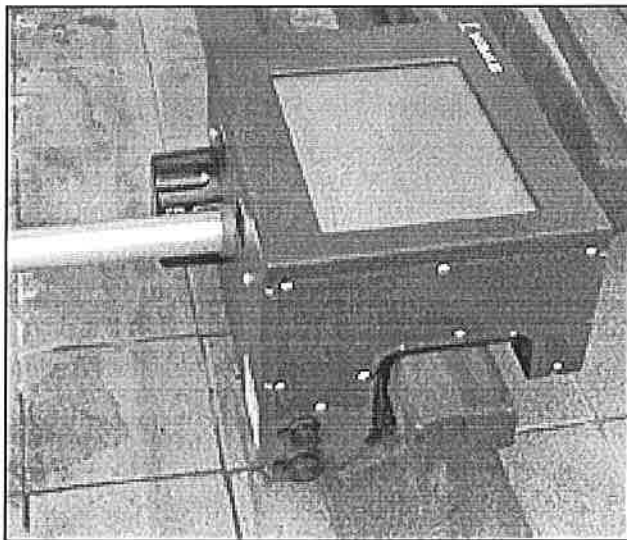


12. ábra. DQM sínprofilmérő

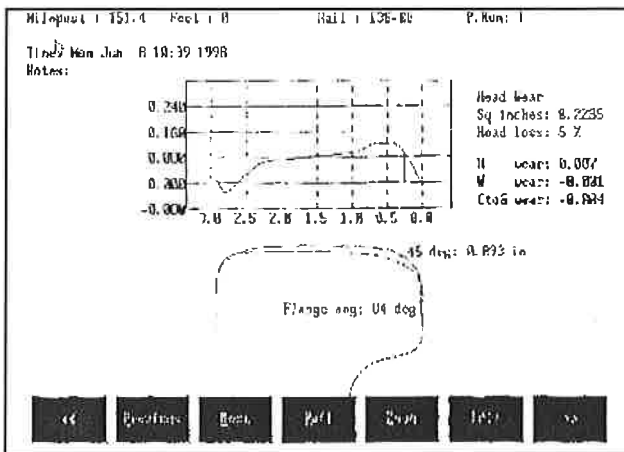
Reeves típusú sínprofilmérő készülék (13. ábra)

A sínprofil mérését a gyártó lézergusár segítségével oldotta meg. A sínprofil felvételét három lézerrész biztosítja. A mérőműszer korszerű érintőképernyős kivitelben készül. A mérőberendezéshez tartozik egy irodai kiértékelő szoftver.

A mérőberendezésbe különböző típusú sínek adatai betáplálhatók és a mérés során a mért profillal összehasonlítható (14. ábra). A műszer segítségével az optimális sínprofil is meghatározható a csiszoláshoz.



13. ábra. Reeves sínprofilmérő



14. ábra. Képernyőn megjelenő rajzolat

Kézi hullámos sínkopásmérő

SWM kézi hullámos sínkopásmérő (15. ábra)

A készülékkel a hullámos sínkopás mérhető fel. A készüléket végig kell tolni a mérni kívánt sínszálon. A mérési eredményeket digitálisan rögzíti az adattároló. A mérési adatok az irodai rendszerben értékelhetők ki a hullámhossz függvényében (16. ábra).

A hordozható hullámos sínkopásmérő készülék műszaki paraméterei:

Méréstartomány: $\pm 0,25$ mm, felbonás: 0,01 mm

Mérésközök: 1 mm/2 mm/5 mm

Készülék: 12 V/2,6 A-h akkumulátor

Kézi vezérlő: 700 mA-h (4x NiCd-Mignon)

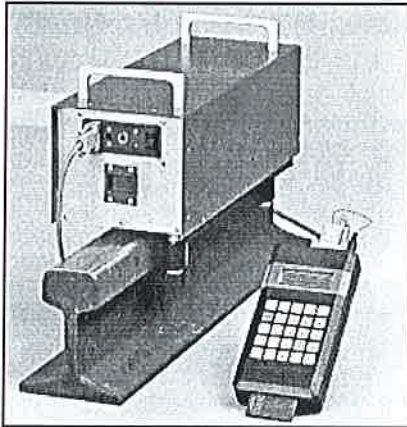
Mért jellemzők: különféle hullámhosszstartományra felvett hossz-profil-mérés (0–300 mm / 300–1000 mm / 1000–2300mm).

A hullámos sínkopás mérése a pályában egyre nagyobb jelentőséggel bír a síncsiszolás miatt. Az ilyen mérések célja a csiszolandó

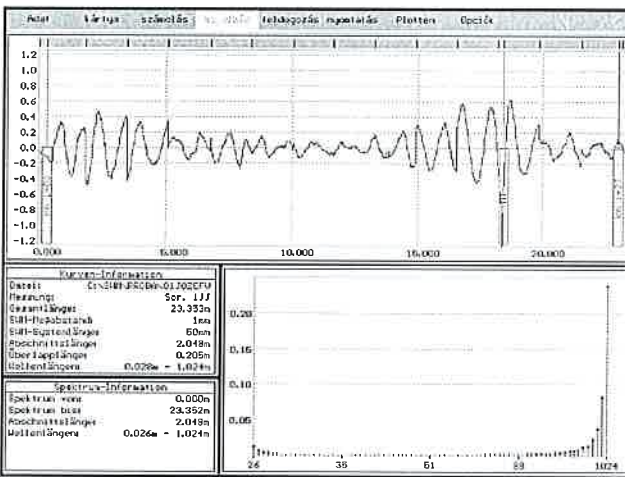
pályaszakaszok kijelölése, a szükséges csiszoló menetek számának prognosztizálása az adott vágányszakaszon, valamint a síncsiszoló cég munkájának átvétele.

Kézi hullámos síncopásmérő (17. ábra)

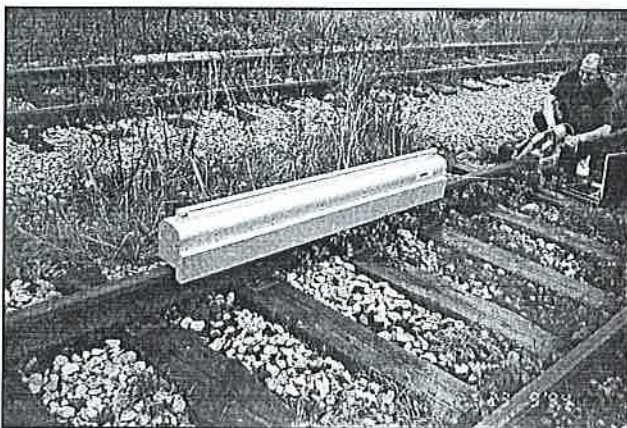
A mérőberendezés 1500 mm hosszú bázisú mérőgerendán méri a hullámos síncopást. A mérési eredményeket adatgyűjtő egység rögzíti. Az eredmények értékelését az irodai rendszerben tudjuk elvégezni (18. ábra).



15. ábra. SWM hullámos síncopásmérő



16. ábra. Hullámos síncopás mérés eredménye



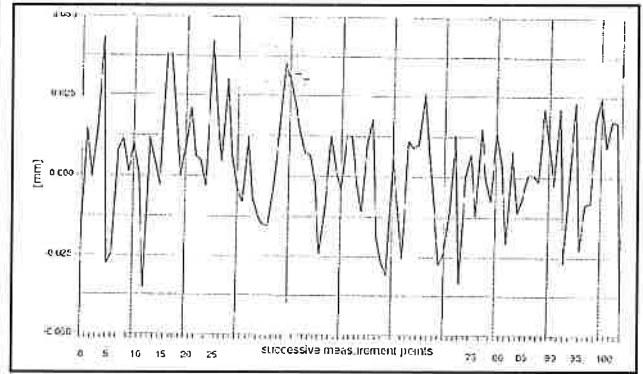
17. ábra. Kézi hullámos síncopásmérő készülék

Egyenességmérő készülék

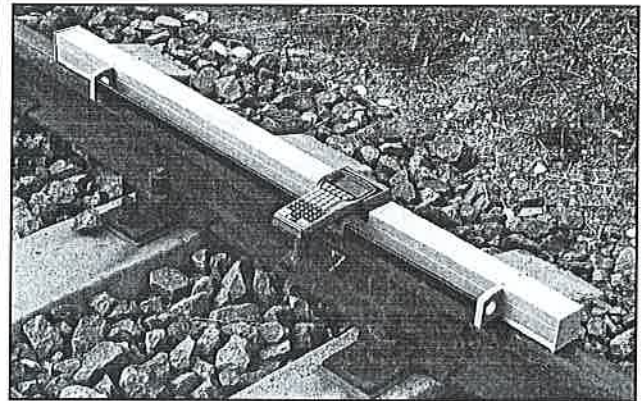
Az egyenességmérő mérőgerendából és a hozzá csatlakoztatható Psion Workabout kézi számítógépből áll (19. ábra). A mérőgerendában a mérés során, egy mágneses elven működő mérőszonda halad végig, lemérve a vizsgálandó felület és a mérőgerenda, mint bázis távolságát.

A készülék a MÁV-48, UIC-54 és UIC-60 kg/m típusú sínek futó- és vezetési felületének mérésére alkalmas egyenesben, ívben és átmeneti ívben.

A mérés után a műszer a hullámosságot grafikusan megjeleníti, és a



18. ábra. Hullámos síncopás mérés eredménye



19. ábra. Egyenességmérő készülék

szélsőértéket és az abszolút hibát numerikusan is megadja. A mérés alapján elvégzett munkálatok után a megismételt mérés eredménye összevethető az előzővel az egyidejűleg grafikonon megjelenített két mérési eredmény nyomán.

Semleges sínhőmérséklet mérő készülék (RailScan)

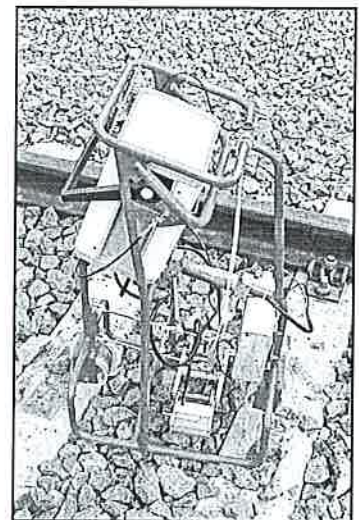
A hégaz nélküli vágányokban a hőmérsékletváltozás okozta dilatáció gátolva van. A gátolt dilatációból a sínből hosszirányú húzó- vagy nyomófeszültség keletkezik attól függően, hogy a sín vizsgált szakasza a vizsgálati hőmérsékleten (T) összehúzódna vagy kitágulna.

A sín hossza mentén még állandó hőmérsékleti és szélviszonyok mellett is változik a termikus feszültség. Az egyes aljakhoz való kapcsolatok erőviszonyai ugyanis korántsem állandóak, így a termikus feszültség nagysága aljaközléptékváltozó.

A módszerek közül a mágneses Barkhausen-zaj mérésén alapuló feszültségvizsgálatot részletesen ismertetjük, mert ezen elv alapján működik a RailScan készülék (20. ábra).

Ferromágneses anyagok átmágnesezésekor nagyfrekvenciás elektromágneses és akusztikus válaszjel keletkezik, ezt nevezik Barkhausen-zajnak. Nagysága függ az anyag szerkezetétől és feszültségállapotától.

A RailScan készülék működése mágneses Barkhausen-zaj mérés elvén alapul. A mért felület a sínek a gyártási maradófeszültség szem-



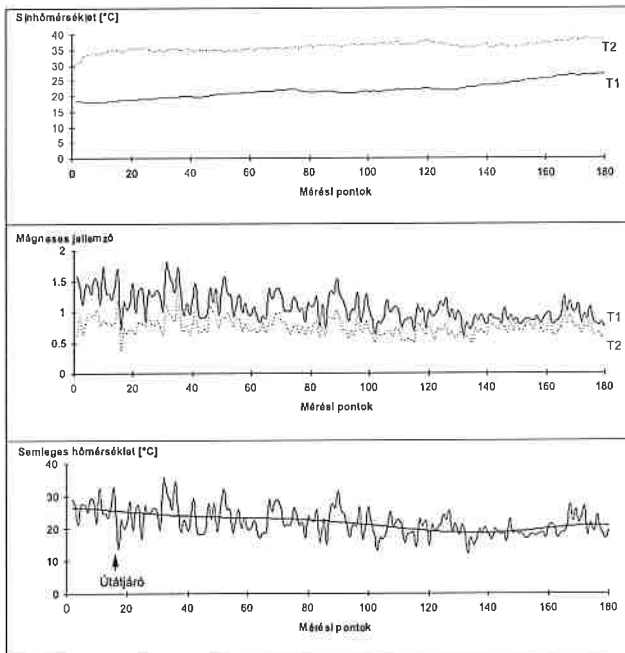
20. ábra. RailScan készülék

pontjából nullátmeneti része, a sín nyakán. A maradó feszültség változása az idővel a sín e részén viszonylag kicsi; a mérések szerint gyakorlatilag elhanyagolható. Ezzel szemben a gyártási maradó feszültség értéke akár egy sínzáton belül is változhat a hossz mentén. A RailScan a mért felületet hossz- és keresztirányban is átmágnesezve kapott Barkhausen-zajból egy mágneses jellemzőt határoz meg.

A mérést két különböző hőmérsékleten kell végrehajtani. A hézag nélküli vágányban a két eltérő hőmérséklet egy, elvileg számolható feszültségváltozást eredményez. Az ugyanazon pontokban (felületeken) két különböző feszültségállapotban végrehajtott mérés az adott pontra egy kalibrációt jelent, meghatározva az adott pontban mért mágneses jellemző feszültség érzékenységét. Ilyen módon tehát a sín minden mért pontja egyedi kalibrációt kap, mely a változó anyagszerkezettől, vagy gyártási maradó feszültségtől független. Ennek a kalibrációnak a kérdéses pontja a nullfeszültségű állapot.

A nullfeszültségű állapotra az említett, helyről helyre változó szerkezet és a változó maradó feszültség eloszlás miatt, nem lehet jellemző valamilyen kitértetett mágneses Barkhausen-zaj érték.

A vizsgálni kívánt sinen a mérés megismételhetősége érdekében a mérési keresztmetszeteket jelzőfestékekkel előre ki kell jelölni. A mérési pontok távolságát célszerű úgy megválasztani, hogy a 21–36 méteres síndarabonként legalább 4–5 mérési pont legyen oly módon, hogy a mérési pontok ne essenek hegesztések és szigetelt kötések közelébe (min. távolság 3 aljköz); ez átlagosan 4–10 aljközönkénti mérést eredményez. Erre azért van szükség, mert számos esetben a pályában mért feszültség a gyári sínzsalak hossza szerint periodikus feszültségeloszlást mutat. Ilyenkor a pálya semleges hőmérsékletét csak kellő sűrűségű mérés adja meg helyesen. (21. ábra.) Ugyanígy az egyes hegesztések közvetlen közelében végzett mérések a hegesztések lokális feszültségátadását adják vissza és csak kevésbé a pálya átlagos feszültségét, semleges hőmérsékletét.

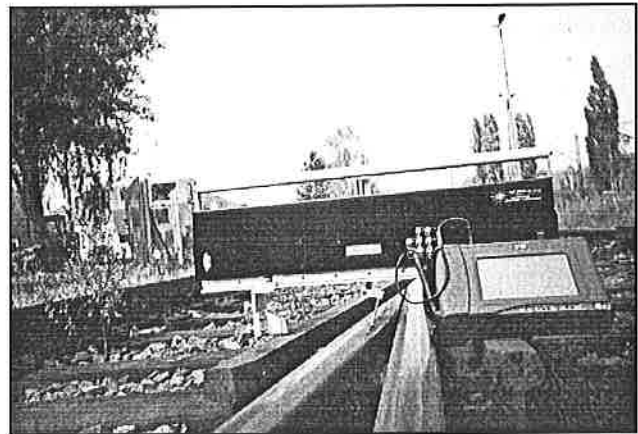


21. ábra. Ágyazatostra során kialakult semleges hőmérséklet eloszlás mérése RailScan készülékkel mintegy 2000 m hosszú szakaszon.

Fent: a mérési hőmérséklet változása a mérések során;
Középen: a mágneses jellemzők eloszlása;
Lent: a számolt semleges hőmérséklet eloszlása.

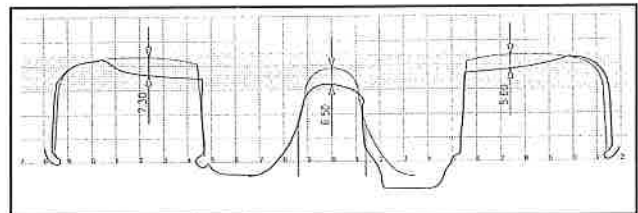
Profilmérő a kitérők geometriájának ellenőrzésére

A berendezés egy hordozható X-Y mérőműszer (22. ábra), amely az egyes vágányelemek profiljának pályában történő mérésére szolgál. A



22. ábra. Kitérő profilfelvevő

profilmérőt a kiválasztott mérési ponton rögzítve a kezelő végigvezeti a gölyös mérőfejet a mérendő felületen vigyázva arra, hogy a gölyös mérőfej ne veszítse el a kontaktust a mért felülettel. A profilmérő mérőrendszere a mérőfej pályáját X-Y koordinátájú pontok halmazává alakítja át és a műszer memóriájában rögzíti. A mérés befejeztével a mérési eredmények RS-232 kábelen PC-re tölthetők át, a mérőprogram segítségével a mérési eredmények gyorsan kiértékelhetők (23. ábra). A berendezés felhasználható új kitérők síngeometriájának ellenőrzésére, a pályában fekvő kitérők kopásának mérésére, a javítás szükségességének prognosztizálására és a javítás utáni átvételre.



23. ábra. Keresztezési középrész XY rajzolata

Ultrahangos sínvizsgáló készülék

A sínekben, illetve a kitérőkben előforduló gyártási és fáradásos anyaghibák kimutatására több módszert dolgoztak ki, de a gyakorlatban az ultrahangos vizsgálati eljárás bizonyult a legalkalmasabbnak.

Több mint 30 éve vizsgálják ultrahanggal a világon a vágányokat és egyéb szerkezeti elemeket.

A vágányok, illetve a kitérők speciális vizsgálatára fejlesztették ki a MÁV Rt-nél az ultrahangos sínvizsgáló készüléket (24. ábra).

A merőleges sugárzó vizsgálófejjel a vízszintes és közel vízszintes sínhibák a fejben és a síngerincen (vízszintes fejtrepedések, lunkerek) mutathatók ki.

A ferdén sugárzó 45°-os és a 70°-os sugárzó fejekkel a ferdén elhelyezkedő sínhibákat, illetve a hegesztési hibákat (vese alakú hibákat, hegesztési zárványokat, öszszeolvadási hibákat) ismerhetünk fel.



24. ábra. Ultrahangos sínvizsgáló készülék