

A TrackScan ME 3.01. vágánygeometriai mérőkészülék műszaki alkalmassági vizsgálata a BME Út és Vasútépítési Tanszékén

Ludvig Eszter

egyetemi tanársegéd

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Út és Vasútépítési Tanszék

1. Bevezetés

A vasúti pályadiagnosztika egyik legfontosabb területe a vágány geometriai állapotának rendszeres nyomon követése, felülvizsgálata. Ezért a vasúti pályafenntartási szakszolgálatnak mérések útján rendszeresen ellenőrizni kell a vágány főbb geometriai méreteit. E geometriai mérések elvégzésére évtizedek óta kézi erővel a vágányban tolható vágánymérő készüléket használnak. Ezek a készülékek kezdetben csak a nyomtávolság és túlemelés, esetleg a siktorzulás mérésére voltak alkalmasak.

A TrackScan ME 3 jelű mérőkészülékcsalád a korábbi hazai és külföldi tapasztalatokat egyaránt felhasználva oly módon lett kifejlesztve, hogy az nemcsak a folyópálya, hanem kitérők, vágányát-szelések, átszelési kitérők és egyéb felépítményi szerkezetek főbb geometriai méreteinek pontos meghatározására is alkalmas legyen. Így a TrackScan vágánygeometriai mérőkészülék által végezhető mérések:

- pályahossz

vasúti folyóvágányban:

- nyomtávolság,
- túlemelés,
- siktorzulás,

vasúti kitérőkben, átszelésekben, átszelési kitérőkben és egyéb felépítményi szerkezetekben:

- vezetési távolság,
- nyomcsatorna.

2. A TrackScan vágánygeometriai mérőkészülék ismertetése

2.1. A készülék kialakítása

A TrackScan ME 3. mérőkészülék-családnak három tagja van:

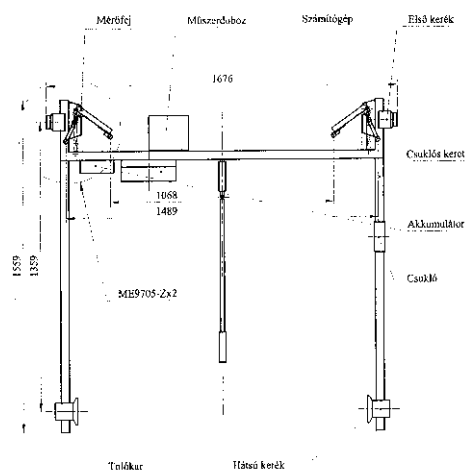
- normál nyomtávolság, ME 3.01
- keskeny nyomtávolság, ME 3.11 és
- széles nyomtávolság ME 3.21

mérésére alkalmas változatokkal. Az ábrákon, képeken bemutatott műszer a normál nyomtáv mérésére kialakított változat. A keskeny és a széles nyomtáv mérésére szolgáló változatok még részben kifejlesztés alatt állnak, de elvi kialakításban nem, csak méretekben térnek el a normál nyomtávolságú készüléktől.

Az 1. képen és 1. ábrán látható, hogy a mérőkészülék egy merev vázszerkezetű berendezés egy tengellyel, amely 4 műanyag keréken mozog a vágányon. A keret jobboldali karjánál egy csukló helyezkedik el, amely lehetővé teszi, hogy bármilyen fekszintviszony esetén is mind a 4 kerék a vágányra felüljön. A 4 kerékből a hátsó 2 nyomkarimás kialakítású, ami a készülék vágányon maradását, ill. biztonságos futását tovább fokozza. A készüléket a tolokarral kell a vágányon végigtolni. A maximális tolási sebesség 2 km/h.



1. kép:
A TrackScan ME 3.01 típusú
vágánygeometriai mérőkészülék

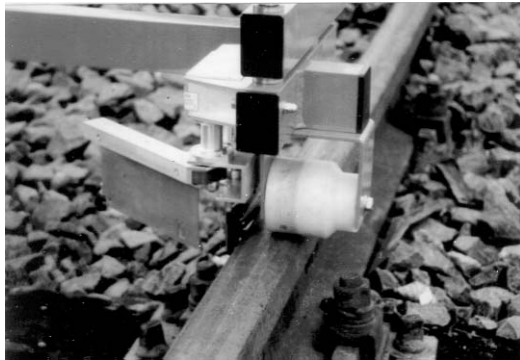


1. ábra:
A TrackScan ME 3.01 típusú vágánygeometriai mérőkészülék vázszerkezete

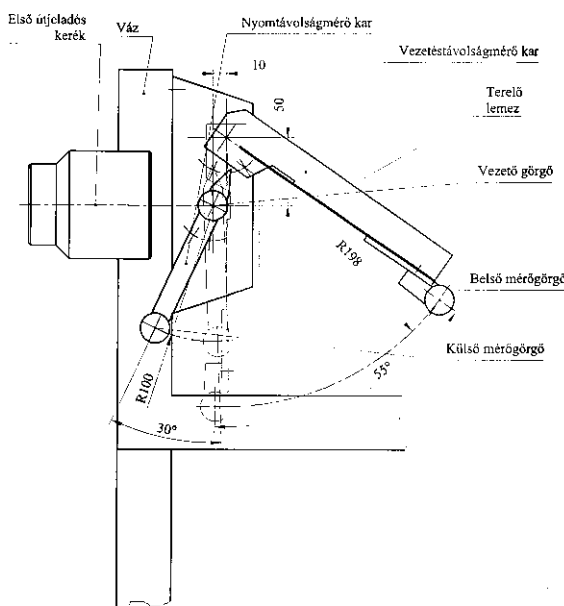
A két első keréknél helyezkednek el a mérőfejek. A mérőfej kialakításának részletei a **2. ábrán és a 2. képen** követhetők nyomon. A 2. ábrán látható az első kerék, amely az útjelet adja, továbbá a nyomtávolságot és vezetéstávolságot mérő kar a mérőgörgőkkel és a terelő lemezekkel. A mérőgörgők úgy vannak elhelyezve, hogy azok a sín járófelülete alatt 14 mm-rel mérjenek. A terelőlemezek a készülék kitérőkön való akadálymentes áthaladását biztosítják.

A készülékhez számítógép csatlakoztatható, amely egy mérőszoftver segítségével vezérli a hardvert a mérés során, a mért adatokat a képernyőn megjeleníti és ezzel párhuzamosan merev lemezre rögzíti. A készülék akkumulátorral működik, amely minimálisan 8 üzemórát biztosít.

A TrackScan szállításkor összeszerelhető, így könnyen, akár egy személyautóban is szállítható. Tömege kb. 30 kg.



2. kép
A TrackScan vágánygeometriai
mérőkészülék mérőfeje



2. ábra
A mérőfej kialakítása

2.2. A készülék mérési mechanizmusa

- pályahossz mérés (mérési tartomány 20 km)

A pályahosszt a készülék a jobboldali első útjeladós kerekével méri. A jeladás 250 mm távolságonként történik, egy a kerékbe épített fotóoptikai útjeladó segítségével. A folyamatosan mért, korábban felsorolt pályajellemző adatokat a számítógép ennek az útjelnek megfelelően tárolja.

- nyomtávolság (mérési tartomány 1420-1500 mm)

A nyomtávolságot a készülék a sínnel érintkező külső görgőkkel méri. A mérőkarokra erősített mérőgörgők elfordulási szögét a karok forgástengelyébe helyezett potenciométerek mérik. A program a két (jobb és baloldali) potenciométer szögállásából, valamint az ismert maximálisan mérhető nyomtávolságból határozza meg az adott pontbeli nyomtávolságot.

- túlemelés (mérési tartomány 0 ± 170 mm)

A túlemelést a készülék az első kerékpár tengelye által meghatározott egyenes és az elméleti vízszintes között bezárt szögből számítja. A szögértéket a vázkeretbe épített szögjeladó biztosítja.

- síktorzulás (a túlemelés értékéből tetszőleges bázishosszra számolva)

A síktorzulást az aktuális túlemelés-, valamint a bázistávolságra lévő korábbi túlemelés értékéből számítja a számítógépes program. A bázishossz tetszőleges értékűre választható a programban, de e bázishossz igény miatt az adatfelvételt az indulási keresztmetszethez képest a bázishossznyi távolsággal előbb kell kezdeni.

- nyomcsatorna szélessége (mérési tartomány 30-180 mm)

A nyomcsatorna méretét a készülék a belső és a külső mérőgörgők távolságából határozza meg. A mérőgörgők pontos helyzetét a nyomtávolság- és vezetéstávolságmérő karokhoz kapcsolódó potenciométerek állása adja. A minimálisan, ill. a maximálisan mérhető nyomcsatorna méret a külső és a belső mérőgörgők teljes összezáródásakor, ill. nyitásakor képződik.

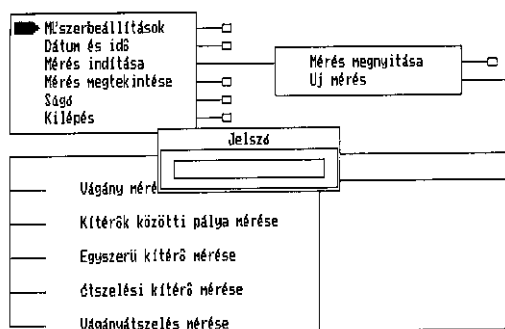
- vezetéstávolság (mérési tartomány 1330-1420 mm)

A vezetéstávolságot a nyomtávolság és a nyomcsatorna szélesség értékeinek különbségéből számítja a készülék.

2.3. A készülékhez kapcsolódó számítógépes mérőprogram

A mérőszoftver DOS–Turbo Pascal programnyelven készült. A program felépítése könnyen áttekinthető. A főmenüjében az alábbi kínálatból lehet választani (3.ábra):

Műszerbeállítások: E menüpont segítségével a különböző alapbeállításokat, paramétereket lehet megadni, változtatni. E pontot csak a konstruktőrök használják, ezért ez jelszóval védett.



3. ábra

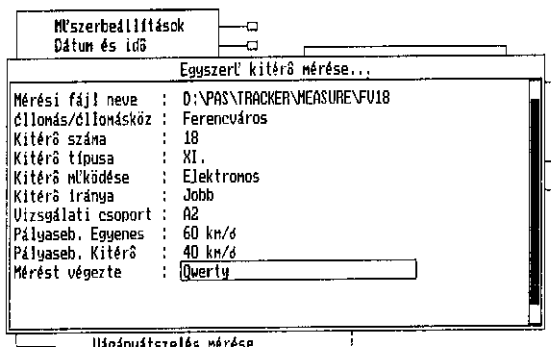
A számítógépes mérőprogram főmenüje

Dátum és idő: A dátum és időpont beállítására szolgál.

Mérés indítása

mérés megnyitása: egy, már korábban megkezdett mérés nyitható meg. Megkezdettnek minősül a mérés már akkor is, amikor az alapadatokat kitöltöttük, pl. irodában előkészítettük a mérést, de még nem mértünk.

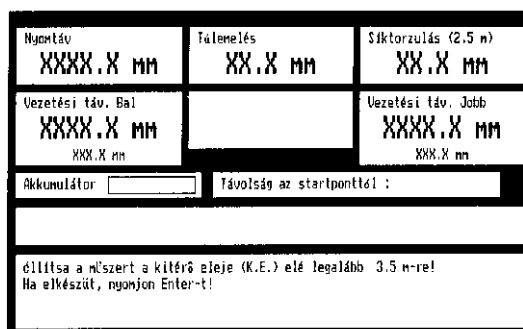
új mérés: ezzel a menüponttal lehet új mérési fájlt létrehozni; az öt különböző felajánlott pályaelemből választhatunk. A megfelelő pályaelem kiválasztása után egy adatbeviteli ablak (4. ábra) jelenik meg, ahol a mérendő pályaelemre vonatkozó alapadatokat lehet beírni vagy kijelölni.



4. ábra

Az adatbeviteli ablak

Ezután következhet a mérés. A mérési képernyőn (5. ábra) a mért értékek folyamatosan láthatók. Kitérőben történő méréskor a mérési ablakban emellett még a kitüntetett kitérő-bemérési pontok helye is elolvasható, segítve ezzel a műszer kezelőjét. Ilyen kitüntetett pontokban külön gombnyomásra lehet a mérést elvégezni és rögzíteni. Fejlesztés alatt áll egy olyan funkció, amelyben az előre beállított mérési pontokhoz a program hozzárendeli az adott pontra érvényes mérettűrési értéket és ennek túllépése esetén azonnal jelzést is ad. A program lehetőséget ad arra, hogy a mérés bármely pontjához rövid szöveges megjegyzést fűzzünk.



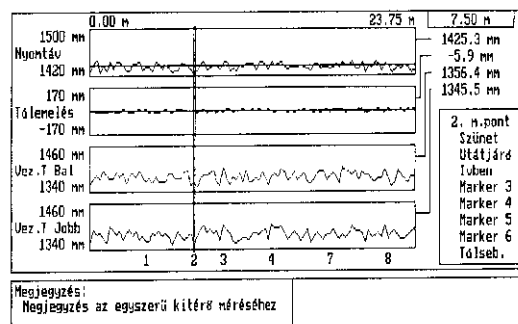
5. ábra

A mérés képernyője

Mérés megtekintése: Ennek a menüpontnak a segítségével már meglévő mérések eredményei tekinthetők meg. (6. ábra) A program grafikusan jeleníti meg az eredményeket, a mérés közben rögzített összes megjegyzés feltüntetésével.

Súgó: Segítséget nyújt a felhasználónak.

Kilépés: A program bezárása.



6. ábra

A mérés eredményei

3. A Budapesti Műszaki Egyetem Út és Vasútépítési Tanszékén végzett vizsgálatok ismertetése

Tanszékünk az alkalmazási vizsgálatok során a készülék mérési pontosságát ellenőrizte. A mérést a Kelenföldi pályaudvar mellékvágányaiban végeztük.

Pályahossz mérés pontossága

A pályahossz mérés pontosságának ellenőrzéséhez egy 100,00 m-es pályaszakaszt jelöltünk ki. A készüléket végigtoltuk a kijelölt pályaszakaszon és 50,00 illetve 100,00 m-nél, pontosan a jelnél megállva leolvastuk. A kapott eredmények az **1. táblázatban** találhatóak.

A táblázatból látható, hogy a mérőkészülék a valóságos értéknél néhány, átlagosan 11 cm-rel hosszabb utat jelez, de a pontossága legalább 0,16%, ami jóval kevesebb a szavatolt 1%-nál.

1. táblázat

A kitérő- és vágánygeometriai mérőkészülék pályahossz mérési pontossága

A mérés sorszáma [m]	A mérés szelvénye [m]	A mért hosszúság [m]	Eltérés	
			[cm]	%
1	50,00	50,070	+ 7,0	0,14
	100,00	100,110	+ 11,0	0,11
2	50,00	50,055	+ 5,5	0,11
	100,00	100,070	+7,0	0,07
3	50,00	50,080	+ 8,0	0,16
	100,00	100,145	+ 14,5	0,15
Átlagos eltérés 50,00 m-nél			+ 6,8	0,14
Átlagos eltérés 100,00 m-nél			+ 10,8	0,11

Nyomtávolság pontossága

Ellenőrzésül egy hitelesített, etalonnal összehasonlított MOM gyártmányú kézi nyomtáv-mérő állt rendelkezésünkre. A nyomtávolságra vonatkozó mérési eredmények a **2. táblázatban** láthatók. A legnagyobb eltérés -0,7 mm, ill. +0,4 mm, az átlagos nyomtáv-mérési pontatlanság pedig -0,3 mm volt. Ez azt mutatja, hogy a TrackScan mérőkészülék a valóságnál valamivel kisebb értéket mér.

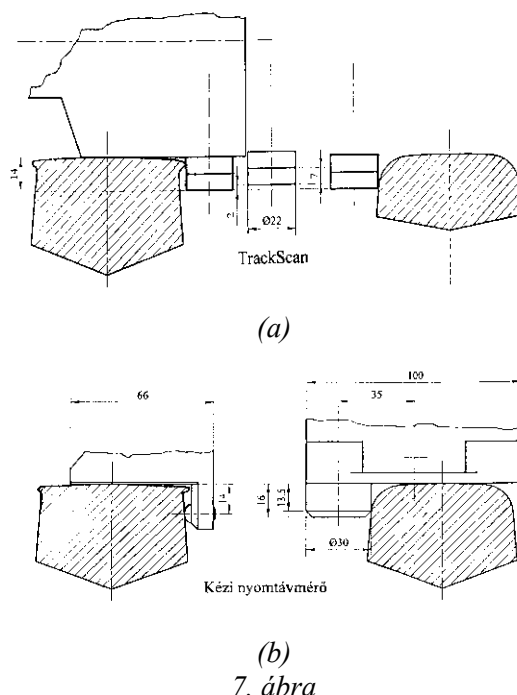
2. táblázat

A kitérő- és vágánygeometriai mérőkészülék nyomtávolság mérési pontossága

A mérési pont sorszáma	Gépi nyomtáv-mérés [mm]	Kézi nyomtáv-mérés [mm]	Eltérés [mm]
1	1449,7	1450,0	- 0,3
2	1446,3	1447,0	- 0,7
3	1447,5	1448,0	- 0,5
4	1448,0	1448,3	- 0,3
5	1446,5	1447,2	- 0,7
6	1449,8	1450,0	- 0,2
7	1449,5	1450,0	- 0,5

8	1447,0	1447,3	- 0,3
9	1441,0	1440,9	+ 0,1
10	1433,2	1433,0	+ 0,2
11	1433,6	1433,2	+ 0,4
12	1434,3	1434,8	- 0,5
13	1435,0	1435,7	- 0,7
14	1436,5	1436,9	- 0,4
15	1439,7	1439,9	- 0,2
Átlagos nyomtáv-mérési pontatlanság:			

Az táblázatban látható eltérések abból adódnak, hogy a mérést legyűrődött sínű vágányban végeztük és mint azt a **7. ábra** is mutatja, ilyen esetben a TrackScan mérőkészülék mérőgörgője másképpen érintkezik a sínnel, mint a kézi nyomtáv-mérő és ez más nyomtávolságot eredményez. A fenti értékek alapján megállapítható, hogy a készülék mérési pontossága összhangban van a MÁV Rt. „D.54 sz. pályaeépítési és fenntartási utasítások” című előírásokkal.



7. ábra
A TrackScan (a) és a kézi nyomtáv-mérő (b) eltérő szerkezeti kialakítása

Tülemelés mérésének pontossága

A készülék tülemelés mérési pontosságának ellenőrzésénél a nyomtáv-mérővel ugyanazon mérési ponton mindkét irányban leolvastuk a tülemelés értékét. A gépi mérés eredményét a kézi mérés átlagának eredményével hasonlítottuk össze a **3. táblázatban**. A 0,6 mm legnagyobb eltérés összhangban van a D. 54. sz. előírás adataival.

3. táblázat

A kitérő- és vágánygeometriai mérőkészülék túlemlés mérési pontossága

A mérési pont sorszama	Túlemlés mérés [mm]				Eltérés [mm]
	géppel	kézi		kézi átlag	
1	- 3,1	- 3,5	+ 3,6	- 3,6	+ 0,5
2	- 3,4	- 3,6	4,0	- 3,8	+ 0,4
3	- 2,1	- 2,5	+ 2,9	- 2,7	+ 0,6
4	- 2,0	- 2,0	+ 2,4	- 2,2	+ 0,2
5	- 0,4	± 0,0	+ 0,5	- 0,3	- 0,1
6	- 2,3	- 2,1	2,8	- 2,4	+ 0,1
7	- 4,8	- 4,3	+ 4,6	- 4,5	- 0,3
8	- 2,9	- 2,0	+ 2,9	- 2,5	- 0,4
9	- 5,4	- 4,8	+ 5,1	- 5,0	- 0,4
10	- 1,1	- 0,5	+ 0,9	- 0,7	- 0,4
11	+ 0,1	- 0,9	± 0,0	- 0,5	+ 0,6
12	+ 2,5	+ 3,2	- 2,1	+ 2,7	+ 0,2
13	+ 3,1	+ 4,1	- 3,2	+ 3,7	+ 0,6
14	- 2,0	- 1,5	+ 2,0	- 1,8	- 0,2
15	+ 3,0	+ 2,8	- 2,2	+ 2,6	- 0,4

Síktorzulás mérési pontossága

A mérőkészülék túlemlési pontosságától függ a síktorzulás mérés pontossága. Amennyiben a túlemlés mérésében a legnagyobb 0,6 mm eltérések kedvezőtlen elhelyezkedésével számolunk, úgy 1,2 mm-es síktorzulási hiba adódhat, függetlenül a bázistávolság nagyságától. A véletlen hibák csökkentése érdekében a vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a bázistávolságot célszerű legalább 3,5 m-re felvenni, így a kapott eredmények pontossága mindig összhangban lesz az előírás legszigorúbb síktorzulási mérethatáiraival.

Nyomcsatorna mérésének pontossága

A kézi nyomtáv mérővel a nyomcsatorna nem mérhető közvetlenül, ezért ezzel a nyomtávolságot és a vezetéstávolságot mértük és ezek különbségéből számítottuk a nyomcsatorna méretét. A mérési eredmények a 4. táblázatban találhatók. A legnagyobb nyomcsatorna méret eltérés 1,5 mm volt, amelyet ez esetben is a sínlegyűrődések okoztak. Megállapításaink szerint az 1 mm-t kissé meghaladó nyomcsatorna méret pontatlanság kopott, legyűrődött sínek, valamint kopott vezetősínek, csúcs- és tősisínek esetén megengedhető.

4. táblázat

A kitérő- és vágánygeometriai mérőkészülék nyomcsatorna mérési pontossága

A mérési pont sorsz.	kézi mérés eredményei [mm]						gépi mérés		eltérés	
	nyomtáv	vezetéstávolság		nyomcsatorna		nyomcsatorna		b. o.	j. o.	
		b. o.	j. o.	b. o.	j. o.	b. o.	j. o.			
12	1434,8	1392,2	—	42,6	—	41,6	—	- 1,0	—	
13	1435,7	1394,0	1380,0	41,7	55,7	40,2	55,0	- 1,5	- 0,7	
14	1436,9	1374,2	—	62,7	—	62,9	—	+ 0,2	—	
15	1439,9	—	1391,8	—	48,1	—	47,2	—	- 0,9	

Vezetéstávolság mérésének pontossága

A mérőkészülék és a nyomtáv mérő által mért vezetéstávolságok a 5. táblázatban találhatók. A maximális eltérés 0,8 mm volt, vagyis a vezetéstávolság mérési pontossága a szavatolt 1 mm alatti értéknek megfelel.

5. táblázat

A kitérő- és vágánygeometriai mérőkészülék által számított és nyomtáv mérővel mért vezetéstávolság értékek összehasonlítása

Vezetéstávolság [mm]			Eltérés [mm]		
gépi méréssel	kézi méréssel		bal old.		jobb old.
bal o.	jobb o.	bal o.	jobb o.		
1392,7	—	1392,2	—	+ 0,5	—
1394,8	1380,0	1394,0	1380,0	+ 0,8	± 0,0
1373,6	—	1374,2	—	- 0,6	—
—	1391,8	—	1392,5	—	- 0,7

4. A mérőkészülék értékelése a Tanszéken végzett vizsgálatok alapján

A BME Vasútépítési Tanszéken végzett vizsgálatok alapján a TrackScan kitérő- és vágánygeometriai mérőkészülékkel kapcsolatban az alábbi megállapítások hozhatók:

A TrackScan mérőkészülék alkalmas vágány, bármilyen típusú kitérő és egyéb felépítményi szerkezetek (útátjárók, terelő- és vezetősínek) mérésére is.

A mérőváz kialakítása lehetővé teszi a mérőkészülék gyors és egyszerű összecusakását, személygépkocsiban történő szállítását. A mérővázon a számítógép és az akkumulátor könnyen elhelyezhetők. A tolvár segítségével a készülék könnyedén tolvható.

A mérőkészülék kis tömeggel rendelkezik, így a mérést végző személy azt könnyen rá tudja helyezni a vágányra, illetve szükség esetén könnyen ki is tudja emelni onnan. Kiemeléskor két kihajtható láb segítségével a készülék a mérőfejek esetleges sérü-

lése nélkül, stabilan a terepre helyezhető. A mérő-készülék további előnye, hogy a mérés bármikor megszakítható, a készülék a vágányból kiemelhető, majd visszahelyezése után a mérés ugyanott folytatható.

A működés és üzemeltetés több szempontból is biztonságos, egyrészt a készülék villamosan szigetelt kerekei foglaltsági jelzést nem okoznak, másrészt a vezető- és terelő elemek akadálymentes áthaladást biztosítanak a különböző típusú kitérőkön és felépítményi szerkezeteken.

A számítógép vízálló fólia-billentyűzete a külső hatásokkal szemben (eső, szél, por) jól ellenáll. A képernyő +40°C hőmérsékletig biztonságosan üzemel.

A számítógépes program felhasználóbarát, jól kezelhető. A program a mérés eredményeit grafikusán jeleníti meg, így azok könnyen áttekinthetőek.

Az adatokat tartalmazó fájlok külső floppy egységre is átmenthetők, és asztali számítógépen táblázatkezelő program segítségével numerikusan is kiértékelhetők.

A TrackScan kitérő- és vágánygeometria-mérő készülék mérési pontossága ellenőrző méréseink alapján:

pályahossz mérésnél	≤ 0,16 %
nyomtávolság mérésnél	≤ 0,7 mm
nyomcsatorna mérésnél	≤ 1,5 mm
vezetéstávolságnál	≤ 0,8 mm
túlemelés mérésénél	≤ 0,6 mm
síktorzulásnál	≤ 1,2 mm

A készülék mérési pontossága ellenőrző méréseink alapján nagyon jó, az előírásoknak megfelel.

Összességében megállapítható, hogy a TrackScan ME 3.01 jelű kitérő- és vágánygeometriai mérőkészülék a célnak megfelelő kialakítású, könnyen kezelhető és biztonságos mérési pontosságú műszer.