

VASÚTI SZELVÉNY-ELŐÍRÁSOK EGYSÉGES SZEMLÉLTETÉSE*

A vasúti vágány fölött, a járművek közlekedése részére egy csőszerű tér áll szabadon, amelynek normál-metszete a vasúti pálya „űrszelvénye”. Az űrszelvényhez hasonló fogalom a „járműszerkesztési szelvény”, vagy az ezzel legtöbbször megegyező „rakszelvény” is. Ez utóbbi kettő a járművek tervezési munkáiban, illetve a teherkocsira való rakodások ellenőrzésében játszik szerepet és olyan előírásokat tartalmaz, amelyek betartása révén biztosítható a járműnek, ill. a rakománynak az űrszelvényben történő akadálymentes közlekedése anélkül, hogy ehhez a vasúti pálya mentén fekvő rendkívül sok építmény és szerkezet méreteit kellene külön-külön figyelembe vennünk. A járműszerkesztési és a rakszelvény tehát a vasúti szállítás munkájának megkönnyítése és egyszerűsítése céljából alkotott fogalmak [1]. Mindhárom szelvény egy csőszerű alagút normál-metszeteként fogható fel, amelyet egy-egy körvonal ábrázol. A rakszelvény, mint írtuk, nagyrészt egyezik a szerkesztési szelvényvel és vele közel azonos fogalom lévén, kettejük közül a továbbiakban csak a járműszerkesztési szelvényt tárgyaljuk.

A szelvények lényegét boncolva kitűnik, hogy az űrszelvény nem olyan alagút-terv, amelyet előre megrajzolnak, aztán utána az alagútát meg is építik. Ez mindig csak képzeletbeli alagút marad, amelynek *építési előírásai* le vannak ugyan fektetve, de magának az alagútnak csőszerű üregén kívüli, „anyag-szerű” része, amelyet a pályamenti épületek, hídszerkezetek, jelzőberendezések stb. . . . képeznek, sohasem töltődik ki teljesen. A pályamenti fix létesítmények rendszerint csak egy-egy pontban használják ki az építési előírások megengedte maximális lehetőséget. Egyébként a valóságos alagutak sem használják ki teljesen a pálya űrszelvényét, tehát azoknál sem jelentkezik a valóságban ez az elméleti körvonal, mert ott az alagútban a pálya űrszelvényénél lényegesen nagyobb körvonalat szoktak szabadon hagyni azért, hogy a vasúti forgalom akadályozása nélkül is végezhessek a karbantartás munkálatait. Ennél kedvezőtlenebb a helyzet a régebbi építésű többvágányú vonalakon ott, ahol egy-egy vágány részére az űrszelvényénél keskenyebb szabadszélességet (3,6 — 3,8 m) hagytak csak szabadon, — a pálya építési költségeinek csökkentése végett.

A vasúti pályához hasonló a helyzet a járművek terén is. Azok is úgy épülnek, hogy az előírások megengedte szerkesztési szelvény körvonalát csak

* Az itt közölt eredeti tanulmány, a helyszini körülmények által megszabott módosításokkal, megjelent az ARCHÍV für EISENBAHNTECHNIK 1968. decemberi számában (Folge 23. Hestra-Verlag. Darmstadt.)

egy-egy pontban használják ki teljes mértékben. A járművek mindegyike persze más és más pontban.

Mint érdekességet felemlítjük azt is, hogy amikor a vasúti pályát és a pályamenti építményeket tervezik, ill. építik, még ismeretlenek azok a járművek, amelyek 10—50 év múlva, a pályával együttdolgozó gépalkatrészként, vele szoros összhangban együttműködésre fognak kényszerülni. Ily módon a vasúti tervezőmunkára jellemző különlegesség, hogy bennük olyan „gép” tervei készülnek, amely gépnek együttdolgozó két része, azaz a pálya és a jármű közül akkor, amikor az egyiket tervezik és építik, a másik alkatrésznek csak a felépítéshez szükséges előírásai ismertek, — maga az alkatrész azonban nem. Ez a tény teszi létjogosulttá a vasúti szelvény-előírásokat.

A) A szelvény-előírások kialakulása

A vasútépítés hőskorában nem kötötték bonyolult törvények a pálya-építőket a pályamenti fix létesítmények elhelyezésében, sem a járműépítőket a járművek méreteinek kiszabásában. A pálya mentén épülő mind több építmény (jelzők, rakodók, perontetők stb. . . .), majd az alagutak a nagy tervezői szabadság elé azonban mind nagyobb kötöttséget állítottak. Így adódtak maguktól körvonalak, — keresztmetszetek — amelyekben belül kellett maradnia a jármű körvonalának [1].

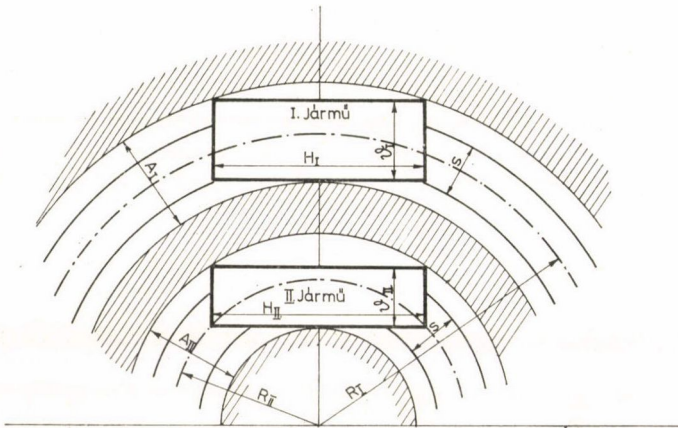
A járművek és a rakományok általában egyenes középvonalú, merev testek, amelyeknek nagyjából hasábszerű az alakjuk, több-kevesebb kiugró alkatrészsel. Ha nemcsak a járműnek, hanem az alagútnak is egyenes vonalú a hossz tengelye és ha vezetés útján gondoskodunk arról, hogy futás közben a jármű hossz tengelye egybeessen az úrszelvény hossz tengelyével, — akkor elegendő volna arra ügyelni, hogy a jármű minden keresztmetszete csak gondolatnyival legyen kisebb az alagút keresztmetszeténél, mert már így sem ütközhetne futás közben az alagútba. Ez esetben tehát egyetlen „szelvény”-t lehetne megadni és előírni azt, hogy a pályamenti berendezések abba nem nyúlhatnak bele, míg a járművek abból nem nyúlhatnak ki.

A valóságos pálya hossz tengelye azonban nem egyenes. Mind vízszintes, mind függélyes síkban is különböző sugárral épül fel, a mindenkori terepviszonyoknak megfelelően. Ez a tény már bonyolítja a kérdést. Tegyük fel, hogy meghatározott hosszúságú járművet akarunk közlekedtetni. Ekkor azonos úrszelvényű (A) csőben annál kisebb keresztmetszetű jármű fér csak el, minél kisebb a pályáiv sugara. (1. ábra). Ahhoz tehát, hogy a járművek üzembiztos közlekedését mindenféle pálya-alakzaton biztosítani lehessen, a szelvény-körvonalon kívül még további előírásokra volt szükség. Ilyen előírások vannak a vízszintes-síkú (oldalirányú) eltérésekre, a függélyes-síkú irányeltérésekre és egyebekre.

A szelvényekről eddig felvázolt képet tovább színesíti még, hogy a vasutak különálló történeti fejlődése következtében úrszelvényük, néha még egyazon ország határain belül is egymástól különböző méretekkel alakult ki [2], de ezen kívül egymástól eltérő a szelvény-előírások alapelve is. Erre példaként felemlítem a közismert régi Közép-európai Vasútegyetletet, amelynek szelvény-előírásai szerint az úrszelvény méretei $R = 250$ m ívsugártól kezdve, egész az egyenes pályára ($R = \infty$) is irányadók. Velük szemben a svéd vasút szelvénye egyszerűen azokat a leghosszabb járműméreteket adja meg előírásként, amelyek a szerkesztési szelvényt teljesen kihasználhatják, — „min-

den szűkítés nélkül”. Másik jellemző példa a szovjet vasút szelvénye, amely csak $R = 4000$ m-től $R = \infty$ ívsugárig érvényes.

A vasúti szelvényre vonatkozó ismeretek és fogalmak első látásra eléggé szétesőnek tűnnek, amit igazolni látszik az is, hogy újabb időben mind több „szelvényen túlerő szállítmányt”- visznek a vasutak. Ezeknél a szállítmányoknál a szokásos szelvény-előírások be sincsenek tartva, és az elszállítás mégis



$A_I = A_{II}$ = az ürszelvény szélessége

$H_I = H_{II}$ = a jármű hossza

s = a vágányok nyombósége

Ha $R_I > R_{II}$ akkor $\check{v}_I > \check{v}_{II}$

1 ábra

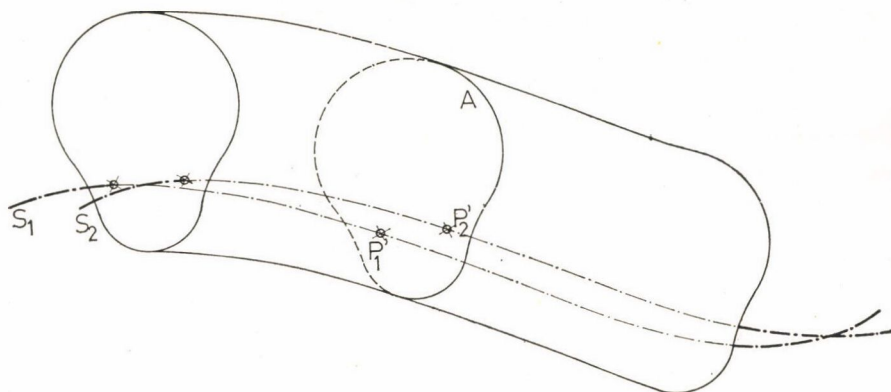
lehetséges. A klasszikus szelvény-előírások fellazítását jelenti a néhány év óta használatos „dinamikus-szelvény” is, amely egyelőre még csak Diesel-vontatókra érvényes, — de várható felhasználási területének kiterjesztése. Itt említenő végül a vasutak azon törekvése, amellyel a nemzetközi szállítások megkönnyítése céljából, különböző méretű szelvényeik és előírásaik egységesítésére törekszenek, — amihez rendszerint a meglévő előírások módosítása szükséges. A vázolt körülmények között a régi előírások érvényessége, célszerűsége mind több vita tárgyát képezi és ez szükségessé teszi, hogy a szelvény szerteágazó és eléggé áttekinthetetlen ismerethalmazának lényegét egységes képbe foglaljuk össze. Ennek az egységes képnek kialakítását kísérlem meg e tanulmányban azért, — hogy ennek alapján egységes szemlélet fejlődjön ki.

B) Minden szelvény közös alapja

Körülhatárolom problémánkat: azokat a feltételeket kell megállapítani, amelyek betartása mellett

- egyenes tengelyű, valamint köríves tengelyű, csőszerű üregben,
- egyenes középvonalú, nagyjából hasáb alakú járműtestek
- akadálytalanul közlekedhetnek.

B.11. A pálya körül szabadon hagyott cső úgy létesül, hogy azt *egyetlen* tengely helyett, — egyenesből és körívből álló, nagyrészt párhuzamosan futó, — de két vezérgörbén (sínzálon) vezetett szelvény-körvonal alakítja ki. A szelvény-körvonal a két vezérgörbén való eltoláskor mindig merőlegesen áll a két sínzálra. A szelvény-körvonalnak alakja állandó, és azt „A”-val jelöljük. Ezt az *A*-keresztmetszetet két pontjában (P'_1 és P'_2) vezeti a két sínzál. A keresztmetszet a két vezérgörbére mindig merőleges lévén, az a csőszerű üreg, amelyet a térben kialakít és amelyet nevezünk „szelvénycsőnek”, akkor van egyértelműen meghatározva, ha ismerjük (2. ábra):



2 ábra

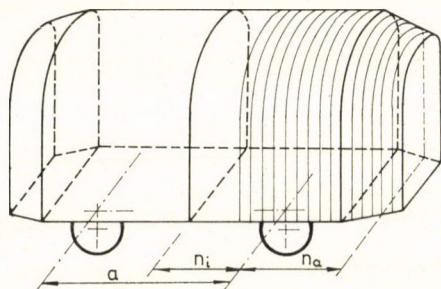
- az *A*-normálmetszetet, vagy pontosabban, — e metszet *kerületét*, amely elmozdulásakor a cső *felületét* kialakítja;
- benne a P'_1 és P'_2 pontok elhelyezkedését;
- végül az S_1 és S_2 vezérgörbéket, amelyek mindig a segítségükkel létesített üregeken belül helyezkednek el.

B.12. A jármű-testet hossztengejére merőlegesen álló, végtelen sok keresztmetszetből összerakottnak fogjuk fel a 3. ábra szerint. Egyenes közép-vonalú járműtestet vizsgálunk és így e keresztmetszetek síkja egymással párhuzamos. Válasszuk ki egyelőre a járműnek egyetlen B' keresztmetszetét és mozgassuk a fent már meghatározott „szelvénycső”-ben fekvő két vezérgörbén, miközben a B' metszetenek P'_1 és P'_2 pontja haladjon e két vezérgörbén. Azzal, hogy *két* vezetőpontunk van, már biztosítottuk, hogy a metszet saját síkjában nem tud elfordulni. E kijelölt két ponton át fektetett egyenes körül mint tengely körül még elfordulhatna a B' , tehát mozgása mégsem volna egyértelmű.

Ezért úgy, mint előbb az *A*-t, most a B' keresztmetszetet is a vezérgörbékre *merőlegesen* mozgassuk. A B' metszet a vezérgörbéken így elmozdulva, az anyagszerű térben újból egy csőszerű üreget fog magának kialakítani, amely a B' metszetenek futás közbeni helyszükséglete, vagy más szóval „tér-igénye”. Ez az előbbivel, a szelvénycsővel azonos jellegű cső és attól egyelőre legfőljebb a keresztmetszetek különbözősége folytán tér el. A jármű mindegyik

keresztmetszetének kialakíthatnánk e „térigény”-csövét, amelyek egymástól különbözőek lehetnek, míg a szelvény-csőből csak egyetlenegy létesül. Egy-egy járműkeresztmetszet térigényét fentiekhez hasonlóan egyértelműen meghatározza

- a B' metszet ismerete,
- benne a P'_1 és P'_2 pontok elhelyezkedése. Ezenkívül
- gondoskodni kell arról, hogy a B' metszet mindig merőleges legyen a vezérgörbékre. A B' -metszetről is csak annak kerülete érdekel bennünket, mert a kerületen belül fekvő pontok térigénye általában kisebb, mint a kerületen fekvőké.



3 ábra

A kiválasztott járműkeresztmetszet akkor tud a pályán akadálytalanul elmozdulni, ha „térigény”-csöve elfér a „szelvény”-csőben. Szükséges feltétel az is, hogy ugyanazon két vezérgörbe (sínzál) vezesse járműkeresztmetszetünket, mint amelyekkel a szelvénycsövet létesítettük, mert ez biztosítja a két cső helyzetét a térben, — tehát egymással szemben is. Ha a jármű egyes keresztmetszeteinek a térigénycsöve egymástól különböző, akkor a jármű közlekedtetése természetesen megkívánja, hogy mindegyik térigénycső elférjen a szelvénycsőben.

Míg az *a)* és *b)* pontokban elég volt általános megállapításokat rögzítenünk, addig itt, ahol két csőnek egymásba való elhelyezhetőségét vizsgáljuk, nem jutunk előbbre az általános *minőségi* megjegyzésekkel, hanem konkrét *menyiségi* megállapításokra kényszerülünk. Így most át kell térnünk az elméletiről a gyakorlati vizsgálatra.

B.2. Gyakorlati vizsgálat

Példaképpen a MÁV-nak a legutóbbi ideig érvényben volt szelvény-előírásain fogom jelen vizsgálatot végezni. Ezek az előírások azonosak a volt Közép-európai Vasútegylet előírásaival és így elég kiterjedt vasúti hálózatra érvényesek. E szelvény-előírásoknak, helyesebben az előírás-komplexumnak eredete és indokolása a vasútműszaki irodalomban kellő részletességgel megtalálható [3. 4. 5. 7. 8.], így ezeket ismertnek tételezem fel. A tanulmányban alkalmazott betűjelzések megegyeznek a Vasúti Műszaki Egységnek az UIC-Codexben is rögzített jelöléseivel [6.8.]. Ezeknek az előírásoknak példaképpen felhasználása nem zárja ki azt, hogy hasonló gondolatmenettel bármelyik, más rendszerű szelvényelőírás-komplexumot is fel ne lehetne boncolni.

A szelvénycső és a térigény meghatározásához szükséges, előbb már felsorolt elméleti kívánalmak a vasúti gyakorlatban az alábbi módon valósulnak meg.

B.21.

— Az A -normálmetszetet a vasúti úrszelvény képezi, amelyet a pálya építésekor szabadon kell hagyni.

— Az úrszelvényben fekvő P_1 és P_2 pontok helyett, e kettőt összekötő egyenest szokás az úrszelvény rajzában megadni, másszóval a „sínfejek felső érintősíkja”-nak az úrszelvény síkjával való metszésvonalát, ezenkívül a két pont között fekvő szimmetria-tengelyt. A két sinszál távolsága (nyomtávolság) a valóságban nem konstans érték, tehát a szimmetriatengely a metszésvonallal együtt szabatosabb előírás, mint volna két változó távolságú pont megadásával. A két sínfej egymás felé néző felületén, 14 mm-rel a futófelületük alatt fekvő 2 pont távolságának felezőjébe esik a szimmetriatengely és merőleges a „sínfejek felső érintősíkja”-ra.

— A két sinszál futófelülete képezi a két vezérgörbét (S_1 és S_2), és ezek a pálya építési rajzaiból vehetők ki.

Megállapításaink az úrszelvény építésének gyakorlatát tükrözik, hiszen a pálya építésekor a két sinszálon futó úrszelvény-kerettel ellenőrzik a szükséges méretek betartását.

Meg kell mindjárt jegyeznünk, hogy általában a pályák vonalvezetésében a vízszintes síkú irányeltérések minimális ívsugara $R = 180—150$ m. Alárendeltebb helyeken, mint pl. iparvágányokon $R = 80$ m, sőt 35 m ívsugárral is találkozunk. Ezzel szemben a pálya függőleges síkú irányeltérései $R \geq 2000$ m sugárral lekerékítettek és ennél kisebb, pl. $R = 200—300$ méter sugarú ív csak olyan helyen fordul elő, ahol nem is közlekedhet minden jármű (gurítódomb), amely szakasz tehát amúgy is különleges vizsgálatot igényel. Ez a tény a kialakításra váró összkép egyszerűsítését teszi lehetővé. A figyelembe veendő rendkívül sok tényező számát ugyanis oly módon csökkenthetjük, hogy csak a vízszintes síkú irányeltéréseket tárgyaljuk, míg a függőleges síkban levőket nem.

B.22. A pályához hasonlóan, most a járműveknél vizsgáljuk meg, hogy az elméleti kívánalmak a gyakorlatban miképpen jelennek meg.

— A vizsgált jármű méreteivel adottak, illetve a jármű rajzaiból kivethetők a jármű metszeteinek méretei. E rajzokon a jármű, futó- és hordműve a jármű hossz tengelyére szimmetrikusan helyezkedik el.

— Ugyane rajzokban (illetve a jármű metszetében) a P'_1 és P'_2 pontokat, a kerékpárok futóköréit alul érintő (vízszintes) síknak a járműkeresztmetszet síkjával való metszésvonala képviseli.

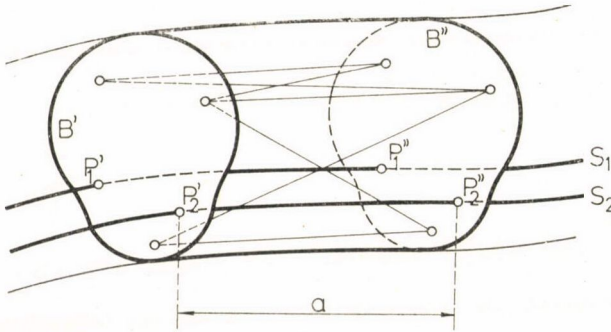
— A kerékpár két nyomkarimáján, 10 mm-el a futókörök alatt fekvő két pont szabja meg a szimmetriatengely helyét, — amely e két pont távolságának felezőjébe esik és merőleges a „futóköröket érintő vízszintes sík”-ra.

— Az S_1 és S_2 vezérgörbékét már előbb meghatároztuk, mint a két sinszál futófelületét. Ezek térbeli helyzete a pálya hosszmeteszlet-rajzában van megadva.

— A B' -metszetnek a vezérgörbékre merőleges elhelyezkedése oly módon jön létre, hogy a járműnek nem egy, hanem két metszetét (B' és B'') vezetjük a vezérgörbéken. E két metszet, minthogy egyazon járműnek két

része, — egymással mereven van összekötve. (4. ábra). A B' metszettől tehát „ a ”-távolságban egy másik metszetet (B'') is kijelölünk, amely két pontjában (P_1'' és P_2'') vezetve szintén a két vezérgörbén fut úgy, hogy az „ a ”-távolság, valamint a metszetek egymáshoz viszonyított helyzete is állandó marad.

Evvel már egyértelművé válik a B' keresztmetszet mozgása a két vezérgörbén, de alapfeltételezésünket evvel sem sikerül tökéletesen teljesíteni, minthogy a B' és B'' metszetek merev összekapcsolása következtében a vezérgörbék íves részein a metszetek már nem lehetnek merőlegesek a vezér-



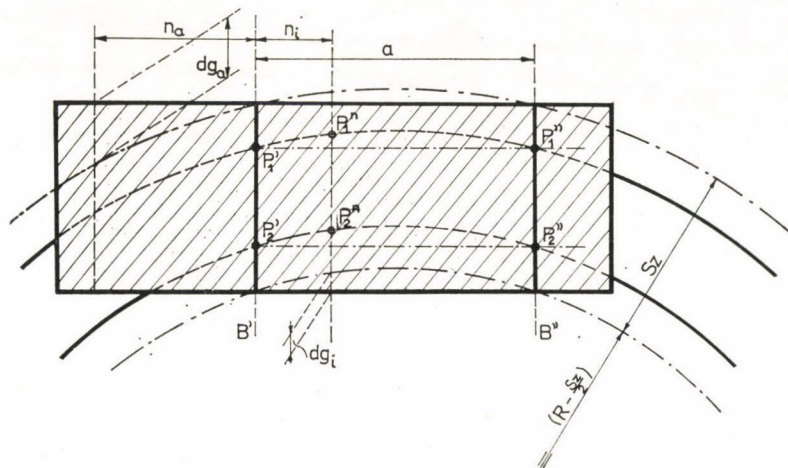
4 ábra

görbékre, hanem azokkal bizonyos szöget kényszerülnek bezárni. Ez a szög a vasúti gyakorlatban azonban kis értékű és az általa okozott eltérést egyelőre elhanyagoljuk. A jármű két metszetét (B' és B'') nem választhatjuk ki tetszés szerint, hanem azt a kettőt kell kivennünk, amely tényleges vezetést kap a két sínszálon. Ez kéttengelyű járművek esetében a vezetőkerékpárokon keresztül fektetett metszet, — míg forgóvázas járműveknél a két forgócsapon áthaladó metszet. Ezek a „vezetőkeresztmetszet”-ek.

B.23. Rátérhetünk most már arra a kérdésre, hogy a szelvénycsőben hogyan fér el a jármű egyes keresztmetszeteinek térigénye (csöve). Mind a szelvénycső, — mind a jármű (keresztmetszetei) is gyártási toleranciákkal készül. Méretük még az idő múlásával is változik, hiszen a pályán végzett fenntartási munkák alkalmával az előírt méretek mindinkább növekvő tűrésekkel tarthatók be. Ugyanúgy a járműveket is időszakonként javítják és ez is csak bizonyos mértékű „tűrés”-sel történhet meg. Ha tehát egy járműkeresztmetszetnek rajzokon megadott *névleges* méreteivel kialakított térigénycsőve el is férne, a szintén *névleges* méreteekkel képzett szelvénycsőben, úgy a *valóságos* jármű még ez esetben is nekiütközhetne a szelvénycsövet érintő építményeknek, mert ezek az építmények a valóságban némi tűréssel szűkebbre sikerülhettek, mint egy szabatos méretű szelvénycső. Másrészt a jármű valóságos keresztmetszete épp a tűréssel nagyobb is lehet, tehát ki-nyúlhat abból a térigénycsőből, amelyet ugyanazon keresztmetszetnek elméleti, névleges méreteivel képeztünk és így növelhetné a felütközés valószínűségét.

A járműnek azonban ne csak azt a térigénycsövet vizsgáljuk, amelyet a két „vezető-keresztmetszet” alakít ki, (és amely utóbbiaktól megkívántuk, hogy a vezérgörbék vezessék őket) — hanem nézzük meg a járműnek egy általános elhelyezkedésű harmadik metszetét is. E célból az 5. ábrán, a teljes hosszában azonos keresztmetszetű jármű alaprajzába berajzoltuk a két sín-

szálat is, egy köríves pályarészen. A járművet a bevonalkázott terület jelzi. Míg egyenes vágányon (vezérgörbén) haladva, a két vezetőpont (P_1 és P_2) a jármű minden egyes metszetében ugyanarra a helyre esik, mint a két vezető-keresztmetszetben (B' és B''), addig az íves pályán, a B' -től n_i — távolságban fekvő metszet P_1^n és P_2^n vezetőpontjai más helyre esnének, mint egyenesben, sőt az n_a -távolságban levő metszet az ívben teljesen le is csúszott az egyik vezérgörbéről. A járműnek tehát csak 2 metszetét vezethetjük a vezérgörbékkel.



5 ábra

Evvel az egész jármű mozgása már egyértelmű és a többi metszet elhelyezkedését ez a két vezető-keresztmetszet határozza meg. Az ábrába berajzoltuk a B' -vel létesített térigénycső kontúrját is. Kitűnik egyértelműen az ábrából az is, hogy a jármű bármely harmadik metszete már nem fér el a B' térigényben, akár a két vezetett keresztmetszet (B' és B'') közé essék, akár rajtuk kívülre. Ez a többi metszet különböző „ dg ” mértékkel nyúlik ki a vezető-keresztmetszetek térigénycsővéből.

Megállapítjuk tehát, hogy

- a jármű a vezérgörbékkel csak két metszetében vezethető és
- a többi metszet térigénye nagyobb, mint a két vezetett metszeté.

Ezt a nagyobb igényt nevezzük a járművek „térigénytöbblet”-ének. Hasonló térigénytöbblet az is, amelyről fent már tárgyaltunk és amit a méret-túrések okoznak. Ezenkívül azonban más tényezők is növelik a térigényt és okoznak „térigénytöbblet”-et. E tényezőket majd sorban vizsgálat alá vesszük, de előbb még a térigénynek valamilyen alapértékét le kell rögzítenünk, hogy azt a tényleges térigényből levonva kereshessük ki, hol van szükség többletre. Ilyen többletre mind a jármű, mind a pálya miatt is merülhet fel igény. Válasszuk meg kiindulási alapként azt a térigénycsövet, amely az eddig tárgyalt szelvénycsővel azonos. Ez a két cső tehát ez esetben egybeesik, — azaz a térigénytöbblet zérus. A szelvény-körvonalat tehát a pályán vezetve és rá mindig merőlegesen végigvontatva (akár egyenes, akár köríves pálya) kapjuk meg a kiindulási alapnak tekintendő szelvénycsövet. Most már megválaszolhatjuk a B.13. fejezetben nyitvahagyott elszállítás kérdését.

Eddigi gondolatmenetünkől látható, hogy a jármű térigenyecsöve akkor fér el a szelvénycsőben, ha

— a szelvénycsövet létesítő szelvény-körvonal azonos a *jármű vezetőkeresztmetszetével*, vagy annál nagyobb;

— a jármű csakis a két vezető-keresztmetszetéből áll;

— a szelvénycsőnek szimetriatengelye egybe esik a térigenyecső szimetriatengelyével és végül

— a sínfejek felső érintősíkja is azonos a futókörök érintő síkjával.

A második kívánalom elméleti elvonatkoztatás, de arra szolgál, hogy a térigenytöbblet számításához általa bázist képezhessünk. Azt a valóságos alagutat, amelyet a pálya építésekor szabadon hagynak és amely a szelvénycsőnél rendszerint nagyobb, „*úrszelvénycső*”-nek fogjuk nevezni. A szelvény-körvonal, szelvénycső, térigenyecső, úrszelvénycső, vezető-keresztmetszet és térigenytöbblet elnevezéseket ezentúl a fenti értelemben fogjuk alkalmazni.

C) A térigenytöbblet és összetevői

A térigenytöbblet két cső különbsége, amely megadja, hogy a szelvénycsövet a valóságos térigenyecső mennyivel lépi túl, mennyit nyúlik ki belőle. A kinyúlás értékét akarjuk meghatározni a cső egyes normálmetszeteiben. Minthogy a kinyúlás általános irányú, ezért annak vízszintes és függélyes koordinátáit is kellene számítani. Már az eddigiekből várható azonban, hogy közülük a vízszintes lesz a lényegesebb nagyságrendű, hiszen a *pálya* függélyes síkú irányeltéréseit már eleve elhanyagoltuk. Itt a „vízszintes” irány a két sínszál síkjával párhuzamos és a pálya hosszközépvonalára merőleges irányt jelenti, míg a „függélyes” ugyanabban a normálmetszetben merőleges a „vízszintes”-re.

C.1. Geometriai igény.

Előbb a képzetes „jármű”-ből, amely csak két vezető-keresztmetszetből állt, valóságos járművet fejlesztünk ki oly módon, hogy az eddig figyelmen kívül hagyott többi metszetét is számba vesszük. Az 5. ábrán látható „dg” kinyúlások különbözőek aszerint, hogy a vezető B' -metszettől n_a ill. n_i távolságban fekvő, vizsgált új metszet a két vezetőmetszet közé esik-e (n_i), vagy rajtuk kívülre (n_a). A vízszintes irányú „dg” kinyúlás értéke e kétféle esetben az alábbi közismert képletekkel számítható:

$$\text{„Külső” térigenytöbblet} \quad dg_{a1} = \frac{n_a(a + n_a)}{2R} - \frac{p^2}{8R}$$

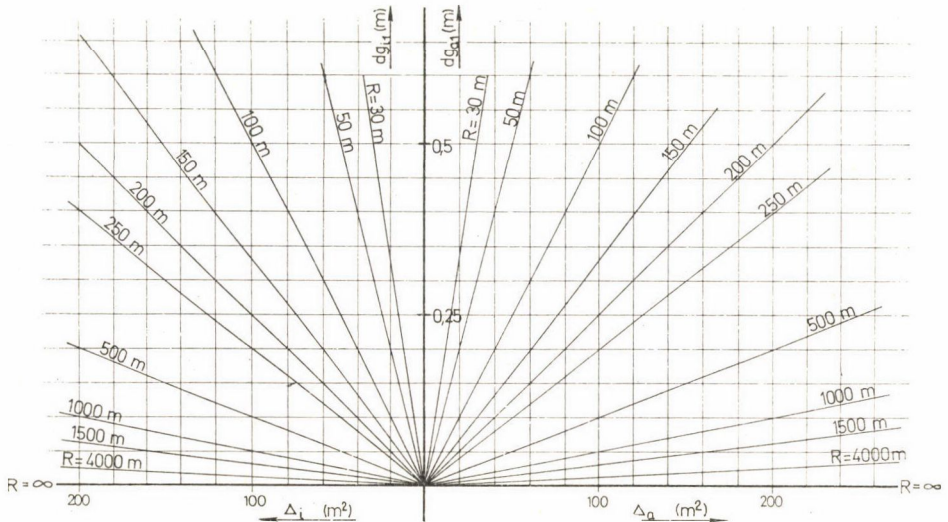
$$\text{„Belső” térigenytöbblet} \quad dg_{i1} = \frac{n_i(a - n_i)}{2R} + \frac{p^2}{8R}$$

Különválasztjuk e két képletben mindjárt a járműkeresztmetszet jellemzőkét (Δ_a és Δ_i) a pálya jellemzőkétől (R):

$$\Delta_a = n_a(a + n_a) - \frac{p^2}{4} \quad \text{és} \quad \Delta_i = n_i(a - n_i) + \frac{p^2}{4} \quad \text{Evvel}$$

$$dg_{a1} = \frac{\Delta_a}{2R} \quad \text{és} \quad dg_{i1} = \frac{\Delta_i}{2R}$$

A vezető-keresztmetszeteken kívüli, többi járműkeresztmetszetnek térigény-többletét ezek az egyszerű, 3 ismeretlenes összefüggések képviselik, amelyeket koordináta-rendszerben ábrázoltunk. Ordinátául a térigény-többletet (dg) választjuk, abszcisszaként a járműkeresztmetszetre jellemző Δ -értéket. A pályát jellemző $R = \text{konst}$ értékkel, mint paraméterrel, — a 6. ábrán felvázolt egyenes sugárnyalábot kapjuk. A két összefüggést közös ábrába rajzoltuk, mert csak a pozitív értékek érdekelnek bennünket.



6 ábra

A két összefüggésben nem szerepelnek a keresztmetszetek azon méretei, amelyekkel az alap-térigényt kialakítottuk. A térigény-többletnek tehát ez, az elsőként szereplő alkotója független attól, hogy melyik vasútnak járművéről vagy szelvényéről van szó.

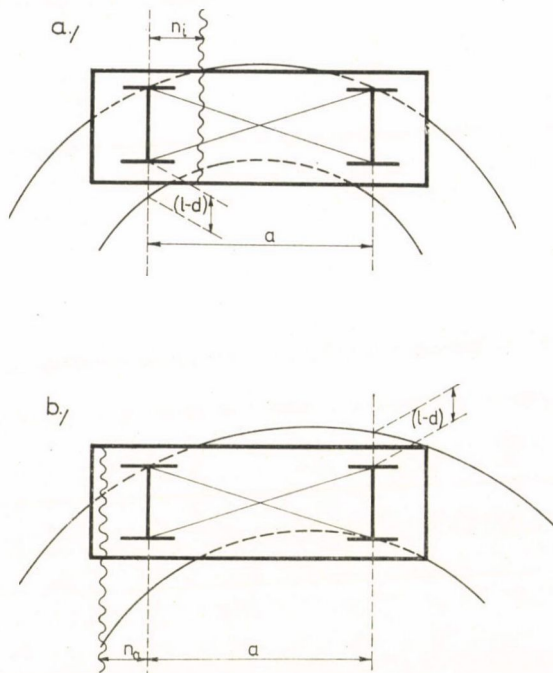
A két képlet csak közelítő, azonban a gyakorlat igényeit kielégíti. Minél kisebb a pályáív sugara (a Δ értékéhez viszonyítva), annál pontatlanabb ugyan a kifejezés, de az ábra területén rajzolt tartományban, még $R = 30$ m minimális ívsugaránál és a maximális Δ -nál (50 m^2 -nél) is csak $0,012 \text{ m}$ -t tesz ki az eltérés. Így tehát kellő pontossággal dolgozhatunk tovább az $R = \text{konst}$ paraméterekkel, mint egyenesekkel. Az $R = 30$ m ívsugarat azért vettük itt minimálisnak, mert a gyakorlatban ennél kisebb sugarat a nagyvasutakon nem alkalmaztak, újabb építéseknel pedig $R = 40$ m is csak a legvégső esetben tervezhető egy pályába.

C.2. A kerékpár vezetése a vágányútban

A kerékpárnak két nyomkarimája nem szorulhat a két sínszál közé, hanem könnyen, azaz hézaggal kell közöttük futnia. A két sínszál egymástól való távolsága nagyobb a kússugarú ívekben, mint az egyenesben. Ezt a hézagot, amelyeket a kopások még növelnek, a vágány nyomtávolságának (l) és a kerékpár két nyomkarimája távolságának (d) különbségével ($l - d$) mér-

hetjük. A B' metszetet így a két sínszál nem vezetheti pontosan, hanem az a középtengelytől $(l-d) \frac{1}{2}$ értékkel eltolódhat a vágány keresztirányában.

Ehhez újabb térigeny-többlet szükséges, amely a 7.a és 7.b ábrákról már ismert módon bővíti ki a térigeny-többletnek előbbi két képletét:



7 ábra

$$dg_{a2} = \frac{l-d}{2} \frac{2n+a}{a}$$

$$dg_{i2} = \frac{l-d}{2}$$

Az l és a méreteknak legkopottabb állapotú értékével szokás számolni.

C.3. Építési toleranciák

A járművek építésekor az eddig alapul vett szelvény helyett egy, a tervezés céljára alkotott járműszerkezetségi szelvényt szokás figyelembe venni, amelyből a jármű nem nyúlhat ki. Ebben és a hozzá kapcsolt előírások között nem szerepel a járműépítés mérettűrése. Ebből logikusan az következik ugyan, hogy a járművek $+0$ és $-X$ tűréssel építendőek, illetve tartandók fent, de helyesebb volna ezt is egyértelmű előírásban rögzíteni.

Hasonlóképpen az alapszelvény körvonalának méreteit az építési és fenntartási munkák folyamán is csak tűréssel lehet betartani. Az előírás

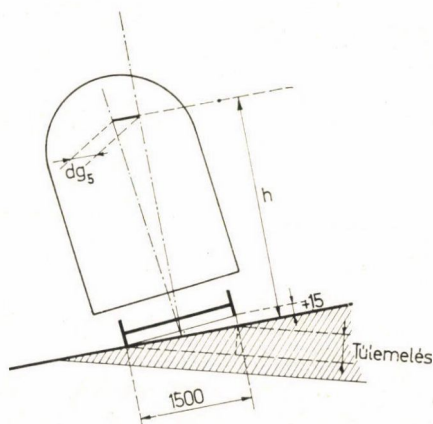
szövege szerint ugyan az „űrszelvénybe bele nem nyúlhat semmilyen fix építmény”, — tehát az minimális méretnek tekintendő, de helyesebb volna itt is lerögzíteni, hogy a méretek tűrése -0 és $+X$.

C.4. A vágány elmozdulása

Az üzemben fellépő erőhatások következtében a vágány a szelvénycsőben eltolódik és különösen ívekben nagymértékű ez az oldalirányú, vízszintes eltolódása. Vannak azonban olyan vágányok, amelyek építési módjuk folytán nem mozdulnak el a fenntartás folyamán, vagy csak kisebb mértékben és ezeknél természetesen kevesebb térigénytöbblet szükséges (TV. 1930. Blatt 1, Tabelle 3.). Ezt a vágányzat „fenntartási” tűréseként veszik számításba, de ide tartozik a függőleges irányú elmozdulás is.

A vágányok vízszintes irányú eltolódására maximálisan 30 mm-t; a sínszál rugalmas, vízszintes kihajlására maximálisan 2,5 mm-t szoktak figyelembe venni. Ezzel a térigénytöbbletnek ez az összetevője $(dg_3)_{max} = 0,0325$ m. Az esetben, ha olyan pályát vizsgálunk, amelynél az építésmód folytán kevesebb lép csak fel, akkor ezt a későbbi képletekben, illetve ábrákban természetesen figyelembe lehet venni. Ez a dg_3 érték tartalmazza azt a távolságot, amellyel a vágány nagyobb hosszon önmagával párhuzamosan tolódik el. De tartalmazza egyben azt az értéket is, amely mint pályahiba, csak egy rövid szakaszon lép fel és amelynek következtében a járműnek szintén megnövekszik a térigénye. Ezért a pályának a belső, mind a külső oldalán is számba kell venni a dg_3 értékét.

Az ívekben alkalmazott túlelemeléseknek üzembiztonsági megengedett változása, amely tehát függőleges irányú, maximálisan ± 15 mm [8.]. E fél-



8 ábra

oldali függőleges eltérés következtében a járművek a szelvénycsőben megdőlnék és vízszintes irányban, a 8. ábra szerint, magasságuktól függő dg_5 térigénytöbbletük támad.

$$dg_5 \text{ (mm)} = 15 \frac{h}{1500} = \frac{h}{100} \text{ (mm)} .$$

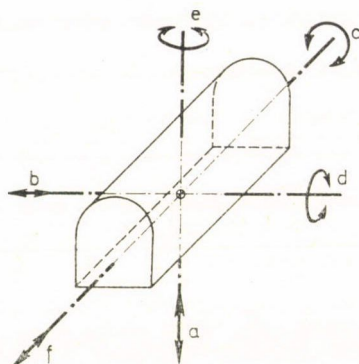
(A két sínszálnak együttes süllyedését a C.51. fejezetben tárgyaljuk.)

Egyenes pályán is léphet fel féloldali függélyes irányú süppedés, amelyet 10 mm-el vehetünk számításba. Ennek eredményeként is megdől a kocsi a 8. ábra szerint, — és így egyenesben

$$dg_5 = 10 \frac{h}{1500} = \frac{h}{150} \text{ el számolhatunk.}$$

C.5. A rugózás hatása

Mindeddig a járművet egybefüggő merev testként vizsgáltuk, amelyet kerékpárjai vezetnek a kijelölt pályán. A jármű teste (szekrénye és alváza) azonban, — egyrészt az erőhatások csökkentése, másrészt a szállított személyek, illetve az áru védelme céljából, — nincs mereven hozzákötve a vezető-kerék-párokhoz, hanem közéjük rugókat meg egyéb szerkezeteket iktatnak be, amelyek viszonylagos elmozdulást tesznek lehetővé. Ezek az elmozdulások tovább növelik a térigenyt.



9 ábra

A járműtestnek a 9. ábrán vázolt 6 főirányú mozgása közül az a-b-f-el jelöltek a főtengelyek irányában történő transzlációs mozgások, míg a többi három az ugyane tengelyek körüli elfordulást jelöli. E mozgások közül, a járművek jelenlegi építésmódja mellett, a vasúti gyakorlatban eddig az a-b-c-d-e irányúak olyan nagyságrendűeknek bizonyultak, hogy figyelembevételük indokoltnak látszott. Egyenként vizsgáljuk meg őket.

C.51. A járműtest futás közbeni lengésére, a két sínszálnak együttes (nem féloldali) süllyedésére a vasutak általánosan ± 30 mm-t vesznek számításba. A vontató járműveknél ezt úgy tekintik, hogy ebben bennefoglalatik rugótörés esetén a rugóköteg felütéséig számított süllyedés is, — sőt a jármű egyik végének megemelkedése akkor, amikor a másik vége lesüllyed, — úgyszintén benne van az értékben ($dg_6 = \pm 30$ mm). Ez az érték vonatkozik mind az üres járműre (legnagyobb ütközőmagasság), mind a hordképességig terhelt járműre, hisz bármilyen magas a jármű, el kell férnie a szelvényben. Ahol ez netán túl nagy értéknek bizonyulna, mint pl. mozdonyoknál, ott az UIC. Fiche 505.B — pontja alapján megelégszenek annyival, hogy a rugózott súlyhoz annak $+30\%$ terhelését veszik fel maximális süllyedésként, a rugó-

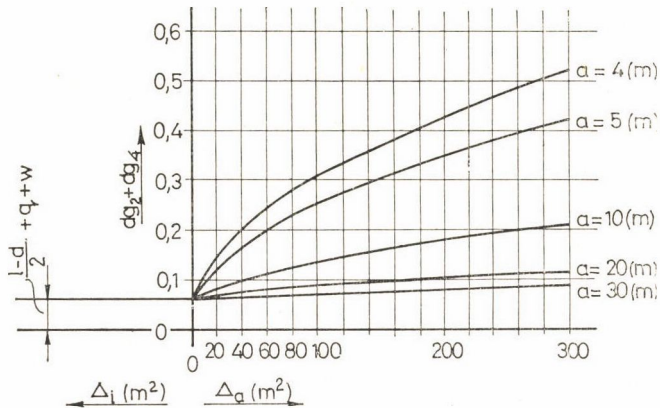
köteg felütését (rugótörést) pedig nem tekintik üzemszerű állapotnak, hanem balesetnek. Ebben a „d”-irányú elfordulás függőleges összetevője is benne-foglaltatik, — valamint a függélyes irányú kopások is.

C.52. A vezetőkerékpár és az alváz, illetve a forgóvázközet közötti játék (q), amelyet legkopottabb állapotban kell számításba venni, a 7.a és 7.b ábrák szerint okozhat maximális elmozdulást. Így a dg_2 képletben az $\frac{l-d}{2}$ taggal egyszerűen összegezhető a „q”. A forgóvázközet és a szekrény közt alkalmazott ingafelfüggesztés keresztirányú játékát „w”-vel jelöljük. Ez az előbbi q -hoz teljesen hasonló elmozdulásra ad lehetőséget és így ezt is összegezhetjük a dg_2 -taggal. Ennek térigénytöbblete így

$$dg_{i4} = q + w \quad (\text{belső térigénytöbblet})$$

$$dg_{a4} = (q + w) \frac{2n + a}{a} \quad (\text{külső térigénytöbblet}).$$

A belső térigénytöbblet egy konstans értékkel nőtt meg, míg a külsőnek növekménye a jármű egyéb adataitól függően változik. A térigénytöbbletet eddig Δ_i és Δ_a abszcisszák függvényében ábrázoltuk. A $\frac{2n+a}{a}$ és Δ_a közti összefüggésben a forgóváznak „p” — tengelytávolságát, minthogy nagyságrendi értékelést végzünk, elhanyagoljuk a többi tényező mellett. Ezzel az elhanyagolással annál nagyobb hibát vétünk, minél kisebb az „a” tengelytáv.



10 ábra

Ilyen elhanyagolással rajzoltuk fel a 10. ábrán a $(dg_2 + dg_4)$ értékeket, a Δ_a függvényében. Felvettük még tájékoztató számértékként azt, hogy $\frac{l-d}{2} + q + w = 0,06$ m. A „b” irányú (9. ábra) eltolódás számértékét szokás szerint olyannak tekintik, — mint amely magába foglalja az „e”-irányú elfordulásnak kereszt irányú komponensét is. Ez abban leli magyarázatát, hogy a „b”-irányú eltolódásban a maximálisan lekopott értékek szerepelnek.

fejek futófelülete fölött 0,5 m magasságban van. A számítás menete a 11. ábra alapján, amely a járművet egy túlemelésen állva ábrázolja, a következő

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{D}{l} \approx \delta \text{ és így } \eta = \delta s = \frac{D}{l} \cdot s$$

Az ábrából kivehetően

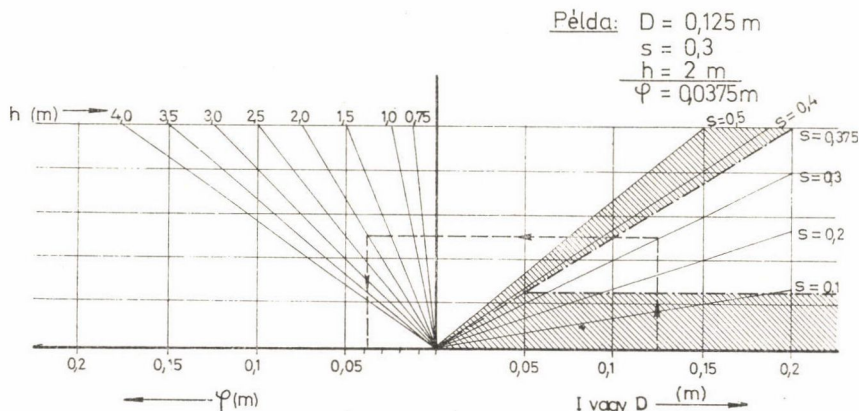
$$\frac{h - 0,5}{\varrho} = \sin \omega = \frac{\varphi}{\varrho \eta} \text{ és ezzel } \varphi = s \frac{D}{l} (h - 0,5).$$

Ez az új térigénytöbblet három újabb változó (s ; D ; h) függvénye. A térigény szempontjából azonban csak a fellépő *maximális* értékek érdekelnek bennünket, amelyek meghatározására rátérünk. Ha a pályáívben alkalmazott túlemelés D_e , — akkor ebben az ívben *álló* jármű befelé, az ív középpontja felé fog megdőlni és így a belső térigénytöbbletet növeli meg

$$\varphi_i = s \frac{D_e}{l} (h - 0,5) \text{ értékkel.}$$

Amikor viszont ugyane pályáívben, de az engedélyezett legnagyobb V_m (m/sec) sebességgel fut a jármű, akkor a túlemelés hiány következtében kifelé dől a szekrény és a *külső* térigénytöbbletet növeli meg

$$\varphi_a = s \frac{\dot{I}}{l} (h - 0,5) \text{ értékkel, amelyben } \dot{I} = \frac{l}{gR} V_m^2 - D_e.$$



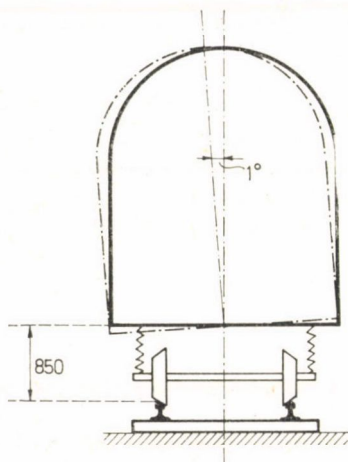
12 ábra

A φ_i és φ_a térigénytöbbletet, a vasúti gyakorlatban számbajövő tartományban a 12. ábra nomogramszerűen ábrázolja.

Természetes, hogy csak $h \geq 0,5$ m magasságokra adnak érvényes térigénytöbbleteket az összefüggések, — mert egyébként negatív értékek is adódnának.

C.54. A c -irányú dinamikus elfordulásra a 13. ábra szerint 1° -ot szokás figyelembe venni. E lengésnek gerjesztő hatása a dg_3 -ben már szerepel és való-

színűtlen, hogy a csillapított lengés amplitúdója a gerjesztés amplitúdójánál nagyobbra növekedne. Biztonság okából mégis ezzel számolunk és ez a többlet $\operatorname{tg} 1^\circ \approx 0,0175$ értékkel $dg_7 \approx 0,0175$ ($h = 0,85$) mm-re adódik [27], amelyből itt csak a $h > 0,85$ m tartományt kell figyelembe vennünk.



13 ábra

Hiányzik az eddig megvizsgált térigénytöbbletek közül a 9. ábrán „f”-el jelölt mozgás, amelynek iránya azonban egybeesik a pálya hossztenge-lyével és ezért e mozgás nem igényel külön teret.

D) A térigénytöbblet gyakorlati alkalmazása

Az egyes térigénytöbbleteket megismerve, vizsgáljuk meg alkalmazásuk módját. Az I. táblázatban felsoroltuk a számbavett többleteket, különválasztva azokat, amelyek csak egyenes pályán lépnek fel, — valamint a pályaiívben fel-lépőket aszerint, hogy befelé, tehát az ív középpontja felé néző szelvény-félen jelentkeznek, vagy evvel ellentétesen, a kifelé néző félszelvényen.

Röviden visszaidézzük eddigi gondolatmenetünket, amely a térigény-többletek felsorolásához vezetett. Alapszelvényünket a két sinszálból álló pályán végigvontatva, (pozitív mérettoleranciákkal) biztosítottunk a közle-kedés részére egy kanyargós szelvénycsövet. Gépünk másik részét, a járművet viszont negatív mérettűrésekkel, de egyébként ugyanazon szelvény-kereszt-metszetben elférőként felépítve, — ez a jármű a pályának egyenes vonalú részén csak akkor futhat akadály nélkül végig, ha az I. táblázat VI. oszlopában felsorolt térigénytöbbletekkel

- vagy a szelvénycsövet vesszük bővebbre,
- vagy a járművet építjük az alapszelvényénél szűkebbre.

Ha aztán a jármű a pálya íves részéhez ér, ott mindezekon felül még a „ dg_1 ” és „ q ” térigénytöbblettel kell a szelvénycsövet bővíteni, illetve a járművet szűkíteni.

14. ábránk szemlélteti az egyenes vonalú pályán szükséges térigény-többleteket, a Δ_i és Δ_a járműjellemezék függvényében. Ezt az ábrát $dg_3 = 0,03$ m

A térigénytöbblet fellépésének helye

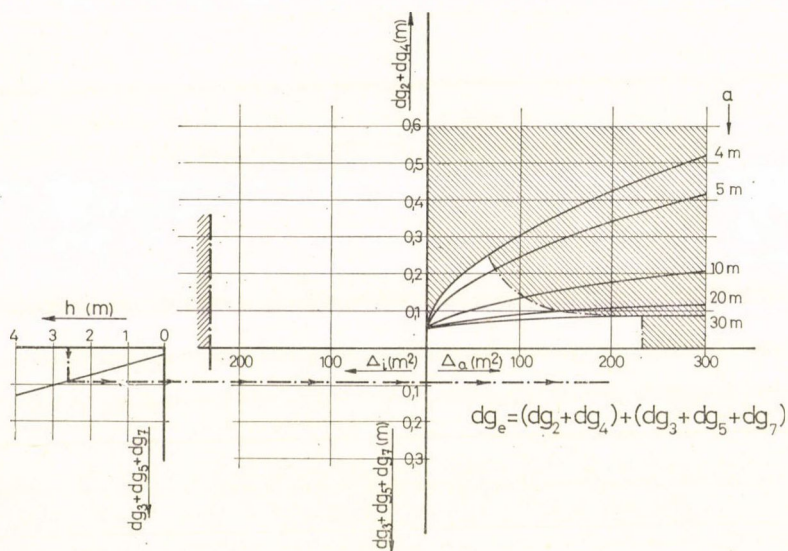
I. Táblázat

| Sor- szám | A térigénytöbblet megnevezése | Vonat- kozó fejezet | Összefüggés | | Egyenes vágányban | Pályáívbén, annak | | Megjegyzés |
|--------------|--|---------------------------|--|--|--|-------------------|-------------------|---------------|
| | | | IV | V | | belső oldalán | külső oldalán | |
| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX |
| 1. | Mértani kinyúlás | C.1. | $dg_{i1} = \frac{\Delta i}{2R}$ | $dg_{a1} = \frac{\Delta a}{2R}$ | — | dg_{i1} | dg_{a1} | U + F + L |
| 2. | A kerékpárnak keresztirányú játéka | C.2. | $dg_{i2} = \frac{l-d}{2}$ | $dg_{a2} = \frac{l-d}{2} \frac{2n+a}{a}$ | dg_{i2} és dg_{a2} | dg_{i2} | dg_{a2} | M + O + F |
| 3. | Építési tűrések | C.3. | A jármű névleges mérete $\begin{matrix} +0 \\ -x \end{matrix}$ Az úrszelvény névleges mérete $\begin{matrix} +x \\ -0 \end{matrix}$ | | Részletesebb vizsgálatot nem igényel. | | | M + O + F + L |
| 4. | A vágánynak oldal- irányú eltolódása | C.4. | $(dg_3 + dg_5)_e = 0,0325 + h/150$ $(dg_3 + dg_5)_k = 0,0325 + h/100$ | | $(dg_3 + dg_5)_e$ | $(dg_3 + dg_5)_k$ | $(dg_3 + dg_5)_k$ | O + L |
| 5. | Függőleges elmozdu- lások | C.51. | $\pm 0,030$ | | dg_6 | dg_6 | dg_6 | * + L |
| 6. | A kerékpár és az alváz közti kereszt- irányú játék | C.52. | $dg_{i4} = q + w$ | $dg_{a4} = (q + w) \frac{2n+a}{a}$ | dg_{i4} és dg_{a4} | dg_{i4} | dg_{a4} | M + F |
| 7. | Tülemelés ill. a centrifug. gyors. hatása | C.53. | $\varphi_i = s \frac{D_e}{l} (h - 0,5)$ | $\varphi_a = s \frac{I}{l} (h - 0,5)$ | — | φ_i | φ_a | O + F + L |
| 8. | Billegés | C.54. | $dg_7 \approx 0,0140 (h - 0,85)$ | | dg_7 | dg_7 | dg_7 | M + O + L |

Megjegyzések: * = függőleges irányú, míg a többi térigénytöbblet mind vízszintes.
 U = a különböző vasutak különleges adottságaitól független tényező.
 M = a különböző vasutak gépészeti szolgálatában kialakult tapasztalati értékektől függ.
 O = a különböző vasutak pályafenntartási szolgálatában kialakult tapasztalati értékektől függ.
 L = a szelvényeső bővítendő.
 F = a járművek szűkítendőik.

és $\frac{l-d}{2} + q + w = 0,06$ m felvett értékekkel rajzoltuk meg és az ábra

baloldala a belső térigénytöbbletet, a jobboldal a külsőt tünteti fel. Ez az ábránk hasonló a 10. ábrához, benne ugyanúgy forgóváz nélküli ($p = 0$) járművet tételeztünk fel, tehát forgóvázaz járműre csak a már említett elhanyagolások mellett érvényes. A $dg_3 + dg_5$ és a dg_7 egymással azonos jelle-



14 ábra

gűek, amennyiben csak a h magassági méret függvényei. E hármat ezért összevonjuk és így a

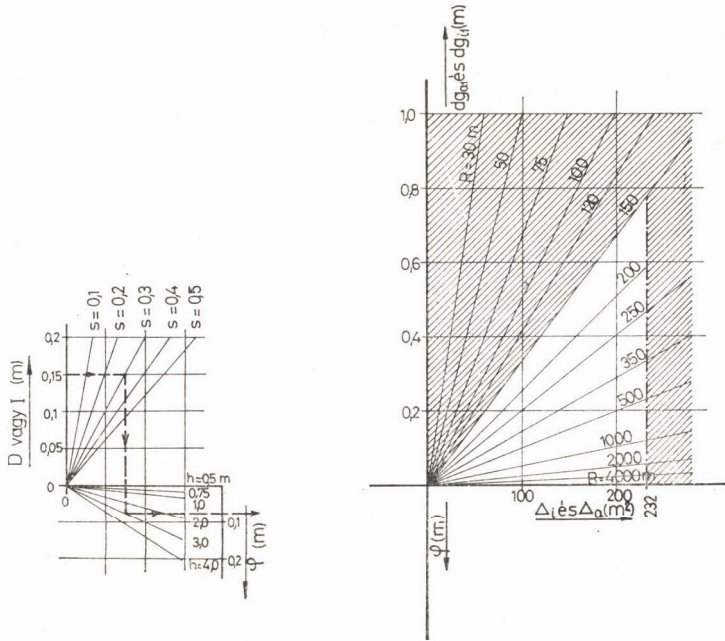
$dg_3 + dg_5 + dg_7 = 0,0325 + \frac{h}{100} + 0,0175 (h - 0,85)$ kifejezésből eredményként azt kapjuk, hogy

$$dg_3 + dg_5 + dg_7 = 0,018 + 0,0275 h.$$

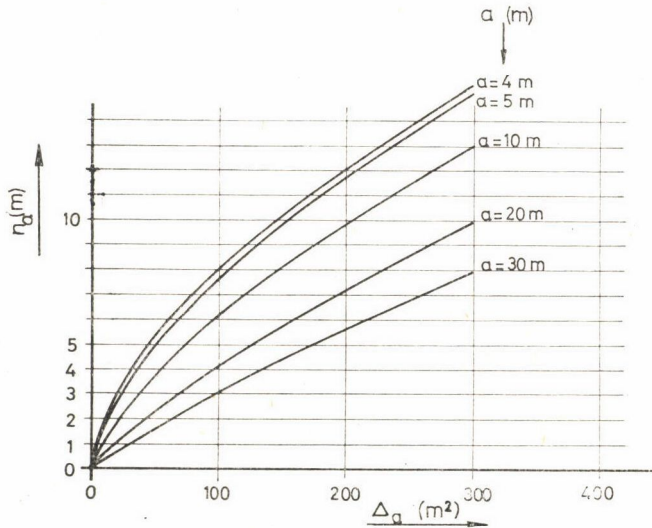
A 14. ábra alsó felének nomogramjáról a szaggatott vonal példája szerint olvashatjuk le e képlet értékeit. A dg_5 értékében azt vettük számításba, amely az íves pályára érvényes. Így egységesebb és áttekinthetőbb képet fogunk kapni és az egyszerűsítést annál inkább megtehetjük, minthogy az egyenes és íves pálya dg_5 értékei csak kismértékben térnek el egymástól.

A 15. ábra ehhez hasonlóan azokat a térigénytöbbleteket tartalmazza, amelyekre íves pályán van szükség, — de ez az ábra csak a 14. ábrán az egyenes pályára már megadottakon felüli összetevőket tartalmazza. Ahhoz, hogy a Δ -értékekben némi nagyságrendi-tájékozódást kapjunk, a 16. ábrán az a és n függvényében megadtuk a hozzájuk tartozó Δ_a -értékeket. (A p -tényezőt mint alacsonyabb értékűt újból figyelmen kívül hagytuk, mert ábránk csak tájékozódásra szolgál).

Ha a szelvénycsövet bővítjük a térigénytöbbletekkel, akkor ahhoz, hogy benne mindegyik jármű elférjen, természetesen a legkedvezőtlenebb járműnek végtelen sok keresztmetszete közül annak a járműkeresztmetszetnek térigénytöbbletével kell a bővítést végeznünk, amely a pálya vizsgált helyén a legnagyobb. Ha viszont inkább a jármű szűkítésére határoznánk el



15 ábra



16 ábra

magunkat, akkor meg a legkisebb sugarú pályáivékhez tartozó térigenytöbblettel kellene a járműveket szűkíteni, hogy a pályának minden részén akadálytalanul futhassanak.

A három utóbbi ábrából a következőket állapíthatjuk meg. Egyenes pályán a belső jármű-keresztmetszetek (14. ábra bal oldala) térigenytöbbletének biztosítása nem okozhat komoly gondot, hisz ez a teljes szelvény félszélességének ($2 \sim 2,5$ m) csak kis részét veszi el, és független a járműkeresztmetszet helyétől. Ha tehát járművünknek két vezető-keresztmetszete között helyezkedik el a teljes járműszerkevény, és nincsen oly része, amely a vezető-keresztmetszeten kívül esne (Überhang), — úgy ez a jármű végig azonos keresztmetszettel építhető fel, csak egy aránylag kis értékű térigenytöbbletet kell figyelembe venni. Romlik a helyzet a jármű külső keresztmetszeténél (14. ábra jobb oldala) ahol már nagyobbra nő meg a térigenytöbblet, különösen akkor, ha kis tengelytávú és nagy Δ_a -értékű járművet, illetve rakományt akarnánk az adott szelvénycsőben elszállítani.

Rendkívüli mértékben nő meg a térigeny az íves pályán, minél kisebb az ív sugara, és minél nagyobb a jármű-keresztmetszet jellemző száma. A két ábra térigenytöbbletét összegezni kell, és ebből a kis ívsugarú pályán oly nagy összeg adódik, hogy a járműre úgyszólván nem marad szélesség, mert a szelvény félszélességét is teljesen felemésztheti a térigenytöbblet. Természetesen csak akkor, ha úgy határoznánk, hogy vele a jármű szélességét szűkítjük.

Ha a másik megoldást választva a térigenytöbblettel a szelvénycsövet bővítenénk, akkor az eredeti alapszelvényénél kétszer nagyobb, sőt még ennél is bővebb teret kellene szabadon hagynunk. (Itt újból rámutatunk arra, hogy az eredetileg felvett úrszelvény méreteitől és alakjától elvben független a számított térigenytöbbletek értéke, kivéve a q ; dg_5 és dg_7 értékeit, amelyek a jármű, ill. szelvény magasságától is függenek).

A vasúti pálya azonban nem azért épül, hogy benne a jármű ne tudjon közlekedni, (mert ezt jelentené az, ha szélessége zérus), de másrészt korlátlan nagy teret sem biztosíthatunk a pálya körül. A térigenytöbblet értékét ezért ésszerű korlátok közé kell szorítanunk. Ez okból történik a járművek hossz-méretének (Δ) és a pályáiv sugarának korlátozása. A pályán, — szelvénycsövön, térigenytöbbleteken kívül tehát e korlátok megsabására is szükség van ahhoz, hogy a vasúti közlekedés gazdaságos körülmények közt valósulhasson meg.

$$\begin{aligned} \text{A jármű-méreték korlátai:} \quad & a \leq 30 \text{ m} \\ & n_a \leq 6,5 \text{ m} \\ & p \leq 4,5 \text{ m (ezt az ábrákban általában} \end{aligned}$$

elhanyagoltuk).

A pálya korlátja: $R \geq 150$ m. A jármű korlátjaként felsorolt adatokból még a következőket is kiszámíthatjuk: $(\Delta_a)_{\max} \simeq 232 \text{ m}^2$ és $(\Delta_l)_{\max} \simeq 230 \text{ m}^2$.

Ezzel a 14. és 15. ábránkban a vonalkázott részeket, amelyek a korlátokon túlesnek, már figyelmen kívül is hagynánk. Mégis megrajzoljuk a többi ábrán ezeket a túleső területeket is, mert egy-egy különleges küldemény túllépi e korlátokat. Ilyenkor ezt a járművet úgy kell megépíteni, amint azt épp ábráink vonalkázott részei megadják. A járművek méreteire kiszabott korlátokat a pálya előírásaiban veszik figyelembe, — míg a minimális pályasugarának megfelelően alakították ki a járművek szerkesztési szelvényét. Ha

azonban igen szűk térben, például egy ipartelepen 70 m ívsugárral épül meg egy iparvágány, — akkor ott a vágány körül kell annyira bővebb helyet hagyni, hogy abban a nagyobb ívsugárra épült járművek is elférjenek.

E) Térigénytöbblet szétoztása

Kétféle lehetőségünk van arra, hogy a térigénytöbbletek okozta nehézségeken úrrá legyünk:

— megszüntethetjük a felmerülő többletet, azaz a jármű szélességét szűkítjük;

— vagy a felmerülő többletnek megfelelően a pálya szelvényét bővítjük. Vizsgáljuk meg e kétféle megoldást a gazdaságosság szempontjából.

a) Ha a pálya szelvényét oly szélesre építjük, hogy benne a leghosszabb ($a = 30$ és $n_a = 6,5$) jármű és annak is a legkedvezőtlenebb helyen fekvő keresztmetszete elférjen, amikor is ez a keresztmetszet természetesen kihasználná a szelvény teljes szélességét, — úgy a járművek zöme, minthogy nem ennyire szélsőséges hosszmeretű, nem használná ki a szelvény adta lehetőséget. Ily módon tehát csak kevés számú, rendkívül hosszú jármű kedvéért és így ezek ritka közlekedtetésének érdekében nagy költséggel, rendkívül bő szelvényű pályát építhetnénk fel, amelyet aztán a járművek legnagyobb része nem használna ki.

b) A másik megoldást választva meg kell gondolnunk, hogy a vasúthálózat hosszának csak igen *kis részét* teszik ki a legkisebb, $R = 150$ m sugárral épült ívek. Ennek ellenére a vasút *minden járművét* e legkisebb ívsugár által megszabott térigénytöbblettel kellene leszűkíteni, holott a járművek csak ritkán, jórésztük talán sosem kerül rá ilyen legkisebb ívű pályarészre.

A gazdaságos megoldást ezért a felvázolt két szélsőséges megoldás között, a középúton kell keresni, azaz szűkíteni kell a járműveket, és bővíteni kell a pálya úrszelvényét is, csak nem oly szélsőséges mértékben. A térigénytöbbleteket tehát szét kell osztani a pálya és a jármű közt, és erre sokféle mód képzelhető el. Ésszerű elvnek tekinthető ebben az elosztásban, ha

— a járműjellemzőkeit tartalmazó térigénytöbblettel a járművet szűkítjük, — míg

— a pálya jellemzőit tartalmazó térigénytöbblettel az úrszelvényt bővítjük.

Ezáltal mindig csak egymagában az a jármű szűkítendő, vagy egymagában az a pályarész bővítendő, amely a térigénytöbbletet okozza. Ennek az elvnek alkalmazása olvasható ki a sorok közül, már a C.3. fejezet (Gyártási túrések) elmefuttatásából is. Így például a vágány oldalszűkítésének dg_3 értékével az úrszelvényt bővítjük. Ellenben a jármű himba-gerendájának játékából adódó térigénytöbblettel a járművet fogjuk szűkíteni. Amelyik térigénytöbbletben viszont a pályának meg a járműnek az adatai is szerepelnek, ott salomoni ítélettel kell a kettéosztást elvégezni. Valószínű, hogy a különböző vasutaknál kialakult gyakorlat épp az utóbbi téren mutatja a legtöbb eltérést. A szétbontásnak a volt Közép-európai Vasútegylet alá tartozott vasutaknál kialakult gyakorlatát vázoló fel a következőkben és rajzban is összefoglalom e választott megoldásnak általános képét.

E.I. A ($dg_2 + dg_3 + dg_4 + dg_5$ és dg_7) többletek. A dg_3 többlet csak a pálya kivételének és fenntartásának függvénye, ezért vele a pálya úrszelvényét kell bővíteni.

A 14. ábra térigenytöbbletei közül a járműveket kell szűkíteni a $(dg_2 + dg_4)$ értékével, mert ezek elsősorban a járművek szerkezeti megoldásától függő tényezők.

A „ dg_5 ” a pályasüppedés következtében áll elő, ezért a pálya úrszelvénye ennyivel bővebbre választandó.

A dg_7 ugyan a jármű lengését képviseli, de mégis az úrszelvényt választjuk megfelelően bővebbre. A jármű adatai nem szerepelnek ugyanis a dg_7 kifejezésben (csak a h -magasság, amely azonban nemcsak a jármű, hanem a pálya adata is) és ezért nehézséget nem okoz az így kialakult gyakorlat.

A dg_3 térigenytöbblettel ugyanaz a szokás alakult ki, mint a dg_7 -nél. A járműmozgáshoz szükséges többletet képviseli és mégis az úrszelvényt veszik megfelelően bővebbre.

E.2. A dg_1 értékének szétbontása

Biztonság okáért mindig a legkedvezőtlenebb esettel kell számolnunk, tehát amikor

— a járművet szűkítjük, akkor az előírt minimális pálya-ívsugarat fogjuk figyelembe venni.

— Ha viszont a pálya úrszelvényét bővítjük, akkor meg az előírásban megengedett legkedvezőtlenebb járműméretekkel fogunk számolni.

a) A pálya szelvénye a dg_1 térigenytöbbletből aszerint foglal magában különböző hányadot, hogy milyen a pályaív sugara. $R > 250$ sugárig általában 75 mm többlettel építik szélesebbre a pálya szelvényét. Ez a méret „ k ” megjelöléssel szerepel a járműszükítési képletekben.

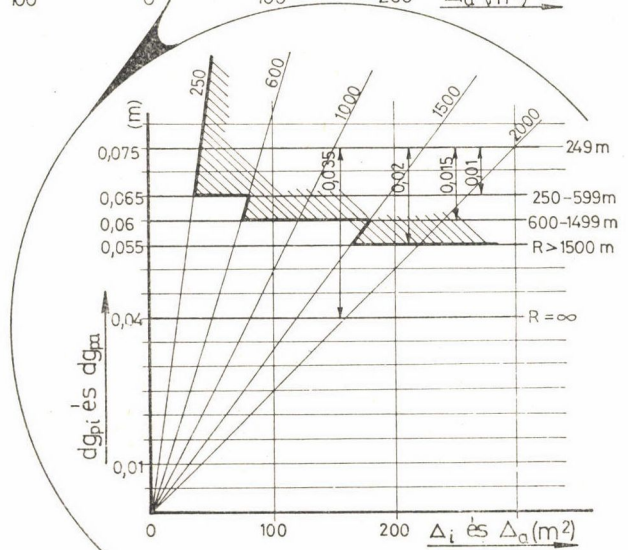
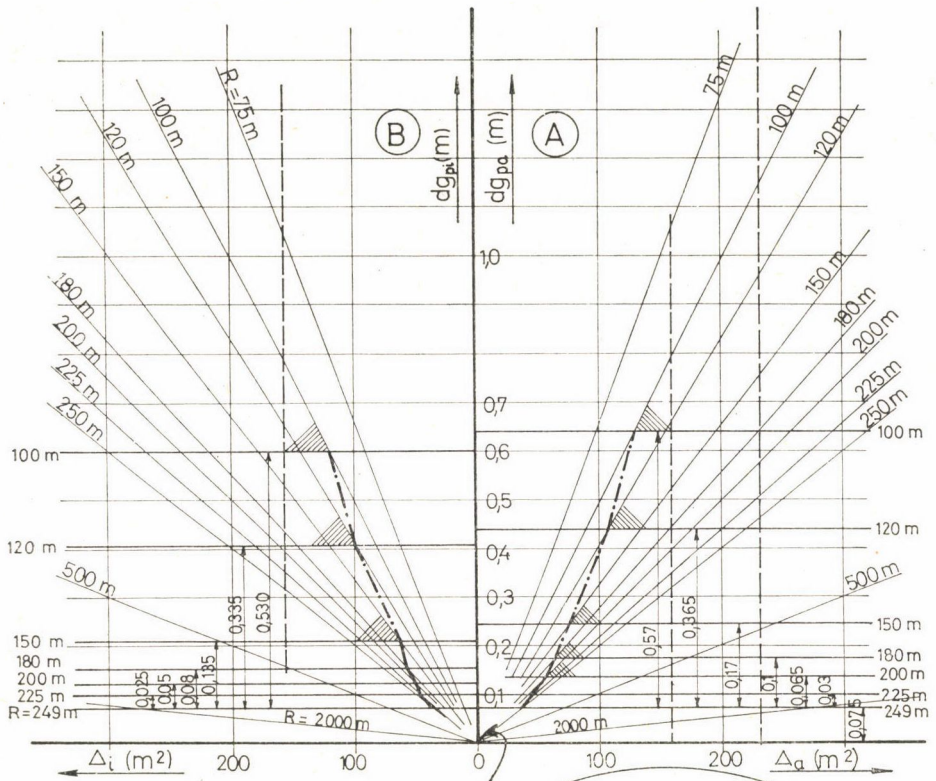
(A sínfejtől számítva 760 mm magasságig a szelvény bővítése, illetve szűkítése más, mint 760 mm fölött, és megint más az áramszedő térrészben. A vasútműszaki vizsgálatokban leggyakrabban a 760 mm fölötti térrész szerepel és így e térrész előírásait rajzoltuk meg ábráinkban.)

A jelenlegi előírások olyan alapszelvényre vonatkoznak, amelyet ezzel a $k = 0,075$ m-el kibővítve képeztek a szelvénykörvonalból. Az úrszelvény-csővet a pályaív sugarától függően még bővebbre, vagy szűkebbre építik fel. A 250 m-nél nagyobb ívsugarakban megengedik, hogy az előírt dg_p bővítés 75 mm-nél kisebb is legyen, és minthogy a járművek szempontjából ez a kedvezőtlenebb, ezért vizsgálatunkban ezt a kisebb értéket kell számításba vennünk. Azokban a pályávekben viszont, amelyekben a sugár 250 m-nél kisebb, ott meg annál nagyobb mértékben bővítik az úrszelvényt, minél kisebb az ívsugár.

Az ív belső oldalán kisebb arányban bővítik az úrszelvényt, mint az ív külső oldalán, és ezért külön ábra szükséges a dg_{pi} -re és a dg_{pa} -ra. Minthogy a Δ kocsijellemzéstől nem függ a pályaszelvény szűkítésének, illetve bővítésének mértéke, ezért 17. ábránkon, a dg_p és Δ -változók koordináta-rendszerében vízszintes egyenes ábrázolja a térigenytöbbletnek azon részét, amelyet egy adott ívsugarú pályában megvalósítunk. Az egyes szám adatokra nem térünk ki, azok az előírásokban megtalálhatók. (TV. Bl. I. I. II. táblázat).

Elegendő lett volna a legkedvezőtlenebb járműméretekhez tartozó pályaszelvény-bővítéseket berajzolnunk. Ábránk tartalmazza azonban

- a minimálisnál nagyobb pálya-ívsugarakat, valamint
- a kevésbé kedvezőtlen járműadatokat is,



17 ábra

mert a szelvényen túlérő, illetve a különleges szállítmányok esetében ezekre az adatokra is szükségünk lesz.

A vízszintes vonalakra ráírtuk, hogy melyik pálya-ívsugárra vonatkoznak. A pálya körüli szelvény méretei tehát az illető pálya-ívsugárral jelölt vízszintes egyenes és az abszcissza-tengely közötti ordinátarésszel veendő bővebbre. Ábránkban berajzoltuk ezenkívül a 6. ábra legyezőszerűen szétfutó sugárnyalábját is, mert hisz a pálya szelvényének bővítésével a dg_1 jelű többleteknek egy részét kívántuk átvállalni.

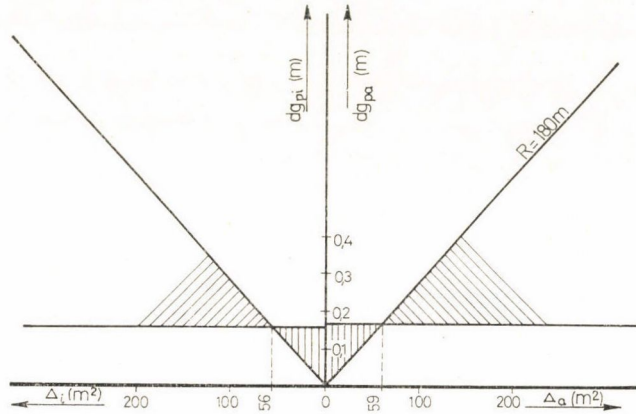
Az azonos ívsugárral jelölt két egyenes, — azaz e vízszintes és a legyezőszerűen futó, — egymást metszik. Mindazoknak a járműmetszeteknek, amelyeknek abszcisszája az origótól a metszéspontig terjed, kisebb a térigény-többlete, mint amennyiről a pályában már gondoskodtak. Az ennél nagyobb Δ -értékek esetén viszont már a járművet kell szűkíteni, de természetesen csak az ívsugár vízszintes egyenese fölötti ordináta résszel, mert az alatta fekvő ordináta-hosszal már a pálya úrszelvényét bővítettük. Az azonos pálya-ívsugárhoz tartozó 2—2 egyenes metszéspontjait eredményvonal köti össze. Közbenső ívsugár-méretekre ez az eredményvonal könnyíti meg a megfelelő érték kikeresését. A pálya szelvényének 75 mm-nél kisebb bővítései a 17. ábrából zsúfoltságuk miatt nem volnának kiolvashatók. Ezért az ábrának ezt a részét üresen hagytuk és alatta külön úgy rajzoltuk ki, hogy az ordinátatengely léptékét a nagy ábra tízszeresére megnöveltük.

17. ábránk használatának szemléltetéséhez vegyünk fel egy hosszú, merev szállítmányt, amelyet $a = 17$ m forgócsap-távolságú kocsin szállítunk, legnagyobb kinyúlása $n_a = 7$ m. E szállítmány homloksíkját jellemző érték így $\Delta_a = 161$ m². Ábránkban ezt szaggatott vonallal jelöltük be és lemérhetjük onnan például az $R = 150$ sugarú ívhez tartozó térigény-többleteket. A pálya szelvényének bővítése $dg_{pa} = 75 + 170 = 245$ mm. Ugyanekkor a szállítmány homloksíkját a térigény-többlet fennmaradó részével, tehát $536 - 245 = 291$ mm-rel kell szűkíteni. Ugyanezt a szállítmányt $R = 120$ m sugarú iparvágányra vive, ott az ábra szerint $dg_{pa} = 75 + 365 = 440$ mm-rel van már bővítve a pálya szelvénye, a homloksíkot így $670 - 440 = 230$ mm-rel kellene szűkíteni. Az előírás azonban az, hogy a járművet $R = 150$ m sugárnak megfelelően kell építeni és ehhez, mint már láttuk, a homloksíkot $dg_{ja} = 291$ mm-rel kellett leszűkítenünk. Így tehát az $R = 120$ m sugarú pályán is akadálytalanul közlekedhet ez a szállítmány, amely pedig csak 150 m sugárnak megfelelően van leszűkítve, sőt még $291 - 230 = 61$ mm-el bővebb is lehetne. Ez utóbbi azonban csak az $R = 120$ m sugarú ívre áll, minthogy az $R = 150$ m ívben szükség van a 291 mm-es szűkítésre. Ez a látszólagos ellentmondás abból ered, hogy a $\Delta_a = 232$ m² méretű járműadatot vették figyelembe akkor, amikor a pályára a dg_p értékeket az előírásokban kiszabták.

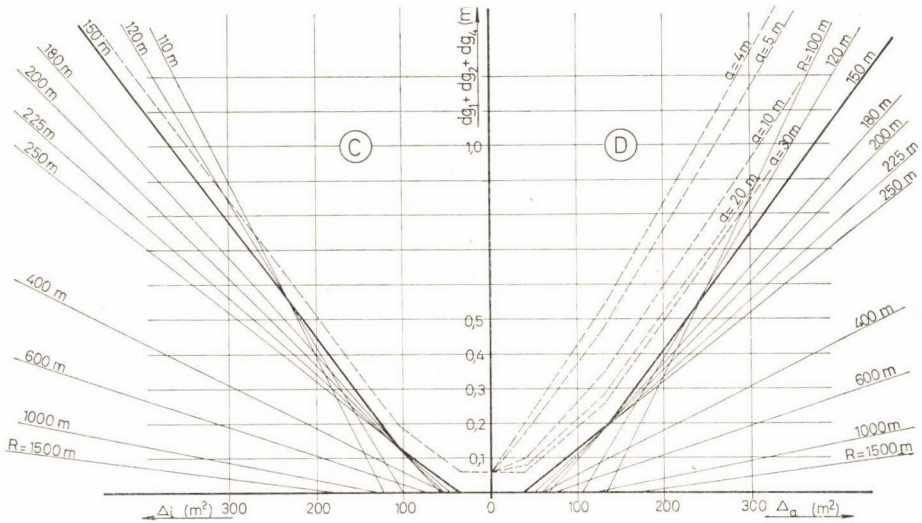
Tételezzük fel egy másik példaként, hogy $R = 75$ m sugarú iparvágányt akarnánk építtetni. Az ábrából kiolvashatjuk, hogy a legnagyobb járműhöz, tehát a $\Delta_a = 232$ m²-hez $dg_a = 1,550$ m térigény-többlet tartozik. Ebből le kell vonni a járműre jutó szűkítést, amely az $R = 150$ m paraméteren leolvasható és értéke $dg_{js} = 0,775 - 0,245 = 0,53$ m. Ennek az iparvágánynak íves részén tehát a pálya szelvényét ($dg_p = 1,55 - 0,53$) 1,02 m-rel kell bővebbre vennünk, az ív külső oldalán. Ezt az értéket vízszintes vonalként be is rajzolhatnánk az ábrába, de minthogy nem szerepel az előírásban, ezért nem tűntettük fel.

Külön érdekességként rögzíthetjük még az ábrából azt a tényt is, hogy

a Δ -értékek szempontjából a pálya szelvénye fölöslegesen bő. A 18. ábrán külön kirajzoltuk példaként az $R = 180$ m sugárhoz tartozó két egyenest. Ferdén vonalkáztuk be azt a területet, amelynek ordináta-értékeivel a járműveket kell szűkíteni, míg a függőlegesen vonalkázott azt a területet jelzi, amelyben a pálya fölöslegesen bő. Ilyen részen némi lehetőség nyílik arra, hogy az



18 ábra



19 ábra

előírásoknál kissé szélesebb járművek vagy szállítmányok is akadálytalanul elszállításra kerülhessenek anélkül, hogy ehhez bármily különleges rendszabályra szükség volna.

b) A járműre maradó térigénytöbbletet külön ábrán rajzoltuk ki, mert így világosabban látjuk annak a többi tényezővel való összefüggését.

A járműre fennmaradt és a 18. ábrában ferdén bevonalkázott területet, valamint a hozzá hasonló térigénytöbbleteket a 17. ábrából minden pályaivsugárra kikeresve kapjuk a 19. ábrát. Ebben természetesen újra a pályaivs-

sugár maradt meg paraméterként és látszik belőle, hogy a kisebb Δ -értékeknel az $R = 250$ m ívsugár, míg a nagyobbaknál az $R = 150$ m ívsugár irányadó a jármű szűkítésére. Ezt azért vastag vonal jelöli. Csak akkor, ha a Δ mintegy 250 m^2 -nél nagyobb, olyankor kell további különleges tégigénytöbbletet ki-elégítenünk, de csak az $R < 150$ m sugarak esetében. Az íves pályán nagyobb a tégigénytöbblet és ezért a jármű alaprajzának kialakítását az ívekben szükséges szűkítések szabják meg.

A vastag vonal fölé berajzoltuk az egyenes pályára irányadó ($dg_2 + dg_4$) értékeit is, mert mint írtuk, az alattuk levőkkel egyszerűen összegezendők. Így ezek a szaggatott vonalak adják a járműre kötelező ($dg_1 + dg_2 + dg_4$) szűkítési értékeket.

Szokatlan még ábránkban, hogy az abszcissza a Δ -értékeket tünteti fel, mert a járműnek hosszmereteit nem tudjuk a Δ -kkal valóságosan érzékelni. Ezért a járműnek tényleges hosszmereteivel, az n_i ill. n_a méretekkel rajzoltuk meg a 20. ábrát, háromféle forgócsap-távolságú kocsiira.

Már kiindulásunkban rögzítettük, hogy nagyjából hasáb alakú járművek vizsgálatát végezzük, mert a szállítás és közlekedés ezt kívánja. Problémánknak e szűk körre való egyszerű korlátozását most kissé módosítjuk azzal, hogy a hasábalakot általában csak a vezető-keresztmetszetek között kívánják meg, míg a Δ_a (ill. n_a) tartományában a járművek szélessége csökkenthető, azaz szűkíthető.

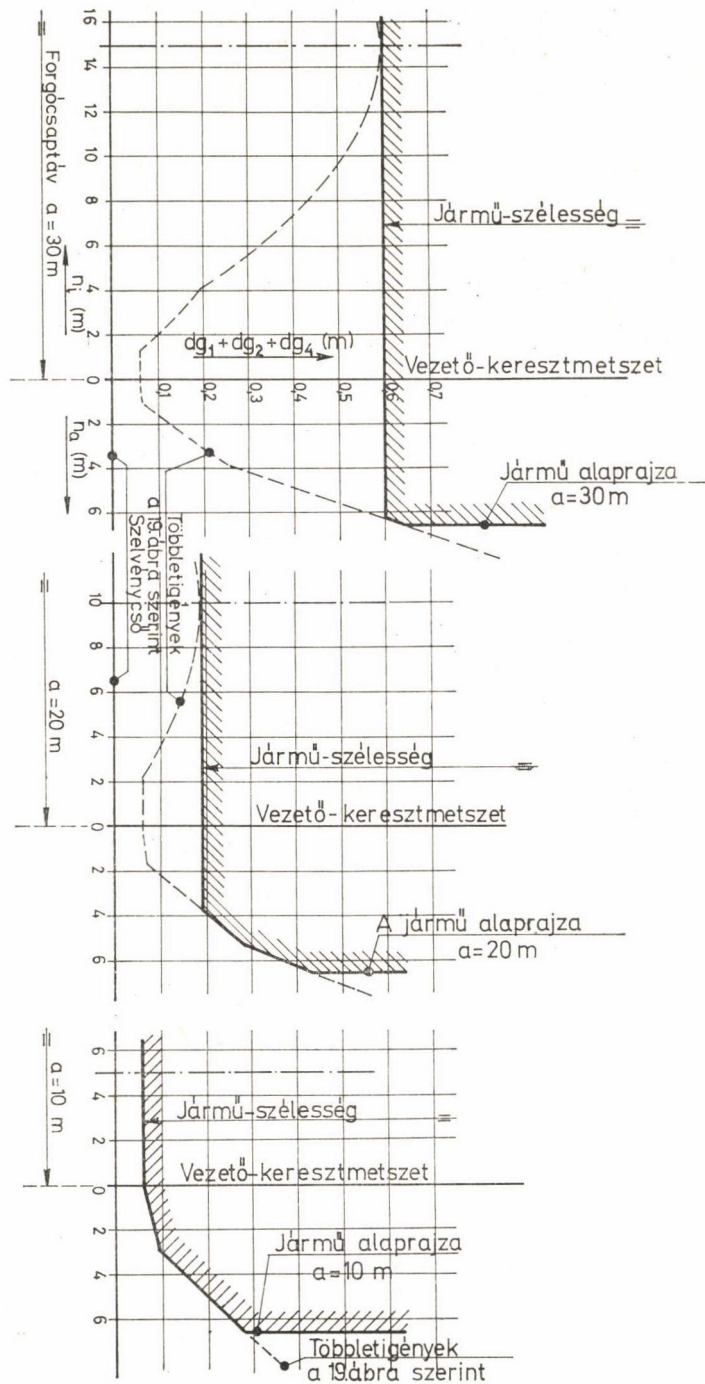
Ebbe a 20. ábrába szaggatott vonallal jelöltük be a jármű szükséges szűkítését. Minthogy hasáb alakú járművet akarunk építeni, ezért a vezető-tengelyek közötti legnagyobb szűkítés, tehát a jármű közepének szűkítése szabja meg a jármű vagy szállítmány szélességét. Az ábrában teljes vonallal és vonalkázással jelöltük a hasáb alakú jármű alaprajzának szélét. Ez a forgócsapokon túlnyúló részein általában már nem hasáb alakú, hanem szükség szerint be van szűkítve.

Az n_a tartományában mindig igen erős szűkítésre van szükség, amely a forgócsaptáv (a) növekedtével még kismértékben tovább növekszik. Ezért bővítik nagyobb mértékben a pálya szelvényét az ív külső oldalán, mint a belsőn.

Az n_i -tartományban csak aránylag kis mértékű szűkítést kell végrehajtanunk mindaddig, míg a forgócsaptávot, illetve a tengelytávot kb. 11 m fölé nem emeljük. Így a 10 méteres forgócsaptávú járműnek a forgócsapok közötti hasáb alakú alaprajza teljes mértékben ki tudja használni a szelvényt, — a szűkítés vonala n_i és n_a részén egybeeshet a jármű alaprajzával. 30 méteres forgócsaptávnál a szállítmányt már majdnem teljes hosszán ugyanolyan mértékben be kell szűkíteni, mint az $n_a = 6,5$ m kinyúlású homloksíkját. Egy ilyen kocsiakománnyal homlokának viszonylagos keskenyítése, a középső keresztmetszethez viszonyítva, ezért igen kicsi.

A járműveknek mindig vannak olyan alkatrészei, amelyek a hasáb alakú felépítésből kiugranak (lépcsők, lámpatámok, fogantyúk stb. . .). Ezeket nyilván mindig a forgócsap környékén lehet legkönnyebben elhelyezni, ahol a hasábalak és az előírt szűkítés között erre fölös hely maradt. — Minél nagyobb az „ a ”, — annál több helyünk maradt erre.

19. ábránk felhasználható olyan esetben is, amikor szelvényen túléró szállítmányt kell elszállítani és több rendelkezésre álló útvonal közül ki kell választanunk azt, amelyiknek legkisebb ívsugarú részén is korlátozás nélkül szállítható el a szállítmány.



20 ábra

E.3. A φ szétbontása

A φ -t meghatározó képlet szerint értéke függ az s , D (vagy I), valamint az l és h tényezőktől. (12. ábra). Normál nyomtávú vasutat vizsgálva $l = 1,5$ m.

A 12. ábra hasonló gondolatokat ébreszthetne bennünk, mint a 14. és 15. — amelyeknek végtelenbe nyúló területe miatt különböző mesterséges korlátokat kellett felállítanunk. A φ esetében ilyen korlátok maguktól adódtak. A h magasság ugyanis a szelvény függélyes méreteit amúgy sem lépheti túl. A D , illetve I értékét az emberi test kényelmi szempontjai, valamint a megbillenés veszélye szűk határok közé szorítják, — 0,2 m-nél nagyobb nem lehet. Az utolsónak maradt s viszonyszám értéke, a jelenleg szokványos járműszerkezeteknél 0,375 alatt marad.

A jármű (φ_j) és a pálya (φ_p) között a φ megosztásának arányát illetően is megegyeztek egymással a vasutak. Erre vonatkozóan nyújt felvilágosítást a II. táblázat.

II. Táblázat

A φ -szétosztása

| | Érvényességi tartomány | Milyen értékekkel kell számolni | | A φ_j és φ_p számításának képletei |
|---------------------------|---|---|----------------------|--|
| | | D | s | |
| A pályaszelvény bővítendő | Csak akkor, ha a D , vagy az $I > 0,05$ m | A pályának tényleges „ D ” túlemelése | $s = 0,375$ | $\varphi_r = 0,25(D - 0,05)(h - 0,5)$ |
| A jármű | $s \leq 0,375$ | $D = 0,05$ m | A járműnek tényleges | $\varphi_j' = \frac{s}{30}(h - 0,5)$ |
| szűkítendő | Csak akkor, ha $s > 0,375$ | $D = 0,2$ m | „ s ”-értéke | $\varphi_j'' = \frac{s - 0,375}{10}(h - 0,5)$ |

A jármű szűkítésében a $[\varphi_j = \varphi_j' + \varphi_j'']$ összeget kell figyelembe venni.

A pályára jutó hányadrészben a II. táblázat szerint s értékét kell konstansnak tekinteni, míg a jármű hányadrészében a D vagy I értéke van rögzítve. Így mindkettőnél csak 2—2 független változó maradt.

12. ábránk nomogramja a teljes φ értékét adja. A jobboldali síknegyed az s és D paraméterek területe, amelyben a bevonalkázott rész a jármű által biztosítandó térigénytöbblet, míg a többitől a pálya szelvényének kialakításában kell gondoskodnunk. Így például a $D = 0,08$ túlemelésen futó, $s = 0,5$ rugózságú járműnek, $h = 2,5$ m magasságban $\varphi = 0,0533$ m összes térigénytöbbletre van szüksége.

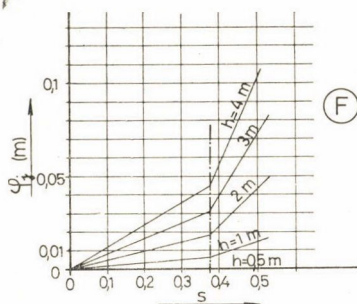
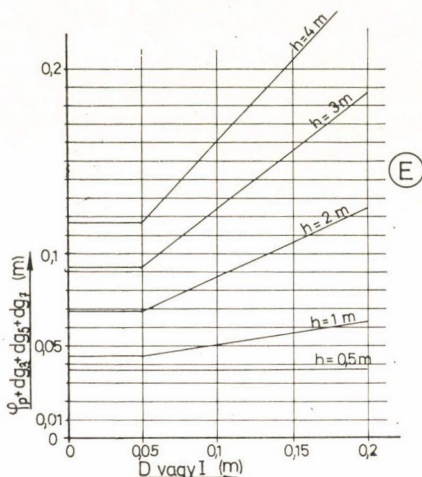
A II. táblázat alapján azonban

$$\text{— a pályában } \varphi_p = 0,25 \cdot 0,03 = 0,015 \text{ m}$$

$$\text{— a járműben } \varphi_j = 2 \left[\frac{0,5}{30} + \frac{0,125}{10} \right] = 0,0583$$

összesen 0,0733 m

térigénytöbbletről kellett gondoskodni azért, mert a kocsi $D = 0,2$ m túl-emelésre is elkerülhet. Ez a körülmény újabb lehetőséget nyújt arra, hogy bizonyos esetekben az előírásoknak meg nem felelő szállítmányt is akadály nélkül lehessen elszállítani, — az előírás szerint épült pályákon. A táblázatos előírást a 21. ábrán egyéb tényezőkkel együtt nomogramszerűen ábrázoltuk, és a továbbiakban ezt használjuk fel a 12. ábra helyett a térigénytöbbletek



21. ábra

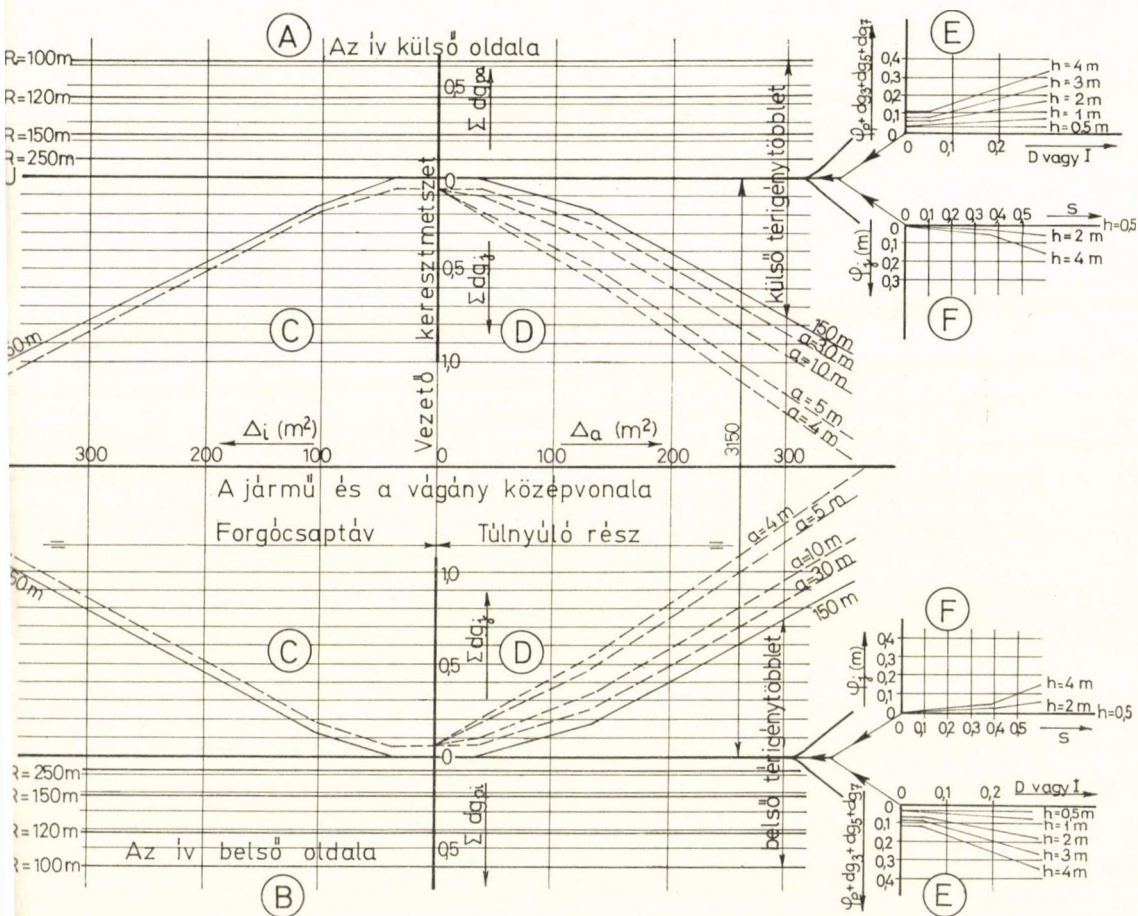
szemléltetéséhez. Itt már különválasztottuk a pálya szelvényében megvalósítandó térigénytöbbletet (φ_p) a jármű szűkítésében figyelembe veendőktől (φ_j). Mindkettőt igen egyszerű, egyenes-sugaras ábrán képeztük le. A $(dg_3 + dg_5 + dg_7)$ összeg, amint már láttuk, vagy állandó érték, vagy csak a h -magasságnak függvénye és így egyszerűen összegezzük a φ_p -vel. A 21. ábra már az ily módon kapott összeget ábrázolja.

F) Általános kép

Vizsgálatainkban eddig azt kerestük, hogy a jármű akadálytalan közlekedtetésének mi a térigénye és ennek egyes összetevőit számszerűen meghatároztuk, — majd megvizsgáltuk, hogy az egyik vasúti hálózaton kialakult

gyakorlat hogyan bontotta szét e tényezőket a pálya és jármű terhére. A kapott eredmények már alkalmasak arra, hogy őket egy szemléltető képbe összerakjuk. Van tehát egy „szelvény-körvonal”-unk, amellyel a „szelvénycső” létesül.

— A térigénytöbbletek miatt a vágány körül szabadon hagyott valóságos „űrszelvénycső” bővebb, mint a szelvénycső. E bővítés mértéke a pályáiv-



22 ábra

sugártól, oldalától (ív külseje, vagy belseje), — építésmódjától stb. . . . függ. Tehát a vonalon végig különböző mértékű az eltérés a szelvénycső és az űrszelvénycső között.

— A térigénytöbbletek miatt a járművek keskenyebbek a szelvénycsőnél. E szűkítés a járműnek különböző keresztmetszeteiben és különböző magasságaiban egymástól különböző mértékű.

Az általános képet a 22. ábra tünteti fel, amelyben a legnagyobb járműalaprész körvonal köré rendeztük el a számított térigénytöbbleteket. Ezeket

a 17. és 19. ábrából kellett csak átrajzolnunk, de természetesen oly módon, hogy az E. fejezetben írtak szerint különválasztottuk a pályaeépítésben meg a járműtervezésben figyelembe veendő részt.

Az U-val jelölt két vastag vonal a kiegyenesített szelvénycsőnek vízszintes metszetét ábrázolja. Ezt a metszetet abban a magasságban választottuk, ahol a szelvénykörvonal függőleges. Ezáltal az ábránk ennek a függőleges résznek teljes hosszára érvényes lesz. A felső, vastag U-vonal fölött, a szelvénycsőre a pályáiv külső részén előírt bővítések szerepelnek. Ez az „A” területrész. Az ív külseje felé eső rész nagyobb, mint az ív központja felé néző oldalon kívánt bővítés, amely utóbbit a szelvény alsó vonala alatt tüntettük fel. Ez a „B” területrész.

A szelvény két U-vonala között találjuk a jármű szükséges szűkítéseit, amelyek természetesen szimmetrikusak, a jármű és a szelvény együttes középvonalára nézve. A jármű vezető-keresztmetszetein *túlnyúló* részeknél, — tehát a Δ_a -tartományában, mint láttuk, más szűkítést kell alkalmazni („D” területrész), mint a vezető-keresztmetszetek közötti metszetekben („C” térrész), amely a Δ_i -tartománya. E két tartomány az ábrába függőlegesen berajzolt tengelytől, amely a járművek egyik vezető-keresztmetszetét képviseli, — a jobbra, ill. balra eső rész. A jármű két vezető-keresztmetszete közötti hosszának felezőjében van a jármű szimmetriatengelye. Sem ezt a szimmetriatengelyt, sem a jármű másik vezető-keresztmetszetét nem rajzoltuk már be az ábrába, mert azok feleslegesek. A járműnek szimmetriatengelye körül ugyanis az egész 22. ábra tükrözhető volna, ami nyilvánvalóan szükségtelen.

A tégány néhány összetevője, mint láttuk, a sínfej fölötti magasságnak, a túlemelésnek stb. . . . függvénye. Ezekre figyelemmel 22. ábránkon a pályával (és építményeivel) kitölthető részt, a jármű által elfoglalható résztől még jobban el kell távolítani, a következőképpen:

— a pálya bővítései megnövelendők, tehát az *A* és *B* térmezők

$$E = (q_p + dg_3 + dg_5 + dg_7)\text{-el, míg}$$

— a jármű méretei a *C* és *D* térmezőkben megadottakon felül tovább szűkítendőek $F = q_j$ -vel.

Ezek az *E* és *F* értékek olvashatók ki az ábra jobb oldalán fekvő különálló kis nomogramokból. A tégánytöbbletet ezért úgy határozzuk meg, hogy a nagy diagramból (*A—B—C—D*) kiolvasott értékekhez még hozzászámítjuk az *E* és *F* kiegészítéseket, amely utóbbiakat viszont a magassági méretnek megfelelően kell kikeresnünk. A járműnek és szelvénynek közös hossz-középvonala úgyszólván megfelel az ábrát és az alsó felet, a felsőhöz nem köti más, csak a szelvény szélesség mérete. Ennek az az oka, hogy a tégánytöbblet képleteiben sehol sem szerepel a szelvény szélessége. Ezáltal azonban ábránk különböző szelvény szélességekre is érvényes lesz, csak annak alsó és felső felét a kívánt szelvény szélesség távolságára szét kell tolnunk. Ez az alsó és felső rész a vastag U-vonal köré csoportosul, úgyszólván erre épülnek és ettől számíthatók az egyes tégánytöbbletek számértékei. Ez lehetőséget nyújt a 22. ábra lényeges egyszerűsítésére, és minthogy ábránk amúgy is csak az összkép *magyarázatára* készült, ezért a tégánytöbbletek *pontos számadatainak* lemerésére az I. mellékletet készítettük. Ez lényegében a 22. ábrát tartalmazza és tőle csak abban különbözik, hogy elhagytuk belőle a fölő részeket. Ennek a diagramnak is főtengele a szelvényeső vízszintes U-

metszete, amely itt vastag vonalként az ábra középső részén helyezkedik el. Fölötte és a vezető-keresztmetszettől jobbra fekszik az „A” térrész, — míg balra a „B” tér. Mellette van az „E” kis terület. Az U-vonal alatt fekszenek a C és D térrészek, valamint az „F” kicsiny területe.

A jármű, illetve a rakománynak tehát a $C + F$, vagy $D + F$ méretekkel szűkebbnek kell lennie a szelvénycsőnél, — míg az űrszelvénycsövet $A + E$, illetve $B + E$ mértékkel bővebbre kell építeni, mint a szelvénycsövet.

Új azonban az I. mellékleten az, hogy rajta a fő területeket már egy meghatározott $E + F = 0,185$ m mérettel töltük szét egymástól. Itt ez a méret csak példaként szolgál ugyan, — azonban egy kivételes esetet is képvisel. Ha egy

$s = 0,375$ dőlési tényezővel bíró jármű

$D = 0,107$ m-el túlemelt pályáivben áll, — és ennek a járműnek

$h = 3,5$ m magasságban fekvő pontját vizsgáljuk, akkor a térigény-többletet e pontban

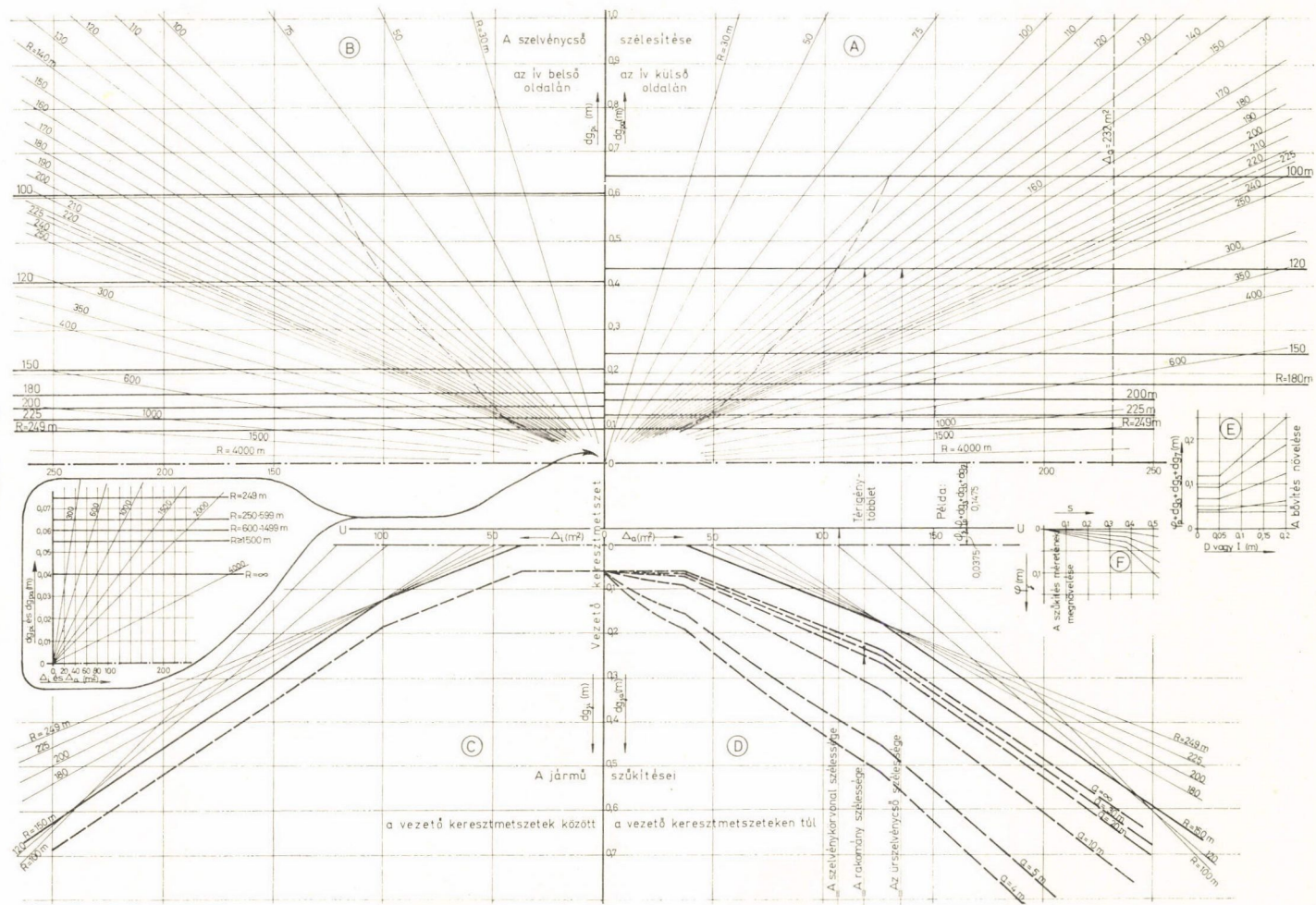
$E = 0,1475$ m és

$F = 0,0375$ m-re kapjuk. $E + F$ összege $0,185$ m-t tesz ki és erre az értékre később még visszatérünk.

Az I. mellékletben összefoglalt szelvény-előírásokat „dinamikus”-nak is nevezik, minthogy számszerűen magukban foglalják a jármű futása közben fellépő mozgások térigényét is. A szelvény-előírásoknak ily módon való tárgyalása azonban most még csak kialakulóban van. A régebbi szemlélet, amelyet „statikus”-nak nevezhetnénk, annyiban tér el a dinamikustól, hogy a jármű dinamikus mozgását tartalmazó tényezőket, amelyeket a melléklet E és F nomogramjai tartalmaznak, az egyszerű kezelhetőség érdekében változatlanak tekintette és e mozgásokra egy állandó térigény-sávot biztosított. Ezt helytelen elnevezéssel néha „biztonsági” sávnak nevezik, amelyet az I. melléklet közepén végighúzódnó, egymástól $0,185$ méter távolságban levő két eredmény-vonal közötti sáv jól érzékeltet. Sok helyen a régi kétvágányú pályán, a két vágány tengelytávolsága 3520 mm volt. A járműszerkesztési szelvény szélessége 3150 mm és így mindkét oldalon $\frac{3520 - 3150}{2} = 185$ mm széles

tér maradt szabadon, — amely az idők folyamán elegendőnek mutatkozott a fellépő járműmozgások zavartalan lefolyására. Ezért rajzoltuk az I. mellékletet ezzel a $0,185$ m-es $E + F$ távolsággal. Látható, hogy a dinamikus és a statikus szemlélet között nincs lényeges különbség. A dinamikus szemlélet felbontotta a régi statikus szelvények közötti, eladdig konstansnak tekintett „biztonsági” sávot. A statikus szemlélet azonban e sáv két határoló vonalának megfelelően, egyben két, egymástól teljesen különálló szelvény fogalmát is megalkotta, amennyiben a „biztonsági” sáv külső vonalát a pálya építésére irányadó „űrszelvény”-ként kezelte, míg ugyanezen „biztonsági” sáv alsó határvonalát a jármű építésnek „szerkesztési szelvény”-eként. Az idők folyamán e szétválás következtében alakulhatott ki olyan szemlélet, amely az űrszelvényt és a szerkesztési szelvényt már egymástól függetlennek tekintette, illetve azok alkalmazásakor már nem is gondoltak e kettő közötti szerves és igen szoros kapcsolatra, ami helytelen.

Végül fel kell még hívnunk arra is a figyelmet, hogy hiányzik az I. mellékletből a jármű és űrszelvénycső közös középvonala, mert a térigény-többletek függetlenek a szelvény-körvonal szélességétől. Ezenkívül a mellékletbe a



$dg_3 = 0,0325$ m konstans értéként van ugyan berajzolva, ezt a tényezőt azonban mindig a vágány építési adottságainak megfelelően kell figyelembe vennünk.

A vasútüzemben fokozott biztonságra törekednek, — ez azt jelenti, hogy ha egy-egy alkatrész felmondja a szolgálatot (rugótörés stb. . . .) még akkor se álljon elő katasztrofális baj. Az eddig felsorolt tényezők közül ez a fokozott biztonság látszólag kimaradt. A vasutak e téren egyéni módon járhatnak el. Ha még további hézagot, űrt kívánnak meg a mozgó jármű és a mozdulatlan fix berendezés között, akkor a pályájukat annyival szélesebb szelvényvel építik meg. Meglehet azonban ezt a biztonságot abban is találni, hogy a felsorolt tényezők, amelyek térigénytöbbletet igényelnek, nem lépnek fel mind egyidőben és akkor is mind a maximális értékükkel. Ennek ugyanis igen kicsiny a valószínűsége és általában annál kisebb, minél több tényezőt vettünk egyidejűleg figyelembe. Tehát az íves pályán e valószínűtlenség több biztonságot ad, mint az egyenes pályán.

A járműmozgásoknak precízebb meghatározása oda vezetett tehát, hogy az űrszelvény és szerkesztési szelvény közt biztonságként hagyott, de sokáig ismeretlen kihasználtságú hézag célját újabb időben már meghatározták és annak méretét a mozgások céljára, a sínfej fölött 3,5 m magasságban és ennél kissé alacsonyabban fekvőre kellően indokoltak is találták.

Tételezzük fel ezekután, hogy a vasutak általánosan rátérnek a dinamikus szelvényre. Hogyan fognak vele dolgozni a jövőben? Egy adott rajz szerinti szelvény-körvonallal építik majd meg, vagy tartják fent a pályát. A szabadon hagyott térnek azonban még egyenesben is bizonyos E -értékkel szélesebbnek kell lennie nála, sőt még a magasságtól függően is bővebbnek. A szelvénykörvonalra nem lehet majd ráismerni, hiszen minden ívben más-más túl-emelést alkalmaznak és ezért változik a D , és általa eltorzul a szelvény alakja. De a járművek terén is hasonló a helyzet. Ott eddig a szerkesztési szelvény rajzából indultak ki, amely eltért a szelvény-körvonalától és amelyet önmagával párhuzamosan beszűkítettek. Ehelyett most a magasságtól függő mértékben eltorzított szerkesztési szelvény lesz, amelyhez ismerni kell a szerkesztendő járművek s -értékét is. Igen meggondolandó ezek után, hogy lesz-e még értelme a régi elképzelés szerinti űr- és szerkesztési szelvény érvényben tartásának.

A dinamikus szelvény-szemléletnek napjainkban történő mind nagyobb térhódításával, e két egymástól eltérő szelvény helyett, célszerű lesz eddigi gondolatmenetünk szerint egyetlen szelvény-körvonalat egységesíteni. A pályaeépítők a térigénytöbbletnek bizonyos részével ezt tartoznak bővíteni, míg a járműépítőknek ugyanazt a szelvény-körvonalat, de az órájuk kiszabott résszel kell szűkíteniök.

A meglévő pályák gazdaságos kihasználása megkívánja azonban, hogy az ezután építendő pályák körül legalább olyan teret hagyjunk szabadon, amelyben mindaz elszállítható, amit a már meglévő régi vonalakon is elszállíthattunk. Arra tehát gondosan kell majd ügyelni az új szelvény-előírások megalkotásában, hogy azok sehol se engedjenek meg szűkebb teret, mint amennyit a régi előírások megkívántak.

G) Egységesítés

A vasúti szelvény kialakítása, mint láttuk, rendkívüli módon össze van fonódva a vasútüzem legkülönbözőbb tényezőivel. Ezért, ha egy vasútüzem meglévő szelvényéről más szelvényre szándékozik áttérni, — például annak

egységesítésekor, — akkor az eddigi vizsgálatunkban szerepeltetett mindegyik tényezőt számba kell vennie. Ezeket röviden felsoroljuk:

- a) a pályára vonatkozó előírásokban és a beidegződött megszokásokban
- az űrszelvény körvonalának méretei;
 - az űrszelvény építésének módja, — tehát az, hogy e két sínszál tetejét érintő felső járósíkra merőleges-e és szimmetriatengelye a nyomtávolság középvonalában van-e;
 - a vágány legnagyobb nyomtávolsága (l);
 - a pálya építési toleranciáit hogyan veszik figyelembe;
- elmozdulása (dg_3);
- a vágányban megengedett legnagyobb féloldali süppedés (dg_5);
 - az ívekben megengedett maximális túlemelés (D);
 - a pályáívből megengedett maximális sebességek esetén milyen túlemelés-hiány lép fel (I);
- b) a járművek előírásai és szokványai közül
- az űrszelvény és szerkesztési szelvény között szabadon hagyott tér, ha ez utóbbi nem volna, akkor a járműépítésre vonatkozóan rögzített egyéb korlátok;
 - a járművek építési toleranciáit hogyan veszik figyelembe;
 - a kerékpár megengedett minimális nyomtávolsága (d);
 - járművekre megengedett keresztirányú fajlagos dőlés „s” mértéke, valamint az a tény, hogy ilyen irányú elfordulás egy, a sínfej fölött 0,5 m magasságban fekvő központ körül történik-e;
 - a függőleges irányú dinamikus lengések milyen mértékűek (dg_6);
 - dinamikus elfordulás mennyi lehet (dg_7);
- c) Végül megvizsgálandó, hogy az új szelvény-előírások a téréigény-többleteket hogyan szándékoznak megosztani a pálya és a jármű között.

H) Szelvényen túlérő járművek és rakományok szállítása

Az előbbi fejezetekben tényezőire szétboncoltuk és számszerűen indokoltuk a szelvény-előírásokat. A következőkben annak lehetőségét kutatjuk fel, hogy az előírásoknak megfelelően felépített űrszelvényekben hogyan szállíthatók olyan járművek és rakományok, amelyeken a szelvény-előírásokat nem tartották be. Az alábbi tények nyújtanak erre lehetőséget:

1. a pályának valóságos űrszelvénycsöve rendszerint lényegesen bővebb, mint amennyit az előírások megengednek, hiszen ezek a szélességi méreteknek csak minimumát tartalmazzák;

2. az előírások maguk, amennyiben

- az űrszelvénycső bővítése szakaszosan, lépcsőzetesen emelt értékekkel van előírva és a 19. ábrán függőlegesen vonalkázott területrészeknek megfelelő űr kihasználható. Ilyenkor az elszállítás különleges intézkedést nem is igényel;

- a jármű és rakomány ellenőrzésekor határértékekkel kellett számolnunk, holott a pálya valóságos adatai kedvezőbbek is lehetnek.

Így kikereshetünk például olyan útvonalat, amelyen a legkisebb ívsugár nem 250 m, sem 150 m, — hanem ennél lényegesen nagyobb. Ez esetben természetesen csak e nagyobb ívsugárnak megfelelően kell szűkíteni a szállít-

mányt. Azonban ennek ellenében csakis ez a kiválasztott útvonal jelölhető ki az elszállításra.

Vagy, ha pl. az útvonalon végig a legnagyobb túlemelés kisebb, mint $D_{\max} < 0,2$, — akkor a φ_j értéke megfelelően alacsonyabbra vehető, az E.3. fejezet táblázata szerint.

Ha a jármű rugózsóftósága kemény, — tehát az $s < 0,375$, — akkor φ_p adódik kisebbre, ami szintén az E.3. fejezet táblázatából számítható értékkel csökkenti a szükséges szűkítés mérvét.

3. a pálya ideiglenes átalakítása, vagy kedvező fenntartási állapota. Ha a vágányt a szállítmány áthaladása előtt kimérjük és azt a számításba vett dg_3 -értéknél kedvezőbbnek találjuk, illetve kedvezőbbre készítettjük.

4. a jármű ideiglenes átalakítása vagy fenntartási állapota. Az alváz oldalmozgási lehetőségének korlátozása akár új abroncsprofilú kerekekkel (d -nagyobb, mint amennyi a számításban szerepel), akár a himba oldalirányú kiékelése útján, ami által $w = 0$ érhető el. Ez utóbbi esetben az elszállítás sebessége megfelelően csökkentendő, nehogy az oldalirányú erőhatások túlságosan megnövekedjenek.

5. Különleges üzemi intézkedések.

— A szállítás sebességének megfelelő csökkentése, amivel dg_7 elhagyható. Egész lassú, lépésben történő elszállításkor az ív külső oldalán nyerünk helyet, mert a jármű a pálya tényleges D -értékének megfelelően befelé fog dőlni. Ez utóbbi esetben „ φ_p ”-értékét nyerjük meg az ív külső oldalán.

— Kétvágányú pályán a szomszédos vágány fölötti úrszelvénycsövet is kihasználjuk, — ami természetesen szükségessé teszi az elszállítás idejére a másik vágányon a közlekedés leállítását.

J) Zárzó

A szelvény-kérdés is fejlődik magával a vasúttal együtt. Jól érzékelteti ezt napjainknak 200 km/ó sebességre, sőt e fölé törő irányzata, — valamint az e nagy sebességek által támasztott újabb szelvény-követelmények, — amelyeket viszont a gyors járművek által felgyorsított levegő energiája vetett fel [12.13].

Épp a problémának ebből is látható szerteágazottsága kényszerített bennünket arra, hogy a legfontosabb paraméterek figyelembevételével megelégedjünk.

Így például nem térhettünk ki a pálya hossza mentén létesítendő különböző szelvényzsélességek közötti átmenet tárgyalására és a szelvényen túlerő szállítmányok kérdését is csak röviden említhettük fel. A lényeges tényezők kidomborításával azonban a pályaépítők, valamint az üzemben tevékenykedő vasutasok kezébe sikerült áttekinthető képet adnunk.

Mintogy a „dinamikus” szelvény elfogadásával az egymástól független két szelvénynek, az úrszelvénynek és a járműszerkesztési szelvénynek fogalmi az eddiginél nagyobb nehézségeket támasztanak, ezért helyettük új eljárás elfogadását javasolom. Ez egyetlen „szelvény-körvonal” elfogadásából áll, valamint a *térigénytöbbletek* célszerű *szétosztásából*. Ezáltal egyrészt felépíthető a pályamenti *úrszelvénycső*, másrészt meghatározható az a tér, amelyet a járművek és rakományok kihasználhatnak. Ehhez természetesen szükséges, hogy előbb egy egységes felfogásmód alakuljon ki a szelvény-kérdés terén, — aminek kimunkálását ez a tanulmány is célul tűzte maga elé.

- [1.] *Varga Bálint*: Űrszelvény és rakminta a vasút hőskorában. Magyar Vasút és Közlekedés 1935. jan. 1.
- [2.] *Bazant*: Lichtraumprofile und Fahrzeugbegrenzungslinien von Eisenbahnen. — Glasers Annalen. — 1963. Nr. 1.
- [3.] *Querschnittsmasse der Fahrzeuge*, — Entstehung und Entwicklung der Bestimmungen der TV. — Verein Mitteleurop. Eisenbahn—Verw. Berlin 1935.
- [4.] *Hechler*: Die Umgrenzung des lichten Raumes. O. Elsner Verlag. Darmstadt. 2. Aufl. 1952.
- [5.] Unité Technique des chemins de fer. „Rédaction 1938”.
- [6.] TV Technische Vereinbarungen über den Bau und Betrieb der Hauptbahnen. — Berlin 1930.
- [7.] OSZZSD döntvények: 500/1; 500/2; 500/3 és 501.
- [8.] Vorläufige kinematische Begrenzungslinie und hierzu das Kommentar. — Merkblatt UIC. Nr. 505. — 4. Ausgabe I. 1963.
- [9.] *L. Hechler*: Huckepackverkehr und Eisenbahn—Lichtraum. Leichtbau der Verkehrsfahrzeuge. 1965. Heft 6.
- [10.] *Rónai*: A vasúti járművek forgóalváz-himbafelfüggesztésének mechanikája. — Stádium Rt. Budapest, A MMÉE-kiadásában megjelent „Értekezések, Beszámolók” 1942. évi II. száma.
- [11.] *Sperling-Nefzger*: Wankwinkel von Schienenfahrzeugen. Glasers Annalen. 1965. Nr. 12.
- [12.] Problèmes posés par la circulation des trains à grande vitesse. Révue Générale des Chemins de Fer. 1962. oct.
- [13.] *Goichi-Fukuchi*: Comment on the aerodynamical drag of the train in tunnel. Quarterly Report of the Railway Technical Institute. Japanese National Railroads. Vol. 5. No. 2. 1964. Pg. 26—27.
- [14.] *Pintér L.*: A vasúti kocsik keresztmetszeti és hossz méretei. Közlekedéstud. Szemle. 1951.
- [15.] *Szondy Gy.*: Kiegészítések a vasúti járművek szerkesztési szelvényének szűkítés-számítási formuláihoz. Közlekedéstud. Szemle. 1960. 8. sz.
- [16.] *Baumberg—Töpfer*: Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Auslenkungen von Schienenfahrzeugen im Gleis. Dtsch. Eisenbahntechnik — 1962. H. 10.
- [17.] *Weinert*: Graphisches Verfahren zur Bestimmung der unteren Einschränkung von Eisenbahnwagen. — Glasers Annalen. 1968. Nr. 8.
- [18.] *Korhammer*: Bestimmung der unteren Einschränkung von Eisenbahnwagen. Glasers Annalen 1960. Nov.
- [19.] *Wojtowich*: Untersuchung über die räumliche Ausladung von Eisenbahnfahrzeugen Zeitschr. OSShD. 1962. März.
- [20.] *Kessler*: Der sichere Schienenweg. Der Eisenbahningenieur. 1963. H. 1.
- [21.] *Knobloch*: Die Überleitung verschieden grosser Lichtraumbreiten für die neue Umgrenzungslinie I—SM/DR Deutsche Eisenbahntechnik 1963. H. 4.
- [22.] Un nouveau wagon des CFF pour la mesure des profils en travers. — Revue Générale des Chemins de Fer. Paris. 1963. Jouillet-Aout.
- [23.] MÁV. H. 6. sz. Utasítás — a rakszelvényen túlnyúló küldemények fuvarozásának szabályozására. Budapest. 1956.
- [24.] *Bihary Károly*: A Magyar Államvasutak új űrszelvénye. Közlekedéstudományi Szemle 1964. június.
- [25.] *Rozsnyay Károly*: Keskeny nyomtávolságú vasutak űrszelvényének megállapítása. Közlekedéstud. Szemle. 1964. okt.
- [26.] Új űrszelvény bevezetése a MÁV.-nál. MÁV. Hivatalos lapja 1965. III. 13. — 10. sz.
- [27.] *Kiefert*: Die Lichtraumprofile der europäischen Eisenbahnen und ihre Ausnutzung für aussergewöhnliche Sendungen. — Glasers Annalen 1965. Nr. 1.
- [28.] *Zschweigert*: Die erforderliche Grösse der Bahnhofsgleisabstände bei Anwendung der Lichtraum-umgrenzungslinie I—SM/DR. Deutsch. Eisenb. 1965. H. 5.
- [29.] *Kalinowski*: Begrenzungslinien für Triebfahrzeuge. Eisenbahntechnische Praxis. 1965. H. 2.
- [30.] *Merwin H. Dick*: How Frisco checks its clearances with a new photo system. — Railway Age 1968. April 15.