



## A 47. sz. FŐÚT DEBRECEN-HOMOKKERTI CSOMÓPONTJA ÉS MŰTÁRGYAI

A 47. sz. debrecen–szegedi főút bevezetése Debrecenbe, illetve átvezetése a pályaudvar felett az ún. homokkerti felüljárón történik. A régi, azóta már lebontott felüljáró merőlegesen keresztelte a vasúti vágányokat, a város felőli oldalon keleti és nyugati irányból hozzáfutlakozó feljárók viszont a vágányokkal párhuzamosan haladtak. Így a felüljáróra való fel-, illetve lehajtás sugara csak 10 m volt.

A korszerűsítésre először a pályaudvar új felvételi épületének építéskor került sor. A nyugati lejáró ág útjában volt az építkezésnek, ezért részben le kellett bontani és az egész közúti forgalmat a keleti ágra kellett terelni.



A régi felüljáró alaprajza az eredeti állapotban és az 1956-ban történt átépítés után

Az átépítés 1956-ban el is készült oly módon, hogy a keleti feljáró ágeddigi 4%-os esése 2%-ra mérséklődött a támfalak magasítása és a rámpa meghosszabbítása révén. A felüljáró szélső nyílásának átalakítása következtében a fordulási sugár 10 m-ről 15 m-re növekedett. A nyugati ág a Varga utcán keresztül csak a gyalogosforgalom céljait szolgálta.

1960-ban a KPM megbízta az UVATERV-et egy korszerű felüljáró tanulmánytervének elkészítésével, mert – mint az várható volt – a megnövekedett forgalom ezt megkövetelte. A városrendezési tervek ugyanis a Homokkertnek nevezett városrészt jelölték ki ipartelepítés céljára.

A 4. sz. főút korszerűsítési tervei szerint ennek debreceni átkelési szakasza az állomás mellett halad el. Így a homokkerti közúti csomópont feladata az eddigieken felül azzal is bővült, hogy szintbeni kereszt-

tezés nélkül átvezesse a 4. sz. főút forgalmát, illetve megfelelő forgalmi ágakon át biztosítsa a 47. sz. főút és a 4. sz. főút kapcsolatát.

A tanulmányterv alapján a legrealisabb három változatra bejárásai terv is készült az akkor átdolgozás alatt levő városrendezési tervekkel összhangban. A változatok közül kettő aluljáró, egy pedig felüljáró segítségével kívánta a 47. sz. utat a pályaudvar területén keresztülvezetni.

Az aluljárós megoldások – bár a városkép szempontjából kedvezőbbek – a talajvíz magas szintje és nagy szulfáttartalma miatt gazdaságtalannak bizonyultak.

Időközben a meglévő felüljáró felülvizsgálata alkalmával megállapították: a vasbeton pályalemez a füstgázok hatására annyira tönkrement, hogy sok helyen az alsó húzott vasalás a korrózió következtében eltűnt. Félő volt, hogy a pályalemez egy nehezebb jármű kereke alatt beszakad. Ezért a felüljáróról a teher- és autóbussz forgalmat le kellett tiltani, ami azt jelentette, hogy a nehezebb járművek csak nagy kerülővel tudtak a városba be-, illetve onnan kijutni. Ezért, továbbá a Budapest és Záhony közötti vasúti fővonal villamosítása miatt született meg az elhatározás az új felüljáró kiviteli terveinek elkészítésére, illetve építésének megkezdésére.

### Úttervezés

Az úttervezés feladata volt a közúti csomópont és a felüljáró műtárgy általános helyszínrajzi és magassági vonalvezetésének meghatározása és ennek alapján az útépitési kiviteli tervek elkészítése.

A csomópont két ütemben épül. A helyszínrajzi elrendezést két kötöttség befolyásolta. Egyrészt szem előtt kellett tartani a városnak azt a kívánságát, hogy az első ütemben az épületszanalás csökkentése érdekében a csomópont belváros felőli része ne terjedjen túl a Teleki utcának a Petőfi tér és Bánk utca közötti páratlan számozású frontvonalán; másrészt az első ütemben 2 forgalmi sávval épülő 47. sz. főutat és annak a vágányok felett, műtárgyon vezetett szakaszát úgy kellett megtervezni, hogy a második ütemben 4 forgalmi sávra bővülő útszakasz átépítése minimális bontási munkával járjon.

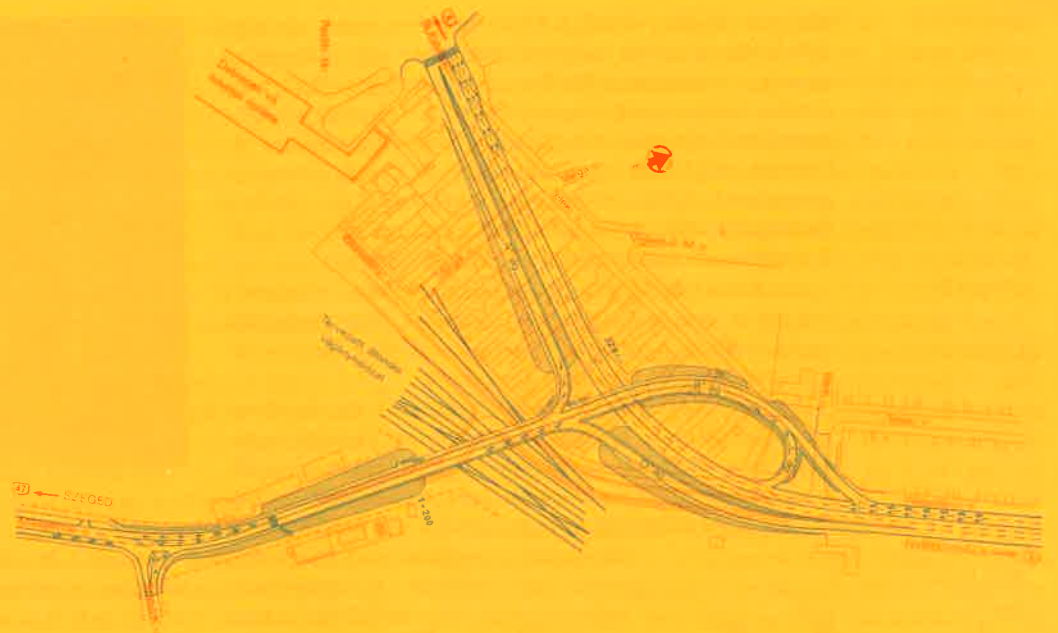
A 4. sz. főút a csomóponton 2x2 forgalmi sávval halad át. A csomópont – egészét tekintve – a trombita-típushoz tartozik.

A második építési ütem a 47. sz. főutat már a véglegesnek számító 2x2 forgalmi sávval vezeti át a csomóponton, és ennek megfelelően a MÁV-vágányok feletti vasbeton műtárgyat négy-sávossá kell bővíteni. A későbbi építési munkák megkönnyítésére a MÁV-állomási vágányzónába eső pillérek vasbeton cölöp-

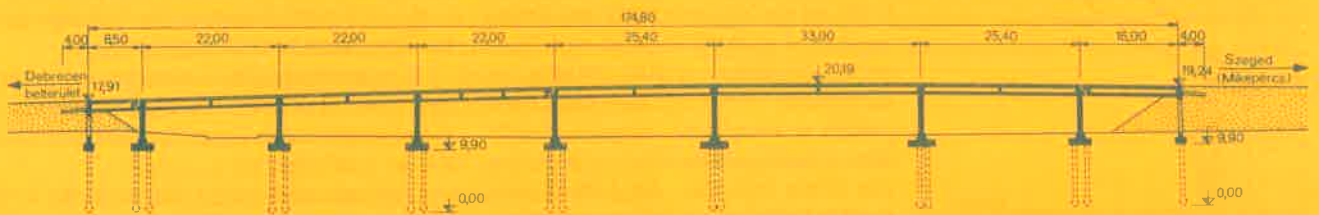
A 4. sz. főút debreceni átkelési szakasza



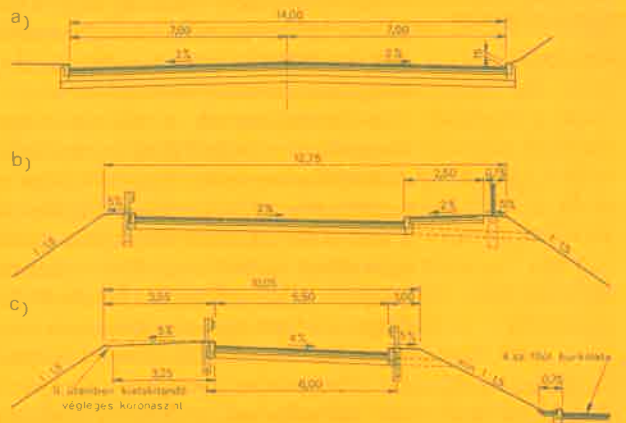
Az I. építési ütem  
helyszínrajza



A felüljáró  
főágának  
hosszmetszete



A II. építési ütem  
helyszínrajza



Jellemző pályakeresztmetszvények

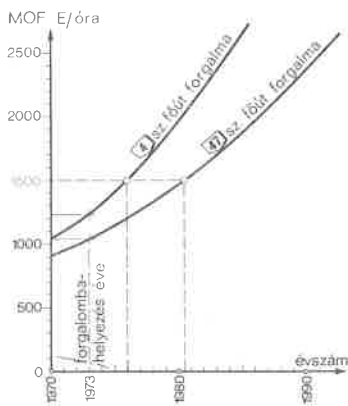
- a) 4. sz. főt 228 + 900 km-szelvényben
- b) 47. sz. főt 1 + 260 km-szelvényben
- c) „D” lejáró ág

alapjait az iker-felüljáróhid részére már az első építési ütem során megépítették. A 47. sz. főút nyomvonala a centrum irányában csatlakozik a városrendezési tervben előirányzott – csak tetemes épületszanálás árán megvalósítható – négysávos keleti tehermentesítő főút nyomvonalaéhoz. A 4. sz. főútnak a csomópont előtti szakasza (a Petőfi tér felé) 2x2, a csomópont utáni szakasza 2x3 forgalmi sávval épül. A csomópont kialakítási formája fél-lóhere.

A második építési ütem általános tervei is elkészültek, és ha nem is építési terv értékűek, mégis alapjául szolgálhatnak a térség városfejlesztésével kapcsolatos szanálási és forgalmi terveknek.

A homokkerti csomóponton átvezetett 4. sz. és 47. sz. főutak közül a 4. sz. főút forgalmának várható nagyságára csak becsléssel következtethetünk, mert a főút jelenlegi nyomvonala nem ezen a városrészben halad át. Első megközelítésben ezért a 4. sz. főút Fürst

Sándor utcai szakaszának forgalmát vettük mérvadónak a homokkerti csomóponton átvezető útszakaszra vonatkozóan is. A forgalom várható fejlődésének számításánál az 1970. évi országos közúti forgalomszámlálás adataiból indultunk ki, amelyekből a várható átlagos napi forgalmi értékeket (ÁNF), illetve a mértékadó óraforgalmi értékeket (MÓF) a vonatkozó forgalomfejlődési viszonyszámokkal való szorzás útján nyertük. Az 1500 E/óra értéket tekintve egy kétnyomú városi út maximális megengedett for-



A 4. és 47. sz. főutak mértékadó óraforgalmának várható alakulása

galmának, a 4. sz. főút már 1976-ban, a 47. sz. főút pedig 1981 körül érkezik el a telítettségi állapothoz.

Ha figyelembe vesszük, hogy a csomóponton a forgalom 1973-ban megindult, kézenfekvő, hogy a 4. sz. főút burkolatát már az első építési ütem során 2x2 forgalmi sávval alakítottuk ki.

A csomópontnak a városcentrum felőli része a Wesselényi utca és Teleki utca közötti sűrűn beépített lakóterületre esett. Az első ütem építési munkáinak megkezdése előtt az érintett épületeket lebontották, de a tervezési mérések idején ez a lakónegyed még teljes egészében érintetlenül állt. A beépítettség miatt nem lehetett a csomóponton áthaladó főutak és különféle forgalmi ágak nyomvonalaik sarokpontjait, valamint egyéb geometriai főpontjait a helyszínen kitűzni. Ezért igen pontos geodéziai alapponthálózat létesítése vált szükségessé, ezen belül pedig az útépítési tervek minden sarokpontját és egyéb kitűzési főpontját országos koordináta-rendszerben is rögzíteni kellett.

A szanálási korlátozások jelentős mértékben hatottak a csomópont forgalmi ágain alkalmazható vízszintes sugarak nagyságának meghatározására.



A gyalogjárda alatti konzol bordás kialakítása

Az „A” és „D” jelű forgalmi ágaknak a felüljáró hidjához csatlakozó ivsugarait nem volt célszerű növelni, mivel a vágányzóna feletti utófesztített hidfelszerkezetnek ez esetben szükségessé váló íves kialakítása jelentős statikai és szerkezeti hátrányokat okozott volna.

A „C” jelű forgalmi ág kis ivsugara a szanálási korlátozások következménye.

A csomóponton átvezetett 4. sz. főút nyomvonala tervezett vízszintes ív sugara 200 m, a 47. sz. főút nyomvonala tervezett legkisebb vízszintes ívsugár 100 m („B” ág).

A 47. sz. főút az 1+221 és az 1+377 km-szelvény közötti szakaszán az állomási vágányhálózat felett átívelő műtárgy és a Szabó Kálmán utca torkolata közötti rövid távolság miatt a tervezett emelkedő 4%-os. Ez utóbbi kényszerű következménye, hogy a vágányzóna feletti domborúlekeresítést mindössze 2000 m-es sugárral lehetett kialakítani, ami csak a megállási látótávolság feltételeit elégíti ki, az előzésit nem.

A további forgalmi ágak közül a 4. sz. főút nyomvonala 2%-os, az „A” jelű ágon 3,05%-os, a „B” ágon 3%-os, a „C” ágon (csak lejtmenet) 4,6%-os és a „D” ágon 2,7%-os maximális esést terveztünk.

A csomóponton áthaladó minden útburkolat kiemelt szegélyek között épül. Az egyes forgalmi ágak közül a 4. sz. főút a Petőfi tér és a „D” jelű ág torkolata között 2x2 forgalmi sávval, 14,00 m széles burkolattal, innen kezdve 2x2 forgalmi és egy gyorsító sávval, összesen 17,25 m széles burkolattal épült. A 47. sz. főúton a „C” jelű ág kiágazása és a Szabó Kálmán utca torkolata között 8,50 m, innen a Monostorpályi útig 10,00 m a burkolat szélessége. A további forgalmi ágak, vagyis az „A”, „C” és „D” jelű ágak teljes hosszukban, valamint a „B” ág a 0+000 és a 0+105 km-szelvény között 1-1 forgalmi sávval, 5,50 m széles burkolattal épült. A töltésen vezetett útsza-

kaszoknak azon az oldalán, ahol gyalogjárda nincs, 1,0 m széles, ahol gyalogjárda halad, 3,25 m széles padka szegélyezi az útburkolatot. Ez utóbbi helyeken a 2,50 m széles aszfaltjárdát a töltésrészsű felőli oldalán függőleges osztású gyalogos acélkorlát határolja. A magas töltésen vezetett szakaszon a gyalogjárda nélküli töltéspadkákon közúti acél vezető-szalagkorlátot terveztünk.

Az útburkolat keresztirányú esése egyenes útszakaszokon 2%-os, íves szakaszokon a túlemelésnek megfelelő mértékű. A gyalogjárdák keresztvezése 2%, a padkáé 5%.

A földmunka részsűt változó, de minimálisan 1:1,5 hajlással alakítottuk ki. A töltésrészsűkön és padkákon a gyepszőnyeg alatti talajkimosások ellen „Extrasol” oldatos talajrögzítést terveztünk. A bevezetés alatt álló új eljárás lényege az, hogy a fűmag és a tőzeges műtrágya Extrasol vízzel elegyített keverékét vízágyúval felhordják a füvesítendő felületre, ahol az Extrasol a felső talajrétegben szivacsos műanyag hálószerkezetet alakít ki. A kikelő fű a műanyag háló nyílásain keresztül tör, ugyanakkor a hálószerkezet a fűmagkeveréket és a tőzegréteget rögzíti, védve azt a talajkimosások ellen. A hálós szerkezetű műanyag gátolja a talajnedvesség elpárolgását, a felületre hulló csapadékvíz azonban átteszt. Később, a fűszőnyeg megerősödése után a műanyag háló fokozatosan elbomlik. A burkolatra jutó felületi vizeket csapadékvízcsatorna-rendszer vezeti el.

A csomópont útburkolatait a KPM 1971. évi „Hajlékony útpályaszerkezetek méretezési utasítása” szerint méreteztük.

Az új sávok burkolata 20 cm vastag, B 100 jelű sovány betonlapra épülő 4–4–4 cm vastag U 35, K 20

és AB 12 hengerelt aszfaltrétegekből áll. Teljes vastagsága 32 cm. A 4. sz. és a 47. sz. főutak hosszszelvényi mély szakaszán a fagyveszély miatt a beton-alap alá 25 cm vastag homokos kavicsvédőréteg épült.

A Wesselényi utca és Mikepércsi út egyes szakaszain a régi burkolatot fel lehetett használni a 4. sz., illetve 47. sz. főutak újburkolatának alapjaként. Ezekben a helyeken a kívánt mértékben hengerelt U 35 és K 20 aszfaltrétegekkel vastagítottuk a régi burkolatot, a kopóréteg pedig itt is 4 cm vastag AB 12 jelű topeka.

A felüljáró műtárgyat és a hozzá csatlakozó forgalmi ágakat vasbeton oszlopra szerelt higanygőz-lámpák világítják meg. A hidszerkezetre – ellentétben az eddigi gyakorlattal – acél kandeláberoszlopok helyett vasbeton kandeláberek kerültek, ami mintegy 30%-os költségmegtakarítást eredményezett. Az újítás lényege az, hogy a folyópályán alkalmazott vasbeton kandeláberoszlopoknál – a fénypontot megfelelő magasságban elhelyezve – a hidszerkezetbe beépített acélhüvelyekbe egy fokozattal (mérettel) kisebb kandeláberek állítottak. Szükség esetén a kandeláberoszlop könnyen cserélhető, a karbantartás is minimális, mivel a vasbeton oszlop korrózióvédelmet nem igényel.

A csomópont útjai mentén kivilágított KRESZ-táblákat és közúti forgalmi jelzéseket helyeztek el. Az útbagazító táblák fényvisszaverő kivitelben készültek.

## Hídépítési tervek

A felüljáró tervezési munkája tulajdonképpen a régi felüljáró bontásának, valamint a gyalogosforgalmat szolgáló ideiglenes felüljárónak a tervezésével kezdődött. Az építkezés idejére a közúti forgalmat kb. 3 km-es kerülővel terelték el, a gyalogosokat azonban ilyen nagy kerülő megtételére nem lehet kényszeríteni. Ideiglenes gyalogosfelüljáró céljára egy ún. Herbert-rendszerű híd a legalkalmasabb, amely amellet, hogy gyorsan össze- és szét szerelhető, megfelel a MÁV igényeinek is. Feltétel volt, hogy az állomás bejárati vágányait egy 32,5 m-es nyílás hidalja át, így a közbeni alátámasztás nem zavarja a tolatást. A 45 m hosszú főtartókat a régi felüljárón szerelték össze és a már előzőleg elkészített jármokra daruval, egy darabban, mintegy másfélórás vágányzár alatt emelték be. A kereszt- és hossz tartókat, valamint a pályaelemeket szintén daru segítségével szerelték fel.

A régi felüljáró felszerkezetének és támfalának bontását a szokásostól eltérő módon, a vasútállomás forgalmát kevésbé zavaróan végezték. A felszerkezetet kb. 25 Mp-os darabokra szellették, ezeket daruval egy darabban emelték le és helyezték platókocsokra. Ezzel a megoldással a bontási időt sikerült lényegesen lecsökkenteni.

Az „A” jelű felhajtó ág alatti lépcső





A megépült felüljáró

Az új felüljáró tervezése során igen sok nehézséggel kellett megküzdeni.

Megkötést jelentett az elágazások kialakítása és a kis ivsugarak; a vágányok felett rendelkezésre álló kis szerkezeti magasság (a középső nyílásban a támaszköz  $1/25$ , a szélsőkben  $1/18$  része); a korrózióveszély miatt szükséges feszítés; az egymást különféle szögben keresztvező, az állomás rekonstrukciójával kapcsolatban később áthelyezendő vágányok között a pillérek elhelyezése és mindezek mellett az esztétikai igények.

Bonyolította a tervezést az a követelmény is, hogy a most megépült felüljáró a későbbiek folyamán négy forgalmi sávra legyen szélesíthető és a főág, amely a debreceni oldalon most jobbra elkanyarodik, a jövőben egyenesen haladva csatlakozzék a keleti tehermentesítő útba.

A felüljáró felszerkezete négy, külső megjelenésében hasonló, de szerkezetében kismértékben eltérő, önálló szakaszból áll. A vágányok feletti  $25,40 + 33,00 + 25,40$  m támaszközű, folytatólagos utófeszített szerkezethez Mikepércs felől egy  $16$  m nyílású, a város felőli oldalon pedig a  $3$  ágat magában foglaló, a főágban  $3 \times 22$  m, a lehajtó ágakban  $22 + 2 \times 16$  m nyílású szerkezet csatlakozik. Végül pedig a főág város felőli végén egy  $8$  m nyílású szerkezet helyezkedik el.

A feszített szerkezethez csatlakozó szakaszok monolit vasbeton szerkezetek, mert a szerkezeti magasság és a nyílások aránya itt lényegesen kedvezőbb, mint a feszített szerkezetnél. Különben is a három ágat magában foglaló szerkezet íves feszítése jelenleg megoldhatatlan feladat és a méretezés a bonyolult geometria miatt csak nagymértékű elhanyagolásokkal hajtható végre.

A város felőli oldalon a  $8$  m nyílású rész önálló kialakítású, mivel ezt a keleti tehermentesítő út elkészülte után – amely egyenes folytatása lesz a főágnak – el kell bontani. A felszerkezetek egymáshoz kapcsolását Gerber-csuklók biztosítják.

A felszerkezet mind a feszített, mind a monolit szakaszokon  $1,35$  m magas egycellás, konzolos szekrénytartó, az egyik oldalon gyalogjárdával, a másikon kiemelt szegéllyel. A gyalogjárda alatti konzol a külső  $1,40$  m széles szakaszon bordás kialakítású, hogy az erőjátékban részt vevő keresztmetszet szimmetrikus legyen. Ez a kiképzés esztétikai szempontból is előnyös.

Mind a felszerkezetnél, mind az alépitményeknél törekedtünk az egyöntetűsége. A talajmechanikai feltárás szerint a teherbíró homokrétteg a terepszint alatt kb.  $9$  m mélységben helyezkedik el. Ezért Franki-cölöpalapozást alkalmaztunk.

Egy-egy cölöpöt maximálisan  $120$  Mp terhelésre vettünk igénybe. Ennek helyességét a próbaterhelés is igazolta. A cölöpöket összefogó fejgerendát igyekeztünk minél magasabbra helyezni, hogy a talajvíz ne zavarja a munkát.

A felszerkezetet alátámasztólátható pillérek  $60$  cm vastag, felülről lefelé keskenyedő vasbeton falak, míg a rejtett hidfők áttört kialakításúak.

A felüljáróhoz szervesen csatlakozik két vasbeton lépcső. A Mikepércsi oldalon levő lépcső funkciója a szokásos. A város felőli oldalon levő azonban – a gyalogosokat az „A” jelű felhajtó ág alatt átvezetve – egy aluljáró szerepét tölti be, elkerülve a szintbeni keresztvezést.

Nem közvetlenül a felüljáróhoz, de a csomóponthoz tartozik még két vasbeton szögtámfal, amely a le-, illetve felhajtó ágak töltését támasztja meg. Itt az épületek közelsége miatt rézsű kialakítása nem volt lehetséges.

A három ág csatlakozása



## Statikai számítás

A vágányok felett a háromnyílású, folytatólagos, közbenső támaszainál ferdén megtámasztott egycellás feszített beton szekrénytartó hazánkban az első ilyen szerkezet.

A számítást az UVATERV S-117 jelű „Ferde csavarómerev többtámaszú hidszerkezetek számítása” című segédlete alapján végeztük.

Törzstartónak célszerű volt olyan többtámaszú tartót választani, amelynek a végein csavarónyomaték felvételére alkalmas megtámasztása van, a közbenső támaszoknál pedig ingával van alátámasztva.

Így a törzstartó központos teherre mint háromnyílású többtámaszú tartó, külpontos teherre pedig mint  $(l_1 + l_2 + l_3)$  támaszközű kéttámaszú tartó működik.

Ez jelen esetben különösen előnyös, mivel az állandó magasságú szekrénytartó gyakorlatilag állandó merevségűnek tekinthető, így központos terhekre a többtámaszú tartó igénybevételi hatásábrái táblázatokból (pl. Anger) rendelkezésre állanak.

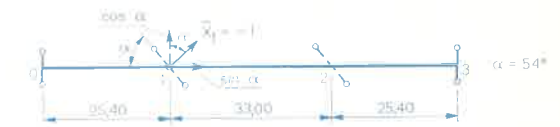
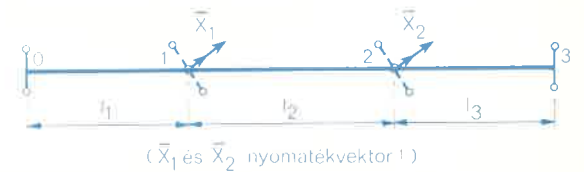
A ferde alátámasztás következtében nemcsak külpontos, hanem központos teher esetén is fellépnek csavarónyomatékok. Ezek nagysága csavarásra merev keresztmetszet esetén nem hanyagolható el. A tartót ezért mint térbeli szerkezetet kell vizsgálni, ahol a ferde alátámasztások térbeli határozatlanságot okoznak. Esetünkben tehát a többtámaszú szerkezet statikai határozatlansági fokát növeli a ferde alátámasztások miatt előálló térbeli határozatlanság, így a tartó statikailag  $2 + 2 = 4$ -szeresen határozatlan.

Statikailag határozatlan mennyiségnek az ingává alakított alátámasztásoknál fellépő nyomatékokat tekintjük.

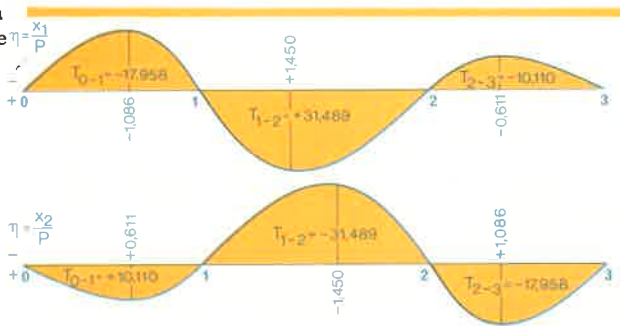
A ferde alátámasztások hatásának pontos figyelembevétele elsősorban a reakciók meghatározásánál fontos. A tompa- és a hegyesszögű sarkokban levő alátámasztásoknál fellépő reakcióknál ugyanis lényeges eltérést találunk a merőleges hidéhoz képest. E kérdés legjobban a reakció-hatásábrák összehasonlításával értékelhető.

A számítás során a terhelést két részre osztottuk: a hidtengelyben mozgó központos teherre és a teher külpontoságának megfelelő csavarónyomatéokra. Az igénybevételek a két részből számított értékek összegzéséből adódtak.

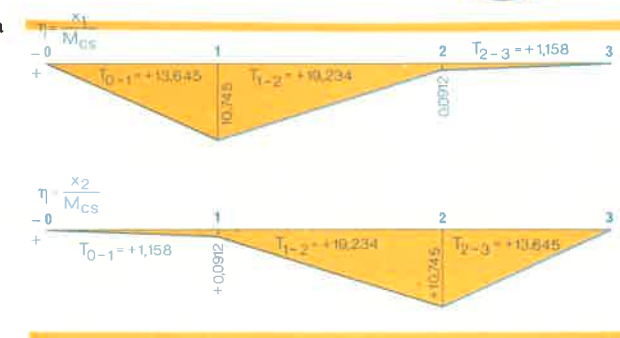
A szerkezet statikai vázlata  
A törzstartó és a keletkező nyomatékok  
A hatásábrák meghatározása  
Kényszernyomatéki hatásábrára



Az  $X_1$  és  $X_2$  hatására központos  $P = 1$  erőre



Az  $X_1$  és  $X_2$  hatására  $M_{cs} = 1$  csavarónyomatékra



A feltételei egyenletek segítségével meghatároztuk az ismeretlen  $X_1$  és  $X_2$  mennyiségek hatásábráit a hid-tengelyben mozgó  $P = 1$  erőre és  $M_{cs} = 1$  csavarónyomatékra. Ezek ismeretében már bármely keresztmetszet igénybevételi hatásábrája és ezek leterhelésével az igénybevételek is meghatározhatók.

A feszítőkábelek végleges vonalvezetését ismételt próbálkozásokkal alakítottuk ki.

A feszítés hatására fellépő alakváltozások statikailag határozatlan szerkezetnél nem tudnak szabadon kialakulni, így kényszernyomatékok jelentkeznek. E kényszernyomatékokat a számítás során célszerű a feszítőerőnek a keresztmetszet súlypontjára vett nyomtatékától elkülönítve kezelni.

A többszöri átszámítás során a kényszernyomatékok meghatározásához legcélszerűbb ezek hatásábráit előállítani. E hatásábrák számításához a feszítési állapotot statikailag egyenértékű külső terheléssel kell helyettesíteni.

A kényszernyomatéki hatásábrákat először a statikailag határozatlan törzstartón, majd a ferde alátámasztású többtámaszú tartón számítottuk erő módszerrel. Mivel a hatásábrák mindkét esetben nyílásonként egyenes szakaszokból állanak, elegendő volt a hatásábrák támaszok feletti ordinátáit meghatározni.

Az  $X_2$  hatásábrát az  $X_1$  hatásábrának  $180^\circ$ -kal való elfordításával kapjuk. E hatásábrák ismeretében a feszítőkábelek okozta igénybevételek meghatározhatók.

#### Irodalom

Hoelend: Der Kraftverlauf in schiefen Hohlkästen. Der Stahlbau, 1960. Naruse: Ein Beitrag zur Berechnung schiefwinkliger und torsionsteifer Durchlaufträger. Der Stahlbau, 1961. Yüksel — Baser: Einflußlinien der Zwängungsmomente. Beton- und Stahlbetonbau, 1963.