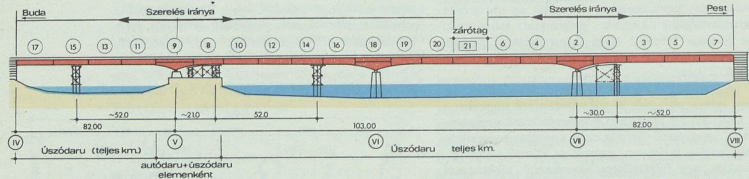


3. ábra. A merevségi függvény reciprok-lineáris közelítése

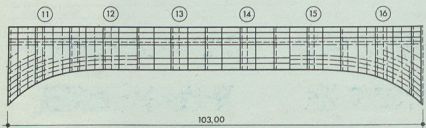
a híd összes keretmetszetében előállítja a hatásbrákat, a hasznos terhet nyomatékra, valamint nyíróerőre mértékadóan elhelyezi és automatikusan kiszámítja a mértékadó és egyidejű igénybevételeket. Ezután a megadott súlyokkal mértékadó igénybevétel-kombinációkat képez a különböző terhelésekből a szerkezet szilárdsági ellenőrzéséhez, valamint a gerinclemez horpadásvizsgálatához.



4. ábra. A négynyílású híd szerelése

A program eredeti változata 4 byte-os szóhosszúságú szimplapontos aritmetikával működött. A használat során azonban, különösen sűrű, erősen váltakozó felosztás (a szomszédos rudak hosszaránya 1:5 körüli), valamint az erős, ugrásszerű merevségváltozás esetén nem megfelelő numerikus pontatlanságok jelentkeztek. A vizsgálatok során kiderült, hogy ennek oka a nem megfelelő számábrázolás és a kerekítési hibák halmozódása. Ismeretes, hogy a végelem-módszernél a környezetéhez képest igen kis méretű vagy igen nagy merevségű elem miatt az egyenletrendszer gyengén

5. ábra. A gerinclemez-merevítések hálózata



meghatározóttá válik. Ezt a hatást, amennyiben a méret- és merevségábrányok megtartása szerkezeti vagy egyéb okok miatt szükséges, célszerűen a számábrázolás pontosságának növelésével lehet megszüntetni. A program új változata már a 8 byte szóhosszúságú, duplapontos aritmetikával működik, így a korábban tapasztalt pontatlanságok megszűntek, és a program a gyakorlatban előforduló összes esetben  $10^{-5}$ -nél kisebb relatív hibával működik,  $10^5$  merevségi ugrás esetén az eredmények 5 tizedesre pontosak. Az Árpád-híd statikai vizsgálatához ezt a programváltozatot használtuk fel.

Mivel az Árpád-híd ortotrop pályalemez, kétfőtartós keretmetszeteinek St. Venant-féle csavarási merevsége elhanyagolható, az egyes főtartókat független síkbeli tartónak tekintettük és közöttük kéttámaszú kereszteloszlást tételeztünk fel, így a sakkátblaszertelhelést nem vizsgáltuk.

A többnyílású folytonos hidakat szabadszereléssel építik, a pillérről kiindulva kétirányban, konzolosan, vagy a szélső nyílást állványon megépítve a pillérről már szabadszereléssel haladnak tovább (4. ábra). A minden egyes hídszakasz konzolos szerelési állapotához

tartozó alakváltozást és az építési állapotokban mértékadó igénybevételeket pontosan számítani kell. E számításokat ugyancsak a gerendaprogram segítségével készítettük el. A gépi számítás eredményei szolgálták alapul a főtartók gyártási alakjának, továbbá a nyílásközépen végrehajtott zárásnál a terv szerinti végleges alak meghatározásához.

Az új acélszerkezet vizsgálatának jelentős részét képezte a gerinclemez és merevítéseinek stabilitásvizsgálata a végleges és ideiglenes alátámasztások szakaszain. A gerinclemezt és az alsó övet 8,50 méterenként rácsos keresztűtések támasztják meg. A gerinclemez a belső oldalon futó kétirányú merevítések mezőkre osztják, amelyeknek horpadásvizsgálatát az erre a célra készített programmal végeztük el (5. ábra).

A program elvégzi a teljes értékű függőleges merevítésnek tekintett rácsos keresztűtések közötti egész mező, valamint a vízszintes merevítések közötti részmezők horpadásvizsgálatát tiszta hajlítás, nyírás és összetett igénybevétel esetén. Meghatározza mind az egész, mind a részmezők biztonságát a főerők, majd az összes erők figyelembevételével, és táblázatosan

kírja az előírt biztonságokkal együtt. Így a nem megfelelő mezők könnyen kiszűrhetők és merevítéssel vagy a lemez vastagításával korrigálhatók.

A gépi számítás alkalmazásának másik nagy területe a margitszigeti műtárgy pályaszerkezetének vizsgálata volt.

A régi tervek ismeretében a statikai vizsgálatok azt mutatták, hogy a meglévő vasbeton pályaszerkezet új vasbeton lemezzel erősítve nagyrészen megtartható. Az új vasbeton pályalemez többszörös szerepet tölt be:

- a nem megfelelő teherbírást régi pályalemez helyett az erősített szerkezet pályalemezét alkotja;
- a főtartórendszeren jobb teherelosztást ad, ezáltal az egyes főtartókra jutó terhelést csökkenti;
- a főtartó felső övének erősítésével növeli a főtartók teherbírást.

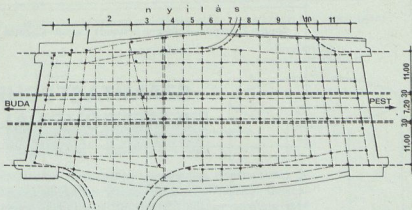
Az együttműködő szerkezet statikai vizsgálatát gépi program segítségével végeztük. A program tetszőleges alakú és merevségű ortotrop lemezszerkezet igénybevételeinek és alakváltozásainak meghatározására szolgál és differencia-módszer alapján működik.

A számításához fel kell venni egy állandó osztástávolságú, derékszögű hálózati rendszert, a hálózati pontokban meg kell adni a szerkezet merevségi jellemzőit. Ezek alapján a program adott terhelésre kiszámítja és kírja valamennyi hálózati pontban a hajlásokat, a hossz-, keresztirányú és csavarónyomatékokat, valamint a nyíróerőket és az alátámasztási pontokban a reakcióerőket.

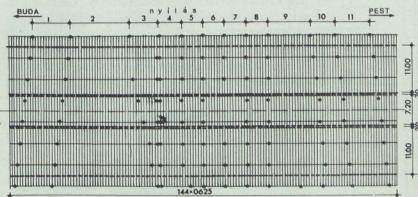
Mivel a program szerint megtámasztás csak hálózati pontban lehet, és a szerkezet támaszai alaprajzban különböző ferdeségű egyenesek, a derékszögű hálózati híd tengelyre merőleges keresztirányú vonalra tartozó osztástávolságot viszonylag kis értékre (5,00/8 = 0,625 m-re) választottuk. A hosszirányú vonalak helyzetét meghatározó osztástávolságot a főtartók átlagos távolságának megfelelően  $24,62/5 = 4,924$  m-re vettük fel (6. és 7. ábra).

A pontossági követelmények és a gépidők ésszerű határokon belül tartása nem tették lehetővé, hogy egyetlen, a hid teljes felületét beborító hálózati rendszerrel dolgozzunk, ezért három egymást átfedő hálózati rendszert választottunk: a nyugati rész a VIII. jelű pillértől a régi hid középső pályamegkötéséig terjed, tartalmazza az 1–3. jelű nyílásokat; a keleti rész a régi hid középső pályamegkötésétől a IX. jelű pillérig terjed, tartalmazza a 4–11. jelű nyílásokat; a középső rész a régi hid középső pályamegkötését fogja közre (dilatáció nélkül, folyamatosan átvezetett új vasbeton pályalemezzel), és a 2–8. jelű nyílásokat tartalmazza.

A szerkezet igénybevételeinek számítása két lépésben történik: először az alapterhelésekből származó igénybevételeket számítjuk, ezt követi az egyes alapterhelések szuperponálása a mértékadó igénybevételek meghatározásához. Alapterhelési esetek voltak: az állandó teher, a 80 Mp-os járműteher megadott helyzetekben, a megoszló teher a közúti pálya egyes nyílásaiban, a villamosvasúti járműterhek, a megoszló teher a villamosvasúti pálya egyes nyílásaiban.



6. ábra. A régi szerkezet tartórendszerének vázlata



7. ábra. A gépi számításához választott hálózati rendszer

A tartórendszer igénybevételei a szerkezet tényleges merevségi viszonyainak figyelembevételével határoztuk meg. A főtartó merevségét az új, erősített szelvényvel számoltuk, a keresztirányú merevségek meghatározásánál is a keresztartókból és az új vasbeton lemezből álló tartórendszert vettük alapul, kivéve a villamosvasúti sávot, ahol a régi szerkezetben végigfutó két hosszcsukló hatását úgy modelleztük, hogy csak a lemez merevségét vettük figyelembe, a keresztartókat pedig elhanyagoltuk.

A pályalemezprogramba csak egy rugalmassági modult lehet betáplálni. A vizsgálatok szerint a régi szerkezet szilárdsága B–280 és B–400 között van, az utóbbihoz közelebb, ezért a lemezt egységesen B–400 szilárdságúnak vettük.

Tekintettel arra, hogy az egyes főtartók nyílásmérete – és ezzel az alátámasztások alaprajzi elrendezése – a hid szélességi méretein belül változó, a mértékadó járműhelyzetek és terhelési esetek számításához sok változatot kellett végigvizsgálni. A járműteherből származó mértékadó igénybevétel meghatározásához a 11,00 m széles kocsi pályákon három-három, összesen hat sávot jelöltünk ki a jármű mozgására (8. ábra): kettő-kettő a gyalogjárda, illetve a villamospálya kiemelt szegélye mellett, egyet-egyet pedig a kocsi pálya közepén. A járműsört helyettesítő megoszló terhet nyílásonként adtuk meg. A mértékadó igénybevételek megállapításához minden nyílásban egyidejűleg terheljük az északi és a déli kocsi pályát a folytatlagos többszörös tartók terhelési szabályai szerint. Sakktábla szerinti terhelést nem vizsgáltunk.