

Szent-Iványi Ferenc

## REPÜLŐTÉRI BURKOLATOK MÉRETEZÉSE SZÁMÍTÓGÉPPEL

A repülőtéri betonburkolatokat, a közútitól eltérően csaknem minden esetben elméleti méretezés alapján tervezik. A méretezés során vizsgálják azokat az eseteket, amikor a repülőgép futóműve a tábla közepén, szélén, illetve sarkán helyezkedik el. A mértékadó igénybevétel számításához rendszerint a hőmérsékleti feszültségeket is figyelembe veszik. A betonburkolatok mértékadó igénybevétele a lemezhajlításból származó húzó-feszültségek-ből adódik.

Az ismétlődő terhelések fárasztó hatást gyakorolnak a repülőtéri burkolatra, amelynek várható élettartama és a burkolat állagának megóvásához szükséges biztonsági tényező a forgalom összetételétől és nagyságától függő elméleti és gyakorlati összefüggésekkel (PCA, FAA, Murdock-Kesler) határozható meg.

A gyakorlati tapasztalatok azt bizonyítják, hogy nem a burkolat fátadásától, hanem a burkolat felületének állapotától függ elsősorban a tényleges előregedés. A felületi hibák – a terheléstől függetlenül is – annyira leronthatják a burkolat állapotát, hogy az (még abban az esetben is, ha teherbírása nem csökkent), felújításra szorulhat.

A repülőgép-terhelésből származó burkolat igénybevételek meghatározásához a PCA (Portland Cement Association) munkatársai készítettek számítógépes programot, amelyet az UVATERV számítógépére átdolgoztunk.

A program a rugalmaslemez-elmélet lemezközép-teherállásával számol, és a hagyományos nyomaték számolási módszerekhez hasonlóan, de általánosabb alakban keresi a legnagyobb hajlítónyomatékok helyét, nagyságát, irányát. Az alkalmazott képlet

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} RE \left[ (1+\mu) \cdot \Delta\Theta \cdot \frac{p}{l} \cdot \sqrt{i} \cdot H_1^1 \left( \frac{\sqrt{i} \cdot p}{l} \right) + (1-\mu) \cdot \right. \\ \left. \cdot 2 \cdot \sin \Delta\Theta \cdot \cos 2\Theta \cdot \left\{ \frac{p}{2 \cdot l} \cdot \sqrt{i} \cdot H_1^1 \left( \frac{\sqrt{i} \cdot p}{l} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + H_0^1 \left( \frac{\sqrt{i} \cdot p}{l} \right) - 0,5 \right\} \right]$$

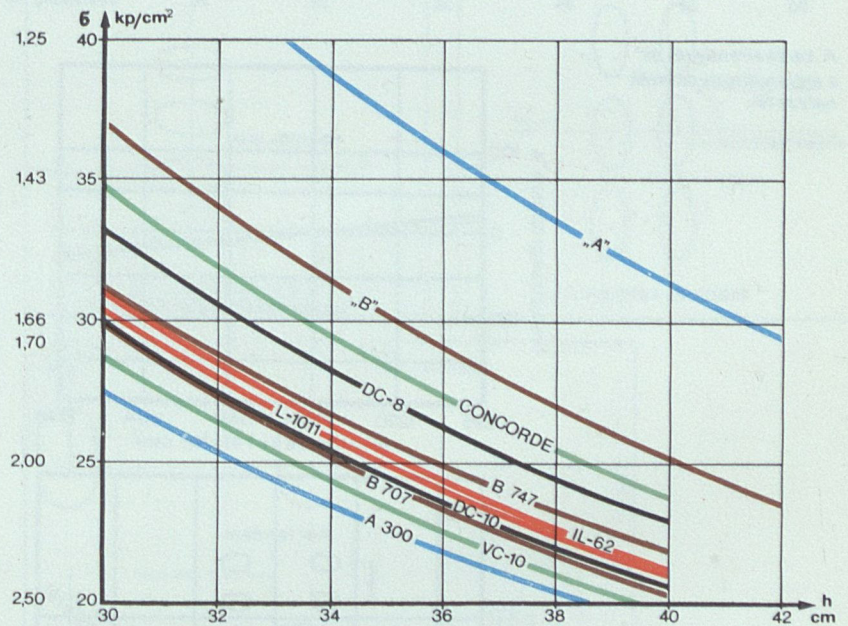
ahol:

- $M$ ; az origóban az alapvonal irányában a  $\Theta$ ,  $\Theta + \Delta\Theta$  és  $p$  szakaszok által határolt szektor területén egyenletesen megosztott terhelésből ( $q$ ) származó nyomaték
- $q$  megosztott terhelés
- $l$  a betonlemez merevségi sugara
- $\mu$  Poisson szám
- $H_0^1$ ,  $H_1^1$  a Hankel-függvény értékei
- $RE$  a zárójelben levő függvény valós értéke.

A program meghatározza – a futómű helyzetének változtatásával – a maximális hajlítónyomatékokat és kiszámolja a keletkező feszültséget.

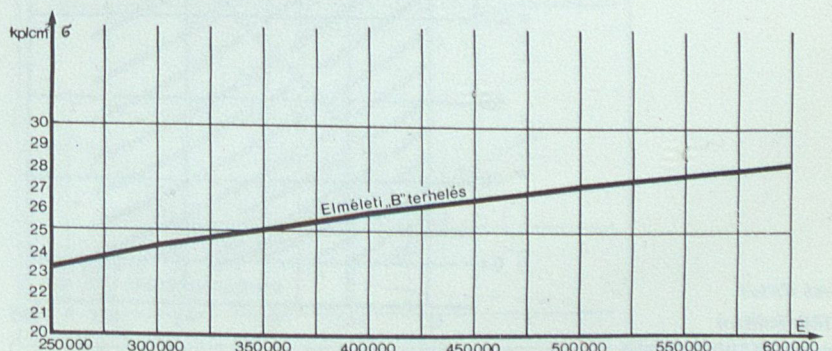
A háromszoros merevségi hosszön túl elhelyezkedő kerekek hatása elhanyagolható, ezért a program ezeket nem veszi figyelembe a nyomaték számolásakor.

Az eredménylapon a felsorolt értékeken túl a repülőgépek osztályozási száma (LCN) is megtalálható. Az LCN olyan mutató, amellyel kifejezhető a burkolatok teherbírása és a repülőgép futóműve által okozott terhelés. Az LCN-értéket a burkolaton végzett tárcsás méréssel állapítják meg. A repülőgépek LCN-értékét a számítógépes program alkalmazásával tudjuk számolni. A repülőtéren azok a repülőgépek üzemelhetnek, amelyek LCN-

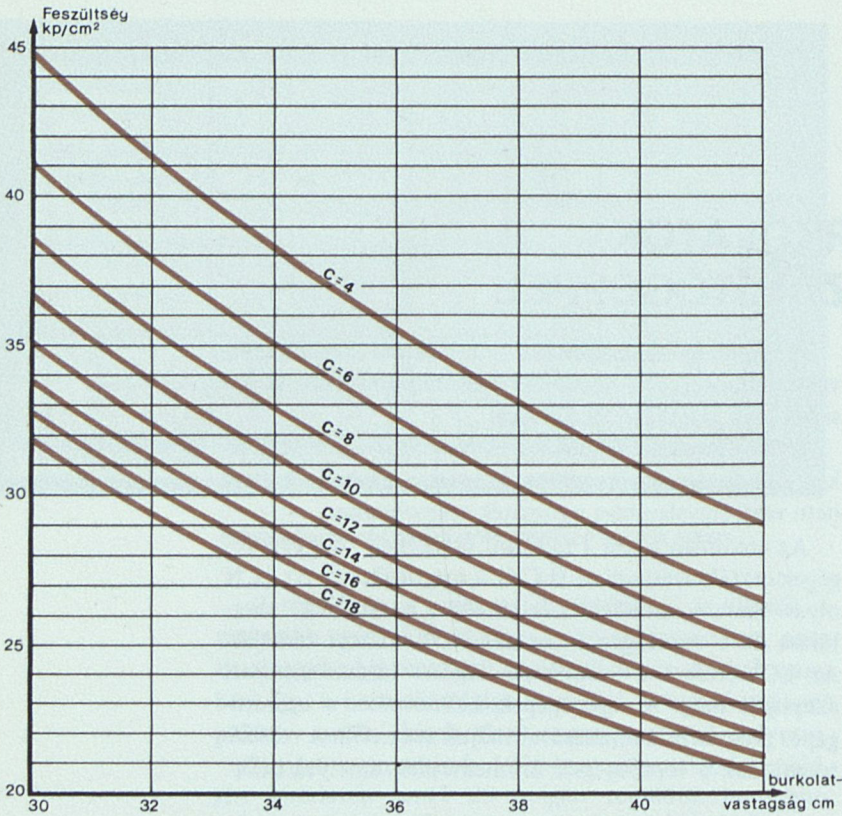


A burkolatvastagság és a feszültség összefüggése

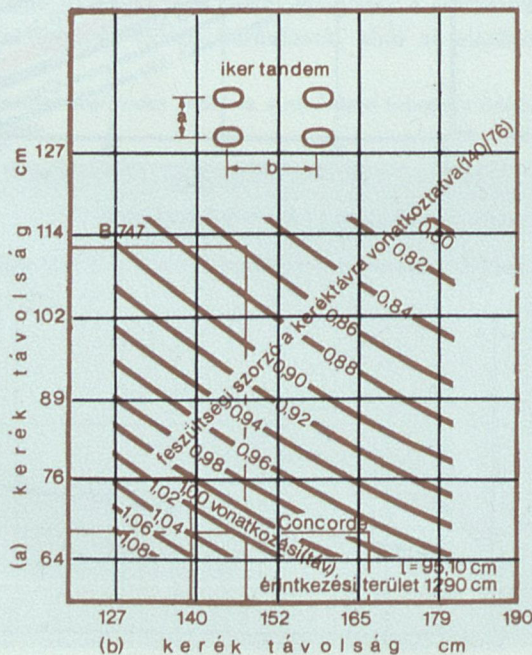
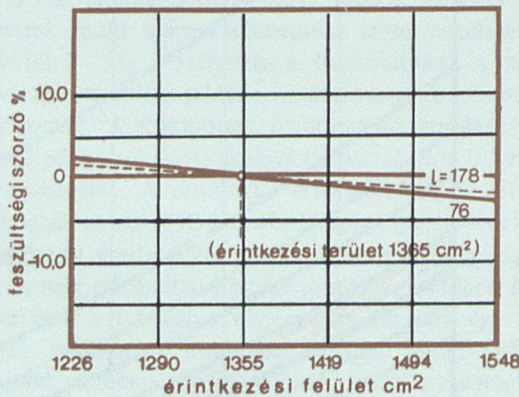
A burkolatvastagság és a rugalmassági modulus összefüggése







A kerékrendezés és a maximális nyomaték helyzete



Iker tandem nyomatéki hatásábrája

értéke kisebb a burkolat LCN-értékénél. A többi típus vagy csak csökkentett súllyal, vagy a repülőtéri hatóságok külön engedélyével és csökkentett számban üzemeltethető. Ilyen esetekben fokozottabb fenntartási feladatokkal kell számolni.

### Számítógépes módszerrel végzett vizsgálatok eredményei

A következő repülőgéptípusokkal készítettünk futtatásokat:

Géptípus	Legnagyobb felszállási súly (kg)	Futóműterhelés	Abronsnyomás (kg/cm <sup>2</sup> )	Keréktávolság (cm)	
				b	a
Elméleti A*	226 796	104 326	19,34	140	76
Elméleti B*	181 600	83 536	15,47	140	76
A 300 B4	150 900	66 773	12,90	140	93
Boeing 707	152 500	71 280	12,68	142	88
Boeing 747	353 200	82 450	13,01	147	112
Concorde	180 289	82 933	13,01	167	68
DC-8	162 389	78 051	13,70	140	81
DC-10	253 109	88 355	12,65	163	137
IL-62	161 570	72 706	16,80	165	80
L-1011	195 000	92 432	12,60	178	132
VC-10	152 000	72 334	10,30	155	86

\*Az elméleti A és B a kanadai gyakorlatban használt elképzelt típus, amelyek a valóságosnál kedvezőtlenebb tényezők miatt a burkolatméretezés biztonságát növelik.

A felsorolt géptípusok adataihoz a burkolatvastagságot 30–40 cm között 2 cm-enként változtatva, az altalaj ágyazási együtthatóját 10 kg/cm<sup>3</sup>, a beton rugalmassági modulusát 355 000 kg/cm<sup>2</sup> értékekben vettük fel.

A hajlító-húzó feszültségeket grafikusán is feldolgozhatjuk. A méretezéshez ismerni kell a burkolatjellemzőket (ágyazási tényezőt, a beton rugalmassági modulusát). A beton rugalmassági modulusát rendszerint 350–380 ezer kg/cm<sup>2</sup> értékben veszik fel, ettől azonban – tapasztalataink szerint – az „E” modulus laboratóriumi körülmények között mért értékei jelentős mértékben eltérhetnek. A rugalmassági modulus méretezésnél várható hatását ezért számításokkal vizsgáltuk meg.

Az elméleti „B” terhelés adatainak felhasználásával grafikon szerkeszthető. A görbesorozat a burkolatvastagság, az ágyazási tényező és a feszültség összefüggését mutatja. Az ágyazási együtthatót meghatározva a feszültség függvényében, a grafikonról leolvashatjuk a szükséges burkolatvastagságot.

A program segítségével minden repülőgéptípus bármely terhelésénél felrajzolható a görbesorozat és meghatározható a burkolatvastagság.

A futómű egy kerékre eső terhelése és az abroncsnyomás hányadosa adja az érintkezési felületet, a kerék-



lenyomatot. A két adat változtatásával az érintkezési felületet módosítani lehet. A terhelést állandónak véve az érintkezési felület változtatásával elérhetjük a feszültség csökkenését, illetve növekedését. Például a Boeing 747, a DC-10 és az L-1011 típusú repülőgépek nagy felszállósúlyuk (futóműterhelésük) ellenére kisebb feszültséget okoznak a betonban, mint az IL-62, a DC-8 és a Concorde típusok. A magyarázatot a kerék-elrendezésben és az abroncsnyomásban (érintkezési felületben) kell keresni. Az egymástól nagyobb távolságokra levő és kisebb abroncsnyomású kerekekkel rendelkező futómű kisebb feszültséget okoz, mint a kis keréktávolságú és nagy abroncsnyomású futómű.

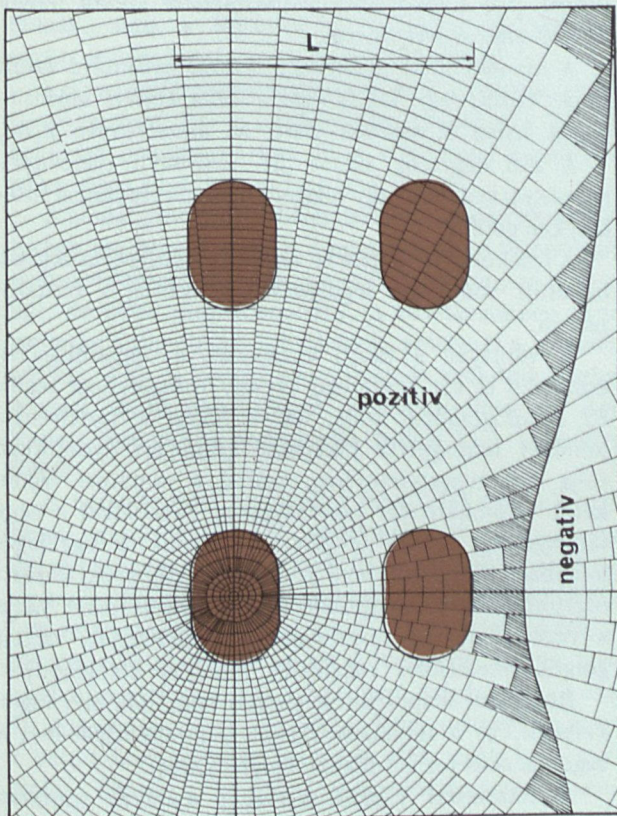
A számítógépes program alkalmas tetszőleges kerék-elrendezésű járművek által okozott hajlító-húzó feszültség meghatározására is. A méretezést nagy raksúlyú tehergépkocsik számára épített ipari utakra is elvégeztük.

### Irodalom

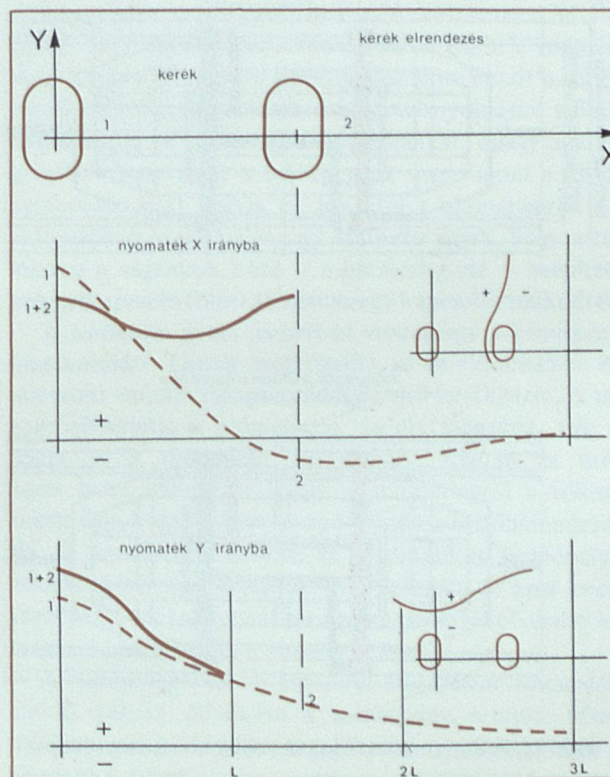
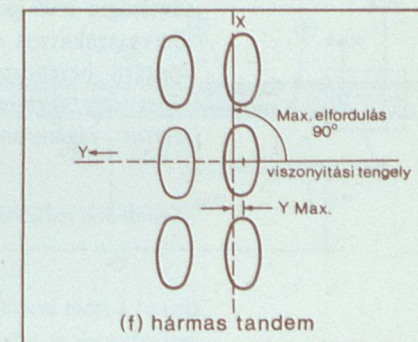
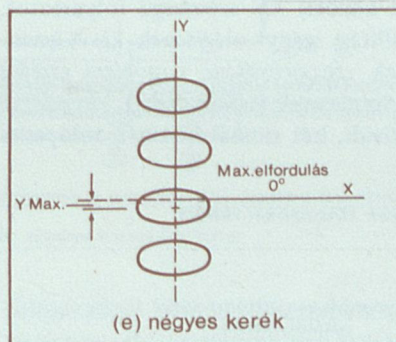
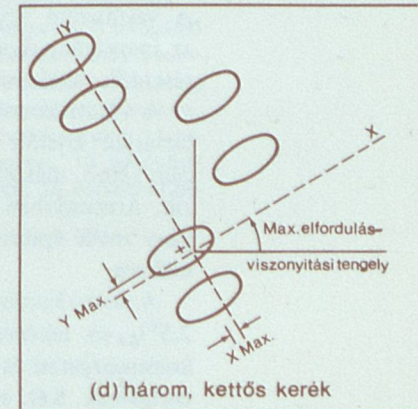
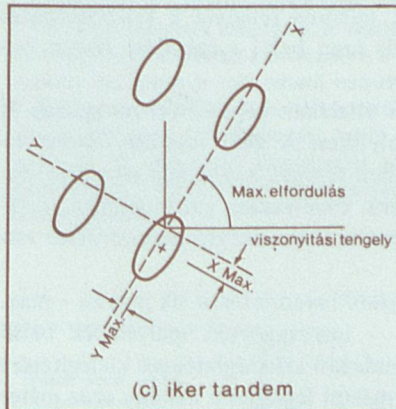
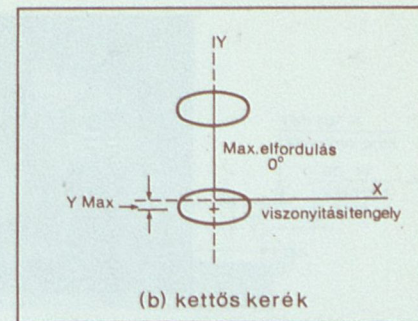
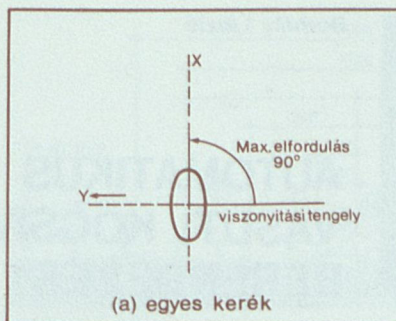
1. PCA Computer Program For Airport Pavement Design, 1967. Illinois
2. ICAO Aeroport Manuel Part II. Pavement: 1977. Montreal
3. SZN 120-70 „Repülőtéri burkolatok méretezési utasítása” 1970. Moszkva

A kerék-elrendezés és a feszültség összefüggése ►

M NYOMATEK MEGHATÁROZÁSA RÖGZÍTETT KERÉK-ÁLLÁS ESETÉN ~ASCE



Poisson szám=0,15



Kettős kerék  
X, Y irányú  
nyomateki hatásábrája