



Hajlékony és félmerev pályaszerkezetek méretezése Ausztráliában

Pethő László, Szentpéteri Ibolya¹

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Út és Vasútépítési Tanszék

E-mail: szentpeteri.ibolya@epito.bme.hu

KIVONAT

Az ausztrál és az új-zélandi közlekedési szervezetek, hatóságok közösen összefogva alkották meg a jelenlegi pályaszerkezet méretezési módszerüket. A mechanikai alapokra visszavezethető eljárás helyszíni és laboratóriumi mérési eredmények felhasználásával egyedi mechanikai alapú pályaszerkezet méretezést tesz lehetővé. A méretezéshez elengedhetetlen az igénybevételek számítása, amit egy felhasználóbarát szoftver segítségével könnyedén el lehet végezni. Cikkünk az ausztrál hajlékony és félmerev pályaszerkezet méretezési eljárás fontosabb lépéseit mutatja be.

Kulcsszavak: CIRCLY, hajlékony pályaszerkezet méretezés, weigh-in-motion

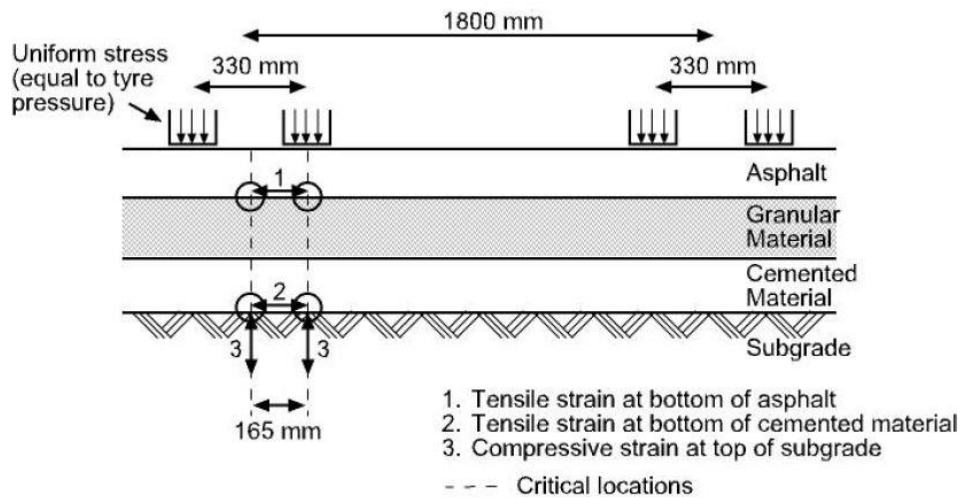
1. BEVEZETÉS

Az Austroads az ausztráliai közúti közlekedési és forgalmi hatóságok, szervek szövetsége, melynek célja, hogy Ausztrália és Új-Zéland közlekedésének, valamint közlekedési létesítményeinek fejlesztése, miközben szem előtt tartják az úthálózat biztonságos és hatékony kezelésének, használatának támogatását, a nemzeti tervezési és méretezési eljárások kidolgozásnak elősegítését, továbbá szakmai tanáccsal látják el a tagszervezeteket (jelenleg 11 tagja van). Az Austroads, a tagok egyetértésével, teszi közzé az úthálózat tervezésére, fenntartására és üzemeltetésére vonatkozó előírásokat, útmutatókat, illetve feladatai közé tartozik az előírások és kutatási eredmények ismertetése és széles körű elterjesztése. A most bemutatásra kerülő hajlékony és félmerev pályaszerkezetek méretezésére vonatkozó útmutatót utoljára 2012-ben frissítették és publikálták (Austroads, 2012).

Az ausztrálok a pályaszerkezet méretezési módszerüket úgy alkották meg, hogy a feltételezett forgalmi terhelésnek megfelelő szolgáltatási szintet biztosítsák a leggazdaságosabb pályaszerkezet vastagság kiválasztása mellett. Mechanikai méretezést végeznek, azonban vékony aszfalt réteggel ellátott és kötőanyag nélküli szemcsés alaprétegű pályaszerkezetek esetén az empirikus méretezést is megengedik. A méretezés első lépéseként összegyűjtik a bemeneti paramétereket, majd kiválasztanak egy próba pályaszerkezetet (a felhasználni kívánt anyagokat és a rétegvastagságokat). Az említettek ismeretében meghatározzák a megengedhető forgalom nagyságát az adott pályaszerkezethez és ha ez nagyobb, mint a tervezési forgalom, akkor a próba pályaszerkezetet véglegesítik. A méretezéshez a következő bemeneti adatok szükségesek:

- megbízhatósági szint,
- környezeti terhelés,
- altalaj jellemzői,
- pályaszerkezeti rétegek anyagjellemzői,
- méretezési forgalom,
- építés, fenntartás, felújítás ütemezése.

A méretezésnél használt pályaszerkezeti modell vázlatát az alábbi ábra mutatja. Az kritikus igénybevételeket az aszfaltréteg alján, a hidraulikus alapréteg alján, valamint az altalaj felső szálában számítják.



1. ábra: Pályaszerkezeti modell, (Austroads, 2012)

2. MEGBÍZHATÓSÁGI SZINT

Minden projekthez egy megbízhatósági szintet rendelnek, ami az útkategória és forgalmi terhelés függvényében változik. A megbízhatósági szint egy olyan valószínűség, amelynél a pályaszerkezet a tervezési forgalmat a tervezett élettartamán belül jelentősebb beavatkozás nélkül elviseli. A definiált megbízhatósági szintek:

- 95,0 – 97,5 %: autópálya; gyorsforgalmi út, ahol az ÁNF > 2000 / forgalmi sáv
- 85,0 – 95,0 %: gyorsforgalmi út, ahol az ÁNF < 2000 / forgalmi sáv; főút, ahol az ÁNF > 500
- 80,0 – 85,0 %: egyéb út, ahol az ÁNF < 500.

3. PÁLYASZERKEZETI RÉTEGEK ANYAGJELLEMZŐI

A pályaszerkezet anyagtulajdonságairól azt feltételezik, hogy homogének, rugalmasan viselkednek és izotrópok, kivételt képeznek a szemcsés anyagok és a földmű.

3.1. ALTALAJ

Ausztráliában a földmű anyagok jellemzésére általában a California Bearing Ratio (CBR) eljárást használják, ezért CBR érték és a talajok, kötőanyag nélküli szemcsés rétegek modulusa közötti kapcsolat fontos részét képezi a mechanikai méretezési eljárásnak. (Austroads 2012). Az ausztrál méretezési eljárás szerint a talaj modulusa és a CBR érték közötti összefüggés:

$$E = 10 \cdot CBR \quad (1)$$

ahol,

E - réteg modulusa, MPa

CBR - mért vagy számított CBR érték, %

Ezt az összefüggést több ok miatt ajánlják:

- széles körben ismert összefüggés,

- egyszerű forma,
- többféle talajtípusnál is jól alkalmazható.

A méretezési útmutató az altalajok esetében maximalizálja az altalaj modulusát, $E \leq 150$ MPa.

3.2. CEMENTTEL KEZELT RÉTEGEK TULAJDONSÁGAI

A cementtel kezelt rétegek funkciójuk szerint lehetnek alaprétegek, vagy alsó alaprétegek, melyeket a táblázatban található értékekkel lehet figyelembe venni a méretezésnél.

1. táblázat: Alaprétegek tulajdonságai

Tulajdonság	Soványbeton	Alapréteg (4-5 %-os cementtartalom)	Cementtel kezelt alsó alapréteg (zúzottkő, cementtartalom: 2-4%)	Cementtel kezelt alsó alapréteg (kavics, cementtartalom: 4-5%)
Rugalmissági modulus, MPa, jellemző érték	5000-15000 10000	3000-8000 5000	2000-5000 3500	1500-3000 2000
Poisson-tényező, jellemző érték	0,1-0,3 0,2	0,1-0,3 0,2	0,1-0,3 0,2	0,1-0,3 0,2

3.3. ASZFALTRÉTEGEK TULAJDONSÁGAI

Az aszfaltrétegek méretezési modulusait (MPa) szintén táblázatban foglalták össze, azonban a földrajzi elhelyezkedés (hőmérséklet), a forgalomsebessége, a bitumentartalom és modifikált bitumen alkalmazása esetén ezek az értékek módosulhatnak. A modulusok jellemző értékei ki vannak emelve. Megjegyezzük, hogy Ausztráliában a bitumeneket a 60°C hőmérsékleten mért viszkozitás alapján jellemzik, például a C170 bitumen viszkozitása 140 és 200 Pa.s érték között kell hogy legyen. Ezeket a bitumeneket közvetlenül nem lehet megfeleltetni az európai bitumeneknek, melyeket a penetráció és lágyulás pont alapján szabályoznak.

2. táblázat: Aszfaltrétegek tulajdonságai

Maximum szemnagyság, mm	C170 bitumen	C320 bitumen	C600 bitumen	A10E (PmB)
10	2000-6000 3500	3000-6000 4500	3000-6000 6000	1500-4000 2200
14	2500-4000 3700	2000-7000 5000	4000-9000 6500	2000-4500 2500
20	2000-4500 4000	3000-7500 5500	4000-9500 7000	3000-7000 3000

4. ÉVSZAKI ÉS KÖRNYEZETI HATÁSOK

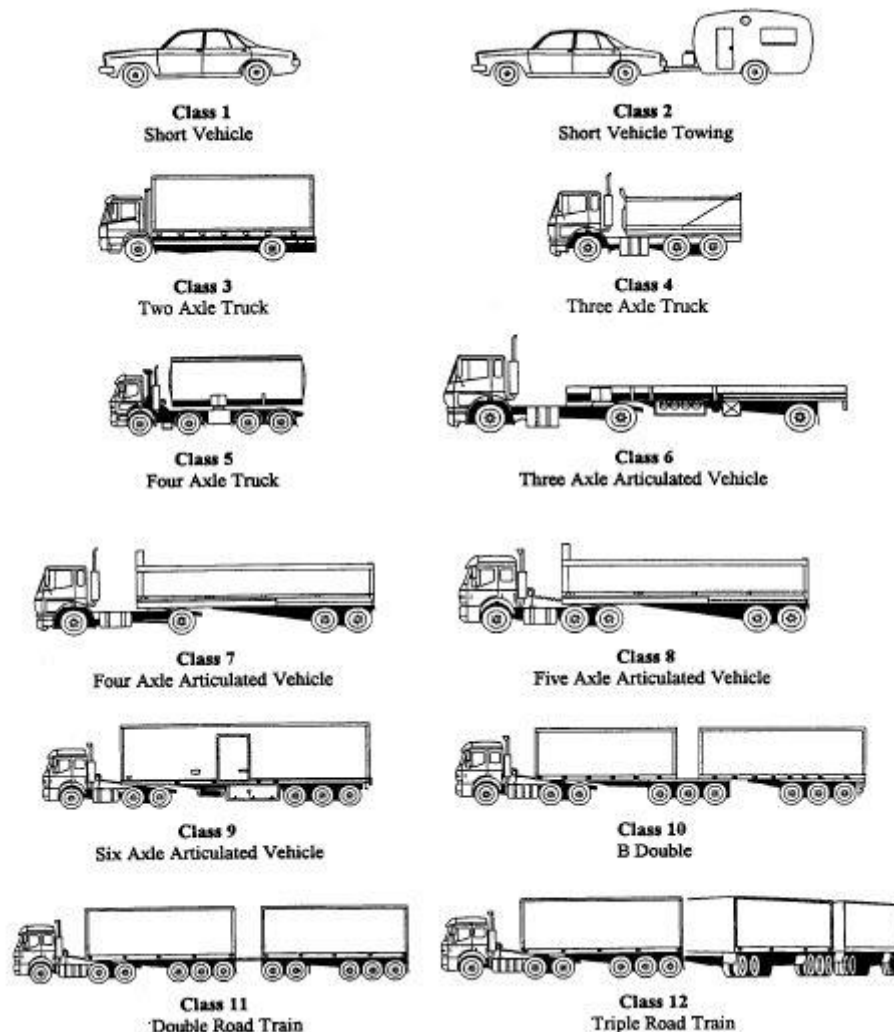
Ausztráliában a környezeti hatások közül a nedvességnek és hőmérsékletnek van legjelentősebb hatása a pályaszerkezetre. A méretezési eljárás nem foglalkozik a fagyási-olvadási ciklusokkal, mert ezen jelenség Ausztráliában meglehetősen ritka. Bár az új-zélandi kiegészítésben megjegyzik, ha fagyveszély áll fenn, akkor az építéshez csak olyan anyagot használhatnak, amelyek nem érzékenyek a fagyási-olvadási ciklusok hatásaira. (Land Transport New Zealand, 2008).

5. MÉRETEZÉSI FORGALOM

A méretezési forgalom számításakor kiválasztják a tervezési sávot, ami jellemzően mindig az a sáv, amelyiken a legnagyobb nehézgépjármű forgalom áthalad. Ez többsávós irányok esetén általában a külső, vagyis a bal oldali sávot jelenti.

Ausztráliában a járműveket 12 járműosztályba lehet sorolni. Különlegességként megemlítendő, hogy a közúthálózat bizonyos szakaszain (többnyire sűrűn lakott területeken kívül) megengedett a hosszú-,

illetve kombinált járművontatmányok közlekedése. A méretezés során az 1. és 2. osztályba tartozó könnyű járműveket nem veszik figyelembe. Az ausztrál közúti közlekedésben a super single (nagyterhelésű egyes abroncs) alkalmazása tiltott.



2. ábra: Járműosztályok (Austroads, 2012)

A méretezési útmutató a következő tengelysúly és abroncs elrendezések között tesz különbséget pályaszerkezet tervezéskor:

- egyes tengely, egyes abronccsal (kormányzott kerék)
- egyes tengely, ikerabronccsal
- kettős tengely, egyes abronccsal
- kettős tengely, ikerabronccsal
- hármas tengely, ikerabronccsal
- négyes tengely, ikerabronccsal.

A méretezési forgalmat úgy határozzák meg, hogy az első év forgalomnagyságát összeszorozzák a tervezési időtartamra meghatározott összegzett forgalomfejlődési szorzóval. A kumulált forgalomfejlődési szorzót csak abban az esetben kell számítani, ha feltételezhető éves forgalomnövekedés.

5.1. MÉRETEZÉSI FORGALOM SZÁMÍTÁSA

$$N_{DT} = 365 * ADT * DF * HV \quad (2)$$

ahol,

NDT - kumulált forgalom

AADT - átlagos napi forgalom, db

DF - irányszorzó, –

HV - nehézjárművek átlagos megoszlása a járművek között, %

NHVAG - átlagos nehézgépjármű tengelyszám/járműosztály, db

LDF - sávszorzó, –

CGF - kumulált forgalomfejlődési szorzó, –

Kumulált forgalomfejlődési szorzó:

$$CGF = \frac{(1+0,01GR)^{DP}-1}{0,01GR} \quad (3)$$

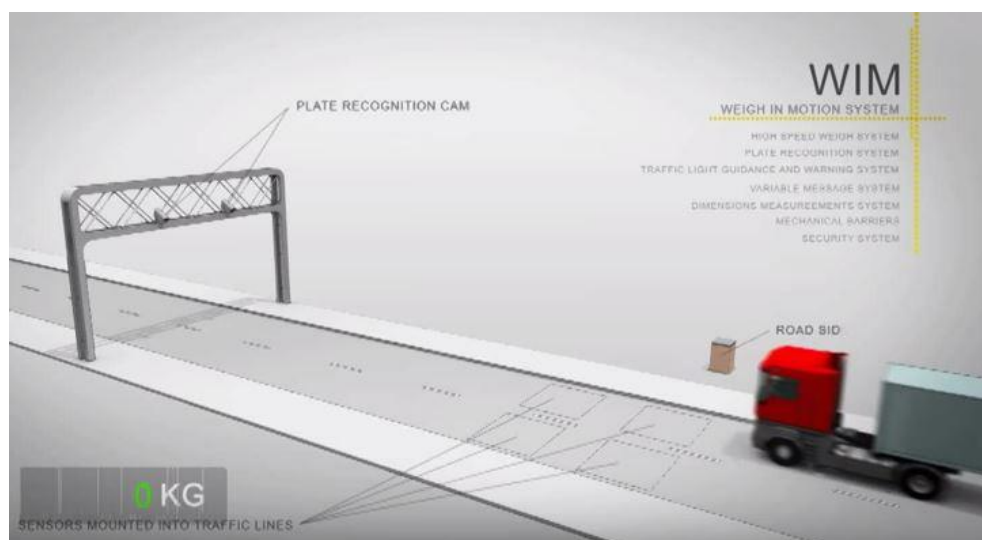
ahol,

CGF - kumulált forgalomfejlődési szorzó, –

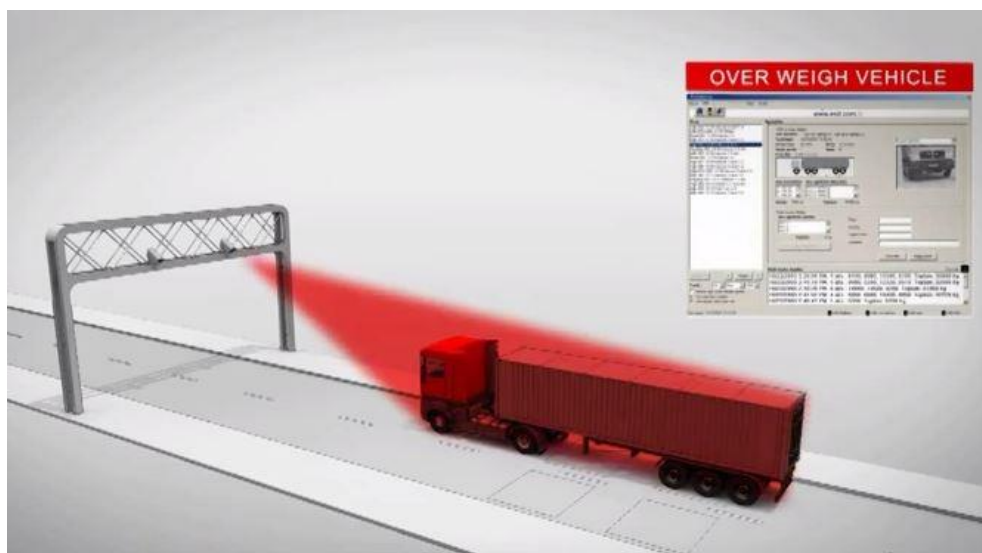
GR - évi forgalomnövekedési ráta, %

DP - tervezési idő, év, hajlékony pályaszerkezetek esetén 20-40 év.

Ausztráliában a pályaszerkezet méretezéshez szükséges átlagos nehézgépjármű tengelyszámot a weigh-in-motion (WIM) mérésekből is megadhatják. A WIM rendszereket elsősorban túlméretes vagy a megengedett tengelysúlyt túllépő tehergépjárművek szűrésére fejlesztették ki. Az útpályaszerkezetre telepített mérőrendszer a járművek megállítása nélkül automatikusan észleli és azonosítja a detektorokon áthaladó járműveket, azok hosszát, tengelyterhelését, járműosztályát, stb. Ezeknek a rendszereknek általában három fő egysége van, a súlymérő egység, a járműazonosító rendszer és az adatrögzítő számítógép-terminál. A mérés első lépéseként pályaszerkezetbe épített hurokérzékelők segítségével mérik a szenzorok felett haladó jármű tengelyterhelését és súlyát. A jármű osztályozását és azonosítását (pl.: rendszám, hossz, szín, stb.) a forgalmi sáv fölé elhelyezett kamerák képei alapján végzi a rendszer. Az adatokat számítógép rögzíti. (Austroads, 2000)



3. ábra: WIM mérés folyamata 1. (www.esit.com.tr)



4. ábra: WIM mérés folyamata 2. (www.esit.com.tr)



5. ábra: WIM mérés folyamata 3. (www.esit.com.tr)

A pályaszerkezet méretezési útmutató definiál egy ún. méretezési egységtengelyt. A méretezési egységtengely egy 80 kN-os terhelésű, ikerabroncsokkal felszerelt tengely, a kerekek nyomása 750 kPa. Az egymás mellett lévő ikerabroncsok középpontjai közötti távolság 330 mm, a két-két ikerabroncs középpontja között 1800 mm távolság van. A méretezési egységtengely értékét az eltérő pályaszerkezeti rétegek esetén különböző módon kell figyelembe venni, mert a pályaszerkezeti rétegek forgalmi terheléssel szembeni ellenállása, fáradása különböző. Az egyes tengelycsoportok és azokhoz tartozó kerékelrendezések is más-más igénybevételt jelentenek a pályaszerkezet szempontjából.

Egy tengelycsoport és kerékelrendezés esetén a behajlási kritérium alapján meghatározták, hogy az adott tengelycsoport mekkora tengelyterhelés mellett jelent ugyanakkora igénybevételt, mint amit a méretezési egységtengely okozna. A tengelycsoportonkénti egységi terhelést a táblázat foglalja össze.

3. táblázat: Tengelycsoportonkénti terhelés

Tengelycsoport	Tengelysúly (kN)
Egyes tengely, egyes abronccsal (SAST)	53
Egyes tengely, ikerabronccsal (SADT)	80
Kettős tengely, egyes abronccsal (TAST)	90

Kettős tengely, ikerabronccsal (TADT)	135
Hármas tengely, ikerabronccsal (TRDT)	181
Négyes tengely, ikerabronccsal (QADT)	221

Méretezési egységtengely ismétlési számot tengelycsoportonként szükséges megadni a következő módon:

$$SAR = \left(\frac{L_i}{SL_i} \right)^m \quad (4)$$

ahol,

SAR - tengelycsoportonkénti egységtengely ismétlési szám, db

L_i - i-dik tengelycsoport terhelése, kN

SL_i - i-dik tengelycsoport egységnyi terhelése, kN

m - fáradási egyenlet kitevője, – (Kötött rétegek esetén: aszfalt 5; cement kötőanyagú réteg 12; kötőanyag nélküli szemcsés réteg 7; Kötőanyag nélküli alapréteg+vékony aszfaltréteg esetén az általános károsodás 4).

Az útmutató szerint a méretezési forgalom azt a méretezési egységtengely áthaladási számot (ESA) értik, amely a tervezési időtartam alatt azonos károsodást okoz, mint a kumulált forgalom.

$$DESA = \frac{ESA}{HV \cdot AG} * N_{DT} \quad (5)$$

ahol,

DESA - méretezési forgalom egységtengelyben,

ESA/HVAG - átlagos méretezési egységtengely szám tengelycsoportonként,

N_{DT} - kumulált forgalom.

$$DSAR_m = \frac{SAR_m}{ESA} * DESA \quad (6)$$

ahol,

$DSAR_m$ - tervezési forgalom károsodási típusonként,

SAR_m/ESA - m-dik károsodáshoz tartozó egységtengely áthaladási szám,

m - károsodás kitevője.

5.2. MINTAPÉLDA

AADT:5350 db

DF:0,5

HV%:4 %

LDF:1,0

GR:4 %

DP:20 év

$$CGF = \frac{(1+0,01GR)^{DP} - 1}{0,01GR} \quad (7)$$

$$CGF = \frac{(1+0,01*4)^{20} - 1}{0,01*4} = 29,78 \quad (8)$$

$$N_{DT} = 365 * ADT * DF * HV \quad (9)$$

$$N_{DT} = 365 * 5350 * 0,5 * 4/100 * N_{HVAG} * 1,0 * 29,78 \tag{10}$$

$$N_{DT} = 1,16 * 10^6 * N_{HVAG} \tag{11}$$

Az összes tengelycsoport közötti megoszlás értékét vagy az útmutatóban megadott általános értékek alapján (államonként városi vagy külterületi bontásban) vagy eredeti WIM mérésekből lehet meghatározni. A lenti táblázatban egy, az útmutatóból származó általános eloszlást közlünk példaként.

900,11826,374113,23286,75966,5257

4. táblázat: Tengelycsoportok közötti megoszlás (Austroads, 2012)

Tengelyterhelési osztályköz, kN	Tengelycsoportok százalékos megoszlása				
	SAST	SADT	TAST	TADT	TRDT
	%	%	%	%	%
10	0,2569	2,1791	0,1033	0,0971	0,0043
20	13,5274	10,2319	0,9558	0,6798	0,1057
30	18,0167	20,6747	1,2562	1,4088	0,2529
40	19,9923	17,9923	1,3315	3,7622	1,0424
50	25,7379	13,4201	4,5162	7,7252	4,9203
60	17,1140	8,2995	13,6576	10,3152	9,4372
70	4,3708	6,2664	17,9501	10,2244	9,7940
80	0,7690	7,6773	17,3598	8,5571	8,6152
100	0,0573	3,5792	9,9221	5,3419	4,3467
110	0,0128	1,6833	9,7695	4,3809	3,1213
120	0,0128	0,9164	4,6565	4,1481	2,7006
130	0,0086	0,4354	2,3255	4,2917	2,4734
140	0,0053	0,1888	1,1946	4,7138	2,6452
150	0,0000	0,0486	0,8719	6,1501	3,0875
160	0,0000	0,0250	0,3289	5,7139	3,4186
170	0,0000	0,0000	0,3108	4,9741	3,8058
180	0,0000	0,0079	0,1268	3,3997	4,9435
190	0,0000	0,0000	0,1025	2,6397	6,2365
200	0,0000	0,0000	0,0278	1,7043	7,2185
210	0,0000	0,0000	0,0000	1,1941	5,2375
220	0,0000	0,0000	0,0000	0,8293	3,7047
230	0,0000	0,0000	0,0000	0,4222	2,0195
240	0,0000	0,0000	0,0000	0,2111	1,4500
250	0,0000	0,0000	0,0000	0,1620	0,8953
260	0,0000	0,0000	0,0000	0,0753	0,6025
270	0,0000	0,0000	0,0000	0,0752	0,6229
280	0,0000	0,0000	0,0000	0,0137	0,3055
290	0,0000	0,0000	0,0000	0,0094	0,1953
300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1616
310	0,0000	0,0000	0,0000	0,0110	0,0409
320	0,0000	0,0000	0,0000	0,0045	0,0257
330	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0254
340	0,0000	0,0000	0,0000	0,0045	0,0181

350	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Megoszlás az összes tengelycsoport között	0,38	0,22	0,02	0,26	0,12

Azon járműveknek az aránya, amelyek egyes abronccsal rendelkeznek: $0,38 + 0,02 = 0,40$. 100 db nehéz gépjárműből 40 db-nak van egyes abroncsa, így a járművek száma $N_{HVAG} = 100/40 = 2,5$.

$$N_{DT} = 1,16 * 10^6 * 2,5 = 2,9 * 10^6 \quad (12)$$

A következő lépésben a WIM mérések alapján meghatározzuk az SAR értékeket a négyféle anyagfáradás szerint. A tengelycsoportonkénti és fáradásonkénti átlagos SAR érték az egyes WIM mérési eredmények, a hozzájuk tartozó SAR értékek és a tengelycsoportok között megoszlás szorzatainak összegeként számítható ki. A példában a következő értékeket kaptuk:

- aszfalt fáradása (SAR5/HVAG): 0,96
- kötőanyag nélküli szemcsés réteg károsodása (SAR7/HVAG): 1,67
- cement kötőanyagú réteg fáradása (SAR12/HVAG): 18,95.

Átlagos SAR/ESA értékek:

- aszfalt fáradása (SAR5/ESA): $0,96/0,80 = 1,2$
- kötőanyag nélküli szemcsés réteg károsodása (SAR7/ESA): $1,67/0,80 = 2,1$
- cement kötőanyagú réteg fáradása (SAR12/ESA): $18,95/0,80 = 23,7$.

Tervezési forgalom egység tengelyben:

$$DESA = \frac{ESA}{HVAG} * N_{DT} = 0,8 * 2,9 * 10^6 = 2,3 * 10^6 \quad (13)$$

Fáradás típusonkénti tervezési forgalom, melyet a méretezés során figyelembe kell venni a megengedhető igénybevételek számításához:

aszfalt fáradása (DSAR5): $1,2 * 2,3 * 10^6 = 2,8 * 10^6$

kötőanyag nélküli szemcsés réteg károsodása (DSAR7): $2,1 * 2,3 * 10^6 = 4,8 * 10^6$

cement kötőanyagú réteg fáradása (DSAR12): $23,7 * 2,3 * 10^6 = 5,5 * 10^6$.

6. PÁLYASZERKEZETI RÉTEGEK IGÉNYBEVÉTELEINEK MEGHATÁROZÁSA

6.1. ALTALAJ

A méretezés folyamat során általában az altalaj a legkritikusabb elem, ezért a méretezés során erre külön gondot szükséges fordítani. Az altalaj függőleges fajlagos megnyúlását a következőképpen kell számítani:

$$N = \left(\frac{9300}{\mu\epsilon} \right)^7 \quad (14)$$

ahol,

$\mu\epsilon$ - függőleges számított megnyúlás az altalaj tetején, microstrain

N - megengedett egység tengely ismétlésszám, db.

6.2. CEMENTTEL KEZELT RÉTEG

A cementtel kezelt réteg megengedett vízszintes fajlagos megnyúlásának számítása:

$$N = RF \left[\frac{11300}{\frac{E^{0,804} + 191}{\mu\epsilon}} \right]^{12} \tag{15}$$

ahol,

$\mu\epsilon$ - vízszintes számított megnyúlás a cementtel kezelt réteg alján, microstrain

N - megengedett egységtengely ismétlésszám, db

E - cementtel kezelt réteg modulusa, MPa

RF - cementtel kezelt réteg megbízhatósági együtthatója, –

5. táblázat: Cementtel kezelt réteg megbízhatósági együtthatója

Megbízhatósági szint				
80%	85%	90%	95%	97,5%
4,7	3,3	2,0	1,5	1,0

6.3. ASZFALT RÉTEG

Az aszfalt réteg megengedett vízszintes fajlagos megnyúlásának számítása:

$$N = RF \left[\frac{6919 \cdot (0,856V_b + 1,08)}{S_{mix}^{0,36} \mu\epsilon} \right]^5 \tag{16}$$

ahol,

$\mu\epsilon$ - vízszintes számított megnyúlás az aszfalt réteg(ek) alján, microstrain

N - megengedett egységtengely ismétlésszám, db

V_b - kötőanyag térfogati mennyisége az aszfaltkeverékekben, V%

S_{mix} - aszfaltréteg modulusa, MPa

RF - az aszfalt réteg megbízhatósági együtthatója, –

6. táblázat: Aszfalt réteg megbízhatósági együtthatója

Megbízhatósági szint				
80%	85%	90%	95%	97,5%
2,5	2,0	1,5	1,0	0,67

7. HAJLÉKONY ÉS FÉLMEREV PÁLYASZERKEZET MÉRETEZÉSE, IGÉNYBEVÉTELEK SZÁMÍTÁSA

A méretezési útmutatóban szereplő igénybevételek (feszültségek és alakváltozások) számítására a MinCad System kifejlesztette a CIRCLY szoftvert, mely az elmúlt két évtizedben világszerte bevált tervezőeszközzé vált a többrétegű hajlékony pályaszerkezetek méretezésénél. Az alkalmazott pályaszerkezeti modell és terhelés jellemzői:

- többrétegű pályaszerkezet
- izotróp és anizotróp anyagtulajdonságok
- alaprétegnek automatikusan szemcsés anyagot állít be
- teljesítmény (fáradási) kritériumok széles skáláját tartalmazza, de saját kritériumokat is beállíthatunk
- a járműtípusok és a terhelési módok száma nincs korlátozva, bármilyen kombináció felvehető
- fékezésből származó terhelés is számítható

Előnye, hogy az egyes rétegekben keletkező igénybevételeket a megengedett igénybevételekkel azonnal összehasonlítja, ezért nincs szükség a külön számításokra a megengedett és tényleges igénybevételek értékeléséhez. A program számos tervezési lépést magába foglal, ezáltal a méretezés időtartam jelentősen rövidíthető. A szoftver tartalmaz ez költségelemző funkciót, amely a pályaszerkezeti rétegek vastagságának változtatásával lehetővé teszi az építési és fenntartási költségek minimalizálását. A program a pályaszerkezet optimális vastagságát a másodperc tört része alatt képes meghatározni. A CIRCLY a Miner hipotézist alkalmazva az eredményjelző panelen megjeleníti a károsodás mértékét, és amennyiben ez nem megfelelő, azonnal módosítható a pályaszerkezeti modell és újrafuttatható a számítás, amivel meggyorsítható az iteratív folyamat.

8. FELHASZNÁLT IRODALOM:

Austroroads 2012, Guide to Pavement Technology Part 2: Pavement Structural Design, AGPT02/12, Austroroads, Sydney

Land Transport New Zealand, 2008: Adaptation of the Austroroads Pavement Design Guide for New Zealand Conditions; Report 305

Austroroads 2000; Weigh-In-Motion Technology, AP-R168-00

Fi et al. 2012; Útburkolatok méretezése, Terc Kft., pp. 159-172.