

A VM rendszerű nagynyitású síndilatációs készülék igénybevételi vizsgálata

Liegner Nándor

Egyetemi tanársegéd

Budapesti Műszaki Egyetem, Út és Vasútépítési Tanszék

1. Előzmények, a Csilléry-féle dilatációs szerkezet

A Magyar Államvasutak az 1930-as évektől a nagyobb mértékű sínvég elmozdulások biztosítása céljából az ún. Csilléry-féle dilatációs szerkezetet alkalmazza. Ez a berendezés a szabad sínvégmozgást hézag- és zökkenőmentes kerékhataladás mellett biztosítja. A dilatációs szerkezetet korábban 110-, és 160 mm-es maximális nyitású kivitelben gyártották, napjainkban már csak a 160 mm-es maximális nyitású — tehát a középállástól számítva ± 80 mm-es nyitású — változat készül MÁV 48-as, és UIC 54-es sínrendszerrel.

A készülék lényegét az a két sínvég alkotja, amelyeket egy harmadfokú parabola vonalában csúcspontszerűen úgy munkáltak meg, hogy azok teljesen egymásba hatolva záródó, állandó szélességű sínfejet képeznek. A sínvégek széthúzóda-sakor pedig — maximális sínvég elmozdulások esetében is — csupán pár mm-es hosszirányú hézag jelenik meg. Így tehát a járművek kerekei a készülék teljes hosszában — a sínvégmozgásoktól függetlenül — zökkenőmentes alátámasztást kapnak.

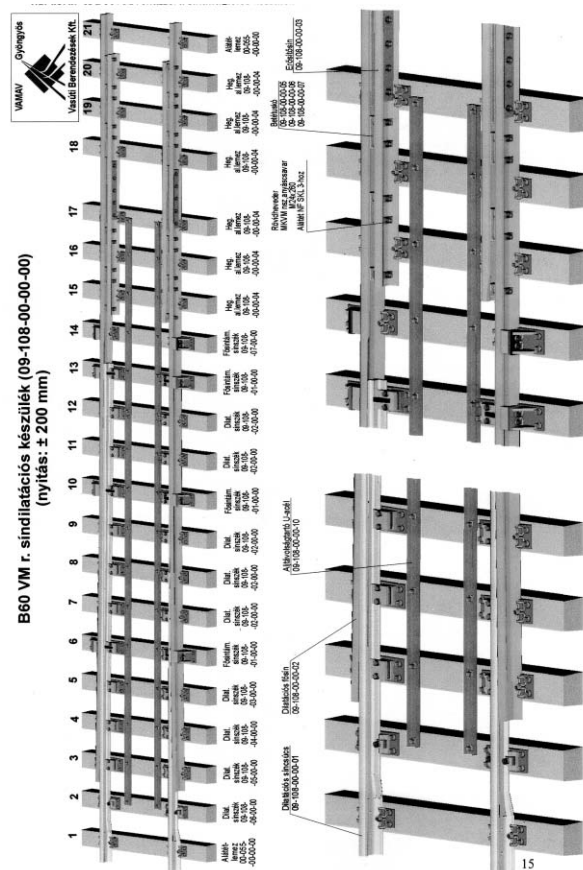
A Csilléry-féle dilatációs szerkezet általános alkalmazása szempontjából meghatározó eseménynek minősíthető a Magyarország és Szlovénia között jelenleg (2000. március) építés alatt lévő vasútvonal. A Zalalövő – Bajánsenye közötti vonalszakaszon létesítendő 1300 m hosszú völgyhíd ± 200 mm nyitású dilatációs szerkezet beépítését igényli a vasúti pályába. Minthogy a Csilléry-féle berendezés ezt a követelményt nem elégíti ki, ezért új szerkezet tervezése vált szükségessé.

2. A VM rendszerű nagynyitású síndilatációs készülék kialakítása, működése

A síndilatációs készüléket a VAMAV Vasúti Berendezések Kft. tervezte és gyártotta. Az **1. ábra** a készüléket háromdimenziós formában, a különböző elemeket különböző színnel megjelölve mutatja be.

A berendezés két alapvető, a működést meghatározó eleme az 1-1 pár síncsúcs és fősín.

A két síncsúcs fixen lekötött, amelyek változó keresztmetszetű, egyik végén elvékonyított csúcspontszelvényű sínből készülnek. A síncsúcsok hosszirányú elmozdulás elleni rögzítését csapos elmozdulás-gátlók biztosítják.



1. ábra

A VAMAV Vasúti Berendezések Kft. által tervezett síndilatációs készülék ábrázolása háromdimenziós formában

A fősínek hosszirányban elmozdulhatnak — ezek végzik a dilatációs mozgást. A fősínek egyik vége ezért csökkentett szorítóerővel van lekötve, amely sínvég a síncsúcs elvékonyított hegyéhez simul és a vágánytengelyhez képest kifelé hajlik. A fősínek másik vége a dilatációs mozgást végző pályaszakaszhoz fixen csatlakozik. A fősínek UIC 60-as sínből készülnek, fejük a síncsúcsokhoz simuló oldalon szintén meg van munkálva.

A készülék névleges nyitása a középállástól számítva ± 200 mm, a maximális nyitás a szélső helyzetek között 400 mm, de a készülék szélsőséges esetben ennél nagyobb értékekre is megfelel.

3. A dilatációs készülék sínszálaiban ébredő igénybe-vételek vizsgálata

3.1. A pályára vonatkozó alapadatok

A felépítmény sínrendszere

A VM rendszerű nagynyitású dilatációs készülék elméleti vizsgálatát az UIC 54 és az UIC 60 sínrendszerekhez tervezett dilatációs készülékekre végeztük el. Tekintettel arra, hogy az UIC 54-es sínrendszerből kialakított dilatációs szerkezet tervei még nem álltak rendelkezésünkre, a számításához szükséges szilárdságtani adatokat az UIC 54-es sín adatainak ismeretében lineáris redukcióval határoztuk meg.

A dilatációs szerkezet szilárdságtani alapadatai

A dilatációs szerkezet szilárdságtani adatait a hídhézag feletti szakaszon a **1. táblázat**, a nyitási szakasz legkisebb inerciájú részén pedig a **2. táblázat** tartalmazza.

A dilatációs szerkezet sínrendszere	Keresztmetszet inerciája [mm ⁴]	Keresztmetszeti modulus (talp) [mm ³]	Keresztmetszeti modulus (sínfej alsó él) [mm ³]	Keresztmetszeti terület [mm ²]
UIC 54	56,031 · 10 ⁶	779100	1204819	7686
UIC 60	73,327 · 10 ⁶	942449	1369337	6934

1. táblázat

A dilatációs szerkezet szilárdságtani adatai a hídhézag feletti szakaszon

A dilatációs szerkezet sínrendszere	Keresztmetszet inerciája [mm ⁴]	Keresztmetszeti modulus (talp) [mm ³]	Keresztmetszeti modulus (sínfej alsó él) [mm ³]	Keresztmetszeti terület [mm ²]
UIC 54	12,149 · 10 ⁶	212627	418953	9300
UIC 60	15,821 · 10 ⁶	255960	443184	8390

2. táblázat

A dilatációs szerkezet szilárdságtani adatai a nyitási szakasz legkisebb inerciájú szelvényében

A sínacél rugalmassági modulusa:

$$E = 2,15 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2.$$

A dilatációs szerkezet az UIC 54 illetve az UIC 60 rendszerű sínek alapanyagaiból készül. A sínek acélanyagai

$$R_{eH} = 540 \text{ N/mm}^2 \text{ legkisebb folyási határral,}$$

$$R_m = 900 \text{ N/mm}^2 \text{ szakító szilárdsággal}$$

rendelkeznek. A gyakorlatban a fáradási határ — a fenti célra vonatkozó Wöhler-görbe, Smith-diagram, illetve fáradási kísérlet hiányában — jó közelítéssel a legkisebb folyáshatár 50%-nak, ill. a szakítószilárdság 1/3-nak vehető fel, amely a fentiek alapján

$$\sigma_{\text{fáradási határ}} = 300 \text{ N/mm}^2$$

értékre becsülhető.

Aljtípusok és aljtávolság (k)

A vizsgálatokat LM és LW keresztaljak alkalmazása esetén végeztük el. Az aljtávolságot a tervező által megadott értékeknek megfelelően vettük fel. Így a hídhéznál — a 17. és a 18. sz. alj között — $k = 1200 \text{ mm}$ aljtávolságot, a többi aljak között pedig $k = 600 \text{ mm}$ aljtávolságot vettünk figyelembe. Az aljak kiosztása és számozása az **1. ábrán** látható.

Ágyazási tényező (C)

A felépítmény ágyazási tényezőjét

$$C = 0,10 \text{ N/mm}^2$$

értékre vettük fel, azaz jó minőségű alépítményt teleleztünk fel, ugyanis a figyelembe vett ágyazási tényezők közül ez eredményezi a dilatációs szerkezet legnagyobb nyomatóki igénybevételét. Ennél kisebb ágyazási tényezőt nem vettünk figyelembe, mert a szerkezet hidakra vagy hidak háttöltésén lévő felépítménybe kerül beépítésére, ahol nagysebességű pályán ennél gyengébb minőségű alépítmény nem fordulhat elő.

A felépítmény állapota (α)

A felépítmény állapotát jellemző tényezőt $\alpha = 0,2$ értékre vettük fel, mivel a legnagyobb sebességek alkalmazása esetén a pálya jó állapotát kell feltételeznünk.

3.2. A járművekre vonatkozó alapadatok

A várható legnagyobb igénybevételeket okozó járműterheket vettük figyelembe. Így az M62-es diesel mozdonyra, a V63-as, V43-as és a Skoda 350-es típusú villamos mozdonyokra, a FAL 6560000 és az Ibefts típusú teherkocsira valamint az UIC 71-es típusú járműterherre végeztük el.

3.3. A mértékadó járműterhelés meghatározása

A dilatációs szerkezetre, mint teherviselő szerkezetre jutó függőleges igénybevételeket a keresztaljas vasúti felépítmény igénybevételeinek meghatározására kidolgozott és az európai — köztük a magyar — vasutak által elfogadott és használt, az Eisenmann-féle valószínűségelmélettel kiegészített Zimmermann-elmélet alapján helyettesítő hosszaljas számítási eljárással határozhatjuk meg. A járműterhek hatására a sín vizsgált K keresztmetszetében ébredő nyomatók nagysága az

$$M = \frac{Z \cdot L}{4} \cdot \sum \mu \cdot (1 + t\alpha\varphi) \quad [\text{kNm}] \quad (1.)$$

összefüggés segítségével határozható meg, ahol Z [kN] – a függőleges irányú kerékterhelés, L [mm] – a vágány merevségi hossza,

$\Sigma\mu$ – a K keresztmetszet nyomatóéki hatásábrája kerékterhek alatti ordinátáinak összege,
 t – a megkívánt valószínűségtől függő tényező (0,997 valószínűség esetén $t=3$),

α – a felépítmény állapotától függő tényező,
 φ – sebességi szorzó.

L értékét, — azaz a helyettesítő hosszgerenda merevségi hosszát — az

$$L = \sqrt[4]{\frac{4EI}{C_s}} \quad [\text{mm}] \quad (2.)$$

képletből számíthatjuk, ahol:

E [N/mm²] – a sín anyagának a rugalmassági modulusa,

I [mm⁴] – a sín inerciája,

C [N/mm³] – az ágyazási tényező,

s [mm] – a helyettesítő hosszgerenda szélessége.

A helyettesítő hosszgerenda s [mm] szélességét a

$$s = \frac{a \cdot b}{k} \quad [\text{mm}] \quad (3.)$$

képletből számíthatjuk, ahol:

a [mm] – a keresztalj ágyazatra történő felfekvési hossza,

b [mm] – a keresztalj ágyazatra történő felfekvési szélessége,

k [mm] – az aljtávolság.

A dinamikus hatást az (1.) összefüggés zárójeles része fejezi ki

$$\beta = (1 + t \cdot \alpha \cdot \varphi) \quad (4.)$$

amelyben a sebességi szorzót a

$$\varphi = 1,0 + \frac{V - 60}{140} \quad (5.)$$

összefüggés adja meg, ahol

V [km/h] – a jármű sebessége.

A mértékadó teherállások meghatározása

Az 3.2. pontban felsorolt járműterheknél az lesz a mértékadó teherállás, amely esetében a maximális igénybevétel — nyomatóék — fog ébredni a vizsgált keresztmetszetben.

A (1.) összefüggések nyomatóéki hatásábráját a

$$\mu_i = e^{-\xi_i} (-\sin \xi_i + \cos \xi_i) \quad (6.)$$

függvény írja le, ahol a hatásábrabeli ξ_i abszcisszákat a

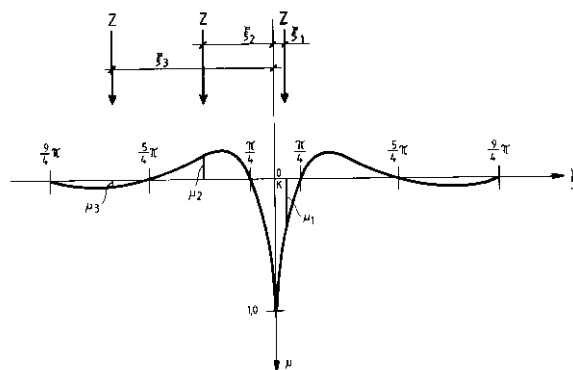
$$\xi_i = \frac{x_i}{L} \quad (7.)$$

összefüggés segítségével határoztuk meg.

A nyomatóéki hatásábrát és leterhelésének értelmezését a 2. ábra mutatja. A járműterheket a hatásábrákon folytonosan vezettük végig.

A mértékadó teherállásokat meghatároztuk a 3.2. pontban említett járműtípusok esetében, a híd-

hézag feletti keresztmetszetre és a legkisebb inerciájú keresztmetszetre vonatkozóan egyaránt.



2. ábra:

A nyomatóéki hatásábra és leterhelésének értelmezése

A mértékadó járműterhek által keltett nyomatóéki igénybevételek

A 3.2. pont szerinti vasúti járműterhelések közül az lesz a mértékadó, amelyik — a járműre és a pályára vonatkozó sebességhatárokat is figyelembe véve — az (1.) összefüggés alkalmazásával a legnagyobb igénybevételeket kelti a dilatációs szerkezetben.

Az előbbieken vázolt levezetések és számítások alapján a járműterhek mértékadó elhelyezkedése hatására a dilatációs szerkezet hídhézag feletti szakaszán — a 17. és a 18. sz. aljak között — az *Ibefs* sorozatú teherkocsi kelti a legnagyobb nyomatóéki igénybevételt. A dilatációs szerkezet legkisebb inerciájú szelvényében — az 1. ábra szerinti 2. keresztaljon — pedig a *Skoda 350* sorozatú mozdony hatására ébred a legnagyobb nyomatóéki igénybevétel. A nyomatóékok értékeit a 3. táblázat tartalmazza UIC 54 és UIC 60 sínrendszer, valamint LM és LW jelű aljak alkalmazásakor a hídhézag feletti szakaszon $C = 0,1$ N/mm³ ágyazási tényező és $\alpha = 0,2$ felépítményi állapot esetére. Az igénybevételeket $V = 160$ km/h sebesség alapul vételével számítottuk. Ennek oka, hogy a vasúti forgalomban bármikor megjelenhet egy, a felsoroltak valamelyikével megegyező tengelyelrendezésű, de $V = 160$ km/h maximális engedélyezett sebességű jármű.

	A mértékadó járműteher típusa	A dilatációs szerkezetben ébredő nyomaték [kNm]			
		UIC 60 r.		UIC 54 r.	
		LW alj	LM alj	LW alj	LM alj
Hídhézag feletti szakasz	Skoda 350	41,196	44,146	38,601	41,477
Legkisebb inerciájú szelvény	Ibefs	67,974	73,126	63,553	68,370

3. táblázat

A mértékadó járműterhek hatására az UIC 54-es és UIC 60-as rendszerű dilatációs szerkezetben ébredő maximális nyomaték a hídhézag feletti és a legkisebb inerciájú szakaszon LM, ill. LW jelű aljak esetén

3.4. A sántalp szélén ébredő feszültségek meghatározása

Gyártási- vagy sajátfeszültségek (σ_{gy})

A sínek gyártása, hengerlése során, majd az egyenlőtlen lehülés következtében a sínben marad, állandó jellegű húzó- és nyomófeszültség keletkezik, melyek nagysága a sín talpában elérheti a **50 – 70 N/mm²** értéket.

Hőmérséklet hatására keletkező dilatációs feszültség (σ_{Δ})

A dilatációs szerkezet egy sínszékén a szorítórugó vízszintes irányú eltolási ellenállása legfeljebb átlagosan $F_{ell} = 2360$ N-ra vehető, így a fősínnek a hídhézag feletti keresztmetszetében hőmérsékletváltozásból keletkező maximális feszültség értéke

$$\sigma_{\Delta} = \frac{n \cdot F_{ell}}{A} \quad (8.)$$

ahol:

n az adott keresztmetszettől a sínszál végéig lévő sínleerősítések száma,

A [mm²] az erősítő sínrel megerősített fősín keresztmetszeti területe.

A síncsúcsban a gátolt dilatáció hatására ébredő legnagyobb feszültség UIC 60 és UIC 54 r. sín esetében egyaránt:

$$\sigma_{\Delta} = \frac{F_d}{A} \quad (9.)$$

összefüggésből adódik, ahol

$A = 9053$ mm² – a síncsúcs számításba vett keresztmetszeti felülete.

Az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülék sínszálaiban, a hídhézag feletti és a legkisebb inerciájú szelvényben ébredő dilatációs húzófeszültségek értékeit a **4. táblázat** foglalja össze. Az értékeket a (8.) és (9.) szerint számítottuk.

A dilatációs szerkezet keresztmetszete	A dilatációs feszültség értéke σ_{Δ} [N/mm ²]	
	UIC 60 r.	UIC 54 r.
	Hídhézag feletti szakasz	1,6
Legkisebb inerciájú szelvény	9,0	9,0

4. táblázat

Az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülék sínszálaiban, a hídhézag feletti és a legkisebb inerciájú szelvényben ébredő dilatációs húzófeszültségek értékei

Ívbe történő fektetésből ébredő sínfeszültség

(σ_R)

A sínszál körívbe fektetéséből ébredő feszültség nagyságát az $1/R = M/EI_y$ szilárdságtani alapösszefüggés felhasználásával határozhatjuk meg:

$$\sigma_R = \frac{M}{I_y} e = \frac{E \cdot I_y}{R \cdot I_y} e = \frac{E \cdot e}{R} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (10.)$$

ahol:

R [m] – a körívsugár, mely jelen esetben $R = 2300$ m,

$E = 0,215 \cdot 10^6$ N/mm² – a sínacél rugalmassági modulusa,

e [mm] – a szélső szál távolsága.

Az ívbe történő fektetésből az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülék sántalpnak széleiben, a hídhézag feletti és a legkisebb inerciájú szelvényben ébredő feszültségek értékeit a **5. táblázat** foglalja össze. Az értékeket a (10.) szerint számítottuk.

A dilatációs szerkezet keresztmetszete	σ_R [N/mm ²]	
	UIC 60 r.	UIC 54 r.
Hídhézag feletti szakasz	7,01	6,54
Legkisebb inerciájú szelvény	7,77	7,25

5. táblázat

Az ívbe történő fektetésből az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülék sántalpnak széleiben ébredő feszültségek értékei, a hídhézag feletti és a legkisebb inerciájú szelvényben

A sínnek, mint tartónak a hajlításából ébredő

igénybevétele (σ_h)

A hajlításból a sín talpában ébredő mértékadó húzófeszültség értéke a

$$\sigma_h = \frac{M}{K_t} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (11.)$$

összefüggésből számítható, ahol:

M [kNm] – a mértékadó dinamikus járműterhek hatására a sínben ébredő nyomaték, (1.) szerint számítva, (ld. **3. táblázat**)

K_t [mm³] – a sín keresztmetszeti modulusa a sintonálra vonatkozóan (ld. **1. és 2. táblázat**)

Az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülék sintonálpában, a hídhézag feletti és a legkisebb inerciájú szelvényben a sín hajlításából ébredő húzófeszültségek értékeit a **6. táblázat** foglalja össze. Az értékeket a (11.) szerint számítottuk.

A dilatációs szerkezet keresztmetszete	σ_h [N/mm ²]			
	UIC 60 r.		UIC 54 r.	
	LW alj	LM alj	LW alj	LM alj
Hídhézag feletti szakasz	72,13	77,59	81,57	87,76
Legkisebb inerciájú szelvény	152,20	163,73	171,51	184,51

6. táblázat

Az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülék sintonálpában, a hídhézag feletti és a legkisebb inerciájú szelvényben a sín hajlításából ébredő húzófeszültségek értékei

Igénybevétel-többlet a Z függőleges kerékterher és az Y oldalirányú erő okozta csavarásból ($\Delta\sigma_2$)

A sintonálp szélében a Z függőleges kerékterher és az Y oldalirányú kerékerő csavaró hatásából ébredő feszültség-többletet ($\Delta\sigma_2$) a

$$\Delta\sigma_2 = b_t(Z \cdot \beta \cdot e - Y \cdot h) \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (12.)$$

képlet felhasználásával számíthatjuk, ahol:

Z [N] – a **3. táblázat** szerinti mértékadó jármű statikus kerékterhe,

$\beta = 2,029$ – a dinamikus tényező (4.) szerint,

e [mm] – a Z függőleges kerékterher külpontossága, mely jelen esetben $e = 15$ mm,

Y [N] – a vízszintes oldalirányú erő, mely jelen esetben $Y = 50000$ N

b_t – tényező, melynek értéke UIC 54-es sinned: 0,000012

UIC 60-as sinned: 0,000013

h [mm] – az Y oldalirányú erő karja.

Az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülék sintonálpában a szélében a Z és az Y erők csavaró hatása által keltett feszültség többlet értékeit a **7. táblázat** tartalmazza, a hídhézag feletti és a legkisebb inerciájú szelvényben. Az értékeket a (12.) szerint számítottuk.

A dilatációs szerkezet keresztmetszete	$\Delta\sigma_2$ [N/mm ²]	
	UIC 60 r.	UIC 54 r.
	Hídhézag feletti szakasz	-90,67
Legkisebb inerciájú szelvény	-68,57	-57,29

7. táblázat

Az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülék sintonálpában a szélében a Z és az Y erők csavaró hatása által keltett feszültség többlet értékei

Feszültségtöbblet az Y oldalirányú erő hatásából ($\Delta\sigma_3$)

A sintonálp szélében az Y oldalirányú erő hatásából eredő feszültségtöbblet nagyságát a

$$\Delta\sigma_3 = c_t \cdot Y \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (13.)$$

összefüggésből határozhatjuk meg, ahol a c_t tényező értékei:

UIC 54 r. sinned: $c_t = 0,00240$,

UIC 60 r. sinned: $c_t = 0,00229$.

Az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülék sintonálpában a szélében az Y oldalirányú erő hatása által keltett feszültség többlet értékeit a **8. táblázat** tartalmazza, a hídhézag feletti és a legkisebb inerciájú szelvényben. Az értékeket a (13.) szerint számítottuk.

A dilatációs szerkezet keresztmetszete	$\Delta\sigma_3$ [N/mm ²]	
	UIC 60 r.	UIC 54 r.
	Hídhézag feletti szakasz	114,50
Legkisebb inerciájú szelvény	114,50	120,00

8. táblázat

Az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülék sintonálpában a szélében az Y oldalirányú erő hatása által keltett feszültség többlet értékei

A sintonálp szélében ébredő eredő húzófeszültség nagysága $\sigma_{eredő}$

A sintonálp szélében ébredő eredő húzófeszültség nagyságát az egyes feszültség komponensek egymásra halmozásával kapjuk:

$$\sigma_{eredő} = \sigma_{gy} + \sigma_{\Delta t} + \sigma_R + \sigma_h + \Delta\sigma_2 + \Delta\sigma_3 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (14.)$$

Az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülék sintonálpában a szélében az eredő húzófeszültség nagyságát a 9. táblázat tartalmazza, a hídhézag feletti és a legkisebb inerciájú szelvényben. Az értékeket a (14.) szerint számítottuk.

A dilatációs szerkezet keresztmetszete	σ_h [N/mm ²]			
	UIC 60 r.		UIC 54 r.	
	LW alj	LM alj	LW alj	LM alj
Hídhézag feletti szakasz	154,57	160,03	185,72	191,91
Legkisebb inerciájú szelvény	264,90	276,43	300,47	313,47

9. táblázat

Az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülék sintonálpában a szélében az eredő húzófeszültség nagysága

A feszültség értékekre vonatkozó értékelések és megállapítások a 4. Fejezetben található.

3.5. A sínfej szélén ébredő feszültségek meghatározása

Meghatároztuk a sínfej oldalsó felületének alsó élében ébredő eredő húzófeszültség nagyságát ($\sigma_{eredő}$) a 3.4. fejezetben bemutatottakhoz hasonló módon. Az eredő húzófeszültség nagyságát az egyes feszültség komponensek egymásra halmozásával kapjuk:

$$\sigma_{eredő} = \sigma_{gy} + \sigma_{\Delta t} + \sigma_R + \sigma_h + \Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_2 + \Delta\sigma_3 \quad [\text{N/mm}^2] \quad (15.)$$

$\Delta\sigma_1$ a sínfej másodlagos hajlításából — a Timosenko effektusból — adódó többlet feszültséget jelenti.

Az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülék sítalpának a szélében az eredő húzófeszültség nagyságát — (15) szerint számítva — a **10. táblázat** tartalmazza, a hídhézag feletti és a legkisebb inerciájú szelvényben.

A dilatációs szerkezet keresztmetszete	σ_h [N/mm ²]			
	UIC 60 r.		UIC 54 r.	
	LW alj	LM alj	LW alj	LM alj
Hídhézag feletti szakasz	126,98	124,79	154,83	152,44
Legkisebb inerciájú szelvény	109,27	102,62	128,78	121,44

10. táblázat

Az UIC 60 és az UIC 54 rendszerű dilatációs készülékben, a sínfej oldalsó felületének alsó élében ébredő eredő húzófeszültség nagysága

A feszültség értékekre vonatkozó értékelések és megállapítások a 4. Fejezetben találhatók.

4. A dilatációs készülék sínszálaiban ébredő igénybe-vételek vizsgálatának összefoglalása

Elméleti igénybevételi vizsgálataink az alábbi megállapításokkal foglalhatók össze:

- A **9.** és a **10. táblázat** adatainak összevetéséből látható, hogy a sín talpának szélében lényegesen nagyobb az eredő húzófeszültség értéke, mint a sínfej oldalának alsó élében.
- Az UIC 60 sínrendszerű dilatációs készülék sínszálaiban talpszélében az eredő húzófeszültség értéke sehol sem éri el az anyag becsült fáradási határfeszültségét, mely $\sigma_{fáradási\ határ} = 300 \text{ N/mm}^2$.
- Az UIC 54 sínrendszerű dilatációs készülék sínszálaiban talpszélében az eredő húzófeszültség értéke a hídhézag feletti szakaszon nem éri el az anyag becsült fáradási határfeszültségét, mely $\sigma_{fáradási\ határ} = 300 \text{ N/mm}^2$. A legkisebb inerciájú szelvényben — az **1. ábra** szerinti 2. aljon — a sítalp szélében az eredő húzófeszültség meghaladja a fáradási határfeszültség

értékét. A **9. táblázat** adatai azonban tartalmazzák a gyártási feszültséget is, melynek értékét $\sigma_{gy} = 50 \text{ N/mm}^2$ -nek vettük, és ez az érték az anyag relaxációjával csökken; továbbá ez egy statikus feszültség, mely fáradást nem okoz. A feszültség értékeket minden jellegű legkedvezőtlenebb statikus és dinamikus hatás egyidejű fellépése esetén számítottuk ki, mely bekövetkezésének nagyon kicsiny a valószínűsége. Javasoljuk az UIC 54 rendszerű sínszelvényekkel kialakítandó dilatációs készülék esetében az aljtávolságot az 1-3. aljak között $k = 55 \text{ cm}$ -re csökkenteni.

- A **10. táblázat** szerint, a dilatációs készülékben a sínfej oldalának alsó élében az eredő húzófeszültség értéke sem az UIC 60, sem az UIC 54 r. sínekből kifejlesztett dilatációs készülék esetében sem haladja meg a készülék anyagának becsült fáradási határfeszültségét.
 - Az anyag gyártási vagy saját feszültsége $\sigma_{gy} = 50 - 70 \text{ N/mm}^2$ viszonylagosan nagy érték a mértékadó dinamikus járműterhek hatására a sítalp szélében ébredő húzófeszültség nagyságához viszonyítva, melyeket a **6. táblázat** tartalmaz és a (11.) szerint számítottunk.
 - A hőmérséklet változás hatására ébredő dilatációs feszültségek — melyeket a **4. táblázat** tartalmaz és a (8.) és (9.) szerint számítottunk, — csekély értéket vesznek fel, a **9.** és a **10. táblázat** szerinti eredő húzófeszültséghez viszonyítva.
 - Az ívbe történő fektetésből ébredő húzófeszültségek — melyeket a **5. táblázat** tartalmaz, és a (10.) szerint számítottunk, — csekély értéket vesznek fel, a **9.** és a **10. táblázat** szerinti eredő húzófeszültséghez viszonyítva.
 - A Z függőleges kerékterhelés és az Y oldalirányú kerékterhelés csavaró hatásából nyomófeszültség ébred, mely csökkenti a keresztmetszetek pontjaiban ébredő húzófeszültség nagyságát (**7. táblázat**).
 - Az Y oldalirányú erő hatásából szintén jelentős húzófeszültség többlet keletkezik a keresztmetszetek vizsgált pontjaiban (**8. táblázat**).
- A fentiek, valamint a 9. és a 10. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a dilatációs készülék a 3.1. pontban leírt paraméterű pályába beépítve, a 3.2. pontban részletezett járműterhek hatására $V \leq 160 \text{ km/h}$ sebesség esetén fáradásra megfelel.