

Vasúti közlekedési zaj számítása

1. Tárgy, alkalmazási kör

1.1. E melléklet szerinti módszer a vasúti járművek vasúti pályatesten történő mozgásából és állóhelyzeti üzemeltetéséből származó zaj kibocsátásának modellezéssel történő meghatározására szolgál. A modellszámítással a vizsgált vasúti szakasz forgalmától származó, hosszúidejű időtartamra vonatkoztatott, irányított, méterenkénti hangteljesítményszint határozható meg két forrásmagasságra, a 63 Hz-től 8000 Hz-ig terjedő sávközpontú frekvenciákkal jellemzett oktávsvávokban.

1.2. E mellékletet kell alkalmazni az 1.3. pontban felsorolt kivételekkel minden olyan esetben, amikor a számítás célja:

- a) a vasúti közlekedési zajra vonatkozó zajterhelési határértékek betartásának számításal történő ellenőrzése,
- b) a vasutak közvetlen hatásterületének meghatározása,
- c) csendes övezet, zajvédelmi szempontból fokozottan védett terület kijelöléséhez szükséges zajtérkép elkészítése.

1.3. E melléklet szerinti módszer nem alkalmazható:

- a) az erdei vasút vagy kisvasút pályáján, a fogaskerekű vasúti pályán, a felszín alatti vasutak felszín alatti szakaszain, a kötélvontatású vasúton közlekedő járművek forgalmától származó zajkibocsátás modellezésére,
- b) a közúti-vasúti járművektől (kételtű járművektől), vasúti munkagépektől, valamint a történelmi, muzeális vasúti járművek üzemeltetésétől származó zajkibocsátás modellezésére,
- c) a vasúti járművek hangjelzése által keltett zajhatások modellezésére,
- d) a vasúti járművek felépítményében a jármű mozgása során az egyes részegységek vagy alkatrészek érintkezése, egymáshoz ütdése során keletkező zajhatások modellezésére,
- e) a teherszállító járműveken szállított árutól származó, vagy az áru járművel való érintkezése során keletkező zajhatások modellezésére,
- f) a vasúti járművek fékezése során a pálya-kerék kölcsönhatásból származó többlet zajhatások modellezésére,
- g) az acélszerkezetes vasúti hidak szerkezete által lesugárzott zajhatások modellezésére.

2. Fogalom meghatározások

E melléklet alkalmazásában:

1. erdei vasút: az erdei faválaszték keskeny nyomtávú vasúton történő szállítására szolgáló vasút,
2. kerékátmérő: a vasúti járművek kerékátmérője új állapotban,
3. kerékterhelés: a vasúti jármű rugózatlan tömegének egy kerékre jutó része,
4. kisvasút: elsődlegesen turisztikai célokat szolgáló, keskeny nyomtávú vasút,
5. kitérő: olyan váltószerkezettel ellátott vasúti pályaszakasz, ami lehetővé teszi az eredeti irányából eltérő irányba történő letérést,
6. nagysebességű vasúti jármű: legalább 200 km/h sebességgel való közlekedésre tervezett jármű,
7. nagyvasút: az országos vasúti pályahálózathoz tartozó vasútvonalak,
8. számítási szakasz: a vizsgált vasútvonal olyan szakasza, amelyen a zajkibocsátás modellezéséhez szükséges bemenő adatok mindegyikének értéke állandó,
9. szerelvény: vasúti járművek összekapcsolt sorozata,
10. történelmi, muzeális vasúti jármű: az a közszolgáltatásban részt nem vevő vasúti jármű, amelyet muzeális intézmény nyilvántartásba vett, vagy amelynek gyártása 50 évnél régebben történt,
11. vasúti híd: a vasúti pálya vízfelület, közút vagy más akadály fölötti átvezetésére szolgáló műtárgy,
12. vasúti jármű: olyan vasúti pályán való közlekedésre tervezett jármű, amely a szerelvény önálló részeként a vele összekapcsolt alegységektől függetlenül mozgatható, a több alegységtől leválasztható.

3. A modell általános leírása
- 3.1. A modell alapvető jellemzői
- 3.1.1. A számítási modell egy olyan félempirikus modell, amely részben a vasúti járművek állóhelyzeti, valamint elhaladási zajának különböző vasúti pályatípusokon végzett nagyszámú méréséből nyert adatok statisztikai kiértékelésével, részben mikromodellezésen alapuló elméleti modellszámításokkal készült.
- 3.1.2. A számítási modell a vasúti járművek zajkibocsátását matematikai összefüggésekkel modellezi, melyek az alábbi részforrástípusokat reprezentálják:
- a) a vasúti jármű kereke és a vasúti pálya közötti kölcsönhatás okozta gördülési zajt,
 - b) a sín-szál folytonosságának megszakadásakor keletkező ütközési zajt,
 - c) a kisívíű kitérőkben és pályáívekben keletkező csikorgás zajt,
 - d) a vasúti járművek gépészeti berendezései által keltett hajtóműzajt,
 - e) az aerodinamikai zajt.
- 3.1.3. A gördülési zaj meghatározása azon az elméleti megközelítésen alapul, hogy a vasúti pálya és a vasúti járművek kerekének mikroérdessége kölcsönösen gerjeszti egymást. A gerjesztés a vasúti pályát és a járművet rezgésbe hozza. A rezgési energia részben hangenergiává alakul, amelyet a pálya és a jármű sugároz le a környezetébe. A modell gördülési zajra vonatkozó összefüggései az előbbi elméletet képezik le.
- 3.1.4. A gördülési zaj vonatkozásában a modell alkalmazásával külön határozható meg a vasúti pálya felépítménye által és a vasúti jármű által lesugárzott gördülési zaj.
- 3.1.5. A modell a pálya folytonosságának megszakadásakor (kitérők, hevederes sínkötésű pálya) keletkező ütközési zajt a teljes effektív érdességi szint korrigálásával, míg a kis ívíű pályáívekben fellépő csikorgási zajt a gördülési zajhoz adott korrekciós tényezővel fejezi ki. A fékezés során keletkező többlet zajhatást a modell figyelmen kívül hagyja.
- 3.1.6. A modell a járművek két üzemállapotát különbözteti meg: a pályán álladó sebességgel mozgó jármű és az álló helyzetben a gépészeti berendezéseit üzemeltető jármű.
- 3.1.7. Jelen módszer a hajtóműzajt a jármű gépészeti berendezéseinek arra az üzemállapotára határozza meg, amely az összes lehetséges üzemállapot közül a leghangosabb.
- 3.1.8. A modell az aerodinamikai zajt a legalább 200 km/h mértékadó sebességgel közlekedő vasúti járművekre határozza meg, ennél kisebb sebességek esetén implicit módon a gördülési zaj részeként kezeli.
- 3.1.9. Ha a pályaszakaszh vasúti hídon helyezkedik el, a hídszerkezetet a vasúti jármű mozgása gerjeszti, ami többletzajkibocsátást eredményez. A vasúti hídszerkezetek által lesugárzott zaj a beton és vasbeton szerkezetes hidak esetében elhanyagolható, az acélszerkezetes hidak szerkezete által lesugárzott zaj modellezése e módszertől alapjaiban eltérő megközelítést igényel. A modell a vasúti hidakra vonatkozó összefüggéseket nem tartalmaz.
- 3.1.10. A modell figyelembe veszi a gördülési zaj, az aerodinamikai zaj és a hajtóműzaj egyes részforrásainak dipol sugárzó jellegét, számol az előbbi részforrások által lesugárzott zaj vízszintes és függőleges irányítottságával.
- 3.1.11. A modell a forrás hangteljesítményszintjét „félszabad térben” határozza meg, így a hangteljesítményszint tartalmazza a közvetlenül a modellezett forrás alatti talajról történő első visszaverődést is ott, ahol nincsenek a hangterjedést befolyásoló objektumok a forrás közvetlen közelében.
- 3.1.12. A modell a vasút forgalmát ekvivalens vonalforrásokkal modellezi. A vonalforrásokra meghatározott hangteljesítményszint-adatokból kiinduló terjedésszámításnál az ekvivalens vonalforrást pontforrások sorozatával kell modellezni.
- 3.2. A modellszámítás lépései
- 3.2.1. A számítás a 4–5. pontban leírtak szerint az alábbi lépések elvégzésével kell megvalósítani:
- a) a bemenő adatok felvétele,
 - b) a vizsgált vasúti szakasz számítási szakaszokra való felosztása,
 - c) a teljes effektív érdességi szint meghatározása, szükség szerinti korrekciója az ütközési zajjal,
 - d) a gördülési zaj értékének meghatározása, szükség szerinti korrekciója a csikorgási zajjal,

- e) a hajtóműzaj értékének meghatározása,
- f) nagysebességű vasúti járművek közlekedése esetén az aerodinamikai zaj meghatározása,
- g) a forrás irányítottságával összefüggő korrekciós tényezők alkalmazása az egyes rész zajforrások kibocsátására,
- h) a rész zajforrások zajkibocsátásának energetikai összegzése az egyes forrásmagasságokban,
- i) az éves átlagos óraforgalom és a mértékadó sebesség ismeretében az ekvivalens vonalforrás méterenkénti $L_{W',eq,line,i,m}$ hangteljesítményszintjének meghatározása.

3.2.2. A modellszámítás eredményeként a vizsgált szakasz hosszúidejű, méterenkénti, frekvenciasúlyozás nélküli, irányított hangteljesítményszintje határozható meg a 63 Hz-es sávközépfrekvenciájú oktávsváltól a 8 kHz-es sávközépfrekvenciájú oktávsvágig oktávsvonalkénti bontásban.

4. A számítás előkészítése

4.1. A vasúti pályák kategorizálása

4.1.1. A nagyvasúti pályákat az e pont szerinti táblázat oszlopaiban szereplő szempontok mindegyike alapján a táblázat szerinti kategóriákba be kell sorolni.

	A	B	C	D	E	F
1	A felépítmény típusa	Sínrendszer	Alj típusa és anyaga	Érdességi szint szerinti kategória	Illesztések és hézagok jelenléte	Pályageometria
2	ágyazatos pálya	Vignol UIC60	fa alj	utolsó síncsiszolás óta eltelt idő > 24 hónap	hegesztett pálya kitérők nélkül	egyenes pálya: minden olyan pálya, ahol: a pálya ívsugara a kitérőknél nagyobb, mint 300 m, egyéb esetben nagyobb, mint 500 m, vagy a pályacívek ívhossza kisebb, mint 50 m.
3	ágyazat nélküli pálya vasúti hidakon	Vignol UIC54	beton kereszt-alj	utolsó síncsiszolás óta eltelt idő vagy a sín kora < 24 hónap	n darab illesztés vagy kitérő 100 m-enként	kis ívű pályáiv: legfeljebb 300 m ívsugarú és legalább 50 m ívhosszú pályáiv
4		Vignol MÁV48 vagy egyéb sínrendszer	alj nélküli felépítmény	tervezési célú felhasználás		kis ívű kitérő: legfeljebb 300 m ívsugarú kitérő
5						nagyívű pályáiv: legalább 300 m, de legfeljebb 500 m ívsugarú és legalább 50 m ívhosszú pályáiv

4.1.2. A helyi érdekű vasúti pályákat az e pont szerinti táblázat oszlopaiban szereplő szempontok mindegyike alapján a táblázat szerinti kategóriákba be kell sorolni.

	A	B	C	D
1	Sínrendszer	Érdességi szint szerinti kategória	Illesztések és hézagok jelenléte	Pályageometria
2	Vignol UIC54	utolsó síncsiszolás óta eltelt idő > 24 hónap	hegesztett pálya kitérők nélkül	egyenes pálya: minden olyan pálya, ahol: a pálya ívsugara a kitérőknél nagyobb, mint 300 m, egyéb

	A	B	C	D
				esetben nagyobb, mint 500 m, vagy a pályaívek ívhossza kisebb, mint 50 m.
3	MÁV 48 (MÁV 48,3 vagy MÁV 48,5)	utolsó síncsiszolás óta eltelt idő, illetve a sín kora < 24 hónap	n darab illesztés vagy kitérő 100 m-enként	kisívű pályaív: - legfeljebb 300 m ívsugarú és legalább 50 m ívhosszú pályaív
4		tervezési célú felhasználás		kisívű kitérő: - legfeljebb 300 m ívsugarú kitérő
5				nagyívű pályaív: - legalább 300 m, de legfeljebb 500 m ívsugarú és legalább 50 m ívhosszú pályaív

4.1.3. A villamospályákat az e pont szerinti táblázat oszlopaiban szereplő szempontok mindegyike alapján a táblázat szerinti kategóriákba be kell sorolni.

	F	G	H	I	J
1	A felépítmény típusa	A pályaszerkezetet takaró réteg	Érdességi szint szerinti kategória	Illesztések és hézagok jelenléte	Pályageometria szerinti kategória
2	ZK/Zúzottkő ágyazatos pálya	burkolatlan vagy szilárd burkolattal ellátott pálya	utolsó síncsiszolás óta eltelt idő > 24 hónap	hegesztett pálya kitérők nélkül	egyenes pálya: minden olyan villamospálya, amelynek ívsugara nagyobb, mint 200 m
3	BBA/Bebetonozott ágyazatú pálya	növényzettel, műfűvel borított pálya	utolsó síncsiszolás óta eltelt idő vagy a sín kora < 24 hónap	n darab illesztés vagy kitérő 100 m-enként	kisívű pályaív vagy kitérő: legfeljebb 200 m ívsugarú pályaív vagy kitérő
4	RAFS-1 rugalmasan alátámasztott, folyamatos sínágyazású pálya		tervezés alatt álló pálya		
5	RAFS-2 és RAFS-3 rugalmasan alátámasztott, folyamatos sínágyazású pálya				
6	NP/ Nagypanel vagy egyéb merevlemezű villamospálya				

4.1.4 A metró felszíni szakaszát az e pont szerinti táblázat oszlopaiban szereplő szempontok mindegyike alapján a táblázat szerinti kategóriákba be kell sorolni.

	A	B
1	Sínrendszer	Illesztések és hézagok jelenléte
2	54E1	n darab illesztés vagy kitérő 100 m-enként

4.2. A vasúti pályákon közlekedő vasúti járműveket a 4.2.1. és a 4.2.4. pontok alapján jármű kategóriákba kell sorolni.

- 4.2.1. A nagyvasúti pályákon közlekedő vasúti járműveket az e pont szerinti táblázat oszlopaiban szereplő szempontok mindegyike alapján a táblázat szerinti kategóriák egyikébe kell besorolni.

	A	B	C	D	E
1	t akusztikai járműkategória	Kerékátmérő (d) kategória	Kerékterhelés kategória (rugózatlan tömegre)	Tengelyek száma	Féktípus kategória
2	nagysebességű vasúti jármű	$d \leq 920$ mm	25 kN	1	öntöttvas tuskófék
3	dízelmozdony 1000 kW teljesítmény alatt	$d > 920$ mm	50 kN	2	kompozit tuskófék
4	dízelmozdony 1000 kW teljesítmény fölött		75 kN	3	tárcsafék, futófelülettel nem érintkező egyéb fék
5	villanymozdony		100 kN	4	
6	dízel motorvonat			n	
7	elektromos motorvonat				
8	vonatott személykocsi				
9	vonatott teherkocsi				
10	vasút-villamos				

- 4.2.2. A villamospályákon közlekedő járműveket az e pont szerinti táblázat oszlopaiban szereplő szempontok mindegyike alapján a táblázat szerinti kategóriák egyikébe kell besorolni.

	A	B	C
1	t akusztikai járműkategória	Kerékátmérő (d) kategória	Tengelyek/kerékpárok száma
2	CAF Urbos	$d < 650$ mm	2
3	CAF egyéb típusok	$650 < d < 700$ mm	3
4	Siemens Combino	$d > 700$ mm	4
5	TATRA (összes típus)		5
6	TW 6000		n
7	Skoda 26 THU3		
8	GANZ KCSV6-1;		
9	PESA 120Nb;		
10	GANZ – ICS;		
11	GANZ - KCSV7;		
12	a 2-11 sorban fel nem sorolt alacsony padlós villamos		
13	a 2-11 sorban fel nem sorolt magas padlós villamos		
14	vasút-villamos		

- 4.2.3. A helyiérdekű vasutakon közlekedő valamennyi jármű azonos kategóriába tartozik.

- 4.2.4. A metró felszíni szakaszain közlekedő valamennyi járművet járműtípus alapján kategóriákba kell sorolni.

4.3. Számítási szakaszokra bontás

- 4.3.1. A vizsgált vasúti pályaszakaszt számítási szakaszokra kell bontani és a modellezést számítási útszakaszonként elvégezni. Azokat pályaszakaszokat kell ugyanahhoz a j számítási pályaszakaszhoz sorolni, amelyeken a szakasz teljes hosszán azonos:

- a forgalom nagysága és összetétele,
- a sínillesztés típusa (hegesztett sínkötés vagy hevederes sínkötés) és a sínillesztés sűrűsége,
- a vasúti pálya típusa a 4.1. pont alapján,
- a vasúti járművek járműkategóriánkénti mértékadó sebessége,
- az érdességi szint kategória a 4.1. pont alapján,
- a pálya ívsugarára vonatkozó kategória a 4.1. pont alapján.

- 4.3.2. A több illesztést tartalmazó pályaszakaszra külön számítási szakaszt kell kijelölni.

4.4. A mértékadó sebesség meghatározása

4.4.1. A villamospályákon közlekedő járművek mértékadó sebessége

A működő villamospályák esetén a mértékadó sebesség a két szomszédos megállóhely (állomásköz) közti éves átlagos menetidőből számított menetsebesség a megállóhelyen való várakozási idők nélkül, de legalább 30 km/h. A tervezés alatt álló villamospályáknál a mértékadó sebesség a pálya tervezési sebessége és a pályán várhatóan közlekedő járművek engedélyezett sebessége közül a kisebb érték, de legalább 30 km/h.

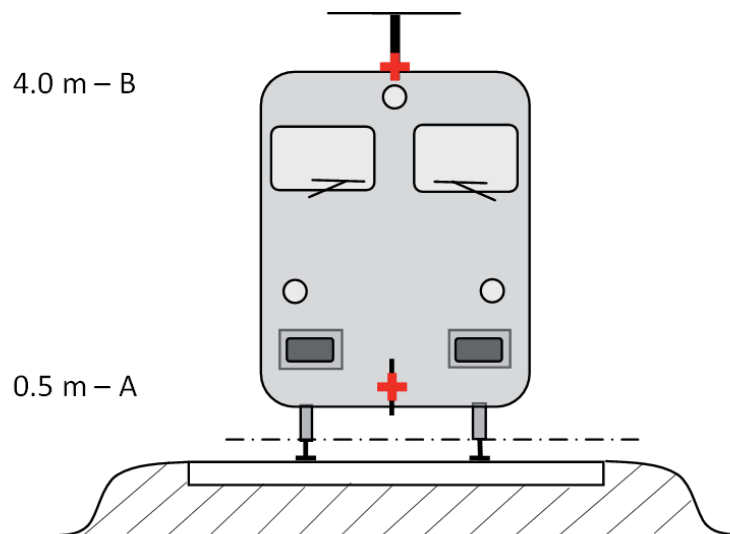
4.4.2. Nagyvasúti pályán és a helyiérdekű vasúton közlekedő járművek mértékadó sebessége

A már működő vasúti pályák esetén az aktuális évben az adott napszakra vonatkozóan a vasúti szolgálati menetrendkönyvben előírt alapsebesség, de legalább 50 km/h. Több vágány esetén ugyanarra a vonathajtásra a legnagyobb alapsebesség-értéket kell közölni, ha ezek nem egyenlők. A tervezés alatt álló pályák esetében a pálya tervezési sebessége a pályán várhatóan közlekedő járművek engedélyezett sebessége és a vonathajtásra vonatkozó megengedett legnagyobb sebesség közül a legkisebb érték, de legalább 50 km/h.

4.5. Az egyenértékű hangforrások száma és elhelyezkedése

4.5.1. Jelen modellszámításban a vasúti járművek elhaladásából származó zajt ekvivalens vonalforrásokkal modellezzük, amelyeket az egyes frekvenciasávokhoz tartozó irányított méterenkénti hangteljesítményszint jellemez. Az egyes pályák forgalmának zajkibocsátását 2 db ekvivalens vonalforrásból álló forráspár reprezentálja: az A és a B vonalforrás. A vonalforrások a pálya középvonalában helyezkednek el, magasságuk a sínszálak felső felületét érintő síkhoz viszonyítva:

- a) az A forrás esetében: 0,5 m,
- b) a B forrás esetében: 4,0 m.



4.5.2. Az ekvivalens vonalforrások a valós zajforrásokat reprezentálják. Az egyes forrástípusok zaját az e pontban lévő táblázat szerint kell hozzárendelni az ekvivalens vonalforrásokhoz.

	A	B
1	Fizikai zajforrás	Ekvivalens vonalforrás
2	gördülési zaj	A
3	ütközési zaj	A
4	csikorgási zaj	A
5	aerodinamikai zaj	A
6		B
7	hajtóműzaj	A
8		B

4.5.3. A vasúti jármű által kibocsátott hajtóműzajt a 13. melléklet 8. pontjában szereplő táblázatoknak megfelelően kell felosztani az A és B vonalforrás között.

4.5.4. Az aerodinamikai zaj vonatkozásában az A forrásmagasság a jármű alján lévő berendezések és a futómű, a B forrásmagasság a jármű tetején elhelyezett berendezések és az áramszedő által okozott aerodinamikai zajt reprezentálja. A két részzajforrás forráserősségét az 5.6.2. pont alapján kell meghatározni és hozzárendelni a forrásmagasságokhoz.

5. A számítás menete

5.1. A számítást külön kell elvégezni:

- a) minden d napszakra,
- b) minden j számítási szakaszra,
- c) mindkét h magasságú ekvivalens vonalforrásra,
- d) minden t járműtípusra,
- e) a t járműtípus minden különböző v mértékadó sebességeire,
- f) minden p fizikai forrástípusra (gördülési zaj, hajtóműzaj, aerodinamikai zaj),
- g) minden k tercsávra.

5.2. Az érdességi szint meghatározása

5.2.1. Az i -edik hullámhosszszávhoz tartozó teljes effektív érdességi szint meghatározása

5.2.1.1. A kerék és a sín érdessége a sín és a kerék érintkezési pontján fellépő rezgésgerjesztés okát reprezentálja. A módszerben a j -edik számítási szakasz és minden t -edik járműtípus teljes effektív érdességét meg kell határozni a hozzá tartozó v mértékadó sebesség mellett.

5.2.1.2. A teljes effektív érdességi szint meghatározáshoz külön kell meghatározni a vasúti jármű kerekének érdességi szintjét és a vasúti pálya érdességi szintjét. Az L_r érdességi szint a sín vagy kerék futófelületének adott sínhosszon, illetve a kerék teljes kerületén mozgásirányban (longitudinális szint) mért, μm -ben kifejezett érdességének r^2 négyzetes középérték-négyzetéből, valamint a vonatkoztatási érték r_0^2 négyzetének hányadosából képzett 10-es alapú logaritmus 10-szerese:

$$L_r = 10 \times \lg \left(\frac{r}{r_0} \right)^2$$

, ahol:

- a) r_0 : $1 \mu\text{m}$,
- b) r : az érintkezési felület pontjainak a középszíntől mérhető függőleges irányú távolságaiból képzett négyzetes középérték (μm).

5.2.1.3. Az $L_{r,TOT,i}$ teljes effektív érdességi szintet az i -edik hullámszámsávra a sín és a kerék érdességi szintje energiaösszegének, valamint az $A_{3,i}$ kontaktszűrő összegeként kell meghatározni az alábbi összefüggés alkalmazásával:

$$L_{r,TOT,i} = 10 \cdot \lg(10^{L_{r,TR,i}/10} + 10^{L_{r,VEH,i}/10}) + A_{3,i}$$

, ahol

- a) $L_{r,TOT,i}$: a teljes effektív érdességi szint λ hullámhosszú spektrumként kifejezve (dB),
- b) $L_{r,TR,i}$: a pálya érdességi szintje az i -edik hullámhossztartományban (dB),
- c) $L_{r,VEH,i}$: a jármű érdességi szintje az i -edik hullámhossztartományban (dB),
- d) $A_{3,i}$: a jármű-kerék érintkezése során fellépő kontaktszűrő hatás az i -edik hullámhossztartományban (dB).

5.2.1.4. A vasúti pálya i -edik hullámhosszszávhoz tartozó $L_{r,TR,k}$ érdességi szintjét az alábbi módszerek egyikével kell meghatározni:

- a) az MSZ EN 15610 című Vasúti alkalmazások. Zajkibocsátás. Sín és a kerék érdességének mérése a zajkeltésre vonatkozóan című szabvánnyal vagy azzal egyenértékű eredményt adó módszerrel vagy
- b) a vasúti pálya állapotától függően a 13. melléklet 1. pontjának felhasználásával.

5.2.1.5. A vasúti jármű kerekének i -edik hullámhosszszávhoz tartozó $L_{r,VEH,i}$ érdességi szintjét az alábbi módszerek egyikével kell meghatározni:

- a) az MSZ EN 15610 című Vasúti alkalmazások. Zajkibocsátás. Sín és a kerék érdességének mérése a zajkeltésre vonatkozóan című szabvánnyal vagy azzal egyenértékű eredményt adó módszerrel vagy
- b) a jármű féktípusától függően a 13. melléklet 2. pontjának felhasználásával.

5.2.1.6. Az $A_{3,i}$ kontaktszűrő hatás mértékét a vasúti rendszer típusának, a járműkerék méretének, valamint a kerékterhelésnek a függvényében az 13. melléklet 3. pontjának felhasználásával kell meghatározni.

5.2.2. Az ütközési zajjal korrigált teljes effektív érdességi szint meghatározása

5.2.2.1. Az ütközési zaj a sínszál folytonosságának megszakadásakor a sínillesztéseknél a jármű kerekének a sínvéghöz való ütközése során keletkező hanghatás.

5.2.2.2. Az ütközési zajt az elágazásoknál, a kitérőknél, a hevederes sínillesztésű pályáknál vagy a vasúti pályák szintbeni kereszteződésnél található sínillesztéseknél kell alkalmazni.

5.2.2.3. Az ütközési zaj figyelembevételéhez a teljes effektív érdességi szinthez egy fiktív ütközési érdességi szintet kell hozzáadni azokon a konkrét j -edik pályaszakaszokon, ahol az 5.2.2.2. pont szerint az ütközési zajt figyelembe kell venni. Ekkor az így meghatározott korrigált $L'_{r,TOT,i}$ válik használatossá az $L_{R,TOT,i}$ helyett, melynek értéke:

$$L'_{r,TOT,i} = 10 \times \lg(10^{L_{r,TOT,i}/10} + 10^{L_{R,IMPACT,i}/10})$$

, ahol:

- a) $L_{R,IMPACT,i}$: az i -edik hullámhosszsávhoz tartozó ütközési érdességi szint (dB),
- b) $L_{r,TOT,i}$: az i -edik hullámhosszsávhoz tartozó teljes effektív érdességi szint (dB),
- c) $L'_{r,TOT,i}$: az i -edik hullámhosszsávhoz tartozó korrigált teljes effektív érdességi szint (dB).

5.2.2.4. Az ütközési zaj a hosszegységre eső ütközések erősségétől és számától függ. Ha a pálya folytonossága a vizsgált pályaszakaszon több helyen is megszakad és az 5.2.2.2. szerint az ütközési zajjal számolni kell, akkor az 5.2.2.3. pontban szereplő összefüggésben alkalmazandó ütközési érdességi szintet a következő összefüggéssel kell meghatározni:

$$L_{R,IMPACT,i} = L_{R,IMPACT-SINGLE,i} + 10 \times \lg\left(\frac{n_j}{0,01}\right)$$

, ahol:

- a) $L_{R,IMPACT-SINGLE,i}$: egyetlen ütközés ütközési érdességi szintje az i -edik hullámhossztartományban a 13. melléklet 4. pontja szerint (dB),
- b) n_j : hosszegységre eső sínillesztések átlagértéke a j -edik pályaszakaszon (db/m).

5.2.2.5. Hevederes sínillesztésű pályáknál, ha pontosabb adat nem áll rendelkezésre, n_j értékét 0,01 db/m értéként kell felvenni.

5.2.2.6. A gördülési zaj meghatározása során $L'_{r,TOT,i}$ értékkel a sínillesztés előtt és után +/- 50 m-rel kell számolni, illesztéssorozat esetében -50 m-rel az első illesztés elé, valamint +50 m-rel az utolsó illesztés utánra kell kiterjeszteni.

5.3. A hullámhosszszávokra meghatározott $L_{r,TOT,i}$ és $L'_{r,TOT,i}$ teljes effektív érdességi szintet az 5.3.1–5.3.2. pontok szerint át kell számítani szabványos frekvenciatercsávokra vonatkozó teljes effektív érdességi szintre.

5.3.1. A jármű v mértékadó sebességének ismeretében meg kell határozni az i -edik hullámhossztercsáv λ_i sávközépfrekvenciához tartozó f_i sávközépfrekvencia értéket.

$$f_i = \frac{v}{3,6 \times \lambda_i}$$

, ahol:

- a) f_i : az i -edik számított tercsáv sávközépfrekvenciája (Hz),
- b) λ_i : az i -edik hullámhossz tercsávhoz tartozó sávközépfrekvencia (m),
- c) v : mértékadó sebesség (km/h).

5.3.2. Az érdességi spektrum a frekvencia függvényeként a különböző sebességeknél eltolódik a frekvenciatengely mentén, így az f_i számított sávközépfrekvencia-értékek nem minden esetben esnek egybe a standardizált tercsáv középfrekvencia-értékekkel.

Amennyiben f_i értéke nem a szabványos tercsáv középfrekvencia értéknek adódik, a hozzátartozó effektív érdességi szintet arányosan meg kell osztani a két megfelelő szabványos tercsáv között. Ehhez a két szomszédos számított tercsáv-közép-frekvenciákhoz tartozó teljes effektív érdességi szinteket energetikailag és arányosan átlagolni kell.

Az átszámítást az alábbi összefüggéssel kell elvégezni:

$$L'_{r,TOT,k} = 10 \lg \left(\frac{f_{i+1} - f_k}{f_{i+1} - f_i} 10^{L'_{r,TOT,i}/10} + \frac{f_k - f_i}{f_{i+1} - f_i} 10^{L'_{r,TOT,i+1}/10} \right)$$

, ahol:

- $L'_{r,TOT,k}$: a k-adik standardizált tercsávhoz tartozó teljes effektív érdességi szint, vagy amennyiben az ütközési zajt is alkalmazni kellett, az ütközési zajjal korrigált teljes effektív érdességi szint,
- f_i és f_{i+1} : rendre a k-adik standardizált tercsávval átfedésben álló „i”-edik, illetve „i+1”-edik számított tercsáv sávközépfrekvenciája,
- f_k az „i”-edik és „i+1”-edik számított tercsávval átfedésben álló standardizált tercsáv sávközépfrekvenciája, amelyre igaz, hogy $f_{i+1} > f_k > f_i$,
- $L'_{r,TOT,i}$: az „i”-edik számított tercsávhoz tartozó korrigált teljes effektív érdességi szint,
- $L'_{r,TOT,i+1}$: az „i+1”-edik számított tercsávhoz tartozó korrigált teljes effektív érdességi szint.

5.4. A gördülési zaj meghatározás

5.4.1. A pálya és a jármű gördülési zajának meghatározása

5.4.1.1. A gördülési zaj meghatározásához külön kell kiszámítani a vasúti pálya és külön az egyes járműtípusokba tartozó járművek által lesugárzott zaj hangteljesítményszintjét.

5.4.1.2. E módszerben a teljes effektív érdességi szint és az $L_{W,0,k}$ hangteljesítményszint közti különbséget az egyes jármű- és pályatípusokra meghatározott, 1 db tengelyen lévő kerekek elhaladására normált átviteli függvények határozzák meg. Az átviteli függvények olyan empirikus függvények, amelyek a kerék, a sín, az alj és a pálya felépítményének felületén jelentkező mechanikai rezgés és hangképződés teljes komplex jelenségét reprezentálják. A modellben a számítási szakasz jellege szerint két sebességfüggetlen átviteli függvényt kell alkalmazni:

- $L_{H,TR,k}$: a pálya átviteli függvénye,
- $L_{H,VEH,k}$: a jármű átviteli függvénye.

Ezek a függvények kapcsolják össze a teljes effektív érdességi szintet sorrendben a pálya és a kerekek által lesugárzott zaj hangteljesítményszintjével.

5.4.1.3. A pálya által lesugárzott gördülési zajt az alábbi összefüggéssel kell meghatározni:

$$L_{W,0,TR,k} = L_{r,TOT,k} + L_{H,TR,k} + \Delta L_{H,TR,k} + 10 \times \lg(N_a)$$

, ahol:

- $L_{W,0,TR,k}$: a pálya által lesugárzott zaj hangteljesítményszintje az k-adik frekvenciatercsávban a j-edik pályaszakaszon (dB),
- $L_{r,TOT,k}$: a k-adik standardizált frekvenciatercsávhoz tartozó teljes effektív érdességi szint (dB),
- $L_{H,TR,k}$: a pálya átviteli függvénye a k-adik tercsávban a 13. melléklet 5. pontja szerint (dB),
- $\Delta L_{H,TR,k}$: a növényzettel vagy műfüvel borított villamospályák pályáátviteli függvényének korrekciós tényezője a k-adik tercsávban a 13. melléklet 5.2. pontja szerint (dB),
- N_a : egy, a t-edik járműosztályba tartozó jármű tengelyeinek száma (db/jármű).

5.4.1.4. A jármű által lesugárzott gördülési zajt az alábbi összefüggéssel kell meghatározni:

$$L_{W,0,VEH,k} = L_{r,TOT,k} + L_{H,VEH,k} + 10 \times \lg(N_a)$$

, ahol:

- $L_{W,0,VEH,k}$: t-edik járműosztályba tartozó jármű által lesugárzott zaj hangteljesítményszintje az k-adik frekvenciatercsávban (dB),
- $L_{r,TOT,k}$: az k-adik standardizált frekvenciatercsávhoz tartozó teljes effektív érdességi szint (dB),
- $L_{H,VEH,i}$: a t-edik járműosztályba tartozó jármű átviteli függvénye az i-edik tercsávban, a 13. melléklet 6. pontja szerint (dB),
- N_a : egy, a t-edik járműosztályba tartozó jármű tengelyeinek száma (db/jármű).

5.4.2. A teljes gördülési zajszint meghatározása

5.4.2.1. A vasúti pálya és vasúti jármű által lesugárzott gördülési zajból a teljes gördülési zaj értékét a következő összefüggéssel kell meghatározni:

$$L_{W,0,roll,k} = 10 \times \lg(10^{L_{W,0,VEH,k}/10} + 10^{L_{W,0,TR,k}/10}) + \Delta L_{CS,k}$$

, ahol:

- $L_{W,0,roll,k}$: a j-edik pályaszakasz teljes gördülési zajának hangteljesítményszintje a k-adik tercsávban (dB),

- b) $L_{W,0,VEH,k}$: a jármű által lesugárzott gördülési zaj hangteljesítményszintje a k-adik frekvencia tercsávban (dB),
- c) $L_{W,0,TR,k}$: a pálya által lesugárzott gördülési zaj hangteljesítményszintje a k-adik tercsávban (dB),
- d) $\Delta L_{cs,k}$: a csikorgási zaj miatti korrekció a k-adik tercsávban az 5.4.3. pont szerint (dB).

5.4.3. A $\Delta L_{cs,k}$ csikorgási zaj miatti korrekció meghatározása

5.4.3.1. A csikorgási zaj a vasúti járművek ívben történő kanyarodása során a kerekek csúszva gördülése miatt keletkező zajkibocsátás.

5.4.3.2. A csikorgási zaj:

- a) a villamospályák esetén a legfeljebb 200 m sugarú íveknél és kitérőknél,
 - b) a nagyvasúti pályák és a helyiérdekű vasúti pályák esetén:
 - ba) a legalább 50 m hosszúságú és legfeljebb 500 m sugarú íveknél,
 - bb) a legfeljebb 300 m sugarú kitérőknél
- vehető figyelembe. Minden más esetben ΔL_{cs} korrekciós tényező értéke: 0 dB.

5.4.3.3. A meglévő vasúti pályák vonatkozásában a csikorgási zajjal csak azoknál a járműtípusoknál kell számolni, amelyeknél a csikorgás a vizsgált pályaszakaszon érzékszervi észleléssel is észlelhető.

5.4.3.4. A csikorgási zaj meghatározásához a gördülési zaj hangteljesítményszint-spektrumához minden tercsávban az alábbi táblázat szerinti korrekciós tényezőt kell hozzáadni.

	A	B	C	D	E
1	Vasúti pálya jellege	r ívsugár (m)	l ívhossz (m)	Az ív jellege	ΔL_{cs} korrekciós tényező (dB)
2	nagyvasúti pályák, helyiérdekű vasút	$300 \text{ m} < r \leq 500 \text{ m}$	$l \geq 50 \text{ m}$	pályaív	5
3		$r \leq 300 \text{ m}$	$l \geq 50 \text{ m}$	pályaív	8
4		$r \leq 300 \text{ m}$	minden ívhosszra	kitérőív	8
5	villamospályák	$r \leq 200 \text{ m}$	minden ívhosszra	pályaív vagy kitérőív	5

5.4.3.5. A vasúti pálya tervezése során a csikorgási zajjal abban az esetben kell számolni, ha a pálya geometriai kialakításából következően csikorgási zaj léphet fel.

5.4.3.6. Ha a csikorgásból adódó korrekciós tényező alkalmazhatóságát a helyszínen méréssel ellenőrizik, a korrekciós tényezőt a mérési eredmények alapján korrigálni kell.

5.5. Hajtóműzaj

5.5.1. A hajtóműzaj a vasúti jármű gépészeti berendezéseinek működéséből származó zajt reprezentálja.

5.5.2. A modellezett forráserősség a maximális terhelési viszonyoknak felel meg, a hajtóműzaj értéke minden üzemállapotra azonos.

5.5.3. A hajtóműzajt a vasúti pályán mozgó vasúti járművek esetén minden esetben figyelembe kell venni, az álló járművekre pedig abban az esetben, ha a vasúti jármű gépészeti berendezéseinek üzemelési időtartama ugyanazon a helyen éves átlagban eléri az egybefüggő 30 min/napszak időtartamot.

5.5.4. A hajtóműzaj meghatározásához szükséges $L_{W,0,idling,A,k}$ és $L_{W,0,idling,B,k}$ értékeket mind az állóhelyzeti üzemeltetés, mind a vasúti pályán történő mozgás esetén a 13. melléklet 8. pontja alapján kell meghatározni.

5.5.5. A 13. melléklet 8. pontjában nem szereplő járműtípusok hajtóműzajára az $L_{W,0,idling,A,k}$ és $L_{W,0,idling,B,k}$ értékek mérésel is meghatározhatók.

5.6. Aerodinamikai zaj

5.6.1. Az aerodinamikai zajt 200 km/h mértékadó sebesség felett kell figyelembe venni.

5.6.2. Az aerodinamikai zaj hangteljesítményszintjét a mértékadó sebesség függvényeként az alábbi összefüggésekkel kell meghatározni:

$$L_{W,0,aero,A,k} = L_{W,0,ref,A,k} + \alpha_A \times \lg\left(\frac{v}{v_0}\right)$$

és

$$L_{W,0,aero,B,k} = L_{W,0,ref,B,k} + \alpha_B \times \lg\left(\frac{v}{v_0}\right)$$

, ahol:

- a) $L_{W,0,aero,A,k}$: az aerodinamikai zaj hangteljesítményszintje az A ekvivalens vonalforrásra v mértékadó sebesség mellett, a k -adik tercsávban (dB),
- b) $L_{W,0,ref,A,k}$: az aerodinamikai zaj vonatkoztatási hangteljesítményszintje az A ekvivalens vonalforrásra v_0 vonatkoztatási sebesség mellett, a k -adik tercsávban (dB),
- c) $L_{W,0,aero,B,k}$: az aerodinamikai zaj hangteljesítményszintje a B ekvivalens vonalforrásra v mértékadó sebesség mellett, a k -adik tercsávban (dB),
- d) $L_{W,0,ref,B,k}$: az aerodinamikai zaj vonatkoztatási hangteljesítményszintje a B ekvivalens vonalforrásra v_0 vonatkoztatási sebesség mellett, a k -adik tercsávban (dB),
- e) α_A : az aerodinamikai zaj sebességfüggésének együtthatója A ekvivalens forrásra,
- f) α_B : az aerodinamikai zaj sebességfüggésének együtthatója B ekvivalens forrásra,
- g) v_0 : vonatkoztatási sebesség: 300 km/h,
- h) v : mértékadó sebesség (km/h).

5.6.3. Ha a vasúti nagysebességű járműtípusra az aerodinamikai zaj α_A és α_B együtthatóira, valamint $L_{W,0,ref,A,k}$ és $L_{W,0,ref,B,k}$ vonatkoztatási hangteljesítményszintjeire mérésel meghatározott érték rendelkezésre áll, ezeket az értékeket a mérési eredmények alapján kell meghatározni.

5.6.4. Ha a vasúti nagysebességű jármű típusa nem ismert, vagy az α_A , α_B , $L_{W,0,ref,A,k}$ és $L_{W,0,ref,B,k}$ értékekre mérésel meghatározott adat nem áll rendelkezésre, ezeknek az értékeknek a meghatározásához a 13. melléklet 7. pontjában szereplő táblázatot kell alkalmazni.

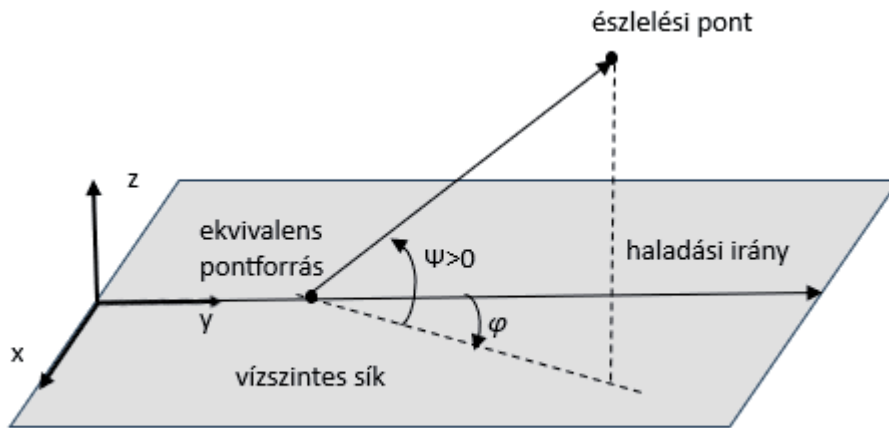
5.7. A forrás vízszintes és függőleges irányítottságának korrekciós tényezői

5.7.1. A gördülési zajra meghatározott $L_{W,0,roll,k}$, a hajtóműzajra meghatározott $L_{W,0,idling,A,k}$ és $L_{W,0,idling,B,k}$, az aerodinamikai zajra meghatározott $L_{W,0,aero,A,k}$ és $L_{W,0,aero,B,k}$ hangteljesítményszint értékeket a vasúti közlekedési zaj sugárzásának vízszintes és függőleges irányítottsága miatt az 5.7.2–5.7.7. pontok szerint korrigálni kell.

5.7.2. A vízszintes és függőleges irányítottságra vonatkozó korrekciós tényezőt a különböző forrástípusoknál az alábbi ekvivalens forrásoknál kell alkalmazni:

	A	B	C	D
1		Gördülési zaj	Hajtóműzaj	Aerodinamikai zaj
2	Vízszintes irányítottság	A forrás	A és B forrás	A és B forrás
3	Függőleges irányítottság	A forrás	A forrás	A és B forrás

5.7.3. Az irányítottság meghatározásához alkalmazott összefüggéseket az e pontban szereplő ábra szemlélteti. A vízszintes síkot az A forrás esetében a sínszálak felső felületét érintő síkhoz viszonyítva 0,05 m magasságban, B forrás esetében a sínszálak felső felületét érintő síkhoz viszonyítva 4 m magasságban kell értelmezni.



5.7.4. A vízszintes irányítottság korrekciós tényezőjének meghatározása a vízszintes síkban történik a következő összefüggéssel:

$$\Delta L_{W,dir,hor,k} = 10 \times \lg(0,01 + 0,99 \cdot \sin^2 \varphi)$$

, ahol:

- $\Delta L_{W,dir,hor,k}$: a φ vízszintes irányítottság korrekciós tényezője minden tercsávban mindkét forrásmagasságra és minden forrástípusra (dB),
- φ : az észlelési pont xy síkra vetített vetületét az ekvivalens pontforrással összekötő egyenes és a haladási irány által bezárt szög (rad).

5.7.5. A függőleges irányítottság korrekciós tényezőjének meghatározása a függőleges síkban történik, az A forrásra a következő összefüggéssel:

$$\Delta L_{W,dir,ver,A,k} = \frac{40}{3} \times \left[\frac{2}{3} \times \sin(2 \times \Psi) - \sin \Psi \right] \times \lg \left(\frac{f_{c,k} + 600}{200} \right), \text{ ha } 0 < \Psi < \pi/2$$

$$\Delta L_{W,dir,ver,A,k} = 0, \text{ ha } -\pi/2 < \Psi \leq 0$$

, ahol:

- $\Delta L_{W,dir,ver,A,k}$: a Ψ függőleges irányítottság korrekciós tényezője az A forrásmagasságra, a k-adik tercsávban minden forrástípusra (dB),
- Ψ : az ekvivalens pontforrást az észlelési ponttal összekötő egyenes, valamint az észlelési pont vízszintes síkra vetített vetülete által bezárt szög a függőleges síkban (rad),
- $f_{c,k}$: a k-adik tercsáv sávközépfrekvenciája (Hz).

5.7.6. A függőleges irányítottságot az aerodinamikai zaj B forrásmagasság komponensére a következő összefüggéssel kell meghatározni:

$$\Delta L_{W,dir,ver,B,k} = 10 \times \lg(\cos^2 \Psi), \text{ ha } \Psi < 0$$

$$\Delta L_{W,dir,ver,B,k} = 0, \text{ ha } \Psi \geq 0$$

, ahol:

- $\Delta L_{W,dir,ver,B,k}$: a Ψ függőleges irányítottság korrekciós tényezője a B forrásmagasságra, a k-adik tercsávban minden forrástípusra (dB),
- Ψ : az ekvivalens pontforrást az észlelési ponttal összekötő egyenes, valamint az észlelési pont vízszintes síkra vetített vetülete által bezárt szög a függőleges síkban (rad).

5.7.7. Mindegyik jármű-pálya-sebesség kombinációra, minden pályaszakaszra, az $Ah = 1$ -nek és a $Bh = 2$ -nek megfelelő magasságra, valamint irányultságra külön $L_{W,0,dir,k}(\Psi, \varphi)$ létezik.

5.7.8. Az egyes konkrét források irányított hangteljesítményszintjét a következő összefüggéssel kell meghatározni:

$$L_{W,0,dir,k}(\Psi, \varphi) = L_{W,0,dir,k} + \Delta L_{W,dir,ver,k} + \Delta L_{W,dir,hor,k}$$

, ahol

- a) $\Delta L_{W,dir,ver,k}$: a Ψ függőleges irányítottsági korrekciós tényezője a k-adik tercsávban (dB),
- b) $\Delta L_{W,dir,hor,k}$: a φ vízszintes irányítottsági korrekciós tényezője a k-adik tercsávban (dB),
- c) $L_{W,0,dir,k}(\Psi, \varphi)$: a p fizikai forrástípus (gördülési zaj, hajtóműzaj, aerodinamikai zaj) irányított hangteljesítményszintje egyetlen járműre a jármű mozgásirányához képest meghatározott Ψ, φ irányokban (dB),
- d) $L_{W,0,dir,k}$: a p fizikai forrástípus (gördülési zaj, hajtóműzaj, aerodinamikai zaj) hangteljesítményszintje egyetlen járműre (dB).

5.8. Az egyes forrástípusokra és járműtípusokra vonatkozó egyenértékű hangteljesítményszintek meghatározása

5.8.1. Mozgó járművek

Ha állandó, óránként Q darab járműből álló forgalmat és v állandó mértékadó sebességet tételezünk fel, akkor a számítási szakasz hosszegységén minden időpillanatban egyenlő számú, Q/v jármű tartózkodik. A járműforgalom nagyságának megfelelő zajkibocsátást $L_{W',eq,line,k}(\Psi, \varphi)$ irányított méterenkénti hangteljesítményszintben kifejezve az alábbi összefüggéssel kell meghatározni:

$$L_{W',eq,line,k}(\Psi, \varphi) = L_{W,0,dir,k}(\Psi, \varphi) + 10 \times \lg \left(\frac{Q}{1000 \times v} \right)$$

, ahol:

- a) Q : a t-edik járműtípus óránkénti átlagos forgalma a j-edik pályaszakaszon v mértékadó sebességre (jármű/h),
- b) v : mértékadó sebesség a j-edik pályaszakaszon t járműtípusra (km/h),
- c) $L_{W,0,dir,k}(\Psi, \varphi)$: az adott zajforrástípus (gördülési zaj, hajtóműzaj, aerodinamikai zaj) irányított hangteljesítményszintje egyetlen járműre a jármű mozgásirányához képest meghatározott Ψ, φ irányokban, a k-adik tercsávban (dB).

5.8.2. Álló helyzetben üzemelő járművek

5.8.2.1. Állóhelyzeti üzemeltetés esetén az $L_{W,0,idling,k}$ hangteljesítményszintet a gépészeti berendezések álló helyzetben történő üzemeltetésének időtartamára kell figyelembe venni a vasúti jármű l hosszára az alábbi összefüggések felhasználásával:

$$L_{W',eq,line,A,k}(\Psi, \varphi) = L_{W,0,idling,A,k}(\Psi, \varphi) + 10 \times \lg \left(\frac{T_{idle}}{T_{ref} \times l} \right)$$

és

$$L_{W',eq,line,B,k}(\varphi) = L_{W,0,idling,B,k}(\varphi) + 10 \times \lg \left(\frac{T_{idle}}{T_{ref} \times l} \right)$$

, ahol:

- a) $L_{W',eq,line,A,k}(\Psi, \varphi)$: a jármű hajtóműzajának irányított, egyenértékű, méterenkénti hangteljesítményszintje a k-adik tercsávban, az A ekvivalens vonalforrásra (dB),
- b) $L_{W,0,idling,A,k}(\Psi, \varphi)$: a jármű hajtóműzajának irányított, méterenkénti hangteljesítményszintje a k-adik tercsávban, az A ekvivalens vonalforrásra (dB),
- c) $L_{W',eq,line,B,k}(\varphi)$: a jármű hajtóműzajának irányított, egyenértékű méterenkénti hangteljesítményszintje a k-adik tercsávban, a B ekvivalens vonalforrásra (dB),
- d) $L_{W,0,idling,B,k}(\varphi)$: a jármű hajtóműzajának irányított hangteljesítményszintje az k-adik tercsávban, a B ekvivalens vonalforrásra (dB),
- e) T_{idle} : a jármű gépészeti berendezéseinek működési ideje éves átlagban a vizsgált napszakban (min),
- f) T_{ref} : a vizsgált napszak vonatkoztatási ideje (min),
- g) l : a vasúti jármű hossza (m).

5.9. A számítási szakasz teljes kibocsátásának meghatározása

5.9.1. A számítások keretein belül ezután a forrás erősségét a mozgó járművekre a pályahossz 1 méterére eső $L_{W',tot,dir,k}$ irányított hangteljesítménnyel fejezzük ki. A j -edik számítási szakaszon haladó járművek forgalma által keltett irányított méterenkénti hangteljesítményszintet az alábbi összefüggéssel kell meghatározni:

$$L_{W',tot,dir,k} = 10 \times \lg \left(\sum_{x=1}^X 10^{L_{W',eq,line,x,k}/10} \right)$$

, ahol:

- a) x : a t, v, p, c kombinációk a j -edik pályaszakaszra, a d -edik napszakban, a h -edik egyenértékű vonalforrásra,
- b) X : a meglevő t, v, p, c kombinációk teljes száma a j -edik pályaszakaszra, a d -edik napszakban, a h -edik egyenértékű vonalforrásra,
- c) t : a járműtípusok indexe: annyi index létezik, ahány különböző járműtípus mozog a j -edik pályaszakaszon,
- d) v : a vonat sebességének indexe: annyi index létezik, ahány különböző mértékadó sebesség létezik a j -edik pályaszakaszon,
- e) p : a fizikai források típusainak indexe: 1 (gördülési zaj), 2 (hajtóműzaj), 3 (aerodinamikai zaj),
- f) c : a jármű üzemállapota: 1 álló helyzetben üzemelő jármű, 2 állandó sebességgel mozgó jármű,
- g) $L_{W',eq,line,x,k}$: a j -edik számítási szakasz irányított méterenkénti hangteljesítményszintje az x -edik számítási körülményre a d -edik napszakban, a h -edik egyenértékű vonalforrásra, a k -edik tercsávban.

5.9.2. A számítás utolsó lépéseként az egyes napszakokra és forrásmagasságokra kapott tercsáv $L_{W',tot,dir,k}$ értékeket át kell számolni oktávsváros értékekké az oktávsvávhöz tartozó három tercsáv $L_{W',eq,dir,i}$ értékének energetikai összegzésével:

$$L_{W',tot,dir,n} = 10 \times \lg(10^{L_{W',tot,dir,k}/10} + 10^{L_{W',tot,dir,k+1}/10} + 10^{0,1 \cdot L_{W',tot,dir,k+2}/10})$$

, ahol:

- a) $L_{W',tot,dir,n}$: az j -edik pályaszakasz méterenkénti irányított hangteljesítményszintje az n -edik oktávsvávhöz tartozó három tercsáv között,
- b) k : az n -edik oktávsvávhöz tartozó három tercsáv közül a legkisebb frekvenciájú tercsáv,
- c) $L_{W',tot,dir,k}$: a j -edik pályaszakasz méterenkénti irányított hangteljesítményszintje a k -edik tercsávban.

Az egyes tercsávokhoz tartozó oktávsvávokat a 13. melléklet 9. pontja tartalmazza.