



TSC 06.640 : 2003

LASTNOSTI VOZNIH POVRŠIN HRUPNOST

Uporaba: ni obvezna

Pripravil:

Tehnični odbor za pripravo tehničnih
specifikacij za javne ceste TO 06.

Soglasje ministra:

Soglasje ministra, pristojnega za promet , je bilo
izdano, dne 27.5. 2003, pod št. 2641-6/2001/33-0403.

Soglasje ministra, pristojnega za graditev, je bilo
izdano, dne 5.7.2001, pod št. 343-9/98.

Ključne besede:

Hrup, hrup kotaljenja, imisija hrupa, mejna vrednost ravni hrupa, ocenjena raven hrupa.

Objava izdaje:

Sporočila - objave, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, št. 9 / 2003

Izdajatelj:

Tehnično specifikacijo za javne ceste je založila in izdala Direkcija Republike Slovenije za ceste.

VSEBINA

<u>1</u>	<u>Predmet tehnične specifikacije</u>	3
<u>2</u>	<u>Referenčna dokumentacija</u>	3
<u>3</u>	<u>Pomen izrazov</u>	3
<u>4</u>	<u>Osnove za vrednotenje ravni hrupa</u>	4
<u>5</u>	<u>Izračun ocenjene ravni hrupa</u>	5
<u>6</u>	<u>Meritve ravni hrupa cestnega prometa</u>	6
6.1	<u>Merilna oprema</u>	7
6.2	<u>Priprava za meritve</u>	7
6.3	<u>Izvajanje meritev</u>	8
6.4	<u>Vrednotenje ravni hrupa</u>	8
<u>7</u>	<u>Meritve ravni hrupa kotaljenja</u>	8
7.1	<u>Meritve s stacionarno nameščenim merilnikom</u>	8
7.1.1	<u>Merilna oprema</u>	8
7.1.2	<u>Priprava za meritve</u>	8
7.1.3	<u>Izvajanje meritev</u>	9
7.1.4	<u>Vrednotenje ravni hrupa</u>	9
7.2	<u>Meritve z merilniki ob kolesu v prikolici</u>	9
7.2.1	<u>Merilna oprema</u>	10
7.2.2	<u>Priprava za meritve</u>	10
7.2.3	<u>Izvajanje meritev</u>	10
7.2.4	<u>Vrednotenje ravni hrupa</u>	11
7.3.	<u>Meritve z merilniki ob kolesu na vozilu</u>	11
7.3.1	<u>Merilna oprema</u>	11
7.3.2	<u>Priprava za meritve</u>	12
7.3.3	<u>Izvajanje meritev</u>	12
7.3.4	<u>Vrednotenje ravni hrupa</u>	12

1 Predmet tehnične specifikacije

Tehnična specifikacija za javne ceste TSC 06.640 Lastnosti voznih površin – Hrupnost določa tehnične osnove za

- izračun ocenjene ravni hrupa in
- meritve ravni hrupa,

ki ga povzroča promet na cestah.

Namen vrednotenja in meritev ravni hrupa je pridobiti objektivne osnove

- za določitev ravni hrupa v obcestnem prostoru, ki ga povzroča promet na cestah,
- za načrtovanje primernih ukrepov za zaščito obcestnega prostora pred hrupom škodljive ravni in
- za nadziranje hrupa v obcestnem prostoru, ki ga povzroča promet na cestah.

Matematični model, ki je uveljavljen za ovrednotenje obremenjenosti obcestnega prostora oziroma za zagotovitev primerne varstva naravnega in življenjskega okolja pred hrupom, ki ga bo v določenih pogojih povzročil prognozirani promet na cestah, pogojuje za celovito oceno tudi preveritev izračunov z meritvami.

2 Referenčna dokumentacija

Tehnična specifikacija TSC 06.640 je zasnovana na naslednji referenčni dokumentaciji:

DIN 18005-Teil 1, Schallschutz im Städtebau, Berlin, 1987

DIN ISO 362 Messung des von beschleunigten Strassenfahrzeugen abgestrahlten Geräusches, 1984

ISO/CD 11819-2 Acoustics – Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The close – proximity method, 2000

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu hrupa za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje, Ur. l. RS, št. 70/1996

Richtlinien für den Lärmschutz an Strassen RLS-90, FSV Köln, 1990

RVS 3.02 Umweltschutz, Lärmschutz, FVS Wien, 1997

Uredba o hrupu v naravnem in življenjskem okolju, Ur. l. RS; št. 45/1995

Uredba o hrupu zaradi cestnega ali železniškega prometa, Ur. l. RS, št. 45/1995

V tehnično specifikacijo TSC 06.640 so z datiranimi referencami vključena določila drugih publikacij. Poznejša dopolnila ali spremembe morajo biti upoštevane, če so vključene z dopolnilom ali revizijo.

3 Pomen izrazov

V tej tehnični specifikaciji imajo uporabljeni strokovni izrazi naslednji pomen:

Dnevna raven hrupa L_d (daily level of noise, Tageslärmpegel) je ocenjena raven hrupa za obdobje od 6. do 22. ure.

Ekvivalentna raven hrupa L_{eq} (equivalent level of noise, äquivalenter Lärmpegel) je za določen časovni interval t_o izračunana stalna raven hrupa, ki je po energiji zvočnega valovanja enaka energiji izmerjenega hrupa; opredeljena je z enačbo

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{t_o} \int_0^{t_o} 10^{0,1L(t)} dt \right)$$

kjer pomeni:

$L(t)$ - izmerjena raven hrupa
 t_o - časovni interval, na katerega se ekvivalentna raven nanaša

Hrup (noise, Lärm) je vsak zvok, ki v naravnem in življenjskem okolju vzbuja nemir, moti človeka in škodi njegovemu zdravju ali počutju ali škodljivo vpliva na okolje.

Hrup kotaljenja (tyre/road noise, Rollgeräusch) je hrup, ki ga ustvarja pnevmatika na pospešenem prosto kotalečem kolesu pri premikanju po vozni površini.

Imisija hrupa (noise immission, Lärmimmission) je raven hrupa L na določenem kraju imisije v zunanem okolju, ki je posledica učinkov enega ali več virov hrupa ter se izraža v decibelih dBA; opredeljena je z enačbo

$$L = 20 \log (p(t) / p_o),$$

kjer pomeni:

$p(t)$ – tlak zvočnega valovanja na kraju imisije
 p_o – referenčni zvočni tlak : $p_o = 20 \mu Pa$

Mejna vrednost hrupa (limit value of level of noise, Lärmpegelgrenzwert) je vrednost ravni hrupa, določena za posamezno območje naravnega ali življenjskega okolja za dnevni in nočni čas glede na občutljivost območja za učinke hrupa.

Nočna raven hrupa L_n (night level of noise, Nachtlärmpegel) je ocenjena raven hrupa za obdobje od 22. do 6. ure.

Ocenjena raven hrupa $L_{r,TN}$ (valuated level of noise, Lärmbeurteilungspegel) je ocena povprečne ravni hrupa za čas trajanja izbranega obdobja TN; izračuna se iz več časovno zaporednih ocen za povprečno raven hrupa $L_{r,i}$ na podlagi rezultatov meritev značilnih obremenitev okolja s hrupom na kraju imisije po enačbi

$$L_{r,TN} = 10 \log \left(\sum_i \frac{1}{TN} 10^{0,1L_{r,i}} t_{o,i} \right)$$

kjer pomeni:

- TN - čas trajanja dnevnega obdobja, za katerega velja izračun ocenjene ravni hrupa $L_{r,TN}$
 $L_{r,i}$ - ocena povprečne ravni hrupa, izračunana za čas i -te meritve obremenitve okolja zaradi hrupa
 $t_{o,i}$ - časovni interval i -te meritve za izračun ekvivalentne ravni hrupa $L_{eq,i}$, ki je enak času trajanja značilne obremenitve

Povprečna raven hrupa $L_{AL,pov}$ (average level of noise, Mittelungslärmpegel) je za določeno časovno obdobje t_o časovno povprečje ravni hrupa; izračuna se po enačbi

$$L_{AL,pov} = 10 \log \left(\frac{1}{t_o} \int_0^{t_o} 10^{0,1L_{AI}(t)} dt \right)$$

kjer pomeni:

- t_o - časovno obdobje meritve hrupa, ki je enako času trajanja značilne obremenitve okolja s hrupom z izrazitimi impulzi
 $L_{AI}(t)$ - s filtrom »A« in dinamično nastavitvijo merilnika na impulz izmerjena raven hrupa

Povprečni letni dnevni promet PLDP (average daily traffic ADT, durchschnittlicher täglicher Verkehr DTV) je na osnovi podatkov štetij prometa izvedenoteno povprečno dnevno število motornih vozil, ki je v določenem letu prečilo izbrani prerez ceste.

Ukrepi varstva pred hrupom (noise protection measures, Lärmschutzmassnahmen / Lärmvorsorge) so ukrepi, namenjeni zmanjšanju emisije hrupa iz vira ali ukrepi za zmanjšanje širjenja hrupa v okolje.

Vir hrupa (source of noise, Lärmquelle) je objekt ali naprava, katere uporaba ali obratovanje povzroča v okolju stalen ali občasen hrup (npr. cesta, motorno vozilo).

4 Osnove za vrednotenje ravni hrupa

Obremenitev naravnega ali življenjskega okolja s hrupom je mogoče ugotoviti

- z izračunom ocenjene ravni hrupa zaradi cestnega prometa in
- z meritvami ravni hrupa na kraju imisije kot posledice emisije posameznega ali več virov hrupa zaradi cestnega prometa.

Z meritvami ravni hrupa kotaljenja je mogoče neposredno ugotoviti vpliv vrste in stanja obrabne plasti na vozišču na raven hrupa.

Mejne ravni hrupa zaradi cestnega prometa kot posameznega vira hrupa so opredeljene za posamezna območja naravnega ali življenjskega okolja za dnevni in za nočni čas v razpredelnici 1.

Razpredelnica 1: Mejne dnevne in nočne ravni hrupa v območju naravnega in življenjskega okolja

Območje naravnega ali življenjskega okolja	Mejne ravni za vir hrupa (dB(A))	
	nočna raven (od 22. do 6. ure) L_n	dnevna raven (od 6. do 22. ure) L_d
IV. območje	59	69
III. območje	54	64
II. območje	49	59
I. območje	44	54

5 Izračun ocenjene ravni hrupa

Ocenjeno dnevno (L_d) in nočno (L_n) raven hrupa je treba izračunati za ravne odseke vozišč, ki so na vsako stran od mesta meritev dolgi najmanj trikrat toliko, kot je oddaljenost vira hrupa od mesta, za katerega se izračunava ocenjena raven hrupa, po enačbi

$$L_{d,n} = L_{d,n}^{(25)} + D_h + D_n + D_{op} + D_l + D_v + D_t + D_k$$

Vrednosti $L_d^{(25)}$ in $L_n^{(25)}$ sta ocenjeni ravni hrupa, ki ga povzročata promet na oddaljenosti 25 m od sredine vozišča ter na višini 2,25 m pri povprečni hitrosti vozil 100 km/h; kraj vira hrupa

je 0,5 m nad sredino vozišča. Izračunati jih je treba po enačbi

$$L_{d,n}^{(25)} = 37,3 + 10 \cdot \log(M(1 + 0,082 \cdot p)) \quad (\text{dB(A)})$$

kjer pomeni:

- M - gostota prometa, iz vrednotena iz razpredelnice 2 na osnovi povprečnega letnega dnevnega prometa (PLDP) na obravnavanem vozišču (število vozil/h)
- P - delež tovornih vozil (s skupno maso nad 3 t); vrednosti iz razpredelnice 2 je treba privzeti, če iz podatkov PLDP delež tovornih vozil ni razviden

Razpredelnica 2: Ocena gostote prometa M in deleža tovornih vozil p v odvisnosti od kategorije ceste

Kategorija ceste	Dan (6 ^h – 22 ^h)		Noč (22 ^h – 6 ^h)	
	M št. vozil/h	p %	M št. vozil/h	p %
avtocesta, priključna cesta		25	0,014 PLDP	45
0,06 PLDP ita		20	0,011 PLDP	20
cesta		20	0,008 PLDP	10
lokalna cesta		10	0,011 PLDP	3

Vrednost popravka D_h za izračun ocenjene ravni hrupa glede na hitrost vozil je odvisna od

povprečne hitrosti vozil $V_{1,2}$ in deleža tovornih vozil p. Izračunati jo je treba po enačbi

$$D_h = L_1 - 37,3 + 10 \cdot \log \left[\frac{100 + (10^{0,1D} - 1) \cdot p}{100 + 8,23 \cdot p} \right] \quad (\text{dB(A)})$$

$$D = V_2 - V_1$$

$$L_1 = 27,7 + 10 \log(1 + (0,02 V_1)^3)$$

$$L_2 = 23,1 + 12,5 \log(V_2)$$

kjer pomeni:

V_1 - povprečna hitrost osebnih vozil (km/h)

V_2 - povprečna hitrost tovornih vozil (km/h)

Vrednost popravka D_n za izračun ocenjene ravni hrupa glede na vzdolžni nagib vozišča je opredeljena v razpredelnici 3.

Razpredelnica 3: Popravek D_n v odvisnosti od vzdolžnega nagiba vozišča

Vzdolžni nagib vozišča %	Popravek D_n dB(A)
≤ 5	0
6	0,6
7	1,2
8	1,8
9	2,4
10	3,0
za vsak nadaljnji % nagiba	0,6

Vrednost popravka D_{op} za izračun ocenjene ravni hrupa zaradi vpliva vrste obrabne plasti na vozišču je opredeljena v razpredelnici 4.

Razpredelnica 4: Popravek D_{op} v odvisnosti od vrste obrabne plasti na vozišču

Vrsta obrabne plasti	Popravek D_{op} dB(A)
- nov bitumenski ali cementni beton	0
- grobozrnati asfalt	2
- raven kamniti tlak, dotrajani cementni beton	3
- obrabljen kamniti tlak	6
- drobir z bitumenskim mastiksom	- 2
- drenažni asfalt	- 3

Vrednost popravka D_l za izračun ocenjene ravni hrupa zaradi oddaljenosti med krajem vira hrupa (sredina voznega pasu in 0,5 m nad voziščem) in mestom, za katerega se izračunava, je treba določiti po enačbi

$$D_l = 15,8 - 10 \cdot \log s - 0,0142 \cdot s^{0,9} \quad (\text{dB(A)})$$

kjer pomeni:

s - oddaljenost med krajem vira hrupa in mestom, za katerega se izračunava ocenjena raven hrupa

Vrednost popravka D_v za izračun ocenjene ravni hrupa zaradi dušenja hrupa zaradi absorpcije v tleh in v zraku, ki je odvisna od povprečne višine h_m , je treba določiti po enačbi

$$D_v = -4,8 \exp\left(-\left(\frac{h_m}{s}\right) \cdot (8,5 + 100/s)\right)^{1,3} \quad (\text{dB(A)})$$

kjer pomeni:

h_m - povprečna višina, določena kot povprečna razdalja med tlemi in vodoravno premico, ki povezuje kraj vira hrupa z mestom, za katerega se izračunava ocenjena raven hrupa

Vrednost popravka D_t za izračun ocenjene ravni hrupa zaradi ovir, ki povzročajo odboje hrupa (nasipi, pregrade, vzpetine, objekti, vkopi), je treba določiti skladno z določili

- DIN 18 005 Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren in
- RLS-90 Richtlinien für den Lärmschutz an Strassen.

Vrednost popravka D_k za izračun ocenjene ravni hrupa zaradi bližine križišča je v odvisnosti od oddaljenosti kraja vira hrupa od sredine vozišča v križišču opredeljena v razpredelnici 5.

Razpredelnica 5: Popravek D_k v odvisnosti od oddaljenosti kraja vira hrupa od križišča

Oddaljenost kraja vira hrupa od sredine vozišča v križišču	Popravek D_k dB(A)
do 40 m	3
40 do 70 m	2
70 do 100 m	1

Pri cestah z dvema smernima voziščema je ocenjena raven hrupa ceste seštevek ocenjenih ravni hrupa za vozišči obeh voznih smeri, posebej za ocenjeno dnevno in nočno raven hrupa po enačbah:

$$L_{d,skupni} = 10 \cdot \log\left(10^{0,1L_{d,1}} + 10^{0,1L_{d,2}}\right) \quad (\text{dB(A)})$$

kjer pomenita indeksa 1 in 2 obe smeri vožnje

$$L_{n,skupni} = 10 \cdot \log\left(10^{0,1L_{n,1}} + 10^{0,1L_{n,2}}\right) \quad (\text{dB(A)})$$

Izračunano ocenjeno raven hrupa vozišča je treba praviloma zaokrožiti na celoštevilčno vrednost.

Pri izračunu gostote prometa M pri cestah z dvema smernima voziščema je za vsako smerno vozišče treba upoštevati 50 % merodajne vrednosti PLDP.

Za oceno ravni hrupa so merodajni rezultati izračunov na podlagi podatkov o povprečnem letnem pretoku vozil, strukturi prometa in drugih merodajnih parametrov iz Uredbe o hrupu zaradi cestnega ali železniškega prometa.

Za določitev obremenitve s hrupom ob prometnicah, kjer niso izpolnjeni pogoji za izračun po metodi dolgih ravnih odsekov, je treba uporabiti izračun tkim. delnih odsekov (sekvenčni izračun). Delni odseki morajo biti izbrani tako, da so na posameznem odseku emisijske lastnosti in pogoji za širjenje hrupa konstantni. Obremenitev s hrupom v izbrani točki ob prometnici je v tem primeru logaritemska vsota prispevkov vseh delnih odsekov. Podrobno je izračun delnih odsekov opredeljen v RLS-90.

Matematični model, ki je s predpisi opredeljen za ovrednotenje obremenjenosti obcestnega prostora s hrupom, ki ga bo v določenih pogojih povzročil prognozirani promet na cestah, pogojuje za celovito oceno tudi preveritev izračunov z meritvami ravni hrupa.

6 Meritve ravni hrupa cestnega prometa

Podatki o hrupu, ki ga pogojuje promet na cestah, morajo biti pridobljeni na način, ki zagotavlja objektivno ovrednotenje vpliva hrupa na človeka. Za to pa mora biti uporabljena merilna oprema, ki ustreza predpisanim oziroma uveljavljenim tehničnim specifikacijam.

Da bi bili rezultati meritev ravni hrupa med seboj primerljivi in ponovljivi, morajo biti meritve izvršene po opredeljenih postopkih, ki v ustrezni meri izključujejo zunanje vplive, npr. meteorološke pogoje okolja (veter, temperaturo zraka, vremenske pogoje) in vegetacijo.

6.1 Merilna oprema

Tehnične lastnosti opreme za meritve ravni hrupa, ki ga ustvarja promet na cestah, morajo ustrezati standardom

- SIST EN 60 651 Sound level meters (razred točnosti tip 1),
- SIST EN 60 804 Zvokomeri z integracijskim povprečenjem,
- SIST EN 61 260 Elektroakustika – Oktavni, poloktavni in terčni filtri

Kalibrator za umerjanje merilne opreme mora izpolnjevati zahteve standarda IEC 942 (razred točnosti 1).

Oprema za meritve, tj. praviloma merilnik in analizator zvoka, mora zagotoviti naslednje parametre meritve in analize:

- izračun ekvivalentne ravni hrupa L_{eq} , utežene po A krivulji,
- merjenje ekvivalentne ravni hrupa, utežene po A krivulji,
- izračun percentilnih ravni hrupa L_{AF1} in L_{AF99} ,
- frekvenčno analizo signala v realnem času, uteženo po A krivulji,
- dodatno izračun percentilnih ravni hrupa L_{AF10} , L_{AF90} in L_{AFMax} .

Poleg navedenega mora biti zagotovljen tudi vhodni detektor s časovnim odzivom 1s (počasno) in 125 ms (hitro).

Oprema za meritve hrupa mora omogočati neposredno odčitavanje podatkov oziroma imeti primerno možnost za shranjevanje rezultatov meritev in koristnih podatkov o meritvah (npr. datum in čas meritev).

6.2 Priprava za meritve

Merilno opremo je treba pred pričetkom meritev programirati s programskim modulom, ki omogoča merjenje in odčitavanje podatkov oziroma analizo in shranjevanje rezultatov meritev in podatkov o njih. Priprava merilne opreme obsega:

- določitev parametrov meritve,
- izbiro intervalov meritve,

- način in mesto shranjevanja podatkov,
- izbiro in prikaz rezultatov,
- kalibracijo.

Določitev parametrov meritve, ki opredeljuje pogoje za izvajanje meritev, obsega:

- izbiro dinamičnega območja,
- širino frekvenčnega pasu analizatorja (1/1 ali 1/3 oktave),
- izbiro časovnega odziva vhodnega detektorja (hitro ali počasi),
- frekvenčno uteženje rezultatov (frekvenčni spekter ravni hrupa in percentilne ravni po A krivulji).

Intervali meritev trajajo pri meritvah hrupa zaradi cestnega prometa praviloma eno uro, lahko se pa 24 ur ponavljajo v zaporednih urnih presledkih. Enourni interval meritev je treba izbrati v časovnem obdobju dneva, ko je

- obremenitev s hrupom največja ali
- občutljivost človeka na hrup največja (ponoči).

Predvsem ponoči je priporočljivo za boljše prepoznanje motečih dogodkov enourni interval razdeliti na več krajših.

Način in mesto shranjevanja rezultatov meritev morata zagotoviti zadostno preglednost. Prilagojena morata biti obsegu meritev in omejitvam spominskega medija.

Izbira in prikaz rezultatov meritev mora zagotoviti optimalno informacijo o željeni oziroma iskani ravni hrupa. Ker so posamezni hrupni dogodki (posamezna vozila) bolj obremenjujoči kot enakomeren hrup, ki ga povzroča enakomeren pretok vozil, je treba predvsem za vrednotenje nočnega hrupa upoštevati L_{AF10} , to je raven hrupa, ki je bila presežena 10 % časa meritev.

Indeks prometnega hrupa je opredeljen z enačbo

$$TNI = 4 (L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30$$

kjer pomeni

L_{90} - raven hrupa, ki je bila presežena 90 % časa meritev

Kalibracija ali preveritev merilne opreme je treba izvršiti pred vsako meritvijo, skladno z navodili za uporabljeno merilno opremo in za uporabljeni kalibrator zvoka.

V sklopu kalibracije je treba upoštevati tudi potrebno korekcijo zaradi sprememb zračnega tlaka.

Podroben potek kalibracije merilnika mora biti opredeljen v navodilih za njegovo uporabo.

6.3 Izvajanje meritev

Merilno mesto je praviloma treba izbrati tako, da ni obremenjeno z drugimi viri hrupa. Od sredine voznega pasu mora biti oddaljeno 25 m, od odbojnih površin pa najmanj 3,5 m. Merilnik, usmerjen proti izvoru hrupa, mora biti postavljen na stojalo 1,2 do 1,5 m visoko. Merilec mora biti od merilnika oddaljen najmanj 0,5 m.

Meritve hrupa je mogoče izvajati z ali brez nadzora merilnika. Pri slednjih mora biti merilnik ustrezno programiran za vse načrtovane funkcije.

Zaradi vpliva vetra na zvočni tlak hitrost vetra pri izvajanju meritev ne sme presegati 3 m/s. V slabih vremenskih pogojih (dež, nizka oblačnost, vlažnost zraka nad 95 %, mokro ali zasneženo vozišče), ki lahko v večji ali manjši meri vplivajo na rezultat meritve, teh praviloma ni priporočljivo izvajati.

6.4 Vrednotenje ravni hrupa

Rezultati meritev imisij hrupa morajo biti zaradi subjektivnega dožemanja hrupa uteženi tako, da odražajo vpliv na človeka. Mejne oziroma kritične dnevne in nočne ravni hrupa so osnova za varovanje naravnega in življenjskega okolja pred prekomernim hrupom, zato ne smejo biti presežene.

Izvedenja in primerjavo rezultatov meritev hrupa je mogoče izvršiti ročno ali z ustreznim računalniškim programom. Zaradi številnih podatkov, ki vplivajo na izračun ravni hrupa, je za končno vrednotenje kot tudi za strokovno oceno stanja uporaba računalniškega programa lahko primernejša.

Izvedeni rezultati meritev hrupa so časovno omejeni in le omejeno ponovljivi, vendar potrebni za dopolnitev izvedenja ocene ravni hrupa z dejansko imisijo hrupa.

7 Meritve ravni hrupa kotaljenja

Raven hrupa kotaljenja je opredeljena z značilnostmi

- prometa, tj. vrsto pnevmatik na kolesih vozila in hitrostjo vožnje (opredeljeni pogoji) ter
- vozne površine, tj. sestave obrabne plasti.

Izbrani konstantni pogoji prometa omogočajo na osnovi rezultatov meritev ravni hrupa kotaljenja objektivno razvrstitev vpliva značilnih obrabnih plasti na okolje.

Za meritve ravni hrupa kotaljenja, ki ga ustvarjajo pnevmatike na pospešenih prosto tekočih kolesih vozil med vožnjo z določeno hitrostjo, so uveljavljeni naslednji postopki:

- s stacionarno nameščenim merilnikom ali
- z merilniki, nameščenimi ob kolesu
 - v posebni merilni prikolici ali
 - na navadnem motornem vozilu ali prikolici.

7.1 Meritve s stacionarno nameščenim merilnikom

Postopek meritve ravni hrupa kotaljenja pospešenega vozila s stacionarno nameščenim merilnikom je povzet po DIN ISO 362.

7.1.1 Merilna oprema

Osnovne tehnične lastnosti opreme za meritve ravni hrupa kotaljenja so podrobno opisane v tč. 6.1.

Posredno je treba šteti k potrebni opremi za meritve tudi izbrano vozilo, ki mora ustrezati pogojem za načrtovane meritve ravni hrupa (vrsta pnevmatik, hitrost vožnje).

7.1.2 Priprava za meritve

Osnove za način programiranja in predhodnega preverjanja (kalibracije) merilne opreme, ki so podrobno opredeljene v tč. 6.2, so enake tudi za meritve ravni hrupa kotaljenja mimo-vozečega pospešenega vozila s stacionarno nameščenim merilnikom.

Mesto za postavitev najmanj dveh stacionarno nameščenih merilnikov je treba izbrati 7,5 m vodoravno od vzdolžne osi vozila, s katerim bodo izvajane meritve (varianta: vzdolžne osi prometnega pasu, na katerem bodo izvršene meritve) in v višini 1,2 m nad površino vozišča (varianta: v višini do 5 m) (slika 1).

Vzdolžno os, ki je osnova za postavitev stacionarnih merilnikov, je praviloma treba določiti na sredini med kolesnicama.

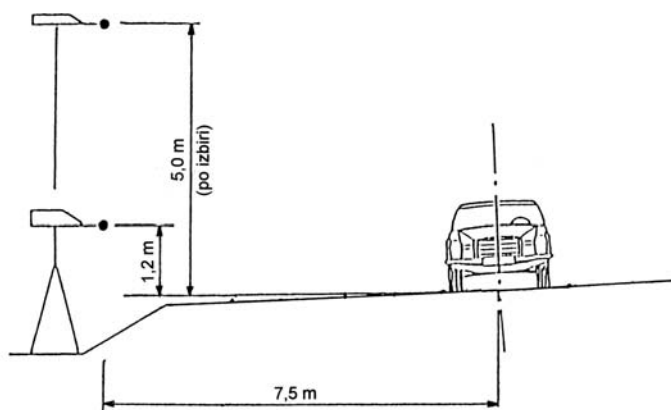
Izbira načina in prikaza rezultatov meritev mora zagotoviti informacijo, ki bo omogočila ustrezno razvrstitev ravni hrupa kotaljenja na izbranih obrabnih plasteh.

7.1.3 Izvajanje meritev

Meritve ravni hrupa kotaljenja mimo vozečega pospešenega vozila morajo biti izvršene, ko

nivo hrupa, ki ga povzročajo preostali viri (hrup okolja), ni zaznaven.

Trajanje meritev hrupa kotaljenja posameznega pospešenega vozila, ki pelje mimo stacionarno nameščenega merilnika z enakomerno hitrostjo, mora znašati najmanj 3 sekunde, dolžina mernega odseka s podobnimi značilnostmi obrabne plasti pa mora znašati najmanj 100 m (izjemoma najmanj 80 m).



Slika 1: Shema namestitve stacionarnih merilnikov (mikrofonov) za primerjalne meritve ravni hrupa kotaljenja mimo vozečega pospešenega vozila

Meritve ravni hrupa kotaljenja mimo vozečega pospešenega vozila je treba izvajati s stalnim nadzorom merilnika.

V slabih vremenskih pogojih (dež, sneg), ki vplivajo na rezultate, meritve ravni hrupa kotaljenja mimo vozečega pospešenega vozila, ki so predvsem namenjene primerjavi vpliva značilnih obrabnih plasti na okolje, niso primerne.

7.1.4 Vrednotenje ravni hrupa

Iz vrednotenja in primerjavo rezultatov meritev ravni hrupa kotaljenja mimo vozečega pospešenega vozila s stacionarno nameščenim merilnikom je mogoče izvršiti ročno ali z ustreznim računalniškim programom.

Časovno pogojene spremembe značilnosti obrabnih plasti na voziščih omejujejo trajnost rezultatov meritev ravni hrupa kotaljenja.

7.2 Meritve z merilniki ob kolesu v prikolici

Optimalno kontrolirani pogoji meritev ravni hrupa kotaljenja so zagotovljeni z merilniki, nameščenimi ob posebnem kolesu za meritve v zaprti prikolici.

Postopek meritev z merilniki v prikolici omogoča,

- da so meritve brez oviranja ostalega prometa,
- da so vplivi zunanjih virov hrupa praktično v celoti izključeni,
- da so osnovni vplivi na rezultate meritev (npr. pnevmatik) lahko v veliki meri podobni daljši čas in
- da meritev zajema celoten odsek ceste, kar zagotavlja številne podatke in zanesljivo oceno ravni hrupa kotaljenja.

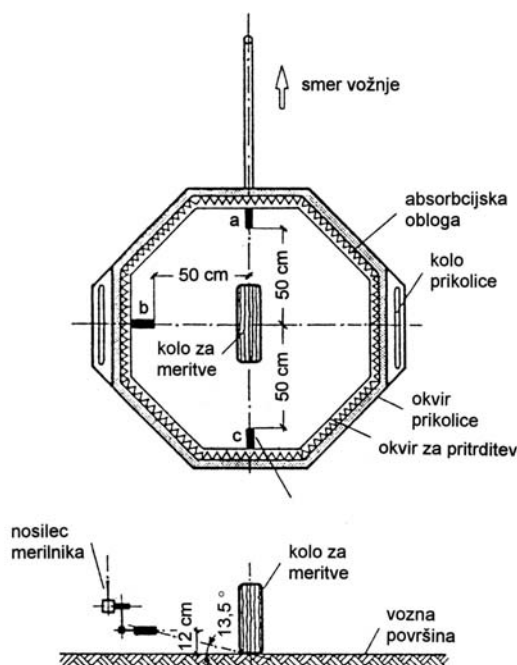
7.2.1 Merilna oprema

Merilna prikolica za meritve ravni hrupa kotaljenja, ki ga ustvarjajo pnevmatike (na pospešenem prosto tekočem merilnem kolesu) na vozni površini, mora biti zgrajena tako,

- da je pokrov za zaščito pred zunanjimi viri hrupa pritrjen na ustreznem podvozju (prikolici na dveh kolesih) in na notranji strani obložen z ustreznim absorpcijskim materialom,
- da sta nosilni kolesi prikolice v ločenih prostorih in
- da je z zavesami mogoče zapreti prostor za meritve pod pokrovom do vozne površine.

Merilno kolo mora biti členkasto pritrjeno na podvozje in praviloma v sredini prostora za meritve. Nad njim mora biti na podvozje členkasto pritrjena primerna posoda za uteži za spremenljivo obtežitev merilnega kolesa.

V prostoru pod pokrovom mora biti zagotovljena možnost za stabilno pritrnitev potrebnega števila merilnikov ravni hrupa kotaljenja na mestih, določenih za meritve. – Shema namestitve merilnega kolesa in merilnikov v merilni prikolici je na sliki 2.



Slika 2: Shema namestitve merilnega kolesa in merilnikov za meritve ravni hrupa kotaljenja v merilni prikolici

7.2.2 Priprava za meritve

Osnove za način programiranja meritev ravni hrupa kotaljenja z merilno prikolico in predhodnega preverjanja (kalibracije) merilnikov so opredeljene v tč. 6.2.

Namen meritev ravni hrupa kotaljenja z merilno prikolico pogojuje izbiro ustrezne pnevmatike za merilno kolo. Za primerjalne meritve se pretežno uporablja standardizirane PIARC – pnevmatike s štirimi vzdolžnimi žlebovi, ki pogojujejo razmeroma majhen delež lastnega hrupa. – Pred meritvijo mora biti pnevmatika segreti z vsaj 15-minutno vožnjo.

7.2.3 Izvajanje meritev

Meritve ravni hrupa kotaljenja z merilno prikolico je mogoče izvajati na voziščih pod normalnim prometom, praviloma v kolesnicah.

Hitrost vožnje pri meritvah ravni hrupa kotaljenja je treba opredeliti odvisno od namena uporabe rezultatov.

Referenčne hitrosti vožnje pri meritvah so 50 km/h, 70 km/h, 90 km/h in 110 km/h.

Merilna oprema ne pogojuje posebnih omejitev hitrosti vožnje.

Praviloma s tremi merilniki izmerjene vrednosti hrupa kotaljenja morajo biti kot analogni signali preko ojačevalnika prenesene na magnetni trak (magnetofon) v vlečnem vozilu.

Med izvajanjem meritev hrupa mora biti na ustrezen način določena in zabeležena vsakokratna hitrost vožnje in morebitni ostali podatki, potrebni in/ali koristni za oceno stanja.

7.2.4 Vrednotenje ravni hrupa

Pri vrednotenju ravni hrupa kotaljenja je treba upoštevati podatke o izmerjenem hrupu in pripadajoči hitrosti vožnje pri meritvi.

Merodajna vrednost ravni hrupa kotaljenja je povprečna vrednost, ugotovljena s tremi merilniki. Takšna relativna vrednost omogoča informativno oceno in razvrstitev izmerjene vrste obrabne plasti glede ravni hrupa kotaljenja.

Na osnovi rezultatov izvršenih meritev hrupa kotaljenja je treba pri vrednotenju ravni hrupa upoštevati, da se s povečanjem hitrosti vožnje za približno 10 km/h poveča hrup kotaljenja za 3 do 4 dB(A).

7.3. Meritve z merilniki ob kolesu na vozilu

Izvajanje meritev ravni hrupa kotaljenja z merilniki blizu oziroma neposredno ob kolesu na navadnem motornem vozilu ali prikolici omogoča informativno oceno za razvrstitev obrabnih plasti, ki pa je zaradi istočasnega vpliva različnih zunanjih virov hrupa lahko pomanjkljiva.

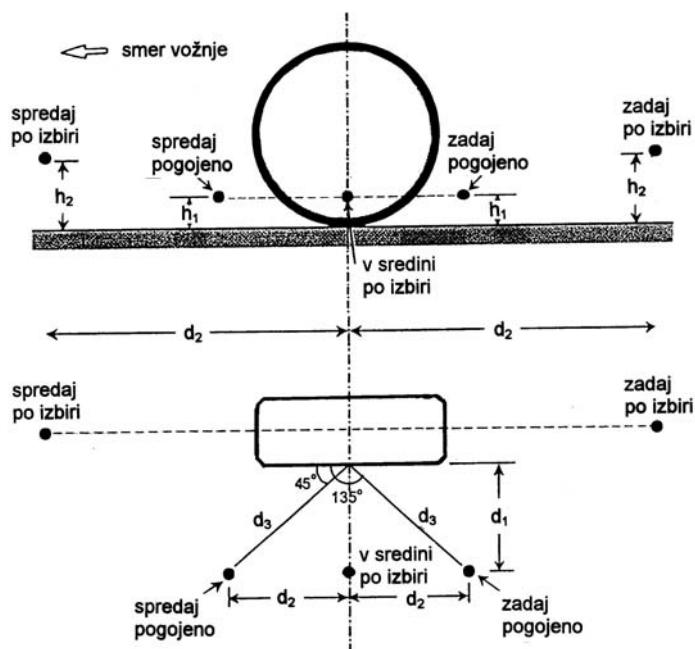
Postopek meritve je povzet po ISO/CD 11819-2.

7.3.1 Merilna oprema

Osnovne tehnične lastnosti merilnika in analizatorja zvoka so opredeljene v tč. 6.1.

Naprave za pritrditev merilnikov morajo biti ustrezno pritrjene na vozilo ali prikolico, skupaj s kolesom, ob katerem bodo izvajane meritve, pa zakrite z zaslonom pred drugimi viri hrupa (do 50 mm nad vozno površino). Notranja stran sten mora biti obložena z ustreznim absorpcijskim materialom.

Shema namestitve merilnikov za meritve hrupa kotaljenja ob kolesu vozila ali prikolice je na sliki 3.



Slika 3: Shema namestitve merilnikov za meritve hrupa kotaljenja ob kolesu vozila ali prikolice

Razpredelnica 6: Osnove za namestitev merilnikov ob kolesu

Namestitev merilnikov	h_1 mm	h_2 mm	d_1 mm	d_2 mm	d_3 mm
- pogojena	100	-	200	200	283
- po izbiri:					
- varianta 1	100	-	200	0	200
- varianta 2	-	200	v osi kolesa	650	0

7.3.2 Priprava za meritve

Osnove za način programiranja in predhodnega preverjanja merilne opreme za meritve ravni hrupa kotaljenja ob kolesu vozila so opredeljene v tč. 6.2.

S pnevmatiko na kolesu, ob katerem bodo izvajane meritve, mora biti pred meritvami prevoženih najmanj 100 km. Osnovne izmere pnevmatik so 185/ 65 R15.

7.3.3 Izvajanje meritev

Meritve ravni hrupa kotaljenja z merilniki ob kolesu vozila ali prikolice je mogoče izvajati na voziščih pod prometom, praviloma v kolesnicah.

Referenčne hitrosti vožnje pri meritvah so 50 km/h, 70 km/h in 90 km/h.

Zagotoviti je treba, da bo morebitni vpliv ostalih vozil v prometu na cesti na meritve minimalen.

Statična obremenitev merilnega kolesa mora znašati 3200 ± 200 N, inflacijski pritisk v pnevmatiki pa 170 ± 10 kPa.

Pnevmatika mora imeti globino profila nad 1 mm in biti pred meritvijo segreti z najmanj 15-minutno vožnjo.

7.3.4 Vrednotenje ravni hrupa

Merodajna vrednost ravni hrupa kotaljenja, merjena ob kolesu vozila ali prikolice, je povprečna vrednost rezultatov, ugotovljenih z najmanj dvema merilnikoma.

Pri vrednotenju ravni hrupa kotaljenja je treba upoštevati hitrost vožnje vozila pri meritvi ter morebitne ostale vplive (npr. večje razlike med rezultati, izmerjenimi pred in za kolesom, hrup okolja).

Ljubljana, junij 2003