
POROČILO O OBČASNIH MERITVAH HRUPA V OKOLJU

ZA

LETALIŠČE LESCE – ALPSKI LETALSKI CENTER LESCE, javni gospodarski zavod, Begunjska 10, 4248 Lesce

Kranj, september 2007

NAROČNIK: Alpski letalski center Lesce, javni gospodarski zavod, Begunjska 10, 4248 Lesce

IZDELAL: Zavod za zdravstveno varstvo Kranj, Gosposvetska ulica 12, 4000 Kranj - Enota za komunalno higieno in varstvo okolja

NASLOV: Poročilo o občasnih meritvah hrupa v okolju za Letališče Lesce – Alpski letalski center Lesce, javni gospodarski zavod, Begunjska 10, 4248 Lesce

ODG. OSEBA: Klemen JURKOVIČ, dipl. san. inž.

ŠT. SPISA: 546-45./2007-1

ŠT. IZVODOV: Naročnik 3 izvodi
Arhiv ZZV Kranj 1 izvod

DATUM: 11. september 2007

PRILOGE:

1. Merilni podatki za Vrbnje, strani 7
2. Merilni podatki za Hraše, strani 6
3. Merilni podatki za Radovljico, strani 4
4. Merilni podatki za Zapuže 27a, stran 1
5. Potrdilo o stopnji varstva pred hrupom, strani 4
6. Fotokopija Pooblastila za izvajanje prvih meritev ter obratovalnega monitoringa hrupa za vire hrupa, št. 35445-6/2004, stran 1

IZVAJALCI: Klemen JURKOVIČ, dipl. san. inž.

Odgovorni nosilec za področje hrupa:
Klemen JURKOVIČ, dipl. san. inž.

Vodja oddelka za higieno:
Majda POHAR, dr. med. spec. higiene

KAZALO

1. IZVAJALEC MERITEV HRUPA.....	4
2. ZAVEZANEC ZA MERITVE HRUPA V OKOLJU	4
3. NAMEN MERITEV HRUPA.....	4
4. ZNAČILNOSTI HRUPA ZRAKOPLOVOV	4
5. FLOTA RAZLIČNIH TIPOV LETAL IN DNEVNA PORAZDELITEV PROMETA.....	6
6. MESTA OCENJEVANJA VIRA HRUPA OZ. MERILNA MESTA.....	7
7. DATUM OPRAVLJANJA MERITEV HRUPA IN METEOROLOŠKE RAZMERE V ČASU MERITEV	11
8. PODATKI O IZMERJENIH TIPIH LETAL.....	11
9. MERILNA OPREMA.....	12
10. MERILNA NEGOTOVOST	13
11. REZULTATI MERITEV	13
12. VIRI.....	18

1. Izvajalec meritev hrupa

Zavod za zdravstveno varstvo Kranj, Gosposvetska ulica 12, 4000 Kranj

2. Zavezanec za meritve hrupa v okolju

Letališče Lesce – Alpski letalski center Lesce, javni gospodarski zavod, Begunjska 10, 4248 Lesce.

3. Namen meritev hrupa

Naročnik Letališče Lesce – Alpski letalski center Lesce, javni gospodarski zavod, Begunjska 10, 4248 Lesce je naročil meritve hrupa v okolju, ki ga povzročajo letala, ker je v skladu z veljavno slovensko zakonodajo zavezanec za zagotovitev obratovalnega monitoringa hrupa za vire hrupa. Letališče Lesce (v nadaljnjem besedilu: vir hrupa) spada med športna letališča. Dejavnosti, ki se odvijajo na letališču so predvsem prevozi z manjšimi motornimi letali, vleka jadralnih letal in drugi komercialni ter športni leti (padalci). Vir hrupa ne sodi med večja letališča, saj je po Uredbi o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju (Ur. l. RS, št. 121/04) večje letališče tisto, ki je namenjeno za potniški ali tovorni zračni promet in ima več kot 50.000 premikov letno (za premik se šteje tako vzlet kot pristanež zrakoplova), razen tistih, ki se izvajajo za usposabljanje na lahkih zrakoplovih. Kljub temu pa sodi Letališče Lesce po Uredbi o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur. l. RS, št. 105/05) med vire hrupa, za katere je upravljavec dolžan izvesti obratovalni monitoring letališča kot vira hrupa, v skladu s Pravilnikom o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu hrupa za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje (Ur. l. RS, št. 70/96, 45/02).

V bližnjih naseljih samo letališče kot objekt ne predstavlja posebne obremenitve okolice s hrupom. Predstavljajo pa obremenitev letala, ki na objektu vzletajo in pristajajo ter preletavajo naselja zaradi svoje dejavnosti.

4. Značilnosti hrupa zrakoplovov

Glavni izvori hrupa pri letalih sta pogonska grupa in aerodinamični upor zraka. Manjši in časovno omejeni posamezni viri hrupa letala so kolesa, odprtine v trupu letala in sistemi za dviganje in spuščanje koles pri vzletanju in pristajanju. Pogonska grupa je lahko z motorjem z notranjim zgorevanjem ali s potisnikom. Motorji poganjajo propelerje, ki ustvarijo potrebno hitrost in vzgon letala. Potisniki delajo na principu potiska oz. pospeševanja zračnih mas. Celotni hrup zračnih plovil je odvisen od hitrosti letenja in obremenitve motorja. Obremenitev pogonskega motorja je največja pri vzletanju letala.

a) Izvori hrupa pri letalih s turbopotisnikom

Turbopotisnik sestoji iz kompresorja, zgorevalne komore in plinske turbine ter izstopne šobe. Pri potisnikih se zrak komprimira v aksialnem turbokompresorju, ogreje pri zgorevanju v zgorevalni komori in nato ekspandira v plinski turbini in potisni šobi. Med ekspanzijo se del energije zraka spremeni v mehansko delo rotacije gredi turbine, ki

poganja kompresor, del pa se porabi za ekspanzijo in pospeševanje skozi izstopno šobo, ki ustvarja potisk.

Pri turbopotisnikih imamo tri različne izvore hrupa:

- hrup na vstopu, ki ga generira kompresor in aerodinamični upor zraka,
- hrup zaradi vibracij oklepa motorja in trupa letala,
- hrup curka izpušnih plinov na izstopu iz potisne šobe.

Hrup izpuha vključuje tudi prispevke hrupa od zgorevalne komore in plinske turbine, vendar je hrup izpuha primarno generiran zunaj izstopne šobe, pri mešanju hitrotekočega curka izpušnih plinov z okoliškim zrakom. Hrup curka izpušnih plinov je po zvočni moči glavni vir hrupa pri potisnikih pri normalni in maksimalni moči in precej presega druge izvore hrupa. Zvočno polje izstopnega curka je usmerjeno in ima maksimalno vrednost pod kotom 30° do 45° glede na os curka.

Novejši tipi letalskih potisnikov imajo na vstopu v potisnik vgrajen ventilator. Ta tip potisnika je drugačen v tem, da ventilator na vstopu ustvarja dodatni tok zraka, ki obda izstopni curek iz šobe. Kolobarjast tok zraka od ventilatorja zmanjša gradient tlaka od curka izpušnih plinov proti okoliškemu zraku in s tem zmanjša hrup curka oz. celotnega turbopotisnika. Glavni vir hrupa turbopotisnika z ventilatorjem pri polni moči je še vedno aerodinamičnega izvora (z značilno širokopasovno obliko) zaradi izstopnega curka, vendar ima bistveno nižjo raven. Izkušnje so pokazale, da bi nadaljnje zmanjšanje hrupa izstopnega curka pod raven hrupa današnjih turbopotisnikov pripeljalo do tega, da bi deleži drugih izvorov hrupa (ventilatorja, kompresorja, turbine in zgorevalne komore) prevladali v celotnem spektru hrupa.

Aerodinamični hrup letala proizvaja zračni tok ob trupu in krilih (zlasti ob površinah kontrolnih krilc na glavnih krilih) letala, ob luknjah na trupu pri spuščeni kolesih in ob pristajalnih napravah s kolesi. Pomen aerodinamičnega hrupa pri križarjenju je majhen, ker ne predstavlja prevladujočega prispevka k hrupu v notranjost letala, za poslušalce na tleh pa je praktično neslišen. Pri preletu letala blizu letališča so hitrosti preleta manjše, zato se aerodinamični hrup precej zmanjša. Pri pristajanju in vzletanju, ko je hitrost letala mnogo manjša kot pri križarjenju, je celotna raven aerodinamičnega hrupa približno 10 dB pod hrupom pogonske grupe.

b) Izvori hrupa pri letalih s propelerjem

Letala s propelerjem so lahko poganjana s plinsko turbino ali z motorjem z notranjim zgorevanjem. Letala poganjana s plinsko turbino so običajno z dvema motorjema, medtem ko so poganjana z motorjem z notranjim zgorevanjem bodisi z enim ali dvema motorjema. Hrup letala s propelerjem je sestavljen iz hrupa propelerja in iz hrupa motorja, predvsem njegovega izpuha. Izpuh pri batnem motorju je bolj hrupen kot pri turbinskem pogonu, vendar se izpušni hrup pri batnih motorjih lahko zaduši z glušniki. Propelerski hrup je skoraj vedno bolj pomemben in je pri danem potisku v prvi vrsti odvisen od obodne hitrosti lopatic. Propelerski hrup letala, pri statičnih testih na tleh, ima vrh v spektru hrupa pri frekvencah, ki so v zvezi s produktom vrtilne frekvence in števila lopatic propelerja ter pri njenih višjih harmonikih.

c) Karakteristike komercialnih (podzvočnih) letal pri preletu

Letala pri preletu sevajo hrup proti zemlji. Njegova jakost raste z višino od tal in doseže maksimum v trenutku, ko je letalo točno nad glavo in nato spet upada proti nič. Spekter hrupa letal varira v času preleta. Pri tipičnem hrupu letala dominirajo ravni hrupa v spektru pri višjih frekvencah, če se letalo približuje, in pri nižjih frekvencah, če je letalo nad nami in se nato oddaljuje. Ko se letalo približuje so izrazite komponente hrupa pri visokih frekvencah, približno pri 2000 Hz. Ta hrup je posledica prednje strani-fronte letala. Ko je letalo nad glavo in se oddaljuje, začne hrup naraščati pri nizkih frekvencah, pod 500 Hz in pri 3150 Hz, kot posledica izstopnega hrupa ventilatorja v trenutku preleta nad glavo. Ko se letalo oddaljuje, v spektru hrupa dominirajo le komponente nizko frekventnega hrupa, ki so posledica izpuha curka potisnika.

Čas zaznavanja hrupa letala pri pristajanju je približno dvakrat krajši (30 s namesto 60 s pri vzletanju). To pa zato, ker, ko se letalo približuje, hrup izpušnega curka zelo pozno zaznamo. Tudi spekter hrupa, merjen na isti razdalji, se v marsičem razlikuje. Visoke frekvence pri približevanju in v položaju nad glavo so bistveno bolj izražene, ker je letalo na manjši višini. Po drugi strani so nizke frekvence manj izražene, ker je obremenitev motorja manjša in s tem tudi manjši hrup curka turbopotisnika.

5. Flota različnih tipov letal in dnevna porazdelitev prometa

Na letališču Lesce razpolagajo z naslednjimi tipi letal, ki so v lasti Alpskega letalskega centra Lesce:

- PILATUS (vojaško letalo),
- CESSNA (S5-DGO),
- CESSNA (S5-DJJ),
- CESNA (S5-DME),
- CESSNA (S5-DEI),
- MORAN (S5-DSR),
- PA 25 (G-BNZV),
- PA 18-150 (S5-DAU),
- HELIKOPTER EC 120.

Letališka steza je, upoštevajoč smeri neba, usmerjena severozahod – jugovzhod. V smeri jugovzhod se odvijajo vzleti letal, in sicer proti naselju Vrbnje. Na drugi strani vzletno-pristajalne steze, torej v smeri severozahod, pa letala pristajajo. Po besedah direktorja letališča g. Zvoneta Kobentarja in pilotov letal, šolski krog poteka od vzleta preko naselja Vrbnje, okrog naselij Nova vas, Hlebce in Hraše do pristanka na severozahodu vzletno-pristajalne steze. V smeri vzletanja letal, upoštevaje horizontalno os vzletno-pristajalne steze, je najbližje naselje Vrbnje, na drugi strani, v smeri pristajanja letal, upoštevaje horizontalno os vzletno-pristajalne steze, pa je najbližje naselje Hraše.

V tabeli št. 1 smo prikazali število vzletov razpoložljivih tipov letal v dnevnem in večernem obdobju dneva v mesecu juliju letošnjega leta. V nočnem obdobju dneva

letenje ne poteka. Po besedah direktorja letališča je mesec julij, kar se letenja tiče najbolj dejaven mesec v letu.

V skladu s predpisi je dan razdeljen na ocenjevalna obdobja dan, večer in noč, pri čemer traja dan 12 ur, večer 4 in noč 8 ur. Začetek dneva je ob 6.00 uri, začetek večera ob 18.00 uri in začetek noči ob 22.00 uri.

Tabela 1. Vzleti zrakoplovov z letališča Lesce v juliju 2007.

datum	S5-DGO +DEI		PILATUS		EC 120		S5-DJJ+DME		S5-DSR		S5-DAU		G-BNZV	
	dan	večer	dan	večer	dan	večer	dan	večer	dan	večer	dan	večer	dan	večer
01.07.2007	12	1	18	0	0		6	2	0	0	0	0	14	0
02.07.2007	0	0	0	0	0		24	0	0	0	16	14	0	0
03.07.2007	0	0	0	0	0		32	0	0	0	37	11	0	0
04.07.2007	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
05.07.2007	3	0	0	0	1		13	0	0	0	42	2	0	0
06.07.2007	5	0	0	0	1		14	0	0	0	0	0	43	6
07.07.2007	7	0	0	0	1	prist.	3	0	8	0	0	0	30	0
08.07.2007	14	0	0	0	1		2	0	0	0	0	0	40	12
09.07.2007	1	0	0	0	1		7	0	1	0	0	0	40	0
10.07.2007	0	0	0	0	1	prist.	1	0	0	0	0	0	31	13
11.07.2007	1	0	0	0	0		18	0	1	0	4	0	34	4
12.07.2007	2	0	0	0	0		17	0	0	0	0	0	45	9
13.07.2007	5	1	0	0	0		10	0	0	0	38	7	6	4
14.07.2007	8	1	0	0	0		3	0	0	0	28	1	35	3
15.07.2007	15	0	0	0	0		3	0	0	0	0	0	19	2
16.07.2007	1	0	0	0	1		11	0	0	0	10	5	0	0
17.07.2007	5	1	9	0	1		20	0	0	0	16	5	0	0
18.07.2007	3	0	9	0	0		34	0	0	0	6	0	0	0
19.07.2007	7	0	8	0	1		47	0	0	0	0	0	0	0
20.07.2007	5	1	0	0	1		0	0	0	0	1	0	2	0
21.07.2007	5	0	0	0	0		3	0	0	0	0	0	14	2
22.07.2007	9	1	0	0	1		12	3	0	0	0	0	12	3
23.07.2007	4	0	0	0	1	prist.	12	0	0	0	11	3	0	0
24.07.2007	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0
25.07.2007	5	0	0	0	1		16	2	0	0	15	4	0	0
26.07.2007	0	0	0	0	1		19	0	0	0	15	7	4	0
27.07.2007	4	1	0	0	1		18	0	0	0	0	0	9	0
28.07.2007	7	0	0	0	1		11	0	0	0	8	0	7	2
29.07.2007	4	0	0	0	1		1	0	0	0	0	0	0	0
30.07.2007	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
31.07.2007	2	0	0	0	0		0	0	0	0	7	11	0	0

6. Mesta ocenjevanja vira hrupa oz. merilna mesta

V skladu s 7. členom Uredbe o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur. l. RS, št. 105/05) je potrebno kazalce hrupa iz vira hrupa ocenjevati pred najbolj izpostavljenim delom fasade najbolj izpostavljenih stavb z varovanimi prostori. Varovani prostori so tisti prostori v stavbah, v katerih se opravljajo vzgojnovarstvene, izobraževalne, zdravstvene in podobne dejavnosti, stanovanjski in drugi prostori v stavbah, v katerih se ljudje zadržujejo pogosto in daljši čas.

Po ogledu preletavanja letal in neposredne okolice letališča, ki smo ga opravili 20.07.2007 smo izbrali tri merilna mesta in eno dodatno merilno mesto na željo ene

izmed stanovalk v okolici letališča. Merilna mesta smo izbrali v okolici najbolj izpostavljene stanovanjske stavbe v naselju Vrbnje, v naselju Hraše in v južnem delu mesta Radovljica. Kot dodatno merilno mesto smo izbrali na dvorišču stanovanjske stavbe Zapuže 27a, in sicer smo opravili meritve vleke jadrarca s PA 25 (G-BNZV). Najpomembnejši merilni mesti za ocenjevanje hrupa iz vira hrupa sta v Vrbnjah in v Hrašah, zato, ker sta ti dve naselji najbližji horizontalni osi letalske steze, kar pomeni, da je zrakoplov v teh naseljih v času vzleta in pristanka v najnižji točki in posledično seva v okolje največ hrupa. Stanovanjski stavbi sta bili v samih naseljih izbrani tako, da sta čim bližje in čim bolj v smeri horizontalne osi letalske steze, kar pomeni, da sta v določenem trenutku preleta letala pod letalom in je tako raven hrupa največja.

Pri izbiri merilnega mesta smo morali upoštevati tudi dejstvo, da se moramo čim bolj izogniti preostalemu hrupu, tako, da je imel med samo kontinuirno meritvijo hrupa zrakoplova čim manjšo raven in na izmero ravni hrupa iz zrakoplova ne prevelik vpliv. V kolikor se je med samo meritvijo zgodil nepričakovan dogodek iz preostalega hrupa (vožnja avta po cesti v bližini merilnega mesta, pok, oglašanje živali, itd.) smo meritve začasno prekinili in zbrisali ta dogodek.

Mesta ocenjevanja vira hrupa oz. merilna mesta so prikazana na naslednjih 4 fotografijah.

Fotografija 1: Merilno mesto v Vrbnjah.



Fotografija 2: Merilno mesto v Hrašah.



Fotografija 3: Merilno mesto v Radovljici.



Fotografija 4: Merilno mesto v Zapužah.



Opis merilnih mest:

- Merilno mesto 1 je bilo v zahodnem delu naselja Vrbnje, na travniku, približno 20 m od severozahodne fasade stanovanjske stavbe Vrbnje 17.
- Merilno mesto 2 je bilo v jugozahodnem delu naselja Hraše, na travniku, približno 20 m od jugozahodne fasade stanovanjske stavbe Hraše 9.
- Merilno mesto 3 je bilo v južnem delu mesta Radovljica, v Langusovi ulici, približno 5 m od severovzhodne fasade stanovanjske stavbe Langusova ulica 21a.
- Merilno mesto 4 je bilo na dvorišču stanovanjske stavbe Zapuže 27a.

Tabela 2: Podatki o merilnih mestih.

merilno mesto	višina mikrofona (m)	x koordinata MM	y koordinata MM
1	1,5	134283	437935
2	1,5	136520	436088
3	1,5	133245	437457
4	1,5	135625	438077

7. Datum opravljanja meritev hrupa in meteorološke razmere v času meritev

Meritve hrupa smo opravljali v skladu z vnaprej pripravljenim urnikom poletov različnih tipov letal. Na vseh 4 merilnih mestih smo meritve opravili dne 24.08.2007 v času med 8.50 in 13.30 uro.

V času meritev hrupa smo na vseh merilnih mestih opravili meritve vremenskih razmer, katerih podatki so napisani v tabeli št. 3.

Tabela 3: Vremenske razmere v času meritev.

parameter / lokacija; čas	MM1, 10.00	MM2, 12:00	MM3, 13.00	MM4, 13.30
vreme (st. oblačnosti)	jasno	jasno	jasno	jasno
veter na 3-11 m (m/s)	1	0.5	1.5	1
smer vetra	Z	SV	V	SV
T (°C)	19	24	25	25
zračni tlak (hPa)	-	-	-	-
relativna vlaga (%)	75	64	56	59

- ni podatka

8. Podatki o izmerjenih tipih letal

Na merilnem mestu Vrbnje smo opravili meritve vseh razpoložljivih tipov letal na letališču Lesce in sicer:

- CESSNA (S5-DGO),
- PILATUS,
- HELIKOPTER EC 120,
- CESSNA (S5-DJJ),
- MORAN (S5-DSR),
- PA 18-150 (S5-DAU),
- PA 25 (G-BNZV).

Na merilnem mestu Hraše smo opravili meritve hrupa naslednjih tipov letal:

- CESSNA (S5-DGO),
- PILATUS,
- CESSNA (S5-DJJ),
- MORAN (S5-DSR),
- PA 18-150 (S5-DAU),
- PA 25 (G-BNZV).

Na merilnem mestu Radovljica smo opravili meritve hrupa naslednjih tipov letal:

- CESSNA (S5-DGO),
- PILATUS,
- PA 25 (G-BNZV).

To merilno mesto je bilo izbrano izven horizontalne osi vzletno-pristajalne steze, kar pomeni, da bi teoretično mogla biti raven hrupa nižja od ravni hrupa, ki smo ga izmerili na prejšnjih dveh merilnih mestih. Poleg tega pa poteka t.i. šolski krog, ki se ga poslužujejo piloti, stran od mesta Radovljica. Tukaj je potrebno omeniti še visoko raven preostalega hrupa, kateri je bistveno vplival na raven izmerjenega hrupa zaradi preleta letal. V času meritev hrupa letal so potekala gradbena dela z gradbenimi stoji, prav tako je v bližini tudi cesta, ki je vplivala na izmerjeno ekvivalentno raven hrupa letal. V ta namen smo opravili meritve ozadja in ugotovili, da je bil preostali hrup v času meritev hrupa letal prisoten in je vplival na rezultat.

Na željo ene izmed stanovalk v bližnjem naselju Zapuže smo opravili meritve hrupa letala PA 25 (G-BNZV) pri vleki jadralnega letala.

9. Merilna oprema

Meritve hrupa smo opravili z analizatorjem hrupa Bruel & Kjaer, tip 2260, izdelanim na Danskem (Precision Impulse Integrating Sound Level Meter Type 2260). Analizator hrupa ustreza določilom tehničnih specifikacij IEC 225, IEC 651, IEC 804. Opremljen je s standardnim filtrom "A" in ima dinamično območje počasi (slow), hitro (fast) in impulz (impulse).

Merili smo naslednje parametre: ekspozicijsko raven L_{AE} (dBA), ekvivalentno raven L_{eq} (dBA), konično raven L_1 (dBA), raven L_{99} (dBA), raven L_{im} (dBA), terčno-oktavna frekvenčna analiza v frekvenčnem pasu od 16 Hz do 16 kHz (L_{Leq}) (dBA).

Analizator hrupa smo pred meritvijo in po meritvi kalibrirali s kalibratorjem B&K, tip 4231. Kalibrator je zunanje kalibriran s strani akreditiranega laboratorija, in sicer enkrat letno, podatki o kalibraciji so razvidni iz Certifikata o kalibraciji. Podatki o kalibraciji analizatorja hrupa pred meritvijo hrupa so razvidni iz dnevnika o kalibraciji. Podatki o kalibraciji analizatorja hrupa po opravljeni meritvi hrupa so razvidni iz tabele št. 4:

- Nastavitev analizatorja hrupa:

Merilno območje: 20,0 – 100,0 dB

Širina frekvenčnega pasu analizatorja: 1/3 oktave

Časovno uteženje: Fast

Frekvenčno uteženje: Broad band Meas: A&L, Broad band Stat: A, Spectrum Meas. A

Tabela št. 4: Podatki o kalibraciji analizatorja hrupa po opravljeni meritvi.

kalibracija/datum/čas	24.08.07 / 13:40
odstopanje od zadnje vrednosti kalibracije	0,02 dB

Meritev hitrosti in smeri vetra smo opravili z anemometrom proizvajalca AMES, tip RVM 96B, izdelanim v Sloveniji.

- Nastavitev anemometra:
Merilno območje 0 – 50 m/s, 0 - 360⁰
Merilna negotovost ± 0,5 m/s, +/- 3⁰

Podatki o kalibraciji anemometra so razvidni iz evidenčnega lista in Certifikata o kalibraciji.

Meritev temperature in relativne vlažnosti zraka smo opravili z inštrumentom za zaznavanje temperature in relativne vlage proizvajalca TESTO, tip 454 – Logger, s sondo za merjenje temperature in relativne vlage oznaka 06369742.

- Nastavitev inštrumenta:
Merilno območje T: od - 20 do 70 °C, RV: od 0 do 100 %
Merilna negotovost T: ± 0,4 °C v območju od 0,1 do 50 °C, RV: ± 2 %

Podatki o kalibraciji inštrumenta za zaznavanje temperature in relativne vlage so razvidni iz evidenčnega lista in Certifikata o kalibraciji.

10. Merilna negotovost

Merilna negotovost je določena skladno z Internim postopkom za določanje merilne negotovosti na področju meritev hrupa v okolju. Razširjena merilna negotovost za podajanje vrednosti kazalcev hrupa znaša +/- 2,4 dBA, s stopnjo zaupanja 95%.

11. Rezultati meritev

Meritve hrupa, ki ga emitirajo letala v okolje na izbranih mestih ocenjevanja smo opravili s kontinuirnimi meritvami različnih tipov letal v skladu s standardom SIST ISO 1996-2. Standard SIST ISO 1996-2 določa, da če je namen merjenja določitev obremenitve poseljenega območja z letalskim hrupom, je potrebno poskrbeti, da interval meritve zajema letala, ki povzročajo največ hrupa in letijo najbližje.

Pri izračunu vrednosti kazalcev hrupa L_{dan} in $L_{večer}$ smo upoštevali efektivni čas preleta letala, kar pomeni, da smo meritve izvajali toliko časa, da je po naši oceni hrup letala vplival na obremenjevanje okolja.

Kazalec hrupa L_{dvn} smo določili iz L_{dan} , $L_{večer}$ in $L_{noč}$ po naslednjem obrazcu:
$$L_{dvn} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{24} \cdot (12 \cdot 10^{L_{dan}/10} + 4 \cdot 10^{(L_{večer}+5)/10} + 8 \cdot 10^{(L_{noč}+10)/10}) \right)$$

Popravek K_1 in K_2 smo upoštevali, če so bili v izmerjenem hrupu prisotni impulzi in poudarjeni toni.

Pri oceni obremenjevanja okolja s letalskim hrupom smo upoštevali tudi popravek zaradi lastnosti vira hrupa (letalski promet).

V tabeli št. 5 smo zbrali rezultate izmerjenih ekvivalentnih ravni hrupa posameznih tipov letal in upoštewane popravke za izračun vrednosti kazalcev hrupa.

Tabela št. 5: Rezultati izmerjenih ekvivalentnih ravni hrupa in upoštevani popravki za izračun kazalcev hrupa.

MERILNO MESTO	tip letala	Leq (dBA)	K ₁ (dBA)	K ₂ (dBA)	L _r (dBA)	L _r +K (dBA)	L ₁ (dBA)
Vrbnje	S5-DGO	55,9	-	6	61,9	64,9	62
	PILATUS	60,1	-	2	62,1	65,1	75
	EC 120	60,0	-	-	60,0	63,0	66
	S5-DJJ	49,8	-	-	49,8	52,8	53
	S5-DSR	52,9	-	6	58,9	61,9	59
	S5-DAU	52,0	-	2	54,0	57,0	62
	G-BNZV	60,3	-	2	62,3	65,3	70
Hraše	S5-DGO	45,1	-	-	45,1	48,1	48
	PILATUS	58,5	-	2	60,5	63,5	71
	S5-DJJ	43,8	-	2	45,8	48,8	49
	S5-DSR	44,9	-	-	44,9	47,9	47
	S5-DAU	48,9	-	-	48,9	51,9	53
	G-BNZV	51,8	-	-	51,8	54,8	58
Radovljica	S5-DGO	56,8	2,3	2	61,1	64,1	63
	PILATUS	53,3	2,0	2	57,3	60,3	64
	G-BNZV	56,2	-	2	58,2	61,2	63
Zapuže	G-BNZV	49,1	-	2	51,1	54,1	59

Legenda:

Leq: ekvivalentna raven hrupa

K₁: popravek zaradi prisotnih impulzov

K₂: popravek zaradi prisotnih poudarjenih tonov

L_r: povprečna raven hrupa z upoštevanjem K₁, K₂

L_r + K: povprečna raven hrupa z upoštevanjem dodatka zaradi letalskega hrupa

L₁: kazalec konične ravni hrupa

V tabeli št. 6 in 7 smo zbrali izračunane vrednosti kazalcev hrupa L_{dan} , $L_{večer}$ in L_{dvn} za julij 2007 na merilnih mestih Vrbnje in Hraše.

Tabela št. 6: Izračunane vrednosti kazalcev hrupa za julij 2007 na merilnem mestu Vrbnje.

MERILNO MESTO	datum	L_{dan} (dBA)	$L_{večer}$ (dBA)	L_{dvn} (dBA)	datum	L_{dan} (dBA)	$L_{večer}$ (dBA)	L_{dvn} (dBA)
Vrbnje	01.07.2007	58 +- 2,4	40 +- 2,4	55 +- 2,4	17.07.2007	54 +- 2,4	46 +- 2,4	52 +- 2,4
	02.07.2007	46 +- 2,4	49 +- 2,4	48 +- 2,4	18.07.2007	54 +- 2,4	0 +- 2,4	51 +- 2,4
	03.07.2007	49 +- 2,4	48 +- 2,4	49 +- 2,4	19.07.2007	53 +- 2,4	0 +- 2,4	50 +- 2,4
	04.07.2007	0 +- 2,4	0 +- 2,4	0 +- 2,4	20.07.2007	47 +- 2,4	39 +- 2,4	45 +- 2,4
	05.07.2007	50 +- 2,4	41 +- 2,4	48 +- 2,4	21.07.2007	53 +- 2,4	49 +- 2,4	52 +- 2,4
	06.07.2007	58 +- 2,4	54 +- 2,4	57 +- 2,4	22.07.2007	53 +- 2,4	51 +- 2,4	52 +- 2,4
	07.07.2007	57 +- 2,4	41 +- 2,4	54 +- 2,4	23.07.2007	46 +- 2,4	45 +- 2,4	46 +- 2,4
	08.07.2007	58 +- 2,4	57 +- 2,4	58 +- 2,4	24.07.2007	36 +- 2,4	0 +- 2,4	33 +- 2,4
	09.07.2007	58 +- 2,4	0 +- 2,4	55 +- 2,4	25.07.2007	47 +- 2,4	44 +- 2,4	46 +- 2,4
	10.07.2007	56 +- 2,4	58 +- 2,4	57 +- 2,4	26.07.2007	50 +- 2,4	46 +- 2,4	49 +- 2,4
	11.07.2007	57 +- 2,4	52 +- 2,4	55 +- 2,4	27.07.2007	52 +- 2,4	39 +- 2,4	49 +- 2,4
	12.07.2007	58 +- 2,4	56 +- 2,4	57 +- 2,4	28.07.2007	52 +- 2,4	49 +- 2,4	51 +- 2,4
	13.07.2007	53 +- 2,4	53 +- 2,4	53 +- 2,4	29.07.2007	42 +- 2,4	0 +- 2,4	39 +- 2,4
	14.07.2007	58 +- 2,4	52 +- 2,4	56 +- 2,4	30.07.2007	0 +- 2,4	0 +- 2,4	0 +- 2,4
	15.07.2007	55 +- 2,4	49 +- 2,4	53 +- 2,4	31.07.2007	43 +- 2,4	48 +- 2,4	46 +- 2,4
16.07.2007	45 +- 2,4	45 +- 2,4	45 +- 2,4					

Legenda:

L_{dan} : kazalec dnevnega hrupa

$L_{večer}$: kazalec večernega hrupa

L_{dvn} : kombiniran kazalec hrupa

Tabela št. 7: Izračunane vrednosti kazalcev hrupa za julij 2007 na merilnem mestu Hraše.

MERILNO MESTO	datum	L _{dan} (dBA)	L _{večer} (dBA)	L _{dvn} (dBA)	datum	L _{dan} (dBA)	L _{večer} (dBA)	L _{dvn} (dBA)
Hraše	01.07.2007	53 +- 2,4	26 +- 2,4	50 +- 2,4	17.07.2007	50 +- 2,4	32 +- 2,4	47 +- 2,4
	02.07.2007	34 +- 2,4	36 +- 2,4	35 +- 2,4	18.07.2007	50 +- 2,4	0 +- 2,4	47 +- 2,4
	03.07.2007	37 +- 2,4	35 +- 2,4	36 +- 2,4	19.07.2007	50 +- 2,4	0 +- 2,4	47 +- 2,4
	04.07.2007	0 +- 2,4	0 +- 2,4	0 +- 2,4	20.07.2007	31 +- 2,4	20 +- 2,4	28 +- 2,4
	05.07.2007	37 +- 2,4	27 +- 2,4	34 +- 2,4	21.07.2007	38 +- 2,4	35 +- 2,4	37 +- 2,4
	06.07.2007	43 +- 2,4	39 +- 2,4	42 +- 2,4	22.07.2007	38 +- 2,4	37 +- 2,4	38 +- 2,4
	07.07.2007	42 +- 2,4	0 +- 2,4	39 +- 2,4	23.07.2007	32 +- 2,4	29 +- 2,4	31 +- 2,4
	08.07.2007	43 +- 2,4	42 +- 2,4	43 +- 2,4	24.07.2007	0 +- 2,4	0 +- 2,4	0 +- 2,4
	09.07.2007	43 +- 2,4	0 +- 2,4	40 +- 2,4	25.07.2007	34 +- 2,4	31 +- 2,4	33 +- 2,4
	10.07.2007	42 +- 2,4	43 +- 2,4	43 +- 2,4	26.07.2007	36 +- 2,4	33 +- 2,4	35 +- 2,4
	11.07.2007	42 +- 2,4	38 +- 2,4	41 +- 2,4	27.07.2007	37 +- 2,4	20 +- 2,4	34 +- 2,4
	12.07.2007	43 +- 2,4	41 +- 2,4	42 +- 2,4	28.07.2007	37 +- 2,4	35 +- 2,4	36 +- 2,4
	13.07.2007	38 +- 2,4	39 +- 2,4	39 +- 2,4	29.07.2007	23 +- 2,4	0 +- 2,4	20 +- 2,4
	14.07.2007	43 +- 2,4	37 +- 2,4	41 +- 2,4	30.07.2007	0 +- 2,4	0 +- 2,4	0 +- 2,4
15.07.2007	40 +- 2,4	35 +- 2,4	38 +- 2,4	31.07.2007	29 +- 2,4	35 +- 2,4	33 +- 2,4	
16.07.2007	32 +- 2,4	31 +- 2,4	32 +- 2,4					

Legenda:

L_{dan}: kazalec dnevnega hrupa

L_{večer}: kazalec večernega hrupa

L_{dvn}: kombiniran kazalec hrupa

V tabeli št. 8 smo zbrali izračunane vrednosti kazalcev hrupa L_{dan} , $L_{večer}$ in L_{dvn} za 29. junija 2007 na merilnih mestih Vrbnje in Hraše, v času ko je potekal padalski miting.

Tabela št. 8: Izračunane vrednosti kazalcev hrupa v času padalskega mitinga 2007.

MERILNO MESTO	tip letala	št. letov v dnevem obdobju dneva	št. letov v večernem obdobju dneva	L_{dan} (dBA)	$L_{večer}$ (dBA)	L_{dvn} (dBA)
Vrbnje	PILATUS	52	10	61 +- 2,4	58 +- 2,4	60 +- 2,4
Hraše	PILATUS	52	10	58 +- 2,4	55 +- 2,4	57 +- 2,4

Legenda:

L_{dan} : kazalec dnevnega hrupa

$L_{večer}$: kazalec večernega hrupa

L_{dvn} : kombiniran kazalec hrupa

12. Viri

1. Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 105/05),
2. Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 121/04),
3. Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu hrupa za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje (Uradni list RS, št. 70/96, 45/02),
4. Navodilo za izvedbo meritev hrupa v okolju,
5. Postopek za oceno merilne negotovosti,
6. Environmental noise and vibration measurement and standards, Williams, Martin, 1997, Bruel&Kjaer,
7. Pooblastilo za izvajanje prvih meritev ter obratovalnega monitoringa hrupa za vire hrupa, št. 35445-6/2004,
8. Standard SIST ISO 1996-1,2,3,
9. Standard ISO/DIS 1996-2,
10. Hrup in vibracije, seminar, januar 2000,
11. Hrup in okolje, Primož Gspan, Ljubljana, 1995,
12. Environmental Noise, 2000, 2001, Bruel&Kjaer.