

**Center za fizikalne meritve****Št: LFIZ-20100179-EB/M****Laboratorij za fizikalne meritve****Datum: 31.01.2011**

## Poročilo o meritvah hrupa v okolju

Naročnik:

**NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO d.o.o.****Vrbina 12****8270 KRŠKO**

Lokacija meritev:

**NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO (okolica)**

Datum meritev:

17. in 18.01.2011

Vrsta meritev:

**HRUP V NARAVNEM IN ŽIVLJENJSKEM OKOLJU**

Številka in datum naročila:

št. DNS-10472, z dne 13.12.2010

Poslano:

1 x naročnik

1 x arhiv ZVD (kopija poročila)

Meritve opravil:	Poročilo pripravil:
Elvin Beširević, dipl.varn.inž.	Elvin Beširević, dipl.varn.inž.
Poročilo odobril:	Pregledal:
dr. Gregor Omahen, univ. dipl. fiz.	dr. Ferdinand Deželak, univ. dipl. inž.

**Dokument vsebuje 11 strani in prilogo – Pooblastilo Agencije RS za okolje št. 35445-10/2004**  
**Poročilo je dovoljeno reproducirati samo v celoti**

**KAZALO:**

<b>1.</b>	<b>NALOGA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>OPIS VIROV HRUPA IN OKOLICE.....</b>	<b>3</b>
2.1.	OPIS NAROČNIKA .....	3
2.2.	OPIS VIRA HRUPA IN NAČINA OBRATOVANJA.....	3
2.3.	OPIS OKOLICE.....	5
<b>3.</b>	<b>MERILNA OPREMA.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1.</b>	<b>UPORABLJENA MERILNA OPREMA .....</b>	<b>5</b>
3.2.	PROGRAMSKA OPREMA.....	6
<b>4.</b>	<b>POSTOPEK MERITEV .....</b>	<b>6</b>
<b>5.</b>	<b>ZANESLJIVOST MERITEV .....</b>	<b>6</b>
<b>6.</b>	<b>REZULTATI MERITEV IN ANALIZ .....</b>	<b>8</b>
6.1.	REZULTATI MERITEV HRUPA .....	8
6.2.	IZRAČUNANI KAZALCI HRUPA V OKOLJU.....	10
6.3.	VREMENSKI POGOJI V ČASU MERITEV .....	10
<b>7.</b>	<b>SKICA MERILNIH MEST.....</b>	<b>11</b>

## 1. NALOGA

Predmet meritev je izvedba monitoringa hrupa Nuklearne elektrarne Krško na okolje.

## 2. OPIS VIROV HRUPA IN OKOLICE

### 2.1. OPIS NAROČNIKA

Nuklearna elektrarna Krško se ukvarja s pridobivanjem električne energije s pomočjo jedrske tehnologije.

### 2.2. OPIS VIRA HRUPA in NAČINA OBRATOVANJA

Največji vpliv na hrup v okolje predstavljajo zunanji viri naročnika. Pomembnejši vir hrupa predstavlja sistem ohlajevanja tehnološke vode z dvema vrstama hladilnih stolpov, postavljenima na južni strani NEK. Preostale vire hrupa predstavljajo hrup transformatorske postaje, dovoznega tovornega in osebne prometa na območje NEK ter hrup prezračevalnih in klimatskih sistemov vseh objektov. V večernem in nočnem času je bil na južni strani od naročnika prisoten močan vpliv šumenja reke Save zaradi vodne zapore.

Zaradi nizkih ravni hrupa naročnika na obrobjih okoliških naselij (Vrbina, Krško, Spodnji Stari Grad in Žadovinek) smo merilna mesta določili na mestih kjer je hrup zaradi NEK enostavno določljiv in še slišen glede na okolico.

Predvsem mesto Krško ima v svoji okolici veliko virov hrupa, ki močno presegajo slišnost NEK-a na njegovem obrobju proti viru hrupa. Prav tako pa je NEK praktično neslišen za Spodnji Stari Grad in Žadovinek. Naselje Vrbina se s tremi stanovanjskimi objekti dotika zaščitene območja NEK, kjer je tudi najbolj izpostavljena točka, tam je vir hrupa bolj slišen in določljiv. Zato smo pri meritvah to merilno mesto izpostavili.

Ostala merilna mesta so bila izbrana na območjih proti bližnjim naseljem vendar na sosednjih nepozidanih parcelah, ki so delno namenjena kmetijskim zemljiščem delno pa so travniki.

NEK deluje 24 ur, spreminja se le intenzivnost delovanja nekaterih virov hrupa (hladilni stolpi, ventilacija in klimatizacija).

Rezidentni vir na tem območju so poleg daljnovodov še železnica, avtocesta Novo Mesto – Obrežje in lokalne ceste. Na južni strani od NEK pa je v dopoldanskem času pomemben tudi vir hrupa sosednjega skladišča odpadkov družbe DINOS. V neposredni bližini, vzhodno od NEK se nahaja manjša industrijska cona, kjer pa ni bilo zaznati posebno hrupnih dejavnosti v dnevnem času. Ponoči pa so obrati praktično mirovali in niso vplivali na izmerjene ravni hrupa. Avtocesta je v nočnem času delno vplivala na rezultat meritev, kar je razvidno iz

nekaterih povečanih ravni hrupa v večernem in nočnem času, kar lahko verjetno pripišemo drugačni ukrivljenosti poti širjenja hrupa v večernem času zaradi temperaturnih razlik in vetra. V dnevnem času je pred stanovanjskim objektom Vrbina 3 bil slišen vpliv bližnjega gradbišča. Meritve smo izvajali v časovnih intervalih med 5 -15 min na posameznih merilnih mestih in v vseh časovnih obdobjih dneva.



**Slika 1 Pogled na naročnikove objekte pred merilnim mestom 1**



**Slika 2 Pogled na naročnikove objekte pred merilnim mestom 2**



**Slika 3 Pogled na naročnikove objekte pred merilnim mestom 3**



**Slika 4 Pogled na naročnikove objekte pred merilnim mestom 4**





Slika 5 Pogled na naročnikove objekte pred stanovanjskim objektom Vrbina 3



Slika 6 Pogled na naročnikove objekte pred stanovanjskim objektom Vrbina 2

### 2.3. OPIS OKOLICE

Nuklearna elektrarna Krško je postavljena na čistini ob reki Savi in je za namene varovanja obdana z cono, kjer je prepovedano gibanje in postavljanje kakršnih koli objektov. To ima poleg varovalnega namena tudi s stališča akustike pomemben vpliv zaradi širjenja hrupa v okolje oziroma izpostavljenosti za hrup občutljivih objektov. Naročnika obdajajo kmetijske in travnate površine z vseh štirih smeri neba.

## 3. MERILNA OPREMA

Uporabljen merilni instrumentarij, vključno s priključnimi kabli izpolnjuje zahteve natančnosti razreda 1 skladno z SIST EN 60651, SIST EN 61672-1 in SIST EN 60804. Kalibratorji izpolnjujejo zahteve 1. razreda po SIST EN 60942. Uporabljeni terčni filtri ustrezajo zahtevam standarda SIST EN 61260.

Izvajali smo tudi snemanje zvoka med meritvijo.

### 3.1. UPORABLJENA MERILNA OPREMA

- merilnik hrupa B&K, tip 2250 tov.št. 2661170, z mikrofonom tip 4189, tov.št. 2650741;
- kalibrator BK 4231, tov. števil. 2052571.

Ostali podatki o merilnem sistemu se dobavijo na željo naročnika.

Instrument je bil pred in po meritvah umerjen. Izmerjene vrednosti se nanašajo samo na pogoje, ki so veljali v času meritev.

### 3.2. PROGRAMSKA OPREMA

- programska oprema za izračun na merilnem sistemu BZ 2602 in BZ 2604;
- računalniški programi za prenos podatkov

## 4. POSTOPEK MERITEV

Pri izvajanju meritev upoštevamo metodo skladno z zahtevami standarda SIST ISO 1996-2:2007, ki je zapisana v našem delovnem postopku laboratorija za fizikalne meritve št. DP-LFIZ-04 in je akreditirana skladno z zahtevami standarda SIST EN ISO/IEC 17025:2005.

Metoda upošteva tudi zahteve slovenske zakonodaje: Uredbe o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur. list RS št. 105/2005, 34/2008, 109/2009 in 62/2010) in Pravilnika o prvem ocenjevanju in obratovalnem monitoringu za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje (Ur. list RS št. 105/2008).

Preverili smo, ali je raven hrupa ozadja dovolj nizka, da se lahko opravijo meritve hrupa na preiskovanih lokacijah. Predstavnik naročnika nam je zagotovil, da so se v času meritev vršila dela v normalnem obsegu in da obratujejo normalno.

## 5. ZANESLJIVOST MERITEV

Na merilno negotovost vplivajo številni faktorji. Zlasti vpliv vremenskih faktorjev je kvantitativno zelo težko oceniti, zato se meritvam v neugodnih vremenskih razmerah izogibamo. Bruel Kjaer podaja za svoje instrumente le grob vpliv teh faktorjev, kot sledi:

- vpliv relativne vlažnosti  $<0.5\text{dB}$  v območju 0 do 90%, pod pogojem da ne pride do kondenzacije,
- vpliv zunanega zračnega tlaka je približno  $-0.001\text{dB/hPa}$  okrog 1013 hPa,
- vpliv temperature do  $\pm 0.5\text{dB}$  v območju temperatur med  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  in  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Natančnost merilnikov, z upoštevanjem napake kalibracije, je v mejah  $\pm 1\text{ dB}$ .

Na splošno je razširjena merilna negotovost, ob izključitvi vseh grobih in sistematskih napak približno  $\pm 2\text{ dBA}$ . Vendar pa je v našem primeru bila prisotna tudi visoka raven preostalega hrupa zaradi zapore reke Save, zlasti ob jugovzhodnem robu parcelne meje NEK, medtem ko na izpostavljene stanovanjske objekte to ni imelo pomembnejšega vpliva. Natančnejša ocena merilne negotovosti meritev pa je ocenjena v delovnem postopku laboratorija DP-LFIZ-04 in jo za konkreten primer podajamo po predhodnem dogovoru, oziroma na zahtevo stranke.

### Negotovost preostalega hrupa

Za korekcijo preostalega hrupa običajno uporabljamo enačbo

$$L = L' + 10 \lg(1 - 10^{-0,1(L' - L_{res})})$$

Pri tem je  $L$  korigirana raven preostalega hrupa,  $L'$  izmerjena raven hrupa,  $L_{res}$  pa raven preostalega hrupa. Na tej osnovi izračunamo občutljivostne koeficiente:

$$c_{L'} = \frac{\partial L}{\partial L'} = 1 + \frac{10^{-0,1(L' - L_{res})}}{1 - 10^{-0,1(L' - L_{res})}}$$

$$c_{res} = \frac{\partial L}{\partial L_{res}} = \frac{-10^{-0,1(L' - L_{res})}}{1 - 10^{-0,1(L' - L_{res})}}$$

Skupna negotovost tako znaša.

$$u_L = \pm \sqrt{c_{L'}^2 u_{L'}^2 + c_{res}^2 u_{res}^2}$$

Iz tega je razvidno, da ima visok preostali hrup velik vpliv na skupno merilno negotovost.

### Negotovost zaradi lege mikrofona

V idealnih razmerah prostega zvočnega polja, daleč stran od fasadnih sten ali podobnih vertikalnih ovir je tovrstna korekcija enaka nič. Na oddaljenosti 0.5 do 3 m od fasadne stene pride do prirastka okrog 3 dBA s standardno negotovostjo okrog  $\pm 0.5$  dBA. To velja za vire, ki pri sprejemnem mestu zajemajo širok zorni kot. V našem primeru ta problem ni bil prisoten.

### Negotovost zaradi spreminjanja meteoroloških razmer

Pri kratkotrajnih meritvah je negotovost zaradi vpliva meteoroloških razmer zelo težko oceniti. Pri ugodnih razmerah razširjanja hrupa lahko uporabimo oceno:

$$u_{met, fav} = 2$$

Če meritve  $n$ -krat ponovimo, z nekajdnevnimi vmesnimi presledki med sicer podobnimi meteorološkimi razmerami, se ta negotovost zmanjša za  $\sqrt{n}$ .

Razširjeno merilno negotovost ob izključitvi vseh grobih in sistematskih napak ocenimo na  $\pm 3$  dBA. Gre za negotovost po tipu B.

Merilna negotovost meritev je ocenjena v delovnem postopku laboratorija DP-LFIZ-04 in jo podajamo na predhodno zahtevo stranke.

## 6. REZULTATI MERITEV IN ANALIZ

### 6.1. REZULTATI MERITEV HRUPA

<i>Mesto merjenja</i>	<i>Čas merjenja</i>	<i>L<sub>eq</sub></i>	<i>L<sub>1</sub></i>	<i>L<sub>ozadja</sub></i>	<i>L<sub>vsi viri</sub></i>	<i>K<sub>1</sub></i>	<i>K<sub>2</sub></i>
<b>1. Merilno mesto</b> Jugovzhodna smer NEKa <b>WGS84 Lat:</b> 45°55'51,56" <b>Lon:</b> 15°31'13,56"	6:00 - 18:00	41	43	40	49	0	0
		41	42			0	0
		42	43			0	0
		41	44			0	0
		43	45			0	0
	18:00 - 22:00	49	51	46 49	49 53	0	0
		49	51			0	0
		47	48			0	0
		52*	54			0	0
		55*	57			0	0
	22:00 - 06:00	46	47	44	48	0	0
		48*	49			0	0
		49*	51			0	0
		48*	49			0	0
		48*	49			0	0
<b>2. Merilno mesto</b> Južna smer NEKa <b>WGS84 Lat:</b> 45°56'05,98" <b>Lon:</b> 15°30'44,73"	6:00 - 18:00	40	42	37	40	0	0
		39	40			0	0
		40	42			0	0
		39	41			0	0
		38	40			0	0
	18:00 - 22:00	52*	54	47 46	51 50	0	0
		49	51			0	0
		50*	50			0	0
		49	51			0	0
		51*	52			0	0
	22:00 - 06:00	51*	51			0	0
		46	48	45	47	0	0
		46	47			0	0
		48	50			0	0
		49	50			0	0
		49	50			0	0
<b>3. Merilno mesto</b> Jugozahodna smer NEKa <b>WGS84 Lat:</b> 45°56'05,17" <b>Lon:</b> 15°29'45,67"	6:00 - 18:00	34	37	32	35	0	0
		33	35			0	0
		34	37			0	0
		33	36			0	0
		33	36			0	0
	18:00 - 22:00	42	44	39	42	0	0
		42	44			0	0
		40	43			0	0
		42	44			0	0
		41	44			0	0
	22:00 - 06:00	37	38	35	37	0	0
		38	40			0	0
		38	40			0	0
		37	38			0	0
		37	38			0	0
<b>4. Merilno mesto</b> Severovzhodna smer NEKa <b>WGS84 Lat:</b> 45°56'31,63" <b>Lon:</b> 15°31'28,01"	6:00 - 18:00	44	47	40	65	0	0
		42	43			0	0
		42	44			0	0
		41	44			0	0
		41	43			0	0
		42	43			0	0
		42	45			0	0
	18:00 - 22:00	44	47	40	49	0	0
		43	46			0	0
		45	48			0	0
		45	48			0	0
		43	44			0	0
	22:00 - 06:00	38	40	36	42	0	0
		37	38			0	0
		37	38			0	0
		37	40			0	0
		37	39			0	0
		37	38			0	0



<b>5. Merilno mesto</b> Pred stanovanjskim objektom Vrbina 3  <b>WGS84 Lat:</b> 45°56'38,73" <b>Lon:</b> 15°30'29,01"	6:00 - 18:00	44 45 42 45 44 43	45 48 43 49 46 45	42	63	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
	18:00 - 22:00	44 43 43 44 43 43	50 44 46 46 47 44	41 42	62 60	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
	22:00 - 06:00	42 39 40 40 41 42	45 41 42 41 42 43	38	60	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
<b>6. Merilno mesto</b> Pred stanovanjskim objektom Vrbina 2  <b>WGS84 Lat:</b> 45°56'26,42" <b>Lon:</b> 15°30'23,38"	6:00 - 18:00	46 42 43 45 46	49 46 45 47 49	40	54	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
	18:00 - 22:00	44 44 44 43 43 43	46 45 46 45 44 44	43 41	55 54	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
	22:00 - 06:00	40 40 41 39 38 38	41 42 43 41 40 40	38	40	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
OPOMBE:  *vpliv šumenja reke Sava zaradi vodne zapore  $L_{vsi\ viri}$ – so vsi viri hrupa v času meritev vključno z okolico in ostalimi rezidenčnimi (vsemi tipičnimi viri na območju) viri hrupa na tem mestu							

## 6.2. IZRAČUNANI KAZALCI HRUPA V OKOLJU

Povprečna dnevna obremenitev s hrupom prikazana s kazalci hrupa v okolju

Mesto merjenja	$L_d$	$L_v$	$L_n$	$L_{dvn}$
<b>1. Merilno mesto</b> Jugovzhodna smer NEKa				
WGS84 Lat:45°55'51,56" Lon:15°31'13,56"	42	<47*	<46*	<52
<b>2. Merilno mesto</b> Južna smer NEKa				
WGS84 Lat:45°56'05,98" Lon:15°30'44,73"	39	<49*	<46*	<53
<b>3. Merilno mesto</b> Jugozahodna smer NEKa				
WGS84 Lat:45°56'05,17" Lon:15°29'45,67"	34	<42*	<38*	<45
<b>4. Merilno mesto</b> Severovzhodna smer NEKa				
WGS84 Lat:45°56'31,63" Lon:15°31'28,01"	42	44	37	46
<b>5. Merilno mesto</b> Pred stanovanjskim objektom Vrbina 3				
WGS84 Lat:45°56'38,73" Lon:15°30'29,01"	44	43	41	48
<b>6. Merilno mesto</b> Pred stanovanjskim objektom Vrbina 2				
WGS84 Lat:45°56'26,42" Lon:15°30'23,38"	44	44	40	48
<b>OPOMBE:</b>				
*vpliv šumenja reke Sava zaradi vodne zapore				

Meritve hrupa v okolju in izračunani kazalci veljajo za obravnavane vire hrupa in čas meritev naveden v 3. točki poročila. Sprememba vira hrupa ali delovanje vira lahko bistveno vpliva na rezultat meritev. Merilna negotovost je definirana v 5. točki tega poročila.

## 6.3. VREMENSKI POGOJI V ČASU MERITEV

<b>datum meritev:</b>	<b>17.01.2011</b>	<b>18.01.2011</b>
<b>čas meritev:</b>	<b>10:00</b>	<b>10:00</b>
Stanje vremena	jasno	jasno
Stanje okolice	suha podlaga	suha podlaga
Tip tal na poti širjenja	Večinoma trda – odbojna podlaga med mestom merjenja in virom	
temp.zraka v °C:	od 1 do 10	od -2 do 10
hitrost gibanja zraka v m/s in smer vetra*:	od 0,5 do 1,5 spr.	od 0,5 do 1,5 spr.
zračni tlak v hPa:	1024	1024
rel.vlažnost zraka v %RH:	66	50

\*J – južni, S-seveni, V-vzhodnik, Z-zahodnik in kombinacija teh smeri. Če smer ni stalna označimo kot spremenljiva smer – spr.

### Legenda izmerjenih in izračunanih vrednosti:

$L_{eq}$  v dB(A).....energijska ekvivalentna raven hrupa;

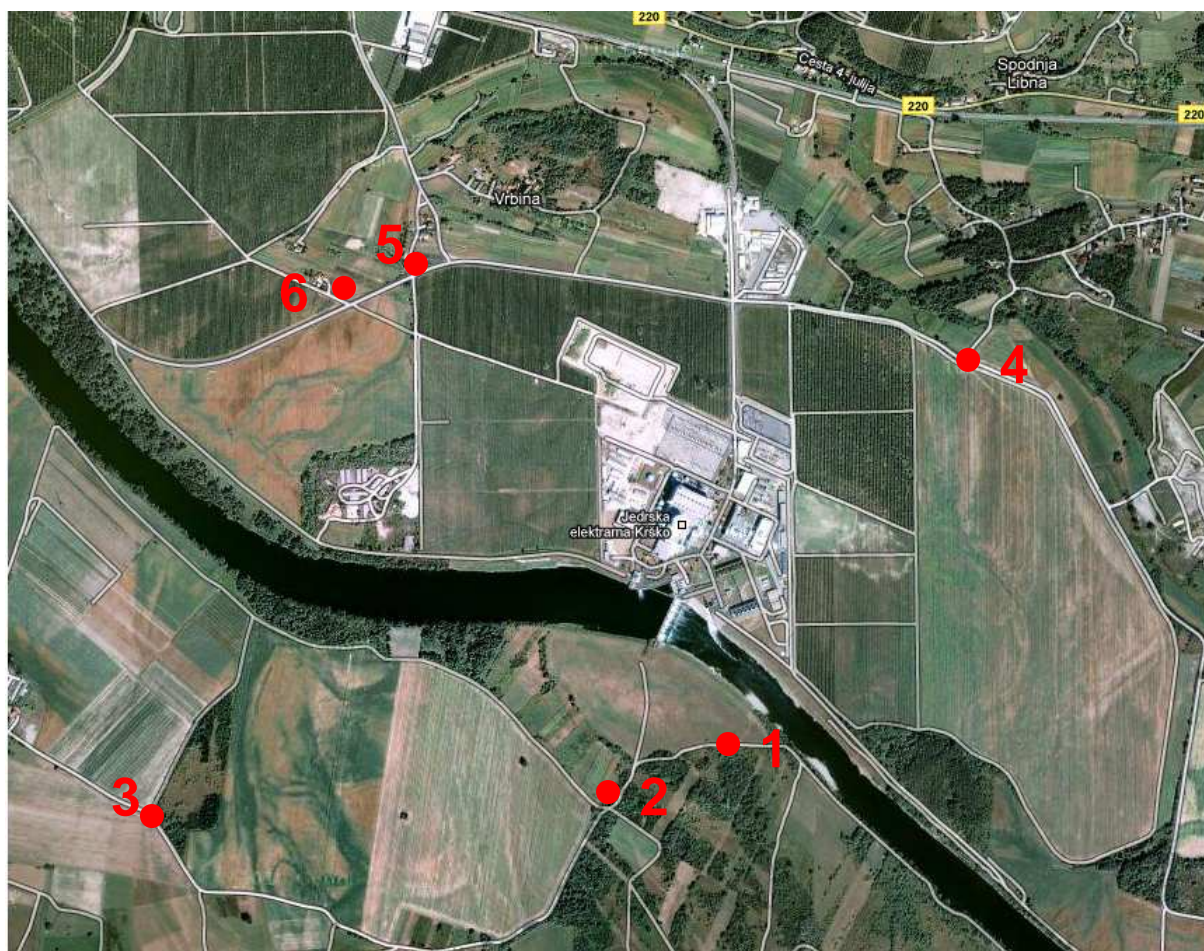
$L_1$  v dB(A).....1% percentilna konična raven hrupa;

$L_{99}$  v dB(A).....99% percentina raven hrupa;

$K_1$ .....	[dBA]	tonska korekcija;
$K_2$ .....	[dBA]	impulzna korekcija;
$L_d$ .....	[dBA]	kazalec hrupa med 6:00 in 18:00 uro;
$L_v$ .....	[dBA]	kazalec hrupa med 18:00 in 22:00 uro;
$L_n$ .....	[dBA]	kazalec hrupa med 22:00 in 06:00 uro;
$L_{dvn}$ .....	[dBA]	kazalec hrupa za 24 ur dan-večer-noč;

Kazalec hrupa je izračunan glede na izmerjene ravni hrupa, čas trajanja posameznega obdobja dneva in dodatka za večer +5 dB(A) in noč +10 dB(A).

## 7. SKICA MERILNIH MEST



Vir Google maps

Merilno mesto	Lokacija
1. Merilno mesto	Jugovzhodna smer NEKa WGS84 Lat:45°55'51,56" Lon:15°31'13,56"
2. Merilno mesto	Južna smer NEKa WGS84 Lat:45°56'05,98" Lon:15°30'44,73"
3. Merilno mesto	Jugozahodna smer NEKa WGS84 Lat:45°56'05,17" Lon:15°29'45,67"
4. Merilno mesto	Severovzhodna smer NEKa WGS84 Lat:45°56'31,63" Lon:15°31'28,01"
5. Merilno mesto	Pred stanovanjskim objektom Vrbina 3 WGS84 Lat:45°56'38,73" Lon:15°30'29,01"
6. Merilno mesto	Pred stanovanjskim objektom Vrbina 2 WGS84 Lat:45°56'26,42" Lon:15°30'23,38"

OPOMBA: Slika je informativna