

Hrup Luke Koper

Jurij Prezelj, Luka Čurovič

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

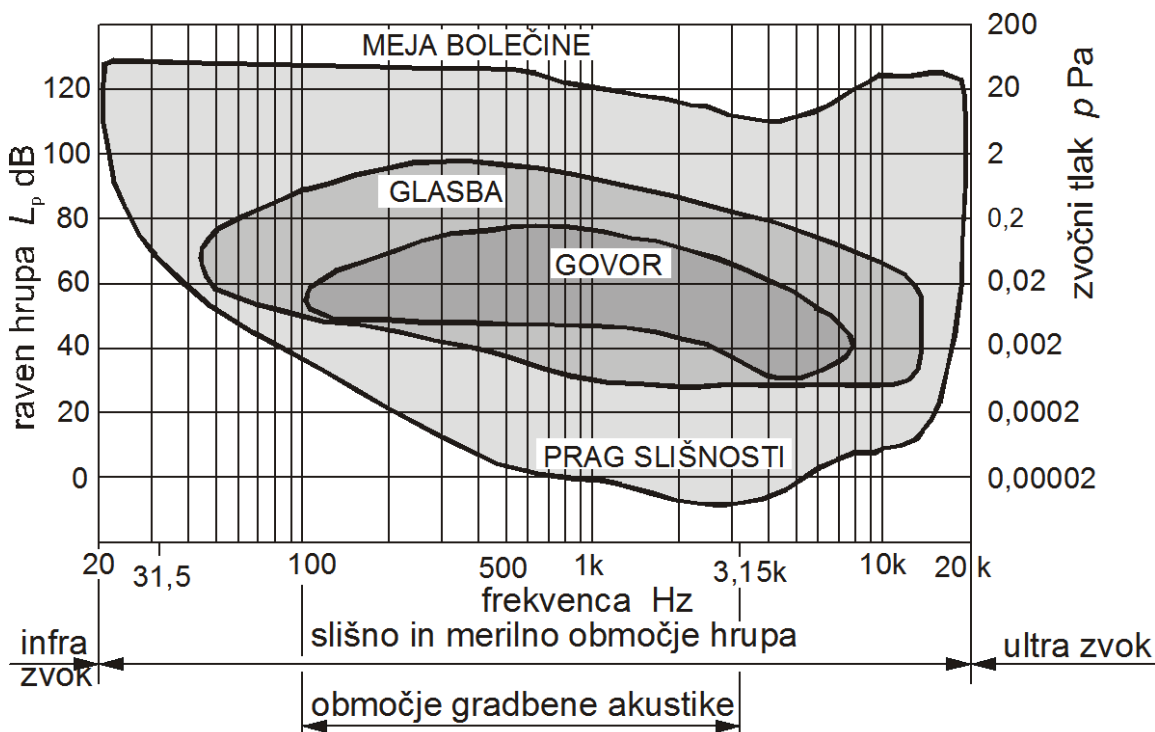
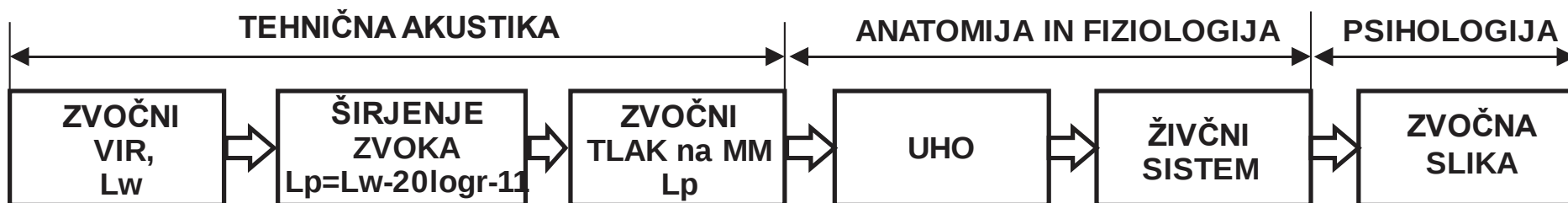
- KAJ JE HRUP

- Hrup je vsak zvok ki moti !!!
- Slovenska zakonodaja ne sledi osnovni definiciji hrupa, in predpisuje kaj vir hrupa je in kaj vir hrupa ni.

- DOLOČANJE OBREMENJENOSTI S HRUPOM

- Raven zvočnega tlaka/hrupa $L_p(t)$
- Frekvenčno utežene meritve po "A" krivulji
- Raven hrupa se neprestano spreminja -> Doza hrupa
- Časovno povprečenje -> extrapolacija na kazalce hrupa L_d, L_v, L_n, L_{dvn}
- Tonalna korekcija
- Impulzna korekcija

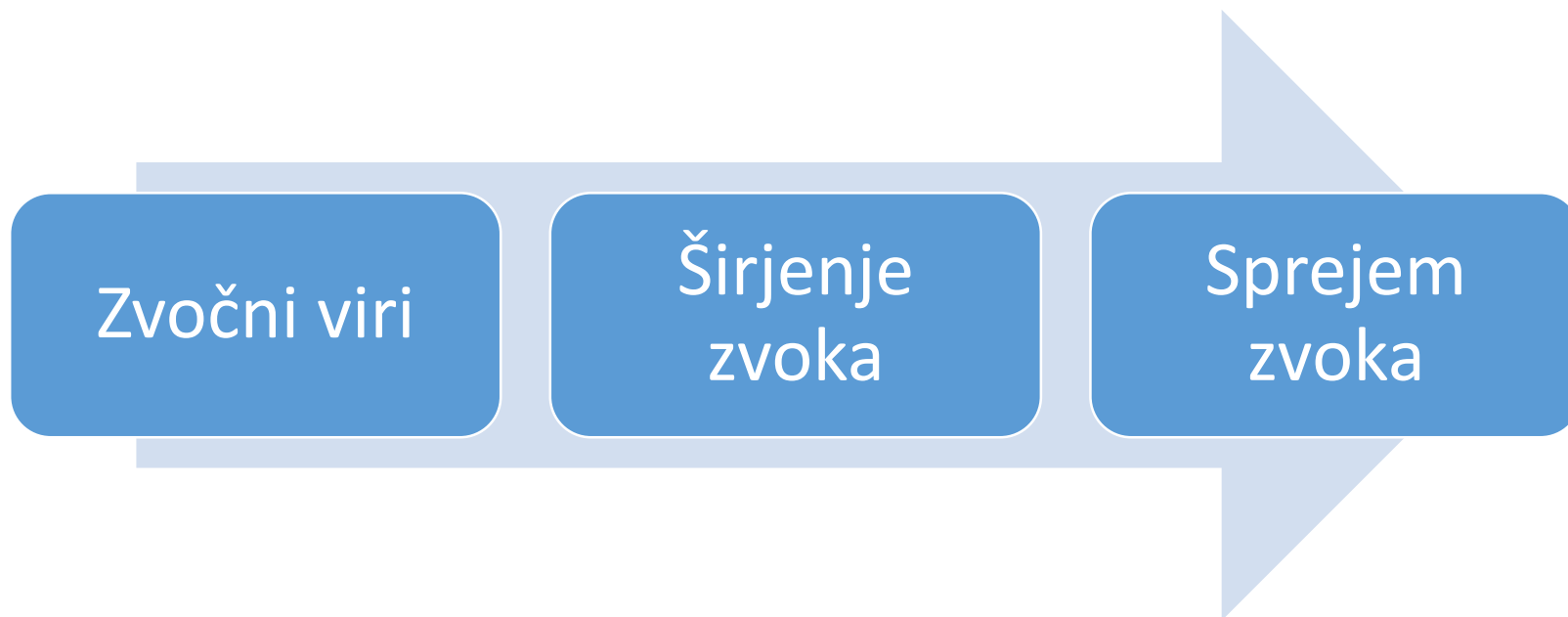
Percepcija zvoka oziroma hrupa



Vpliv anatomije in fiziologije ušesa standardi in zakonodaja povzemata z “A” frekvenčno uteženimi meritvami hrupa [dBA]

Nizkofrekvenčni hrup po Slovenski zakonodaji ne obstaja, čeprav se marsikje pojavlja in marsikoga moti.

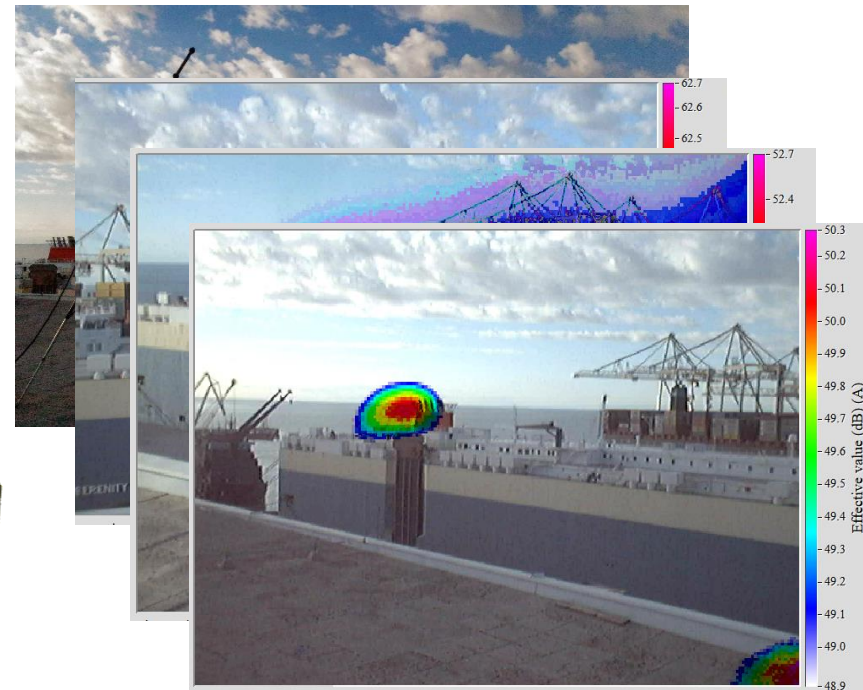
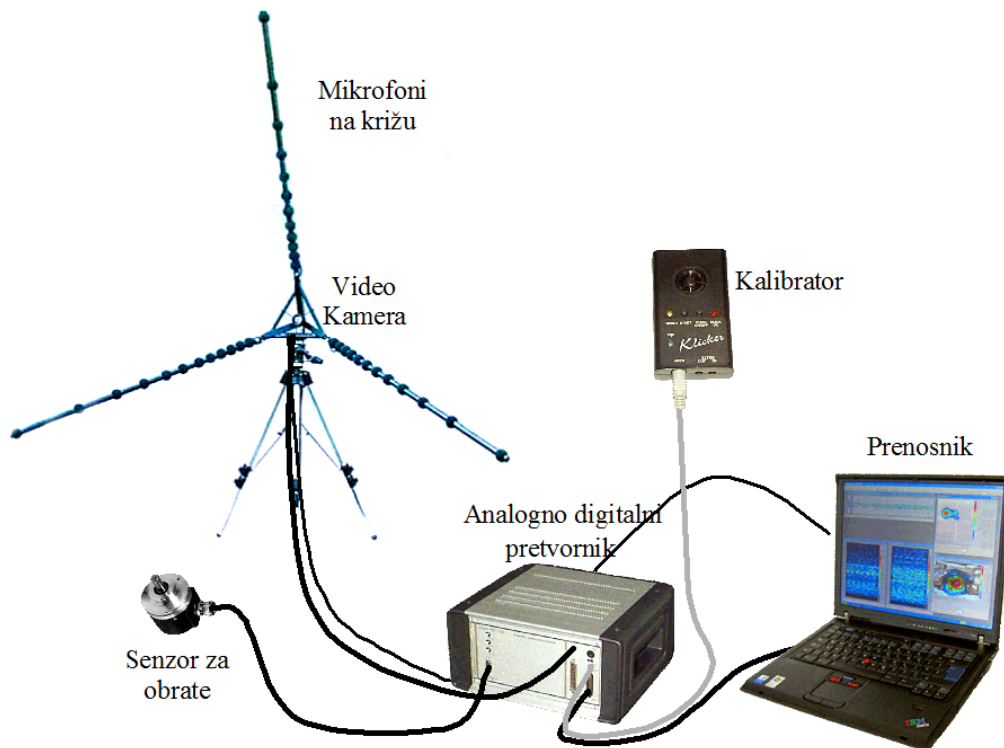
Obvladovanje hrupa



- Identificirati moramo dominantne vire hrupa:
(Zmanjševanje hrupa pri viru)
- Vedeti moramo kako se hrup širi od vira k mestu sprejem:
(Omejevanje širjenja hrupa po prostoru)
- Razumeti moramo kako se hrup obnaša na mestu sprejema:
(Zmanjševanje hrupa na mestu sprejema)

Akustična kamera

- Za identifikacijo dominantnih virov hrupa uporabljamo akustično kamero, ki vizualizira vire hrupa.



- Vizualizacija virov hrupa zaradi omejitev opreme lahko poteka samo kratek čas, nekaj sekund.

Usmerjenost imisije hrupa

- Za ugotavljanje dolgotrajne usmerjenosti sprejema hrupa uporabljamo lasten in patentiran sistem, s katerim prav tako zaznavamo dominantne vire hrupa, a rezultate lahko povprečimo skladno z zahtevami mednarodnih standardov in zakonodaje.

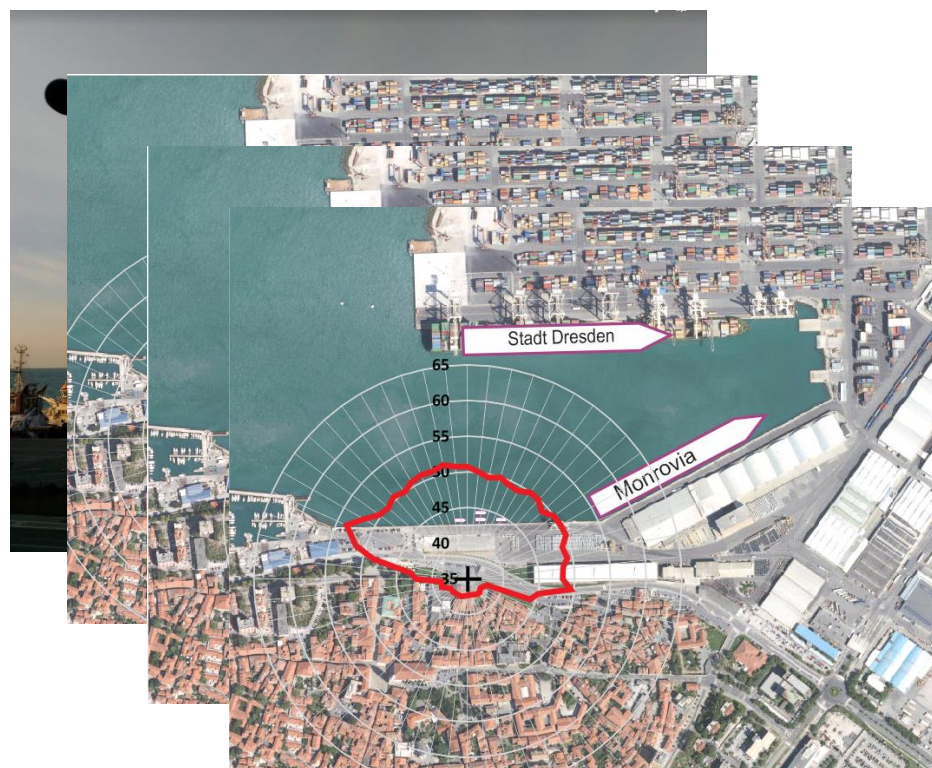
Mikrofonska antena



Analogno digitaln pretvornik



Prenosni računalnik



Do sedaj opravljene meritve z AK in SANSIC

- Vreme omejuje možne termine meritev.
- Izmerjene ravni hrupa različnih ladij z akustično kamero
 - Neptune Iliad
 - Crystal Ace
 - Serenity Ace
 - MSC Katrina
 - Monrovia
 - Stadt Dresden
 - Guthorm Maersk
- Pretovarjanje sipkega tovara (ingotov)

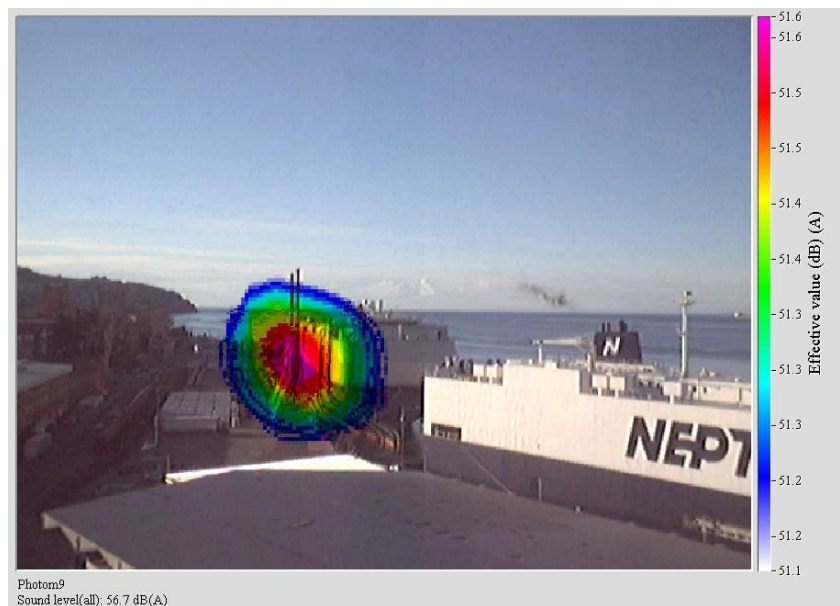
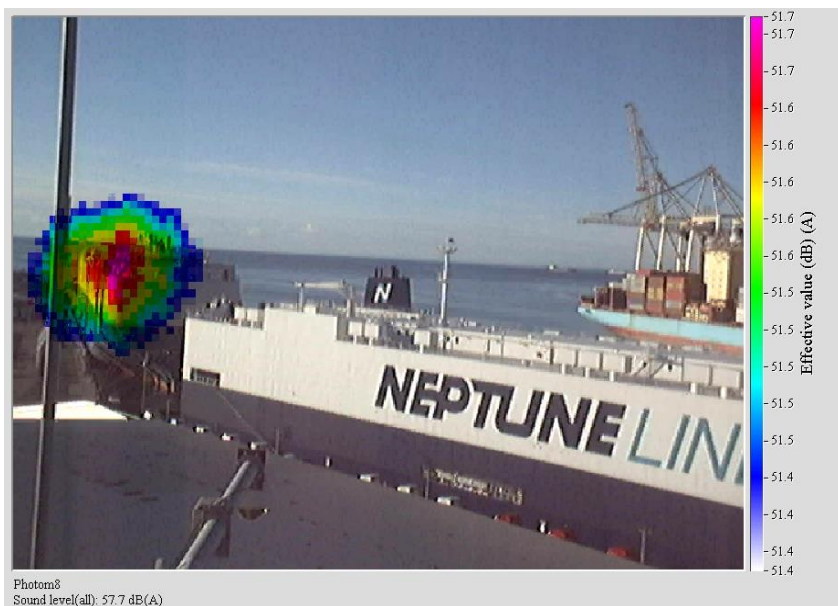
Do sedaj opravljene meritve

- Ladji Crystal Ace in Neptune Iliad



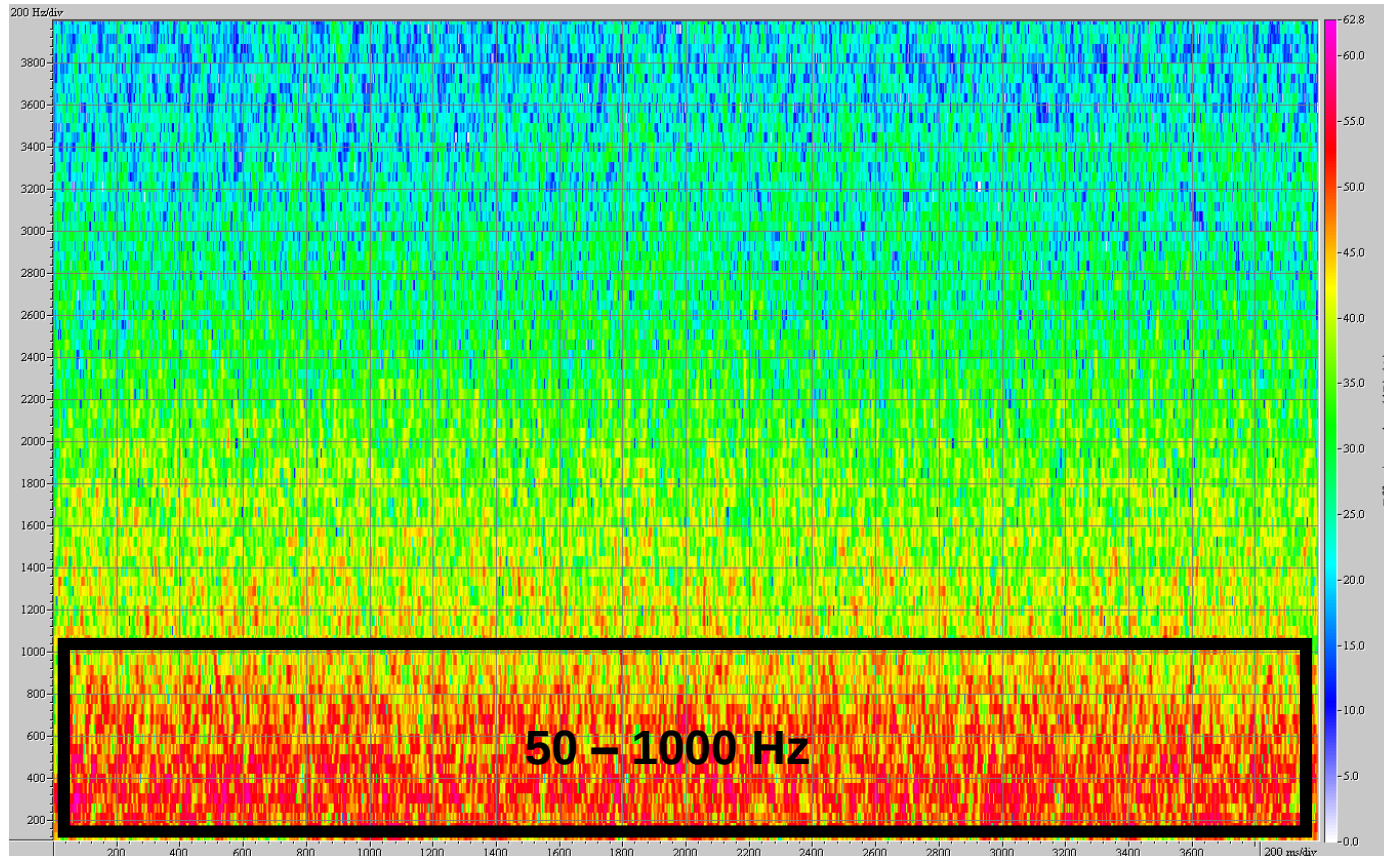
Do sedaj opravljene meritve

- Ladji Crystal Ace in Neptune Iliad – Akustična slika celotne ravni hrupa, (v celotnem frekvenčnem območju).
- Hrup ladje Crystal Ace je dominanten v širokopasovnem frekvenčnem območju.



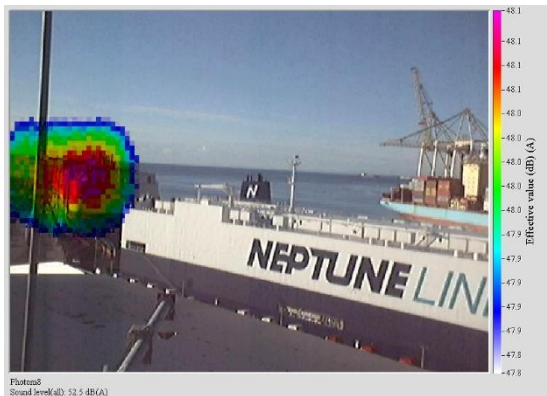
Do sedaj opravljene meritve

- Ladji Crystal Ace in Neptune Iliad generirata hrup ki je dominanten v širokopasovnem frekvenčnem območju, z močno poudarjenim nizko frekvenčnim karakterjem hrupa.



Do sedaj opravljene meritve

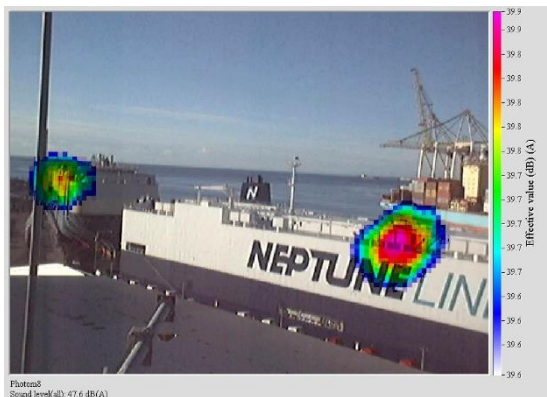
- Ladji Crystal Ace in Neptune Iliad – Ravni hrupa v izbranih frekvenčnih območjih:



50 – 500 Hz



500 – 1000 Hz



1000 – 2000 Hz



2000 – 5000 Hz

Do sedaj opravljene meritve

- Hrup ladje Neptune Iliad je zanemarljiv v primerjavi s hrupom kontejnerskega terminala.



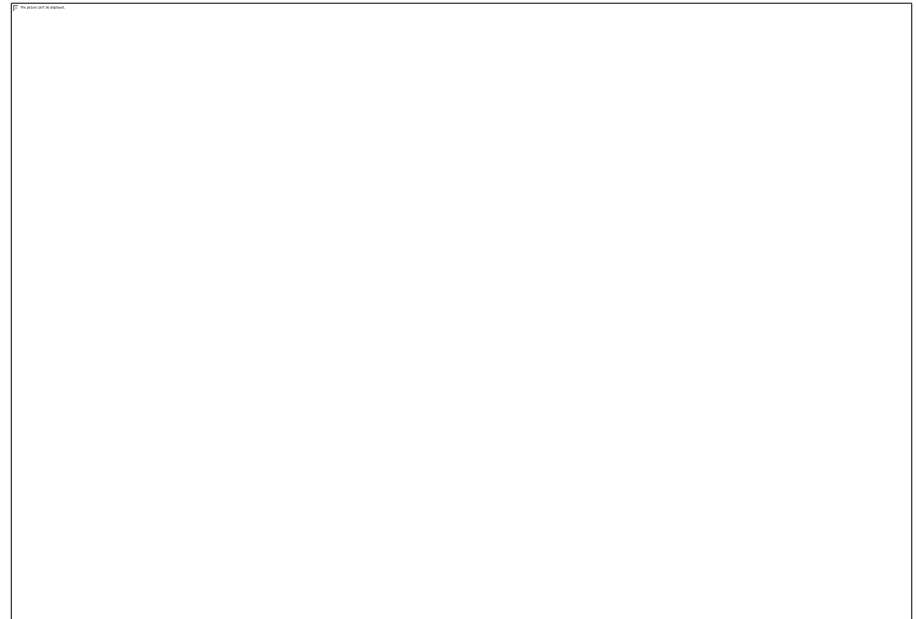
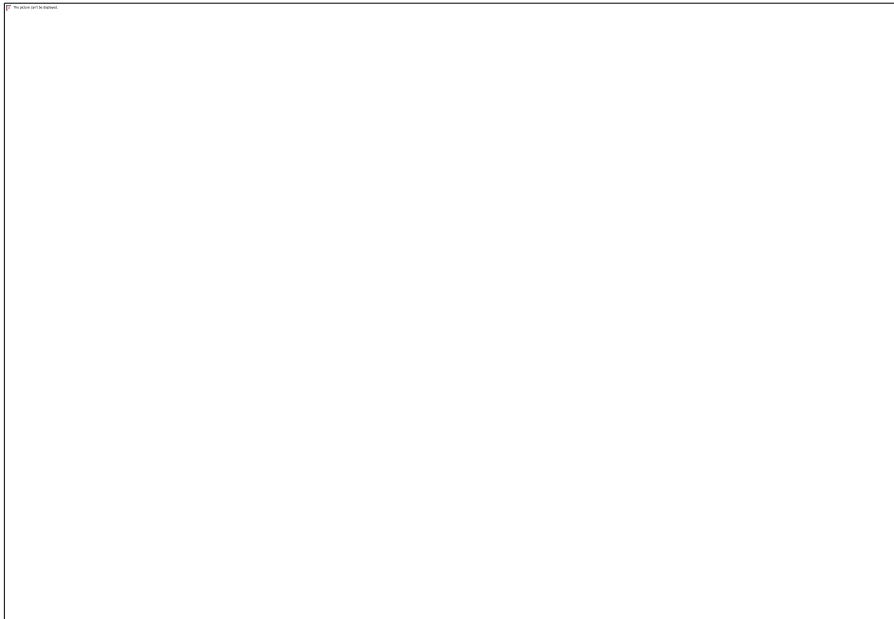
Do sedaj opravljene meritve

- Hrup ladje Neptune Iliad je zanemarljiv tudi v primerjavi s hrupom ventilatorjev na strehi hladilnice.



Do sedaj opravljene meritve

- Ladji Crystal Ace in Neptune Iliad smo izmerili tudi s sistemom za detekcijo usmerjenosti imisije hrupa SASNIC:

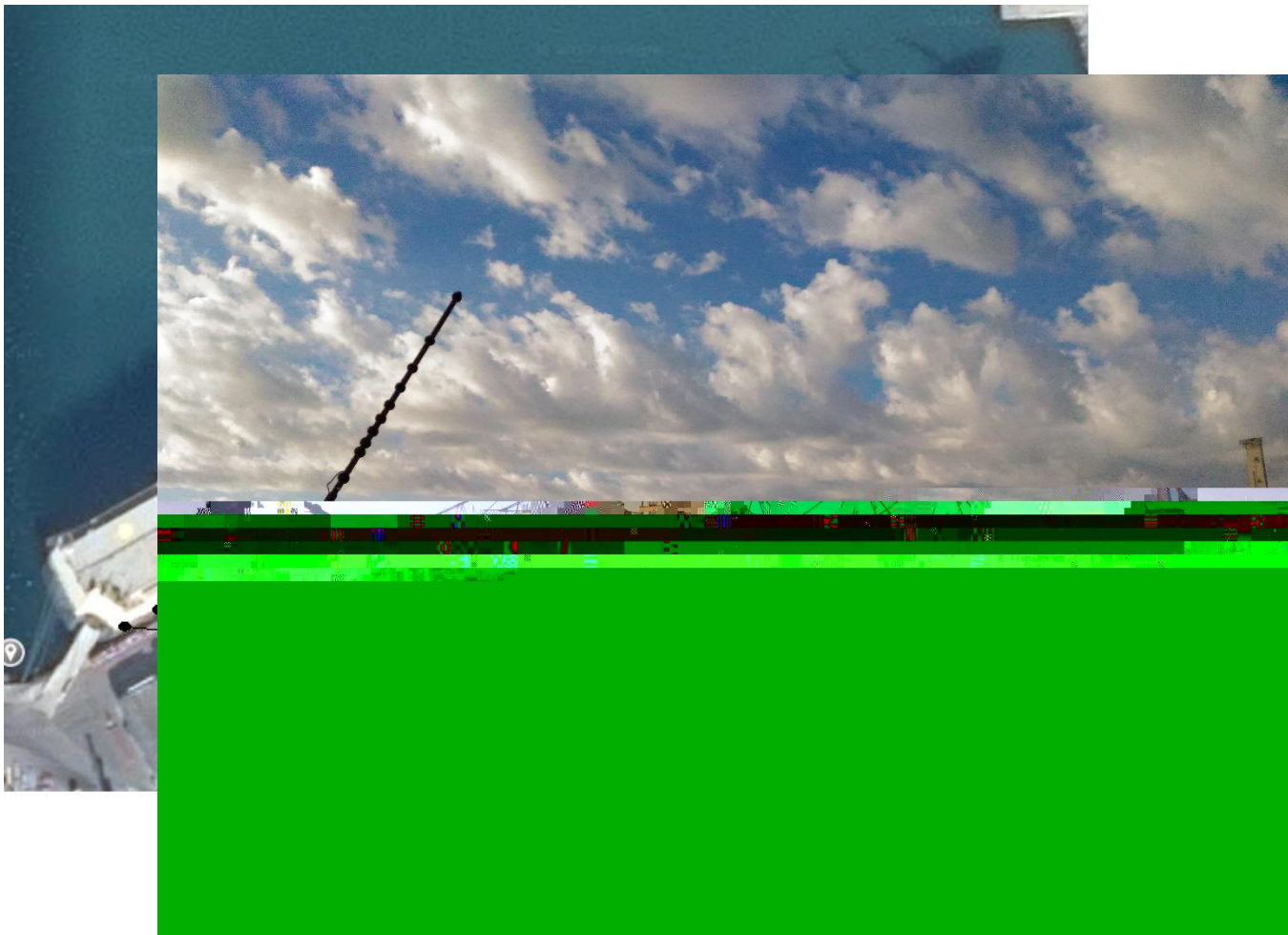


Do sedaj opravljene meritve

- V času meritev hrupa pretovora z ladij Crystal Ace in Neptune Iliad je skupna A vrednotena ekvivalentna raven zvočnega tlaka L_{Aeq} znašala **57,2 dBA na strehi skladišča Luke Koper.**
- V času pretovora z ladje Crystal Ace je A vrednotena ekvivalentna raven zvočnega tlaka L_{Aeq} na merilnem mestu 1 (**križišče med ulicama Izolska vrata in Della Vallejevo ulico**) znašala **66,4 dBA.**
- V času pretovora z ladje Crystal Ace je A vrednotena ekvivalentna raven zvočnega tlaka L_{Aeq} na merilnem mestu 2 (**pred šolo na ulici Izolska vrata**) znašala **65,2 dBA.**

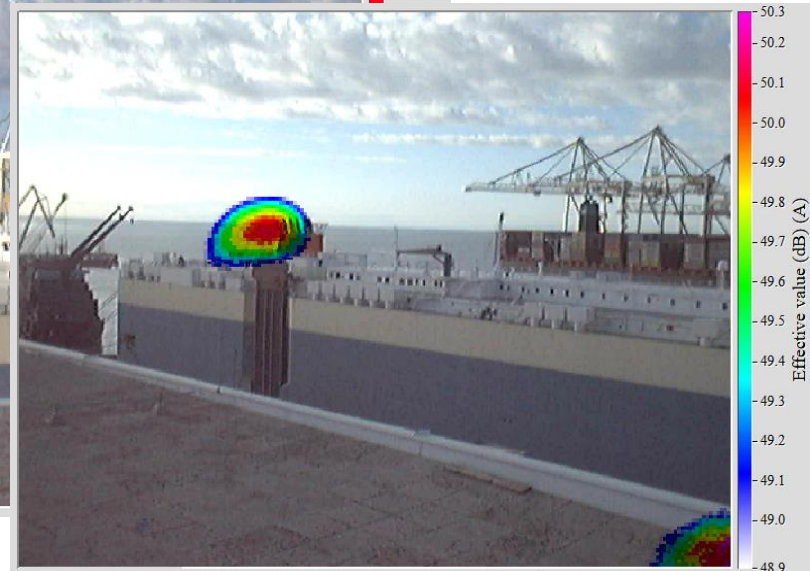
Do sedaj opravljene meritve

- Ladja Serenity Ace



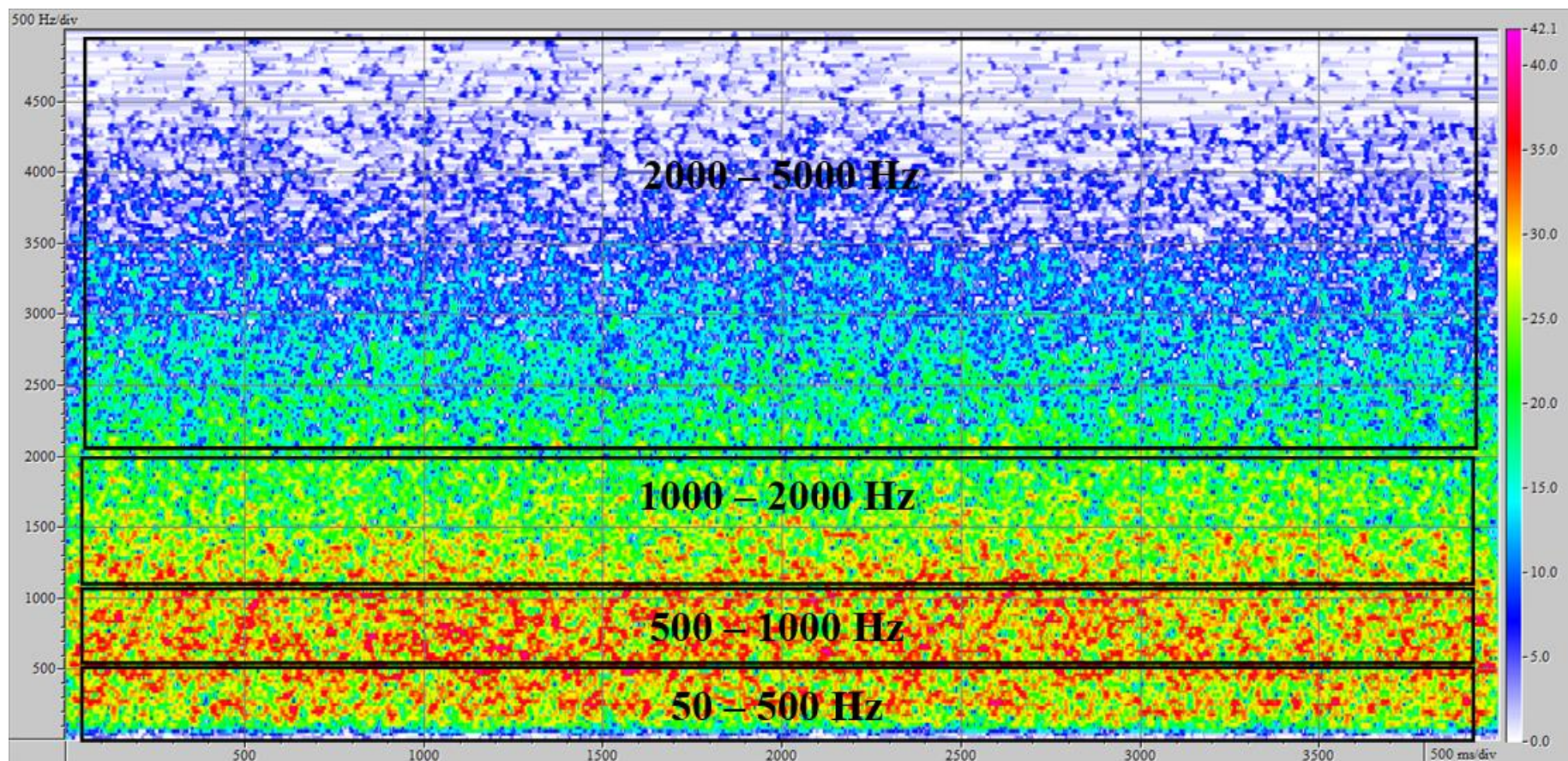
Do sedaj opravljene meritve

- Ladja Serenity Ace
- Dominanten hrupa prihaja iz sprednjega dela ladje, verjetno iz prezračevalnega sistema. Prispevek odprtine je 62 dBA.
- Prispevek dimnika pa samo 50 dBA



Do sedaj opravljene meritve

- Ladja Serenity Ace prav tako generira hrup v nizko frekvenčnem območju z največjimi ravni med 50 in 1000 Hz



Do sedaj opravljene meritve

- Pretovarjanje sipkega tovora (ingotov)



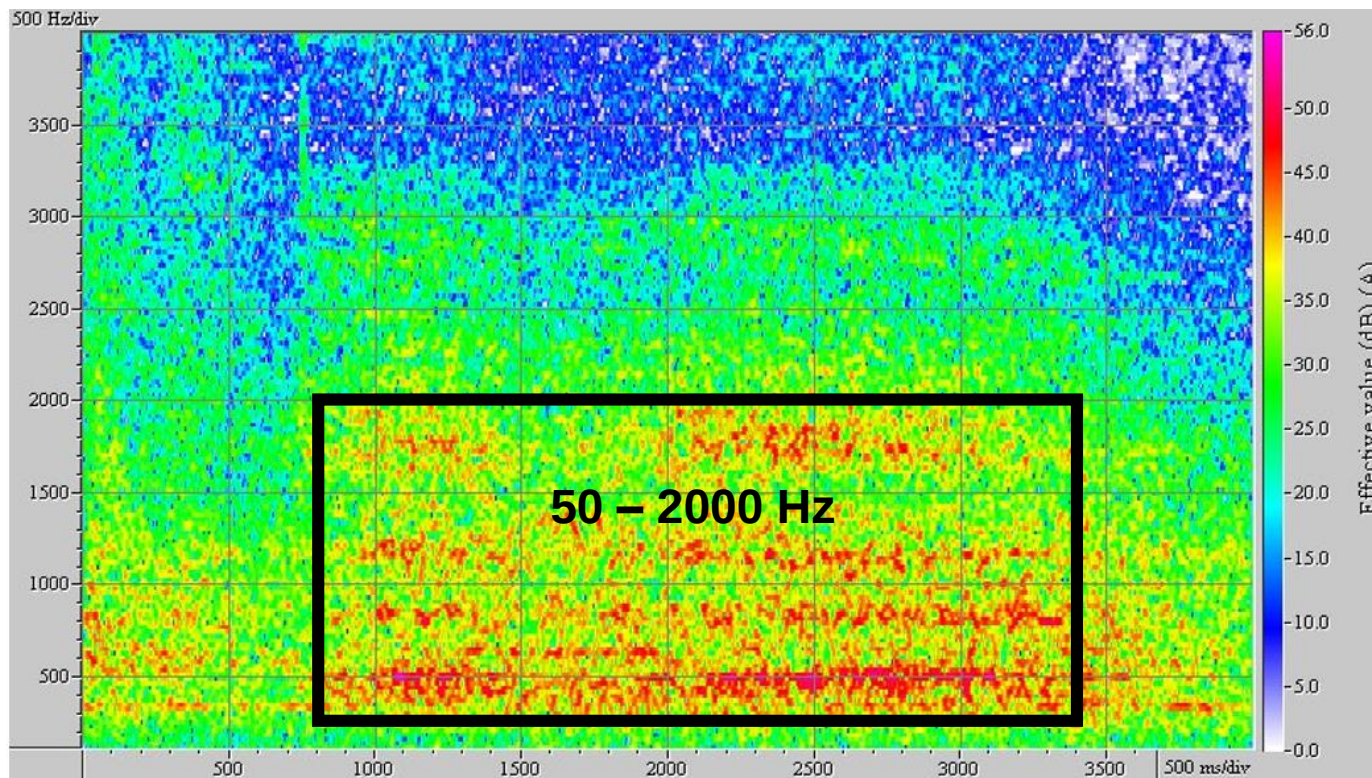
Do sedaj opravljene meritve

- Pretovarjanje sipkega tovara (ingotov)



Do sedaj opravljene meritve

- Pretovarjanje sipkega tovara (ingotov)



Spektrogram hrupa posnetega na merilnem mestu 1. Spektrogram prikazuje časovni potek A vrednotenega frekvenčnega spektra zvočnega signala v frekvenčnem območju med 50 Hz in 5000 Hz. Iz spektra je razvidno, da vir ne obratuje stalno. V posnetku vidimo povečane ravni hrupa v času obratovanja vira. V spektru prevladujejo frekvenčne komponente med 300 Hz in 2000 Hz. V času pretovora je A vrednotena ekvivalentna raven hrupa tekom 2 sekund znašala 65 dBA.

Zaključki meritev Ladja Serenity Ace

- Ladja **Serenity Ace** ima dva pomembna vira hrupa;
 - Prezračevalna odprtina na premcu največ prispeva k celotni ravni hrupa, 62 dBA.
 - Dimnik generira hrup nizkih frekvenc pod 500 Hz a k skupni ravni prispeva samo 50 dBA
- Sanacija virov, ki se nahajajo na palubi ladje **Serenity Ace** je potrebna, s poudarkom na nizkih frekvencah.

Zaključki meritev

Ladji Crystal Ace & Neptune Iliad

- Sanacija virov, ki se nahajajo na palubi ladje **Crystal Ace** je prav tako potrebna, s poudarkom na nizkih frekvencah.
- Protihrupna sanacija ladje **Neptune Iliad** ni nujno potrebna, saj je njen vpliv na hrup v okolju za 12 dBA nižji kot vpliv ladje **Crystal Ace**.
- Pred sanacijo hrupnih virov ladje Neptune Iliad je potrebno najprej protihrupno obravnavati preostale hrupne vire:
 - ventilatorje na strehi hladilnice,
 - delo z zabojniki in
 - hrupne vire na ladji Crystal Ace.

Možni protihrupni ukrepi – Administrativni

- Obračanje ladij oziroma prevez na oddaljene terminale
- Izgradnja dodatnega pomola / podaljšanje obstoječega
- Operativni program varstva pred hrupom je trenutno samo za ceste in železnice. Zagotovijo se sredstva, (ugotoviti koliko ljudi je dejansko sploh obremenjenih).
- V zakonodajo vključiti vpliv nizkofrekvenčnega hrupa na ljudi.
- Evidenca hrupnih ladij.
- Upočasnitev procesa raztovarjanja / natovarjanja
- Preselitev hrupnih ladij na 2 terminal in ograditev s kontejnerji.
- Registracija ladij na parametrih hrupa

Možni protihrupni ukrepi – Na mestu vira

- Disipativni okrovi za vstop in izstop iz prezračevalnih odprtin
- Reaktivno disipativni oklep za dimnike ladij
- Sistem za ANC na ladji ob prezračevalnih odprtinah in dimnikih
- Dodati absorpcijske materiale v strojnico ladje in prezračevalne kanale
- Zunanja električna napeljava
- Zunanji sistem za prezračevanje
- Izgradnja dodatnega pomola / podaljšanje obstoječega

Možni protihrupni ukrepi – Na poti širjenja

- Namestitev kontejnerjev na terminal med pomol in mesto.
- Protihrupna ANC ograja z zvočniki za generiranje protihrupa (blizu vira ali blizu mesta)
- Izgradnja visokega skladišča med terminalom in mestom
- Protihrupna ograja tik ob mestu.

Možni protihrupni ukrepi – Na mestu sprejema

- Menjava oken stanovalcem.
- Soundscape / vodnjaki za maskiranje hrupa.
- Foliage oziroma ozelenitev in pogozditev med luko in mestom.

Kaj potrebujemo za načrtovanje protihrupnih ukrepov

- Identifikacija dominantnih virov hrupa na samih ladjah.
- Njihovo rangiranje po doprinosu k zmanjšanju celotnega hrupa.
- Frekvenčno karakteristiko hrupa
 - Ali imamo poudarjene frekvence oziroma tonalnost
 - Kompromis med nizkimi frekvencami, maso in dimenzijami protihrupnih ukrepov oziroma ceno.
- Nestacionarni impulzni hrup (pretovarjanje kontejnerjev in sipek tovor)
- Robni pogoji
 - Geometrija oziroma razpoložljiv prostor za protihrupne ukrepe
 - Dovoljen upor proti pretakanju prezračevalnega zraka

Kaj je še potrebno izmeriti za vodilo k izvajanju protihrupnih ukrepov

- Dolgotrajno merjenje s sistemom za določanje usmerjenosti sprejema hrupa.
- Spremljanje prostorske razporeditve virov (vsaj trije sistemi sočasno)
- Identifikacija virov hrupa na ladji, z meritvami na ladji.
- Kartiranje širjenja hrupa iz ladij v mesto, za oceno potrebnih protihrupnih ukrepov

Zaključek

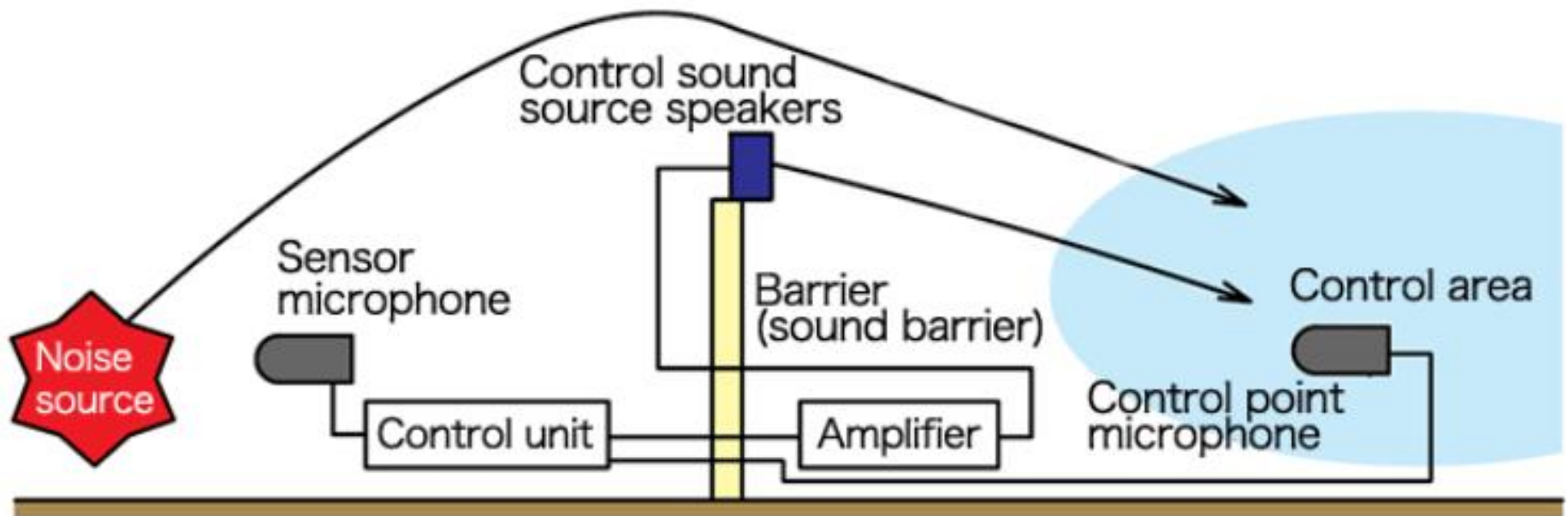
- Hrupnost ladij se močno razlikuje.
- Cestni promet je dominanten vir hrupa, če so privezane tihe ladje
- Če so privezane glasne ladje, njihov hrup dominira v celotni ravni hrupa.
- V hrupu ladij dominira nizkofrekvenčni hrup prezračevalnih naprav. Vlačilci generirajo frekvence med 30 in 40 Hz
- Pretovarjanje avtomobilov ni glasno
- Diesel agregati velikih ladij, tako kontejnerskih kot avtomobilskih so zelo glasni.

Zaključki

- Zaradi nizkofrekvenčnih komponent v spektru hrupa ladij se priporočajo protihrupni ukrepi na samem viru hrupa.
- Hrup je mogoče dušiti s protihrupnim absorpcijskim okrovom z zadostno debelino (debelina mora biti enaka vsaj četrtni valovne dolžine, npr. vsaj 90 cm pri frekvenci 100 Hz).
- Protihrupna bariera je sekundarni ukrep. Le ta mora biti dovolj masivna in zagotavljati zadostno absorpcijo. Nameščena mora biti v bližini virov ali pa sprejemnikov.
- Smiselno je razmisliti o ukrepu, da se tovrstne ladje ne vežejo v bližino za hrup občutljivih objektov. Priporočamo privez v npr. drugem bazenu, kjer se lahko izkoristi tudi protihrupne učinke kontejnerjev.
- Razmisliti o možnosti Aktivnega Dušenja Hrupa

Zaključki

- Razmisliti o možnosti Aktivnega Dušenja Hrupa



H v a l a z a p o z o r n o s t .

