

Klimatizacija škola

Klimatizacioni, grejni i rashladni (KGH) sistemi u školama, bilo da se radi o projektovanju, izvođenju ili samom korišćenju i održavanju, imaju niz specifičnosti koje ih razlikuju od sličnih sistema u poslovnim objektima. Relativno veliki broj različitih vrsta prostorija i njihovih namena (kuhinje, plivališta, naučni kabineti), povećana količina svežeg vazduha zbog potrebe za visokim kvalitetom unutrašnjeg vazduha, a nizak nivo buke, pouzdanost i jednostavnost u održavanju - samo su neke od tih specifičnosti o kojima se mora voditi računa.

O ovoj veoma važnoj materiji, grupa američkih autora je napisala seriju članaka, iz koje smo za „KGH” izdvojili nekoliko. Prvi članak o ovoj temi objavljen je u br. 4/2004. „KGH-a, a sledeći članci u brojevima 1/05. i 2/05. Prilog u ovom broju tretira buku koju mašinske instalacije stvaraju u učionicama.

Buka u učionicama od mašinskih instalacija

Sasvim je razumljiva težnja za održavanjem niskog nivoa buke u školskim učionicama. U ovom radu se istražuje potreba za obezbeđenjem niskog nivoa buke i razmatraju različiti kriterijumi za ocenjivanje toga nivoa i njihova primena pri projektovanju sistema. Uzeta je u obzir samo buka u učionicama. Spoljna buka je, naravno, takođe veoma važna, ali ona nije tema ovog priloga.

Održavanje niskog nivoa buke u učionicama postaje sve teže, zbog nekoliko trendova pri projektovanju zgrada. Među njima, jedan, koji je zakonom regulisan, naglašava potrebu za povećanom količinom spoljnog vazduha. Drugi trend, koji je aktuelan od 1970-ih godina, jeste potreba za energetskom efikasnošću. Ona zahteva korišćenje energetskih sistema, sa rekuperacijom, a samim tim i povećan broj ventilatora i veće dužine kanala u zgradi. Treći, najnoviji trend, jeste korišćenje kanala sa oblogom koja apsorbuje šum. Napokon, prosvetni radnici i roditelji, naročito roditelji đaka oštećenog sluha, sve više su svesni akustike i nivoa buke.

U učionici, mogućnost đaka da razumeju govor ugrožena je usled dva izvora neželjenog zvuka, odnosno buke. Pre svega, to je odjek, tj. prekomerno odbijanje energije zvuka o veliki broj čvrstih površina. Ograničena količina reflektovane energije povoljno utiče na jačinu govora. Zbog previše odbijene zvučne energije, odjekivanje u zatvorenom prostoru počinje da se meša sa govorom. Regulisanje odjeka je zadatak arhitekata koji snose odgovornost, jer biraju materijale za završne radove.

Drugi, ali veoma značajan izvor buke je neprekidan šum koji potiče od sistema za ventilaciju. Potencijalni izvor mehaničke buke predstavljaju ventilatori, pumpe, čileri, kondenzatori, kanali i difuzori.

Sve u svemu, razni šumovi, buka i prekomerno odbijanje zvuka smanjuju jasnoću govora. Kada bilo koji od ovih izvora buke počne da se meša sa govorom, mozak stupa na scenu i vrši selekciju željene informacije među spoljnim signalima. Nažalost, dodatno opterećenje mozga vezano za prečišćavanje informacija smanjuje našu pažnju. Ovi izvori buke smanjuju našu pažnju znatno pre nego što postanemo svesni značajnog problema kako odjeka, tako i šumova i buke.

Kriterijumi

Poslednjih nekoliko godina aktivno se razmatraju kriterijumi za ocenu buke koju prouzrokuju mašinske instalacije. Razlike koje postoje između kriterijuma NC, RC i NCB neznatne su u poređenju sa ukupnim problemima buke sa kojima se sreću konsultanti pri rešavanju žalbi. Drugim rečima, postizanje odgovarajućeg nivoa buke važnije je od samog izbora sistema za procenu. Momentano, ASHRAE Handbook 1995 - Applications (poglavlje 43 - Kontrola buke i vibracija) preporučuje RC* 35 kao maksimalni nivo buke u velikim učionicama (preko 70 m² podne površine) i RC 40 za manje učionice. Među stručnjacima za akustiku vođene su mnogobrojne diskusije na temu nastojanja u obezbeđivanju što je moguće nižeg nivoa buke u učionicama. Željeni nivo buke je najmanje 5 decibela niži od maksimalnih vrednosti u tabeli ASHRAE. Da bi se ovaj kriterijum zadovoljio, elektronski sistemi za prikrivanje zvuka, koji se često koriste u otvorenim kancelarijama, normalno se podešavaju na vrednosti krive NC 40. To znači da će buka u pozadini iznad NC 40 u učionici ozbiljno ugroziti verbalnu komunikaciju.

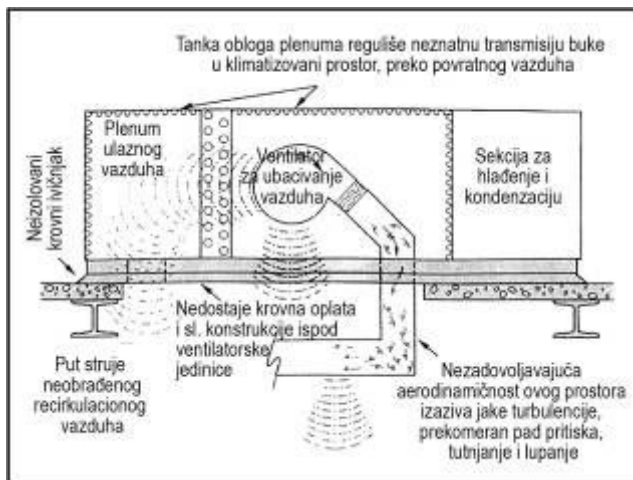
Viši nivo buke je prihvatljiv u laboratorijama i radionicama u kojima nije moguće postići isti, nizak, nivo buke kao u učionicama, zbog procesne ventilacije i vidno vođenih kanala za vazduh. Osim toga, buka u ovim prostorima je zasnovana na radu u manjim grupama i praktičnom radu za razliku od velikih grupnih predavanja i diskusija. Kako je govorna razdaljina kraća, smanjena je potreba za umanjenom bukom u pozadini. U skladu sa temom ovog teksta, reč učionica ne podrazumeva opisane prostore.

Sistemi

Koncept projektovanja mašinskih instalacija kritičan je u pogledu postizanja niskog nivoa buke. Diskusije koje se tiču vrste opreme koja se koristi i mesta na kome se ona ugrađuje, veoma utiču na nivo buke mašinskih instalacija. U nekim slučajevima, jednostavno nije moguće postići zadovoljavajući nivo buke kada se deo bučne opreme nađe suviše blizu osetljivog prostora.

Teško je nabrojati sve vrste ventilacionih sistema koji se koriste u savremenim školama. Suvišeno je reći da timovi konstruktora treba da vode računa o ugradnji ventilatora ili bučnih uređaja unutar učionica. Što je oprema bliže učenicima, problem je potencijalno veći i značajniji.

* RC - room criterion - merilo buke u prostoriji.



Slika 1. Veoma bučna krovna jedinica. Ova vrsta instalacija je uzrok prigovora na buku i vibracije, te je ne bi trebalo koristiti u školama

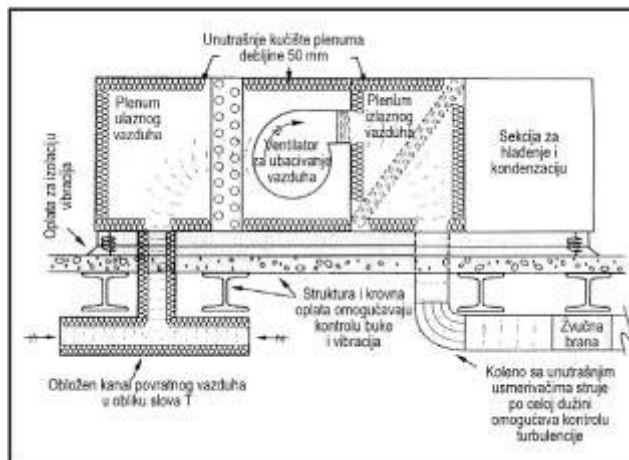
Lokalne ventilatorske jedinice. Lokalne ventilatorske jedinice i konzolni klima-konvektori predstavljaju naročiti problem pošto su najčešće postavljeni na rastojanju od 0,90 m od dačkih klupa, a nema ni vazдушnih kanala gde bi buka mogla da se ublaži. Već mnogo godina pojedinačni ventilatori su po svom dizajnu prihvatljivi za ugradnju u učionice. Međutim, današnje smernice u pogledu spoljnog vazduha zahtevaju da ovi uređaji omoguće veći protok vazduha u svaku učionicu.

Zahteva se i da uređaji neprekidno rade. Po nekim izveštajima, postoje i modeli koji prouzrokuju manju buku i udovoljavaju strogim kriterijumima Odeljenja za školstvo Los Anđelesa. Nema pouzdanih informacija o stvarnom nivou buke i nivou datom u proizvođačkom katalogu.

Krovna oprema. Naročitu pažnju treba posvetiti projektovanju krovne opreme koja se ugrađuje neposredno iznad prostorija osetljivih na buku. Pri projektovanju mora se uzeti u obzir kapacitet opreme (rashladni kapacitet ili snaga ventilatora), akustičke karakteristike krovne strukture i tavanice. Velike krovne jedinice čiji je kapacitet hlađenja veći od 88 kW, ne smeju se graditi neposredno iznad učionica.

Da bi se postigao zadovoljavajuće nizak nivo buke u prostoru koji je neposredno ispod krovne opreme, moraju se zadovoljiti zahtevi kao što je teška betonska krovna ploča ili dopunski sistem ploča i uobičajena ugrađena jedinica sa

prigušivačem buke na unutrašnjim kanalima dovodnog i recirkulacionog vazduha.



Slika 2. Primer umereno bučne krovne jedinice. Ova vrsta instalacija može se koristiti iznad hodnika

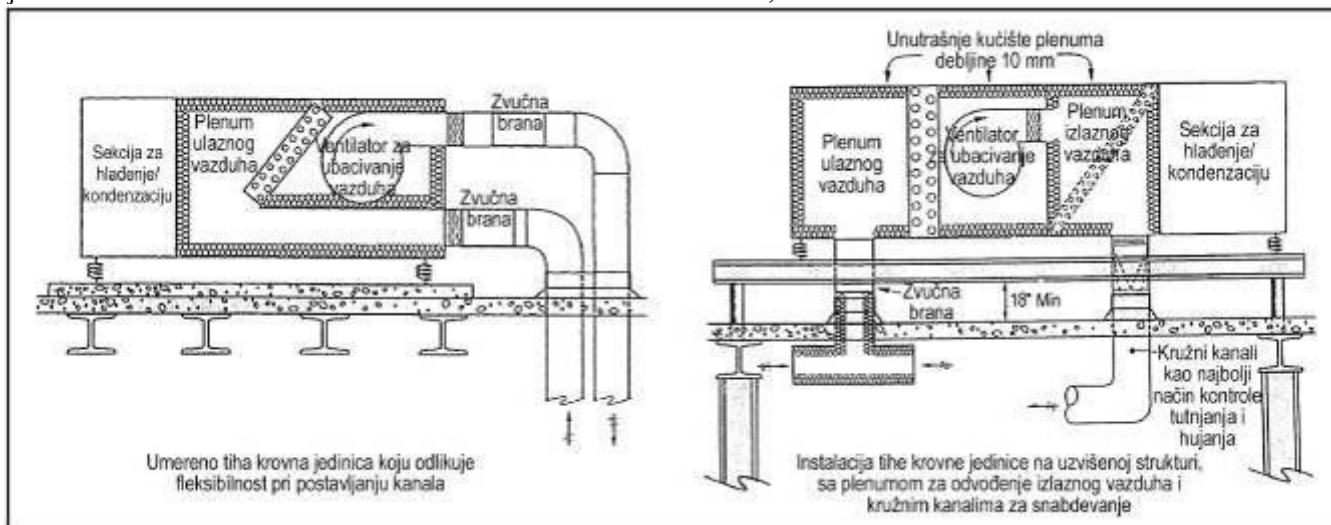
Krovna oprema srednje veličine (kapacitet hlađenja do 88 kW) može da se postavi iznad prostora hodnika, podrazumevajući dobro izvedenu izolaciju od vibracija koje potiču od uređaja, i prigušenje zvuka od mreže vazдушnih kanala.

Na slici 1 prikazana je krovna jedinica koja nije pogodna za škole jer je prisutan rizik od buke i prenosa vibracija. Na sl. 2 je prikazana poboljšana konstrukcija koja se često uspešno ugrađuje iznad hodnika i ne tako kritičnih prostora. Na sl. 3 prikazani su minimalni preporučeni uslovi za eksploataciju u praksi u slučaju opreme ugrađene iznad učionica.

Sistemi sa promenljivom količinom vazduha (VAV).

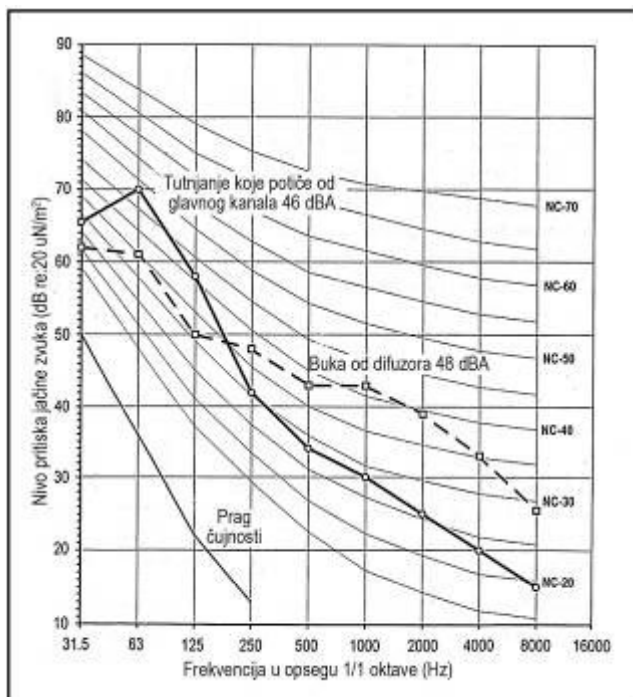
Ako je u učionici ugrađen varijabilni sistem ventilacije, kutiju VAV treba instalirati van učionice, iznad ostave ili hodnika. Time se omogućava da buka ugrožava manje kritičan prostor. Omogućeno je i veće rastojanje između VAV izlaza i difuzora u učionici, što povećava stepen prigušenja buke.

Pri izboru priključka VAV u odnosu na nivo buke, mora se imati na umu da je NC nivo buke na potisu VAV, odštampan u katalogu, zasnovan na dužini od 3,0 m cevovoda između VAV potisa i difuzora, plus efekat buke iz prostora od 10 dB. Stvarni efekat buke iz prostora u većem broju učionica je 5-6 dB. Ako projekat ne predviđa akustičnu oblogu na cevovodu nizvodno od priključka VAV, treba koristiti vrednosti za



Slika 3. Minimalni uslovi kojete treba ispuniti u slučaju postavljanja ventilatorske jedinice iznad učionica

prigušivač zvuka sa umanjnjem koje odgovara dužini obloženog cevovoda od 3 m.



Slika 4. Tipičan spektar buke u zgradama

Buka difuzora

Vazdušni difuzori predstavljaju finalne elemente sistema KGH pre nego što se vazduh potisne u odgovarajuću prostoriju. Buka difuzora je kritična usled blizine difuzora i korisnika,

tako da dalje prigušenje nije moguće. Buka difuzora biva značajna na rasponu frekvencija koje se direktno mešaju sa govorom. Na sl. 4 prikazan je tipičan spektar buke difuzora i vibracija glavnog cevovoda. Ove dve vrste buke imaju različite uzroke, pa ih je neophodno različito tretirati.

Po kataloškim vrednostima, optimistička procena buke od difuzora je 5 do 10 dB. To znači da će, po ugradnji, parametri buke biti 5-10 dB viši od NC standarda pomenutog u katalogu. Ova razlika je nastala usled efekta buke iz same prostorije i zbog prisustva većeg broja difuzora u istom prostoru.

Difuzore sa ugrađenim balansirajućim prigušivačima treba oprezno koristiti. Na potpuno otvorenoj poziciji, ovi prigušivači prave dodatna 3 decibela buke. Razlika ide i do 10 dB kada su oni zatvoreni 50%. Generalno govoreći, vazduh koji prolazi kroz mnogobrojne male elemente generiše buku. Difuzori sa perforiranom čeonom površinom su bučniji od konvencionalnih difuzora sa lopaticama za istu površinu i količinu vazduha. Tihi difuzori odlikuju se široko razmaknutim velikim lopaticama.

Rezime

Tihe učionice su sastavni i važan deo procesa obrazovanja.

Najvažniji korak je konceptualno konstruisanje i biranje sistema sa niskim stepenom buke, kao i postavljanje velike opreme dalje od učionica. Vibraciona izolacija rotacione opreme je suštinska, kao i konstrukcije aerodinamičkih kanala male brzine. Neki oblici prigušenja zvuka su neophodni za sve pokretne uređaje i priključke VAV Na kraju, difuzori treba da se odaberu tako da se postigne nizak nivo buke.

(Nastavak u idućem broju)