

NISKOENERGETSKA INTELIGENTNA POSLOVNA ZGRADA SA AKTIVNOM BETONSKOM KONSTRUKCIJOM, KLIMATIZACIJOM I KORIŠĆENJEM GEOTERMALNE ENERGIJE

LOW-ENERGY INTELLIGENT OFFICE BUILDING
WITH ACTIVE CONCRETE CONSTRUCTION, AIR-CONDITIONING
AND GEOTHERMAL ENERGY USE

MILOŠ BIJELIĆ, “Menerga”, Beograd

Uverenje da su potrošnja energije i sa njom povezani uticaji na okolinu najveća briga čovečanstva, svakoga dana je sve veće. Šta učiniti pri koncipiranju objekata kako bi se doprinelo smanjenju opterećivanja okoline i istovremeno ostvario pogon objekta s najnižim mogućim troškovima energije?

There is an increasing conviction that energy consumption and related environmental effects are the biggest concerns of the mankind. What should be done when designing buildings in order to contribute to a decrease of negative impacts on the environment and to achieve building operation with the lowest possible energy costs?

Ključne reči: inteligentna zgrada; klimatizacija; geotermalna energija; betonska konstrukcija; digitalna regulacija

Key words: intelligent building; air-conditioning; concrete construction; digital control

Odgovor nije jednostavan. Na tržištu se pojavljuju brojni proizvođači energetske štedljive opreme, pri čemu svako nudi svoju opremu koja je samo deo celog mozaika funkcionalnog objekta koji bi trebalo da optimalno koristi izvore energije. Svaka jedinica – energetske štedljiv sastav u svakom slučaju omogućava energetske štedljiv pogon, ali time se još ne garantuje štedljiv i energetske optimalan objekat. Potrebno je prikupiti sve raspoloživo znanje o energetske štedljivim sistemima, učestvovati u izradi arhitektonskog koncepta zgrade i uveriti se u njenu funkcionalnost, pa onda konačno izraditi energetske koncept.

U članku je predstavljen energetske koncept poslovne zgrade, za koju su pri optimizovanju potrošnje energije između arhitekture i energetike postignuta brojna kompromisna rešenja. Sastav instalacija opisanog objekta služi zajedničkom cilju: postizanju optimalnih radnih uslova i uslova boravka uz što je moguće manju potrošnju

energije i investicione troškove koji su uporedivi s onima koji se pojavljuju u uobičajenim objektima. Specifični toplotni gubici objekta iznose 26 W/m^2 , a specifične potrebe za hlađenjem 27 W/m^2 .

Toplotna aktivacija betonske konstrukcije

Na prvom mestu energetske štedljivog objekta je vrlo efikasna toplotna izolacija kao osnova. Zgrada je izolovana prosečno 16 cm debelim slojem izolacije, dok su svi toplotni mostovi promišljeno prekinuti. Osnovno zagrevanje objekta i u zimskom i letnjem periodu vrši se zagrevanjem njegove betonske konstrukcije. Temperatura ogrevnog medijuma (vode) u zimskom i letnjem režimu rada vrlo je bliska temperaturi u prostoriji. U zimskom periodu, pri najnižim spoljnim temperaturama postižu se temperature u prostoriji od oko 20°C vodom temperature $22\text{--}23^\circ\text{C}$ u sastavu toplotne aktivacije, odnosno grejanja betonske konstrukcije.

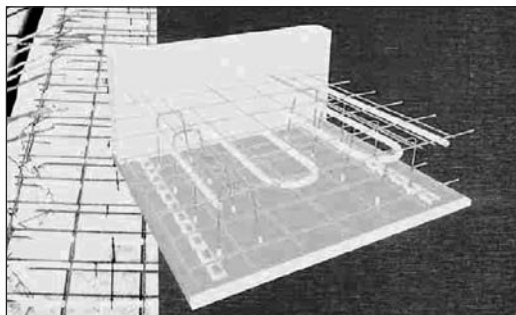
Temperatura u prostorijama u letnjem načinu rada ne prelazi 26°C , zbog dovođa vode temperature $20\text{--}22^\circ\text{C}$ u građevinsku konstrukciju u kombinaciji s pothlađenim ulaznim vazduhom (temperatura vazduha oko 19°C). Sistem toplotne aktivacije je određen ogrevno-rashladnim sistemom sa toplotnim pumpama koje, uz temperature medija koje su blizu temperature okoline, rade s optimalnim grejno-rashladnim vrednostima. Velika toplotna akumulativnost betonske konstrukcije uspešno može premostiti brze promene spoljne temperature. Brzo prilagođavanje i povećanje toplotnog ili rashladnog učinka pri brzim promenama spoljnih temperatura nisu potrebne. Akumulacija toplote se automatski nadzira i kontroliše. Njoj bitno pomaže vrlo efikasno korišćenje pasivnih izvora energije, kao što su sunčeva energija i energija unutrašnjih izvora toplote: opreme, ljudi itd. Velike staklene površine objekta nisu opremljene reflektovanim staklima, što omogućava korišćenje sunčeve toplote kao izvora energije.

Na spoljnoj strani staklene fasade postavljene su žaluzine koje su upravljane automatski s obzirom na potrebe objekta za toplotom. Pojednim segmentima žaluzina upravlja se funkcionalno zaokruženim jedinicama objekta s obzirom na željene temperature u njima. Praksa je pokazala da žaluzine vrlo uspešno zamenjuju refleksiona stakla i sprečavaju ulazak toplote od sunčevog zračenja pri visokim spoljašnjim temperaturama, a istovremeno omogućavaju uravnotežavanje ulaska energije zbog sunčevog zračenja.

Najbolji primer za primenu akumulacije toplotne energije je početak jeseni. U hladnijim letnjim razdobljima, kada prosečne temperature ne prelaze temperature u prostoriji, dozvoljeno je malo pregrevanje prostorija zbog sunčevog zračenja tokom toplijih dana, tako da se ostvaruje određena akumulacija toplote u građevinskoj konstrukciji. Akumulirana toplota se zatim koristi tokom hladnijih dana, odnosno delova dana, ili pri kraćem oblačnom ili kišovitom razdoblju, kada bi u uobičajenim objektima bilo potrebno grejanje sa potrošnjom energenata.

Ventilacija i klimatizacija

Prijatan boravak zaposlenih omogućen je, između ostalog, stalnim dovođenjem svežeg vazduha u radne prostore sa tri izmene vazduha na čas. Svež vazduh za ventilaciju je istovremeno prenosnik toplotne energije za lokalnu regulaciju temperature u zimskom i letnjem režimu rada. Ventilacija sa 100% spoljašnjeg vazduha ne bi bila energetske efikasna, ako se ne bi izvodila ventilaciono-klimatizacionim uređaji-



Slika 3. Polaganje cevi za toplotnu aktivaciju u neutralnu zonu nosive betonske ploče

ma sa efikasnim povratom osetne toplote 91,5% i efikasnim povratom vlage 87% pri najnižim spoljnim temperaturama. Klimakomore u letnjem načinu rada prema potrebi odvlažuju spoljni (ulazni) vazduh, što garantuje prijatne radne uslove i pri ekstremnim letnjim stanjima spoljašnjeg vazduha. Dогреvanje se nakon odvlaživanja vazduha izvodi toplotom koja se pri odvlaživanju oduzima vazduhu.

Lokalna regulacija

Lokalna regulacija vodi individualnu regulaciju temperature, osvetljenja, otvaranja i zatvaranja prozora te vođenja žaluzina po pojedinim radnim mestima.

Priprema toplotne energije

Osnovni izvor toplote je podzemna voda koja u zimskom periodu ima temperaturu 10–13°C, što garantuje visoke ogrevne karakteristike na toplotnoj pumpi. Toplotna pumpa koristi toplotu podzemne vode i priprema odgovarajuće zagrejan grejni medijum. Povišenje temperature iznad temperature podzemne vode je najmanje moguće zbog ranije pomenute manje temperaturne razlike grejnog medijuma za toplotnu aktivaciju betonskog jezgra i temperature u prostoriji. Time se omogućava manja potrošnja električne energije toplotne pumpe i njen rad s najvišim grejno-rashladnim vrednostima.



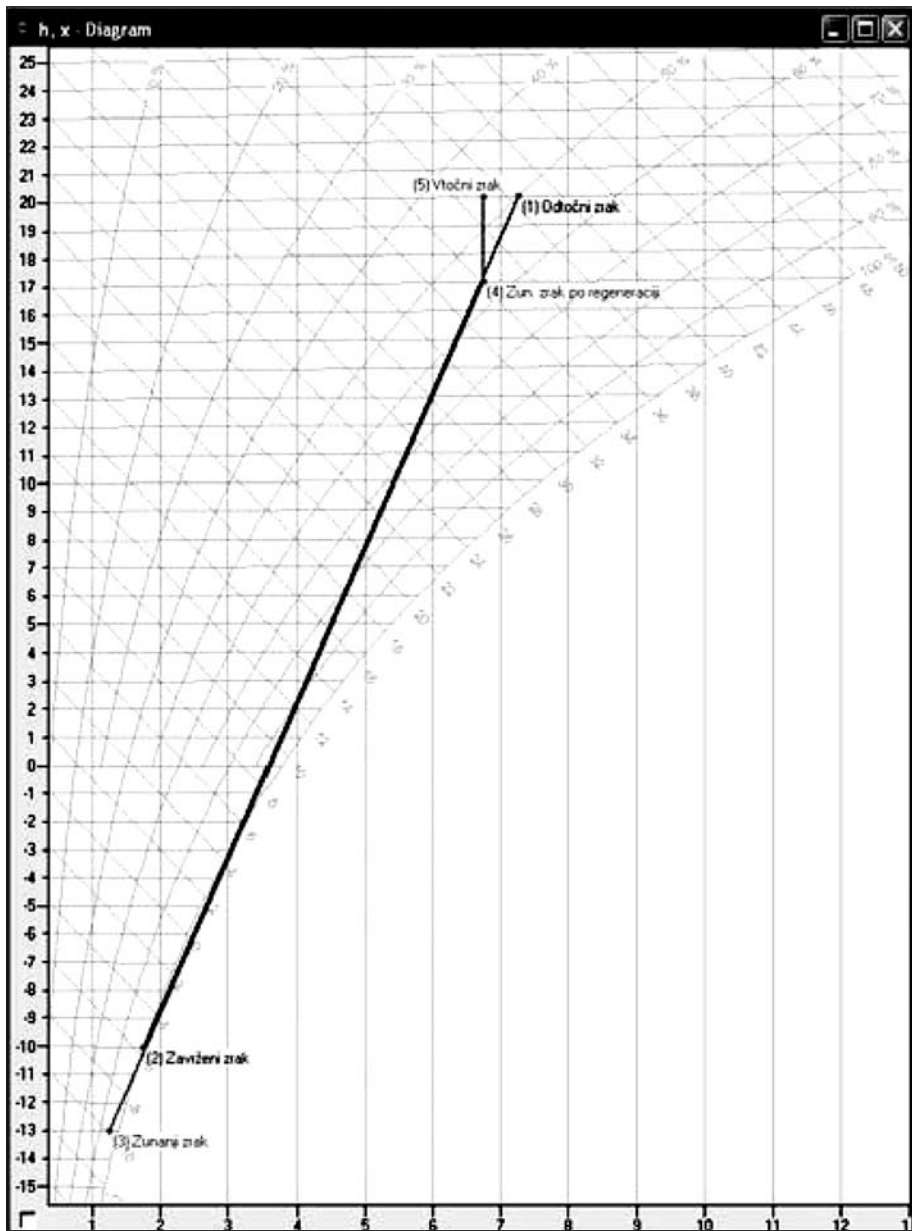
Slika 4. Energetski štedljiva klima-komora

Svaka funkcionalno zaokružena jedinica prostorije ima svoju lokalnu regulaciju temperature u grejnom i rashladnom načinu rada.

Potrošna topla voda se takođe zagreva pomoću toplotne pumpe. Ugrađen je i niskotemperaturni kondenzacioni gasni kotao koji služi kao alternativni sistem grejanja, ili omogućava uporedan odnosno bivalentan pogon uz toplotnu pumpu.

Priprema rashladne energije

Izvor “rashladne energije” u objektu je toplotna pumpa koja funkcionalno predstavlja kombinovani grejno-rashladni uređaj i u letnjem načinu rada



Slika 5. Molijerov h-x dijagram procesa pripreme vazduha u klima-komorama za zimski način rada

deluje kao rashladni agregat voda–voda. Toplotno aktivirana konstrukcija u letnjem načinu rada deluje kao rashladno telo sa velikim površinama.



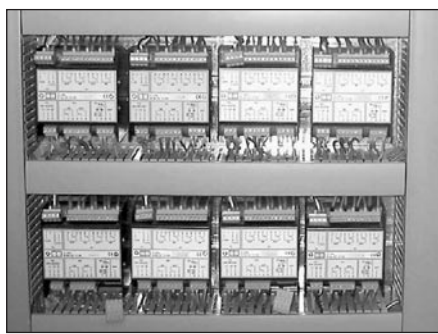
Slika 6. Srce energetskeg sastava – toplotna pumpa



Slika 7. Vazdušni izvor za ventilaciju, do-grevanje i pothlađivanje prostorije bez pojave promaje



Slika 8. "Inteligentno" osvetljenje



Slika 9. Ulazno-izlazni moduli digitalne regulacije

Temperatura rashladne vode u konstrukciji u letnjem načinu rada iznosi najmanje 20°C i time su postignuti visoki učinci smanjenja osetne toplote u prostorijama. Temperatura vode niža od 20°C nije preporučljiva jer može negativno uticati na ugodnost.

Latentnu toplotu smanjuje svež ulazni vazduh za ventilaciju, koji je u letnjem načinu rada odgovarajuće ohlađen i odvlažen. Efikasni vodeni hladnjaci u klima-komorama hlade i odvlažuju spoljni vazduh stanja 34°C i 40% relativne vlažnosti na približno 19°C i 80% relativne vlažnosti, pomoću medijuma temperature oko 16°C.

Energetski efikasna rasveta

Pojedine jedinice prostora opremljene su sijalicama tehnologije T5 i elektronski uklopnim uredajima sa analognim ulazom 0–10 V kao merilom osvetljenja. Glavna prednost te tehnologije je bolja iskorišćenost osvetljenja koja je 10% do 15% veća nego kod uobičajenih sijalica. Efikasno osvetljenje radnih prostora prati uticaj spoljašnjeg svetla i zavisno od odstupanja od zadate vrednosti, reguliše sijalice prema intenzitetu i dubini prostora. Na taj način su ostvareni intervali uključivanja, sigurno-

sno isključivanje sektora i potpuna optimizacija potrošnje. Očekivana ušteda energije za osvetljenje je 40–60% u poređenju sa uobičajenim osvetljenjem.



Slika 10. Centralni nadzorni sistem – spoljni parametri, virtualni korisnički displej za individualno postavljanje parametara

Digitalna (DDC) regulacija

Objekat je u upravljačko-regulacionom smislu izveden kao potpuno inteligentna zgrada. Sve funkcije koje su povezane sa termoenergetikom, osvetljenjem, zalivanjem zelenila, odleđivanjem parkirališta i prilaza u zimskom režimu rada, podizanjem i spuštanjem žaluzina – vođene su sistemom jedinstvene digitalne regulacije i međusobno mogu komunicirati bez sučeljavanja. Regulatori se mogu jednostavno programirati i time omogućiti potpunu fleksibilnost i optimizaciju rada svih procesa. Omogućena je i optimizacija izbora energenata s obzirom na tarifni sistem. Uveden je sistem merenja potrošnje električne energije na pojedinim potrošačima.

Centralni nadzorni sistem

Celokupan sistem digitalne regulacije je povezan u centralni nadzorni sistem. Uobičajene funkcije centralnog nadzornog sistema upravljanja i pregled svih regulacionih parametara su nadgrađeni mogućnošću lokalnih individualnih promena i prilagođenja parametara na svakom radnom mestu.

Zaključak

Već tokom jednogodišnjeg probnog pogona, objekat je pokazao izrazitu energetsku štedljivost. Tokom hladnijih jesenjih dana, on je efikasno koristio pasivnu sunčevu energiju i unutrašnje izvore toplote pa grejanje nije bilo potrebno, uprkos tome što klima-komore sve vreme rade sa 100% svežim spoljnjim vazduhom. Probni pogon od decembra 2003. godine i pogon u zimu 2004/2005. godine pokazali su vrlo povoljne učinke i štedljivost pri grejanju sa kondenzacionim kotlom i toplotnom pumpom.

kgh