REGULACIJA TEMPERATURE U RASHLADNIM ORMANIMA

TEMPERATURE REGULATION IN COOLING CABINETS

Jozsef Kiss, dipl. inž., „Danfoss", Budimpešta

Postoji više načina regulacije temperature vazduha u otvorenim rashladnim ormanima, rashladnim regalima, policama ili vitrinama za duboko zamrzavanje. U ovom prilogu biće upoređeni načini regulacije u vezi sa tačnošću i konstantom temperature. Ta dva kriterijuma su merodavna za kvalitet hlađene robe u rashladnim ormanima. Na primeru regala za hlađenje mesa i jedne police za meso, biće objašnjeni načini hlađenja sa elektronskim regulatorima AKC i EKS, kao što su uključenje, isključeje i stalna regulacija. Pomoću merenja koja se vrše u prodajnim pogonima jednog supermarketa sa daljinskim servisom, uporedićemo karakteristike kvaliteta hlađenja.

There are several ways of air temperature regulation in open cooling cabinets, cooling wall cabinets, shelves and show cases for deep freezing. Herein the regulation methods will be compared with respect to accuracy and temperature constant. These two criteria are relevant for cooled water quality in cooling cabinets. On the example of a wall cabinet for meat refrigerating and one meat shelf, explanation is given for the methods of cooling with electronic regulators AKC and EKC, such as switch on, switch off and constant regulation. By measuring performed in sales premises of a supermarket with remote service, cooling quality characteristics will be compared.

Ključne reči: rashladne vitrine; ormani; regulacija; temperatura; strujanje vazduha
Key words: cooling show case; cabinets; regulation; temperature; airflow

Izbor pozicije senzora i uslovi strujanja vazduha u rashladnom ormanu

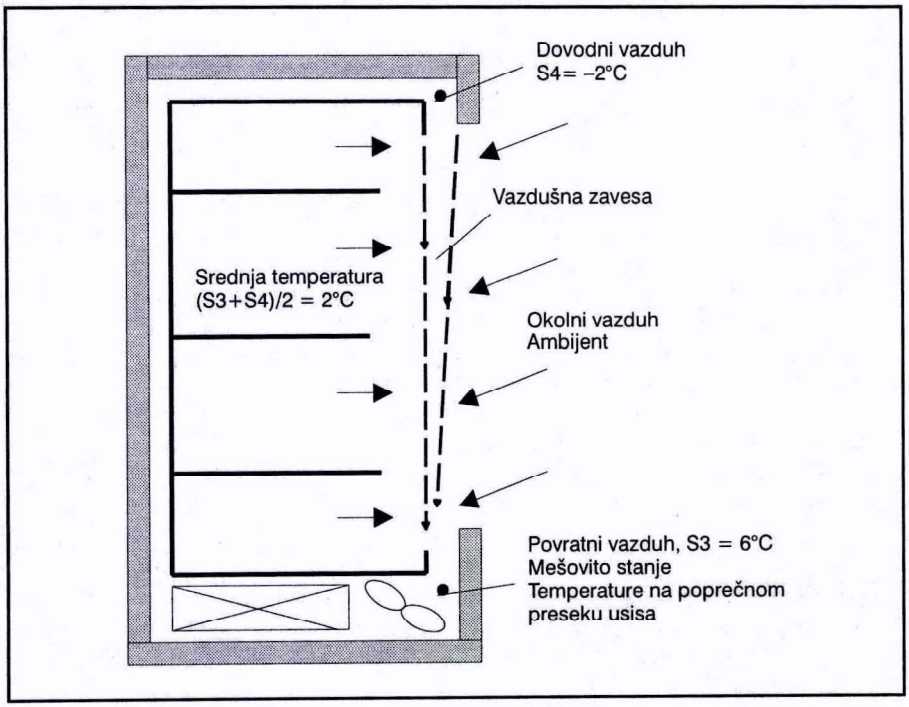
Slika 1 prikazuje dve mogućnosti instalisanja senzora za regulaciju i senzora za merenje povratnog vazduha (S3) i ulaznog vazduha (S4). Rashladni prostor se razdvaja od spoljnog toplog vazduha zavesom hladnog vazduha. Prodor toplote spolja, odnosno mešanje spoljnog vazduha sa onim iz vazdušne zavese, iznosi oko 80% ukupnog rashladnog kapaciteta. Zato su uslovi strujanja hladne zavese presudni za slobodno hlađenje bez smetnji. Vazdušnu zavesu ne sme potisnuti unutra topli spoljni vazduh. Vazdušna zavesa bi trebalo da odgovara u svakom stanju opterećenja poprečnog preseka usisnog vazduha.

Pri jednoj regulaciji u poziciji senzora povratnog vazduha, S3 ne može postići zadatu vrednost na visokim temperaturama ambijenta, mešanjem toplog vazduha. Treba predvideti taloženje inja na isparivaču i opasnost od zamrzavanja robe na izlazu vazduha. Pokazivač temperature u rashladnom ormanu na ovom senzoru pokazivaće suviše visoku temperaturu.

U poprečnom preseku ulaznog vazduha postoji uvek jasna raspodela temperature. Zato postoji stanje ulaznog vazduha S4 kao najpoželjnije mesto za regulaciju temperature u regalima za hlađenje. Termostat se ovde uključuje po želji i služi istovremeno kao zaštitni termostat od mraza. Pokazivač temperature sa ovim senzorom pokazivaće nisku temperaturu. Nedostatak regulacije konstantne temperature ulaznog vazduha je izostajuća zavisnost od opterećenja. Slika 2 – regulator temperature ulaznog vazduha – pokazuje tok temperature jednog dana pri porastu temperature ambijenta i stepen taloženja inja na isparivaču. U vremenu regulacije temperature ulaznog vazduha na zadatu vrednost, rate temperatura povratnog vazduha, a takođe i temperatura u rashladnom ormanu. Na taj način stvara se, zavisno od opterećenja, pomeranje zadate vrednosti regulacije ulaznog vazduha. To se postiže otežano regulacijom temperature ili dvostrukim termostatom.

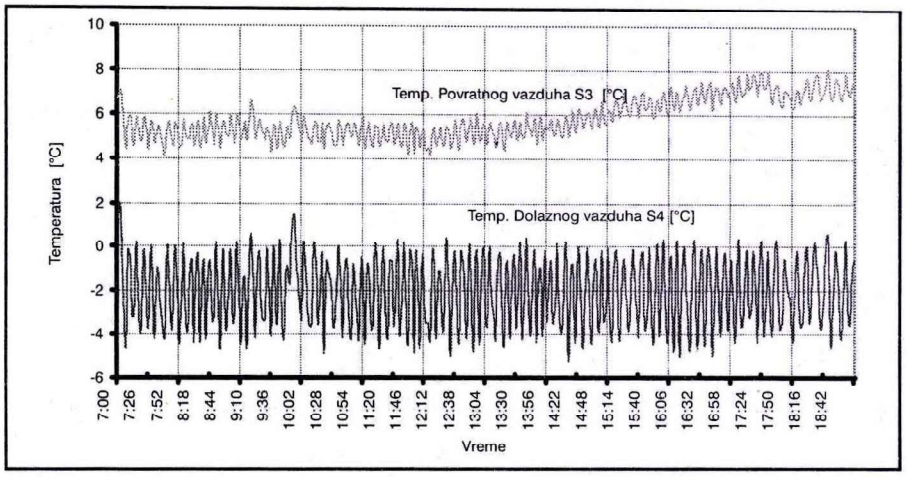
Regulacija uključeno–isključeno

Na slici 3 prikazana je tipična on/off regulacija, pri čemu se vrši podešavanje vrednosti isključenja i razlika uključenja. U zavisnosti od prijema i predaje robe i vre-



Slika 1. Položaj senzora u rashladnim regalima

mena naknadnog hlađenja isparivača, temperatura varira ispod i iznad diference uključenja, a preko naknadnog hlađenja isparivača od 2 K na 3,2 K na izlazu vazduha. Zbog stalne promene diference temperature, vazduh se difuzijom vode zadržava na površini robe prilikom pakovanja i pri tom se gubi na njenom kvalitetu. Ako se na primeru merenja tačnosti regulacije pomeri tačka isključenja, tačnost merenja se sastoji od tolerancije merenja regulatora i senzora i iznosi kod AKC 114 A sa AKS 11 +/–0,7 K. Kratkotrajna konstanta temperature može se izjednačavati diferencom uključenja, dakle +/–3,2 K.



Slika 2. Rashladni orman sa regulacijom dovodnog vazduha (uključenje–isključenje)

Noćno povišenje

Pri zatvaranju rolo-vrata na rashladnom ormanu, rashladno opterećenje smanjuje se na 20%, i pri regulaciji na osnovu temperature S4, rashladni regal bi se ohladio na temperaturu dovodnog vazduha.

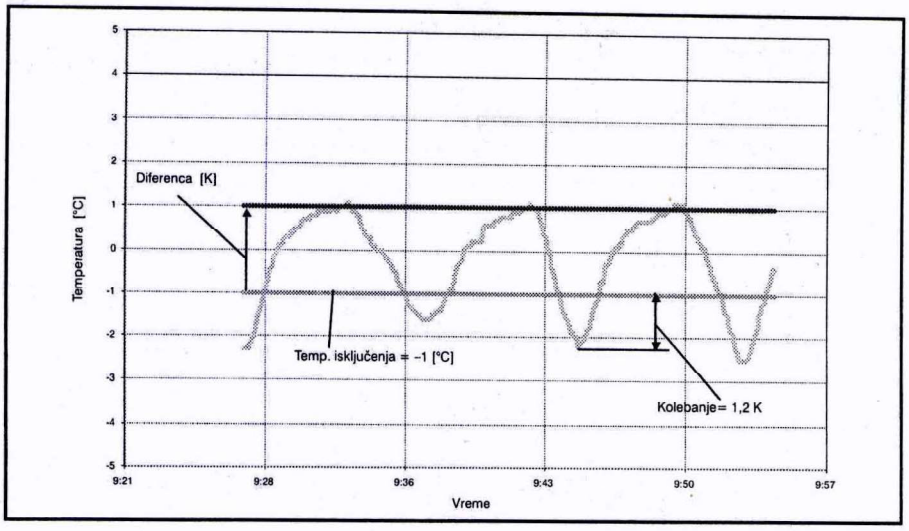
Da bi se izbegle niže temperature i nepotrebno visoka potrošnja energije, potrebno je povećati zadate vrednosti na regulatoru u noćnom režimu. U tom slučaju je potreban spoljni naponski signal u vremenskom programu regulatora ili preko jednog centralnog programa za upravljanje master kontrolne funkcije gatawaya.

Postoje svakako i metode regulacije pomoću kojih se noćno povišenje formira automatski i bez spoljnjeg signala. To omogućava regulacija u funkciji opterećenja, kao i težinska regulacija temperature, ili regulacija dvostrukim termostatom EKC-regulatorom.

„Težinska regulacija"

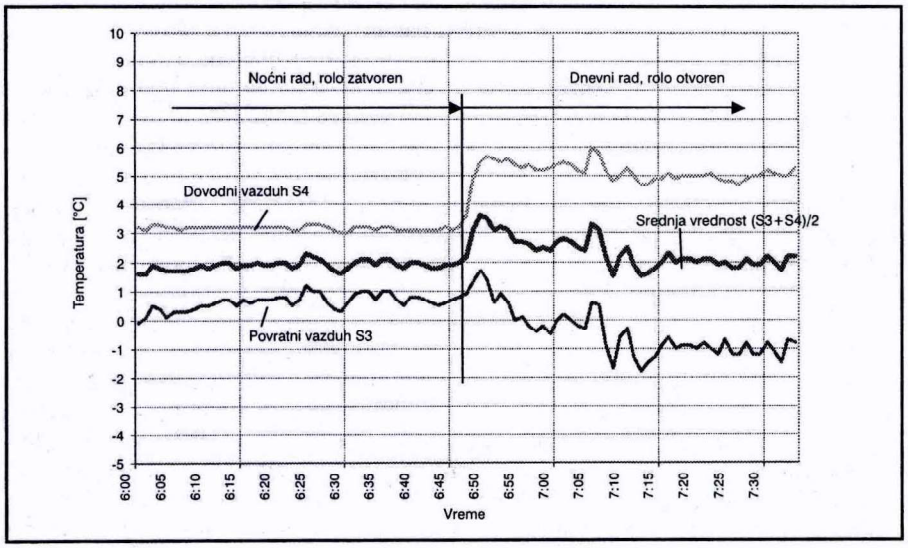
U ovoj vrsti regulacije otklanjaju se navedeni nedostaci pri regulaciji dovodnog i povratnog vazduha. Sa vrednostima mernih signala sa oba senzora na zadatu vrednost regulatora ublažava se uticaj spoljnog vazduha. Proračunata i regulisana merna vrednost dobija se jednačinom:

$$T\ (težina) = S4\%/100 \cdot S4 + (100 - S4\%/100) \cdot S3.$$



Slika 3. Tipična regulacija (uključeno–isključeno)

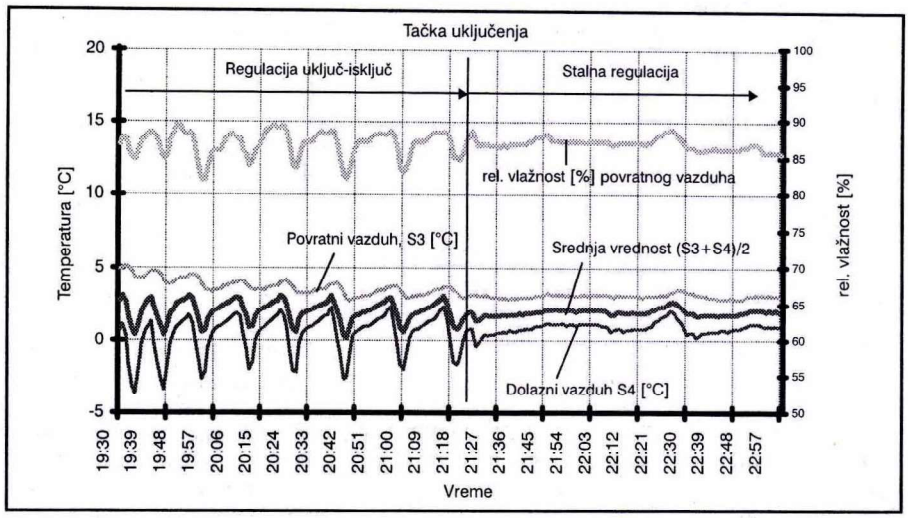
Na taj način se temperatura rashladnog ormana konstantno reguliše u odnosu na temperaturu ambijenta. Predost regulacije zavisnog opterećenja je automatsko prilagođavanje regulacije na noćni pogon rashladnog regala sa zatvorenim rolo-vratima. Noćni signal pri tom nije neophodan. Na slici 4 se to može jasno videti. Otvaranjem rolo-vrata na isparivač se dovodi relativno brzo, veliko rashladno opterećenje, što za rezultat ima odgovarajuće nižu temperaturu dovodnog vazduha, kako bi se održala konstantna srednja vrednost temperature.



Slika 4. Automatska regulacija srednje vrednosti (noć–dan)

Pri izboru težinske regulacije temperature formira se najvećim delom srednja vrednost od S3 i S4 i tako obračunata vrednost se prikazuje i zapisuje. Pri tom se parametar S4% reguliše na 50%.

Ovaj način regulacije rešava istovremeno problem preciznog pokazivača, jer srednja vrednost od S3 i S4 najbolje odgovara temperaturi robe.



Slika 5. Rashladna polica za meso

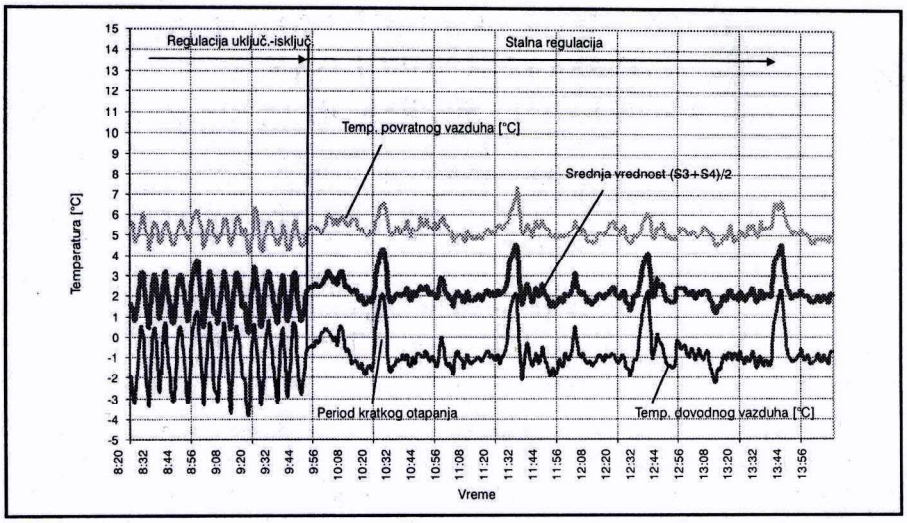
Dvostruki termostat – uključenja i isključenja sa EKC 201-D

Regulacija temperature dolaznog vazduha preko S4 ne može sama reagovati na različite uslove opterećenja sa porastom ili padom temperature ambijenta. Da bi se došlo do izjednačenja, primenjuje se merni uticaj opterećenja ambijenta na usisu vazduha, a sa termotatom sa senzorom S3. Oba termostata se uključuju redno, tako da je hlađenje uključeno kada oba termotata postignu tačku uključenja. Pri malom rashladnom opterećenju reguliše termostat S3, a pri velikom opterećenju tu funkciju preuzima termostat S4.

Pri zatvaranju rolo-vrata, automatizuje se noćno povišenje, termostat S3 preuzima regulaciju, pošto je temperatura povratnog vazduha zbog zatvorenih rolo-vrata postigla temperaturu dovodnog vazduha. Regulator ne traži nikakav signal spolja, a znatno se pojednostavljuje i ožičenje.

Tačnost i konstanta regulisane temperature ponašaju se ovde kao pri regulaciji uključeno–isključeno.

Stalna regulacija temperature može se postići elektronskim ekspanzionim ventilima AKV i regulatorima serije AKC 114. Jednim PID regulatorom temperature, prilagođava se stepen iskorišćenja isparivača, podešavanjem diference rashladnog opterećenja. Rashladna površina isparivača se na taj način povećava ili smanjuje, već prema potrebnom opterećenju. U cilju izbegavanja taloženja inja na površini ispraviača, otapanje se može podesiti u vremenskim razmacima od nekoliko minuta. Ovaj postupak stalne regulacije temperature AKC regulatorima, smatra se već 8 godina pouzdanim i predstavlja jedan važan napredak u regulaciji temperature rashladnih ormana.



Slika 6. Rashladni regal sa stalnom regulacijom srednje vrednosti

Na slici 5 je prikazan slučaj police za hlađenje mesa sa regulacijom formiranjem srednje vrednosti. Tok temperature i vlažnosti jasno pokazuje razliku uključenja i isključenja kao i stalnu regulaciju. Da bi umanjili isušivanje i kaliranje neraspakovane robe u policama za hlađenje, potrebno je u rashladnom prostoru održati relativno veliku vlažnost vazduha i konstantnu temperaturu. U ovoj polici održava se konstantna vlažnost povratnog vazduha stalnom regulacijom na 80% RH. Na slici 6 prikazan je rashladni orman sa stalnom regulacijom srednje vrednosti toka temperature. Vreme u radu jednog isparivača bez velikog otapanja iznosi oko 16 sati.

U ovim primerima tačnost regulacije temperature iznosi +/–0,5 K, dok se relativna vlažnost vazduha vodi u granicama +/–1% RH.

Zaključak

Ako se jednostavna regulacija uključenja i isključenja zameni savremenijom, stalnom regulacijom, korisnik dobija znatno veći kvalitet robe. Takođe, pri promeni spoljnog opterećenja ovaj tip regulacije na najbolji mogući način održava propisane zadate vrednosti.