

UDK: 621.36

## PROMENE TEMPERATURE I VLAŽNOSTI VAZDUHA U OBJEKTU ZA VEZANO DRŽANJE KRAVA PRI VIŠESTEPENOM REŽIMU RADA KROVNIH VENTILATORA

**Goran Topisirović, Dušan Radojičić, Dušan Radivojević**

*Poljoprivredni fakultet Beograd-Zemun*

**Sadržaj:** U radu je prikazana analiza rada krovnih ventilatora u više režima rada. Cilj je da se utvrdi efekat rada ventilatora na temperaturu i vlažnost vazduha. Temperatura i vlažnost vazduha predstavljaju dva veoma važna činioca mikroklimе objekta, čije vrednosti treba da se kreću u optimalnim granicama. Ispitivan je uticaj ventilatora pri različitim režimima rada (različitim brzinama rotora), pri čemu su merenja vršena u karakterističnim zonama objekta. Merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha je izvršeno u 48 mernih tačaka, na 4 nivoa merenja, čime je objekat u potpunosti pokriven. Analiza rezultata merenja je otkrila kakvi su efekti rada ventilatora u pojedinim zonama objekta, kao i potencijalne probleme primene ovakvog sistema ventilacije. Zaključak je da ovakva postavka ventilatora ne daje u potpunosti zadovoljavajuće rezultate. Preporuka je da se donekle izmeni postavka ventilatora, kao i da se razmotri mogućnost ugradnje još jednog ventilatora, uz manju adaptaciju objekta.

**Ključne reči:** režim rada ventilatora, ventilacija objekta, temperatura, vlažnost

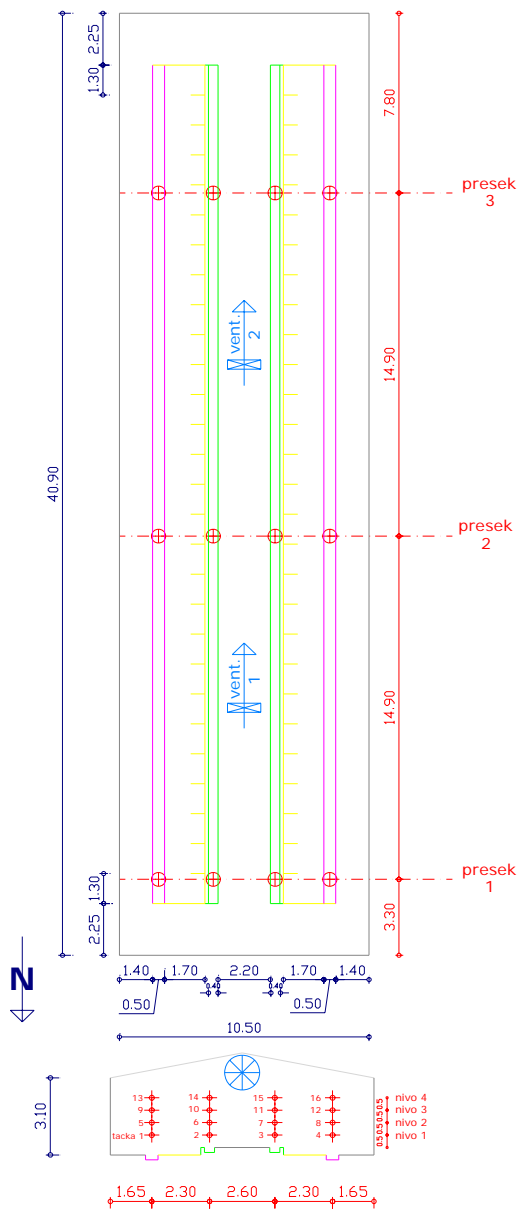
### 1. UVOD

Temperatura vazduha u proizvodnim objektima je najvažniji činilac mikroklimе objekta. Značaj temperature najlakše se sagledava kroz uticaj koji temperatura ima na organizam životinja. Potrebno je da vrednost temperature vazduha u objektu bude optimalna za određenu vrstu i kategoriju domaćih životinja. Svako odstupanje od optimalnih vrednosti, a pogotovo značajna odstupanja, dovode do smanjenja rezultata proizvodnje. Tako npr., povećane vrednosti temperature dovode do smanjenja uzimanja hrane, smanjenja konverzije hrane, usporavanja metabolizma. Vrednosti temperature ispod optimalnih dovode do povećane potrošnje energije (koju životinja dobija konzumiranjem hrane) za održavanje telesne temperature. Ekstremna odstupanja od optimalnih vrednosti mogu izazvati ozbiljne posledice po zdravlje životinja.

Vlažnost vazduha je takođe bitan činilac mikroklimе. Poremećena vrednost vlažnosti vazduha takođe ima negativne posledice po zdravstveno stanje. Povećana vlažnost vazduha onemogućava normalnu razmenu vlage organizma životinje i okoline,

izaziva oboljenja kože i sluzokože, prehlade i pojačano prljanje tela. Takođe, negativno se odražava i na konstruktivne elemente staje. Smanjena vrednost vlažnosti vazduha izaziva sušenje sluzokože disajnih organa, stalan osećaj žeđi, lebdenje većeg broja čestica prašine.

Optimalne vrednosti temperature i vlažnosti vazduha u objektima za muzne krave



Slika 1. Osnova i presek oglednog objekta i raspored mernih tačaka

kreću se u dosta širokim intervalima, odnosno muzne krave nisu preterano zahtevne po pitanju mikroklimе. S toga su i optimalne vrednosti temperature i vlažnosti vazduha date u dosta širokim granicama. Optimalne vrednosti temperature u objektima za muzne krave su od 0 – 20°C, mada ipak ne treba ići ispod 10°C. Za relativnu vlažnost vazduha preporučuje se 60-80% (zimi 80%). Iz navedenog proizilazi da je, sa aspekta temperature i vlažnosti vazduha, kritičan letnji period, kada se može očekivati povećanje temperature u objektu.

Cilj rada je da utvrdi efekat primene krovnih ventilatora pri različitim režimima rada, a da bi se dale preporuke za eksploataciju ventilatora i eventualne promene u postavci ventilatora.

## 2. MATERIJAL I METOD

U radu je ispitivan efekat primene De Laval – ovog ventilacionog sistema Multifan sa kontrolnom jedinicom STD – Manual 8 A, termostatskim regulatorom T15 – WD i ventilatorima DF 1300. Ovaj sistem ima šest brzinskih režima rada. Ventilatori su postavljeni ispod krovne konstrukcije, iznad hranidbenog hodnika. Maksimalni kapacitet ventilatora je 48500 m<sup>3</sup>/h (pri 0 Pa), maksimalna broj obrta radnog kola je 550 o/min. U proizvodnom objektu predviđeno

je da se merenje izvede u 48 mernih tačaka. Tačke su raspoređene u 3 preseka, sa 4 vertikalna niza u svakom preseku, i na 4 visinska nivoa. Merni preseki su postavljeni u 3 karakteristična dela objekta, na 3.30 m od ulaznih vrata na hranidbeni hodnik sa severne strane, i dalje na međusobnim rastojanjima od po 14.90 m tako da su obuhvaćene zone uticaja ventilatora. Vertikalni nizovi su postavljeni simetrično iznad jasala i kanala za izdubavanje. Visinski nivoi se nalaze na 50, 100, 150 i 200 cm, sa istim ciljem kao i u prethodnom slučaju. Merenje je vršeno za pet režima rada ventilatora.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

#### Temperatura vazduha

Tokom prvog seta merenja u proizvodnom objektu, ventilatori su bili isključeni. Spoljna temperatura vazduha u toku merenja iznosila je 22.3°C.

Prosečna temperatura u objektu u toku prvog seta merenja (ventilatori isključeni) iznosi 21.2°C, i nešto je niža u odnosu na spoljnu temperaturu, zbog toga što je objekat pokriven, odnosno zasenčen, i što u objektu ipak postoji određeno strujanje vazduha kroz bočne fasadne otvore i ventilacione kanale na krovu objekta.

*Tab. 1 Minimalne i maksimalne vrednosti temperatura (°C)  
- ventilatori isključeni -*

Presek	Minimum	Maksimum	Prosek	Prosek ukupno
1	21.2	21.8	21.6	21.2
2	21.0	21.2	21.1	
3	20.7	21.0	20.8	

U preseku 1 uočava se tendencija opadanja vrednosti temperature promenom mernih mesta od istočne ka zapadnoj strani objekta. Temperatura u mernoj tački 1 je na sva četiri nivoa gotovo indentična i iznosi 21.8 °C. Isto se može reći i za mernu tačku 2. U mernoj tački 3, na mernim nivoima 1,2 i 3 vrednost temperature iznosi oko 21.6 °C, dakle niža je u odnosu na merne tačke 1 i 2, što proizilazi iz nešto intenzivnijeg kretanja vazduha u toj zoni (prisutan je uticaj bočnog fasadnog otvora - vrata za puštanje u ispušt). Jedino je primetno odstupanje u mernom nivou 4, gde vrednost temperature iznosi oko 21.3 °C, što može biti rezultat nekog trenutnog poremećaja strujanja vazduha. Na mernoj tački 4, takođe se uspostavlja dosta ujednačeno stanje po svim nivoima merenja i temperatura iznosi 21.2 °C.

Generalno, za ovu zonu objekta možemo zaključiti da postoje najveća variranja između pojedinih mernih tačaka, kao i da je u datim uslovima temperatura u ovom delu objekta najviša, što je rezultat relativno drugačijeg okruženja ovog mernog preseka u odnosu na druga dva (blizina severnog zida objekta ne dozvoljava da se stvore jednako stacionarni uslovi kretanja vazduha kao u druga dva preseka).

U preseku 2 se uočavaju najmanja variranja u rezultatima merenja. Minimalna temperatura u ovom preseku je 21 °C, i izmerena je na sva četiri nivoa merenja u mernim tačkama iznad kanala za izdubavanje na istočnoj strani objekta. Promenom mernih mesta, idući ka zapadnoj strani objekta, primetan je blag porast temperature, ali u jako malom iznosu. Jedino odstupanje od ovog trenda je uočeno u mernoj tački 3, trećeg

mernog nivoa, gde temperatura iznosi 21 °C. Ovo blago odstupanje, po vrednosti gotovo zanemarljivo, nastalo je kao rezultat trenutnog blagog pokretanja vazduha kroz bočne fasadne otvore.

U ovoj zoni objekta se uspostavljaju gotovo stacionarni uslovi mikroklimе. To je svakako posledica samog položaja ovog mernog preseka u objektu (nalazi se na sredini objekta, i ne postoji nikakva prepreka koja bi remetila uspostavljanje stacionarnog stanja).

U preseku 3 su zabeležene najniže vrednosti temperature. Promene vrednosti temperature u pojedinim mernim mestima pokazuju drugačiju tendenciju u odnosu na druga dva preseka. Ono što je odmah primetno je da se temperature po mernim tačkama različitih nivoa gotovo uopšte ne razlikuju. Jedino se javljaju promene temperature pri promeni mernog mesta od istočne ka zapadnoj strani. Međutim, te varijacije su dosta male. Nešto više vrednosti temperature su izmerene nad kanalima za izdubavanje, a niže vrednosti nad jaslama, jer je strujanje vazduha kroz hranidbeni hodnik intenzivnije od strujanja kroz manipulativne hodnike.

Može se zaključiti da se u ovakvim uslovima (ventilatori isključeni) u objektu uspostavlja režim kretanja vazduha isključivo zavisao od uslova spoljašnje sredine i položaja ventilacionih otvora na samom objektu (horizontalnih i vertikalnih). Iz rezultata se vidi da se u različitim zonama objekta uspostavljaju različite vrednosti i distribucije temperatura, što može da ukaže i da vazduh nije ujednačenog kvaliteta u celom objektu.

Tokom drugog seta merenja ventilatori su bili uključeni na 1. stepen (1. brzina rotora). Spoljna temperatura je iznosila 22.1 °C.

Kada su ventilatori uključeni na prvi stepen, uočljivo je da se u objektu uspostavlja drugačiji raspored temperaturnih polja nego kada su ventilatori isključeni. Temperaturna polja u svim presecima pokazuju gotovo indentičnu tendenciju promene. Prosečna temperatura u objektu je 22.7 °C, što je gotovo jednako spoljnoj temperaturi, zbog intenzivnijeg strujanja spoljnog vazduha kroz objekat kada su ventilatori uključeni.

Tab. 2 Minimalne i maksimalne vrednosti temperatura (°C)  
- ventilatori uključeni, stepen 1 –

Presek	Minimum	Maksimum	Prosek	Prosek ukupno
1	21.7	22.9	22.3	
2	21.8	23.5	22.7	22.7
3	22.3	24.1	23.1	

U preseku 1 je najujednačeniji raspored vrednosti temperature. Odstupanja u pojedinim mernim tačkama su prisutna, ali su po vrednosti jako mala. Razlog za ovako ujednačen raspored vrednosti temperatura je što se ovaj presek nalazi u neposrednoj blizini vrata objekta, kroz koja svež vazduh ulazi u objekat, pa se tu najviše i oseća njegov uticaj. Drugi razlog je taj što se ovaj presek nalazi na severnoj strani objekta gde je osunčanost objekta najmanja. I u ovom preseku, kao i ostala dva, primetno je da se temperatura, mereći od kanala za izdubavanje na istočnoj strani objekta, povećava nad jaslama koje su bliže istočnoj strani objekta. Potom se smanjuje nad jaslama koje su bliže zapadnoj strani objekta, da bi najveće vrednosti bile izmerene nad kanalima za izdubavanje na zapadnoj strani objekta. Ovo se dešava jer je merenje vršeno u popodnevni satima, kada je intenzivnije osunčanje zapadne strane objekta. Nešto niže

temperature nad jaslama koje su bliže zapadnoj strani objekta nastaju kao rezultat rada ventilatora.

Presek 2 je najviše obuhvaćen dejstvom ventilatora, jer se oseća i potisno dejstvo ventilatora 1 i usisno dejstvo ventilatora 2. I u ovom preseku su vrednosti temperatura dosta ujednačene, jedino je indikativna vrednost izmerena u mernoj tački 3, merni nivo 1. Ta vrednost je nešto viša u odnosu na vrednosti ostalih mernih nivoa tačke 3, što je direktna posledica položaja ovog mernog nivoa. On je najniži, samim tim i najmanje zahvaćen dejstvom ventilatora. Primetno je i da je u mernoj tački 4, merni nivo 4 vrednost temperature nešto veća, što je posledica blizine krova objekta i doba dana u kojem je merenje vršeno.

U preseku 3 je uočljivo da se vrednosti temperature gotovo uopšte ne razlikuju između pojedinih mernih tačaka i preseka. Takođe, i ovde je tendencija promene vrednosti temperatura identična prethodnim presecima. Jedino odstupanje je u mernoj tački 4, merni nivo 1, gde je temperatura veća za nekih 0.4°C. Vrednost ovog odstupanja nije toliko značajna da bi mogla da ukaže na neki ozbiljniji poremećaj strujanja vazduha u ovoj zoni objekta. Nastaje kao rezultat uticaja blizine južnog zida objekta. Kroz vrata u južnom zidu objekta vazduh napušta objekat, pa je strujanje najintenzivnije kroz ta vrata, a manje intenzivno dalje od njih. Imajući to u vidu, kao i doba dana kada je merenje vršeno, može se zaključiti da ovo odstupanje nema značajnijeg trajnog efekta, odnosno, privremenog je karaktera.

Tokom trećeg seta merenja temperature u proizvodnom objektu ventilatori su bili uključeni na stepen 2 (2. brzina rotora). Spoljna temperatura tokom merenja je iznosila oko 20.1°C.

U trećem setu merenja ventilatori su bili uključeni na drugi stepen, čime je kretanje vazduha znatno intenzivirano. Slično prethodnom setu merenja i ovde se uočavaju slične tendencije kretanja vrednosti temperatura u svim presecima. Ipak, postoje i određene specifičnosti. Temperatura u objektu je iznosila 20.3°C, što je gotovo jednako spoljnoj temperaturi.

*Tab. 3 Minimalne i maksimalne vrednosti temperatura (°C)  
- ventilatori uključeni, stepen 2 –*

Presek	Minimum	Maksimum	Prosek	Prosek ukupno
1	20.2	20.6	20.4	
2	19.8	20.8	20.3	20.3
3	19.8	20.8	20.2	

U preseku 1, vrednosti temperatura u mernim nivoima 2,3,4 imaju gotovo indentične vrednosti u svim mernim tačkama, i iskazuju tendenciju smanjenja od istočne ka zapadnoj strani objekta. Temperature na istočnoj strani objekta su nešto više zbog toga što je merenje vršeno u prepodnevni časovima, kada je osunčanost te strane objekta najveća. Jedino vrednost temperature u mernoj tački 1, mernog nivoa 4 je nešto niža, zbog toga što je ovo merno mesto najpodložnije dejstvu ventilatora u poređenju sa drugima u mernoj tački 1. Sa dijagrama je uočljivo i da vrednosti temperature izmerene u mernom nivou 1 imaju malo drugačiju tendenciju od ostalih mernih nivoa. U mernoj tački 1, temperatura izmerena u mernom nivou 1 se ne razlikuje bitno od ostalih mernih nivoa, što znači da na vrednosti temperatura u ovoj mernoj tački uticaja ima prvenstveno

osunčanost objekta. U mernim tačkama 2 i 3 temperatura je najniža u mernom nivou 1, dakle nad jaslama. Ovo je posledica intenzivnijeg strujanja svežeg spoljnog vazduha, koji ima veću gustinu i teži da se kreće po hranidbenom hodniku. I u mernoj tački 4, temperatura u mernom nivou 1 se razlikuje od ostalih, nešto je viša, što je posledica slabijeg provetravanja ovog dela objekta jer je najmanje podložan dejstvu ventilatora, a blizina zida objekta ne dozvoljava da ulazna struja vazduha podjednako zahvati sve delove ovog mernog preseka. Viši merni nivoi su podložniji dejstvu ventilatora, pa otuda i manje varijacije.

Presek 2 je najviše podložan dejstvu oba ventilatora, pa se u njemu uspostavljaju najujednačenije vrednosti temperatura. Vrednosti temperatura u svim mernim nivoima pojedinih mernih tačaka su gotovo identične, sa zanemarljivim odstupanjima. Idući od istočne strane objekta (gde je najviša temperatura jer je ta strana u prepodnevnom satima najviše osunčana), temperatura opada. U mernim tačkama 2 i 3 vrednosti temperature su jednake, što je posledica dejstva ventilatora koji u toj zoni stvaraju ustaljeni režim strujanja, koji ničim nije ograničen. Na zapadnoj strani objekta u preseku 2 su najniže temperature, jer je primetan i efekat ventilatora i manje osunčanosti objekta na toj strani. U ovom preseku najveći uticaj na temperaturu ima položaj Sunca i intenzitet osunčanosti objekta.

Nešto slabiji efekat rada ventilatora uočljiv je u preseku 3. U preseku 3 dejstvo ventilatora 1 je manje izraženo nego u preseku 2, pa otuda dolazi do raslojavanja vazduha, što je posebno uočljivo u mernoj tački 3. Tu se jasno vidi da najvišu temperaturu ima merni nivo 4, a najnižu merni nivo 1, što znači da se hladniji vazduh nalazi pri hranidbenom hodniku a topliji pri krovu objekta, što znači da je došlo do prirodnog raslojavanja vazduha. Drugim rečima, ventilatori pri ovom režimu rada ne mogu u potpunosti da „nadvladaju“ prirodnu sklonost vazduha ka raslojavanju. Uprkos ovome, može se reći da je i ovde uočljiv trend smanjenja vrednosti temperature od istočne ka zapadnoj strani objekta.

Tokom četvrtog seta merenja temperature u proizvodnom objektu ventilatori su bili uključeni na stepen 3 (3. brzina rotora). Spoljna temperatura tokom merenja je iznosila oko 21.1°C.

Rad ventilatora na trećem stepenu (trećoj brzini rotora) dodatno intenzivira kretanje vazduha kroz staju. Prosečna temperatura u objektu je iznosila 21.7 °C, i po vrednosti je bliska spoljnoj temperaturi.

*Tab. 4 Minimalne i maksimalne vrednosti temperatura (°C)  
- ventilatori uključeni, stepen 3 -*

Presek	Minimum	Maksimum	Prosek	Prosek ukupno
1	21.4	21.6	21.5	21.7
2	21.2	22.3	21.6	
3	21.5	22.4	21.9	

Pri ovakvom režimu rada ventilatora, presek 1 pokazuje nešto drugačiju tendenciju u odnosu na druga dva. Variranja vrednosti temperature u pojedinim mernim tačkama i nivoima je zanemarljivo malo. Dakle, presek 1 je pod potpunim uticajem ulazne struje svežeg vazduha, koji pri ovom režimu rada ventilatora i meteoroloških uslova u trenutku merenja uspeva da gotovo jednako provetri ceo presek 1.

U preseku 2 vrednosti temperature imaju jasno definisanu tendenciju, bez pojave većih odstupanja po pojedinim mernim tačkama i nivoima merenja. Istina, odstupanja se javljaju u mernoj tački 2, ali su vrlo mala. U preseku 2 se uočava da se vrednosti temperature smanjuju idući od istočne ka zapadnoj strani objekta. Ovakva distribucija vrednosti temperatura je posledica direktne osunčanosti istočne strane objekta, jer je merenje vršeno u prepodnevnim časovima.

Presek 3 pokazuje određene specifičnosti. Slično preseku 2, postoji tendencija smanjenja temperature od istočne ka zapadnoj strani objekta, iz istih razloga kao u preseku 2. Razlika je u tome što je smanjenje vrednosti temperature u ovom preseku postepeno, jer je efekat rada ventilatora u ovom preseku ipak manje izražen u odnosu na presek 2. Ponovo se pojavljuje određeno raslojavanje vazduha, pa vazduh u nižim mernim nivoima (merne tačke 2 i 3), ima nižu temperaturu u odnosu na višlje merne nivoe. Ali, ta odstupanja nisu velika.

Tokom petog seta merenja temperature u proizvodnom objektu ventilatori su bili uključeni na stepen 4 (4. brzina rotora). Spoljna temperatura tokom merenja je iznosila oko 22.5°C.

Kada su ventilatori uključeni na 4. stepen strujanje vazduha kroz objekat je toliko intenzivno da u objektu vladaju uslovi kao u spoljašnjoj sredini (kada se radi o temperaturi). U ovom režimu rada ventilatora, prisutna su značajna variranja u pojedinim mernim tačkama i nivoima.

*Tab. 5 Minimalne i maksimalne vrednosti temperatura (°C)  
- ventilatori uključeni, stepen 4 –*

Presek	Minimum	Maksimum	Prosek	Prosek ukupno
1	22.3	23.0	22.5	
2	22.4	23.9	22.8	22.7
3	22.2	23.8	22.7	

U preseku 1 se ponovo uspostavlja prilično ujednačeno stanje. Ovaj presek je ponovo pod značajnim uticajem ulazne struje vazduha. Jedino se na istočnoj strani objekta javljaju nešto veće temperature, što je posledica doba dana u kome su merenja vršena. Takođe, vazдушna struja se sada kreće brže i direktnije (usmerenije) kroz hranidbeni hodnik i ne stiže da se dovoljno bočno proširi da bi i na istočnoj strani stvorila jednak efekat provetravanja.

U preseku 2 se nad kanalima za izdubavanje istočne strane objekta javlja veća temperatura u poređenju sa mernim mestima nad kanalima za izdubavanje na zapadnoj strani objekta, što je posledica doba dana u kojem su vršena merenja. Ono što je zanimljivo je da se u mernoj tački 2 javljaju najveće vrednosti temperature. Takođe, indikativno je i to što u ovoj mernoj tački niži merni nivoi imaju veće vrednosti temperature. Ovo se javlja jer se sada, usled jakog dejstva glavne vazdušne struje, kroz bočne otvore intenzivno usisava spoljni vazduh, koji je na istočnoj strani objekta topliji. Tako usisan vazduh predstavlja sekundarno strujanje, koje se ne meša sa glavnom strujom, već svoje mesto u objektu pronalazi ispod glavne struje. Krećući se dalje ka zapadnoj strani objekta, vrednosti temperature se smanjuju, i nema značajnijeg variranja između pojedinih mernih mesta.

Presek 3 pokazuje donekle slične trendove kretanja vrednosti temperature kao i presek 2. U ovom preseku je ponovo prisutno raslojavanje vazduha. Karakteristične su merne tačke 2 i 3. U mernoj tački 2, merni nivo 1 ima najveću vrednost temperature, što se javlja usled usisnog dejstva glavne struje, kao kod preseka 2. U mernoj tački 3, merni nivoi 1 i 2 imaju najniže vrednosti temperature, što je za merni nivo 1 razlika od 1.6°C u odnosu na predhodnu mernu tačku. Ovako velika razlika se može protumačiti nekim trenutnim poremećajem, npr. da je krava u trenutku merenja u mernoj tački 2 izdahnula topao vazduh a instrument to registrovao.

Tokom šestog seta merenja temperature u proizvodnom objektu na farmi „Napredak“ ventilatori su bili uključeni na stepen 5 (5. brzina rotora). Spoljna temperatura tokom merenja je iznosila oko 22.5°C.

Pri ovom režimu rada ventilatora, strujanje vazduha je toliko intenzivno, da se u objektu stvaraju gotovo ujednačeni uslovi. Prosečna temperatura u objektu je čak malo niža od temperature spoljašnje sredine. U sva tri preseka se na bočnim krajevima objekta sreću veće vrednosti temperature nego kroz sredinu, jer je kretanje ulazne struje vrlo direktno kroz hranidbeni godnik, zbog režima rada ventilatora.

Tab. 6 Minimalne i maksimalne vrednosti temperatura (°C)  
- ventilatori uključeni, stepen 5 –

Presek	Minimum	Maksimum	Prosek	Prosek ukupno
1	22.1	23.1	22.4	
2	22.1	22.6	22.4	22.4
3	22.1	22.6	22.3	

U preseku 1 jedino značajno odstupanje je u nižim mernim nivoima merne tačke 1, zbog relativne izolovanosti te zone objekta (nema ni bočnih otvora a i dejstvo ventilatora se slabije oseća).

Presek 2 i presek 3 imaju gotovo identične trendove, bez značajnijih odstupanja između pojedinih mernih mesta.

### Vlažnost vazduha

Tokom prvog seta merenja relativne vlažnosti u proizvodnom objektu ventilatori su bili isključeni. Spoljna relativna vlažnost tokom merenja je iznosila 66.3%.

Prosečna vlažnost vazduha u objektu kada su ventilatori isključeni je nešto niža od spoljašnje. Generalno, može se reći da je vlažnost vazduha pri ovakvim uslovima prilično ujednačena. Na to uticaja imaju relativno stacionarni uslovi strujanja u objektu kada su ventilatori isključeni i velike količine prostirke koja se redovno unosi u objekat i verovatno apsorbuje jedan deo vlage.

Tab. 7 Minimalne i maksimalne vrednosti relativne vlažnosti vazduha (%)  
- ventilatori isključeni –

Presek	Minimum	Maksimum	Prosek	Prosek ukupno
1	61.6	69.2	63.8	
2	62.4	65.5	64.0	62.9
3	58.1	62.0	60.7	



U preseku 1 se u mernim tačkama 1 i 2 uočava da niži merni nivoi imaju manje vrednosti vlažnosti vazduha od viših, što je posledica raspodele vazdušnih masa proistekle iz prirodnog kretanja vazduha. U mernoj tački 3 uočljivo je značajno povećanje vlažnosti vazduha u mernom nivou 1, ali to je posledica blizine pojilica, ili je krava u tom trenutku izdahnula (vlažniji) vazduh, a instrument to registrovao. U mernoj tački četiri ne postoje nikakva karakteristična odstupanja.

Presek 2 se karakteriše nešto izraženijim kolebanjima vlažnosti vazduha, ali u malim iznosima i bez nekog posebnog pravila. Položaj ovog mernog preseka omogućava mu da bude u potpunosti pod uticajem prirodnih strujanja vazduha, pa otuda i pomenute varijacije.

U preseku 3 se vrednosti vlažnosti vazduha po pojedinim mernim nivoima gotovo ne razlikuju. Jedino što remeti potpuno stacionarno stanje je zona objekta iznad jaslama na istočnoj strani objekta. Tu su vrednosti nešto niže u odnosu na ostale zone. I uopšte u ovom preseku je najniža vrednost vlažnosti vazduha. Ovo može da ukaže da su u ovakvim uslovima u objektu dominantna strujanja vazduha kroz bočne otvore.

Tokom drugog seta merenja relativne vlažnosti u proizvodnom objektu ventilatori su bili uključeni na stepen 1 (1. brzina rotora). Spoljna relativna vlažnost tokom merenja je iznosila 47.5%.

*Tab. 8 Minimalne i maksimalne vrednosti relativne vlažnosti vazduha (%)  
- ventilatori uključeni, stepen 1 –*

Presek	Minimum	Maksimum	Prosek	Prosek ukupno
1	48.3	53.4	50.1	53.1
2	53.0	59.2	56.0	
3	47.5	58.1	53.3	

Pri ovakvom režimu rada ventilatora, u preseku 1 se uspostavlja dosta ujednačeno stanje. Vrednosti vlažnosti vazduha u ovom preseku su najbliže vlažnosti spoljašnjeg vazduha, što je i logično, jer se ovaj presek nalazi u neposrednoj blizini otvora kroz koji vazduh ustružava u objekat. Manja kolebanja koja se uočavaju između pojedinih vrednosti u istim mernim tačkama, ne iskazuju neko posebno pravilo i posledica su kretanja vazduha pod uticajem ventilatora. Jedino se u mernoj tački 4 sreću nešto veća kolebanja. Na mernom nivou 1, merna tačka 4 je najveća vrednost vlažnosti, ali to može biti posledica blizine kanala za izdubranje. Ostali merni nivoi u ovoj mernoj tački iskazuju prirodnu tendenciju rasporeda vlažnosti vazduha (viši slojevi su vlažniji, a niži nivo (2) je manje vlažan).

U preseku 2 i preseku 3 se uočavaju blaga odstupanja u nižim mernim nivoima nad jaslama, i to nad jaslama bliže istočnoj strani objekta u preseku 2 i nad jaslama na zapadnoj strani objekta u preseku 3. Može se zaključiti da ova odstupanja nastaju zbog isparavanja vode iz pojilica usled čega se lokalno povećava vlažnost vazduha. Ono što je zajedničko za oba ova preseka je da je vlažnost veća nego u preseku 1. To povećanje nastaje usled isparavanja vlage sa tela životinja i sa poda objekta, čemu svakako doprinosi i blago kretanje (mešanje) vazduha izazvano radom ventilatora.

Tokom trećeg seta merenja relativna vlažnosti u proizvodnom objektu ventilatori su bili uključeni na stepen 2 (2. brzina rotora). Spoljna relativna vlažnost tokom merenja je iznosila 62%.

*Tab. 9 Minimalne i maksimalne vrednosti relativne vlažnosti vazduha (%)  
- ventilatori uključeni, stepen 2 –*

Presek	Minimum	Maksimum	Prosek	Prosek ukupno
1	63.5	65.1	64.4	64.8
2	62.0	65.9	64.7	
3	63.9	66.6	65.4	

Pri ovakvom režimu rada ventilatora, vidi se da su odstupanja po pojedinim mernim tačkama i mernim nivoima znatno manja, i da su grafici vlažnosti vazduha po pojedinim preseccima znatno sličniji jedan drugom.

Ovo praktično znači da se u objektu polako uspostavljaju stacionarniji uslovi, kada je vlažnost vazduha u pitanju. I dalje postoje odstupanja po pojedinim mernim nivoima, ali je to posledica odnošenja vlage sa poda objekta i tela životinja, zajedno sa prirodnom tendencijom vlažnog vazduha da se penje naviše.

Može se očekivati da će dodatno intenziviranje rada ventilatora dodatno poboljšati mešanje vazдушnih masa sa različitim stepenom zasićenja vodenom parom. Time će se u objektu stvoriti još ujednačeniji uslovi kada je vlažnost vazduha u pitanju.

Tokom četvrtog seta merenja relativna vlažnosti u proizvodnom objektu na ventilatori su bili uključeni na stepen 3 (3. brzina rotora). Spoljna relativna vlažnost tokom merenja je iznosila oko 59%.

*Tab. 10 Minimalne i maksimalne vrednosti relativne vlažnosti vazduha (%)  
- ventilatori uključeni, stepen 3 –*

Presek	Minimum	Maksimum	Prosek	Prosek ukupno
1	58.1	61.6	60.0	60.1
2	59.6	62.4	60.7	
3	57.7	61.2	59.7	

*Tab. 11 Minimalne i maksimalne vrednosti relativne vlažnosti vazduha (%)  
- ventilatori uključeni, stepen 4 –*

Presek	Minimum	Maksimum	Prosek	Prosek ukupno
1	50.3	56.9	52.5	53.6
2	50.3	59.6	54.1	
3	51.0	65.7	54.1	

Tokom petog seta merenja relativne vlažnosti u proizvodnom objektu ventilatori su bili uključeni na stepen 4 (4. brzina rotora). Spoljna relativna vlažnost tokom merenja je iznosila oko 52%.

Tokom šestog seta merenja relativna vlažnosti u proizvodnom objektu ventilatori su bili uključeni na stepen 5 (5. brzina rotora). Spoljna relativna vlažnost tokom merenja je iznosila oko 52%.

Tab. 12 Minimalne i maksimalne vrednosti relativne vlažnosti vazduha (%)  
- ventilatori uključeni, stepen 5 –

Presek	Minimum	Maksimum	Prosek	Prosek ukupno
1	49.1	59.9	51.7	51.4
2	47.9	54.2	50.9	
3	50.7	52.6	51.7	

Prethodna tri seta merenja su prikazana zbirno, jer se u sva tri slučaja vlažnost vazduha u objektu jako malo razlikuje od vlažnosti spoljašnjeg vazduha. Ovo nastaje zbog jako intenzivnog strujanja vazduha kroz objekat.

Naravno, pojedina odstupanja su uočljiva. Ova odstupanja proističu iz nemogućnosti da se sve zone objekta podjednako provetre ventilatorima. Neka odstupanja su vezana i za trenutne poremećaje, odnosno prskanje vode iz pojilica, prisusta fecesa u kanalima za izdubavanje, različitog stepena apsorpcije vlage prostirkom i sl. Pojedinačne smanjene vrednosti su rezultat strujanja spoljnog vazduha kroz bočne fasadne otvore, zbog intenzivnog dejstva ventilatora. U oba slučaja to su trenutne promene vrednosti i ne uočava se pravilan trend promena.

#### 4. ZAKLJUČAK

Analiza rezultata merenja ukazuje da se efekat rada ventilatora ne oseća u jednakoj meri u celom objektu, bez obzira na režim rada (broj obrtaja rotora). Temperatura vazduha je, čak i pri višim režimima rada, različita u pojedinim zonama objekta. Pri tome, na te razlike utičaju, pored režima rada, imaju i doba dana, odnosno intenzivnije osunčanje jedne strane objekta, kao i prirodna sklonost vazduha ka raslojavanju. Uočljiva je tendencija promene vrednosti temperature nad manipulativnim hodnicima, jer se u toj zoni objekta slabije oseća efekat ventilatora.

Iz rezultata merenja može se uočiti da ovakav raspored ventilatora, u kombinaciji sa ovakvom koncepcijom objekta, ne može u potpunosti da obezbedi uniformne vrednosti temperature u celom objektu. Ovo je prisutno i pri visokim režimima rada ventilatora, kada je strujanje vazduha veoma intenzivno, čak preko granice preporučenih vrednosti. Pri nižim režimima rada ta odstupanja su još izraženija.

Rezultati merenja relativne vlažnosti vazduha ukazuju na to da se korišćenjem ventilatora znatno doprinosi ujednačenju kvaliteta vazduha. Efekat rada ventilatora se oseća već na prvom stepenu brzine rotora, a sa daljim povećanjem intenziteta rada ventilatora efekat je sve izraženiji. U skladu sa tim, sa aspekta vlažnosti vazduha, nema potrebe koristiti visoke režime rada ventilatora, pogotovo ako se time znatno narušavaju ostali činioci mikroklimе.

Generalni zaključak je da ovakva postavka ventilatora ne daje u potpunosti zadovoljavajuće rezultate. Potpuno uvođenje ose ventilatora u osu objekta bi donekle dovelo do stvaranja ujednačenijih uslova u objektu, mada bi bilo preporučljivo razmotriti i mogućnost promene mesta ventilatora. Dalja preporuka se odnosi na mogućnost uvođenja još jednog ventilatora i eventualno zatvaranje bočnih fasadnih otvora.