

BROILER

ROSS
**Ambijentalno
upravljanje
u objektu za
uzgoj broilera**

2010



Sadržaj

03	Uvod: Ekonomska vrijednost dobrog ambijentalnog upravljanja
03	Pregled: Ciljevi i metode ambijentalnog upravljanja
05	Ekonomska isplativost ambijentalne kontrole
06	Uloga klimatskih čimbenika na donošenje odluka o smještaju i ventilaciji
06	Ekstremno hladna klima
07	Hladna klima
07	Umjerena klima
07	Vruća klima
08	Potrebe peradi
08	Perad proizvodi toplinu i vlagu
09	Utjecaj temperature i relativne vlage na perad
12	Relativna vlaga
13	Osnovno o ventilaciji
13	Prirodna ventilacija
14	Električni ventilacijski sustavi
15	Potreba za dobro zabrtvljenim/zatvorenim objektom
15	Vrste ventilacije negativnog pritiska
16	Kako radi minimalna ventilacija
18	Kako radi tranzicijska ventilacija
19	Kako radi tunelska ventilacija
20	Kako radi sustav hlađenja isparavanjem
22	Donošenje dobrih odluka o ventilaciji
24	Odabir ventilatora
26	Čimbenici koji utječu na odluke o integriranom sustavu kontrole
27	Konstrukcija ulaza za zrak
28	Prednosti korištenja ventilatora za miješanje zraka
29	Hlađenje isparavanjem. Zamagljivači ili umetci?
29	Hlađenje isparavanjem pomoću umetaka: Koliko je umetaka potrebno?
30	Potreba za pomoćnim i sigurnosnim sustavima
30	Položaj objekta
31	Izolacijski zahtjevi
32	Upravljanje modernim objektom s tunelskom ventilacijom
32	Koja je vrsta ventilacije potrebna?
33	Važnost održavanja ciljane temperature
34	Kako upravljati minimalnom ventilacijom
36	Kako upravljati tranzicijskom ventilacijom
36	Kako upravljati ulazima za zrak na rubovima objekta
38	Kako upravljati tunelskom ventilacijom
40	Kako upravljati tunelskom ventilacijom i sustavom hlađenja isparavanjem
41	Upravljanje uključuje nadzor
43	Korisni faktori pretvaranja jedinica

Zahvala

Glavni dio ovog izdanja napisao je prof. James O. Donald sa Sveučilišta u Auburnu. Prof. Donald je inženjer poljoprivrede priznat širom svijeta kao autoritet za pitanja smještaja peradi i ambijentalnog upravljanja, te mu izražavamo zahvalu za dopuštenje za korištenje njegovih materijala.

Uvod: Ekonomska vrijednost dobrog ambijentalnog upravljanja

Bez obzira radi li se o proizvodnji mesa, jaja ili drugih životinjskih proizvoda, poznato je da učinkovito upravljanje ambijentalnim uvjetima smanjuje troškove proizvodnje. U industriji proizvodnje broilera, sve komponente procesa proizvodnje, od roditeljskih parova do potomaka, imaju koristi od učinkovite kontrole ambijenta. S obzirom na ekonomsku korist učinkovite ambijentalne kontrole, upravitelji i tehničari moraju razumjeti osnovne koncepte ove tematike. Ovaj priručnik ima trostruku svrhu:

- Pojasniti koji su ambijentalni uvjeti i kriteriji potrebni za ostvarivanje genetskog potencijala modernog broilerar.
- Dati pregled najvažnijih faktora u osmišljanju smještaja broilera kako bi se ostvarili optimalni ambijentalni uvjeti.
- Pružiti osnovne radne smjernice za smještaj peradi.

Ključna točka

- Poznato je da se učinkovitim upravljanjem ambijentalnih uvjeta smanjuju troškovi proizvodnje.

Pregled: Ciljevi i metode ambijentalnog upravljanja

Cilj je ovoga stvoriti ambijent koji će maksimalno povećati odlike jata, postizući optimalnu i jednoliku brzinu rasta i učinkovitost krmne smjese u prinosu mesa, osiguravajući u isto vrijeme da zdravlje i dobrobit peradi nisu ugroženi.

Dodatni sustavi grijanja imaju važnu ulogu u ambijentalnom upravljanju, osobito tijekom faze grijanja. Međutim, na nekim mjestima peradi nije potrebno dodatno grijanje. S druge strane, za vrijeme uzgoja potrebna je odgovarajuća ventilacija, čak i za vrijeme dodatnog grijanja. Ako se ne koristi za hlađenje, ventilacija se koristi za kontrolu kvalitete zraka. Ventilacija je stoga najvažniji alat u upravljanju ambijentom u objektu, kako bi osigurali najbolje performanse peradi.

Zbog velikog broja različitih vrsta goriva i metoda grijanja (sustavi radijantnog grijanja, generator vrućeg zraka, direktno izgaranje u objektu, indirektna izmjena topline, itd.), načini dodatnog grijanja u svijetu razlikuju se više nego metode ventilacije. Ovaj priručnik neće se baviti detaljnom analizom pojedinih sustava grijanja, već se usredotočuje na najviše primjenjive principe ambijentalnog upravljanja u objektu.

Primarna svrha ventilacije je kontrola temperature, osim kod vrlo mlade peradi i/ili kod vrlo velikih hladnoća. U svakom stadiju razvoja peradi, postoji određena temperaturna zona u kojoj višak energije iz krmne smjese uzrokuje prirast težine peradi, kako je prikazano na Slici 1. Unutar ove široke “temperaturne zone ugone”, postoji uzak raspone temperature (unutar 1 ili 2 °C), gdje perad najbolje iskorištava energiju iz krmne smjese za rast. To je zona optimalnih performansi. Osiguravanjem optimalne temperature, zajedno sa prikladnom krmnom smjesom i vodom, maksimalno povećavamo dobrobit i ekonomsku performansu peradi.

Obratite pažnju da to da, iako postoji širi temperaturni raspon koji više ili manja odgovara peradi (“temperaturna zona ugone”), ovaj priručnik pod pojmom “zona ugone” podrazumijeva uži raspon maksimalne ugone, tj. ciljanu temperaturu za najbolje performanse peradi.

Ako je temperatura preniska, perad povećava unos krmne smjese, no, također koristi više energije kako bi zadržala tjelesnu toplinu. Ako je temperatura previsoka, smanjuju unos hrane kako bi ograničili proizvodnju topline. Prikladna ventilacija sprječava nakupljanje topline, te zadržava perad u zoni optimalnih performansi izvođenjem toplog zraka iz objekta i dovođenjem hladnijeg vanjskog zraka. U većini dobro opremljenih, modernih objekata isto se postiže efektivnim rashlađivanjem putem tunelske ventilacije, te snižavanjem temperature zraka putem hlađenja isparavanjem.

Ciljna temperatura za najbolje performanse broilera mijenja se tijekom uzgoja, obično od 30°C prvog dana, do 20°C ili manje, ovisno o veličini peradi i drugim čimbenicima. Ventilacijski sustav treba stoga prilagođavati kako bi se održala optimalna temperatura. Temperatura koju perad osjeća, ovisi o temperaturi suhog osjetnika psihrometra i vlazi. Ako je relativna vlažnost zraka izvan idealnih 60-70%, treba podesiti temperaturu u objektu. Na primjer, ako je RV bliža 50%, temperaturu suhog osjetnika psihrometra možda ćemo trebati povećati i do 33°C. Pratite ponašanje peradi u svim stadijima kako biste osigurali da su izloženi odgovarajućoj temperaturi.

Ventilacija je jedini praktični način snižavanja previsoke relativne vlažnosti zraka, što se najčešće događa tijekom zime i može utjecati na zdravlje peradi. Čak i ako ventilacija nije potrebna za otklanjanje topline, održavajte ventilacijski sustav barem na najmanjoj razini kako bi spriječili pojavu mokre, skorene stelje i stvaranje amonijaka.

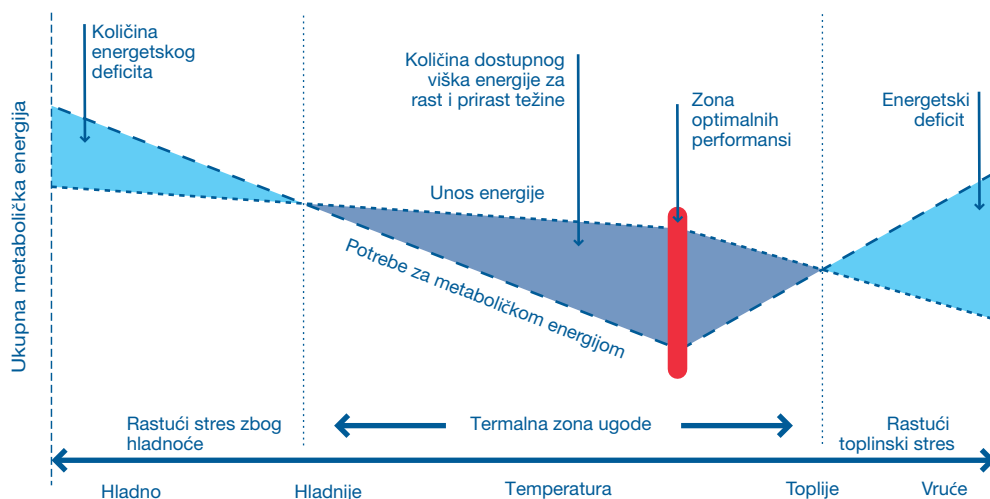
Disanjem perad uzima kisik iz zraka, a izdiše ugljikov dioksid. Stoga u objekt treba dovoditi svjež zrak, kako bi obnovio zalihu kisika i izveo suvišan ugljikov dioksid. Ventilacija za dovođenje svježeg zraka potrebna je u svim godišnjim dobima, kao i po toplom i hladnom vremenu.

Najveći je problem, kad govorimo o kvaliteti zraka, amonijak koji nastaje u prevlažnoj stelji, što dovodi do zdravstvenih problema i smanjenih performansi. Dobra ventilacija kontrolom relativne vlažnosti zraka sprečava nagomilavanje amonijaka.

Svi navedeni čimbenici vrlo su važni. Na sreću, u većini slučajeva dovođenje svježeg zraka i odvođenje otrovnih para postiže se ventilacijskim sustavima namijenjenima prvenstveno kontroliranju temperature i vlage.

Važno: dobri ambijentalni uvjeti unutar objekta moraju se jednolično distribuirati cijelim objektom. Džepovi "mrtvog zraka", propuh, hladna ili vruća mjesta mogu smanjiti performanse jata ili biti uzrok mortaliteta.

Slika 1: Temperaturna zona za optimalne performance



U svakom stadiju razvoja peradi postoji uzak temperaturni raspon gdje su potrebe za energijom najniže, te perad može energiju iz krmne smjese maksimalno iskoristiti za rast. Ako temperatura prijeđe optimalnu zonu za samo nekoliko stupnjeva, perad koristi veći dio energije iz krmne smjese za održavanje i prilagodbu, a manje za rast.

Ključne točke

- Ventilacija je najvažniji alat u upravljanju okolišem unutar objekta za najbolje performanse peradi.
- U svakom stadiju razvoja peradi postoji temperaturna zona optimalnih performansi, u kojoj perad najbolje iskorištava energiju iz krmne smjese za rast.
- Ciljana temperatura za najbolje performanse broilera mijenja se svakodnevno tijekom uzgoja, te ventilaciju treba prilagođavati tome.
- Ambijent unutar objekta treba biti jednoličan: džepovi "mrtvog zraka", vruće ili hladne točke mogu smanjiti performanse jata.

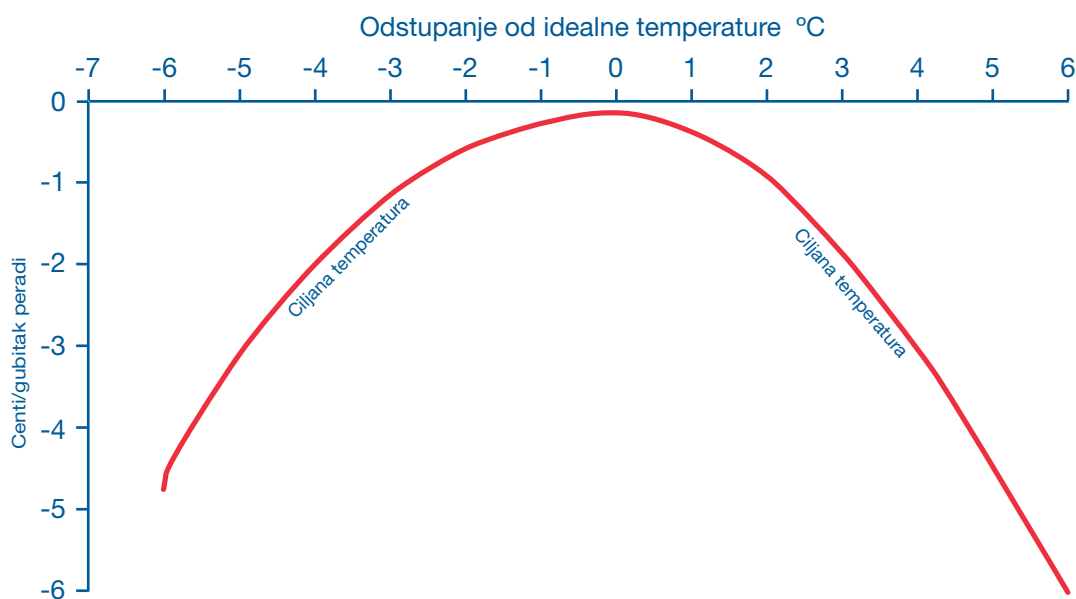
Ekonomska isplativost ambijentalne kontrole

Perad najučinkovitije pretvara krmnu smjesu u meso kad je konstantno izložena optimalnim ambijentalnim uvjetima, među kojima je temperatura najvažniji čimbenik. Male temperaturne razlike mogu imati velik utjecaj na zaradu vlasnika. Istraživanja i iskustva širom svijeta ovo su potvrdila. **Slika 2** prikazuje razlike u vrijednosti peradi izražene u centima koje nastaju kao posljedica ciljane i ne-ciljane temperature, temeljeno na kompjutorskom istraživanju utjecaja temperature na performanse peradi. Studija se temelji, te su brojke prikazane, samo za stadij rasta nakon faze grijanja, kad ciljna temperatura iznosi oko 22°C. U ovim uvjetima, stalno prelaženje temperature za samo 2.2°C značilo bi gubitak vrijednosti u iznosu od 1 centa po broileru.

Tijekom faze grijanja, čak i kratko izlaganje nižim temperaturama može ozbiljno naštetiti performansama jata. Na primjer, istraživanje u SAD-u pokazalo je da se izlaganjem jednodnevnih pilića temperaturi od 13°C na samo 45 min. smanjilo težinu 35-dnevnih broilera za oko 110 g. Nakon faze grijanja, visoke temperature brže nanose štetu performansama jata nego niske. Na primjer, **Slika 2** pokazuje da je gubitak zbog 4,5°C previsoke temperature upola veći nego gubitak zbog 4,5°C preniske temperature. Kako je održavanje optimalne temperature još važnije tijekom faze grijanja, nagrada za njeno održavanje u ciljanom rasponu bila bi još veća za cijelo jato.

Budući da troškovi i prodajne cijene variraju, nagrada za točnu kontrolu temperature (ili pak "cijena pogreške") također varira. Istraživanja i iskustva na farmama pokazuju nam princip po kojem stalno održavanje ciljane temperature donosi znatnu zaradu.

Slika 2: "Cijena pogreške"- prednosti dosljedne točne kontrole temperature.



Odstupanje od ciljane temperature od samo nekoliko stupnjeva u fazi rasta može značajno naštetiti prihodu uzgajivača. Gornji graf prikazuje razliku u centima u ukupnoj zaradi po piliću za dosljednu kontrolu temperature u odnosu na nedosljednu za perad koja nije u fazi grijanja. Uvjeti: broiler starosti 49 dana, meso prodavano po cijeni \$0.89/kg, bez taksi za nejednolikost: troškovi hranjenja \$278/ toni startera, \$270/ toni hrane za perad u rastu (grower), \$258/ toni finišera. Izvor: ventilacija za vruću klimu.

Ključne točke

- Tijekom faze grijanja, čak i kratko izlaganje hladnijem zraku može ozbiljno naštetiti performansama jata.
- Dosljedno održavanje ciljane temperature donosi značajne prihode.

Utjecaj klimatskih faktora na odluke o smještaju i ventilaciji

Glavni čimbenik koji utječe na vrstu i stil smještaja jest klima. Različiti klimatski uvjeti zahtijevaju različite strategije ventilacije i grijanja, te utječu na moguću ili poželjnu gustoću smještaja peradi. Općenito, ekstremni uvjeti traže sve sofisticiraniju opremu za kontrolu i upravljanje ambijentom. Tamo gdje su izražene razlike u vremenu s obzirom na godišnje doba, u objektu će možda biti potrebni ventilacijski sustavi za toplo i hladno vrijeme.

U svakoj datoj situaciji izbor načina smještaja i ventilacije mora se temeljiti na računanju koristi od osiguravanja potrebne tehnologije, koja se može uhvatiti u koštac s:

- Vremenom koje prevladava, tj. uvjetima koji su prisutni tijekom barem nekoliko mjeseci;
- Vjerojatnim/očekivanim ekstremnim vremenskim uvjetima.

U nastavku teksta slijedi pregled tipičnih klimatskih i/ili vremenskih uvjeta, te njihovog utjecaja na donošenje odluka o ventilaciji. Nemoguće je dati određene savjete s obzirom na ograničeni prostor, pa su ovo tek vrlo općenite preporuke. Možda će biti potrebno primijeniti elemente više od jedne klime.

Ključna točka

- Ekstremne klime zahtijevaju sofisticiraniju opremu za kontrolu ambijenta i upravljanje.

Ekstremno hladna klima

Na mjestima gdje su tijekom proizvodnog ciklusa prisutna duža razdoblja hladnog vremena, potrebno je obratiti pozornost na nekoliko stvari što se tiče konstrukcije i rada objekta za smještaj peradi.

Što se tiče direktnog utjecaja na zdravlje i performanse peradi, ekstremno hladan zrak sadrži ekstremno malu količinu vlage. Stoga, kad se takav zrak pomiješa sa zrakom u objektu, često se stvaraju ekstremno suhi uvjeti koji mogu utjecati na zdravlje peradi. Za vrijeme zimske proizvodnje, ako je prisutna ekstremno mala relativna vlažnost zraka, perad će izdisati više topline nego ona uzgojena u uvjetima više relativne vlažnosti, pa je stoga i njihov gubitak topline veći. Kako bi nadoknadili izgubljenu toplinu, često treba povišiti temperaturu. U isto vrijeme, upravitelji često smanjuju ventilaciju kako bi smanjili troškove goriva. To može predstavljati ozbiljnu pogrešku, budući da gubitak na performansama uzrokovan neprikladnom ventilacijom može biti veći od dodatnih troškova za gorivo.

U ekstremno hladnim uvjetima moramo uzeti u obzir i strukturne probleme, koji nisu karakteristični u umjerenijim klimama. Kad je vanjska temperatura ispod točke smrzavanja, sve je važnije, ali i teže, izbjeći direktno izlaganje peradi hladnom vanjskom zraku, pa će biti potrebna prostorija za pred-grijanje ili zagrijavanje zraka. Također, vrlo hladan vanjski zrak, unatoč niskoj relativnoj vlažnosti, može uzrokovati ozbiljne kondenzacijske probleme, čak i smrzavanje ulaza za dovod zraka. Kako bismo spriječili takve probleme, posebnu pažnju moramo posvetiti izolaciji i brtvljenju, kako bi spriječili ulazak vanjskog zraka u objekat kroz pukotine. Također, možda će postojati i potreba ugrađivanja prostorija za pred-grijanje vanjskog zraka.

Ključne točke

- U ekstremno hladnim klimama, zbog suhih uvjeta perad može izgubiti više topline: temperatura tada mora biti viša, no, treba održavati minimalnu ventilaciju.
- Ekstremno hladni uvjeti ponekad zahtijevaju korištenje prostorije za pred-grijanje vanjskog zraka prije njegova ulaska u objekat.

Hladna klima

Na velikim visinama, kao i u mjestima krajnjih sjevernih i južnih zemljopisnih širina sa produženim zimskim temperaturama koje stalno iznose manje od 10°C i umjerenim ljetnim temperaturama, tunelska ventilacija i hlađenje isparavanjem nisu potrebni za rješavanje problema topline.

Ventilacija na principu negativnog pritiska potrebna je kako bi se perad osjećala ugodno, te kako bi se održavale optimalne performanse jata, posebice sprečavanjem nakupljanja vlage unutar objekta. Objekti za uzgoj peradi trebaju “maksimalnu ventilaciju” dopunjenu sa dodatnim ventilatorom (i ulazom zraka) kako bi izvodili toplinu peradi tijekom vrućeg vremena. Za vrijeme velike hladnoće ponekad su potrebni dodatni sustavi grijanja i poboljšana izolacija.

Ključna točka

- U hladnim klimama potrebna je ventilacija za sprečavanje nakupljanja vlage u objektu za uzgoj peradi.

Umjerena klima

Tamo gdje temperatura stalno raste iznad 24°C, potrebna je mehanička ventilacija za sve, osim za objekte s najnižom gustoćom smještaja u malim objektima s prirodnom ventilacijom. Ako temperatura zraka stalno iznosi 24-30°C ili više, preporuča se tunelska ventilacija. Tunelska ventilacija omogućava brzu izmjenu velike količine zraka iz objekta i brzi protok hladnijeg zraka, što donekle snižava temperaturu u objektu (**Slika 16**). Kad temperatura dosegne 35°C i više, nestaje efekt vjetra, te treba primijeniti hlađenje isparavanjem, kako bi snizili temperature zraka.

Ključna točka

- Tunelska ventilacija preporuča se čak i u umjerenim klimama ako temperature stalno raste do 24-30°C ili više.

Vruća klima

Općenito, toplije vrijeme otežava povećanje gustoće smještaja peradi. Izmjena zraka može samo spriječiti porast temperature unutar objekta za nekoliko stupnjeva iznad vanjske temperature. Međutim, ako relativna vlažnost zraka nije previsoka, tunelska ventilacija sa sustavom hlađenja isparavanjem omogućava veću gustoću peradi, čak i po vrlo vrućem vremenu.

U tropskim ili suptropskim područjima, gdje su temperature stalno 35-38°C, velik broj peradi i otvoreni objekti sa prirodnom ventilacijom nisu mogući. U vrućim klimama, gdje je relativna vlažnost zraka niska (npr. objekti na velikim visinama u pustinjskim područjima), niska razina vlage doprinosi pojavi ascitesa i smanjuje brzinu rasta.

Kombinacija visoke razine vlage i visoke temperature osobito je teška za perad, budući da najveću količinu viška tjelesne topline ispuštaju disanjem (ili dahtanjem). Što je relativna vlažnost zraka viša, to će se manje perad moći rashladiti. Međutim, u objektima sa dobro napravljenom tunelskom ventilacijom, učinci vlage smanjeni su putem prirodne ventilacije.

Ključna točka

- Veća gustoća peradi može se održavati čak i u vrlo vrućim klimama tunelskom ventilacijom sa sustavom hlađenja isparavanjem.

Kako perad funkcionira i njene potrebe

Jako mlada perad ne može regulirati unutarnju temperaturu i treba toplinu: temperaturu zraka oko 30°C. Kako rastu, njihova temperaturna “zona ugone” širi se i pada, pa im na kraju uzgoja najviše odgovara temperatura od oko 20°C. Prema tome, u ranom stadiju uzgoja naša glavna briga jest pružiti peradi dovoljno topline. Kako rastu, previše topline, do čega može doći čak i zimi, čest je problem. Naš je cilj ventilacijom održavati temperaturu u objektu unutar “zone ugone” tijekom cijelog uzgoja. Kako bismo to postigli, moramo razumjeti kako perad, vrućina i vlaga međusobno djeluju.

Ključna točka

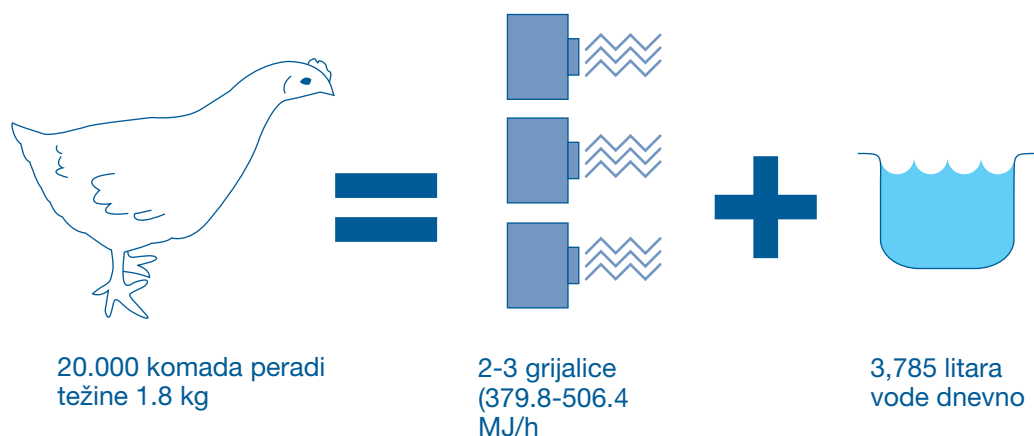
- U ranoj fazi uzgoja, glavna je briga pružiti peradi dovoljno topline. Kako rastu, previše topline čest je problem.

Perad proizvodi vrućinu i vlagu

Perad pretvara hranu i vodu u energiju potrebnu za održavanje (rad organa i mišića, te održavanje topline) i rast, tj. za dobivanje na težini. Međutim, kako perad nije 100% učinkovita, stvaraju i veliku količinu suvišne topline i vlage (u fekalijama i u procesu disanja).

Perad obično proizvodi oko 11,6 kJ/h/kg. To znači da, što su veći, više topline proizvode. Ako imamo 20 000 komada peradi težine 1,8 kg, oni će objektu dodati oko 417,600 kJ/h, tj. toliko topline koliko bi proizvele 2 ili 3 peći ako kontinuirano rade. Što veća proizvodnja peradi svjetski je trend. Količina proizvedene vlage također varira s obzirom na starost. Isto jato, gdje je perad težine 1,8 kg, može, ovisno o temperaturi, proizvesti 3785 l vode dnevno. Tijekom rasta, temperatura zraka unutar objekta i vlažnost mijenjaju se.

Slika 3: Velika jata proizvode velike količine topline i vlage. Temperatura zraka unutar objekta i vlažnost rastu s rastom peradi.



Tijekom faze grijanja, mladi pilići trebaju dodatnu toplinu. Međutim, kako oni rastu, osobito po hladnijem vremenu, perad toplinom koju stvara održava vlastitu toplinu, kao i toplinu u objektu. Kako rastu, potrebna je ventilacija, posebice pri toplom vremenu, koja će spriječiti rast temperature unutar objekta do točke gdje se perad više neće moći rješavati suvišne topline, te će njihova unutarnja temperatura postati previsoka.

Ključne točke

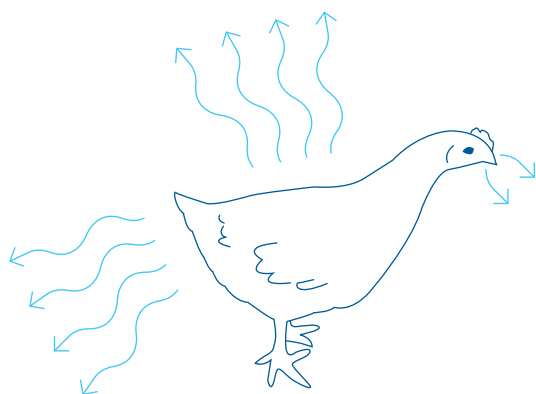
- 20.000 komada peradi težine 1,8 kg dodat će objektu oko 417.600 kJ topline po satu.
- 20.000 komada peradi težine 1,8 kg dodat će objektu oko 3785 l vode dnevno.

Učinci temperature i relativne vlažnosti na perad

Temperatura i vlažnost zajednički utječu na osjećaj ugone kod peradi, no, zbog jednostavnosti, najprije ćemo se osvrnuti na temperaturu, a zatim na vlažnost, a potom objasniti kako njihovo međudjelovanje utječe na perad.

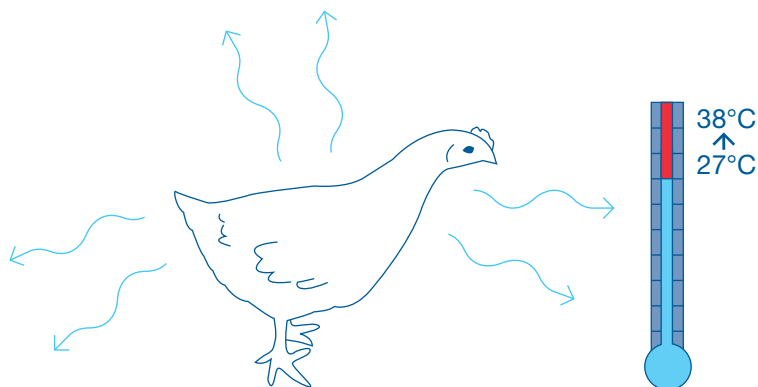
Perad se, u principu, rashlađuje pomoću zraka. Zrak, kretanjem iznad peradi, skuplja njihovu tjelesnu toplinu i prenosi je u okoliš. Perad se ne znoji, pa ne posjeduju prirodni sustav hlađenja isparavanjem. No, disanjem i dahtanjem ipak postižu učinak hlađenja isparavanjem (**Slika 4**). Međutim, za hlađenje većinom se oslanjaju na direktni prijenos topline s tijela u zrak. Ako perad podiže krila, vruće im je te pokušavaju što veću površinu tijela izložiti zraku, kako bi se riješili suvišne topline.

Slika 4: Perad se ne znoji pa se ne mogu rashladiti na taj način. Gotovo sve količine suvišne topline rješavaju se direktnim prijenosom u zrak. Kad su pod toplinskim stresom, počinju dahtati kako bi izlučili suvišnu toplinu iz tijela.



Kako bi se perad sa potpuno razvijenim perjem osjećala ugodno, mora postojati značajna razlika između temperature zraka u objektu i njihove vlastite temperature, koja je normalno iznad 37.8°C. Kako temperatura zraka u objektu raste, mehanizmi rješavanja topline koje perad koristi postaju sve neučinkovitiji. Njihova tjelesna temperatura počinje rasti, a oni počinju manje, ili potpuno prestanu jesti i rasti. Ukoliko se ova situacija ne kontrolira, perad će s vremenom uginuti.

Slika 5: Mogućnost rješavanja topline kod peradi s potpuno razvijenim perjem postaje manje učinkovita ako temperatura zraka naraste iznad 27°C. Kako se sve više nalaze pod utjecajem toplinskog stresa, jedu manje ili uopće ne jedu. Ako se nakupljanje topline u njihovim tijelima ne zaustavi, perad će uginuti.



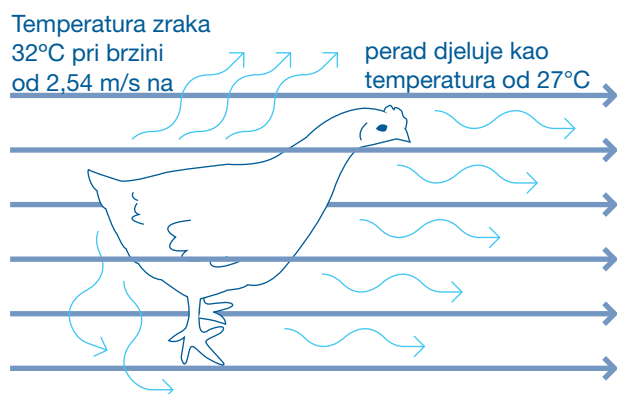
Početak toplinskog stresa

U većini uvjeta, kako perad oslobađa toplinu, porast temperature u objektu može se spriječiti izvođenjem toplog zraka i uvođenjem hladnijeg zraka izvana. Kako se perad rješava suvišne topline zagrijavanjem okolnog zraka, što se brže zrak izmjenjuje, više suvišne topline može se izgubiti. U većini objekata za uzgoj peradi, kad vanjska temperatura zraka iznosi do otprilike 27°C, ventilacijski sustav može izvoditi zagrijani zrak u odgovarajućim razmacima, kako bi se temperatura zraka u objektu zadržala u zoni ugone.

Uz izmjenu zraka, izlaganje peradi vjetru može im pomoći pri visokim temperaturama. Osjećaj hlađenja koji nastaje kretanjem zraka stvara nižu temperaturu. Na primjer, ako se zrak u objektu temperature 32 °C (i prosječne relativne vlažnosti) kreće brzinom 2,54 m/s, perad s potpuno razvijenim perjem osjećat će se kao da je temperatura zraka 27 °C. Učinak je još veći za mlađu perad, koja može čak i doživjeti stres uzrokovan hladnoćom. Tunelskom ventilacijom ostvarujemo najučinkovitije rashlađivanje hladnim zrakom. U objektima bez tunelske ventilacije, ventilator za miješanje ili cirkulaciju zraka može biti od pomoći.

Za vrlo vrućeg vremena, isparavanjem vode u zrak može se postići dodatno rashlađivanje. Sitne kapljice vode prskaju se u zrak, ili voda isparava kroz nakvašene umetke. Kako voda isparava, temperatura zraka se snižava. Hlađenje isparavanjem ovisi o tome omogućavaju li ventilatori dobar protok zraka u objektu, a najbolje djeluje kad relativna vlažnost nije previsoka.

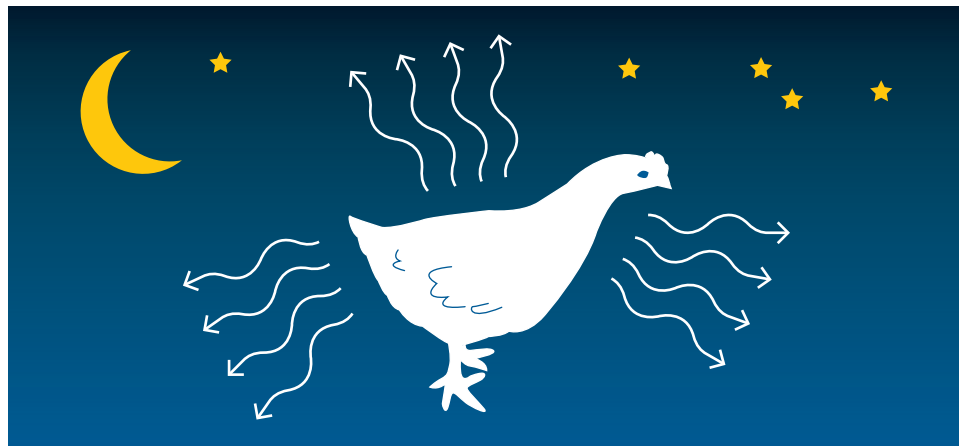
Slika 6: Brzo kretanje zraka iznad peradi stvara efekt vjetra, koji može biti vrlo koristan, osobito većoj peradi. Međutim, mlađa je perad osjetljivija pa mogu doživjeti stres uzrokovan hladnoćom.



Perad može podnijeti više temperature tijekom dana, ako noćna temperatura padne 14°C ili više od najviše dnevne. Tijekom hladnije noći perad se može riješiti suvišne tjelesne topline nakupljene tijekom dana. Ako ventilatori rade cijelu noć i zrak se kreće iznad peradi, "efektivna" noćna temperatura može se smanjiti. Perad se tada oporavlja do jutra, što pomaže u održavanju vrhunskih performansi i smanjuje rizik smrtnosti ako su dnevne temperature vrlo visoke.

Perad također gubi dio tjelesne topline disanjem. Zato počinju dahtati ako im je prevruće. To je zapravo pomoćni sustav hlađenja, koji se uključuje kad temperatura poraste 4-6 °C iznad njihove trenutne zone ugođe. Perad tada pokušava maksimalno povećati učinak hlađenja isparavanjem do kojeg dolazi zbog prelaženja zraka preko vlažnih rubova njihovih dišnih puteva i pluća. Ova metoda najbolje djeluje kad je zrak relativno suh. Ako zrak već sadrži visoku razinu vlage, ne može isparavati i vlagu koja dolazi od peradi, pa uopće ne dolazi do hlađenja isparavanjem.

Slika 7: Perad može podnijeti više dnevne temperature ako se mogu rashladiti tijekom noći. Učinak je najvidljiviji kad noćne temperature padnu 14 °C ispod dnevnih. Ako su ventilatori uključeni i noću kako bi se zrak kretao iznad peradi, smanjit će se noćna "efektivna" temperatura.

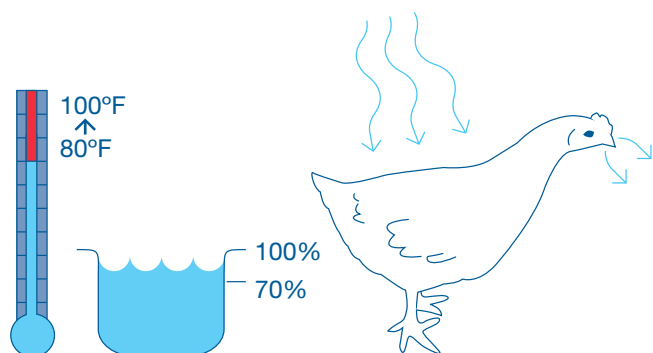


Dio koji slijedi o toplinskom stresu preuzet je direktno iz dokumenata dr. Jima Donalda. Iz tog razloga izračuni toplinskog stresa ne mogu se pretvoriti u metričke vrijednosti

Pravilo nastalo iskustvom koje primjenjuju mnogi vođači i proizvođači peradi u SAD-u govori da u objektima bez tunelske ventilacije, u kojima se temperatura kreće oko 80°F ili više, a temperatura i relativna vlažnost zajedno iznose 160 ili više, perad teško oslobađa suvišnu toplinu iz tijela. Zbroj temperature i relativne vlažnosti daje nam indeks toplinskog stresa. Na primjer, ako temperatura zraka iznosi 85°F pri relativnoj vlazi od 70% ($85 + 70 = 155$), peradi će biti ugodno. No, ako relativna vlažnost naraste na 80% ($85 + 80 = 165$), krmna smjesa gubi svoju učinkovitost zbog pregrijavanja peradi. Ovo vrijedi samo kod konvencionalne ventilacije u bočno otvorenim objektima ili pri mehaničkoj ventilaciji po hladnom vremenu, kad se zrak ne kreće iznad peradi. Ne odnosi se na tunelsku ventilaciju zbog efekta vjetra.

Po hladnom vremenu, kad koristimo grijače s direktnim izgaranjem, i perad i grijači dodaju vlagu zraku, budući da je vodena para jedan od produkata izgaranja pri većini goriva. Ta je količina vrlo mala u usporedbi s količinom vlage koja dolazi od peradi, no kombinacija navedenog stvara veliku vlažnost u objektu ako je brzina rada ventilacije nedovoljna. To znači da se problem s toplinskim stresom može pojaviti kad ga najmanje očekujete ako indeks temperatura/vlažnost iznosi više od 160. Previše vlage dovodi do zgrudnjavanja stelje i problema s amonijakom. (Ako koristite sustav izmjene topline, tako da se produkti izgaranja ne oslobađaju u objekat, grijanje neće povećati količinu vlage u zraku.)

Slika 8: Zbrajanjem temperature i vlage možemo zaključiti hoće li perad doživjeti toplinski stres. Ako je temperatura iznad 80°F, a zbroj temperature i relativne vlažnosti iznose 160 ili više, perad će vjerojatno doživjeti stres.



Temperatura + vlažnost = 160 ili više = Toplinski stres

Po toplom vremenu problem s relativnom vlagom ne javlja se često, osim za vrijeme oluja po vrućim danima. Na primjer, nakon popodnevnog oluja za vrućeg dana, dnevna temperatura može doseći 90°F, s relativnom vlažnošću preko 90%. U ovim uvjetima nužna je maksimalna izmjena i kretanje zraka.

Ključne točke

- Ako perad podiže krila, pokušavaju izložiti što veću površinu tijela zraku kako bi se oslobodili suvišne topline.
- Ako temperatura zraka iznosi do 27°C, ventilacija obično može ukloniti ugrižani zrak unutar objekta i održati tako perad u njihovoj zoni ugodne.
- Efekt povjetarca stvoren kretanjem zraka može pomoći peradi u vrućim uvjetima; isparavanje vode u zrak može osigurati dodatno rashlađivanje.
- Niže noćne temperature pomažu peradi pri dnevnim vrućinama.
- Dahtanje znači da je peradi prevruće, te pokušavaju osloboditi suvišnu toplinu iz tijela.
- Temperatura i relativna vlažnost zraka u međusobnoj su vezi; visoki postotak vlage može uzrokovati probleme čak i pri relativno niskoj temperaturi zraka.
- Prevelika vlažnost u objektu doprinosi zgrudavanju stelje i problemima s amonijakom.

Relativna vlažnost zraka

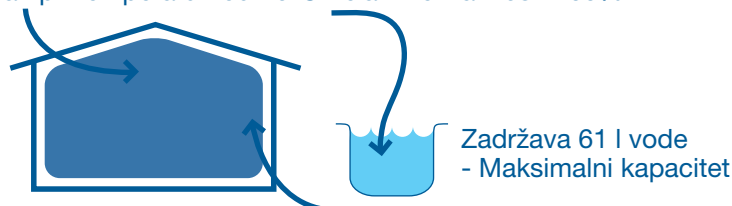
Kad voda isparava, odlazi u zrak u obliku pare. Ne možete je vidjeti, no litre i litre vode plutaju u zraku cijelo vrijeme. U objektu za uzgoj peradi, nije važna samo količina vode u zraku, nego i zasićenost zraka tom parom. Pod pojmom “relativne vlažnosti” mislimo na zasićenost zraka izraženu u postocima.

Ako zasićenost zraka parom iznosi polovicu njegova ukupnog kapaciteta, tada relativna vlažnost zraka iznosi 50%. Ako zasićenost iznosi $\frac{3}{4}$ kapaciteta, tada je relativna vlažnost 75%. Kad je zrak potpuno zasićen parom, relativna vlažnost iznosi 100%.

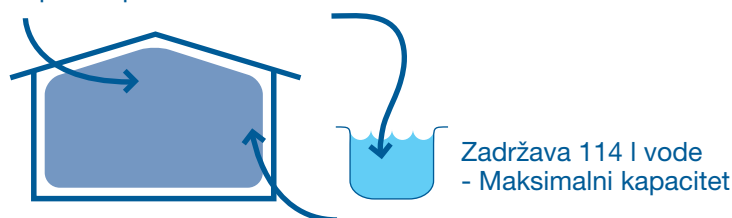
Ključna stvar koju moramo razumjeti jest da se zasićenost (u litrama po kubičnim metrima zraka) mijenja ovisno o temperaturi zraka. Zato koristimo termin “relativna vlažnost”. Topli zrak može primiti puno više pare od hladnog, tj. može apsorbirati puno više vlage od peradi i stelje, bez da se približi zasićenosti. Također, ako je zrak hladan, a relativna vlažnost visoka, zagrijavanje zraka automatski smanjuje njegovu relativnu vlažnost. Zbog toga je ventilacija moguća zimi. Kad ventilacijski sustav uvede hladni zimski zrak u objekat, on se zagrijava. Relativna vlažnost opada, kapacitet primanja vode raste, pa takav zrak može primiti vlagu iz stelje i izvesti je iz objekta.

Slika 9: Kako temperatura zraka raste, povećava se količina vode koju taj zrak može zadržati. Pravilo nastalo iskustvom glasi kako porast temperature od 11°C snižava relativnu vlažnost napola, tj. povećanje temperature zraka povećava njegovu moć apsorpcije. Pri 27°C zrak ima veću moć apsorpcije i može primiti gotovo dvaput više vodene pare nego isti zrak pri temperaturi od 16°C.

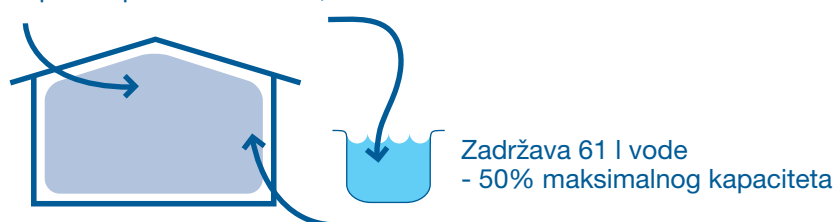
Zrak pri temperaturi od 16°C relativne vlažnosti 100%



Zrak pri temperaturi od 27°C relativne vlažnosti 100%



Zrak pri temperaturi od 27°C, relativne vlažnosti 50%



Ključne točke

- Relativna vlažnost pokazuje nam koliko je zrak blizu sadržavanja maksimalne količine vlage prije nego što dođe do kondenzacije.
- Topliji zrak zadržava mnogo više vlage. Promjena temperature od 11°C može dvostruko povećati (ili smanjiti) relativnu vlažnost zraka.

Osnovno o ventilaciji

Budući da je ventilacija tako važna u stvaranju optimalnog ambijenta za uzgoj broilera unutar objekta, razumijevanje osnovnih principa ventilacije važno je za pravilnu izgradnju i upravljanje objektom. Razlikujemo dvije osnovne vrste ventilacije: prirodnu ventilaciju i energetska ventilaciju.

Prirodna ventilacija

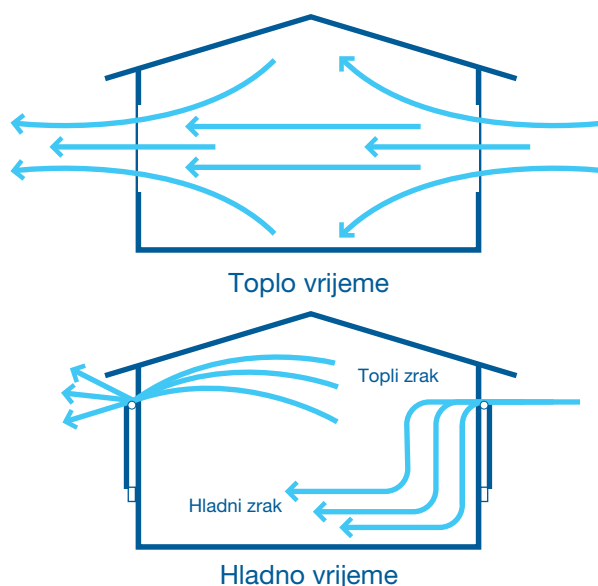
Prirodna ventilacija oslanja se na otvaranje objekta kako bi vanjski povjetarac i unutarnje konvekcijske struje uvodile zrak u objekat. To se često postiže spuštanjem (ili dizanjem) bočnih zavjesa, preklopnica ili vrata. Bočne su zavjese najčešće, te stoga prirodnu ventilaciju često zovemo “ventilacija zavjesama”.

Kod prirodne ventilacije zavjese se otvore kako bi pustili vanjski zrak u objekat kad se on zagrije; kad se ohladi, zavjese se zatvore kako bi se prekinuo protok zraka. Otvaranjem zavjesa velika količina vanjskog zraka prolazi kroz objekat, izjednačujući vanjske uvjete s unutarnjima. Prirodna ventilacija idealna je samo kad je vanjska temperatura približna ciljanoj temperaturi u objektu. Brzina izmjene zraka ovisi o vanjskim vjetrovima. Za toplih i vrućih dana s malo vjetra možemo koristiti ventilator kako bi stvorili efekt hlađenja. Zamagljivači i isparivači mogu se koristiti sa ventilatorima kako bi ostvarili dodatno hlađenje.

Ako se ovakva ventilacija koristi pri hladnijem vremenu, važno je da strojevi za podizanje zavjesa rade pomoću vremenskih sklopova (tajmera) koji omogućavaju njihovo podizanje i spuštanje, kao i sigurnosnih termostata i spuštača zavjesa u slučajevima visoke temperature ili nestanka struje. Ventilator pomaže u miješanju hladnog zraka koji dolazi izvana i toplog zraka unutar objekta. Ako nema ventilatora, zbog malih otvora na zavjesama težak vanjski zrak sporo ulazi i odmah pada na tlo, zbog čega je perad hladno, a stelja postaje mokra. U isto vrijeme, topliji zrak izlazi iz objekta, što uzrokuje velike promjene u temperaturi. Međutim, čak i u umjerenim vremenskim uvjetima, uz normalne promjene u temperaturi zraka i vjetrovima tijekom dana (ili noći) česta prilagođavanja postavaka zavjesa možda će biti potrebna. Prirodna ventilacija zahtijeva stalno, 24-satno upravljanje.

Prirodna ventilacija ne dopušta veliku kontrolu uvjeta unutar objekta. U početku se često koristila, osobito u područjima blage klime, a objekti su bili izgrađeni tako da potpomognu prirodne konvekcijske struje za ventilacijske svrhe. Kasnije su upravitelji ili moderniji objekti koristili prirodnu ventilaciju kao “srednju” opciju, kad je vanjska temperatura blizu željenoj temperaturi u objektu, pa nije potrebno ni grijanje (i minimalna ventilacija) ni hlađenje.

Slika 10: Prirodna ventilacija funkcionira samo kad su vanjski uvjeti slični onima potrebnima u objektu. Za vrućeg vremena potrebni su jaki vjetrovi kako bi se postigla prihvatljiva brzina izmjene zraka; za hladnog vremena postoji veća vjerojatnost da će hladan zrak pasti direktno na perad.



Međutim, dokazano je da stalna ventilacija pomoću ventilatora povoljno djeluje na bolje performanse jata i zaradu, čak i u objektima sa bočnim zavjesama. Iz tog se razloga ovaj priručnik više neće baviti prirodnom ventilacijom.

Ventilatori za unutarnju cirkulaciju ili miješanje zraka često se koriste u prirodnoj ventilaciji i mogu pomoći u miješanju unutarnjeg i vanjskog zraka, sprečavajući tako temperaturnu stratifikaciju po hladnom vremenu, te, do određene mjere hladeći perad direktnim povjetarcima. Ovakva vrsta ventilacije, međutim, ne gura vanjski zrak u objekat, pa se objekat s prirodnom ventilacijom ne smatra objektom s mehaničkom ventilacijom.

Ključne točke

- Prirodna ventilacija učinkovita je samo kad su vanjski uvjeti slični onima kakve želimo u objektu.
- Prirodna ventilacija zahtijeva stalno, 24-satno upravljanje.
- Brzina izmjene zraka u objektu s prirodnom ventilacijom ovisi o vanjskim vjetrovima; za hladnog vremena veća je vjerojatnost da će hladni zrak pasti direktno na perad.
- Ventilatori za miješanje zraka mogu pomoći u poboljšanju uvjeta u objektu s prirodnom ventilacijom.

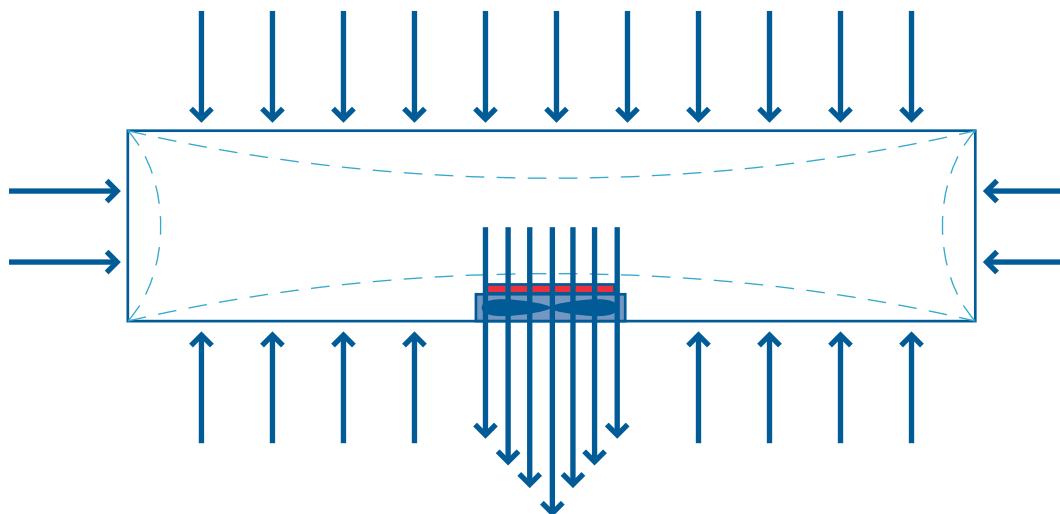
Električni sustavi ventilacije

Električnom ventilacijom zrak se pomoću ventilatora uvodi u i kroz objekat. Ovakav sustav ventilacije dopušta veću kontrolu brzine izmjene zraka i model protoka zraka, ovisno o konfiguraciji ventilatora i ulaza za zrak, te o vrsti kontrole koja se primjenjuje.

Električni sustavi ventilacije mogu koristiti pozitivan ili negativan pritisak. Sustavi montirani na zidu koji koriste pozitivni pritisak te guraju vanjski zrak u objekat, često se koriste za hladnije vrijeme. Međutim, većina električnih ventilacijskih sustava koji se koriste u objektima za uzgoj peradi koriste negativni pritisak. To znači da ventilatori izvlače zrak iz objekta. To stvara djelomični vakuum (negativni pritisak) u objektu, pa ulazi za zrak u zidovima ili ispod nadstrešnice uvlače zrak u objekat.

Postizanje djelomičnog vakuuma dopušta puno bolju kontrolu modela protoka zraka unutar objekta i jednakolikije uvjete u objektu, tj. smanjene su i točke "mrtvog zraka" i vruće i hladne točke.

Slika 11: Ventilacija s negativnim pritiskom stvara djelomični vakuum koji jednakomjerno uvlači zrak u objekat kroz otvore, stvarajući jednolikije uvjete unutar peradnjaka.



Ključna točka

- Mehanička ventilacija negativnog pritiska stvara djelomični vakuum u objektu, dopuštajući kontrolu modela protoka zraka.

Potreba za čvrsto zabrtvljenim / zatvorenim objektom

Moderni objekti, koji imaju ventilacijske sustave negativnog pritiska, moraju biti čvrsto zabrtvljeni/zatvoreni. U objektima s prirodnom ventilacijom to nije važno. No, pri korištenju ventilacije negativnog pritiska, ključ je u potpunoj kontroli ulaza zraka u objekat, pa je zabrtvljenost objekta od velike važnosti. Tijekom rada po hladnom vremenu, zrak koji dolazi ispod temelja, oko vrata ili kroz pukotine stvorit će osjećaj hladnoće i neugode kod peradi, probleme s vlagom i udaljiti ambijentalnu temperaturu od idealne. Mjesta propuštanja zraka u sustavu tunelske ventilacije uništavaju put zraka s jednog kraja objekta u drugi, smanjujući tako brzinu zraka i hlađenje.

Test zatvorenosti objekta koji se koristi u peradarskoj industriji za objekte veličine 12 m x 122 m ili 12 m x 152 m sastoji se u uključivanju dva ventila promjera 91cm ili jednog promjera 122 cm, dok su svi ulazi i vrata zabrtvljeni. Očitavanje diferencijalnog statičkog pritiska iz unutrašnjosti objekta prema van pokazat će razinu negativnog pritiska kojeg su postigli ventilatori. Što je on veći, to je objekat zatvoreniji. Cilj bi trebao biti negativni pritisak od barem 37,5 Pa; u novijim objektima statički pritisak trebao bi biti puno viši od 50 Pa.

Ključna točka

- Čvrsto zabrtvljen objekat nužan je za uspješnu kontrolu uvjeta unutar objekta kod ventilacijskih sustava negativnog pritiska.

Vrste ventilacija negativnog pritiska

Mehanička ventilacija negativnog pritiska može funkcionirati s različitim postavima ventilatora i ulaza za zrak u 3 različita moda/načina, ovisno o potrebnoj ventilaciji:

- Minimalna ventilacija (poznata i kao “mehanička ventilacija”) - radi pomoću mjerača vremena (tajmer), koristi se za hladnije vrijeme i/ili manju perad.
- Tranzicijska ventilacija – radi pomoću termostata ili temperaturnog senzora, koristi se za otklanjanje vrućine kad tunelsko hlađenje nije potrebno ili poželjno.
- Tunelska ventilacija- koristi se za toplije vrijeme i/ili veću perad; radi pomoću termostata ili temperaturnog senzora.

U sva tri ventilacijska moda koristi se princip negativnog pritiska, no rade pri različitom statičkom pritisku. Statički pritisak, na mjestima gdje se koristi metrički sustav mjeren u Pascalima, pokazuje razliku između vanjskog i unutarnjeg tlaka zraka, ili stupanj djelomičnog vakuuma postignutog u objektu. Minimalna ventilacija radi pri višem statičkom pritisku (veći vakuum), obično između 17,5 i 30 Pa. tunelska ventilacija može postići statički pritisak od 10 do 25 Pa, ovisno o tome je li ugrađen sustav hlađenja isparavanjem, te o vrsti sustava isparavanja koji se koristi.

Ponekad se previde važne razlike u načinu na koji se govori o objektima za uzgoj peradi. Tako ćemo pričati o “tunelskoj ventilaciji”, kao da postoji samo jedna vrsta ventilacije. Tunelski sustav koristi se samo po toplom i vrućem vremenu, a “objekat s tunelom” za hladnije vrijeme vjerojatno je opremljen za, te se prebacuje na minimalnu ili tranzicijsku ventilaciju kako to vrijeme i veličina peradi traže. Varirajuće potrebe peradi usporedne s njihovim rastom i promjenjivost vremena, posebice u proljeću i jeseni, zahtijeva od upravitelja da budu spremni za prebacivanje ventilacijskog sustava s jednog načina rada na drugi kada je to potrebno.

U nastavku slijede kratki opisi rada osnovnih sustava mehaničke ventilacije. Za detaljnije informacije o sustavima i njihovu upravljanju, vidi odjeljak „*Ključne točke upravljanja modernim objektom s tunelskom ventilacijom*” (str. 32).

Ključne točke

- Različite strukture ventilatora i ulaza za zrak koriste se kod ventilacije s negativnim pritiskom za ostvarivanje različitih svrha, ovisno o uvjetima, koji prevladavaju.
- Različiti načini rada ventilacije s negativnim pritiskom rade u određenim rasponima statičkog pritiska.
- Varirajuće potrebe peradi i promjenjivo vrijeme zahtijevaju spremnost upravitelja da promijene način rada ventilacije po potrebi.

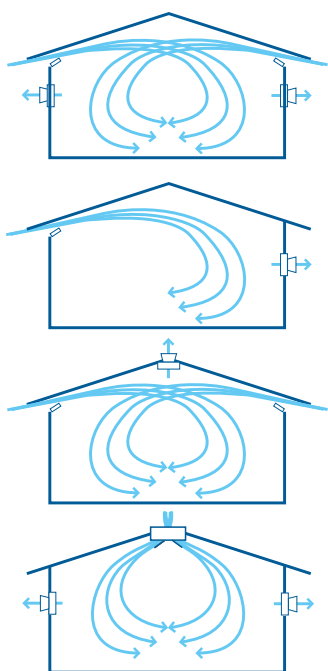
Kako radi minimalna ventilacija

Svrha minimalne ventilacije jest unijeti u objektat dovoljno svježeg zraka da se izvede suvišna vlaga i pare amonijaka tijekom hladnog vremena i/ili kad je perad jako mala, bez hlađenja pilića. Obično se koristi između 2 i 6 ventilatora veličine 91 cm, a lokacije na kojima su smješteni ventilator i ulazi za zrak variraju kako je opisano u nastavku.

Ključ uspješne minimalne ventilacije je u stvaranju pogodnog djelomičnog vakuma tako da zrak ulazi dovoljnom brzinom kroz sve ulaze. Budući da su ulazi za zrak jednakomjerno raspoređeni cijelom dužinom objekta, protok je zraka jednakomjeran u cijelom objektu. Također, hladni vanjski zrak ulazi u objektat brzinom dovoljno velikom da se pomiješa s toplim zrakom unutar objekta iznad jata umjesto da padne direktno na perad, tako ih hladeći.

U različitim područjima, za minimalnu ventilaciju koristi se nekoliko varijacija ventilacije negativnog pritiska (kao i za ne-tunelsko uklanjanje vrućine u tranzicijskoj ventilaciji, kako je kasnije opisano). Najčešći oblici prikazani su na **Slici 12**.

Slika 12: Četiri najčešća načina postave ventilatora/ulaza za minimalnu ventilaciju

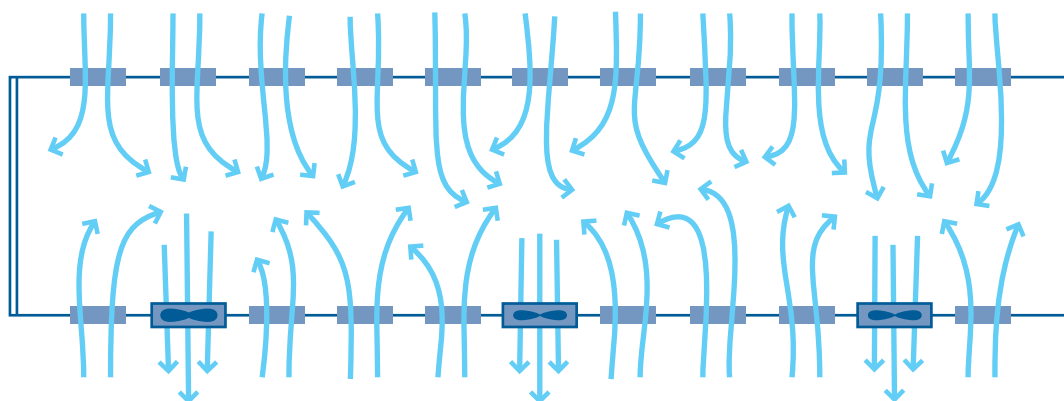


- Ispušni ventilator na bočnim zidovima i ulazi za zrak oko vanjskih rubova (visoko na zidovima ili na stropu). Ovo dobro djeluje po hladnom vremenu te u objektima s tunelskom, tranzicijskom ventilacijom.
- Ispušni ventilator na jednoj strani objekta, a ulazi za zrak na drugoj. Poznata i kao “križna/unakrsna ventilacija”, najčešća je u područjima gdje nije potrebna tunelska ventilacija.
- Ispušni ventilator u krovu, a ulazi za zrak u bočnim zidovima. Najviše se koristi u hladnijim klimama.
- Ispušni ventilator u bočnim zidovima, a ulazi za zrak na vrhu krova. Poznata i kao “ventilacija obrnutog toka”, slična je postavi **A**, uz iznimku mjesta ulaza za zrak.

Radi lakšeg predstavljanja, te zbog česte upotrebe diljem svijeta, postava **A** (ventilator na bočnim zidovima, a ulazi za zrak oko vanjskih rubova) koristi se i u ovom priručniku. Čitatelj treba razumjeti da, dok konfiguracije koje rade na temelju negativnog pritiska variraju u detaljima širom svijeta, isti se temeljni principi primjenjuju za sve gore prikazane postave, te sve može i mora ispravno raditi pri minimalnoj ventilaciji.

Slika 13 prikazuje model protoka zraka stvoren pri minimalnoj ventilaciji. Kako bi ovo postigli, područje gdje se nalaze ulazi za zrak mora se prilagoditi kapacitetu korištenog ventilatora. Ako je to područje premalo (za broj ventilatora koji rade), ventilatori moraju raditi protiv previsokog statičkog pritiska, te neće postići potrebnu brzinu izmjene zraka. Ako su ulazi za zrak preširoki, statički je pritisak prenizak, pa zrak ulazi većinom ili samo kroz ulaze koji su najbliže ventilatorima, stvarajući time nejednak protok zraka i loše uvjete za perad. Ako koristimo podesive ulaze za zrak na rubovima objekta pokretane regulatorom statičkog pritiska, područje ulaza automatski se podešava. Kod korištenja zavjesa postoji veća vjerojatnost preširokih otvora, zbog čega će hladan zrak po ulasku u objekat pasti izravno na perad. Minimalna ventilacija također zahtijeva čvrstu zabrtvljenost objekta: zrak koji prolazi kroz pukotine pokvarit će željeni protok zraka.

Slika 13: Cilj minimalne ventilacije je ravnomjerno i velikom brzinom uvesti zrak kroz ulaze razmještene po objektu, iznad peradi, tako da se hladni vanjski zrak miješa sa unutarnjim toplim, kako prikazuje dijagram. Na ovaj način hladan vanjski zrak neće pasti na perad.



Minimalna ventilacija radi uz pomoć mjerača vremena, te se može podesiti tako da radi pola minute svakih 5 minuta u ranoj fazi rasta ili po vrlo hladnom vremenu. Kako perad raste i/ili vrijeme postaje toplije, termostati osiguravaju prikladnu brzinu ventilacije.

Kako bi po hladnom vremenu uklonili vlagu iz objekta, minimalna ventilacija mora se održavati čak i kad se termostat ne uključuje, te kad i malu količinu vlage treba izvesti iz objekta.

Ključne točke

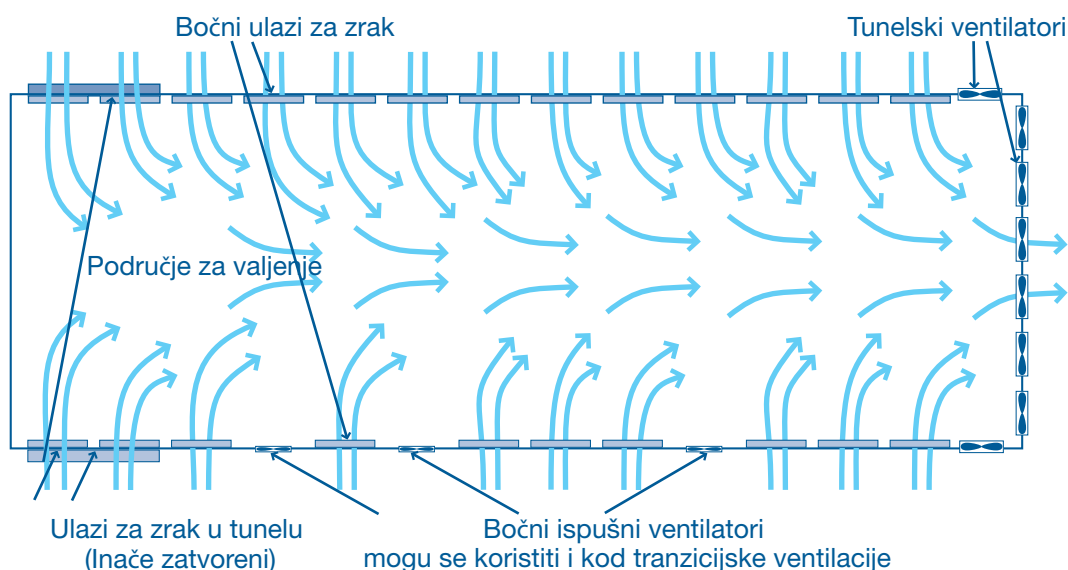
- Svrha minimalne ventilacije jest uvesti u objekat dovoljno svježeg zraka kako bi se izvela suvišna vlaga i amonijak po hladnom vremenu ili tijekom faze grijanja.
- Konfiguracije ventilatora koji stvaraju negativni pritisak i ulaza za zrak variraju diljem svijeta, no isti se temeljni principi primjenjuju na sve.
- Svi postavi minimalne ventilacije dovode vanjski zrak visoko u objekat kako bi se izbjeglo direktno izlaganje jata hladnom zraku.
- Da bi postigao potreban protok zraka, otvori za zrak moraju biti usklađeni s kapacitetom korištenih ventilatora.
- Korištenjem podesivih ulaza za zrak na rubovima objekta pokretanih regulatorom statičkog pritiska dobit ćemo najbolji protok zraka.
- Minimalnom ventilacijom upravljaju mjerači vremena, a ne temperatura.

Kako radi tranzicijska ventilacija

Promjena s minimalne na tranzicijsku ventilaciju zapravo je prijelaz s ventilacije koja radi na mjerac vremena na onu kojom upravlja temperatura, bez obzira na postav ventilatora i ulaza za zrak. To znači da svaki put kad se senzori temperature ili termostati uključe kako bi ventilatori nastavili raditi, minimalna ventilacija radi u tranzicijskom načinu rada. Kako se vanjska temperatura povećava, možda će biti potrebni dodatni ventilatori (i ulazi za zrak).

Dodatni stupanj u tranzicijskoj ventilaciji jest „hibridni” postav, prikazan **Slikom 14.**, pri kojem veliki tunelski ventilatori uvode zrak u objekat kroz otvore za zrak na rubovima objekta, dok su ulazi u tunelu zatvoreni. Vanjski zrak ulazi i miješa se sa zrakom u objektu na isti način kao kod minimalne ventilacije s negativnim pritiskom, gdje se koriste ventilatori na bočnim zidovima. No, razlika je u tome što, zbog većeg kapaciteta ventilatora, dolazi do izmjene veće količine zraka. Četiri ventilatora u takvom, tranzicijskom postavu, rezultiraju istom brzinom ventilacije kao tunelska ventilacija s četiri ventilatora, no, bez direktnog izlaganja peradi zraku. Na nekim mjestima, tunelski ventilatori ne koriste se za tranzicijsku ventilaciju zbog jednolikosti. Korištenje tunelskih ventilatora za tranzicijsku ventilaciju temelji se na klimi i mogućnosti miješanja dolazećeg zraka.

Slika 14: Tranzicijska ventilacija uključuje se kad temperaturni senzori prijeđu timer minimalne ventilacije. Kad je za uklanjanje topline potrebna veća brzina izmjene zraka, tunelski ventilatori mogu se koristiti za dovođenje veće količine zraka kroz ulaze na rubovima objekta, kako je prikazano dijagramom „hibridnog” tranzicijskog načina, bez direktnog izlaganja peradi hladnom zraku.



Kao i kod minimalne ventilacije, ulazi za zrak moraju biti usklađeni sa kapacitetom ventilatora. Treba osigurati dovoljna količina ulaza za zrak, da možemo uključiti barem polovicu tunelskih ventilatora u hibridnom tranzicijskom načinu rada bez stvaranja suvišnog statičkog pritiska. Za najučinkovitije djelovanje, ulaze za zrak kontroliraju uređaji osjetljivi na statički pritisak, kao i kod minimalne ventilacije.

Ključne točke

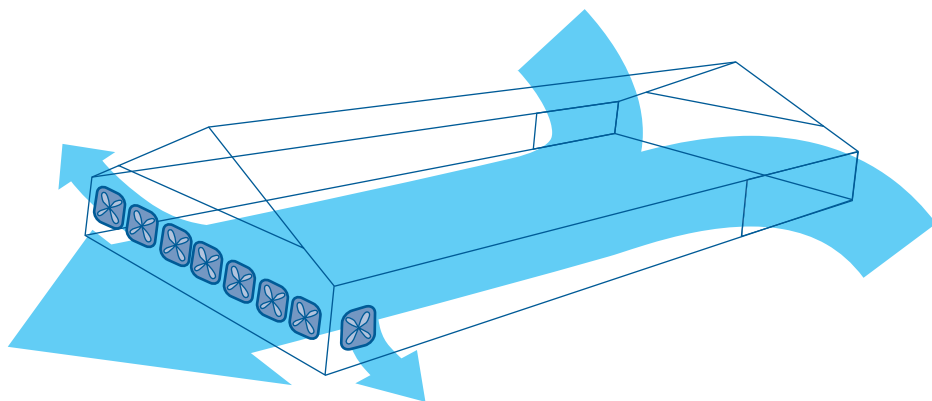
- Tranzicijsku ventilaciju pokreće temperatura, kad je potrebno otklanjanje topline, no, bez direktnog izlaganja peradi hladnom zraku.
- Kada potreba za odvođenjem topline zahtijeva veću brzinu izmjene zraka nego što to minimalna ventilacija može zadovoljiti, mogu se koristiti tunelski ventilatori koji će kroz ulaze na rubovima objekta unijeti veće količine zraka u objekat.
- Kao i kod minimalne ventilacije, ulazi trebaju biti usklađeni sa kapacitetom ventilatora, a podešavanja otvora ulaza za zrak trebaju provoditi automatski regulatori osjetljivi na statički pritisak.

Kako radi tunelska ventilacija

Svrha tunelske ventilacije jest osigurati da je peradi ugodno pri toplom i vrućem vremenu pomoću efekta vjetra koji nastaje zbog visoke brzine protoka zraka. Ovo je posebno pogodno za toplija područja, te ona mjesta gdje se uzgaja veća perad (1,8- 3,6 kg). Tunelski sustavi napravljeni su tako da otklone suvišnu toplinu osiguravajući brzinu izmjene zraka potrebnu za izvođenje suvišne topline iz objekta za vrućeg vremena. Radom svih ventilatora može se ostvariti potpuna izmjena zraka u objektu unutar jedne minute.

Tunelska ventilacija također omogućava i hlađenje vjetrom, pokrećući zrak cijelom dužinom objekta. Za najučinkovitije hlađenje potrebna je brzina kretanja zraka od barem 2,54 m/s.

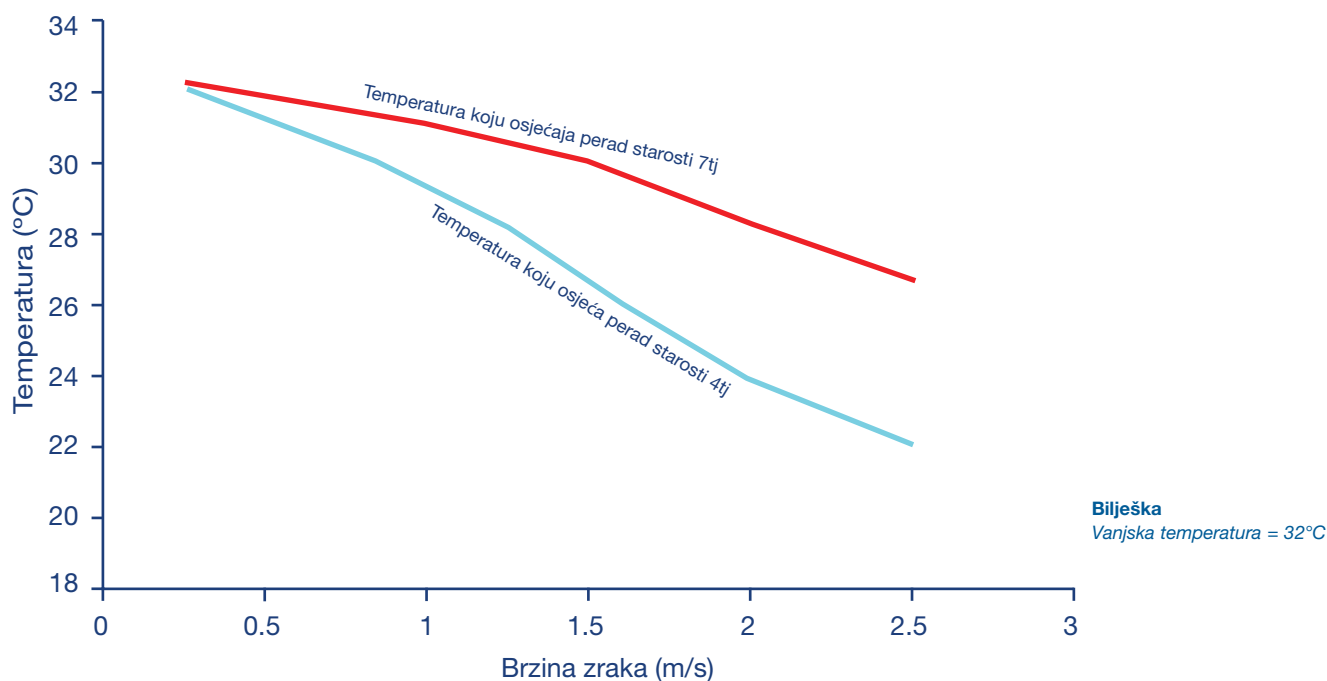
Slika 15: Tunelska ventilacija napravljena je tako da velikom brzinom pokreće velike količine zraka iznad peradi, ostvarujući maksimalno uklanjanje topline i efekt hlađenja.



Efekt vjetra koji stvara velika brzina prolaska zraka može smanjiti temperaturu koju perad osjeća za čak 5,5-7°C. **Slika 16** prikazuje efektivne temperature koje nastaju pri različitim brzinama, za perad staru četiri i sedam tjedana.

Kako **slika 16** prikazuje, pri tunelskoj ventilaciji treba biti oprezan s mlađom peradi, budući da pri istoj brzini zraka osjećaju veću hladnoću. Obratite pažnju na činjenicu da se “efektivna” temperatura može samo procijeniti, nikako ne očitati se s termometra ili izračunati. Ponašanje peradi treba nam pomoći u odlučivanju koliko ćemo ventilatora uključiti da bismo postigli potrebnu brzinu i izmjenu zraka kako bi se perad osjećala ugodno.

Slika 16: Efekt vjetra stvoren većom brzinom protoka zraka veći je za mlađu perad.



Zbog velike brzine protoka zraka, tunel je pogodan za dodavanje sustava hlađenja isparavanjem. To se može postići ili zamagljivačima unutar objekta, ili umecima za hlađenje isparavanjem s vanjske strane ulaza za zrak. Ovakvo pravo hlađenje vanjskog zraka, uz „efektivno” hlađenje nastalo zbog efekta vjetra, može zadržati dobre performanse peradi čak i po vrućem vremenu. Ako se primjenjuje kao jedino sredstvo rashlađivanja, efekt vjetra dobiven tunelskom ventilacijom postaje manje izražen kad temperature prijeđu 32 °C; iznad 38 °C zrak grije perad, umjesto da ih hladi.

Kod tunelske ventilacije, prikladno područje ulaza u tunelu vrlo je važno. Za hlađenje pomoću umetaka potrebno je veće područje (kako je objašnjeno niže). Objekti s tunelima također moraju biti čvrsto zabrtvljeni jer će svako curenje zraka omesti željeni protok zraka.

Ključne točke

- Svrha tunelske ventilacije jest postizanje maksimalnog hlađenja efektom vjetra nastalog zbog velike brzine protoka zraka.
- “Efektivna” temperatura nastala efektom vjetra mora se procijeniti i varira ovisno o veličini/dobi peradi i stvarnoj temperaturi zraka.
- Efekt vjetra manje je izražen ako temperatura zraka prijeđe 32°C; iznad 38°C zrak grije umjesto da hladi.

Kako radi hlađenje isparavanjem

Kad voda isparava, bez obzira s čim je u dodiru, ona se hladi. Isparavanje samo 3,8 l vode iz zraka uklanja 9,179 kJ topline. Hlađenje isparavanjem (skraćeno: EC) stoga predstavlja učinkovit alat za uzgoj peradi pri vrućem vremenu.

Najjednostavniji način primjene hlađenja isparavanjem za broilere jest upotreba zamagljivača postavljenih iznad glava peradi u objektima s prirodnom ventilacijom. Najučinkovitiji i moderni sustavi, međutim, napravljeni su tako da dopunjuju i rade zajedno sa tunelskom ventilacijom. Dodajući smanjivanje temperature efektu hlađenja vjetrom u tunelu, dobro konstruirani i vođeni sustavi hlađenja isparavanjem mogu održati performanse peradi u vrućim uvjetima.

Pri primjeni hlađenja isparavanjem možemo birati između dva načina postavljanja zamagljivača i navlaženih umetaka (koji štrcaju ili recirkulirajući) postavljenih iznad ulaza za zrak u tunelu. Oboje je vrlo korisno, no recirkulirajući umeci postaju sve dominantniji u upotrebi. Vrlo su učinkoviti, a zahtijevaju manje upravljanja, te ne moće perad ili stelju.

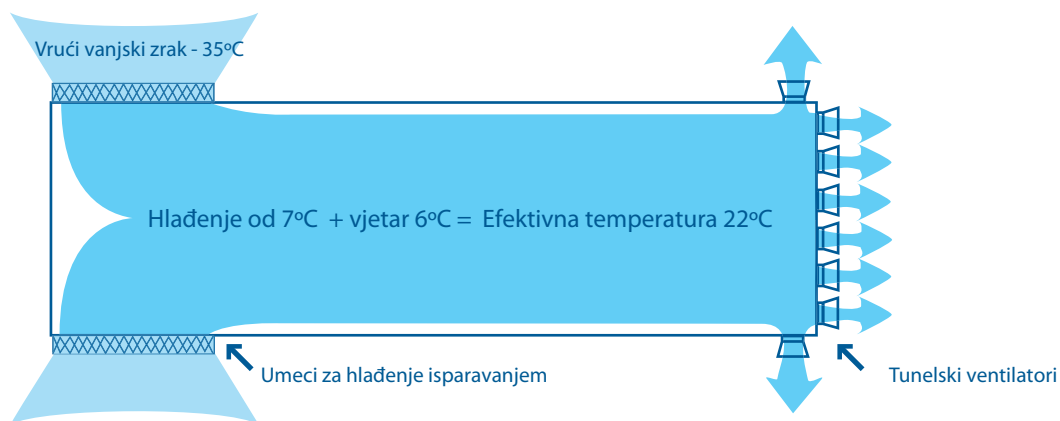
Učinkovitost ovog sustava hlađenja ovisi o 3 faktora:

- Početna vanjska temperatura – što je ona viša, veće je hlađenje moguće
- Relativna vlažnost (RV) vanjskog zraka – što je niža, to bolje.
- Koliko učinkovito sustav isparava vodu – tipični sustavi kreću se u rasponu učinkovitosti 50-75%.

Tablica 1 prikazuje temperature unutar objekta koje nastaju kao rezultat niže ili više početne temperature zraka, učinkovitosti sustava i relativne vlažnosti. Na primjer, ako je temperatura zraka 35°C pri relativnoj vlažnosti zraka 50%, sustav hlađenja isparavanjem čija učinkovitost iznosi 75% proizvest će hlađenja od 7°C, na 28°C. Ako se efektom povjetarca u tunelu temperatura snizi za još 5,5-7°C, perad s potpuno razvijenim perjem osjećat će se kao da je temperatura zraka 21-22,5°C.

Tablica 1: Moguće hlađenje ispravanjem u različitim uvjetima

Početna temp zraka (°C)	Učinkovitost sustava	Temperature zraka (°C) kod određene RV		
		40% RH	50% RH	60% RH
38.7	50%	32.2%		34.4%
	75%		30.6%	
35	50%	29.4%	30.6%	31.7%
		26.7%		
32.2	50%		28.3%	28.9%
		24.4%		27.2%



Ključne točke

- Isparavanjem samo 3,8 l vode u zrak iz njega izvodi 9,179 kJ topline.
- Učinkovitost hlađenja isparavanjem ovisi o temperaturi zraka, relativnoj vlažnosti i učinkovitosti sustava hlađenja.
- Hlađenje isparavanjem vrlo je praktično ako je prosječna razlika između noćnih niskih i dnevnih visokih temperatura barem 11°C.

Donošenje dobrih odluka o ventilaciji

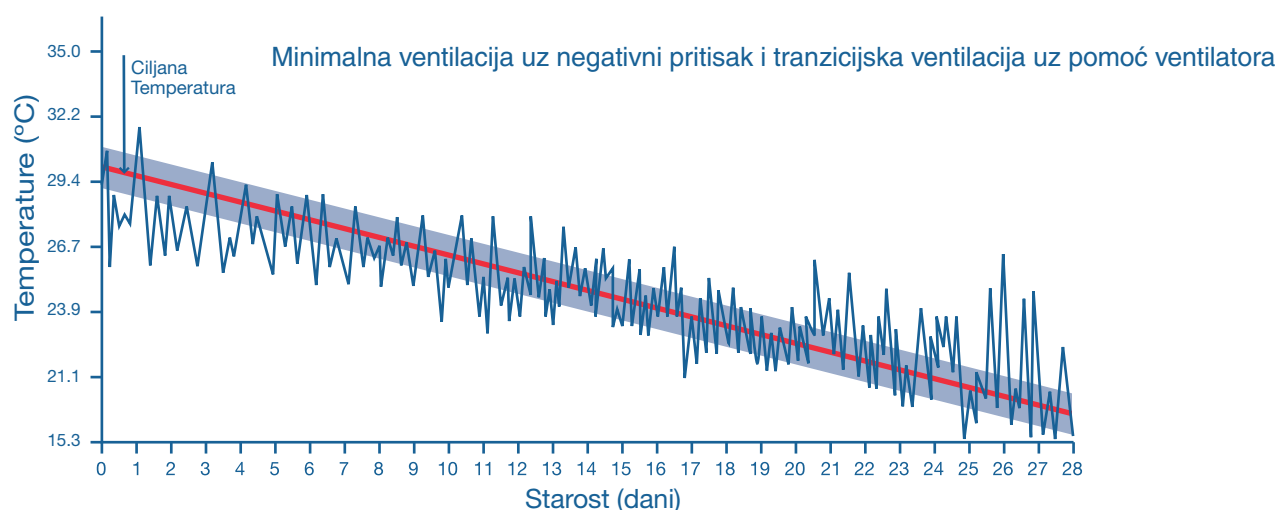
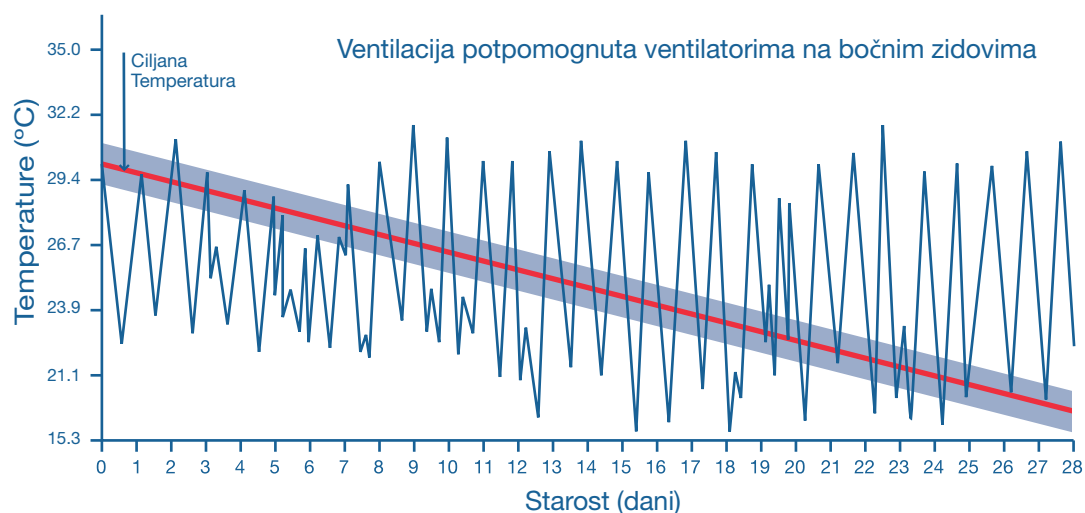
Pri donošenju odluka o izgradnji i opremanju objekta za proizvodnju broilera, moramo razumjeti mogućnosti i koristi koje možemo očekivati od moderne opreme za ambijentalnu kontrolu.

Slika 18 prikazuje nadzirane varijacije u temperaturi zabilježene u objektima s prirodnom ventilacijom i u objektima gdje se provodi kontrola ambijenta na jugoistoku SAD-a u jesen. Dok je u objektima s prirodnom ventilacijom moguća vrlo mala kontrola temperature, u objektu s kontrolom ambijenta ciljana temperatura može se lijepo pratiti. Vrlo je važna činjenica da su ovi rezultati zabilježeni u prvih 28 dana uzgoja.

U kasnijim fazama uzgoja i za tolije vrijeme, posebice kod uzgoja veće peradi (1,8-3,6 kg), tunelska ventilacija uz hlađenje isparavanjem daje bolje rezultate u performansama. **Tablica 2** prikazuje podatke prikupljene u proizvodnji broilera ljeti na jugoistoku SAD-a, uspoređujući objekte s konvencionalnom prirodnom i one s tunelskom ventilacijom uz hlađenje isparavanjem.

Istraživači američkog Ministarstva poljoprivrede napravili su drugo istraživanje, čiji rezultati pokazuju bolji potencijal modernih objekata s tunelskom ventilacijom za bolje performanse, uspoređujući učinke na težinu peradi i učinkovitost pretvaranja hrane u energiju pri različitim brzinama vjeta u vrućim uvjetima (**Tablica 3**).

Slika 18: Nadzor temperature pokazuje da se u objektu s kontrolom ambijenta može održati temperaturu približno ciljanoj temperaturi; u objektima s prirodnom ventilacijom moguće su veće promjene temperature. Osjenčane linije pokazuju ciljanu temperature.



Tablica 2: Faktori koji utječu na performanse zabilježeni za tunelsku ventilaciju i hlađenje isparavanjem u usporedbi sa objektima s konvencionalnom prirodnom ventilacijom na jugoistoku SAD-a ljeti

Broileri stari 58 dana	Težina broilera (kg)	Konverzija krmne smjese	% Preživljavanja	% Odbačaj	Cijena (\$ cents/kg)
Tunelsko hlađenje isparavanjem	3.27	2.18	92.4	1.71	48.4
Konvencionalna	3.11	2.24	88.1	1.90	50.0

Tablica 3: Rezultati istraživanja Ministarstva poljoprivrede u Americi o učincima različitih brzina vjetra na težinu peradi i konverziju smjese u vrućim uvjetima

Brzina vjetra	Težina (kg)	Prirast u prethodnom tjednu (kg)	Konverzija smjese za taj tjedan
Nakon 4. tjedna			
3.05 m/s	1.28	0.58	1.495
2.03 m/s	1.27	0.57	1.482
Bez vjetra	1.23	0.53	1.521
Nakon 5. tjedna			
3.05 m/s	1.94	0.66	1.712
2.03 m/s	1.92	0.65	1.698
Bez vjetra	1.79	0.55	1.804
Nakon 6. tjedna			
3.05 m/s	2.60	0.66	1.966
2.03 m/s	2.52	0.60	2.080
Bez vjetra	2.20	0.41	2.469
Nakon 7. tjedna			
3.05 m/s	3.21	0.60	2.277
2.03 ms	3.02	0.50	2.610
Bez vjetra	2.54	0.33	3.026

Mora se naglasiti da se potencijalna isplativost ulaganja u ventilaciju ostvaruje samo kada su sustavi dobro osmišljeni s obzirom na svrhu, pridajući posebnu pozornost biranju sastavnih dijelova, a jednako je tako važno i pravilno upravljanje.

Ključne točke

- Istraživanja i iskustvo pokazuju da moderne tehnologije kontrole ambijenta osiguravaju značajnu prednost u performansama.
- Monitori za bilježenje podataka u objektima za uzgoj peradi bilježe mogućnost opreme za kontrolu ambijenta za održavanje ciljane temperature.
- Na jugoistoku SAD-a, ljeti, tunnelska ventilacija sa sustavom hlađenja isparavanjem rezultirala je poboljšanim performansama.
- Istraživanja u kontroliranim uvjetima pokazala su da je brzina vjetra od velike dobrobiti za performanse veće peradi.

Slijedeći dijelovi pokazuju ključne faktore za odluku o najvažnijim komponentama sistema ventilacije.

Odabir ventilatora

Imati dobre ventilatore od velike je važnosti za uspješan ventilacijski program. Ključno je pitanje kapacitet protoka zraka, tj. m^3/h (kubični metar po satu) koji ventilator proizvodi. Ventilatori pokreću zrak u ventilacijskom sustavu i želimo biti sigurni da će proizvesti potrebni protok zraka.

Faktori koji utječu na izvedbu ventilatora

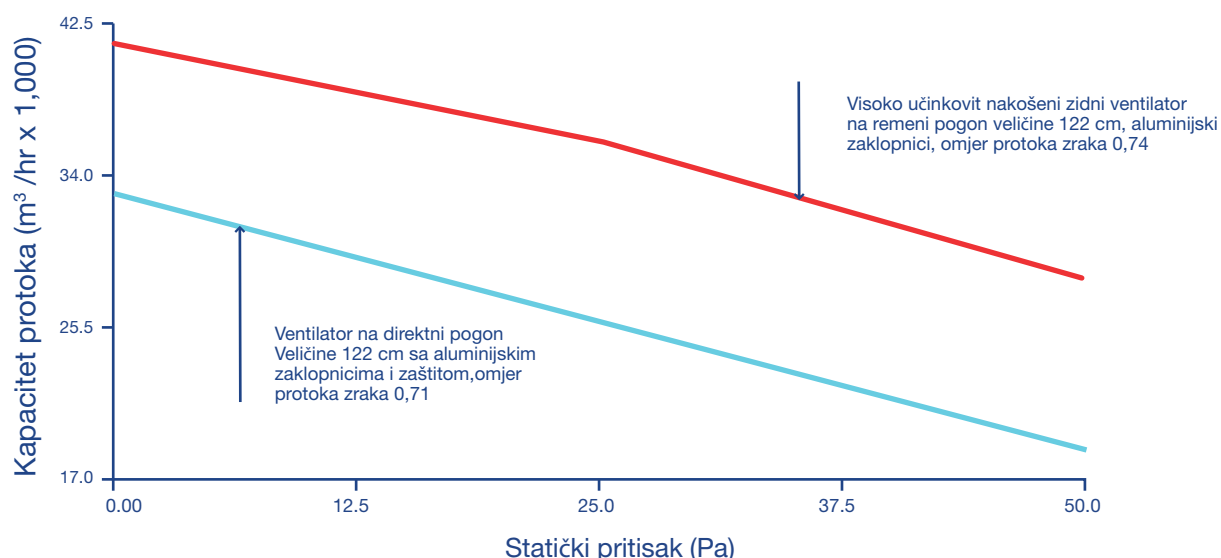
Kapacitet ventilatora (m^3/h) varira ovisno o statičkom pritisku protiv kojeg ventilator radi. Pri slobodnom kretanju zraka (kao kod ventilatora za miješanje zraka), gdje nema statičkog pritiska, ventilator će uzrokovati kretanje najveće količine zraka. Kod ventilacije s negativnim pritiskom, ventilatori moraju vući zrak iz otvora, kroz objekat, i izvesti ga van, radeći tako protiv određenog otpora kojeg nazivamo statičkim pritiskom. Kako statički pritisak raste, kapacitet ventilatora za ostvarivanje protoka zraka se smanjuje. Omjer protoka zraka ventilatora (m^3/h pri 50 Pa ÷ m^3/h pri 12,5 Pa) pokazuje koliko dobro on održava kapacitet protoka zraka pri višem statičkom pritisku. Omjer protoka zraka kreće se od oko 0.65 do 0.90. Dobro je da bude što viši.

Učinkovitost ventilatora (m^3/h po vatu), usklađena sa troškovima po kilovatsatu, govori nam koliko stoji rad ventilatora za postizanje danog protoka zraka u m^3/h . Učinkovitost ventilatora obično pada s rastom statičkog pritiska.

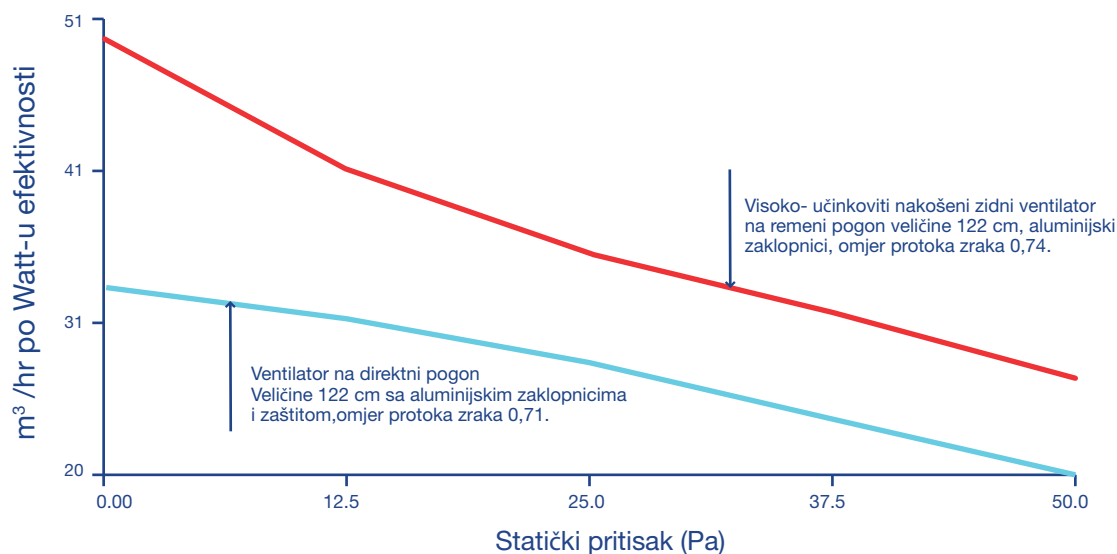
Krivulje izvedbe ventilatora vrlo su korisne pri uspoređivanju ventilatora i odlučivanju o tome koji bi ventilator bio najbolji za određenu situaciju. Krivulje pokazuju ili kapacitet ventilatora ili njegovu učinkovitost. To znači da one iscrtavaju ili grafički prikazuju kako se kapacitet ventilatora u m^3/h mijenja s rastom statičkog pritiska, ili nam govore kolika će biti učinkovitost ventilatora pri različitim statičkim pritiscima. Primjeri krivulja u **Slikama 19 i 20** prikazuju razlike u izvedbi između tipičnih nisko učinkovitih ventilatora s direktnim pogonom i visoko učinkovitih ventilatora na remeni pogon veličine 122 cm.

Kad govorimo o radu ventilatora, obično govorimo o m^3/h pri statičkom pritisku od 10 ili 20 Pa. Ovaj se standard koristi za konstruiranje ventilatora i tipični radni statički pritisak. Ako statički pritisak u objektu dođe predaleko ispod operativnog raspona - što je moguće ako su zaklopnici ili umeci za hlađenje prljavi - ventilator neće proizvesti željeni protok zraka. Visoko učinkoviti ventilator prikazan u Slici 19 daje 39,105 m^3/h pri statičkom pritisku 12,5 Pa. No, ako nepravilnim konstruiranjem, upravljanjem ili održavanjem dopustimo rast pritiska na 37,5 Pa, protok zraka pada na 32,984 m^3/h , što je pad od 16%.

Slika 19: Usporedba kapaciteta protoka zraka ventilatora



Slika 20: Usporedba učinkovitosti ventilatora



Ključne točke

- Ključni faktor za izvedbu ventilatora je kapacitet protoka zraka kod određenog statičkog pritiska.
- „Omjer protoka zraka” pokazuje nam koliko uspješno ventilator održava kapacitet protoka pri višem statičkom pritisku- više je bolje.
- Učinkovitost ventilatora mjeri se m³/h po watu. Učinkovitiji ventilator sa visokim protokom zraka skuplji je, no, radi bolje i dugoročno štedi struju.
- Krivulje kapaciteta protoka zraka ventilatora i njegove učinkovitosti trebaju se koristiti za ocjenu izvedbe pri statičkom pritisku pri kojem će biti korišten, te za procjenu troškova rada.

Zaklopci ventilatora

Otvoreni zaklopci trebali bi pružati vrlo malo ili nimalo otpora strujanju zraka, no isto bi tako, kad su zatvoreni, trebali potpuno blokirati protok zraka. Nedavna testiranja pokazala su da čak ni visoko kvalitetni, novi i čisti zaklopci tipa 'louver' s otvorima za zrak na tunelskim ventilatorima veličine 122 cm nisu dobro zabrtvljeni. Zatvoreni zaklopci propustili su dovoljno zraka da uzrokuju gubitak topline od nekoliko stotina dolara po objektu za vrijeme rada minimalne ventilacije u hladnim uvjetima. Još važnije, curenje zraka također ometa potrebni protok zraka, što može loše utjecati na performanse peradi.

Ako koristite takve zaklopce, oni moraju biti čisti. U tjedan dana na njima se može nakupiti dovoljno prljavštine da se protok zraka smanji za 25%. Jedan od razloga za odabir kosih zidnih ventilatora jest to što su oni postavljeni s unutrašnje strane objekta, što olakšava njihovo čišćenje.

Ključna točka

- Zaklopnici ventilatora moraju se čvrsto zatvoriti kako bi se izbjeglo curenje zraka, te se moraju održavati čistima, kako bi se održao kapacitet ventilatora.

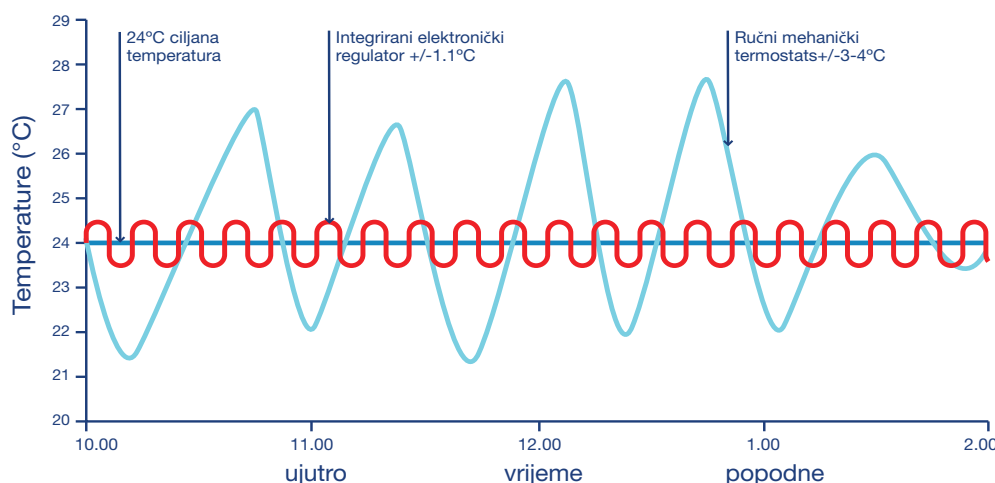
Čimbenici koji utječu na odluke o integriranom sustavu kontrole

Integrirani elektronički sustav kontrole omogućava dosljednu kontrolu ambijenta u objektu 24 sata dnevno, sedam dana u tjednu. Takvi su sustavi skupi, no, vrlo isplativi u obliku poboljšanih performansi peradi zbog sposobnosti da ograniče temperaturne skokove iznad i ispod ciljane temperature. Kako je prikazano **Slikom 21**, elektronički regulator može kontrolirati temperaturu, uz odstupanje do 1,1°C, dok tipični mehanički termostati dopuštaju promjenu temperature +/- 3-4°C. Međutim, ipak je potreban dobar voditelj, koji će nadgledati i rukovati integriranim sustavom kontrole.

Dobrim sustavom, što obično podrazumijeva dobar ekran i pokretanje pomoću izbornika, lako ćemo naučiti rukovati. Trebao bi onemogućavati međusobno poništavanje djelovanja sustava za grijanje i ventilaciju, te mijenjati sustave, od grijanja, do minimalne ventilacije, do tranzicijske, tunelske ventilacije i hlađenja isparavanjem (i natrag). Također bi trebao imati dovoljno kanala za podatke, tako da ne trebate dodavati nove sklopnike. Važan dio dobrog integriranog regulatora jest prikladna ugrađena zaštita od naglih promjena jakosti struje i električnih udara.

Dobar sustav kontrole uključuje i mogućnost podjele na zone, tako da upravitelj može smjestiti temperaturne senzore u različite dijelove objekta i namjestiti regulator tako da koristi različite senzore u različitim uvjetima. Na primjer, ako se faza grijanja u prvih 7 dana vrši u polovici objekta, regulator će uključivati samo one senzore u području za grijanje, potrebne za minimalnu ventilaciju ranog uzgoja, a u dijelu objekta gdje su smješteni ventilatori samo one potrebne za tunelsku ventilaciju po vrućem vremenu.

Sika 21: Kako graf temperature pokazuje, integrirani elektronički regulatori postižu bolju temperaturu u objektu nego sustavi sa termostatima. Troškovi ugradnje regulatora obično su opravdani napretkom u performansama jata.



Bolji regulatori objedinjuju skupljanje i prikaz podataka, pa tako upravitelj, primjerice, može vidjeti temperaturu objekta u različitim intervalima za zadnja 24h, ili za cijelo vrijeme tova. Ovo je vrlo korisno za otkrivanje smetnji. Nadzor i kontrola s veće udaljenosti, obično putem osobnog računala, poželjno je jer dozvoljava upravitelju ili vlasniku provjeru uvjeta unutar objekta iz vlastitog ureda i rješavanje problema čim se oni pojave.

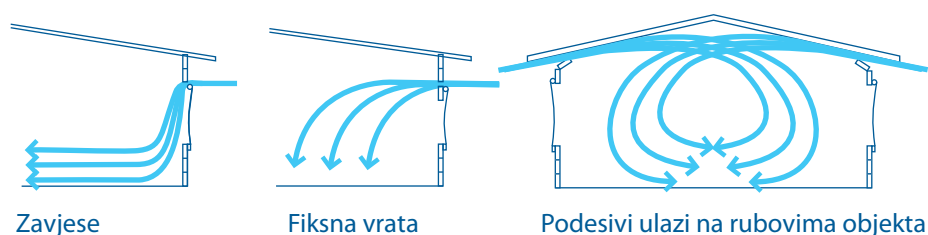
Ključne točke

- Moderni elektronički regulatori mogu uštedjeti puno vremena, primjerice, vrijeme koje se gubi pri resetiranju termostata.
- Dobar regulator ima puno mogućnosti i jednostavan je za rukovanje.
- Dobar regulator može održavati ciljanu temperaturu u objektu, uz odstupanje do 1.1°C.
- Regulator sa prikupljačem podataka i ekranom može biti vrlo koristan u otkrivanju smetnji i poboljšanju prakse upravljanja.

Stvari koje treba uzeti u obzir pri projektiranju ulaza za zrak

Projektiranje ulaza za zrak koji se koriste za vrijeme minimalne i tranzicijske ventilacije vrlo je važno za postizanje prikladnog miješanja hladnog dolazećeg i toplog zraka unutar objekta, bez direktnog izlaganja peradi hladnom zraku. Kako smo već spomenuli, postoji nekoliko načina smještaja ventilatora i ulaza kojima se ovo postiže; temeljni je princip uvesti zrak iznad razine peradi i velikom brzinom. Podesivi ulazi sa vratima sa šarkama smješteni visoko oko vanjskih rubova objekta (na bočnim zidovima ili u otvorima u stropu) bolji su u postizanju potrebnog protoka zraka. **Slika 22** pokazuje željeni protok zraka postignut podesivim ulazima za zrak u usporedbi sa ulazima za zrak kod prirodne ventilacije.

Slika 22: Kod rada minimalne ili tranzicijske ventilacije treba izbjeći direktno izlaganje peradi hladnom vanjskom zraku. Podesivi ulazi za zrak smješteni visoko oko vanjskih rubova objekta postižu upravo to, usmjerujući zrak u objekat iznad razine peradi, tako da se on pomiješa s toplim zrakom u objektu prije nego dođe do peradi.



Veličina otvora vrlo je važna, a mijenja se ovisno o broju ventilatora koji rade i promjenama statičkog pritiska. Međutim, ručno podešavanje ulaza kako bi se stalno održao poželjan protok zraka gotovo je nemoguće. Ulazi za zrak koji se koriste po hladnom vremenu, pokretani senzorima za statički pritisak, automatski postižu pravilno podešavanje, osiguravajući puno bolje uvjete za perad nego što bi to inače bilo moguće. Za više informacija o upravljanju otvorima za zrak, vidi *str.36*.

Ključna točka

- Podesivi ulazi za zrak na rubovima objekta stvaraju bolji protok zraka potreban za minimalnu i tranzicijsku ventilaciju.

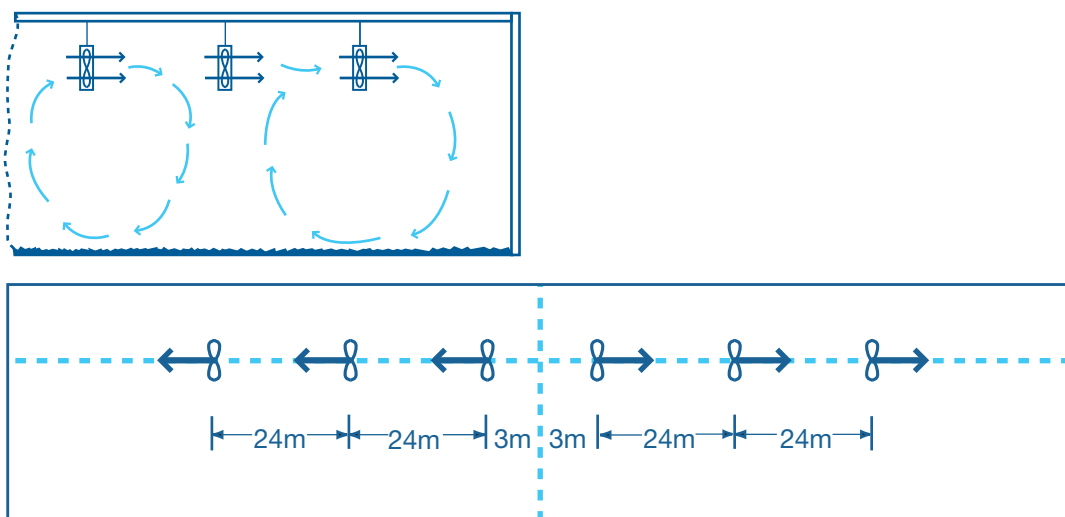
Koristi od upotrebe ventilatora za miješanje zraka

Čak i uz najbolje upravljanje podesivim ulazima za zrak tijekom rada minimalne ili tranzicijske ventilacije, ventilatori rade samo jedan dio vremena. Kad se ugase, prestaje miješanje toplog zraka koji se nalazi u gornjem dijelu objekta sa hladnijim zrakom, koji se nalazi bliže podu. Ventilatori za miješanje zraka, postavljeni u objektu mogu spriječiti ovakvu slojevitost temperature, održavajući toplinu za mladu perad i otklanjajući vlagu iz stelje.

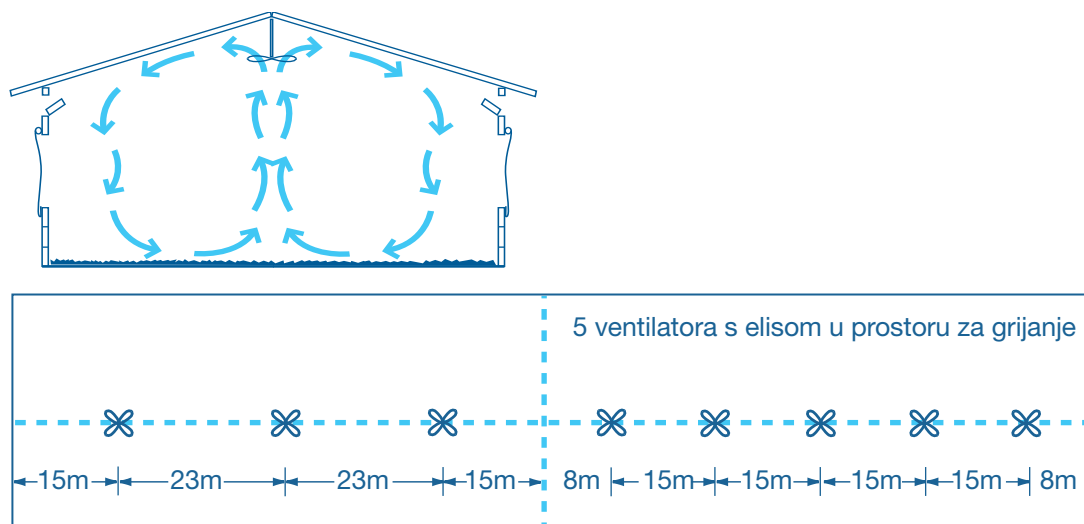
Sljedeći, sve važniji, učinak korištenja ventilatora za miješanje zraka, jest smanjivanje troškova goriva. U dobro izoliranim objektima s podesivim ulazima za zrak, na gorivu se može uštedjeti između 15 i 20%. U starijim objektima često je ta ušteda veća, iako će ukupni troškovi goriva vjerojatno ostati veći nego u dobro vođenim i izoliranim modernim objektima. U objektu s konvektivnim grijanjem i/ili visokim stropom uštede će biti najveće, ponekad čak do 40%.

I aksijalni, kao i ventilator s elisom, vrlo su korisni. Ventilator s elisama obično najbolje rade kad pušu prema gore. Aksijalni ventilatori postavljeni su uz središnju liniju objekta i pušu zrak horizontalno. Postignuti modeli cirkulacije zraka i detalji instalacije tipični za jugoistok SAD-a) prikazani su **Slikama 23 i 24**.

Slika 23: Detalji instalacije i modela cirkulacije zraka koje postiže aksijalni ventilator u objektu veličine 12 m x 152 m



Slika 24: Detalji instalacije i modela cirkulacije zraka koje postižu ventilatori s elisom u objektu veličine 12 m x 152 m



Ključne točke

- Ventilatori za cirkulaciju i miješanje zraka u objektu mogu pomoći pri smanjivanju temperaturne stratifikacije i uštedjeti na gorivu za vrijeme rada minimalne ventilacije.
- I aksijalni ventilator, kao i oni s elisom korisni su za miješanje zraka unutar objekta. Ventilatori s elisom najbolje rade kad pušu prema gore.

Hlađenje isparavanjem: zamagljivači ili umeci?

Hlađenje pomoću umetaka postalo je učestalije nego zamagljivanje objekta, prvenstveno zato što se sustavom rashlađivanja pomoću umetaka lakše upravlja, te ne postoji rizik ovlaživanja objekta. Također, takav sustav ima veću sposobnost hlađenja. Međutim, dobro osmišljen sustav zamagljivanja sa ili bez tunelske ventilacije može biti vrlo učinkovit u pogodnim klimama, ako se njime dobro upravlja.

Problem sa zamagljivanjem objekta jest taj što, ako se u zrak ispusti više vode nego što ga on može apsorbirati, kapljice vode past će na perad i stelju. Pri korištenju ovog sustava, moramo pustiti u zrak točnu količinu vode kako bi postigli maksimalno rashlađivanje, no, bez vlaženja peradi i stelje. Često dolazi do začepljenja štrcaljki, zbog čega ih treba stalno provjeravati. Kvaliteta vode može također biti problem, zbog čega se voda koju koristimo treba filtrirati.

Ključna točka

- Upotrebom sustava hlađenja pomoću jastučića za isparavanje postizemo veće hlađenje nego upotrebom zamagljivača, lakši su za upravljanje i ne postoji rizik vlaženja objekta.

Hlađenje umecima za isparavanje: Koliko je umetaka potrebno?

Razuman je cilj postizanje željenog učinka hlađenja sa što manjim područjem za jastučice, održavajući istovremeno statički tlak ispod 25 Pa. Najčešća je pogreška u sustavima hlađenja isparavanjem (EC sustavi) premalo umetaka, što diže statički pritisak i smanjuje rad ventilatora.

Nedovoljno umetaka također znači i smanjen učinak hlađenja jer će brzina zraka kroz umetak biti prevelika. Što je brzina zraka kroz navlaženi umetak manja, to je učinak hlađenja veći.

Brzina kojom zrak prolazi kroz umetak nije jednaka brzini prolaska zraka kroz objekat ili kroz tunelske ulaze. Područje presjeka objekta određuje brzinu zraka nakon što on uđe u objekat. Područje s umecima mora gotovo uvijek biti veće od presjeka objekta iz razloga što je potrebna manja brzina prolaska zraka kroz umetak, kako bi se postigao bolji učinak hlađenja. Formula za određivanje područja za umetke, pod pretpostavkom da znamo kapacitet postavljenog ventilatora i potrebnu brzinu zraka kroz jastučice jest:

$$\text{Potrebno područje s umecima (m}^2\text{)} = \frac{\text{Kapacitet instaliranog ventilatora (m}^3\text{/hr)}}{\text{preporučena brzina zraka kroz umetke (m/s)}}$$

Proizvođači preporučuju da se optimalna brzina zraka kroz umetke odredi na temelju podataka dobivenim testiranjem.

Ključna točka

- Važan faktor u postizanju učinkovitog hlađenja isparavanjem bez prekomjerne upotrebe ventilatora jest osiguravanje prikladnog područja s umecima.

Potreba za pomoćnim i sigurnosnim sustavima

Što je više ambijentalne kontrole prisutno u objektu, to su pomoćni sustavi potrebniiji kako bi se spriječili katastrofalni gubici zbog podbacivanja sustava za kontrolu. U objektu s prirodnom ventilacijom trebao bi postojati termostatski priključen na uređaj za spuštavanje zavjesa, koji će spustiti zavjesu ako temperatura postane previsoka. U objektu s ventilatorima, u slučaju nestanka struje, spuštači zavjesa također moraju raditi. U modernim objektima za uzgoj peradi pomoćni generator vrlo je važan. Ne samo da može spriječiti katastrofu, već može održati sustav aktivnim i za vrijeme nestanka struje. Integrirani sustavi kontrole također moraju imati pomoćni, nezavisni regulator koji dozvoljava glavnom sustavu rad samo unutar "prozora" prihvatljivih uvjeta, obično plus/minus 5,5°C. Pomoćni sustavi kontrole moraju imati vlastiti neovisni senzor, smješten obično u središnjem dijelu objekta.

Kako bi signalizirali problem sa različitim funkcijama, kao što je temperatura, struja, aktivacija vodene pumpe, itd., potreban nam je alarm. Uz alarm na licu mjesta, od velike vrijednosti je i mogućnost udaljenog signaliziranja, uključujući povezivanje preko telefonskih birača brojeva i dojavljivača. Jedan vrlo koristan alarm ugrađen je u regulatore ulaza za zrak pokretane statičkim pritiskom. On osjeća i signalizira različite statičke varijacije, a, budući da je neovisan o glavnom regulatoru, može se ponašati kao stražar na primarnom sustavu. Svi pričuvni sustavi trebali bi biti što neovisniji, tj. nepodložni padu zbog pada drugog sustava.

Ključne točke

- Što je više ambijentalne kontrole prisutno u objektu, to su pričuvni sustavi potrebniiji kako bi spriječili katastrofalne gubitke u slučaju pada sustava.
- Svi pričuvni sustavi trebali bi biti što neovisniji, tj. nepodložni padu zbog pada drugog sustava.

Položaj objekta

Položaj objekta u odnosu na kut sunčeve svjetlosti vrlo je važan. Najbolji je položaj objekta, koji osigurava najbolje uvjete u objektu, onaj gdje je rub krova (duga os objekta) položena u smjeru istok-zapad. Zimi zbog ovog položaja sunce udara u bočni zid u podne i tako doprinosi grijanju objekta. Ljeti, kad želite smanjiti nagomilavanje vrućine, podnevno je sunce visoko, pa nadstrešnica sprečava udaranje sunčeve svjetlosti u bočni zid većinu dana. Podnevno sunce tako udara samo u krov, što je najbolje izolirani dio objekta. Objekti čiji položaj odstupa od idealnog položaja više od 10-15 stupnjeva zimi će trošiti više goriva za grijanje, a ljeti će biti potrebno više ventilacije i preciznije upravljanje njome.

Ključna točka

- Najbolji položaj objekta, za najbolje uvjete unutar objekta, jest onaj u kojem se rub krova pruža u smjeru istok-zapad.

Izolacijski zahtjevi

U umjerenim i hladnim klimama prepoznata je vrijednost izolacije pri štednji na troškovima goriva za grijanje. Objekti sa tavanskim prostorom iznad stropa trebali bi imati barem $U=0,053 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (R-19) izolaciju iznad stropa. Objekti s vidljivim nosačima, bez tavana trebali bi imati barem $U=0,125 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (R-8) izolaciju ispod krova, što se može postići upotrebom poliuretanske pjene debljine 38 mm ili obložnih dasaka od polistirena debljine 50 mm. Ni reflektivna folija za izolaciju, ni reflektirajući krovni pokrovi nisu se pokazali prikladnima kad se koriste u objektima za uzgoj peradi bez izolacije pomoću škrljca, dasaka ili rastersitog izolacionog materijala. Svaki izolacijski materijal koji je nezaštićen mora biti dovoljno robustan da podnese redovno čišćenje i oštećivanje od strane peradi. Posebna pažnja mora se pridati sprečavanju apsorpcije vode u izolacijski materijal.

U toplijim područjima, upravitelji često misle da izolacija nije potrebna i isplativa. No, treba shvatiti da, bez obzira na lokaciju, tijekom toplijeg vremena perad moramo zaštititi od sunčeve topline koja prodire, zrači kroz neizoliran krov. Istraživanja provedena u objektima za uzgoj peradi s vidljivim nosačima i mehaničkom ventilacijom na jugoistoku SAD-a, s jedinom razlikom u tome imaju li ili nemaju krovnu izolaciju, to su i potvrdila. Pri vanjskoj temperaturi zraka od 33°C , temperatura zraka u izoliranom objektu iznosila je $33,3^\circ\text{C}$, uz zanemarivu smrtnost. U neizoliranim objektima unutarnja temperature zraka popela se i do 37°C , sa postotkom smrtnosti od 14%.

Vrućina koja dolazi sa neizoliranog krova ili stropa može dodati više topline nego što je proizvede cijelo jato staro 6 tjedana. Ne možemo očekivati da ventilacijski sustavi rješavaju problem ovolike suvišne topline, čak ni ako imaju ugrađen sustav hlađenja isparavanjem. Radijantna topline osobito je opasna jer odlazi direktno do peradi, bez direktnog zagrijavanja zraka. Temperatura zraka počinje rasti, a problem postaje vidljiv tek nakon što je perad već apsorbirala tu dodatnu temperaturu. Ako nije moguća nijedna druga izolacijska alternativa, reflektirajuća izolacijska folija ili reflektirajući krovni pokrovi mogu pružiti određenu zaštitu od topline.

Ključne točke

- Za štednju na gorivu ključna je izolacija; škrljac, daske i rastresita izolacija najbolji su izbor.
- Izolacija ispod krova ili iznad stropa nužna je po toplom vremenu kako bi spriječili prodiranje sunčeve topline na jato.

Upravljanje modernim objektom s tunelskom ventilacijom

Tunelska ventilacija izmišljena je kako bi perad nastavila jesti i dobivati na težini i po vrućem vremenu. Ova je metoda postala toliko popularna da se objekti gdje se ona primjenjuje nazivaju "objektima s tunelskom ventilacijom", iako je tunelska ventilacija aktivna samo u jednom dijelu godine. Tunelska ventilacija nije potrebna u svim klimama, no puno se koristi u mnogim regijama gdje se uzgaja perad. Za temeljne principe rada ventilacije vidi str. 16-21.

U „tunelskim” objektima zapravo se koriste 3 osnovna načina rada ventilacije. Terminologija koja se koristi u opisivanju tih načina rada varira, a u ovom priručniku mi ćemo koristiti nazive: minimalna ventilacija za hladno vrijeme i malu perad (faza grijanja), tranzicijski način rada za umjereno vrijeme i perad srednje veličine kad je potrebno otklanjanje topline, te tunelski način rada za dodatno hlađenje po vrućem vremenu.

Upravljanje modernim tunelskim objektom tijekom cijele godine za najbolje performanse peradi (i dobar povrat uloženo) najprije od svega traži sposobnost odlučivanja koja vrsta ventilacije je najbolja za perad u svakom trenutku, a potom precizno prilagođavanje temperature i drugih faktora kvalitete zraka, kako bi stalno bili blizu optimalnih vrijednosti. Integrirani elektronički sustavi kontrole sada olakšavaju upravljanje, budući da omogućavaju automatsko prebacivanje načina rada i prilagođavaju brzinu ventilacije promijenjenim uvjetima. Međutim, čak ni najpametniji regulator nije nepogrešiv i mora ga se nadzirati. Što je još važnije, postavke regulatora mora odrediti čovjek. Ne postoji zamjena za dobrog uzgajivača peradi koji je često u objektu, promatrajući perad i prilagođavajući sustav kontrole kako bi postigli najbolje performanse i dobrobit peradi.

Ključna točka

- Moderni sustavi kontrole smanjuju vrijeme upravljanja, no ne uklanjaju potrebu za dobrim upraviteljem.

Koja je vrsta ventilacije potrebna?

Ključ za odabir potrebnog načina rada ventilacije jest u tome da znamo koliko je, ako je uopće potrebno, topline otkloniti iz objekta, te da li trebamo dopustiti da vanjski zrak putuje direktno iznad peradi. Osnove:

Minimalna ventilacija:

- Ne trebamo uklanjati toplinu iz objekta i ne želimo da vanjski zrak dođe u izravni doticaj s peradi. Ili je ona premala, ili/i je vanjski zrak prehladan.
- Ventilatori rade na tajmer, ne na termostatu, a cilj ventilacije jest spriječiti gomilanje vlage i dovesti svjež zrak.
- Kako bi peradi bilo što udobnije, ovu ventilaciju treba koristiti što je duže moguće.

Ključna točka

- Održavajte minimalnu ventilaciju sve dok se ne pojavi potreba za uklanjanjem topline iz objekta.

Tranzicijska ventilacija:

Započinje kad perad poraste i/ili vanjski zrak postaje topliji, pa temperatura u objektu raste i trebamo ukloniti suvišnu toplinu. Potrebna nam je veća brzina izmjene zraka. No, ne želimo da vanjski zrak dođe u izravan doticaj s peradi.

- Prvi stadij tranzicijske ventilacije često nastupa kad temperaturni senzor uključi ventilator za minimalnu ventilaciju, a u nekim sustavima i uključivanjem dodatnih (ne-tunelskih) ventilatora i ulaza za zrak.

- Još veće uklanjanje topline može se postići korištenjem tunelskih ventilatora, koji uvode zrak u objekat preko ulaza za zrak na bočnim zidovima (hibridni tranzicijski način rada).
- Tranzicijski način rada treba održavati sve dok na ovaj način uspijevamo ukloniti suvišnu toplinu iz objekta.

Ključna točka

- Tranzicijska ventilacija uklanja suvišnu toplinu, no sprečava izravan doticaj peradi s hladnim zrakom.

Opaska

Često se minimalna ventilacija i tranzicijska ventilacija zajednički nazivaju "mehanička ventilacija". Razlike između ventilacije pokrenute timerom ili one pokrenute temperaturom, kao i razlike između uklanjanja topline sa ili bez efekta vjetra vrlo su važne, te se i dalje naglašavaju terminologijom koja se ovdje koristi.

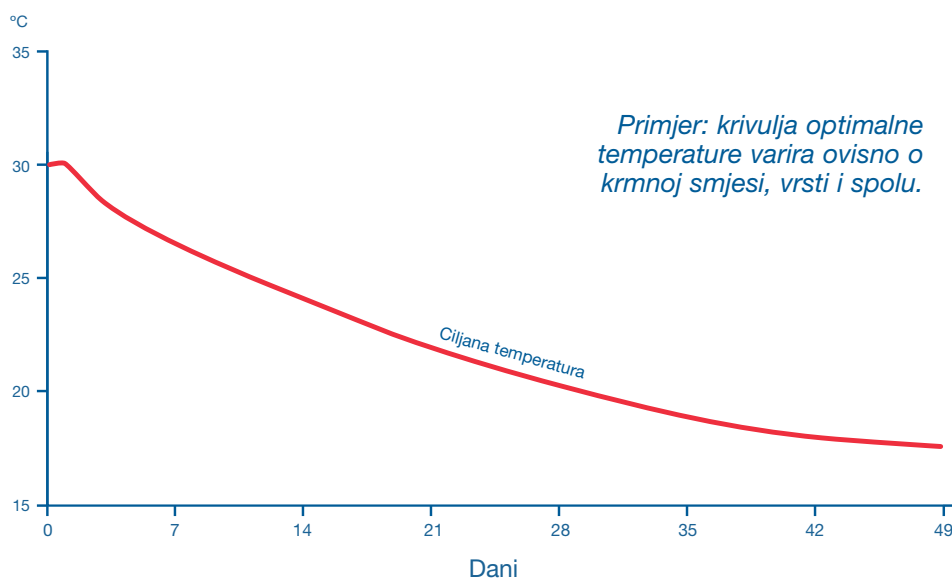
Tunelska ventilacija

- Pokrenite tunelsku ventilaciju kad peradi treba hlađenje; izmjena zraka više ne sprečava rast temperature, te perad izlazi iz zone ugone.
- Tunelsku ventilaciju koristimo samo kad više ne možemo održavati ugodan ambijent pomoću tranzicijske ventilacije. Tada hladimo perad efektom vjetra koji proizvodi tunelska ventilacija.
- Ako je perad mlađa od četiri tjedna, moramo biti jako oprezni pri prebacivanju tranzicijskog u tunelski način rada. Naime, perad mlađa od četiri tjedna jače osjeća efekt povjetarca, te zbog naglog pada efektivne temperature mogu doživjeti stres.
- Tunelsku ventilaciju želimo koristiti samo kad je peradi potreban povjetarac kako bi im bilo ugodno.

Važnost održavanja ciljane temperature

Svaki dan tijekom uzgoja voditelj mora znati koliko iznosi ciljana temperatura za taj dan, te upravljati sustavom ventilacije kako bi održavao tu temperaturu. Održavanje optimalne temperature najvažnije je u ranoj fazi uzgoja. Gubitke u performansama mlade peradi nemoguće je kasnije nadoknaditi. Voditelj bi svakog dana trebao staviti ciljanu temperaturu na zid. Za broilere, optimalna temperatura obično počinje s 32°C prvog dana, te postupno pada do 21°C do šestog tjedna (**Slika 25**). Svakog dana uzgoja trebalo bi uspoređivati stvarnu i ciljanu temperaturu, te raditi potrebne prilagodbe.

Slika 25: Temperatura pri kojoj perad najbolje koristi krmnu smjesu za prirast težine počinje pri oko 32°C prvog dana, te pada do oko 21 °C do kraja 7-tjednog uzgoja, no, za najbolje performanse jata, voditelji bi trebali održavati stvarnu temperaturu što bližom ciljanoj, uz odstupanje 0,5-1°C, sve dok se ne pokrene tunelska ventilacija, gdje je važna temperatura povjetarca.



Važno je ono što perad osjeća, a ne ono što osjeća upravitelj ili termometar pokazuje, čak ni onaj smješten 1 metar iznad peradi. Svi termometri, termalni senzori ili termostati trebaju pratiti temperaturu u razini peradi. Nadalje, kad je u objektu uključena tunelska ventilacija, temperatura koju perad osjeća NIJE jednaka onoj koju termometar očitava. Cilj upravljanja u takvom načinu rada jest održavati ekvivalent temperature u ciljanom području. Ako je prisutan povjetarac, ne trebamo i ne želimo smanjivati temperaturu koju prikazuje termometar na ciljanu temperaturu. Ovo je osobito važno u ranom stadiju uzgoja. Izlaganje mlade peradi stresu zbog hladnoće, kad trebaju primati više topline nego perad s potpuno razvijenim perjem, moglo bi imati katastrofalne posljedice.

Ključne točke

- Za vrijeme rada tunelske ventilacije naš je cilj održati efektivnu temperaturu u ciljanom području – u onom koju perad osjeća, a ne koju pokazuje termometar.
- Ne želimo snižavati temperaturu do ciljane ako perad osjeća hlađenje vjetrom.

Upravljanje minimalnom ventilacijom

Cilj minimalne ventilacije je održati kvalitetu zraka tijekom vremena kad nije potrebno izvoditi toplinu iz objekta. Ovo podrazumijeva dovođenje dovoljne količine svježeg zraka da se osigura dovoljna količina kisika i spriječi nakupljanje vlage, te pojava problema s amonijakom.

1-Važno je, bez obzira na vrijeme vani, uključivati minimalnu ventilaciju barem na kratko, čak i kad nije potrebno izvoditi toplinu iz objekta.

Količina izgubljene topline tijekom rada minimalne ventilacije nevažna je u usporedbi s prednostima u performansama koje se tako postižu. Čak i kad amonijak nije problem (kao kod nove stelje), ako u objekat ne uvedemo svježi zrak koji će razbiti stratifikaciju zraka u njemu, to može loše utjecati na zdravlje i performanse peradi. Jedno istraživanje u SAD-u pokazalo je, primjerice, da samo 12 sati blage do umjerene deficijencije kisika povećava pojavu ascitesa ("vodeni trbusi") i smanjuje dobitak na težini na kraju tova.

Također je važno da shvatimo da se ne trebamo brinuti zbog vlage koja ulazi u objekat tijekom rada minimalne ventilacije. Hladan zrak ne može sadržavati toliko vlage, a kako se on miješa sa zrakom u objektu, njegova relativna vlaga drastično pada. Zbog toga zrak koji prolazi kroz objekat može apsorbirati i izvesti suvišnu vlagu. Minimalna ventilacija može i mora raditi čak i po hladnom i kišovitom vremenu.

Ključne točke

- Čak i kad nije potrebno uklanjanje topline, minimalna ventilacija nužna je za održavanje kvalitete zraka.
- Gubitak topline tijekom minimalne ventilacije zanemariv je u usporedbi s prednostima.

2 - Dok se na gorivu za grijanje ne smije štedjeti nauštrb kvalitete zraka, vrlo je važno zaštititi mladu perad od hladnoće.

Čak i blago hlađenje tijekom faze grijanja može uzrokovati smanjenu težinu i povećanu konverziju smjese, reakcije na cjepiva i smrtnost. Termometri i termostati za praćenje temperature moraju se postaviti u razini peradi, a hladni vanjski zrak ne smije doći u izravan doticaj s peradi.

Ključna točka

- Mlada perad mora se stalno utopljavati; ugrijte objekat i stelju prije dovođenja peradi i pratite temperaturu u razini peradi.

3 - Važno je ugrijati objekat i stelju prije smještaja peradi.

Smještanje peradi na hladnu stelju loše će utjecati na njihove performanse. Pri smještaju, temperatura stelje trebala bi biti oko 30°C. To se može postići samo ako se s grijanjem počne 24 h prije smještaja. Ako su konvektivni grijači jedini izvori topline, treba ih upaliti 48 h prije smještaja. Posljedice nezagrijavanja najbolje pokazuje istraživanje jedne tvrtke za uzgoj peradi, prema kojem je najboljih 10 jata, sa najnižom smrtnosti u prvih 7 dana (0,7%), smješteno na stelju preporučene temperature. U najgorih 10 jata, koja su smještena na stelju prosječne temperature 22,5°C, smrtnost u prvih 7 dana iznosila je 4,0%.

4 - Minimalnom ventilacijom treba upravljati 5-minutni tajmer. Kako perad raste i oslobađa više vlage i topline, vrijeme i/ili broj ventilatora treba povećati.

Korištenjem 5-minutnog timera omogućavamo kratke cikluse rada, što rezultira puno većom ujednačenošću i stalnošću uvjeta u objektu. 10-minutni ili duži ciklusi omogućavaju da temperatura i kvaliteta zraka u objektu variraju između krajnosti. Iako prosječni uvjeti mogu biti isti kao i za 5-minutni ciklus, perad neće biti stalno izložena optimalnim uvjetima. Brzina rada minimalne ventilacije je 0,047-0,094 m³/s na 1000 pilića, ovisno o vanjskoj temperaturi. Relativna vlaga i vlažnost stelje u objektu, zajedno sa ponašanjem peradi, služe nam kao vodič pri određivanju brzine rada minimalne ventilacije.

Ključna točka

- Radom minimalne ventilacije uz pomoć 5-minutnog timera smanjuju se temperaturni i ekstremi relativne vlage, čime se ostvaruje bolji ambijent za uzgoj.

5 - Važan faktor za uspješan rad minimalne ventilacije jest pobrinuti se da se hladan vanjski zrak jednoliko miješa sa unutarnjim zrakom, koji ga ujedno grije, prije nego dođe u doticaj s peradi.

Podesivi ulazi za zrak na vanjskim rubovima, koji rade pomoću regulatora osjetljivih na statički pritisak najbolji su način postizanja kontinuiranog rada minimalne ventilacije. Ako područje ulaza nije podešeno u odnosu na m³/h korištenog ventilatora, ili će se smanjiti brzina rada ventilatora, ili će hladan zrak izvana doći u izravan doticaj s peradi (Slika 26).

6 - Tranzicijska ventilacija uključuje se kad se minimalnom ventilacijom ne može izvoditi sva toplota koju perad proizvodi.

Što je vanjski zrak hladniji, a perad mlađa, to ćemo kasnije minimalnu ventilaciju morati prebaciti na tranzicijsku. Što je vanjski zrak topliji, a perad veća, taj će prijelaz ranije trebati napraviti.

Ključna točka

- Tranzicijsku ventilaciju uključite samo onda kad postoji potreba za uklanjanjem topline, a perad se ne osjeća ugodno uz minimalnu ventilaciju.

Upravljanje tranzicijskom ventilacijom

Cilj je tranzicijske ventilacije izvođenje suviše topline kako bi se perad osjećala ugodno, a u isto vrijeme sprečavanje direktnog doticaja peradi s vanjskim, hladnim zrakom.

1 - Kako bi tranzicijska ventilacija uspješno radila, ulazi za zrak na bočnim zidovima moraju biti vođeni regulatorom statičkog pritiska.

Vrlo je teško, ili čak nemoguće, ručno podesiti veličinu otvora ulaza za zrak kako bi održali statički pritisak dok se broj korištenih ventilatora mijenja.

2 - Nećemo uključivati tunelsku ventilaciju sve dok tranzicijska ventilacija omogućava peradi ugodu.

Kako perad raste i oslobađa više topline po kilogramu, ili kako vrijeme postaje toplije, povećava se količina topline koju treba izvesti iz objekta. Kad je riječ o većoj peradi u dobro napravljenom objektu, ako je vanjska temperatura više od 5,5°C niža od unutarnje ciljane temperature, tranzicijska ventilacija trebala bi biti dovoljna za održavanje ciljane temperature i ne bismo trebali uključivati tunelsku ventilaciju. Ako je riječ o manjoj peradi, tranzicijskom ventilacijom trebali bismo održati ciljanu temperaturu čak i ako je razlika između vanjske i unutarnje temperature manja od 5,5°C. Prerano uključivanje tunelske ventilacije može uzrokovati velike temperaturne razlike u različitim dijelovima objekta, što će loše utjecati na performanse jata.

Ključna točka

- Prerano prebacivanje s tranzicijske na tunelsku ventilaciju može loše utjecati na performanse jata.

3 - Kako se uvjeti mijenjaju, ne postoje problemi pri prebacivanju s jednog načina rada ventilacije na drugi (minimalna, tranzicijska, tunelska).

Može se dogoditi da je tijekom noći i ranog jutra potrebna tranzicijska, no, tijekom dana neka vrsta tunelske ventilacije. Pitanje je, što će najpovoljnije utjecati na performanse peradi?

4 - Pri procjeni vremena i potrebe prebacivanja na tunelsku ventilaciju, moramo imati na umu efekt hlađenja.

Ako koristimo maksimalni kapacitet tranzicijske ventilacije - primjerice, ako koristimo četiri ventilatora, i tada ventilaciju prebacimo na tunelsku, perad će osjetiti pad "efektivne" temperature, koja može biti niža od one koju pokazuje termometar. Mlađa i osjetljivija perad teško će se nositi s padom efektivne temperature.

Upravljanje ulazima za zrak na vanjskim rubovima

I kod tranzicijske, kao i kod minimalne ventilacije, vrlo je važno osigurati prikladan protok zraka kroz ulaze na vanjskim rubovima objekta. Ulazi određuju smjer kretanja zraka i utječu na njegovu brzinu, miješajući tako vanjski i unutarnji zrak. Pri hladnom vremenu ulazi pomažu u miješanju hladnog vanjskog sa unutarnjim toplim zrakom, štedeći gorivo i održavajući određenu temperaturu. Dobrim upravljanjem spriječit ćemo nakupljanje vrućeg zraka u vrhu objekta. U loše vođenim objektima primijećene su razlike 8-11°C u temperaturi zraka na podu i stropu. Dobrim upravljanjem tu razliku možemo zadržati na 3°C.

Ključna točka

- Pri hladnom vremenu, ulazi za zrak pomažu pri miješanju hladnog vanjskog i toplog unutarnjeg zraka.

Dobrim upravljanjem također štedimo na gorivu. Objekti gdje je zabilježeno loše miješanje zraka troše 20-25% više goriva. Također, kombinacija temperature i kvalitete zraka vjerojatno je najvažniji čimbenik koji utječe na performanse jata broilera. Ekstremne temperature mogu imati katastrofalne posljedice, posebice tijekom faze grijanja (prvih 7 dana).

Prehladni uvjeti imaju velik utjecaj na sposobnost mlade peradi za prikladan unos krmne smjese i vode, a ako je rani rast usporen, gubici u performansama ne mogu se nadoknaditi tijekom života jata. Dobro upravljanje ulazima za zrak, kako bi osigurali potrebnu temperaturu i kvalitetu zraka je stoga nužno.

Ključna točka

- Dobrim upravljanjem ulazima za zrak možemo smanjiti troškove grijanja do 20%.

1 - Upravljanje ulazima za zrak počinje provjeravanjem je li objekat dobro zabrtvljen, bez curenja zraka oko vrata, kroz oštećenu izloaciju, itd., koje bi naštetilo ulaznoj struji zraka.

2 - Sljedeći se korak sastoji u tome da provjerimo otvaraju li se ulazi pravilno. Veličina otvora mora se podesiti tako da postignemo i željeni statički pritisak, i potreban protok zraka (Slika 26).

Da bi zrak proticao kako treba, ulazi za zrak na bočnim zidovima moraju biti otvoreni barem 5-7.5 cm, a oni na stropu 2,5-4 cm. Otvaranjem ulaza većim od "potpuno otvorenog" položaja nećemo povećati protok zraka. Preveliki otvori usmjeravaju zrak izravno prema peradi. Povoljan protok zraka postiže se tek pravilnim omjerom otvaranja ulaza.

Ključna točka

- Bočni otvori za zrak trebaju biti otvoreni barem 5-7.5 cm, a oni na stropu 2.5-4 cm kako bi ostvarili dobar protok zraka.

3 - Za rad ulaza za zrak koristite regulator vođen statičkim pritiskom.

Ručno upravljanje ulazima za zrak gotovo je nemoguće. Svaki put kad se ventilator uključi i isključi potrebno je podesiti otvor ulaza za zrak. Regulator osjetljiv na statički pritisak osjeća statički pritisak u objektu i otvara ili zatvara ulaze kako bi postigao veličinu otvora za željeni statički pritisak- stvarajući tako željeni protok zraka. Ovi su aparati vrlo korisni i vrlo dobro rade.

4 - Broj ulaza za zrak mora biti usklađen sa ukupnim korištenim kapacitetom ventilatora.

Odlučivanje o tome koliko će otvora za zrak raditi jedan je dio upravljanja ulazima kojeg treba provoditi ručno. U tipičnom objektu za uzgoj broilera postavljeno je dovoljno ulaza za zrak za polovicu kapaciteta ugrađenih ventilatora, no, kad radi samo jedan ili dva ventilatora, kao kod faze grijanja, trebamo smanjiti broj otvorenih ulaza za zrak. Razlog za to jest taj što, ako radi preveliki broj ulaza u odnosu na broj uključenih ventilatora, uređaj za statički pritisak, kako bi ga održao, previše će zatvoriti otvore ulaza za zrak i nećemo postići potrebni protok zraka.

Ako koristimo sve ulaze za zrak, a samo jedan ventilator promjera 122 cm, uređaj za statički pritisak otvorit će ulaze samo 0,5-1,5 cm, zbog čega zrak jedva ulazi u objekat i pada izravno na tlo. U ovoj situaciji ne dolazi do miješanja zraka jer nema prave struje i brzine zraka. To će dovesti do vlažne stelje, visokog postotka vlage, problema s amonijakom, velike potrošnje goriva i loše kvalitete zraka. Zato trebamo broj ulaza uskladiti s kapacitetom ventilatora koji će se koristiti tijekom određenog dana ili perioda uzgoja.

Za postizanje dobrog protoka zraka u ranom stadiju uzgoja koristeći samo jedan ventilator promjera 122 cm (ili 2 od 91 cm) pri fazi grijanja u jednom dijelu objekta, obično trebamo zatvoriti svaki drugi ulaz u prostorima za prihvata pilića (i sve ulaze u dijelu za tov). Na taj način 15 jednakomjerno raspoređenih ulaza za zrak u prostoru za prihvata pilića radi sinhrono s uređajem za ulaz zraka. Ako radi više ventilatora, otvorit ćemo više ulaza za zrak u prostoru za prihvata. Nakon faze grijanja otvoreno je više ulaza za zrak u dijelu za tov, budući da radi više ventilatora.

Pravilo nastalo na temelju iskustva jest to da u objektu s tunelskom ventilacijom treba raditi 15 ulaza za zrak za svaki ventilator promjera 122 cm uključen tijekom određene faze tova ili vremena.

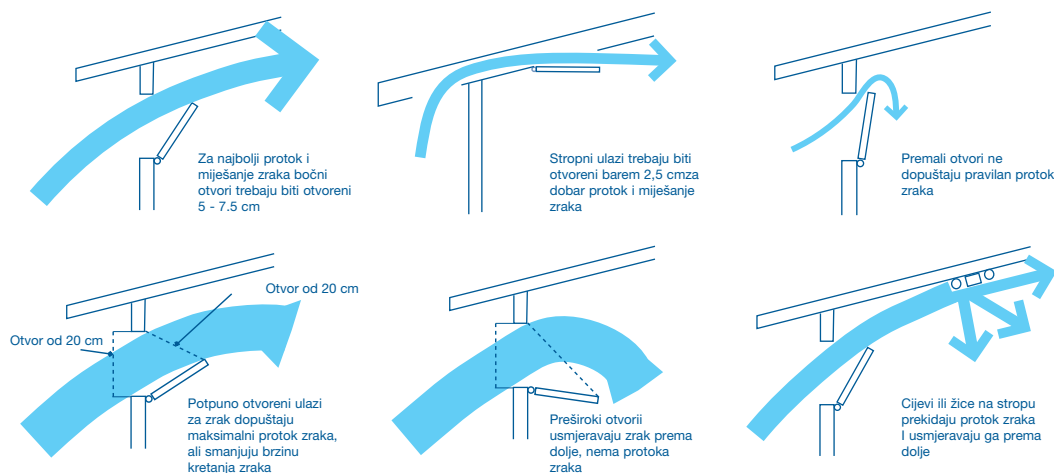
Ključne točke

- Broj aktivnih ulaza za zrak mora biti usklađen sa ukupnim kapacitetom korištenih ventilatora.
- Okvirno pravilo je da za svaki ventilator veličine 122 cm treba raditi 15 ulaza za zrak na rubovima objekta.

5 - Izbjegavajte postavljanje prepreka na putu protoka zraka.

Pojilice i električne cijevi često su pričvršćene za strop, točno na putu protoku zraka iz ulaza za zrak. Kad struja zraka naiđe na takvu prepreku, lomi se i usmjerava se prema dolje. U tom slučaju ne možemo postići naš cilj - glatki protok struje zraka velike brzine stropom do središta objekta.

Slika 26: Pravilni i nepravilni otvori ulaza za zrak



Upravljanje tunelskom ventilacijom

Cilj tunelske ventilacije je hlađenje. Uključujemo je tek kad izvođenjem topline iz objekta više ne možemo postići da se perad osjeća ugodno. Trebaju učinak hlađenja zrakom, a po vrućem vremenu snižavanje temperature pomoću sustava hlađenja isparavanjem.

1 - Uspješnost upravljanja tunelskom ventilacijom ovisi o shvaćanju efektivne ili ekvivalentne temperature koja se stvara zbog efekta hlađenja zrakom.

Da biste odredili efektivnu temperaturu peradi, očitajte temperaturu s termometra u objektu i od nje oduzmite broj stupnjeva koje procjenjujete da perad osjeća zbog efekta hlađenja. Određivanje efektivne temperature nije egzaktna znanost. Na temperaturu koju osjećaju, utječe dob peradi (tj. razvijenost perja i veličina trupa) i brzina vjetra. Ako su ostali faktori jednaki, pad efektivne temperature bit će:

- Veći za mlađu, a manji za stariju perad.
- Veći pri nižim, a manji pri višim temperaturama.

Kako se temperatura približava 35°C, efekt hlađenja vjetrom se smanjuje i potpuno nestaje kad se temperatura popne do 38°C.

Ključna točka

- Efekt hlađenja vjetrom najviše ovisi o dobi peradi i brzini zraka.

2 - Pri izlaganju mlade peradi tunelskoj ventilaciji trebamo biti vrlo oprezni.

Efekt hlađenja vjetrom kod peradi stare četiri tjedna može biti duplo jači nego kod sedmo-tjedne peradi. Uzgajivači često imaju problem jer mladu perad izlažu tunelskoj ventilaciji po prehladnom vremenu. No, po ekstremno vrućim uvjetima ponekad je potrebno koristiti dva ili tri tunelska ventilatora na jednodnevnim pilićima.

3 - Da bismo odredili efekt hlađenja u određenoj situaciji, moramo promatrati ponašanje peradi kako bismo primijetili znakove koji pokazuju je li im prehladno ili pretoplo.

Ne postoji način da predvidimo ili izračunamo koliki će biti efekt hlađenja. Ključni znakovi neugode peradi koje trebamo tražiti jesu:

- Kad im je pretoplo, perad se seli na područja koja su hladnija ili imaju veći protok zraka, perje im je priljubljeno uz tijelo, kunjaju ili podižu krila kako bi se rashladili, piju više, a jedu manje. Ako prestanu jesti i počnu dahtati, te posebice ako ružičasti dijelovi njihove kože postanu tamno crveni, sigurno im je prevruće.
- Kad im je prehladno, spuštaju se prema tlu kako bi izbjegli struju hladnog zraka, odmiču se od smjera kretanja zraka i skupljaju se zajedno, te podižu perje.

4 - Određivanje smjernica za korištenje tunelske ventilacije temeljeno na vlastitom iskustvu može biti vrlo korisno.

U nastavku slijede primjeri smjernica za prosuđivanje potrebe ostankom pri tranzicijskoj ili uključivanjem tunelske ventilacije. Ovo su samo opće smjernice, pa prije njihove primjene treba provjeriti kako se perad ponaša.

- Ako je vanjska temperatura niža od 21°C, a perad je stara četiri tjedna, ostanite pri tranzicijskoj ventilaciji.
- Ako je vanjska temperatura 18°C, a perad je stara pet do osam tjedana, ostanite pri tranzicijskoj ventilaciji.
- Ako je vanjska temperatura 15,5°C ili niža, a perad je stara osam tjedana, ostanite pri tranzicijskoj ventilaciji. Činjenica je da ako je vani prehladno, tunelska ventilacija više će naštetiti nego pomoći peradi.
- U normalnim uvjetima, kad govorimo o peradi s potpuno razvijenim perjem, kod tunelske ventilacije mora raditi barem polovica ventilatora. To ima više nedostataka nego prednosti, posebice što se tiče jednolikosti temperature. Ako vam je dovoljno manje od polovice ventilatora, ostanite pri tranzicijskoj ventilaciji.

Ključna točka

- Ako je vani hladno, tunelska ventilacija može više odmoći nego pomoći; starost peradi je važan čimbenik.

5 - Pratite temperaturne razlike u objektu od ulaza zraka do ventilatora. Ovo može upućivati na dvije različite stvari, ovisno o situaciji:

- Pri korištenju tunelske ventilacije po vrućem vremenu, temperaturna razlika veća od 3°C (normalna) može značiti nedovoljan protok zraka ili postojanje pukotina kroz koje vrući zrak ulazi u objekat. U ovakvoj situaciji provjerite brzinu zraka i čistoću ventilatora, zaklopnika i/ili umetaka, te provjerite jesu li neka od vratiju otvorena ili postoje li neke druge pukotine.
- Kad je riječ o manjoj peradi, porast temperature od jednog kraja objekta do drugog veći od 3°C za vrijeme rada tunelske ventilacije može značiti da je potrebno uključiti tranzicijsku ventilaciju umjesto tunelske. Pod ovim uvjetima porast temperature od jednog dijela objekta prema drugom može značiti da je zrak koji ulazi prehladan, te prolazeći kroz objekat skuplja više topline nego što je poželjno. Ovo se ne može dogoditi kod tranzicijske ventilacije, jer zrak ulazi jednoliko kroz ulaze na rubovima objekta.

Ključna točka

- Temperaturna razlika između suprotnih dijelova objekta može upućivati na slab protok zraka, ili na potrebu korištenja tranzicijske, a ne tunelske ventilacije.

6 - Migracijske ograde treba postaviti odmah nakon što prijeđemo iz faze grijanja dijela objekta za prihvat, u ventilaciju cijelog objekta.

Pri korištenju tunelske ventilacije za hlađenje, perad se pomiče i skuplja u hladnijem dijelu objekta gdje su smješteni ulazi za zrak. Migracijske ograde spriječit će da se skupljaju na jednom mjestu. Jednolikim rasporedom peradi osigurat ćemo jednolike uvjete za to u cijelom objektu. Dobro postavljene ograde važne su za pravilan rad tunelskih objekata. Ograde moraju biti visoke 45-60 cm, te moraju dozvoljavati prolazak zraka kako bi se postigla dobra cirkulacija zraka oko peradi.

Ključna točka

- Upotrebom migracijskih ograda perad će biti jednakomjerno raspoređena, a uvjeti za rast bit će jednoliki u cijelom objektu.

7 - Ako primijetite da je peradi prevruće za vrijeme rada tunelske ventilacije (a sustav radi pravilno), vrijeme je da se uključi hlađenje isparavanjem. Međutim, u dane kad se očekuje rast temperature barem do 32°C, bilo bi najbolje pokrenuti hlađenje isparavanjem prije dolaska do točke kad rade svi tunelski ventilatori.

Za više objašnjenja vidi sljedeći odjeljak.

Ključna točka

- Uključite hlađenje isparavanjem prije nego perad počne osjećati toplinski stres i prije nego dođete do točke kad rade svi tunelski ventilatori.

Upravljanje tunelskom ventilacijom i sustavom hlađenja isparavanjem

Cilj je hlađenja isparavanjem u modernom objektu za uzgoj broilera raditi u kombinaciji sa efektom hlađenja vjetrom kako bi se perad osjećala ugodno. Primjenom hlađenja isparavanjem povećava se sprektar uvjeta pod kojima možemo postići najbolje performanse peradi. Sustav hlađenja isparavanjem ne treba snižavati temperaturu zraka do stvarnog ciljanog očitavanja s termometra - treba je samo dovesti u raspon gdje će dodani pad efektivne temperature nastao protokom zraka u tunelu napraviti ostatak posla.

Na primjer, ako je vani temperatura zraka 35°C, a mi možemo postići hlađenje od 7°C našim sustavom isparavanja, stvarna temperatura zraka koji ulazi u objekat je 28°C. Ako efekt hlađenja vjetrom koji nastaje pri brzini zraka od 2,54 m/s smanjuje temperaturu još 6°C, efektivna temperatura koju perad osjeća iznosit će 22°C - vrlo blizu optimalnoj temperaturi za perad s potpuno razvijenim perjem.

Ključna točka

- Hlađenjem isparavanjem samo trebamo spustiti temperaturu u raspon u kojem će se perad osjećati ugodno zbog efekta vjetra.

1 - Sustav hlađenja isparavanjem treba uključiti ili namjestiti tako da počne djelovati prije nego peradi postane pretoplo.

Za perad s potpuno razvijenim perjem to se može dogoditi pri temperaturi 27-29°C. Lakše je i bolje sprečavati nakupljanje vrućine u objektu, nego je smanjivati kad je se nakupi previše.

2 - Hlađenje isparavanjem ne treba se odgađati sve dok tunelska ventilacija ne radi sa svim ventilatorima.

Ako uz hlađenje isparavanjem radi, na primjer, šest od osam ventilatora, to može biti vrlo korisno za mlađu perad, koja je osjetljivija na efekt povjetarca. Korištenje manjeg broja ventilatora smanjuje brzinu vjetra, a hlađenje isparavanjem učinkovitije je pri manjoj brzini vjetra, kad postizemo isto efektivno hlađenje, uz manje troškove.

Ključna točka

- Uključivanje sustava hlađenja isparavanjem pri radu manjeg broja ventilatora ekonomično je i može koristiti mlađoj peradi.

3 - Generalno je pravilo da se sustav hlađenja isparavanjem ne bi se trebao primjenjivati kad je relativna vlažnost zraka viša od 80%, što se često događa kad padne mrak ili do 9 h ujutro.

Noćne temperature obično su značajno niže od dnevnih, pa u mnogim područjima relativna vlažnost u ljetnim noćima može biti tako visoka da perad neće osjetiti nikakvo rashlađivanje. S druge strane, tijekom ljetnih dana relativna vlažnost rijetko je dovoljno visoka da bi se isključili zamagljivači ili jastučići. Hlađenje isparavanjem neće biti od koristi ako je relativna vlažnost zraka viša od 80%. Međutim, kako temperatura tijekom vrućeg dana raste, povećava se i hlađenje koje možemo dobiti isparavanjem.

Ključna točka

- Okvirno pravilo: Hlađenje isparavanjem nemojte uključivati nakon mraka ili prije 09 h

4 - Sustav hlađenja pomoću umetaka radi dobro samo kad sav dolazeći zrak prolazi kroz potpuno navlaženi (i čisti) umetak - što znači da je nadzor sustava i objekta vrlo važan. Vrata se ne smiju otvarati, niti se smije dopustiti prolazanje zraka kroz pukotine. Bočni zastori moraju čvrsto prijanjati uz objekat. Brzina pumpanja vode mora biti pravilna, a umeci ne smiju zapriječiti protok zraka. Pomaže i smanjenje broja ciklusa rada, kao i potpuno sušenje jastučića tijekom noći zatvaranjem vode, pri čemu ventilatori i dalje rade.

Ključna točka

- Dobro održavanje osobito je važno za uspješno hlađenje isparavanjem.

Upravljanje uključuje i nadzor

Vjerojatno najteži dio dobrog provođenja ventilacije jest to što obično ne vidimo kretanje zraka. Ponašanje peradi prva je i najvažnija stvar koju moramo pratiti. Ako jede i pije normalno, te je jednakomjerno raspoređena po objektu, sve je u redu. Ako nije takav slučaj, možda postoji problem. Također je važno pratiti ostale ključne pokazatelje. Praćenje temperature, kretanja zraka, relativne vlažnosti i statičkog pritiska može vam ukazati na problem koje prije niste primijetili i pomoći vam u njihovu uklanjanju i prije nego se pojave. U nastavku prikazujemo nekoliko načina praćenja:

Ključna točka

- Najvažnije je pratiti ponašanje peradi.

Temperatura

- Veliki brojčani termometri koji se često koriste prikladni su, ali netočni. Živini termometri točniji su i omogućuju vam da vidite i bilježite porast i pad temperature. Termometri i uređaji za mjerenje vlage u zraku bilježe podatke, ispisuju zapis o promjenama u temperaturi ili vlazi unutar objekta, što može biti izuzetno dragocjeno.
- Termometre postavite na visokim i niskim mjestima u objektu kako bi vidjeli kolika je stratifikacija zraka/temperature prisutna. Najvažnije je ono očitavanje u visini peradi. Najmanje tri termometra trebaju biti postavljena u visini peradi: u prednjem, srednjem i stražnjem dijelu objekta.
- Ručni digitalni termometri/uređaji za mjerenje vlage nisu preskupi, brzo reagiraju i možemo ih koristiti za kalibriranje živinog termometra.
- Infracrveni termometar pokazuje temperature svake površine na koju ga usmjerite, a ne temperature zraka. Nešto su skuplji, no, mogu pomoći u otkrivanju problema kao što su pukotine u stropnoj izolaciji, hladni podovi, motori ili sklopke koji se pregrijevaju, itd h as ceiling insulation breaks, cold floors, overheating motors or circuit breakers, etc.

Ključne točke

- Temperature is extremely important: invest in good thermometers and put them in the right places.
- An infrared thermometer helps spot a number of different kinds of problems.

Kretanje zraka

- Danas su dostupni jednostavni, precizni i povoljni mjeraci brzine zraka, koji su dovoljno točni da budu korisni. Ti elektronski uređaji nisu preskupi, a dovoljno su precizni da bi bili korisni. Ručni model, koji uključuje termometar, osobito je koristan i prikladan za kontrolu uvjeta u objektu.
- Strateški postavljene lagane vrpce, poput zastavica, dobar su pokazatelj protoka zraka. Postavite ih uzduž stropa i u visini peradi. One vam neće reći da je protok zraka na tom mjestu povoljan, već samo da tu postoji nekakvo kretanje zraka. Ako traka miruje, to je znak da postoji problem.

Ključna točka

- Mjeraci brzine zraka i vrpce olakšavaju nam upravljanje ventilacijom jer smanjuju potrebu za nagađanjem.

Relativna vlažnost

- Za praćenje relativne vlažnosti također je potreban određeni instrumentarij. Mi sami ni u kojem slučaju ne možemo osjetiti razlike u relativnoj vlažnosti, koje mogu loše utjecati na performanse peradi ako se nastave. Za provjeru relativne vlage, koristite povoljan uređaj za mjerenje vlage, koji mjeri vlagu uz odstupanje $\pm 5\%$. Točniji, digitalni uređaj je skuplji, no, njegovo je odstupanje samo $\pm 2\%$. Opet naglašavamo, želite znati što se događa u visini peradi, pa stoga vlagu provjeravajte na tim mjestima.

Statički pritisak

- Praćenjem statičkog pritiska, tijekom vremena i u postojećim uvjetima, možemo uočiti probleme kao što su pukotine za prolazak zraka, nedovoljno otvaranje zaklopnika, smanjen rad ventilatora, itd. Danas su dostupni jednostavni i povoljni ručni ili zidni manometri.

Ključne točke

- Uređaj za mjerenje statičkog pritiska pomaže u uočavanju curenja zraka, problema sa zaklopnima, lošim radom ventilatora i drugih problema.
- Kad god možete, potražite stručnu pomoć. Serviseri, savjetnici i stručnjaci imaju pristup kvalitetnoj opremi za praćenje. Mogu vam dati savjet, pomoći pri provjeri objekta i pokazati kako to možete sami napraviti.

Korisni faktori pretvaranja jedinica

U nastavku slijede približni čimbenici pretvaranja engleskog u metrički sustav i obrnuto za mjere i jedinice na koje često nailazimo u raspravama o ambijentalnom upravljanju objektom za uzgoj peradi.

Brzina zraka	U stopama po minuti $\div 197 = \text{m/s}$ U metrima po sekundi $\times 197 = \text{stopa/ minuti}$
Područje	U kvadratnim stopama $\div 10.76 = \text{kvadratnih metara}$ U kvadratnim metrima $\times 10.76 = \text{kvadratne stope}$
Protok zraka	U kubičnim stopama po minuti $\div 2119 = \text{kubični metri po sekundi}$ U kubičnim metrima po sekundi $\times 2119 = \text{kubične stope po minuti}$
Statički pritisak	U inchima vode $\times 249 = \text{Pascali}$ U Pascalima $\div 249 = \text{inchi vode}$
Volumen	U galonima $\times 3.785 = \text{litre}$ U litrama $\div 3.785 = \text{galoni}$
Toplina	U britanskim termalnim jedinicama (BTU) BTU $\times 1.055 = \text{kJ}$ U kilojulima $\div 1.055 = \text{BTU}$
Gubitak topline	U BTU po satu po funti $\times 2.323 = \text{kilojuli po satu po kilogramu}$ U kilojulima po satu po kilogramu $\div 2.323 = \text{BTU po satu po funti}$
Dužina	U inchama $\times 2.54 = \text{centimetra}$ U centimetrima $\div 2.54 = \text{incha}$ U stopama $\times 0.305 = \text{metra}$ U metrima $\div 0.305 = \text{stope}$
Težina	U funtama $\div 2.2 = \text{kilograma}$ U kilogramima $\times 2.2 = \text{funte}$
Jakost svjetla	U lux-ima $\div 0.093 = \text{kandele}$ U kandelama $\times 10.764 = \text{lux-a}$

Tablica pretvorbe mjernih jedinica

Fahrenheit u Celsius ($^{\circ}\text{F} - 32) \div 1.8$		Celsius u Fahrenheit $1.8^{\circ}\text{C} + 32$	
$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$
105	40.56	40	104
100	37.78	35	95
95	35.00	30	86
90	32.22	25	77
85	29.44	20	68
80	26.67	15	59
75	23.89	10	50
70	21.11	5	41
65	18.33	0	32
60	15.56	-5	23
55	12.78	-10	14
50	10.00		
45	7.22		
40	4.44		
35	1.67		
30	1.12		
25	3.90		
20	6.68		

OPASKA

Pri pretvaranju temperaturnih razlika ili intervala ne koristi se $\pm 32^{\circ}\text{C}$ konstanta. Na primjer, interval od 15°F jednak je intervalu od $8,3^{\circ}\text{C}$: $15 (\text{F}) \div 1.8 = 8.333 (\text{C})$

Bilješke

Handwriting practice area with horizontal dotted lines.

Bilješke

Handwriting practice area with horizontal dotted lines.

Bilješke

Handwriting practice area with horizontal dotted lines.



Iako je učinjeno sve da se osigura točnost podataka u ovom priručniku, Aviagen nije odgovoran za posljedice korištenja informacija u upravljanju peradi.

Za više informacija obratite se lokalnom voditelju Tehničke službe.

www.aviagen.com