

SUVREMENA IZGRADNJA NASTAMBI ZA GOVEDA

I. OPCENITO

Danas je općenito poznato, da izgradnja nastambi za goveda mora udovoljiti uvjetima racionalnog i suvremenog uzgoja stoke, ukoliko se nastoji osigurati industrijski način proizvodnje. To znači, da za industrijski tip proizvodnje u stočarstvu treba pored dobre ishrane osigurati i odgovarajuće nastambe za držanje stoke. Samo uz takav tretman držanja i uzgoja stoke možemo govoriti o suvremenom i kontroliranom stočarenju. Prema tome, možemo odmah nadodati, da izgradnja i oprema nastambi za goveda, općenito uzevši, u poljoprivrednom građevinarstvu diktira projektantu pored funkcionalnosti i ekonomičnosti objekta i ove veterinarsko-higijenske i sanitarno-tehničke uvjete:

- ispravan smještaj gospodarskih objekata (s obzirom na geološke, hidrološke, klimatsko-higijenske, topografske i građevinarske prilike);
- odgovarajuću kvalitetu uzduha, tj. traženu mikroklimu nastambe za dotični tip uzgoja i proizvodnje;
- odgovarajuću (optimalnu) kubaturu stajskog prostora, kada se radi o nastambama zatvorenog tipa;
- odgovarajuće prirodno ili umjetno provjetravanje i osvjetljavanje nastambi za goveda;
- odgovarajuću higijenu građevinskih objekata (uz osiguranje pitke vode, dobro i ispravno odvođenje otpadnih voda, te ispravno uskladištenje hrane itd.).

Današnja tehnologija stočarske proizvodnje naglašava važnost i aktuelnost problema smještaja, tj. držanja proizvodnih grla i izgradnju odgovarajućih nastambi koje omogućuju industrijski način proizvodnje. Logična su i potrebna onda izučavanja što povoljnijeg tipa nastambi, kada se još zna da postojeće klasične nastambe ne mogu udovoljiti današnjem uvjetima krupne industrijske proizvodnje u stočarstvu.

U vezi s perspektivnim razvojem poljoprivrednog građevinarstva i sve većeg zahtjeva na proizvodnju, današnja istraživanja najpovoljnije nastambe otvorenog ili zatvorenog tipa nisu potpuna, a niti dovoljna iz više razloga.

Kod uspoređivanja otvorenog ili zatvorenog tipa nastambi često ne vodimo računa o slijedećim faktorima:

- načinu izgradnje i vremenu kada je koji tip građen, tj. da li je neki tip nastambe građen po suvremenim principima industrijskog građenja putem standardizacije i tipizacije prefabriciranih građevinskih elemenata;
- primjeni suvremenih materijala i postupaka kod građenja pojedinog tipa nastambe;

- ugrađivanju i primjeni suvremene opreme i mehanizacije te odgovarajućih instalacija potrebnih kod krupne industrijske proizvodnje u stočarstvu;
- načinu upoređivanja kako ne bi došlo do izučavanja najpovoljnijeg otvorenog tipa nastambe građene po suvremenim principima za krupnu industrijsku proizvodnju i zatvorenog klasičnog tipa nastambi malih proizvodnih kapaciteta.

Ovakvo postavljanje problema i njegova kompleksnost govori nam o važnosti projektantskog rada te funkciji i značaju projektanta u procesu društvenog stvaranja. Jasno da ovom radu, uslijed studijskog i stvaralačkog karaktera, treba dati odgovarajuće ekvivalentno vrijeme, koje je potrebno počevši od faze pripreme projektiranja preko razrade elaborata i na kraju kod praćenja objekta u eksploataciji. Ovaj oblik rada u poljoprivrednom građevinarstvu ostao je nešto po strani već i zbog same specifičnosti kojom obiluje ova problematika, te niza drugih faktora iz područja investicionih predradnji. Kako se još uvijek poklanja premalo važnosti području poslova, koje nazivamo »*investicione predradnje*«, to je loša i neodgovorna praksa investitora, kada želi da putem faze projektiranja nadoknadi izgubljeno vrijeme u fazi pripreme. Mora se odmah nadodati, da investicione predradnje treba da počnu odmah kada se već kroz bilo koju formu postavi ili traži zahtjev za izgradnju. Česta je pojava, da se za nekvalitetan rad investicionih predradnji prigovara stručnim suradnicima, a da se pri tome zaboravlja kako pojedini organi svojom pretjeranom ambicioznošću i nepoznavanjem problema ne ostavljaju ekvivalentno vrijeme potrebno za studije i razradu problema u cilju iznalaženja optimalnih rješenja tretirane problematike.

II. IZGRADNJA NASTAMBI ZA GOVEDA

Današnji tempo i opseg građenja, općenito gledajući, diktira pronalaženje optimalnijih uvjeta za izvođenje objekata, zasnovanih na naučnoj organizaciji rada i suvremenim ekonomskim koncepcijama. Logično je, da to onda vodi k tipizaciji i standardizaciji prefabriciranih građevinskih elemenata u cilju industrijskog načina građenja. Usavršavanjem procesa građenja, te primjenom suvremenih materijala i postupaka kod građenja, moguće je smanjenje neproduktivnih troškova i veća produktivnost rada kod građenja nastambi za goveda.

Građenje nastambi za goveda, kao i cijelo poljoprivredno građevinarstvo, ulazi u novu fazu i rezultati oko procesa industrijalizacije građenja kod nas i u svijetu su ohrabrujući iako problematika industrije građevinskog materijala postaje sve složenija. Suvremeni tehnološki procesi kod proizvodnje građevinskog materijala i elemenata često u osnovi mijenjaju prirodne osobine pojedinih građevinskih materijala o čemu se mnogo puta ne vodi računa.

Dosadašnji klasični način građenja s homogenim i teškim konstrukcijama nije diktirao neku posebnu brigu oko fizikalnih pojava i utjecaja, dok je to kod suvremenog načina građenja s laganim skeletnim konstrukcijama i višeslojnim ispunama danas postala nužnost. Ovo je posebno važno kod izgradnje nastambi za goveda, jer nam praksa potvrđuje, da i pored vođenja računa o toplinskoj vrijednosti vanjskih zidova nije bilo vođeno računa o vlažnom uzduhu i difuznom otporu građevinskih materijala, te ispravnom ugrađivanju

porozapornih slojeva, pa su zbog toga nastale i nastaju ogromne štete na objektima. Znači, da kod projektiranja nastambi za goveda treba bezuvjetno voditi računa pored nosivosti konstrukcije u statičkom smislu i funkcionalnosti objekta, te hidroizolacije objekta još i o slijedećim faktorima:

- termičkoj izolaciji koju diktira tražena mikroklima za dotičnu vrst proizvodnje;
- utjecaju unutarnjeg vlažnog uzduha nastambi na ugrađeni materijal bilo da se radi o utjecaju unutarnje vlage putem difuzije ili putem kapilarnog djelovanja;
- ugradnji odgovarajuće izolacije i porozapornih slojeva koji daju veliki difuzni otpor ili minimalni koeficijent parne provodljivosti.

Da bi odgovorili na ova pitanja, te otklonili štetan utjecaj unutarnje vlage uzduha, koji će kod izgradnje nastambi za goveda biti mnogo opasniji od utjecaja vanjske vlage na objekat, moramo računski odrediti parne difuzije, da se vidi da li će se na pojedinom građevinskom materijalu (tj. ispuni) pojaviti štetan utjecaj vlage. Ovakav proračun omogućuje nam numerički i grafički prikaz odnosa temperature, pritiska vodene pare u zasićenom stanju i djelomičnog parnog pritiska. Logično je, da će se proračunom specifičnog otpora difuzije vodene pare dobiti položaj rezultatne linije u odnosu na liniju zasićenja, pa se prema tome vidi, da li će biti unutrašnjeg kondenzata. Također je potrebno izračunati količinu difundirane vlage, te ispitati zid na toplinsku akumulaciju i odrediti odgovarajuću debljinu koja će zadovoljiti i ovim zahtjevima.

Kod nastambi za goveda vanjske zidove nastojimo izrađivati iz poroznog materijala, jer je poznat štetan utjecaj cementno-betonskih stijena kako na ljude, tako i na životinje. Obzirom na veliki procenat vlage, koja se nalazi u toplom stajskom uzduhu, moraju zidovi biti tako dimenzionirani da se na njihovoj površini ne stvara kondenzat, a istodobno zid mora u izvjesnoj mjeri da propušta uzduh. Znači da zid mora biti sposoban da kod pada temperature (ohlada) preuzme nešto vlage iz uzduha, pa tu vlagu odvodi van, ali da pri tome ne izlazi uzduh kao nosilac topline, ili da je kod ponovnog porasta temperature vraća u nastambu. Pri ovoj funkciji zid ne smije gubiti sposobnost da diše, što znači da ne smije prekoračiti sposobnost primanja vlage, nego mora i dalje djelovati kao regulator. U tom smislu, kod gradnje stanova uopće ne dopuštamo da dođe do stvaranja vlage na zidovima, dok su kod izgradnje nastambi za goveda kriteriji nešto blaži, ali se zidovi ne smiju orisiti. Debljinu vanjskih zidova treba određivati na osnovu prosječne vanjske temperature i prema tome da li je pojedini upotrebljeni materijal dobar ili loš vodič topline, gdje je važna i tražena toplina u nastambi za goveda. Znači, da bi debljina vanjskog zida morala biti prilagođena pojedinim klimatskim zonama. Iz svega proizlazi neophodnost dobrog uređaja za klimatizaciju ukoliko se želi doći do ekonomski podnošljivih debljina vanjskih zidova naročito u hladnijim klimatskim zonama. Treba paziti također, da nam nastamba za goveda ne bude previše vlažna i topla, jer i to šteti zdravlju stoke.

Unutrašnja izgradnja nastambi za goveda rješavat će se u perspektivi putem upotrebe gotovih elemenata iz laganog betona (plinobetoni, pjenobetoni), te gotovih pečenih ploča ili poroznih zidnih elemenata, čija se upotreba neće ograničiti samo na vanjske zidove, nego iza oblaganja podova, stropova-unutrašnjih zidova i potpora. Suvremena građevinska izvedba po montažnom po-

stupku mora biti podešena za mijenjanje veličine prostorija i oblika te namjene, a tu fleksibilnost osigurava montažni način građenja putem ugrađivanja gotovih prefabriciranih građevinskih elemenata. Ovu fleksibilnost pogona tj. pokretljivost i promjenu unutrašnjeg sadržaja nastambi u poljoprivrednom građevinarstvu diktira današnji tempo i suvremeni način industrijske proizvodnje u poljoprivredi.

III. TOPLINSKO-TEHNIČKA ISTRAŽIVANJA

Danas je cilj svih toplinsko-tehničkih istraživanja, da se gubitak postojeće količine topline kroz ugrađene građevinske materijale svede na što manju mjeru. U zatvorenom tipu nastambi za goveda poznamo ove gubitke topline:

- gubici topline kroz zidove, stropove i podove;
- gubici topline kroz vrata, prozore i druge otvore.

Za uzgoj i održavanje zdravlja životinja u zatvorenom tipu nastambi poželjne su slijedeće temperature:

- kod nastambi za telad $t_u = 10-12^{\circ} \text{C}$
- kod nastambi za junad $t_u = 8-10^{\circ} \text{C}$
- kod nastambi za krave $t_u = 10-14^{\circ} \text{C}$
- kod nastambi za konje $t_u = 10-14^{\circ} \text{C}$

Ove se temperature mogu održati, ako su toplinske vrijednosti vanjskih zidova i stropova u strogoj ovisnosti o vanjskoj temperaturi (t_v) dotične klimatske zone i postotku vlage uzduha u prostoriji nastambe. Logično da je stupanj vlage (t_v) stajskog uzduha ovisan o vrsti životinje koju držimo u nastambi, njenom disanju, vrsti hrane te izlučivanju i drugim faktorima, pa se sve to mora regulirati odgovarajućim uređajima za provjetranje. Nedovoljno provjetranje nastambe može povećati relativnu vlažnost uzduha u nastambi.

Znači, da je normalno očekivati u pretoplim i loše provjetrenim nastambama više vlage u uzduhu, koja se kondenzira u vidu vodenih kapljica, kada imamo pretanke i nepropusne vanjske zidove nastambi.

Gubici topline kroz zid ovise o slijedećim faktorima:

- prolazu unutrašnje topline uzduha na zidnu stijenu,
- gubitku topline unutar zidne stijene,
- prelazu topline zida na vanjski uzduh.

Ova tri zbivanja toplinske izmjene nazivamo otporom koji zidna stijena pruža gubicima topline, pa je prema tome *otpor prolaza topline*:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_a}$$

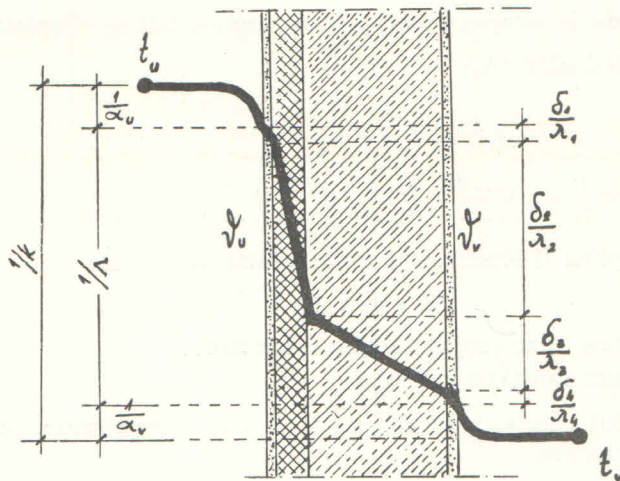
α_i i α_a su vrijednosti prelaza topline u $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^{\circ} \text{C}}$, tj. količina topline koja se po jedinici površine, vremena i pada temperature prenosi od uzduha na površinu zida i obratno.

$$\frac{1}{\alpha} = \text{otpor prelaza topline u } \frac{\text{m}^2 \text{h}^{\circ} \text{C}}{\text{Kcal}}$$

δ = debljina zida odnosno sloja u »m«

λ = vrijednost toplinske provodljivosti građevinskog materijala u Kcal/m h°C, tj. količina topline, koja prolazi kroz 1 m² površine u 1 sat za 1 m debljine materijala, kada se temperatura obiju površina razlikuje za 1°C.

sl. br. 1



- „k“ - KOEFICIENT PROLAZA TOPLINE [kcal/m²h°C]
 „λ“ - „“ TOPLINSKE PROPUSTLJIVOSTI kcal/m²h°C
 „λ“ - „“ TOPLINSKE PROVODLJIVOSTI kcal/mh°C
 „α“ - „“ PRIJELAZA TOPLINE kcal/m²h°C
 „t“ - TEMPERATURA VANJSKE ILI UNUTRAŠNJE POVRŠINE ZIDA
 „t“ - TEMPERATURA VANJSKOG ILI UNUTARNJEG ZRAKA [t_v, t_u]
 „δ“ - DEBLJINA ZIDA ODNOSNO SLOJA U CM

Sl. br. 1.

Grafički prikaz prolaza topline kroz višeslojni zid

$\frac{1}{k}$ = otpor prolaza topline, koji se u 1 sat suprotstavi ovom toplinskom prolaženju kada se temperatura razlikuje 1°C.

k — vrijednost prolaza topline Kcal/m²h°C, tj. količina topline što u 1 sat prođe kroz 1 m² nekog građevinskog materijala čije se dodirne mase razlikuju u temperaturi za 1°C.

Otpor ili vrijednost toplinske hrane $\frac{1}{\lambda}$ (m²h°C/Kcal) nekog dijela zidne stijene zavisi o debljini zidne stijene δ i koeficijentu toplinske provodljivosti λ Kcal/m h°C građevinskog materijala iz koga je zidna stijena građena, pa imamo da je:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\delta}{\lambda}$$

Za slučaj da se radi o višeslojnim ispunama bit će:

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{\delta_1 \dots 2}{\lambda_1 \dots 2} + \frac{\delta_2 \dots 3}{\lambda_2 \dots 3} + \frac{\delta_n \dots n+1}{\lambda_n \dots n+1}$$

S koeficijentom prelaženja topline α_i Kcal/m²h°C s uzduha u nastambi na unutrašnju zidnu stijenu i s koeficijentom prelaza topline α_a od površine zidne stijene na vanjski uzduh odnosno zemlju, dobiva se koeficijent prelaza topline $\frac{1}{\alpha_i}$ i $\frac{1}{\alpha_a}$ tako da je ukupni otpor prolaza topline nekog višeslojnog zida tj. ispune jednak (jednažbi (A.)

$$\frac{1}{\kappa} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_a} \quad \text{ili}$$

$$\frac{1}{\kappa} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_1 \dots 2}{\lambda_1 \dots 2} + \frac{\delta_2 \dots 3}{\lambda_2 \dots 3} + \frac{\delta_n \dots n+1}{\lambda_n \dots n+1} + \frac{1}{\alpha_a}$$

Tada se gubitak topline Q Kcal/m²h°C može izraziti formulom

$$Q = \kappa (t_u - t_v)$$

t_u = temperatura unutrašnjeg uzduha u nastambi

t_v = temperatura vanjskog uzduha

Za svaki pojedini sloj zida je tada kad su t_n i t_{n+1} temperatura na jednoj i drugoj njihovoj površini

$$t_n - t_{n+1} = Q \frac{1}{\kappa_n \dots n+1}$$

Vrijednosti prelaza topline α ovisne su o temperaturi i cirkulaciji uzduha, te postotku vlage u uzduhu kao i kakvoći zidnih stijena.

U zatvorenim prostorijama uz naravnu cirkulaciju uzduha imamo slijedeće vrijednosti za prelaz topline α_i otpor prelaza topline $\frac{1}{\alpha}$ kod ovih građevinskih dijelova:

Građevinski dijelovi	Vrijednost prelaza topline α	Otpor prelaza topline $\frac{1}{\alpha}$
unutrašnje zidne plohe i unutrašnji prozori	7	0,143
vanjski prozori	10	0,100
podovi i stropovi	7	0,143

Znači za prosuđivanje gubitka topline kroz zid se najprije ustanovljuje vrijednost toplinske izolacije $\frac{1}{\Lambda}$ gdje je

Λ — vrijednost toplinske propustljivosti u Kcal/m²h°C, tj. količina topline koja prođe u 1 sat kroz m² površine i određenu debljinu stijene pri razlici temperature od 1°C;

$\frac{1}{\Lambda}$ vrijednost otpora toplinske brane koja se u 1 sat suprotstavi prolaženju topline kroz 1 m² površine i određenu debljinu materijala uz temperaturnu razliku od 1°C m²h°C/Kcal

Ako zid treba ispitati na svojstvo u pogledu znojenja onda se najprije odredi tačka rosišta t_s za određenu unutrašnju temperaturu t_u i postotak vlage u zraku.

Odnos unutrašnje temperature (t_u) i postotka vlage u uzduhu vidljiv je u priloženom tabelarnom prikazu kako slijedi:

TEMPERATURE ROSIŠTA KOD REL. VLAŽNOSTI [ϕ%]							
TEMPAR. u °C	70	75	80	85	90	95	100
-10	-13,9	-13,2	-12,5	-11,8	-11,2	-11,2	-10
-5	-9,1	-8,3	-7,6	-6,9	-6,2	-5,6	-5
±0,0	-3,2	-3,1	-2,3	-1,6	-0,9	-0,3	±0,0
+2	-2,5	-1,6	-0,8	-0,1	+0,6	+1,3	+2
+4	-0,9	-0,1	+0,8	+1,6	+2,4	+3,2	+4
+6	+0,9	+1,9	+2,8	+3,6	+4,4	+5,2	+6
+8	2,9	3,9	4,8	5,6	6,4	7,2	+8
+10	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2	+10
+12	6,6	7,6	8,5	9,5	10,3	11,2	+12
+14	8,6	9,6	10,6	11,5	12,5	13,2	+14
+16	10,5	11,5	12,5	13,4	14,3	15,2	+16
+18	12,4	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2	+18
+20	14,3	15,4	16,5	17,4	18,3	19,2	+20
+25	19,1	20,2	21,3	22,3	23,2	24,1	+25
+30	24,2	25,3	26,4	27,5	28,5	29,2	+30

Sl. br. 2.

Tabelarni prikaz temperatura rosišta kod različite temperature i relativne vlažnosti uzduha.

Onda je količina gubitka topline (Q) po m² površine i satu jednaka

$$Q = \kappa (t_u - t_v) = \alpha_i (t_u - \vartheta_u) \dots \dots \dots [A']$$

ϑ_u = temperatura unutrašnje površine u °C.

Znači, ako se toplina zida i izjednači s temperaturom zasićenosti t_s da bude jednaka tački rosišta, onda s poznatim vrijednostima t_u , t_v i α_i imamo jednadžbu [B].

$$\kappa_{max} = \frac{\alpha_i (t_u - t_s)}{t_u - t_v} \quad \text{ili} \quad \frac{1}{\kappa_{max}} = \frac{t_u - t_v}{\alpha_i (t_u - t_s)}$$

κ_{max} pri tome označuje onu vrijednost prolaza topline koja se kod određenih temperatura za sve konstruktivne dijelove može dopustiti kao κ_{max} , a da je izbjegnuto orošenje zida.

Ako izračunata vrijednost $\frac{1}{k_{ef}}$ ne dostigne potrebnu veličinu $\frac{1}{k_{max}}$ odnosno ako je $k_{ef} > k_{max}$, onda to znači, da je debljina zida za određene temperature, koje se trebaju održati, nedovoljna i da će se zid orositi pa prema tome imamo:

$$\frac{1}{k_{max}} = \frac{1}{k_{ef}} + \frac{\delta_z}{\lambda_z} \quad \delta_z = \lambda_z \left(\frac{1}{k_{max}} - \frac{1}{k_{ef}} \right)$$

δ_z = potrebno dodatno ojačanje zida u »m«

λ_z = vrijednost vođenja topline izabranog toplinskog izolacionog materijala. Obrnutim postupkom se naravno pomoću k_{max} dolazi do potrebne vrijednosti toplinske izolacije $\frac{1}{\Lambda_{ef}}$ uvrštavanjem jednadžbe »B« u jednadžbu »A« pa imamo

$$\frac{1}{\Lambda_{ef}} = \frac{1}{k_{max}} - \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} \right)$$

Za kontrolu i za uspoređivanje s tačkom rosišta služi ustanovljenje zidne temperature ϑ_u rješenjem jednadžbe [A'] imamo

$$\vartheta_u = t_u - k \frac{(t_n - t_v)}{\alpha_i}$$

a kada je toplinska izolacija zida dovoljna onda je $\vartheta_u = t_s$

Ako treba proračunati vrijednosti prolaza topline za pojedine zidne konstrukcije ili za stropove, krovove i podove onda najprije prema jednadžbi (B) odrede k — vrijednosti za razne presjeke, pa se nakon toga odgovora putem učešća dotičnih plošnih površina izračuna srednja vrijednost prolaza topline, koja je

$$k_m = \frac{k_1 \cdot F_1 + k_2 \cdot F_2 + \dots + k_n \cdot F_n}{\Sigma F}$$

te se iz $\frac{1}{k_m}$ i jednadžbe $\frac{1}{\Lambda_{ef}}$ utvrđuje

$\frac{1}{\Lambda_m}$ kao srednja vrijednost toplinske izolacije cjelokupne konstrukcije.

IV. UTJECAJ AKUMULACIJE TOPLINE I VLAŽNOSTI UZDUHA

I pored ispravnog odabiranja građevnog materijala za konstrukcije nastambi za goveda važnu ulogu ima i sposobnost akumuliranja topline. Ovaj problem je posebno važan kod izgradnje nastambi za goveda, jer i pored toga što ugrađeni materijal ima lošu vodljivost topline, u slučaju da se stijene nastambi brzo hlade po prestanku zagrijavanja, opet će doći do znojenja na ohlađenim površinama stijena, ako je akumulacija topline slaba.

Projektirajući nastambe za goveda nastojimo da ne dolazi do kondenzacije vodene pare, jer ako vlaga probije još i na vanjsku stranu stijene, pa pod utjecajem smrzavice i mraza nastane razaranje vanjske žbuke štete mogu biti ogromne. Znači treba vodenu paru iz nastambi odstranjivati putem prirodnog ili umjetnog ventiliranja, tako da na unutarnjoj strani stijene temperatura ne dostigne stupanj kondenzacije pare (t_s). U takvim klimat-

skim zonama, gdje bi trebali preveliku debljinu vanjskih zidova radi čuvanja od kondenzacije dozvoljavamo da manju količinu vodene pare mogu upijati zidovi, ali da s vanjske strane ne omogućimo smrzavanje. Ta količina ne smije biti veća od 300 g/m² na dan ili 12,59/m² na 1h.

Na samu sposobnost akumulacije topline nekog građevinskog materijala utječe:

- vanjska temperatura uzduha;
- strujanje i smjer vjetra, te kiša;
- debljina zidne stijene;
- sposobnost vodljivosti temperature i dr.

Ova vodljivost je mjerilo za akumulaciju topline, pa je vodljivost temperature:

$$A = \frac{\lambda}{c \cdot g}$$

c — spec. toplina
g — prostorna težina

Nastambe za goveda treba da osiguraju pogodnu toplinu stajskog prostora uz maksimalno dopuštenu vlažnost stajskog uzduha, tako da je pri traženoj temperaturi u nastambi omogućeno provjetranje nastambe.

Prema tome, ukupna bi količina topline, koju daje stoka, trebala biti:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad \text{u Kcal/h}$$

Q₁ = količina topline za ugrijavanje uzduha;

Q₂ = količina topline koja se gubi kroz otvore;

Q₃ = količina topline koja se gubi kroz zidove, stropove, podove.

Znači, da nastamba za goveda mora imati takve klimatske uvjete, tj. odgovarajuću mikroklimu, koja će omogućiti životinjama da se svi fiziološki procesi u tijelu vrše lagano i bez smetnje kako bi se životinje ugodno osjećale tj. imale odgovarajući »komfor«.

Kod raznih vrsta životinja odavanje tjelesne topline je različito, što ovisi o veličini, dobi, hranjenju i kretanju životinja, na što još utječe vlaga i kretanje uzduha.

Danas se računa da jedno odraslo govedo od 500 kg težine, daje od sebe 160 l ugljične kiseline, 300 grama vodene pare i 610 kalorija korisne topline na 1h.

Razumljivo je, da kod tolike produkcije topline, vodene pare i ugljične kiseline kod krupne industrijske proizvodnje u zatvorenim nastambama ni dobro građene staje neće odgovarati svrsi i bit će nehigijenske, ako ne predvidimo odgovarajući uređaj za provjetranje nastambi, tj. dovod svježeg i odvod pokvarenog uzduha. Ako kao mjerilo za dovod svježeg uzduha bude količina ugljične kiseline, onda je potreban dovod svježeg uzduha u staju u m³ po jednom govedu jednak

$$V_c = \frac{160}{C_u - C_v} \quad \text{u m}^3 / \text{h G. V}$$

C_v = količina ugljične kiseline svježeg vanjskog uzduha;

C_u = dopuštena količina ugljične kiseline u staji (koja za koncentraciju od 0,35 — 0,40% ugljične kiseline zahtijeva potrebu u svježem uzduhu od 50 — 43 m³ /h GV.

Ako uzmemo kao mjerilo za potreban dovod svježeg uzduha u staju količinu vodene pare onda je potreban dovod svježeg uzduha m^3/h

$$V_x = \frac{T_x}{X_u - X_v} \quad \text{u kg/h GV}$$

T_x = proizvedena količina vodene pare u kg/ha po 1 G.V.;

X_u = sadržaj pare stajskog uzduha u kg/m^3 ;

X_v = sadržaj pare svježeg uzduha u kg/m^3 .

Ako uzmemo kao mjerilo za potreban dovod svježeg uzduha izdavanje topline goveda, a da se održi tražena temperatura (i za hladnih dana) potrebna je slijedeća količina svježeg uzduha u m^3/h .

$$V_q = \frac{Q_1 - (Q_2 + Q_3)}{0,31(t_u - t_v)} \quad m^3/h \text{ GV}$$

Q = toplina koju daje životinja;

Q_1 = toplina potrebna za ugrijavanje dovoda svježeg uzduha;

Q_2 = toplina potrebna za ugrijavanje uzduha koji dolazi kroz otvore;

Q_3 = toplina koja se gubi kroz zidove.

Znači da bi se uz propisanu izmjenu zraka održala tražena mikroklima staje mora bilanca topline biti

$$Q_{Ti} = Q_B + Q_L$$

Q_{Ti} = količina topline koju jedno grlo proizvede za 1h;

Q_B = gubitak topline građevne dijelove nastambe po grlu na sat;

Q_L = utrošena toplina za ugrijavanje svježeg zraka po grlu na sat.

Kod dopunskog grijanja imamo da je

$$Q_H = Q_B + Q_L - Q_{Ti}$$

Gubitak topline kroz pojedine građevinske dijelove možemo obračunati i obuhvatiti slijedećom formulom;

$$Q_B = Q_W + Q_D + Q_{Bo} + Q_F + Q_T \quad \text{Kcal/h}$$

gdje je

Q_W = gubici topline kroz zidove;

Q_D = gubici topline kroz strop;

Q_{Bo} = gubici topline kroz pod;

Q_F = gubici topline kroz vrata i prozore.

Međutim, kako površine vrata i prozora ostaju fiksne uz poznatu vrijednost koeficijenta »k«, a gubitke topline kroz pod možemo zanemariti to imamo da je:

$$Q_W + Q_D = (Q_{Ti} - Q_L) - (Q_F + Q_T)$$

gdje je

$$k = \frac{Q_W + Q_D}{F \cdot \Delta t} \quad \text{Kcal } m^2 \text{ h}^0$$

Znači, da pored toga, što pojedini građevinski dijelovi moraju osigurati minimalnu zaštitu temperatura, oni također moraju osigurati kod pada temperature nastajanje vodljivog kondenzata na površinama.

Osiguranje zaštite od kondenzne vode na vanjskim zidovima i stropu nastambe moguće je samo u slučaju dobre regulacije temperature, te odgovarajućeg provjeravanja nastambe uz upijajuću moć površina

$$K_D = \frac{(Q_{Ti} - Q_e) - (Q_W + Q_T + Q_F)}{F \cdot \Delta t} \quad \text{Kcal/m}^2/\text{h}^0$$

Gubitke topline za pojedine dijelove možemo izračunati po formuli:

$$Q = \kappa \cdot F (t_u - t_v)$$

F = površina zida u m^2 ;

t_u = temperatura stajskog uzduha;

t_v = temperatura vanjskog uzduha;

Sl. br. 3

TEMPERATURA STAJSKOG ZRAKA t_u	VLAŽNOST STAJSKOG ZRAKA $\varphi\%$	BEZ KONDENZACIJE ZIDOVA						SA DOZVOLJENOM KONDENZACIJOM ZIDOVA OD 12,5 g/m ³ h					
		t_v -15°C		t_v -18°C		t_v -21°C		t_v -15°C		t_v -18°C		t_v -21°C	
		k	δ cm	k	δ cm	k	δ cm	k	δ cm	k	δ cm	k	δ cm
+10	70	1,1	53	1,0	61	0,9	70	1,9	26	1,7	31	1,5	36
+10	80	0,65	102	0,6	112	0,55	123	1,35	42	1,2	49	1,07	56
+10	90	0,32	221	0,19	245	0,26	275	0,9	70	0,8	80	0,72	90

POTREBAN OTPOR PROLAZA TOPLINE ZA SPRJEČAVANJE
KONDENZATA: $\frac{1}{k} \geq \frac{1}{\alpha_u} \cdot \frac{\Delta t}{t_u - t_s} \quad [\text{m}^2 \text{h}^0 \text{C} / \text{kcal}]$

MAKSIMALNO DOPUŠTENI PROLAZ TOPLINE ZA SPRJEČAVANJE
KONDENZATA: $k \leq \alpha_u \cdot \frac{t_u - t_s}{\Delta t} \quad [\text{kcal} / \text{m}^2 \text{h}^0 \text{C}]$

Sl. br. 3.

Tabelarni prikaz prolaza topline »k« i odgovarajućih debljina zidova kod $t_u = +10^\circ \text{C}$.

Vrijednosti prolaza topline »K« u $\text{Kcal/m}^2 \text{h}^0 \text{C}$ izračunavamo prema formuli i ranije upoznatim faktorima i koeficijentima.

$$\kappa = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_j} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_a}} \quad \text{Kcal/m}^2 \text{h}^0 \text{C}$$

Danas je poznato, da visoka vlažnost kod nastambi zatvorenog tipa za držanje goveda u zimi nepovoljno djeluje na samu proizvodnju, tj. na stoku kao i na zaposlene radnike u staji.

Povećana vlažnost uzrokuje stvaranje kondenzne vode čime se povećava vodljivost topline zaštitnih materijala, a smanjuje trajnost građevinskog materijala. Kako u zimskim periodima u doba smrzavice vanjska temperatura pada ispod nule, to se strujanje vodene pare od jačeg pritiska k manjem kroz zidove vodi na mali dio pa ovo prekidanje toka strujanja vodene pare stvara izvjestan suvišak vodene pare (koji nastaje izdisanjem životinja, isparavanjem vlažnih površina unošenjem vlage putem hrane itd.) koji odstranjujemo putem odgovarajućeg provjetravanja nastambi (prirodno ili umjetno, što je stvar proračuna, a ne nagađanja).

Ako se treba održavati relativna vlažnost zraka u nastambi za goveda na 80%, potrebna je kod vanjske temperature od -15°C slijedeća količina zraka u m^3/h po vedu kod ovih temperatura u staji:

Temperatura staje	Količina zraka u m^3/h po govedu
+ 0°C	122
+ 5°C	68
+ 10°C	45
+ 15°C	33

Iz ovog tabelarnog prikaza je vidljivo, da porastom tražene temperature u staji opada potreba u količini zraka potrebnog za izmjenu, kod navedene vanjske temperature i zadane relativne vlažnosti od 80%. Zato često možemo vidjeti, da u stajama kod neizjednačene i neizbalansirane bilance topline dolazi do pojave niskih temperatura pogotovo u stajama s ugrađenim ventilatorima, koji mogu izazvati propuh, a kada je isključimo dolazi do porasta temperature u staji, ali uz povećanje vlage u zraku.

V. ENTALPIJA SMJESE UZDUHA I VODENE PARE

Entalpija smjese uzduha i vodene pare jednaka je toplinskom sadržaju njihovih sastojina čija se mješavina može predočiti jednadžbom

$$i(1 + X) = i_A + X \cdot i_v \quad \text{Kcal/kp}$$

Ako imamo da je

— specifična toplina suhog uzduha	0,24 Kcal/kp
— specifična toplina vodene pare	0,44 Kcal/kp
— toplina isparavanja vode kod 0°C	597,2 Kcal/kp

tada je entalpija suhog uzduha

$$i_A = 0,24 \cdot t \quad \text{Kcal/kp}$$

a entalpija vodene pare (prema Mollieru)

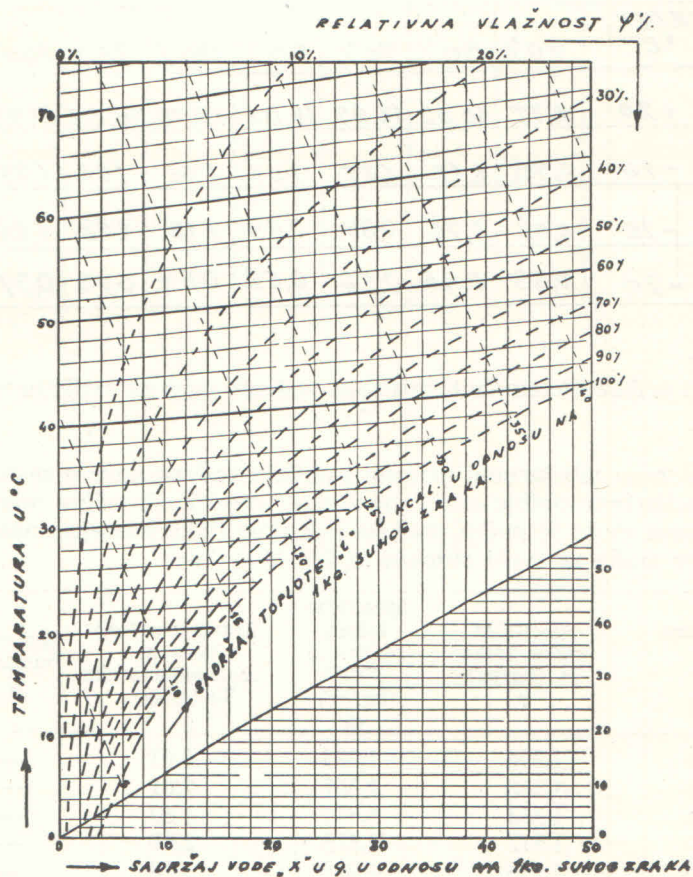
$$i_v = 597 + 0,46 \cdot t \quad \text{Kcal/kp}$$

Prema tome entalpija mješavine se može izraziti:

$$i(1 + X) = 0,24 t + X(597 + 0,46 t) \text{ Kcal/kp}$$

gdje je t = temperatura u $^{\circ}\text{C}$

Kao olakšica kod računanja i prikazivanja stanja vlažnog uzduha u nastambama zatvorenog tipa može nam poslužiti Mollierov $i - X$ dijagram za vlažan uzduh.



MOLLIEROV $i - X$ DIAGRAM

Sl. br. 4.

Mollierov $i - X$ dijagram za vlažan uzduh

Djelomični pritisak pare u vlažnom uzduhu možemo izraziti kao dio pritiska zasićenosti koji odgovara postojećoj temperaturi

$$p_v = \varphi \cdot p_s$$

pa je relativna vlažnost

$$\varphi = \frac{p_v}{p_s}$$

Znači imamo da je

p_v = djelomični pritisak pare

p_s = djelomični pritisak pare u zasićenom stanju.

DJELOMIČNI PRITISCI VODENIH PARA u [mm Hg] ZA RAZLIČITU VLAŽNOST ZRAKA							
TEMPER. u °C	50%	60%	70%	80%	90%	95%	100%
+20	8,77	10,52	12,27	14,02	15,78	16,65	17,53
-10	0,98	1,17	1,37	1,56	1,76	1,85	1,95
-15	0,62	0,74	0,87	0,99	1,12	1,18	1,24
-20	0,39	0,46	0,54	0,62	0,69	0,73	0,77

Sl. br. 5.

Tabelarni prikaz djelomičnih pritisaka vodenih para za različitu vlažnost uzduha.

U navedenom tabelarnom prikazu sadržaja vodene pare u zasićenom stanju, te kapacitetima topline zasićenog zraka i specifičnih težina prema raznim temperaturama može se uočiti, da kod jednakog tlaka nastaje smanjenje specifične težine zraka za svaki stupanj za 0,0046 kg/m³.

Temperatura zraka t (°C) t	Specifična težina zraka je (kg/m ³) γ	Specifična težina zasićenog zraka (kg/m ³) γ _s	Sadržaj vodene pare u zasićenom zraku X _s (g/kg)	Kapacitet topline zasićenog zraka i _s (kcal/kg)
-20	1,396	1,395	0,63	- 4,43
-15	1,368	1,367	1,01	- 3,01
-10	1,342	1,341	1,60	- 1,45
-5	1,317	1,315	2,47	- 0,26
± 0,0	1,293	1,290	3,78	+ 2,25
+ 5	1,270	1,266	5,40	+ 4,42
+ 10	1,248	1,242	7,63	+ 6,97
+ 12	1,239	1,223	8,75	+ 8,14
+ 14	1,230	1,223	9,97	+ 9,36

Držanjem životinja u zatvorenom tipu nastambi stanje mikroklimе se pogoršava izdisanjem vodene pare od životinja putem disanja, znojenja, te unošenjem hrane, i isparavanjem sa mokrih površina poda itd. Za odgovarajuću mikroklimu i udoban ležaj životinja, tj. traženi tzv. komfor za životinje zahtijevamo određenu relativnu vlažnost zraka i odgovarajuću temperaturu zraka u nastambi već prema dotičnoj vrsti proizvodnje.

Kod uobičajene temperature zraka i relativne vlažnosti zraka u nastambama smatra se, da se vodene pare proizvodi 300 g/h i 160 l/h CO₂ po proizvodnom grlu. Kako životinje troše kisik, a izdišu CO₂, to će u našem zatvorenom tipu nastambe doći do povećanja sadržine CO₂ u stajskom zraku i mi zahtijevamo da taj sadržaj ne prelazi 0,3—0,4%, iako se smatra da količine od 1—2% nisu štetne. Pored navedenih neugodnosti, tražena mikroklima u zatvorenom tipu nastambi zagađuje se još produktima isparavanja i raspada organskih tvari, te nepovoljnim smještajem gnojnica, pa suvišnom upotrebom vode za čišćenje, ulaskom podzemne vlage i na kraju radi prevelikog zagrijavanja kod dobro građenih nastambi uz loše provjetravanje.

OTPOR PROVODLJIVOSTI VODENE PARE PREMA K. EGNERU					
GRAĐEVINSKI MATERIJALI	ZAPREM. TEŽ. γ kp/m ³	DEBLJ. d u cm	OTPORI PARNE PROPUSTLJIVOS. $1/D$ m ² h mm Hg/p		PARNE SPROVODLJIVOS. δ p/mh mm Hg.
PUNA OPEKA	1800	6,5	3,2	0,020	
		12,0	6,0		
		25,0	12,5		
		38,0	19,0		
KLINKER	2000	12,0	24,0	0,005	
PLINOBETON	900	10,0	3,30	0,030	
	1000				
BETON	2400	10,0	21,0	0,006	
CEMENTNA GLAZURA	2100	2,0	7,8	0,003	
DRVO MEKANO	600	2,5	6,0		
PLOČE OD DRVENIH VLAKNA		1,5	1,0	0,013	
PLOČE OD PLUTA		2,0	1,0		
MINERALNE VUNE	150	2,0	0,50		
ZRAČNI SLOJEVI		3,0	1,30		
		5,0	0,55		

Sl. br. 6.

Tabelarni prikaz otpora provodljivosti vodenih para prema K. Egneru.

Logično je, da relativna vlažnost ovisi o godišnjem dobu, te samoj konstrukciji i upotrebi nastambe, tako da se u stajama može računati sa 75—90%.

Poznato je danas, da je kao uzrok smjera kretanja vodenih para razlika pritiska vodenih para (jer se ona kreće od jačeg k slabijem pritisku) i kapilarne sile samog materijala konstrukcija nastambe. Vodena para prelazi go-

tovo kroz sve građevinske materijale i naša zatvorena nastamba, koja će time imati veći parni pritisak od vanjskog, uzrok je kretanja vodene pare kojoj se suprotstavlja naša zidna stijena koja će, već prema vrsti upotrebljenog materijala, imati različita svojstva u pogledu toplinskog i parnog strujanja.

Znači da difuzni otpor građevinskih materijala ovisi o strukturi samog materijala, tj. njegovom porozitetu. Količina vodene pare, koja prolazi kroz neki materijal kod određenog pritiska uzduha u vremenu od 1 sat, zovemo jedinica propusnosti vodenih para $D = p/m^2h$ mm Hg (p-pond.)

Ranije smo spomenuli otpor propustljivosti topline $1/\Lambda$, pa će analogno otpor propustljivosti vodenih para biti $1/D$.

Samim izjednačenjem pritisaka vodenih para u uzduhu neke nastambe nastavlja se stvaranje kondenzne vode na zidnim površinama, čija površina postaje sve hladnija pa se proces stvaranja kondenzata pojačava. Znači, kada topli unutarnji vlažni uzduh dođe u kontakt sa zidnom plohom čija je temperatura niža od temperature rosišta uzduha (t_s) počinje stvaranje kondenzne vode na zidnim ploham a i tako proces traje, jer snižavanjem temperature uzduha raste relativna vlažnost (vidi tabelu XIV).

Kako su općenito poznate štete od vlažnog unutarnjeg uzduha i kondenzacije, to je razumljivo, da današnji način industrijskog građenja sa gotovim prefabriciranim elementima i odgovarajućim višeslojnim ispunama upozorava na još veću opasnost nastajanja takvih šteta, ako se ne vodi računa o uzrocima nastanka šteta.

Općenito gledajući na uzroke stvaranja kondenzne vode možemo reći, da treba voditi računa o slijedećem:

- odgovarajućem toplinskom otporu zidova, stropova, podova, te otvora;
- gubicima topline kroz zidove, stropove, podove te otvore;
- vrsti upotrebljenog građevinskog materijala naročito ako se radi o višeslojnim ispunama;
- mogućnosti većeg ohlađenja unutarnjeg uzduha u nastambi, za slučaj kada nema stoke u nastambi, tj. nema topline koju su proizvele same životinje;
- vanjskom zidu i njegovom sastavu i strukturi materijala koji možda omogućuje nagli pad temperature i lagani pad parnog pritiska u smjeru od unutrašnje plohe prema vanjskoj.

Na kraju možemo zaključiti, da je samo zdrava i suha nastamba za životinje uz odgovarajuću temperaturu zraka u prostoriji i uz ispravno provjetranje i osvjetljenje nastambe osnova visoke proizvodnje.

VI. ZAKLJUČAK

1. Kako današnja tehnologija stočarske proizvodnje naglašava važnost i aktuelnost problema smještaja, tj. držanja proizvodnih grla u odgovarajućim nastambama, koje će omogućiti krupnu industrijsku proizvodnju, to je onda neophodno plansko i sistematsko proučavanje ove kompleksne problematike kako sa građevinsko-ekonomskog i funkcionalnog stanovišta, tako i sa veterinarsko-higijenskog i sanitarno-tehničkog stanovišta.

2. Suvremeni industrijski način krupne industrijske proizvodnje u stočarstvu diktira i odgovarajući industrijski način građenja nastambi uz odgovarajuću

rajuću standardizaciju i tipizaciju građevinskih prefabriciranih elemenata. Kao nužnost nameće se potreba građenja nastambi za goveda montažnim postupkom koji će osigurati traženi tempo i ekonomičnost građenja uz traženu fleksibilnost objekta.

3. Za razliku od dosadašnjeg načina građenja s homogenim i teškim konstrukcijama suvremeni način građenja sa skeletnim konstrukcijama i višeslojnim ispunama danas zahtijeva posebnu brigu oko fizikalnih pojava i utjecaja o čemu se kod klasičnog građenja nije trebalo voditi računa. Znači da kod izgradnje nastambi za goveda treba voditi računa pored nosivosti konstrukcije u statičkom smislu i odgovarajuće hidroizolacije objekta još i o slijedećim faktorima:

- termičkoj izolaciji nastambe koju zahtijeva tražena mikroklima za dotičnu vrst proizvodnje;
- utjecaj unutrašnjeg vlažnog uzduha na ugrađeni materijal;
- vrijednosti toplinske provodljivosti i propustljivosti (λ i Λ) kao i o njihovim otporima toplinske brane $\left(\frac{1}{\lambda} \text{ i } \frac{1}{\Lambda}\right)$ predviđenog građevinskog materijala;
- vrijednostima prijelaza i prolaza topline (α i k) kao i njihovim otporima $\frac{1}{\alpha}$ i $\frac{1}{k}$ te o akumulaciji topline, difuznoj pari i toplinskom sadržaju vodene pare (entalpiji);
- i o odgovarajućem načinu provjetravanja i osvjjetljenja nastambe.

4. Imajući u vidu sve ove zahtjeve, koji se postavljaju pred projektante nastambi za goveda, potrebno je naglasiti nužnost trajne suradnje između projektne organizacije i investitora, tj. tehnologa koja treba da teče kroz sve faze projektiranja a da završava praćenjem objekta u eksploataciji. Logično je, da se projektantu omogući odgovarajuće ekvivalentno vrijeme potrebno za njegov studijski i stvaralački rad, a ne da se izgubljeno vrijeme u fazi pripremnih radova misli nadoknaditi kroz vrijeme potrebno za projektiranje.

LITERATURA

1. Manfred Berger, Berlin 1961 god. »Bauhandbuch für landwirtschaftliche Produktion Sgenossenschaften«.
2. Jeffrey Ellis Aronin, einhold publishing Corporation: »Climate — Architecture«.
3. Cords-Parchim, Hochschule Dresden 1952. »Das Handbuch des Landbau-meisters«.
4. B. I. Nikandrov, Moskva 1962. god. Seljskohazjajstvenie Postroiki«.
5. Toni Miller, Verlag Hermann Rinn München »Stall-innenausbau«.
6. Dragan Petrik, Zagreb 1950. god. »Gospodarsko obrtno i industrijsko graditeljstvo«.
7. Bošnjaković: »Nauka o toplini II«.
8. Nahid Teskeredžić: Zagreb 1959. god. »Priručnik za industrijsku ventilaciju«.
9. Karl Lufski (Prevod, Beograd 1963) »Hidroizolacije u građevinarstvu«.