

A-18789E

L. JÜRGENSON

KUIV JA SOE KARJALAUT



EBSTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1951

L. JÜRGENSON

KUIIV JA SOE
KARJALAUT



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1951

ANNOTATSIOON

Lähtudes laudaõhu puhtuse, paraja soojuse ja paraja niiskuse arvutusest, on käesolevas töös esitatud ja populaarteaduslikul kujul selgitatud, mis tuleb teha selleks, et laut oleks tervislik, kuiv ja soe. Raamat on mõeldud neile, kes tegelevad lauda ehitamisega ja majandamisega, et nad teadlikult talitades looksid tervisliku olukorra laudas.

2



E E S S Õ N A

Tervislik, kuiv ja soe karjalaut on tähtsamaid tegureid karjamajanduse kiirel edasiarendamisel. Suundumine sotsialistlikule kollektiiv-majapidamisele; karjamajanduse ennenähtamatult hoogne arendamine ja eriti veel looduse stalinliku ümberkujundamise plaani teostamine nõuavad suure hulga uute karjalautade ehitamist kui ka olemasolevate ümberkorraldamist vastavalt praegusaja nõuetele. Juba ENSV soode kuivatamise plaani täitmine üksi suurendab kultuurniitude pindala ulatuses, mis võimaldab suurendada karja 800 tuhande looma võrra.

Meie suhteliselt karmis ilmastikus peab kariloom veetma suurema osa omast elust laudas, mis seetõttu suuresti mõjutab looma tervist ja toodangut. Kuiva ja tervisliku olukorra loomist laudas nõuab nii sotsialistlik hoolitsus töötajate heaolu eest, kui ka heaperemehelik hool ehitise vastupidavuse eest.

Nõukogude eesrindlik ehitusfüüsika on juba andnud vajalikud andmed ja arvutusmeetodid tervisliku karjalauda ehitamiseks. Me pole aga veel suutnud neid teadmisi rakendada tegelikku ellu ning neid küllalt selgeks teha lauda ehitajatele ja majandajatele. Sellele kaasaaitamiseks ongi mõeldud käesolev töö.

Lauda siseolukorra kohta on Tallinna Polütehnilises Instituudis praegu käimas uurimistööd, millest olulise osa moodustavad vaatlused ja mõõtmised karjalautades nende tegelikes töötamise tingimustes. Nende tööde tulemused jõuavad trükki hiljem. Lauda siseolukord oleneb väga paljudest teguritest, mida kõiki tuleb arvestada tervikuna koos. Lautade üldiselt ebarahuldava siseolukorra parandamiseks on tarvis kiiresti tutvustada nende teguritega lautade ehitajaid ja majandajaid. Käesolevas töös on seepärast esitatud trükist lõppenud brošüüri „Lauda soojamajandus ja õhustus“ sisu pikemal ja populaarteaduslikumal kujul, lisades täiendavaid seletusi, arutlusi, võrdlusi ja arvutuse näiteid.

Et raamat oleks loetav võimalikult laiematele ringkondadele, on lõpus toodud igapäevases elus harva esinevate oskussõnade seletus.

Vastavalt algkavas olnud artiklitele on raamat jagatud osadesse, millest igaüks käsitleb ja rõhutab ainult üht tegurit: põhinõudeid, soojapidavust, õhustust, valgustust, üldist soojamajan-

dust, teoreetilisi arvutusi ja praktilisi lahendusi. Tegelikult on aga täiesti võimata ühte tegurit eraldada teistest, sest kõik need töötavad alati koos ja mõjutavad üksteist. Ühe käsitlemisel tuleb seepärast paratamatult puudutada ka teisi. See asjaolu tingib kohati mõningaid kordamisi, mis aga seda enam tohiks kaasa aidata aine põhjalikumale selgitamisele.

Teadlikult toimides nõukogude eesrindliku ehitusteaduse näpunäidete kohaselt saame kiiremini kaotada kapitalistlikust korrast pärandatud rikutud õhuga rõskek laudad ja luua kõigis loomapidamishoonetes tervislikud tingimused nii töötajaskonnale kui karjale. Lõpptulemusena töötab see tõsta karjatoodangut vähemalt 10% ulatuses.

Selleks aga on tarvis teadmisi.

KOOSTAJA

Tallinn. Mai 1950.

I. VÄIDETE KOKKUVÕTE

Olukord laudas on teatavasti üldiselt väga halb, eriti niiskuse osas. Süüdi selles on asjaolu, et me pole suutnud praktiliselt kasutada teaduse saavutusi.

Rakendades nõukogude eesrindlikku ehitusteadust, ei tee niiskuse kõrvaldamine laudast kuigi suuri raskusi ei ehitajale ega ka lauda majandajale.

Selleks aga, et feadlikult talitada, peab ligemalt tundma asjaolusid, millest oleneb lauda niiskus ja külmus. Kuigi siin tuleb korraga arvestada paljusid tegureid, on nende mõistmine üsna lihtne, kui neid tundma õppida samm sammult üksteise järel.

Algame kõigepealt ülevaatega laudaehituse olulisimaist väiteist, mille ligem arutelu ja põhjendus on toodud järgnevates peatükkides. Arvud sulgudes tähendavad antud küsimust käsitlevate lehekülgede numbreid.

PÕHITEGURID

Karja tervise ja toodangu ning töötajaskonna heaolu seisukohalt peab laudaõhk olema puhas, parajalt soe ja parajalt niiske (11).

Liigne niiskus kahjustab nii looma kui lauta (16).

Liig külmas laudas peab loom suurendama toidu kulu keha kütteks: külma lauta kütab karja toodang (12, 24).

Looma võib kahjustada ka väike jahutus, kui see on järsk ja ühekülgne (12, 19).

Õhu temperatuur, relatiivne niiskus¹ ja liikumise kiirus on laudas olulisemad tegurid kui õhu keemiline koostis (11, 20).

¹ rel. niiskuse seletus vt. lk. 14 ja 99.

Tähtis tegur laudas on ka sisepindade temperatuur, millest oleneb sooja-kiirgus (18, 21).

Soojakiirguse suur neelduvus, s. o. külmahõõgus võib eriti kahjustada külma seina äärde asetatud looma (19).

Lauda paras temperatuur on talvel keskmiselt 10° (13).

Laudaõhu soovitatav relatiivne niiskus on alla 70%, veel hästi talutav piirkond on 70—80% ja ülimalt lubatav piir — 85% (14, 16).

Et laut oleks kuiv, tuleb eemaldada kogu veeauru hulk, mille loomad laudaõhku paiskavad (23, 35, 94).

Veeauru eemaldamine toimub tavaliselt lauda õhustamise teel (20).

Lauda õhustamiseks tuleb värske välisõhk laudas soojendada, ja veeauruga segatuna laudast eemaldada, andmata mahti jahtumiseks (16).

Oma teekonnal läbi lauda peab õhustusõhk liikuma alati külmemast piirkonnast soojemasse (16).

Õhustamata laudas sadestub loomade poolt eritatud veeaur kasteveena külmadele pindadele, põhjustades rõskust, külmust ja ehitise kõdunemist (16).

SOOJAPIDAVUS

SOOJAMAJANDUS

PIIRDETARINDID

Tervisliku lauda tähtsamaid eeltingimusi on hea soojapidavus (21).

Lauda kuivendamine nõuab ohtrat õhustamist, ohter õhustamine aga suurt soojapidavust (94).

Lauda soojaallikaks on ainult loomad ise. Loomade eritatud soojahulgaga tuleb katta soojakulu niiskuse kõrvaldamiseks ja asendada soojakadu läbi seinte ja lae (20, 27).

Laudas on soojapidavuse nõue palju suurem kui elamus (21, 22).

Laut tuleb ehitada niivõrd soojapidav, et, hoides soojust ja niiskust parajais piires, saaks laudast kõrvaldada 300 g veeauru aseme kohta tunnis, ilma et sooja kogukulutus seejuures ületaks 500 kcal¹ (24).

¹ kcal seletus vt. lk. 98.

Külmas laudas tõuseb looma toitmise kulu keskmiselt 2,5% võrra iga kraadi kohta alla normaalset temperatuuri (21).

Viiesaja kilone lüpsilehm paiskab laudaõhku 300 g süsihappegaasi, 400 g veeauru ja 700 kcal sooja tunnis (22, 23).

Kui temperatuuri vahe on 25°, kulub ühe grammi veeauru laudast väljaõhustamiseks keskmiselt 1 kcal sooja (26).

Vabast soojahulgast, mida loom eritab, kulub kaugelt üle poole lauda õhustamiseks. Soojakaod läbi seinte, lae, akende, uste ja põranda tuleb katta ülejääva soojahulgaga (27).

Et säästa küllalt sooja lauda õhustamiseks, tuleb lauda lagi ja seinad vooderdada vähemalt 20 cm paksuse urbse täidisega (30, 34).

Soojapidavaks täidiseks võib kasutada masinhöövli laaste, linaluid, sammalt, turbapuru ja puhast kuiva saepuru (61).

Urbne täidis peab olema puhas ja kuiv juba paika asetamisel (62).

Kaitseks siseõhu kasteniiskuse eest tuleb täidis laudaõhust eraldada aurutõkkega (28).

Aurutõkkeks tuleb kasutada pärgamiinpappi, head katusepappi või tihedale pinnale asetatud tõrvvõõpa (28).

Aurutõke tuleb asetada täidise laudapoolsele küljele (28, 34).

Lauda üldist soojapidavust iseloomustab lauda soojakaotavus n , mis näitab soojakadu tunnis ühe aseme kohta, kui õhutemperatuuri vahe on 1° (53).

Selleks et 25° temperatuuri vahe puhul hoida laudaõhu niiskus alla 85%, peaks lehmalauda soojakaotavus olema väiksem kui 8,0 kcal/°C tunnis ühe aseme kohta (54).

Noorkarjalauda soojakaotavus peaks olema 25% väiksem kui lehmalaudal (60).

Vasikalauda ja sigala soojakaotavus peaks olema vähemalt 25%, soovitavalt aga 50% väiksem kui lehmalaudal (60).

Lauda lae soojapidavus on suurema tähtsusega kui seinal (64, 97).

Raudkivimüüridega laut annab vastuvõetava siseolukorra ainult siis, kui lagi on soe ja hoone mahutab pikuti 4 loomarida (55).

Paasmüüridega laut annab parema lahenduse, kuid rahuldab üldnõudeid samuti ainult sooja lae ja suure laiuse puhul (55).

Adsere viisil laotud paassein töötab anda hea lauda, on aga veel tege-
likkuses katsetamata (63, 64).

Tampsaviseintega laud annab vastuvõetava lahenduse, tingimusel et lagi
on soe (56).

Rõhtpalkidest sein kulutab palju pultu ja tööd, ilma et saaks kuigi
head lauta (56, 61).

Õigedega segatud savi annab parema laudaseina kui raske tampsavi
(56).

Väga hea lahenduse annavad kõik seinad, kus urbse täidise kiht on
vähemalt 20 cm paks (57).

Soovitavaid tellistest laudaseinu on Gerardi ja Adsere sein (33, 57,
62).

Otstarbekaim puidust laudasein on täidistatud planksõrestik (33, 56, 61).

Kasteniiskuse seisukohalt on soodsam asetada soojapidav vooder kivi-
seina välispinnale (33, 64).

Lauda lagi on soovitatav varustada soojapidava täidisega ka siis, kui
lakka kasutatakse koresööda hoidmiseks (64).

Soojapidav laetäidis tuleb laudaõhust eraldada aurutõkkega (34).

Betoonlae puhul annab otstarbeka aurutõkke tõrvvõõp (65).

Tavalises laudas peaksid aknad olema kahekordsed (57, 65).

Kolmekordsed aknad on õigustatud ainult erandjuhtumel (57).

Otstarbekaim aknaraami tüüp on vent-aken (65—67, 77, 78).

Kui loomade vähesuse tõttu suur osa asemeid on tühjad, tuleb lauda
siseolukorra parandamiseks kasutada ajutist vaheseina (98).

ÕHUSTUSSEADMED

ÕHUSTUS

Mida suurem on lauda soojapidavus, seda tõhusam on õhustus ning
seda kuivem ja tervislikum on laud (36, 44).

Saja lüpsilehmaga laudast tuleb veeauruna eemaldada ümmarguselt
1000 kg vett ööpäevas (38, 68).

Veeauru eemaldamiseks laudast tuleb vahetada 40 — 100 m³ õhku looma kohta tunnis (35).

Tuulutusõhu kuivatav toime on seda suurem, mida soojem on laud (36).

Otstarbekaim seadis niiske laudaõhu väljutamiseks on lihtne tõmbekorsten (36).

Lauda õhustamise parim süsteem on selline, mis on reguleeritav ainult ühest kohast (36).

Seda võimaldab õhustusseade, kus õhu väljutamiseks on üksainus avar korsten ja värske õhu sissetoomiseks arvukad kitsad avad (36, 40, 68).

Värske õhu sissevoolu on otstarbekas korraldada aknaaluse pilu kaudu, mis paiskab õhujoa üles vastu lage (40).

Mööda akna sisepinda üles voolav jaheda õhu juga töötab põllena, mis eraldab niiske laudaõhu külmast aknast. See takistab akende higistamist ja soodustab sissevoolava õhu eelsoojendust (40, 41).

Tugeva tuulega tuleb õhustuse piiramiseks kõigepealt sulgeda õhuavad lauda tuulealusel küljel (79).

Õhustuskorsten tuleb paigutada lauda kõige soojemasse kohta (69).

Õhustuskorstna vajalik ristlõike pind on 2 kuni 3 ruutdetsimeetrit lüpsilehma kohta, kui korsten on 5 meetrit pikk (38).

Korsten tuleb kaitsta külma eest ja laudaõhu kasteniiskuse eest (38).

Reguleeritav klapp peab asetsema korstna ülaosas, veidi allpool katuse pinda (40).

Õhustuskorsten, mis ei asu loomade kohal, jäägu katustamata (39, 70, 77).

Lauda õhustuskorstna pea ei tarvitse asetseda harjal, vaid võib väga hästi olla ka katuse külgpinnal (72).

Katuseküljel olev korsten on parem paigutada valitsevate tuulte suhtes allpoolsele küljele (73).

Korstnapea ei tarvitse ulatuda katuse pinnast kõrgemale kui 0,5 m (74).

Tuule tekitatud lisatõmme korstnas on praktiliselt olenematu korstna paigutusest katusel (74).

Tuule tekitatud tõmbe seisukohalt annab parima lahenduse katuseeta korstnaepea (73).

Tuleb hoiduda piluvõrestiku kasutamisest uutel korstnatel ja kus võimalik kõrvaldada need ka olemasolevatel (73, 76, 92).

Korstnakatuse kujudest on rõhtkatuse üldiselt kõige soodsam (74).

Katuse külgpinnal asetseva korstna puhul annab kaldkatuse veidi parema lisatõmbe kui rõhtkatuse (73).

Kaldkatusega korstnaepea ei tohi ulatuda märgatavalt üle harja (73, 74).

VALGUSTUS

Lauda akna paras suurus on keskmiselt 1:12 põranda pinnast (50).

Aknaklaasi vähesese ultraviolettkiirte juhtivuse tõttu on akna mõju lauda tervislikkusele peamiselt kaudne: valget ruumi on kergem hoida puhas (45, 47).

Suurte aknapindade kasutamine on lubatav ainult siis, kui seda võimaldab lauda soojamajandus (48).

Tarbetult raisates laudasooja, halvab liig suur aken lauda õhustust, tervislikkuse olulisimat tegurit (48).

Valgustuse seisukohalt on soodsam suunata laut pikiteljega põhjast lõunasse (49).

Lauda aken on soovitatav paigutada võimalikult kõrgele lae alla (50, 51).

Aknad on soovitatav ehitada eemale hoone nurkadest (52).

Laudas tuleb kasutada vent-akent, mis ühtlasi töötab värsket õhu sisselaske avana (52).

Tuleb hoiduda väikeste ruutudega ja tihedate prossidega raamidest (52).

Sile ja hele lagi soodustab mõjuvalt lauda valgustust (52).

II. TERVISLIKU LAUDA PÕHITEGURID

Kariloomade tervise hoidmiseks ja toodangu tõstmiseks on kõigepealt tarvis, et lauda õhk, kus loomad teatavasti veedavad suurema osa oma elust, oleks tervislik: puhas, parajalt soe ja parajalt niiske.

Samuti kui inimesele elamus nii on ka loomale laudas kõige tähtsamaks teguriks mitte õhu keemiline koostis, vaid õhu füüsikaline seisukord ja nimelt temperatuur, niiskus ja liikumise kiirus. Need kolm on kõige olulisema tähtsusega tegurid loomade organismilt erituva sooja- ja veeauru-hulga reguleerimisel. Reguleerimise hõlpsusest oleneb aga looma heaolu-tunne, tervislik seisund ja toodanguvõime.

Loomalauda ehitamisel ja majandamisel tuleb seepärast silmas pidada, et kõige põhilisem nõue lauda kohta on: **pidevalt hoida soojus, niiskus ja õhu liikumise kiirus parajates piirides**. Nagu seda näeme hiljem, on kõik need kolm tegurit väga tihedalt seotud lauda soojamajandusega, s. o. loomadelt erituva sooja-hulga õige ja otstarbeka kulutamisega.

Vaatleme nüüd kõiki kolme tegurit eraldi veidi ligemalt, peatudes hetkeks ka õhu keemilisel koostisel.

Välisõhu koostis maaoludes on keskmiselt selline, et 1000 liitrit õhku sisaldab:

Lämmastikku	780—790	liitrit
Hapnikku	210	"
Argooni	9,4	"
Süsihappegaasi	0,3	"
Veeauru	5—15	või enam liitrit.

Lisaks gaasidele sisaldab õhk veel tolmu, mille hulk puhtas maaõhus on $0,0002 \text{ g/m}^3$, linnaõhus aga kuni 100 korda enam ($0,02 \text{ g/m}^3$). Lämmastik on inertne gaas, mis ei võta osa hingamisel toimuvatest protsessidest. Lämmastiku hulk on puhtas välisõhus sama, mis väljahingatavas õhus. Hapnik on see osa õhust, mis organismis ühineb seeditud toitainetega, andes jõudu ja sooja. Puhtas õhus on hapnikku 21%. Kui hapniku sisaldus langeb 15%-le, hakkab loomadel süda kiiremini töötama. Hingamine muutub raskeks ja tekivad lämbumise esimesed tunnused, kui hapniku sisaldus langeb 12%-le. Õhk, milles hapnikku on alla 7%, on juba surmav. Süsihappegaasi sisaldus välisõhus kõigub $0,026—0,050\%$ piirides ja on maaõhus keskmiselt $0,03\%$, s. o. $0,3 \text{ liitrit m}^3$ kohta.

Süsihappegaas tekib põlemisel ja samuti ka hapniku ühinemisel süsinikuga elavas organismis.

Laudaõhu temperatuur on ülalloetletud kolmest tegurist kõige tähtsam.

Oma füsioloogilise tegevusega võib looma organism sellisel reguleerida sooja tootmist kehas kui ka sooja hajutamist ümbritsevasse õhku, et looma kehatemperatuur jääb alati muutumatuks, olenematult õhutemperatuurist.

Sama liiki looma kehatemperatuur on ikka sama — nii kuumaal lõunamaal, kus õhusoojus võib tõusta 70 kraadini, kui ka külmal põhjamaal, kus temperatuur võib langeda kuni 60° alla nulli. Hobuse kehatemperatuur on keskmiselt 38°, lehmalt 39°, seal 39,5°, lambal 40° ja linnul 42,5°.

Elavas organismis on soojavoolu regulaatoriteks nahk ja hingamiselundid. Keha jahutamine naha kaudu toimub peamiselt soojakiirguse ja vee aurutamise (higistamise) teel. Loomadel, kel puuduvad higinäärmed, nagu koer ja karusloomad, on peamiseks regulaatoriks hingamiselundid.

Loom on väga tundlik kuumusele ja hukkub, kui keskkonna temperatuur on pikemat aega 7—10° kõrgem kehatemperatuurist. Kuuma ilmaga karjamaale lastud sulusead hukkuvad sageli südame halvatus ja vere tulvumise tõttu kopsudesse.

Kõik loomaliigid pole kuumusele võrdselt tundlikud. Hobune talub kuumust võrdlemisi kergesti, lammast aga raskesti. Õhukese nahaga ja harva karvkattega kõhn loom talub kuumust kergemini kui paksu nahaga ja tiheda karvkattega loom või kui paksu rasvakihiga nuumloom.

Külmust taluvad loomad üldiselt kergemini kui kuumust. Küllaldaselt toidetud ja vabalt liikuv loom võib elada keskkonnas, mille temperatuur on 40—60° alla kehatemperatuuri. Lihakülmustus-ruumides elavad ja isegi poegivad rotid takistamatult, olgugi et temperatuur on 20° alla nulli.

Järsk ja ühekülgne keha jahutus võib aga isegi väikese külmuse puhul kahjustada organismi soojareguleerimist ja põhjustada külmetushaigusi.

Kui laut on liiga külm, peab loom oma organismi kaitsma liigse jahtumise eest sel teel, et ta kulutab keha kütmiseks suuremal hulgal toitaineid. Kui aga organism peab toitaineid kulutama organismi täiendavaks kütmiseks, siis jääb neid selle võrra vähem järele piima, rasva ja liha tootmiseks. Eriti võib sigade nuumamisel tähele panna, kuidas külm laut vähendab toodangut.

Hobused käivad väljas tööl ja võivad kergesti saada külmetushaigusi, kui tallide sisetemperatuur on talveoludes liiga kõrge.

Lauda soovitava temperatuuri kohta on seni veel vähe uurimisi ja küsimus ei ole lõplikult lahendatud. Praegu on veel teaduslikult selgitamata, kuidas looma organism reageerib eespoolmainitud kolme teguri (temperatuuri, niiskuse ja tuule) koostõjudetele. Seepärast ei saagi temperatuuri eraldada muudest teguritest, ja üldisi soovitusi saab anda ainult teatud piiride kohta.

Laudasoojust (s. o. lauda soojuslikku olukorda) mõjutab väga tunduvalt veel soojakiirgus lauda sisepindadelt, millel veidi ligemalt peatume käesoleva peatüki lõpus.

Üldiselt võiks aga öelda, et enamikel juhtumel on soovitatav temperatuur 10° — 15° piires. Minimaalselt lubatavaks piiriks peavad teadlased 3—4 kraadi üle nulli.

Kehtivate normide kohaselt on karjalauda kõige soodsam temperatuur talvel $+8^{\circ}$ ja kõige madalam lubatav temperatuur $+6^{\circ}$. Vasikalaudas on soodsaim temperatuur $+12^{\circ}$ ja madalaim lubatav $+7^{\circ}$.

Õhuniiskus on praegusaja vaadete kohaselt temperatuuri kõrval tähtsaimaks teguriks. Õnneks on õhuniiskus ka võrdlemisi kergesti mõõdetav. Kui näiteks õhu süsihappegaasi määramine nõuab keerukat keemilist analüüsi, siis on õhu niiskuse määramiseks tarvis ainult lihtsat ja kohapeal kergesti käsitletavat mõõteriista — hügromeetrit või psükromeetrit.

Liiga niiske õhk halvab looma heaolutunnet ja kahjustab koos sellega tervist ning toodangut.

Selleks, et kehatemperatuuri pidevalt püsival tasemel hoida, peab loom eritama teatud hulga organismis tekkinud sooja ümbritsevasse õhku¹. Selline sooja eritamine organismist toimub peamiselt soojakiirguse, vee aurutamise ja sooja konduktsiooni teel.

Parajas ja jahedas laudas on peamine tähtsus sooja erituse kiirguse ja vee aurutamise teel. Normaalselt kulub üks neljandik soojaeritusest vee aurutamisele looma nahalt ja hingamiseldilt. Mida kuivem on lauda õhk, seda kergemini võtab ta endasse loomadelt erituvat veeauru ja seda hõlpsam on loomal reguleerida oma nahatemperatuuri.

Kõrge õhuniiskus pidurdab vee aurumist, ja keha jahutamiseks peab loom nüüd suurendama soojaeritust kiirguse ja konduktsiooni teel. Uusimad uurimised on näidanud, et loomad ei ole eriti hästi võimelised suurendama soojaeritust kiirguse teel, mistõttu liig niiske õhk põhjustabki loomadelt terviserikkeid.

¹ Loomadele söödeta toid sisaldab teatava hulga energiat, mida mõõdame kilokalorites. Suur osa söödas sisalduvast energiast jääb looma organismis kasutamata ja väljub kehast koos paksude väljaheidetega. Mäletsevate loomade organismis on kaod koresööda puhul vähemalt 40% ja jõusööda puhul 10—30%.

Ülejäävast seeditud toidu energiast eritub üks osa koos uriiniga (umbes 5%) ja teine osa koos seedekanalise tekkivate käärimisgaasidega (5—10%). Söödaenergiast jääb seetõttu nn. füsioloogiliselt kasulikuks energiaks järele koresööda puhul vähem kui pool, jõusööda puhul umbes $\frac{1}{4}$.

Sellest energiahulgast kulutab organism ühe osa oma seesmiseks majapidamiseks (toidu peenendamiseks, seedimiseks ja äratarvitamiseks, vere ringipumpamiseks, kopsude töötamiseks jne.) ning ülejäägi toodanguks, s. o. piima, liha, rasva, villa jne. tootmiseks.

Majapidamis-energia muutub organismis soojaks ja sel määral kui sooja juurde tuleb, peab organism seda ka välja eritama, et hoida kehatemperatuuri püsival tasemel. Selle soojahulgaga katabki loom oma tavalised soojakaod, reguleerides soojakadu vastavalt vajadusele vee aurutamise ja naha temperatuuri tõstmisega.

Õhu kõrgest niiskusest tingitud vee aurumise pidurdus toob kõrgema temperatuuri puhul looma organismis esile nn. kuumusepaisu: hingamise kiirendamise, umbsuse ja lämbumise tunde. Sellele võib järgneda looma tervist ohustav kuumuslööök. Kuna siin lisaks temperatuurile ja õhu niiskusele väga oluliseks teguriks on veel õhu liikumise kiirus ja soojakiirgus seintelt või naabruses olevatelt loomadelt, siis ei saa füsioloogiliselt lubatavat õhuniiskust määritleda ainult kahe kindla piiriga. Tugevasti toidetud ja kehaliselt tööd tegeva looma organismis võib kuumuse pais tekkida juba 24° puhul, kui õhuniiskus on 70—80%.

Looma-füsioloogide üldine arvamus on, et $15-20^{\circ}$ temperatuuri puhul ja tavalistes oludes on normaalselt toidetud puhkavale või vähest tööd tegevale loomale 30—70% õhuniiskuse piirkond täiesti vastuvõetav. Kõrgema niiskusega laudaõhk tekitab loomades loidust ja nõrkust, põhjustab külmetushaigusi ja loob soodsad tingimused seente ja bakterite kasvule ning levikule. Üldine arvamus on praegu, et lauda õhuniiskus ei tohi ületada 70—85%.

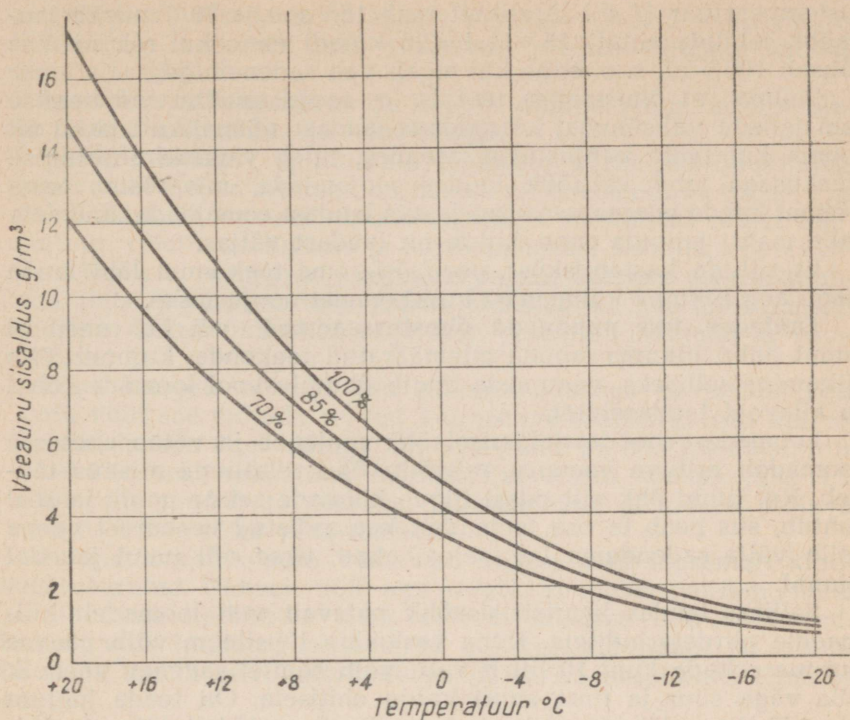
Soojeneva õhu kuivendav toime. Samuti kui kõik muudki gaasid, püüab ka veeaur end ühtlaselt ära jaotada kogu selles ruumis, kuhu ta on suletud. Kui näiteks ruumi, mille maht on 10 m^3 , sisse lasta 1 m^3 veeauru, siis seguneb see ruumi õhuga nii, et auru maht paisub 10 kordseks, kuid tihedus, s. o. veeauru hulk ühes m^3 väheneb kümnendikule endisest.

Enamik ehitusmaterjale on urbsed. Seega sisaldavad nad õhku ja lasevad seda ka läbi. Seetõttu laseb enamik ehitusmaterjale ka veeauru läbi. Veeaur on õhust kergem ja tema võime läbida ehitusmaterjale on suurem kui õhul. Veeauru omadus kiiresti levida ja ühtlaselt jaotuda kogu lauda õhkkonnas soodustab lauda õhu kuivendamist õhustuse teel.

Õhu veeauru sisaldust kujutab joon. 1. Ülemine joon näitab, kui palju veeauru võib õhk küllastatud olekus üldse sisaldada antud temperatuuril. Kui näiteks õhu temperatuur on 0° ja relatiivne niiskus 80%, siis sisaldab iga m^3 õhku 3,9 g vett. Kui seline õhk laudas soojeneb $+15$ kraadini, siis peab muutuma õhu relatiivne niiskus. Küllastatud olekus sisaldab õhk $+15^{\circ}$ puhul 12,9 g vett m^3 kohta ja soojendatud õhu rel. niiskus on järelikult $3,9:12,9=0,30$ ehk 30%. Olgugi, et veeauru hulk m^3 kohta jäi endiseks, on õhu relatiivne niiskus õhusoojuse tõustes nullilt 15° -ni langenud 80%-lt 30%-le.

15° soe ja 80% niiske õhk sisaldab $12,9 \cdot 0,80 = 10,3$ g veeauru. Seega võib õhk antud juhtumil laudas, niiskudes 80%-ni, enesesse võtta veel $10,3 - 3,9 = 6,4$ g veeauru m^3 kohta.

Õhu liikumine laudas. Laudas on õhk alatasa liikvel, ka siis kui puudub õhustus välisõhuga. Loomade ligidal õhk soojeneb, paisub seejuures ja muutub mahukaalult kergemaks, mistõttu



Joon. 1. Õhu veeauru-sisaldus grammides m^3 kohta sõltuvalt temperatuurist ja relatiivsest niiskusest. Mida külmem on õhk, seda vähem saab ta sisaldada veeauru.

tõuseb üles. Jahtudes lael ja laudaseintel muutub õhk mahukaalult raskemaks ja langeb alla.

Laudaõhk liigub järelkult loomade kohal üles vastu lage, lage mööda seinte poole ja seintelt alla põrandale ning siit edasi põrandat mööda jälle loomade juurde.

Lauda sisemusest tulev õhk, puutudes kokku välisseina või akna külma pinnaga, jahtub. Kui näiteks seina pinna temperatuur on 10° , siis võib seinaligidane õhukiht jahtuda sama tasemeni. Kui lauda temperatuur ülaltoodud näite kohaselt oli 15° ja relatiivne niiskus 80%, siis sisaldas ta veeauru $10,3 \text{ g/m}^3$. Kümnekraadne õhk saab aga veeauru sisaldada ülimalt $9,4 \text{ g/m}^3$. Järelkult peab õhk seinapinnale välja sadendama $0,9 \text{ g}$ vett iga m^3 kohta, mis seal jahtub 10° -ni. Samalaadne sadenemine peab toimuma ka lauda külmadel laepindadel, ukse pinnal, akendel, samuti ka õhustuskorstnas, mille seinad on külma eest kaitsmata ja seetõttu jäävad lubamatult külmaks.

Joon. 1 kohaselt on $10,3 \text{ g/m}^3$ veeaurusisaldusega õhu küllas-

tustemperatuur 11,4°. Järelikult saab 15° soe ja 80% niiske laudaõhk jahtuda ainult 15—11,4=3,6 kraadi enne kui rel. niiskus tõuseb 100%-ni, s. o. enne kui algab vee sadenemine.

Selleks, et õhustamise teel (s. o. sooja siseõhu vahetamise teel jaheda välisõhuga) kõrvaldada laudast võimalikult palju nii looma kui lauta kahjustavat veeauru, tuleb väikese absoluutse niiskusega jahe välisõhk laudas soojendada, mis tõstab tema võimet kanda eneses veeauru, ja siis laudast eemaldada, andmata talle mahti jahtuda enne, kui ta on laudast väljas.

Et vältida kasteniiskust, peab õhk oma teekonnal läbi lauda kogu aeg liikuma külmemast keskkonnast soojemasse.

Lautades, kus puuduvad õhustusseadmed või kus need ei sunni õhku liikuma mööda ettemääratud teekonda, kujuneb õhu liikumine selliseks, nagu seda tingib õhu ülesvool loomade kohal ja allavool laudaseintel.

Loomadest möödavoolamisel õhk soojeneb ja võtab enesesse loomadelt erituva veeauru, mistõttu õhu relatiivne niiskus tõuseb. Kui nüüd õhk siit edasi liigub külmade seinte poole ja seal jahtub, siis peab ta osa loomadelt kaasavõetud veeaurust veena jälle välja sadendama lae, seina, akna, ukse või muul jahedal pinnal.

Sellises laudas kannab siseõhk pidevalt vett loomadelt külmadele piirdetarinditele. Kuna keskmine lüpsilehm võib päevas auruna eritada kuni 10 liitrit vett, võib seintel sadenev veehulk olla väga suur ja tuua suurt kahju ehitisele. On teada juhtum ühes Tallinna lähedases karjamajandis, kus tühjalt seisvate seinäärsete sõimede toidukünad alatasa täitusid veega, mis voolas maha külmalt sisepinnalt.

Kuivõrd suurt kahju toob hoonele puudulikust õhustusest tingitud kasteniiskus, sellest on kõikjal küllalt näiteid. Eriti kannatavad niiskuse all aknad ja akende ümbrus. Mõnikord on aknaaraamid juba kümne aastaga muutunud niivõrd pehkinuks, et neid tuleb uuendada.

Suurtest kahjustest, mida liigniiskus toob hoonele, on aga veelgi tundavamad need nähtamatud kahjud, mida niiskus tekitab loomade tervisele ja toodangule.

Et niiskuse eest kaitsta looma ja lauta, peaks laudaõhu rel. niiskus olema 60—75% piirides. Tegelikult saab seda suurtes ja hästi ehitatud lautades ka teostada, isegi talviste külmadega. Ainult erakordse pakasega tohiks lubada niiskuse tõusu kuni 85%-ni, mis õigesti ehitatud hoones ei too veel kahju ehitisele. Väikestes lautades ja sigalates on olukord üldiselt raskem ja niiskuse määr tikub siin vägisi kõrgemale.

Üle 85% ei tohi aga niiskust lasta tõusta, sest lauda külmemates kohtades on siis juba karta kasteniiskuse sadenemist. Kui juba seina või lae mõni koht muutub märjaks, siis langeb järsult selle soojapidavus. Seetõttu märguvad ka naabruses olevad hoonesad, sest mida enam vett nad sisse imevad, seda külmemaks

muutub pind ja seda hoogsamaks muutub veeauru sadenemine.

Normide kohaselt peab relatiivne niiskus kütmata laudas olema alla 85%.

* **Laudaõhu liikumiskiirus** on kolmas oluline tegur, millest oleneb looma soojaeritus ja heaolutunne.

Elamu tuulutus- ja kütteala teadlaste uurimised õhukindlas ruumis viibivate inimestega on näidanud, et ebamugav tunne, mis tuleb sellest, et kaugel ruumis viibimisel muutuvad ruumi temperatuur, relatiivne niiskus ja süsihappegaasi sisaldus ebatavaliselt kõrgeks, väheneb, kui õhk panna liikuma elekter-tuulikuga, ilma et värsket õhku juurde oleks antud. See tuleb ilmselt sellest, et liikuv õhk aitab organismi paremini jahutada ja värskendada.

Liiga kaugemale ei tohi õhu liikumiskiirusega ka minna, sest muidu võib see mõjuda tervist kahjustava tõmbena, eriti kui on tegemist jaheda õhu vooluga. Inimese puhul on õhu liikumiskiirus 0,3—0,4 m/sek veel väga mõnus. Kui kiirus tõuseb juba 1,5 m/sek, siis tundub ta suurema jahutusvõime ja nahale mõjuva suurema surve tõttu juba tõmbena.

Loomade kohta pole vastavaid kiirusi veel täpsemalt kindlaks määratud. Uldiselt võib aga arvata, et looma paksema naha ja tihedama karvkatte tõttu võiksid kiirused olla suuremad. **Samuti** võib kindlasti oletada, et eri loomade puhul ja samuti ka sama looma eri olukordade puhul on ka tundlikkus tõmbele erinev.

On ju üldiselt teada, et sead, eriti aga põrsad on oma harva karvkatte tõttu väga tundlikud tõmbejuulele. Ka noorte vasikate hooldajad asetavad asemed sinna, kus puudub tõmme. Isegi paksu sulgkattega kana hoidub ööbimast kohal, kus on õhutõmme.

Kui lauda värske õhu ava pole varustatud juhtvarjuga, langeb lauta voolav jahe õhk põrandale ja voolab tõmbena loomade poole. Selline õhuliikumine on ohtlik looma tervisele. Jaheda tõmbe ärahoidmiseks tuleks värske õhu sissevoolu avad paigutada seina ülemisse ossa ja varustada juhtvarjudega, mis suunaksid sissevoolava jaheda õhu üles vastu lage. Jahe õhk sunnitakse seega segunenema sooja laudaõhuga ja seetõttu soojenema enne kui ta alla valgub.

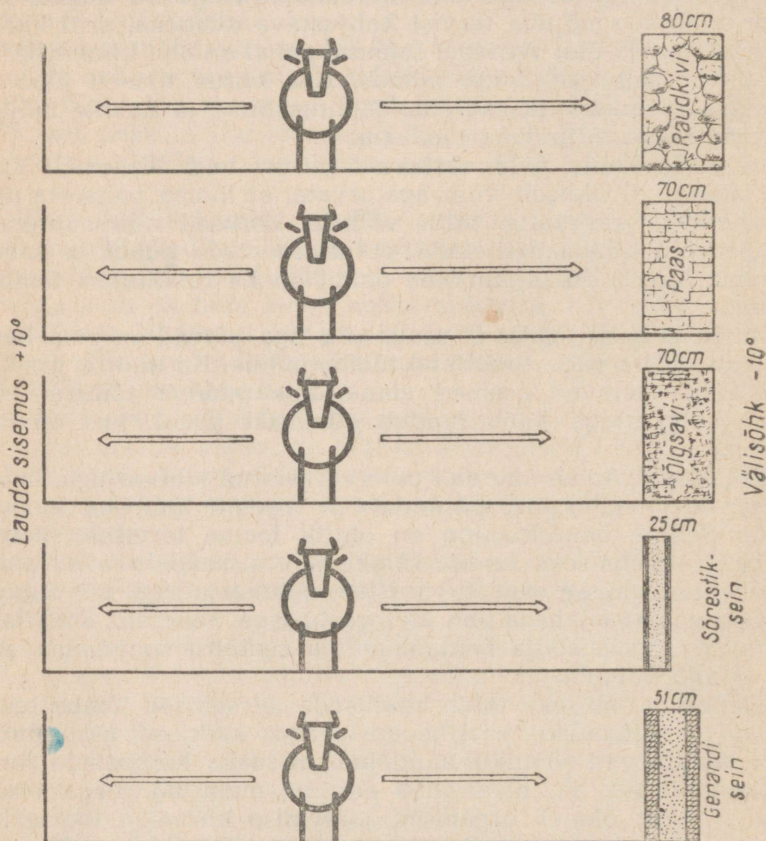
Tõmbe vältimiseks tuleb hoolitseda, et sellised tõmbe tekitajad nagu seinavavad, ebatihedad ukSED, katkised aknaruudud, tuult läbilaskvad sõnnikuluugid jne. ei saaks kahjustada loomi.

Soojakiirgus on, nagu juba eespool mainitud, väga oluline tegur, millest oleneb organismi jahtumise kiirus ja looma heaolutunne. Lauda soojus oleneb seepärast mitte üksnes õhu temperatuurist, vaid ka sisepindade soojakiirgusest. Looma organism saadab oma pinnalt välja suurel hulgal soojakiirgust, s. o. silmale nähtamatut infrapunast kiirgust, mis kulutab sooja ja seega jahutab organismi. Tervelt pool kogu soojahulgast, mida looma orga-

nism eritab, paiskub ümbritsevasse keskkonda soojakiirguse teel. Soojakiirgus on seda suurem, mida kõrgem on pinna temperatuur. Reguleerides naha pinna temperatuuri, reguleerib looma organism kiirguse teel toimuvat soojakadu, mis aitabki hoida kehatemperatuuri alati püsival tasemel.

Ka lauda sisepinnad saadavad välja soojakiiri ja seda suuremal määral, mida soojem on pind. Vastupidi, mida külmem on seinapind, seda vähem annab ta vastukiirgust, s. o. seda enam neelab ta loomalt tulevaid soojakiiri ja seda tugevamini jahutab ta vastu seina pööratud kehaosa — hõõgab külma, nagu ütleb rahvasuu.

Soojakiirguse tähtsust näeme selgesti ka elamus, eriti külmade seintega kivihoones. Kütmata seisnud hoone muutub muga-



Joon. 2. Soojakadu looma nahalt kiirguse teel lauda sisemusele (vasak pool) ja välisseinale (parem pool). Kiirguskao intensiivsust näitab noole pikkus. Mida väiksem on välisseina soojapidavus, seda suurem on kiirguskadu välisseinale ja seda suurem on looma organismi jahutuse ühekülgus.

vaks alles pärast paaripäevast kütmist, siis kui peale õhu ka seinad on juba jõudnud soojeneda.

Vastu külmahõõgavat seinä pööratud kehaosa kaotab enam sooja kui teine kehapool, mis on pööratud vastu sooja toaseesmust. Selline ühepoolne jahutus võib tuua nohu, reumat ja tervet rida muid haigusi.

Samuti kui inimene, ei suuda ka looma organism end hästi kaitsta ainult üht kehakülge tabava jahutuse eest. Külmade välisseintega suures laudas võivad seinä külmahõõguse all kannatada oluliselt ainult äärmised lehmä, kelle üks külg on pööratud vastu sooja kiirgavat naabrit, teine külg aga vastu külma hõõgavat välisseinä.

Külmahõõguse suhtelisest suurusest on toodud näide joonisel 2 ja tabelis 1, kus on näidatud, kui suur on kiirguskadu looma nahalt lauda seesmusele ja välisseinä pinnale, kui laudas on $+10^{\circ}$ ja väljas on -10° . Looma naha temperatuuriks on võetud $+25^{\circ}$ ja seespoolsete pindade temperatuuriks $+10^{\circ}$. Kui seespool küljel asub samasugune loom, siis on kiirgusvool sanna- poole veelgi väiksem ja jahutuse ühekülgus veelgi suurem.

Joonisel 2 kujutab kiirguskadu noole pikkus.

Kivimüüri puhul on kiirgussooja-neelavus seinapoolsel küljel keskmiselt 30% suurem kui laudapoolsel. Saviseinä või palkseinä puhul langeb ühepoolne enamkulu 10 protsendile ja suure sooja- pidavusega seinä puhul 5 protsendile.

Tabel 1

Näiteid välisseinä kiirgussooja neelavusest

	Raudkivi- müür	Paasmüür	Savisein Palksein	Sõrestik- tädissein	Gerardi või Aadere sein	Lauda sisemus
Välisseinä sooja- juhtivus K kcal/m ² h ^o . . .	2,0	1,7	0,7	0,4	0,25	—
Välisseinä sisepin- na temperatuur ^o	4,68	5,47	8,14	8,94	9,33	10,00
Kiirguskadu looma nahalt (25 ^o) kcal/m ² h	83,5	80,5	70,4	67,3	65,9	63,3
Kiirguskao ülekaal välisseinäpoolsel küljel %% . . .	32	27	11	6	4	—

Looma tervishoiu õpetuse najal ei saa praegu tuletada kindlat määra selle kohta, kui suur tohib olla kiirguskao ülekaal seinapoolsel küljel. Seepärast ei saa sellelt seisukohalt ka määrata, kui suur peaks olema seinä minimaalselt lubatav soojapidavus, millest on oleb seinäpinna temperatuur ja külmahõõgus.

Laiades lautades, kus loomad asetsevad mitmes reas, võib soojamajandus üldiselt olla rahuldav, kuigi välisseinad on raudkivist ja seetõttu külmad. Suhteliselt suured soojakaod läbi välisseinte ei saa siin oluliselt rikkuda olukorda, sest ühe looma kohta tulev seinapind on väike. Seetõttu võib siin laudasooja jätkuda nii õhustuseks kui seinte soojakadude katmiseks.

Lauda üldiselt rahuldava olukorra puhul on aga seejuures halvaks erandiks olukord, milles viibivad vastu külma seina asetatud loomad, kelle üht külge aitab soojendada naaberlooma soojakiirgus, teist külge aga jahutab välisseina külmahõõgus.

Looma tervist kahjustavat olukorda saab siin parandada seina sisepinna temperatuuri tõstmisega, s. o. seina soojapidavuse suurendamisega, näiteks vooderdamise või täidistamise teel¹.

Peatüki lõppsõna. Selleks, et laudast eemaldada loomadelt erituv veeaur ja hoida laudaõhu soojus ja niiskus parajais piires, tuleb lauta õhustada. Kui lauda õhustus on küllaldane, et hoida õhu temperatuur ja niiskuse sisaldus lubatavais piires, siis on õhustus enamasti küllaldane ka selleks, et õhu keemiline koostis ja eriti selle hapniku ja süsihappegaasi sisaldus oleks rahuldavais piires.

Selleks, et õhk saaks enesesse võtta veeauru ja seda laudast välja kanda, tuleb õhku soojendada, milleks kulub teatud hulk laudasooja. Seda kulub ka soojakadude katmiseks läbi seinte, akende, uste ning lae ja põrand. Mõlemad soojakao liigid tuleb katta soojahulgaga, mis tuleb ainult loomadelt endilt.

Vaatame nüüd, kuidas tuleks majandada loomadelt erituvat soojahulka, et sellest jätkuks nii lauda õhustamiseks kui ka seinte ja lagede soojakadude katmiseks.

¹ Soojakiirguse tähtsusest soojapidavate seintega laudas vt. õhustuse pt. lõpp.

III. LAUDA EHITUSFÜÜSIKA

1. LAUDA SOOJAPIDAVUS

Tervisliku lauda olulisim tegur on soojapidavus, mida ligemalt arutlemegi käesolevas peatükis. Arutluse ja arvutuse aluseks on võetud lehmalaud, kui karjamajanduse kõige olulisem ja kõige enam uuritud loomapidamise hoone.

Muude lautade puhul on olukord täiesti analoogiline. Lambalautade ja hobusetallide puhul on soojapidavuse nõue vähem karm, kuid vasikalautade, sigalate ja kanalate puhul veelgi suurem kui lüpsikarja lauda puhul.

Lauda soojapidavusest oleneb lauda õhu puhtus, soojus ja kuivus ning nendest teguritest omakorda karja tervis ja piimand. Väikese soojapidavusega laudaseina külmpind kahjustab looma tervist nii oma külmahõõgusega kui ka külma tõmbevooluga, mida tekitab seina pinnal jahtunud laudaõhu allavool. Soojapidav sein on tervislikum esiteks seetõttu, et allavoolav õhk pole nii külm; teiseks pole soojalt seinapinnalt väljuva soojakiirguse tõttu õhutõmme loomale enam nii ohtlik¹.

Külmas laudas peab loom kulutama rohkem toitu kehasoojuse hoidmiseks ja peab kas selle võrra enam kulutama sööta või tootma vähem piima. Katsejaamades teostatud mõõtmiste kohaselt tõuseb looma toitmise kulu keskmiselt 2,5% võrra iga kraadi kohta allapoole seda temperatuuri, mille juures loom hakkab külma tundma.

Teiseks kahjustab looma tervist ka rikunud ja niiske lauda õhk. See teeb looma vastuvõtlikuks haigustele, mis piima kaudu võivad ohustada ka piima tarvitajaid. Samuti nagu madal temperatuur, vähendab ka halb lauda õhk piimatoodangut. Arvatakse, et puhta õhuga laudas on loomade piimatoodang keskmiselt umbes 15% kõrgem kui umbses laudas.

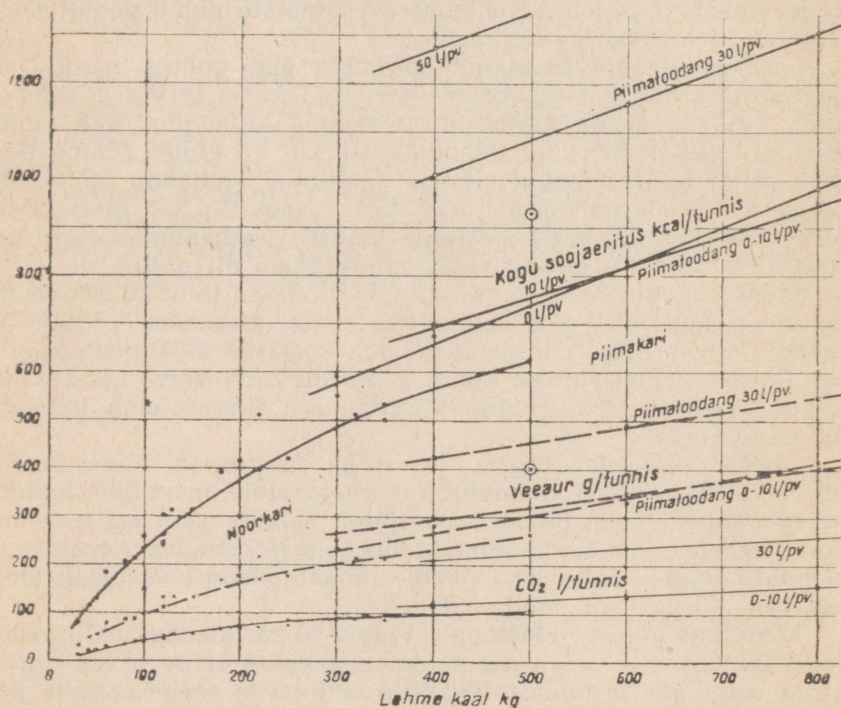
Võrreldes inimese elamuga on olukord karjalaudas palju ebasoodsam. Esiteks on ruumi kantmeetri kohta tulev elava organismi mass laudas umbes 10 korda suurem ja seega suurem ka tunnis eritav veeauru, süsihappegaasi ja muude laudagaaside hulk. Teiseks puudub laudas ahi, millega saaks niiskuse laudast

¹ Inimorganismi puhul on iga kraad, mille võrra tõuseb toa sisepindade soojus, oma mõjult võrdne õhusoojuse tõusuga 0,9 kraadi võrra.

eemaldamiseks kulunud või läbi seinte ja lae kaduma läinud sooja vabalt asendada.

Elamut kütame halgudega, turbaga või muu taolise kütusega, külma lauta aga kütame karja toodanguga — piima, või ja rasvaga.

Lauda soojaallikaks puhaslaudas on ainult loomad ise. Elu alalhoiuks tarvitab looma organism hapnikku, toitu ja vett. Toitus leiduv süsinik ühineb hapnikuga, muutudes süsihappegaasiks (CO_2), kusjuures vabaneb teatud hulk sooja. Et keha temperatuur ei tõuseks üle tavalise, eritab loom organismi füsioloogilise tegevuse protsessides vabaneva soojahulga ümbritsevasse keskkonda. Keskmiselt $\frac{1}{4}$ eritatavast soojast kulub vee aurumiseks, ülejääv $\frac{3}{4}$ aga eritub kehast kiirguse ja juhtivuse teel. Vee aurumiseks kulutatud soojahulk antakse lauta looma nahalt (60%) ja hingamiselditelt (40%) väljuva veeauruga. Loom eritab seega lauda õhku pidevalt veeauru, sooja ja süsihappegaasi.



Joon. 3. Sooja, veeauru ja süsihappegaasi eritus kariloomalt kehtivate normide kohaselt sõltuvalt looma kaalust ja piimatoodangust. Jämedamate täisjoontega on märgitud kogu soojaeritus (vee aurutamiseks kulutatud soojahulk kaasa arvatud); pika punktiiriga on märgitud veeauru eritus; peente täisjoontega on märgitud süsihappegaasi (CO_2) eritus.

Eritatavad hulgad olenevad paljudest teguritest, eriti aga looma tõust, kaalust ja füsioloogilisest tegevusest. NSV Liidu normides¹ arvestatavaid lüpsilehmade eritusi kujutab joon. 3. Mittellüpsva lehma, pulli ja lüpsma tuleva noorloomade poolt eritatav soojahulk on keskmiselt 60% lüpsva lehma soojaeritusest. Tegelikult väheneb lauta eritatav soojahulk nende loomade tõttu normaalsetes oludes 7% võrra, karjamajanduse laiendamiseaegadel — noorloomade massilise juurdekasvu korral — aga muidugi enam.

Lauda soojamajanduse arvutuses tuleb veel arvestada, et osa loomi võib viibida eraldusruumides (normide kohaselt 7%) ja poegimisruumis (3%), samuti ka, et osa asemeid on tühjad muudel põhjustel. Käesolevas töös on seepärast soojamajanduse aluseks võetud, et keskmine sooja kogueritus on 16 000 kcal aseme kohta päevas.

See arvutus annab teatud varuteguri lauda soojuse seisukohalt. Arvutuse aluseks võetud erituste määrad annavad sama tulemuse kui oletus, et loomad on eranditult 500-kilosed lüpsilehmad, kuid asemetest on 25% tühjad. Sama tulemuse annab ka oletus, et asemed on 100% täidetud segamini noorloomadega ja lüpsilemadega, kusjuures looma keskm. kaal on 400 kg. Lauda õhustuse seisukohalt on aga tarvis arvestada olukorda, kus kõigil asemel on suured, vähemalt 500 kg lüpsilehmad.

Tavaliste õhustusseadmete puhul, kus niiskus kõrvaldatakse laudast sadestumata veeauruna, läheb kogu veeaurus sisalduv soojahulk lauda soojamajandusele kaduma. Lauda soojendamiseks vabaks jääv soojahulk on seega ainult 12 000 kcal looma, õigemini aseme kohta päevas, s. o. 500 kcal tunnis.

Lauda niiskuseallikaks on peamiselt samuti loomad ise. Kopsudest ja nahalt aurub täiskasvanud veisel tunnis 250—400 g vett. Päevane niiskuse juurdevool lauda õhku on seega 6—10 liitrit vett looma kohta. See tuleb laudast kõrvaldada, et õhu niiskus ei tõuseks liiga kõrgele, mis kahjustaks nii looma kui ka lauta. Arvutuste aluseks võetud soojaeritusele vastab veeauru eritus 300 g tunnis.

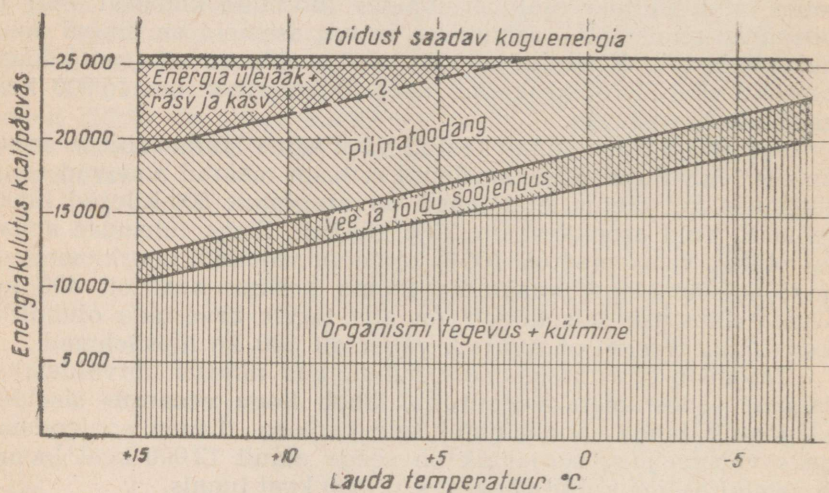
Sõnnikulaudas tekitavad niiskust ja gaase veel sõnnik ja virts. Et neid aga on üldisel viisil raske arvestada, tuleb teoreetilistes käsitlustes kas jääda puhaslauda juurde või oletada, et sõnnikust tulev soojahulk kulub täielikult samast allikast tulnud aurude ja gaaside väljatuulutamiseks.

Lauda õhustuse peamine ülesanne ongi niiskuse kõrvaldamine. Võrreldes niiskusega on loomade poolt väljahingatava süsihappegaasi kõrvaldamine vähem oluline ülesanne, sest see gaas muutub looma tervisele ohtlikuks alles suurema kontsentratsiooni puhul ja ei kahjusta üldse laudahoonet.

Õhustamine külmal ajal on seotud laudasooja kulutusega ja

¹ ГОСТ (riiklik üleliiduline standard) 2662-49.

see seabki ülesandele täpsed piirid, sest sooja on laudas kulutada kõigest 500 kcal aseme kohta tunnis. Sellest soojahulgast peab jätkuma lauda korralikuks õhustamiseks kui ka läbi lauda lae ja seinte kaduma mineva laudasooja asendamiseks. Tõuseb kulutus kõrgemale, siis muutub laut külmaks ja niiskeks ning loom peab end selle eest kaitsma suurema toidu tarvitamisega organismi kütteks. See aga tähendab kas suuremat söödakulu või väiksemat piimatoodangut. Iga 1000 kcal looma kehasooja enamkulu (s. o. 6,3% päevasest normaal-eritusest) vastab soojaväär-tuse järgi ümberarvutatult 1500 g piimale või 125 g võile.



Joon. 4. Näide toidust saadava energia kulutusest lüpsilehma organismis. Mida külmem on laut, seda enam energiat kulub keha ja toidu soojendamiseks ja seda vähem jääb teda järele karjatoodanguks. „Soe laut on pool sööta“.

Lüpsilehma soojabilansist toob näite joon. 4. Siit näeme, mil- leks kulub toidust saadud energia eri temperatuuride puhul lau- das. Soojakadu organismilt tõuseb keskmiselt 4% iga kraadi kohta, mille võrra alaneb lauda temperatuur. Vastavalt sellele peab alates teatud piirist hakkama langema piimaand.

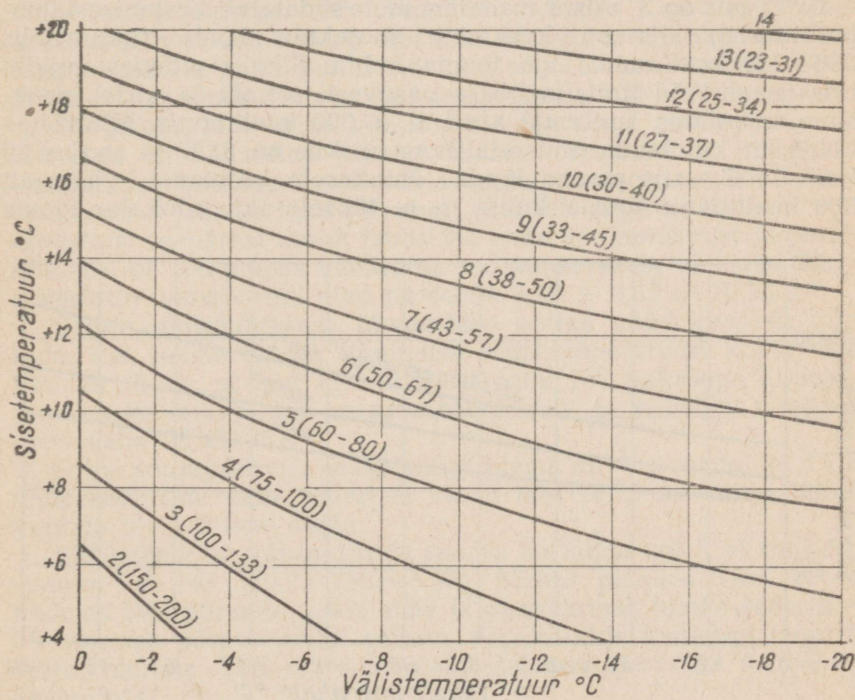
Ka suvel võib märgata, kuidas piimatoodang oleneb tempera- tuurist: toodang on väiksem jaheda ilmaga ja samuti ka eba- mugavalt kõrge kuumusega. Uurimisandmete vähesuse ja tegu- rite rohkuse tõttu on väga raske tuua selle sõltuvuse kohta kindlamaid arve.

Ehitaja ülesanne on seega kokkuvõtlikult järgmine: ehitada laut niivõrd soojapidav, et hoides lauda soojust ja niiskust para- jais piires, saaks laudast kõrvaldada 300 g veeauru tunnis looma kohta, ilma et soojakulutus ületaks 500 kcal. Vaatame nüüd, kuipalju kulub sooja veeauru kõrvaldamiseks.

Õhu veeauru-sisaldust, sõltuvalt temperatuurist ja relatiivsest niiskusest kujutab joon. 1. Küllastatud olekus sisaldab 15°C õhk $12,7\text{ g}$ veeauru m^3 kohta, — 15°C puhul aga kõigest $1,4\text{ g/m}^3$. Kui õhu relatiivne niiskus on 85% , siis on veeauru hulk 85% küllastusmäärast, s. o. vastavalt $10,8$ ja $1,2\text{ g/m}^3$.

Nagu näeme jooniselt 1, sisaldab külm õhk alati võrdlemisi vähe veeauru. Õhusoojuse tõustes suureneb järsult ka õhu võime kanda eneses veeauru. Seepärast: mida soojem on sise-õhk, seda kergem on tema abil kõrvaldada niiskust tuulutuse teel. 15°C sooja ja 85% niiske siseõhu ühe m^3 asendamine — 5°C külma välisõhuga kõrvaldab $8,1\text{ g}$ veeauru. Kui aga siseõhk on $+20^{\circ}\text{C}$ ja välisõhk 0°C , siis on õhu kuivatusvõime $10,6\text{ g/m}^3$. Seega, olgugi et õhutemperatuuride vahe on endiselt 20°C , on õhu kuivatusvõime nüüd 30% kõrgem.

Tuulutusõhu kuivatusvõimet 85% relatiivse niiskuse puhul, sõltuvalt sise- ja välisõhu soojusest, kujutab joon. 5. See näitab, kui palju veeauru kõrvaldab 1 m^3 vahetatud õhku, kui sise- ja välistemperatuurid on 20°C üle ja alla nulli. Arvud sulgudes tähendavad vajalikku õhuvahetust 300 ja 400 g veeauru välja-



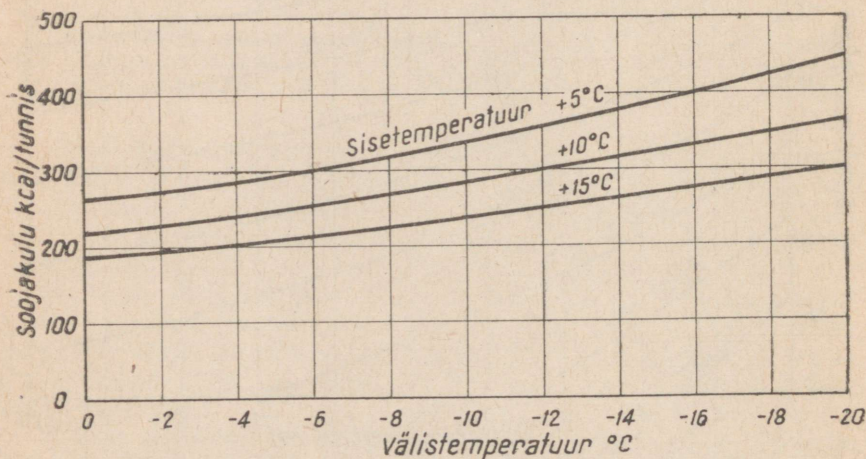
Joon 5. Laudaõhu ühe m^3 vahetamisega kõrvaldatav veeauru hulk grammides, sõltuvalt sise- ja välisõhu temperatuurist. Relatiivne niiskus 85% sees ja 90% väljas. Sulgudes olevad arvud näitavad vajalikku õhuvahetust (m^3) 300 ja 400 g veeauru kõrvaldamiseks.

tuulutamiseks tunnis, s. o. vajalikku õhuvahetuse määra ühe kerge ja keskmise lüpsilehma kohta.

Lauda parajaks soojuseks looma tervishoiu seisukohalt peetakse talvel 8 kuni 18°C . Täpne piir oleneb looma tõust, õhu niiskusest ja muudest teguritest ning on praegu teaduslikult täpselt selgitamata. Käesolevas töös on seepärast olukorda vaadeldud kahelt seisukohalt: kui sisetemperatuur on $+10$ ja $+15^{\circ}\text{C}$.

Lauda õhu parajaks niiskusemääraks peetakse 60—75% õhu relatiivset niiskust. Sellest madalam niiskusemäär on kahjulik looma hingamisorganite limakestale. Suurem niiskus raskendab organismi korralikku töötamist ja mõjub kahjulikult looma tervisele, samuti nagu inimeselegi. Ülimaks lubatavaks piiriks peetakse loomalaudas 85% relatiivset niiskust. Seepärast võtamegi selle määra oma arutluse aluseks ja püüame vältida, et lauda õhk ebasoodsaimateski tingimustes niiskemaks muutuks.

Lauda õhustuseks vajalikku soojakulu sõltuvalt välisõhu külmusest kujutab joon. 6 oletusel, et siseõhk on 5, 10 ja 15° soe ja 85% niiske. Soojakadu tõuseb välispakase kõvenemisega, nagu seda ongi oodata. Kui arvestatavaks välistemperatuuriks võtta -10°C , mis on 3° võrra madalam meie südatalve keskmisest temperatuurist, siis on keskmine soojakulu lauda tuulutuseks 250—300 kcal tunnis iga looma kohta. Silmas pidades muidki niiskuseallikaid (toit, joogi- ja pesuvesi, sõnnik ja virts), peaksime arvestama suuremat arvu, s. o. 300 kcal/tunnis. Nii võime öelda, et kui lauda õhu relatiivne niiskus on 85% ja soojus 10 kuni 15°C , siis peame lauda õhustusele kulutama vähemalt 300 kcal/tunnis looma kohta, s. o. täpselt üks kilokalor looma



Joon. 6. Lehmalt eritatava 300 g veeauru kõrvaldamiseks kuluv soojakulu kcal tunnis sõltuvalt välisõhu temperatuurist, kui siseõhk on 5, 10 ja 15° soe ja 85% niiske. Mida soojem on laud, seda väiksem on soojakulu niiskuse kõrvaldamiseks.

poolt eritatud iga grammi veeauru kohta. Õhustuseks kulub seega üle poole ($\frac{3}{5}$) vabast soojahulgast, mida loom normaaloludes eritab.

Lauda muud soojakaod, s. o. kaod läbi piirdetarindite (seinte, akende, põranda ja lae), peame suutma katta ülejääva 200 kcal-ga. Et meil ei tuleks lauda soojamajanduses puudujääki, peame kõik need piirdetarindid ehitama selleks küllaldaselt soojapidavad. Kõige tähtsam on seejuures soojakadu läbi välisseinte ja lauda lae.

Vaatleme nüüd, kui soojapidav peaks olema lauda sein ja lauda lagi sellelt vaatekohalt.

Piirete pindala ühe looma kohta oleneb lauda suurusel, loomade arvust, sõimede paigutusest ja tihedusest ning koosehitiste poolt kaitstud seinte pindalast. Kolhoosilautade kavandite järgi, mis on välja töötatud Eesti NSV Arhitektuuri Valitsuses, tuleb ühe lehma kohta keskmiselt 7,10 m² põhipinda, 3,65 m² välisseina ja 0,65 m² akent. Need suurused võtamegi arvutuse aluseks.

Soojakadu läbi laudaakna. Kui arvestada kahekordset akent, mille soojajuhtivus K^1 tegelikes oludes on keskmiselt 3,5 kcal/m²h^{°C}, siis voolab läbi 0,65 m² suuruse aknapinna 25°C temperatuuride vahe puhul $3,5 \cdot 25 \cdot 0,65 = 57$ kcal tunnis. Seina ja lae soojakadude kattedeks jääb seega järele $200 - 57 = 143$ kcal.

Soojakadu läbi lauda lae nõuab väga tõsist tähelepanu, sest lae pind on välisseina pinnast suurem. Selgi juhul, kui lakka kasutatakse küünina, tuleb silmas pidada asjaolu, et sööda äratarvitamisel jääb ka lakk vähemalt osaliselt tühjaks. Üldiselt võib arvestada seepärast ainult lauda lae enda soojapidavust ja peame nõudma, et see poleks välisseina soojapidavusest väiksem. Kogu arvestatav välispiirete pind on seega $7,10 + 3,65 = 10,75$ m².

Seinte soojajuhtivuse ülemmäära saame nüüd kergesti tuletada, kui saame kindla tingimuse välistemperatuuri kohta. Kui näiteks nõuda, et laut ei tohi ka 10 kuni 15° pakasega külmaks ja niiskeks minna, siis on arvestatav sise- ja välisõhu temperatuuri vahe 25°C.

Seina soojajuhtivus peaks seega olema niivõrd madal, et 25°C temperatuuride vahe puhul ei saaks läbi 10,75 m² seinatunni voolata üle 143 kcal sooja.

Siit leiame, et välisseina ja samuti ka lauda lae K ei tohi olla suurem kui $143 : (10,75 \cdot 25) = 0,53$. Silmas pidades veel soojakadusid läbi põranda, sokli, uste ja aknaääraste, tuleks seda arvu ettevaatuse pärast veelgi piirata. Kui kõikide loetletud tegurite mõju hinnata 25%-le, siis oleks lubatav $K = 0,53 \cdot 0,75 = 0,4$ kcal/m²h^{°C}.

Ainult sellise soojapidavuse puhul tohib loota, et laut jääb

¹ Soojajuhtivus K tähendab soojahulka (kcal), mis voolab läbi ühe m² seinatunni (h), kui õhutemperatuuride vahe on 1°C.

soojaks ja kuivaks. Seejuures peame muidugi silmas tingimusi, millede alusel selle määra tuletasime. Kui laudas on loomi hõredamalt, välisseina ja lae pinda on rohkem, aknad pole kahekordsed ja ukсед pole hästi kaitstud, siis on soojakaod suuremad ja laudasooja ei jätku enam lauda korralikuks õhustamiseks.

Kuidas saavutada seinä soovitatavat soojapidavust? Nõue, et seinä soojajuhtivus ei ületaks $0,4 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ on küllaltki karm. Tavalisel rõhtpalkseinäl $K = 0,8$, tellisseinäl 1,0, paasmüüriäl 1,7 ja raudkivimüüriäl 2,0.

On ilmne, et soojajuhtivust ei saa 0,4-ni alla viia kivimüüri paksuse tõstmisega, vaid, samuti nagu elamuseinäl puhulgi, urbse täidisega. Viimastest tulevad meil esijoones kõne alla turvaspõhk, saepuru, masinhöövlipuru ja linaluud. Need aga on kõik taimeriigi päritoluga ained ja kardavad sooja niiskust, milles nad kiiresti langevad ohvriks seentele ja bakteritele. Kindlaim abinõu nende hävitustöö vastu on kuivus. Et saada head ja sooja laudasseinä, tuleb kõigepealt hoolitseda, et täidis seinä sisemuses ei niiskuks. Välisniiskuse vastu aitab kas lai räätas, vihmatihe vooder või muu seda laadi lihtne vahend. Keerukam on võitlus nähtamatu vaenlase — siseõhu niiskuse vastu.

Seinä sisemuse niiskumine on tingitud läbi seinä voolava veeauru sadenemisest seinä sisemuses, mis on ju külmem siseõhust.

Lauda õhk on talvel välisõhust alati niiskem ja läbi seinä toimub pidev veeauru voolamine. Teekonnal seest väljapoole peab veeaur jahtuma ja võib soodsates oludes sadeneda kasteveena.

Seinä sisemuse kaitseks niiskuse eest tuleb seinä tarindada nii, et veeaur saaks seinäst välisõhku välja aurata kergemini kui ta lauda õhust suudab seinä sisse tungida. Kui veeaur voolab seinäst välja kergemini, kui ta sisepinnalt sisse pääseb, siis kuivab seinä välisõhu toimel kergesti ja püsibki kuivana, olgugi et veeaur temast pidevalt läbi voolab.

Veeauru sissepääsu takistamiseks tuleb seinä sisepinnale või vähemalt sisepinna ligidale asetada mingi võimalikult suure auruvoolu-takistusega kiht. Parimaid ja lihtsamaid vahendeid selleks on pärgamiin¹ või pealevõõbatud tõrva kiht.

Auruvoolu tõkkekihide soodsaimaks asukohaks on seinä sisepind. Tegelikult on aga siin raskuseks asjaolu, et papp jääb siis vigastamiste eest kaitsmata ning teeb seinä värvuselt mustaks ja näotuks. Olukord on parem, kui aurutõkkeks kasutada tõrvvõõpa seinä sisepinnal. Põhjalikult kuivanud tõrva võib üle lubjata, mis tõstab lauda valgustust ja ka nägusust.

Kui aurutõkke koosneb pärgamiinist, tuleb ta panna seinä pinnast sügavamale, s. t. kaitsta vigastuste eest vähemalt 20 mm laudvoodriga või õhukese telliskihiga.

Aurutõkke kaitsekiht vajab aga omakorda kaitset lauda niis-

¹ Kõrgeväärtuslik asfalt-papp.

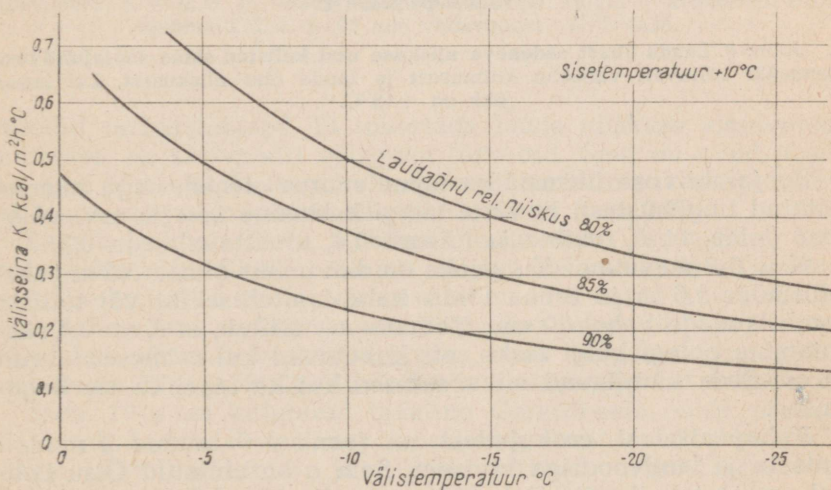
kuse eest. Niiskuse vool seinas on ikka seest väljapoole. Seina sees asetsev tõkkekiht kitsendab aga voolu teed ja kihi ees peaks niiskus kuhjuma samuti, nagu ojavesi paisub veskitammi ees. Niiskuse vool on seinas pidev ja takistuskihi ees sadenenud ning kuhjunud vesi võib läbi leotada seina kogu sisekihi.

Selle vältimiseks tuleks sein ehitada nii suure soojapidavusega, et tõkkekiht jääks niivõrd soojaks, et veeaur siin üldsegi ei sadeneks, või kui ta suure pakasega sadeneb, siis ta pakase möödumisel lauda õhku jälle tagasi läheks ja laudast välja tuulduks.

Meie oludes tohiks -10° pakane olla veel heaks piiriks, mileni kaitsekiht peaks kuiv püsima. See on 3° alla meie südatalvekuu keskmist temperatuuri. Ülimalt kui suur tohiks olla lauda seina soojajuhtivus sellelt vaatekohalt?

Aurutõkkega laudaseina soojajuhtivuse ülemmäär saame tuletada nõudest, et siseõhu niiskus ei sadeneks tõkkekihil, kui laudas on 15°C soojust ja 85% niiskust, väljas aga 10° külmust.

Õhk sisaldab 15°C temperatuuril küllastatud olekus $12,7 \text{ g/m}^3$ veeauru, 85% niiskuse puhul aga $10,8 \text{ g/m}^3$. Viimane veeaurusisaldus on aga küllastuspiiriks $12,4^{\circ}\text{C}$ puhul (vt. joon. 1). Seega kui nõuda, et 15°C soe ja 85% niiske laudaõhk ei tohi temas sisaldavat veeauru higiveena sadendada aurutõkke pinnal, siis ei tohi pinna soojus langeda alla $12,4^{\circ}\text{C}$, s. o. $2,6^{\circ}\text{C}$ alla õhusoojuse. See langus moodustab $2,6/25$, s. o. ümmarguselt $1/10$ sise- ja välis-temperatuuri vahest. Järelikult peaks sein termiline kogutakis-

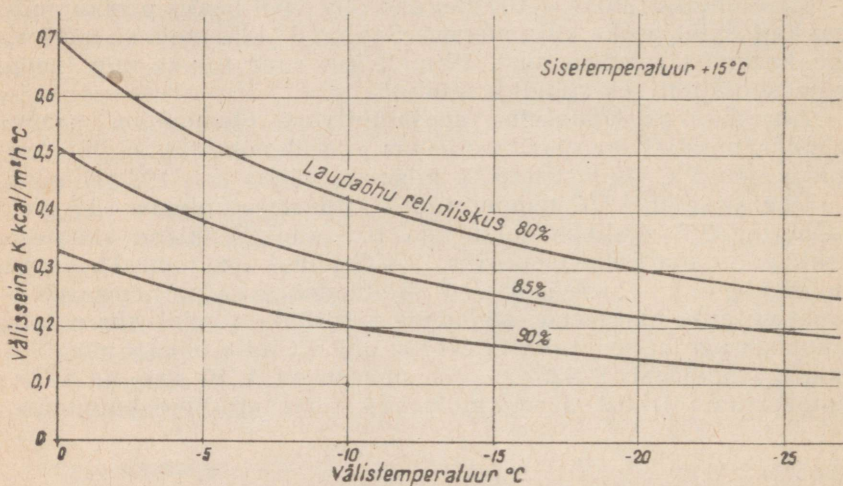


Joon. 7. Lauda õhust sadeneva niiskuse eest kaitstud tädisseina soojajuhtivuse lubatav ülemmäär sõltuvalt välisõhu külmusest ja lauda õhu niiskusest. Lauda õhu soojus 10°C . Aurutiheda kihi kaitseks on kas 25 mm laud või lapitellis (takistus 0,33).

tus (soojapidavus $1/K$) olema 10 korda suurem kui on aurutõkest eespool asetseva seinakihi takistus.

Sisekihi takistus (25 mm laud või 120 mm tellist) on ümmarguselt 0,2, millele lisandub veel pinnatakistus 0,13; kokku seega $0,2 + 0,13 = 0,33$. Sein vajalik soojapidavus $1/K = 10 \cdot 0,33 = 3,3$, ning $K = 0,3$. Kui lauda sisesoojuseks võtta 10°C , siis samasuguse arvutuse järgi peaks K olema alla 0,36.

Jooniseil 7 ja 8 näeme ligemalt, kuidas vajalik K väärtus sõltub lauda õhu niiskusest ja välisõhu temperatuurist juhtumitel, kui sisesoojus on 10° ja 15° .

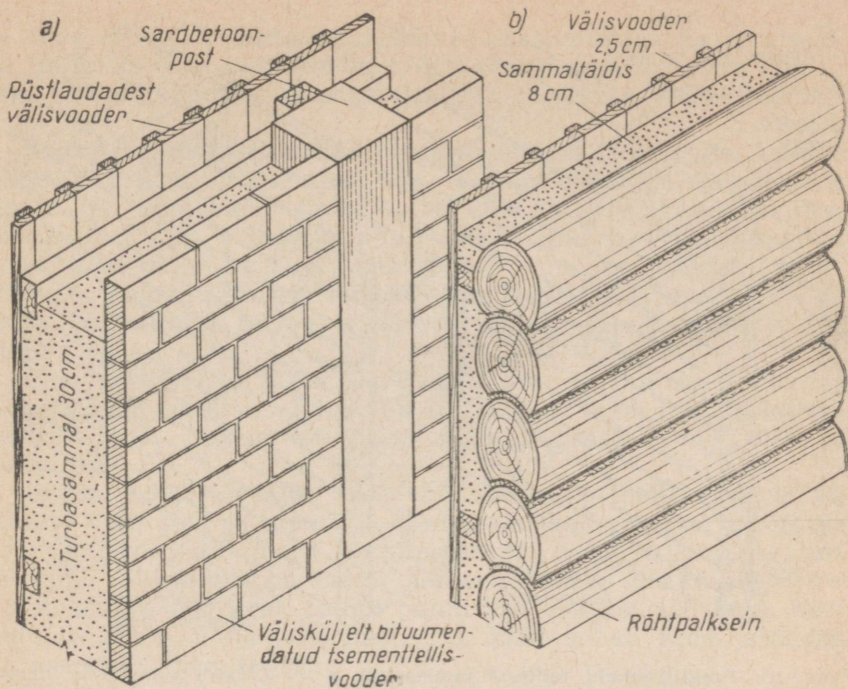


Joon. 8. Lauda õhust sadeneva niiskuse eest kaitstud sein soojajuhtivuse ülemmäär sõltuvalt välisõhu külmusest ja lauda õhu niiskusest, kui lauda õhk on $+15^\circ\text{C}$.

Soojajuhtivuse ülemmäära täpne suurus oleneb, nagu näeme, esitatud tingimustest. Et võtta mingi keskmine ümarik arv, võiksime öelda, et K tohib olla ülimalt 0,4, soovitatavalt aga 0,3.

$K = 0,4$ saavutamiseks peaks raudkivimüür olema 5,5 m paks, tellismüür 1,6 m ja urbane täidis kahe lapitellisekihi või tolliste voodrilaudade vahel 20 cm. Viimane arv näitab, et $K = 0,4$ saavutamine polegi kuigi raske, nii kohutavad kui esimesed arvud ka on. Seda kinnitavad nii arvutused kui ka tegeliku elu kogemused.

Kohapealsetest eeskujudest on joonisel 9 toodud 2 näidet: puitsein ja laudvoodriga kivisein. Sein a on ehitatud Öisu Loomakasvatustehnikumi „Adseres“ majandis Vana-Karistes. Lauda katuse ning lae koormus kandub alusmüürile seinapostide kaudu. Postide vahel olev lauda sein koosneb tellisest sisevoodrist ja 20 mm püstlaudadest välisvoodrist. Nende 30 cm laiune vahe on



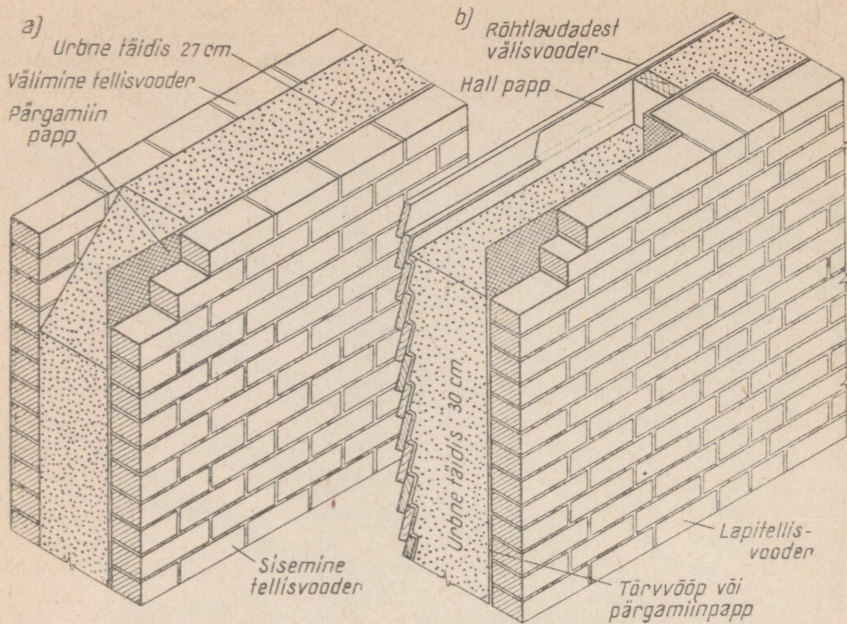
Joon. 9. a. „Adsere“ karjamajandi lauda sein. Seestpoolt alates: tellisvooder, välispinnalt vööbatud tõrvaga + 30 cm turbasammaltäidist + püstlaudadest välisvooder; $K = 0,25$. b. Vooderdatud röötpalksein. Palgid + keskmiselt 8 cm sammaltäidist + 25 mm välisvooder; $K = 0,38$.

täidetud turbasamblaga. Et tõkestada lauda niiskuse sissevoolu täidisesse, on kivivoodri välispind tõrvatud. Sein on nüüd püsinud juba 15 aastat ja isegi kolmekümnekraadiste pakastega polevat lauda soojus langenud alla 14°C . Sein $K = 0,25$.

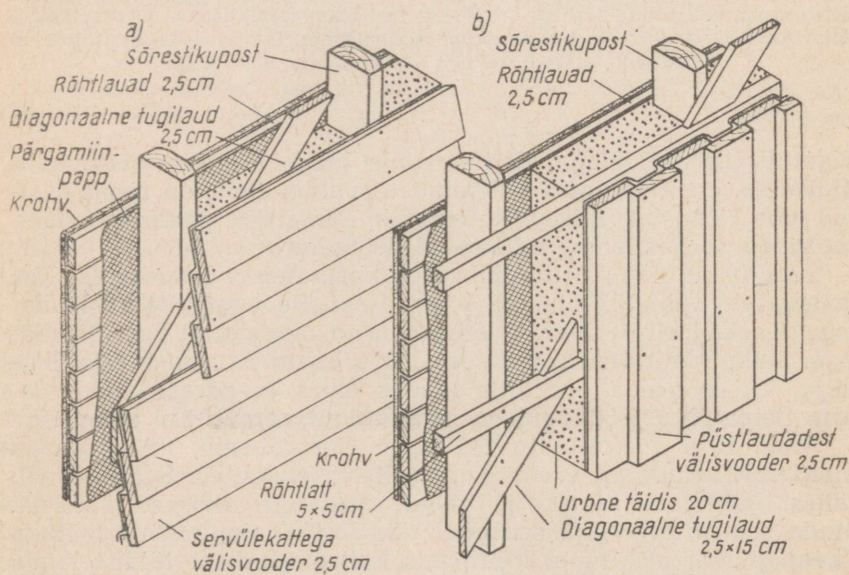
Sein *b* kujutab Tartu ümbruses kasutatavat laudaseina. See on tavaline röötpalksein, mis on väljast üle vooderdatud laudadega. Keskmiselt 8 cm lai voodrivahe on täidistatud kuiva sambalaga. Selline laut on kuiv ja soe. Eriti silmatorkav oli vooderduse mõju, kui võrrelda olukorda laudas enne ja pärast vooderdamist. Sein $K = 0,38$. Laut on sõnnikulaut, samuti kui eelminegi.

Joon. 10 a on kujutatud tavaline Gerardi-sein, mida praegu laialdaselt kasutatakse vähekorruselistes elamutes. See koosneb kahest lapitellise kihist ja vahele asetatud urbest täidisest. Lauta seinas tuleb aga seespool täidisekihti tingimata kasutada tõrvapapi või asfaltpapi kihti, mis kaitseks urbset täidist lauda õhu kasteniiskuse eest.

Sein tuleks laduda 2 kivi paks. Täidise paksus on siin 27 cm



Joon. 10. Praktilisemaid tellisest laudaseinu. a — Gerardi sein, b — läbitellisest Adserese sein rõhtse välisvoodriga.



Joon. 11. Täidistatud sõrestiksein, kus välisvooder on servülekattega rõhtlaudadest (tüüp a) või vaheliti löödud püstlaudadest (tüüp b).

ja sein $K = 0,25$ kuni $0,3$. Niiskuse eralduskihiga Gerardi sein on lihtne ja ökonoomne ning kõige praktilisem tellistest laudasein. Sein soojapidavus on praktiliselt olenematu kasutatud tellise liigist.

Soovitatavad laudaseinad on tellisseintest Gerardi ja Adsere (joon. 10 a ja b), puitseintest aga paksu täidiskihiga sõrestiksein (joon. 11). Soojapidav täidis tuleb kõikjal aurutõkkega kaitsta siseniiskuse eest. Vooderdamata raudkivimüür, paas- ja savimüür on suure soojajuhtivusega ja, üldiselt võetuna, laudaseinaks vähesobivad. Nende tarvitamisel tuleks laut ehitada laiem, et vähendada looma kohta tulevat välisseina pinda või siis säästa sooja muul teel.

Pae tarvitamisel võiks praktiliseks tarinduseks olla paekivist Adsere sein, milles sisekihiks on ainult ühelt poolt siledalt laotud paasmüüritis. Sellise müüritise saab hõlpsasti laduda 30 cm paksusega.

Seina soojasalvestus oleneb sisepinna ehitusmaterjalist. Krohv, kivi, savi ja muud taolised materjalid salvestavad enam sooja kui kerged täidised ja ehitusplaadid, nagu seda on saepuru ja roliit. Tellismüüritise ühe m^3 soojendamiseks ühe kraadi võrra kulub umbes 400 kcal, roliidi puhul aga kõigest 100 kcal. Kivi kulutab enam sooja soojenemiseks, kuid annab seda jahtudes ka vastavalt enam tagasi.

Laudas on sein sisekihi suur soojasalvestus üldiselt soovitav omadus, sest õhu järsul jahenemisel püsib selline sein kauem soe ja aitab seega tasandada laudasoojuse kõikumisi. Võrreldes elamuga, kus küttesooja juurdevool ahju küdemisel ja jahtumisel on suuresti erinev, on sooja juurdevool laudas täiesti püsiv. Kui seinad ehitada niivõrd suure soojapidavusega, kui seda nõuab lauda niiskuse eemaldamine, siis on seinte sisepinnad niivõrd soojad, et ka välistemperatuuri kõikumine ei too erilisi lisanõudeid seinte soojasalvestuse kohta.

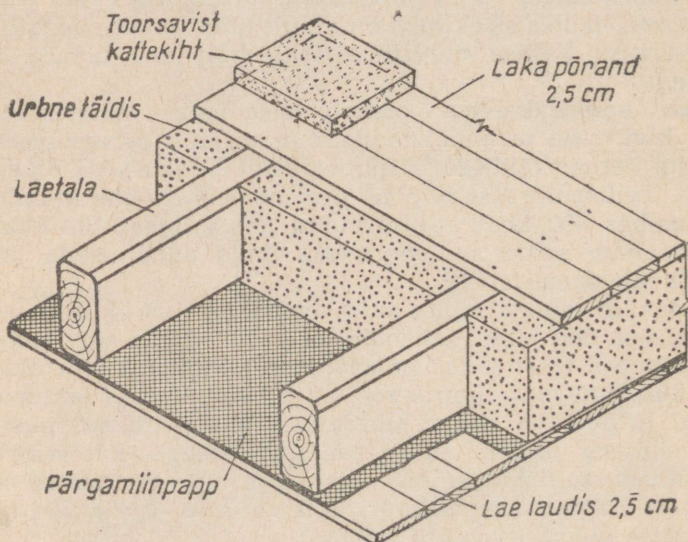
Seinte soojasalvestust on laudas tarvis juhtumiks, kui sõnniku väljaveol või lauda muude talitustööde teostamisel lauda õhk pärani avatud uste tõttu järsult jaheneb. See küsimus on aga veel ligemalt järele uurimata lauda tegelikes töötamise tingimustes. Salvestusvõime soovitava määra kohta ei saa seepärast esitada täpsemaid nõudeid.

Piirdume soojasalvestuse seisukohalt seepärast ainult märkusega, et kivist sisepind annab parema lauda kui kerge materjal. Märgime siinkohal, et ka sein sisemuse niiskumise ohu seisukohalt on soovitatavam, et sein sisepind koosneks kivist kui suurema auruvoolutakistusega materjalist. Seinte vooderdamisel ei tohiks seepärast kergelt ja soojapidavat voodrit ilma eriliste kasteniiskuse eest hoidmise abinõudeta asetada sein sisepinnaile. Lähtudes püüdest kaitsta soojapidavat voodrit, mis ju tavaliselt koosneb kergest ja niiskust kartvast materjalist, välissademete niiskuse eest, võiks ehitajal mõte tekkida asetada vooder sise-

pinnale. Tuleb aga silmas pidada, et lauda olukorras on siseniiskus enamikel juhtumel suurem vaenlane kui välissademed ja et kivi annab laudale parema sisepinna ka soojasalvestuse seisukohalt.

Lauda lagi, nagu nägime eespool, peaks olema vähemalt niisama soojapidav kui välisseingi. Puidust laudalae puhul, milles nii lakapõrandaks kui ka lauda laevoodriks on kasutatud vähemalt 25 mm paksusi laudu, peaks täidisekihi paksus olema vähemalt 20 cm. Samuti nagu seinas, tuleb siingi täidist kaitsta lauda õhust sadeneva niiskuse eest pürgamiinikihiga.

Pürgamiinikiht tuleb aga lauda laes asetada teisiti kui papihiid tavalises muldlaes, sest lauda niiskuse eest tuleb kaitsta



Joon. 12. Puidust laudalagi. Tõrvapapist või pürgamiinist aurutõke asetseb talade allpinna leöödud laelaudise peal ja kaitseb täidist ja ka laetalasid lauda niiskuse eest.

ka puidust laetala. Lauda lae õiget tarindust kujutab joon. 12. Niiskuse eraldamiseks kasutatud papp lüüakse talade allpinna le enne laelaudade löömist. Üksteist ülekatvad papiservad tihendatakse hiljem pealtpoolt.

Talade allservale löödud laelaudis on ühtlasi ka laetäidise kandjaks. Laetäidise paksus võib seetõttu olla võrdne tala kõrgusega. Lakapõrandaks on laetalade ülalpinna le löödud laudis.

Sardebetonist laudalae puhul tuleb silmas pidada samu põhinõudeid.

Kokkuvõte. Lauda soojamajandusliku ja ehitusfüüsikalise arvutuse kohaselt vajab lauda sein vähemalt 20 cm paksust urb-

set täidist, mis oleks aurutõkke abil kaitstud sisemise kondensniiskuse eest. Soodsamaid laudaseinu on tellise puhul Gerardi- ja Adsere-sein, pae puhul — pae Adsere-sein ja puidu tarvitamisel — täidisega sõrestiksein.

2. LAUDA ÕHUSTUS

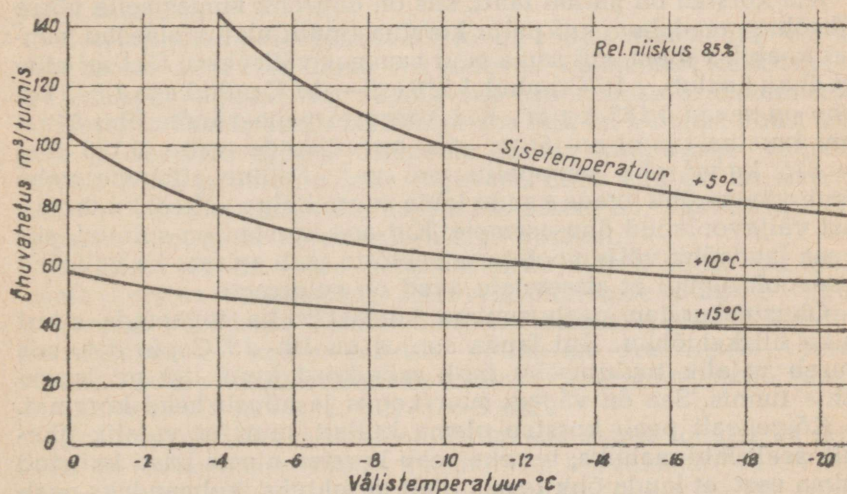
Karjalauda õhustuse peamine ülesanne on loomade tekitatud veeauru laudast eemaldamine. Viiesaja kiloline lüpsilehm eritab lauda õhku keskmiselt 400 g aurustatud vett tunnis, sellest 160 g kopsude kaudu ja 240 naha kaudu.

Laudaõhu kuivendamise ülesande raskust rõhutab juba ühelt loomalt tulev õhuniiskuse hulk, mis on ligi 10 liitrit päevas. Talvise laudasoleku vältel moodustab see 2000 liitrit, s. o. 200 künneliitrit pange. Et kaitsta liigniiskuse vastu nii looma kui lauta, tuleb see niiskusehulk sama pidevalt, nagu ta lauta juurde voolab, laudast eemaldada laudaõhu pideva vahetamise teel värske ja kuiva välisõhuga.

Õhustuse kuivatavat toimet näeme jooniselt 5, kus on näidatud, mitu grammi veeauru eemaldab iga m^3 vahetatud õhku, olenevalt sise- ja välisõhu temperatuurist. Laudaõhu relatiivseks niiskuseks on seejuures võetud ülimalt lubatav määr — 85% ja välisõhu rel. niiskuseks meie ilmastikuolude kohaselt 90%.

Kui lauda temperatuur on $+10^{\circ}C$ ja väljas $-10^{\circ}C$, siis kõrvaldab iga m^3 õhku 6 g veeauru, ja 500 kg lehma poolt eritatud 400 g eemaldamiseks tuleb vahetada $400 : 6 = 67 m^3$ laudaõhku.

Õhuvahetuse vajalikku määra näitab ligemalt joonis 13.



Joon. 13. Lauda õhu vahetuse vajadus m^3 -tes 500 kg lüpsilehma kohta tunnis, sõltuvalt välistemperatuurist, kui sisetemperatuur on 5, 10 ja 15° ning rel. niiskus 85%. Mida soojem laut, seda väiksem on vajalik õhuvahetus.

Mida soojem on lauda õhk, seda väiksem on niiskuse kõrvaldamiseks vajalik õhuvahetus. Kui laudas on temperatuur $+15^{\circ}$, siis vajalik õhuvahetus on -10°C puhul 44 m^3 looma kohta tunnis, -0°C puhul aga 58 m^3 , s. o. 13% suurem. On aga lauda õhk jahedam, siis tõuseb vajalik õhuvahetuse määr veelgi järsumalt. Nii näiteks kui laudasoojus on $+10^{\circ}\text{C}$, siis on vajalik õhuvahetus -10° ja 0° välisõhu puhul vastavalt 64 ja 104 m^3 tunnis, s. o. 45–80% suurem kui 15°C siseõhu puhul. **Niiskuse kõrvaldamise seisukohalt on seega soovitatav, et laut oleks hästi soe.**

Käesolevas arvutuses on lähtutud ainult lauda niiskuse kõrvaldamise ülesandest. Et aga loom lisaks veeaurule eritab veel süsihappegaasi ja muid gaase, siis tuleb hoiduda liiga väikesest õhuvahetuse määrast, leppides laudas madalama temperatuuriga.

Lauda õhustusseadmete süsteemi valikul peame eriti silmas pidama nende hõlpsat ja lihtsat teenindamist. Tegelikult elu kogemused näitavad, et keerukad ja tülikad seadised ei leia kunagi korralikku teenindamist. Seepärast tuleks püüda, et õhustuse reguleerimine toimuks võimalikult ainult ühest kohast ja ainsa seadisega. Seda võimaldab süsteem, kus laut on varustatud ainsa, kuid võimsa õhustuskorstnaga laudaõhu eemaldamiseks ja suhteliselt kitsaste, kuid arvukate ja kogu lauda ulatuses ühtlaselt ärajaotatud avadega värske õhu sisselaskmiseks.

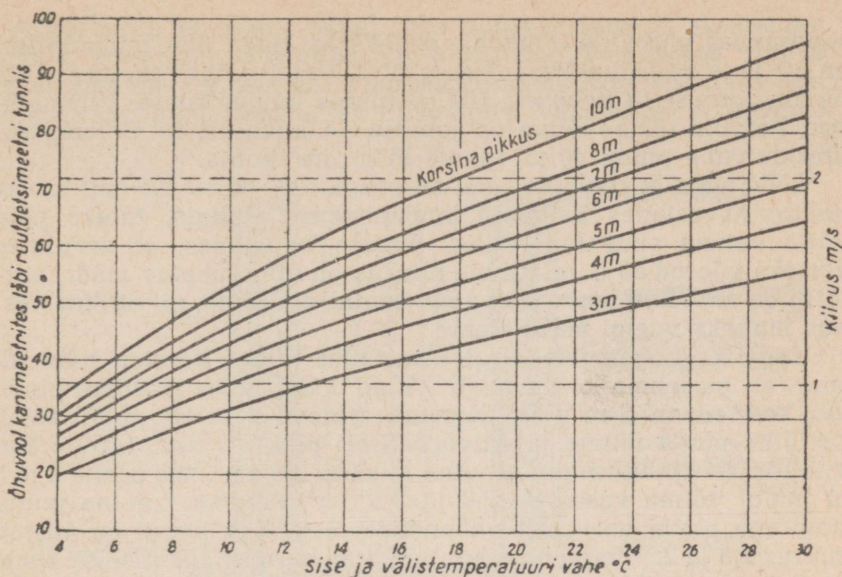
Suhteliselt suure voolutakistuse tõttu töötavad õhu sisselaskeavad oluliselt ainult siis, kui tuulutuskorsten tekitab laudas tugeva alaturve. Seda aga saab reguleerida õhuvoolu pidurdamisega korstnaklapi abil. Järelikult saab siis ka kogu lauda õhustust soovi kohaselt reguleerida ainult korstna klapiga.

Kui korsten on pärani lahti, siis on õhurõhk laudas selle võrra välisõhust madalam, kui palju korstna tipuni ulatuv siseõhu samm kaalub vähem, kui sama suur samm välisõhku. Üks m^3 niisket õhku kaalub $+15^{\circ}\text{C}$ puhul $1,218\text{ kg}$, -10°C puhul aga $1,341\text{ kg}$; vahe on seega $0,123\text{ kg/m}^3$. Kui kõrguste vahe värske õhu avast kuni korstna tipuni on 5 m , siis on rõhkude vahe $0,123 \cdot 5 = 0,615\text{ kg/m}^2$ ehk samapalju mm vs^1 . Selline rõhkude vahe surub värske õhu avade kaudu lauta suure hulga välisõhku, korstnast väljavoolanud õhu asemele. Kui aga korsten on suletud, siis ei saa laudaõhk välja voolata ja seetõttu jääb seisma ka välisõhu sissevool, olgugi et sissevooluavad on sulgemata.

Õhustuskorsten peab suutma laudast välja toimetada suurt hulka niisket õhku. Kui lauda soojus on 10 – 15°C piirides, siis tõuseb vajalik tuulutuseõhu hulk mõnikord kuni 100 m^3 looma kohta tunnis. See on vägagi suur kogus ja nõuab head korstnat.

Kõigepealt peab korsten olema küllalt suur, et vajalik õhuhulk sealt läbi mahuks; teiseks peab korsten olema hästi kaitstud külma eest, et lauda õhk temas liialt ei jahtuks; kolmandaks peab korsten olema varustatud kindla ja kergelt töötava seadisega,

¹ 1 mm vs (loe: üks millimeeter veesammast) $= 1\text{ kg/m}^2$.



Joon. 14. Lauda õhustuskorstna tõmbevõime sõltuvalt õhutemperatuuri vahest ja korstna pikkusest. On oletatud, et korsten on ilma eriliste takistusteta ja et õhu sissevoolu ava on sama suur kui korsten. Suuremas kui 50 · 50 cm korstnas on tõmbevõime (m^3/dm^2 tunnis) veidi suurem ja väiksemas nõrgem ($\approx 8\%$).

mis võimaldaks õhuvoolu vajaduse kohaselt reguleerida. Lauda õhk tarvitseb jahtuda ainult mõni kraad, kui juba niiskus kasteveena sadenema hakkab. Külma õhustuskorsten muutuks seetõttu peagi märjaks.

Korstnen tuleb paigutada lauda kõige soojemasse kohta. Väljast sissevoolav jahe õhk liigub siis pidevalt külmemast keskkonnast soojemasse, nagu see on vajalik vee sadenemise ärahoidmiseks.

Korstna tõmme tekib sellest, et soe õhk on külmas õhust kõrgem ja seetõttu tõuseb ülespoole külma ning raske välisõhu survel. Tõmbevõime on seda tugevam, mida suurem on sise- ja välisõhu temperatuuri vahe ning mida pikem on tõusva sooja õhu samm, s. o. mida kõrgemale ulatub korsten.

Joonisel 14 on selle selgituseks kujutatud 50 · 50 cm takistuseta korstna tõmbevõime sõltuvalt õhutemperatuuride vahet ja korstna kõrgusest. Tõmbevõime on joonisel näidatud ühe dm^2 (ruutdetsimeetri) kohta, sest see võime on praktiliselt võetult võrdne iga tegelikult ehitatava laudakorstna puhul, mille suurus on vähemalt 30 · 30 cm, s. o. $3 \cdot 3 = 9 \text{ dm}^2$.

Kui korstna lõõri mõõdet on teada, siis saame joonise 14 järgi leida ka selle tõmbevõime. Nii näiteks kõrvaldaks 100 · 100 cm korsten (100 dm^2) 5 m pikkuse puhul $100 \cdot 50 = 5000 \text{ m}^3$ laudaõhku tunnis, kui temperatuuride vahe on 16°C ja voolaval õhul pole erilisi takistusi ei välja- ega ka lauta sissevoolamisel.

Vajaliku korstna suuruse määramisel peame arvestama eba-

soodsaimat olukorda. Oletame selleks, et lauda õhu temperatuur on 10°C ja välisõhu temperatuur 0°C . Vajalik õhuvahetuse määr on siis joonise 13 kohaselt 100 m^3 tunnis looma kohta. Viiemeetrise korstna tõmbevõime on joonise 14 kohaselt 10°C temperatuuride vahe puhul 40 m^3 tunnis lõõri dm^2 kohta.

Lõõri vajalik ristlõike pind on seega $100 : 40 = 2,5\text{ dm}^2$ looma kohta. Arvestades ka muid laudaniiskuse allikaid, tuleks pind võtta ennem suur kui väike. Peame ka silmas, et arvutuste aluseks võetud 85% relatiivne niiskus on ülim lubatav määr, mistõttu on soovitatav lauta ikka tugevamini õhustada, nii et õhu niiskus langeks veelgi madalamale.

Tegelike kogemuste järgi otsustades tuleks korsten teha nii suur, et iga lehma kohta tuleb 2 kuni 3 dm^2 lõõri ristlõike pinda kui korsten on 5 m pikk. Korstna erineva pikkuse puhul tuleb ristlõike pinda muuta pöördvõrdeliselt pikkuse ruutjuurele. Kui viiemeetrise pikkuse puhul võtta aluseks $2,5\text{ dm}^2$, siis peaks 4 ja 3 m puhul võtma vastavalt 2,8 ja $3,2\text{ dm}^2$. Pikema korstna puhul võib aga pinda vastavalt vähendada: 6 ja 7 m puhul on vastav suurus 2,3 ja $2,1\text{ dm}^2$ looma kohta. Paras korsten 100 -pealise karja laudale, kui pikkus on 5 m, on seega 250 dm^2 , s. o. näiteks $125 \cdot 200\text{ cm}$.

Korstna külmakaitse kohta kehtivad samad põhinõuded kui välisseinagi puhul. Turvaspõhu-kiht peaks siin olema vähemalt 10 cm paks ja seda tuleks kaitsta lauda niiskuse eest vastu lõõri voodrilaudu asetatud pärgamiinipapi-kihiga.

Sajapealist lüpsikarja teenindav õhustuskorsten peab laudast kõrvaldama tuhat kg auruks muutunud vett ööpäevas. Kui sellest väikenegi osa saaks sadeneda korstnaseintel, siis leotaks see peagi läbi kogu korstna või tekitaks külma ilmaga jäätust. Tegelikult elust on teada juhtum, kus korstna seintel sadenenud veeaur moodustas niivõrd suure jääkoguse, et korsten selle raskuse all alla varises.

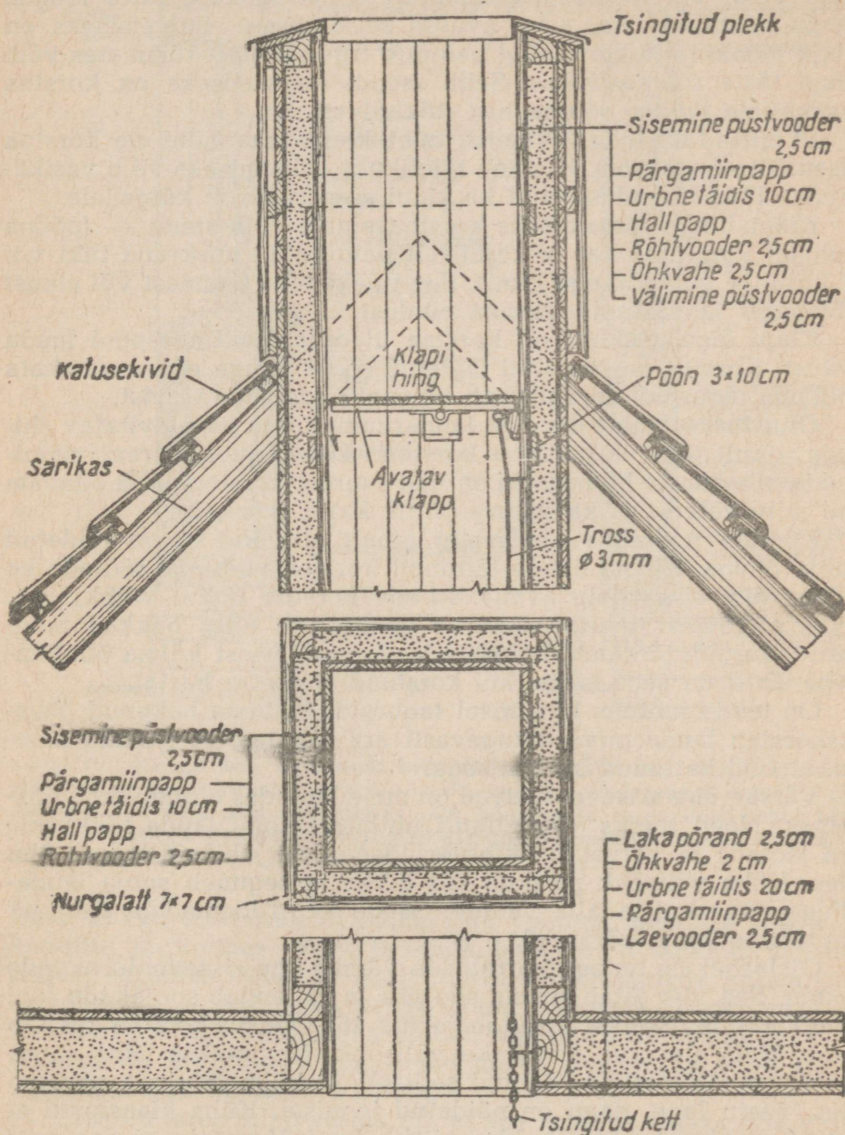
Õhustuskorstna tarinduse näide on toodud joonisel 15. Kandvaks elemendiks on nurgapostid, mille külge löödud rõhtplankudele lüüakse pärgamiinist aurutõke ja püstvooder.

Range arvutuse kohaselt peaks korstna täidisekiht olema sama paks kui seinaski. Tegelikult aga kasutatakse siin 10—12 cm paksust täidisekihti, mis ära hoiab sadenemise aurutõkkel, kui temperatuuride vahe on alla 16°C .

Korstna katuse küsimus vajab veel lähemat uurimist tegelikuses. Lattidest piluvõrestik (žalusii) annab küll hea kaitse vihma eest, kuid moodustab niivõrd suure takistuse õhuvoolule, et tema kasutamist ei saa soovitada.

Korstna katus, kui seda üldse ehitada, tuleks asetada vähemalt $0,75$ korstna külgmõõdu kõrgusele üle korstna serva, et mitte takistada õhuvoolu. Selline katus on küllalt kallis ja tülikas korras hoida laudast väljuvate niiskete gaaside õhkkonnas. Pealegi ei anna katus täit kaitset vihma ja lume eest.

Arvestades, et vihma sajab ikka sooja ilmaga ja sissesadav veehulk pole suur, võrreldes karja eritatud vedelikega, tuleks üldiselt pooldada lihtsat katustamata korstnat. Korsten tuleks paigutada vahekäigu kohale, et allavalguv vihmavesi ei langeks



Joon. 15. Lauda õhustuskorsten. Kõik õhuvoolu reguleerimise klapi metallosad olgu tsingitud. Urbse täidise kiht olgu vähemalt 10 cm paks ja kaitsud niiskuse eest.

loomadele. Peaaegu kõik sissevoolav vihmavesi valgub alla mööda korstna sisevoodrit ja selle saab soovi korral kergesti kinni püüda korstna allserva asetatud renniga.

Korstna klapp on toodud näites tehtud 20—25 mm laudadest kahes kihis. Klapi külge on kinnitatud raudvardast või torutükist hing veidi väljapoole raskuspunkti. Oma raskuse tõttu langeb klapp püstasendisse, s. o. avatud seisundisse. Sulgemiseks on klapi tagaküljele kinnitatud painduv tross, millest tõmmates võib klapi tõsta rõhtasendisse. Selle asendi märkimiseks on korstna siseküljele löödud rõhtne liist (tõkkeliist).

Et mitte takistada liikumist, tuleb klapp teha mõni cm korstna sisemõõtest väiksem. Korstna täielikuks sulgemiseks võib vasikalaudas lüüa tihendusliistud ka klapi eesservale ja külgedele.

Klapi hinge toetamiseks korstnaseinale võib sinna — (põõna kohale) kinnitada kas V-kujuliselt painutatud nurkraua tüki või V-kujulise väljalõikega klotsi. See tuleks teha tammest või muust kõvemast ja vastupidavamast puidust.

Klapi õige asukoht on korstna ülaosas, kuid seespool lauda katust. Korsten on siis alati täidetud sooja õhuga ega saa hakata töötama tagurpidi, mis tõsiselt ohustaks loomade tervist.

Õhustuskorstnate arv. Iga laudaruumi kohta on soovitatav ehitada ainult üks väljatõmbe korsten. Lisaks juba varem mainitud teenindamise hõlpsusele on üks suurem korsten palju odavam kui mitu väikset ja ka vähem ohtlik karja tervisele.

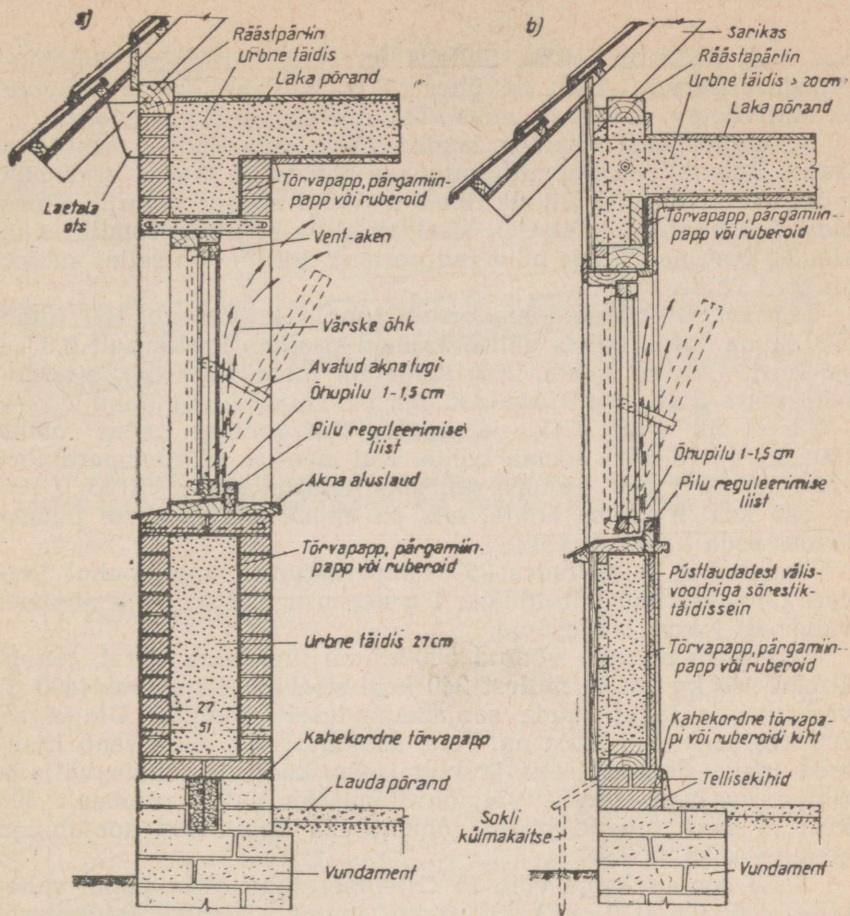
Korsten tekitab väljatõmmet ainult siis, kui ta on täidetud sooja õhuga. Külma õhuga täitunud korsten võib aga töötada ka külma õhu sissevoolu avana. Mitme korstna puhul võibki juhtuda, et tuulest tekitatud surve ebahütluse tõttu hakkab mõni toru tagurpidi töötama, kahjustades looma tervist külma õhutõmbega. Eriti on seda kartma, kui korstnad ei asetse harjal.

On teada juhtum, kus öösel tagurpidi töötama hakanud õhustuskorsten lauda niivõrd tugevasti ära jahutas, et loomad hommikul olid kattunud härmatisega.

Värske õhu sissevoolu avad on meie lautades olnud ikka välisseinas. Need tuleks võimalikult ühtlaselt kogu lauda pikkusele ära jaotada ja varustada juhtvarjudega, mis juhiks külma õhu üles. Külma välisõhk paiskub siis lakke ja seguneb sooja laudaõhuga enne kui ta alla valgub. Seega kaob loomadele kahjulik õhutõmme lauda põrandal.

Otstarbekam on aga korraldada värske õhu sissevoolu akende kaudu. See viis jätab seinad soojaks ja vähendab soojakadu läbi aknaklaaside. Seadist kujutab joonis 16. Õhustuskorsten tekitab lauda õhus alaturve ja värske välisõhk tõmmatakse lauda suure kiirusega. Aknapilu on tehtud selliselt, et külma õhuga paiskub üles, vastu lage, nagu on näidatud joonisel. Külma klaasipind ei puutu seepärast üldse kokku niiske laudaõhuga ja ei saa seetõttu ka härmatuda ega niiskuda.

Külma klaasipinna asemel puutub soe ja niiske laudaõhk



Joon. 16. Värske õhu sissevoolu ava laudaakna allservas. Suure kiirusega sissevoolav jahe õhk paiskub vastu lauda lage, kus ta soojeneb enne kui alla valgub. Õhuvoolu saab reguleerida pilu laiusega ja sooja ilma puhul akna kallutamiselega sissepoole. Niisugust aknatüüpi nimetatakse vent-aknaks.

nüüd kokku sissevoolava külma õhu vooluga, mistõttu siin kokkupuute piirkonnas võiks toimuda lauda õhu niiskuse sadenemine. Seejuures vabanev soojahulk aitab kiirendada külma õhu soojenemist, soodustades seega lauda olukorda. Tekkinud veepisad ei saa aga kahjustada ehitist, sest nad kistakse kaasa õhuvooluga ja arvatavasti muutuvad uuesti veeauruks enne väljavoolamist õhustuskorstna kaudu.

Õhupilu laius tuleb valida nii, et see vastaks värske õhu vajadusele südatalvel. Pilu laiust saab tarviduse järgi seada eesoleva liistu nihutamise. Kui õhku on tarvis suuremal hulgal, tuleb aken avada ülaosa kallutamiselega sissepoole, nii et sissevoolav

õhk ikka paiskuks lakke. Selleks on aken varustatud tapphingedega allservas. Aken on ühes tükis, kuid kahekordne. Raam on lahtivõetav, et klaase oleks võimalik aeg-ajalt puhastada.

Süsihappegaasi sisaldus lauda õhus¹ on eelnevas arutluses jäetud ligemalt määramata, kuna see õhustatud laudas ei ohusta looma tervist². Tegelikult tuleb muidugi sedagi tegurit silmas pidada ja hoolitseda, et CO₂ sisaldus oleks alla 2,5 promilli, s. o. alla 2,5 l/m³, nagu seda nõuavad normid. Milline on selles suhtes olukord laudas?

Lüpsev 500-kilone lehm eritab tunnis keskmiselt 160 liitrit CO₂ lauda õhku. Puhas välisõhk maal sisaldab keskmiselt 0,3 — 0,4 liitrit CO₂ m³ kohta. Kui laudaõhu lubatavaks CO₂ sisalduseks võtta 2,5‰, siis kõrvaldab iga m³ väljajuhtitud õhku 2,5 — 0,3 = 2,2 liitrit CO₂ ja vajalik õhuvahetuse määr oleks 160 : 2,2 = 73 m³/h looma kohta. Kui sise- ja välistemperatuuri vahe on 25°, siis kuluks selliseks õhustamiseks 73 · 25 · 0,3 = 545 kcal/h looma kohta, mis on enam, kui tavalises puhaslaudas seda kasutada tohib.

Selleks, et talveoludes 25° temperatuuride vahe puhul laudast õhustuse teel kõrvaldada 1 g veeauru, kulub, nagu nägime, vähemalt 1 kcal laudasooja.

Arvutuse aluseks võetud 500-kilone lüpsilehm eritab tunnis kokku 940 kg sooja, millest 240 kcal sisaldub eritatavas (400 g) veeaurus ja läheb lauda soojamajandusele kaduma. Ulejäävad 700 kcal erituvad lauta nn. vaba soojahulgana, mida saab kasutada lauda õhustamiseks ja kütmiseks. Loomalt tunnis väljuva 400 g veeauru laudast väljaõhustamiseks kulub vähemalt 400 kcal ja seda tulebki pidada õhustuseks kulutatava soojahulga alammääraks.

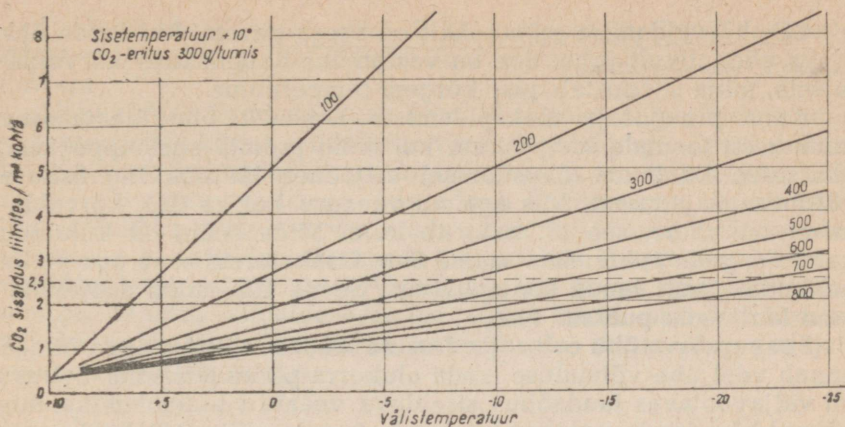
Selle soojahulgaga võib 25°C temperatuuri vahe puhul vahetada 400 : (25 · 0,3) = 53 m³ õhku tunnis. Pideval töötamisel hoiab selline õhuvahetus CO₂ sisalduse laudaõhus umbes 3,3 promilli tasemel.

Et saada puhtamat õhku, tuleb lauta tugevamini õhustada. See aga nõuab õhustuseks suuremat soojakulu. Nagu nägime varemalt, saab soojakaod läbi seinte, akende ja laudalae katta 200 kcal-ga, kui täidiseks võtta vähemalt 20 cm paksune kiht saepuru. Seega võiks siis antud juhtumil õhustuseks kulutada 500 kcal, ja seega CO₂ sisalduse alla viia 2,7 promillile.

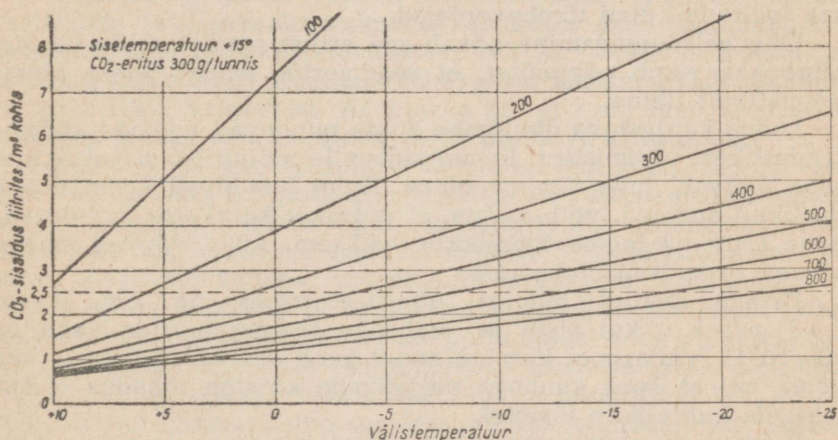
Joonised 17 ja 18 näitavad täpsemalt, kuidas laudaõhu CO₂ sisaldus sõltub sise- ja välisõhu temperatuurist, kui õhustuseks on

¹ Lauda muudest gaasidest on olulisim ammoniaak. Sõnniku ja uriini lagunemisel tekkiiva ammoniaagi sisaldus võib puuduliku õhustusega laudas tõusta 0,5 — 1,0%-ni, mis ärritab silmade ja hingamisteede limakesti. Turbast aluspõhk neelab ammoniaaki paremini kui õlg, mistõttu ammoniaagi sisaldus turbapõhu kasutamisel on palju väiksem kui viljapõhu puhul, eriti sigalates.

² Arstide andmetel võib inimene nädalapäevad viibida 10—20‰ (promilli, s. o. 1/m³) süsihappegaasi (CO₂) sisaldusega õhus ilma tervist kahjustamata.



Joon. 17. Laudaõhu süsihappegaasi sisaldus olenevalt õhustuseks kulutatud soojahulgast ja välisest temperatuurist, kui laudaõhu temperatuur on $+10^{\circ}$.



Joon. 18. Laudaõhu süsihappegaasi sisaldus olenevalt õhustuseks kulutatud soojahulgast ja välisest temperatuurist. Sisetemperatuur 15°C .

kulutada teatud arv kaloreid looma kohta tunnis. Selleks, et 25° temperatuuri vahe puhul laudaõhu CO_2 sisaldus alla viia 2,5 promillile, peaks lauda soojapidavus olema veelgi kõrgem kui eespool tuletatud määrad.

Teine viis CO_2 sisalduse alandamiseks on lauda temperatuuri alandamine. Mida madalam on lauda temperatuur talvel, seda väiksem on sise- ja välisest temperatuuride vahe. Järelikult on seda väiksem ka laudasooja kulu ühe m^3 õhu soojendamiseks ja seda suurem on võimalik õhuvahetus. Väiksema temperatuuride vahe tõttu on ka soojakaod läbi piirdetarindite väiksemad, mis jätab vabaks enam sooja õhustuse teostamiseks.

CO₂ kõrvaldamise seisukohalt on seega parem, kui lauda õhk oleks võimalikult jahe. See on vastandiks õhuniiskuse kõrvaldamisele, mida soodustab just kõrgem temperatuur.

Kuna praegusaja tõekspidamiste kohaselt õhu ülemäärane niiskus on loomale kahjulikum kui mõni promill süsihappegaasi, siis tuleb ka lauda õhustamisel esijoones lähtuda liigniiskuse vältimise vajadusest. Mis aga nii veeauru kui ka CO₂ kõrvaldamisel on ühine, see on kaloreite kulu. Mida enam on kulutada kaloreid, seda puhtamaks saame õhu. Lisakaloreid saab aga meile pakkuda ainult lauda soojapidavus. Seega siis: **mida soojapidavam laut, seda puhtam õhk.**

Sissevoolava õhu eelsoojendamine laudast väljavoolava õhuga annab veel ühe võimaluse lauda olukorra parandamiseks. Selleks on väljavoolavas laudaõhus sisalduva veeauru sadendamine, mis võimaldaks lauda soojamajandusele juurde võita 240 kcal sooja iga 500-kilose lehma kohta, ja seega tunduvalt suurendada õhustust. Lisaks õhu suuremale puhtusele oleks sellise õhustussüsteemi paremuseks asjaolu, et sissevoolav eelsoojendatud õhk ei saa tekitada külmi tõmbevoolusid.

Õhu eelsoojendamine nõuab aga erilist seadist, mille kasutamine aga rikub põhimõtet, et seadmestik laudas peaks olema võimalikult lihtne.

Loomi kahjustava õhutõmbe kohta puuduvad ligemad andmed teaduslikest uurimistest. Inimorganismile mõjub 1,5 m/sek. kiirusega õhuvool juba tõmbevooluna. Kuigi puuduvad ligemad teaduslikud andmed, võib arvata, et ohtrama karvkatte ja paksema naha tõttu on looma tundlikkus väiksem, kuigi võrdsel määral olenev organismi olukorrast.

Pärani avatud klapiga õhustuskorstnas on õhu kiirus 1—3 m/sek., kui sise- ja välisõhu temperatuuride vahe on 10—20°C. Väljaspool korstna suuet peab see kiirus järsult langema, nii et laest suubuva väljatõmbe korstna lähedus ei saa tekitada kahjulikku tõmmet.

Rohkem on seda karta külma välisõhu sissevoolu avade läheduses, mistõttu sissevoolav õhk tulekski juhtida üles vastu lage. Seinas ja akendes asetsevate avade kaudu sissevoolava õhu tõmbevoolude küsimus vajab veel uurimist tegelikkuses. Soojapidavas laudas on jaheda õhutõmbe oht tunduvalt väiksem kui külmade piiretega laudas, sest voolava õhu jahutavat toimet aitab vähendada piirdetarindite sisepinnalt väljuv soojakiirgus. See aga on seda tugevam, mida soojem on pind.

Kui sein $K=0,3$, siis on temperatuuri langus sein sise- pinnal $0,13 \cdot 0,3 = 0,04 = 4\%$ sise- ja välisõhu temperatuuri vahest, $K=1,05$ puhul aga $0,13 \cdot 1,05 = 0,14 = 14\%$. Esimese lauda sise- pind on seega 25-kraadise temperatuurivahe puhul 2,5 kraadi võrra soojem kui teisel. Loomasse mõjub see umbkaudselt niisama, nagu oleks lauda õhk 2 kraadi võrra soojem. Suurema külmaga on erinevus vastavalt suurem.

Pindade soojakiirgus aitab lisaks eespool loetletud tegureile kaasa selleks, et soojapidavam laut on tervislikum, puhtam ja kuivem.

Kokkuvõte. Laudaniiskuse eemaldamiseks tuleb igas tunnis vahetada suur kogus laudaõhku värske välisõhuga. Õhuvahetust tuleb alatasa kohandada välistingimustega ja teostada lihtsa, kuid kindlalt töötava seadisega, mis nõuab teenindamist ainult ühes kohas. Selleks tuleb laut varustada ainsa, kuid jõulise väljavoolukorstnaga ja eritüüpi akendes paigutatud õhupiludega värske välisõhu lauta juhtimiseks. Ainult siis, kui hoone oma soojapidavusega säästab küllaldase hulga lauda õhtraks õhustamiseks, saab laudaõhu hoida tervisliku — puhta ning parajalt sooja ja parajalt niiske.

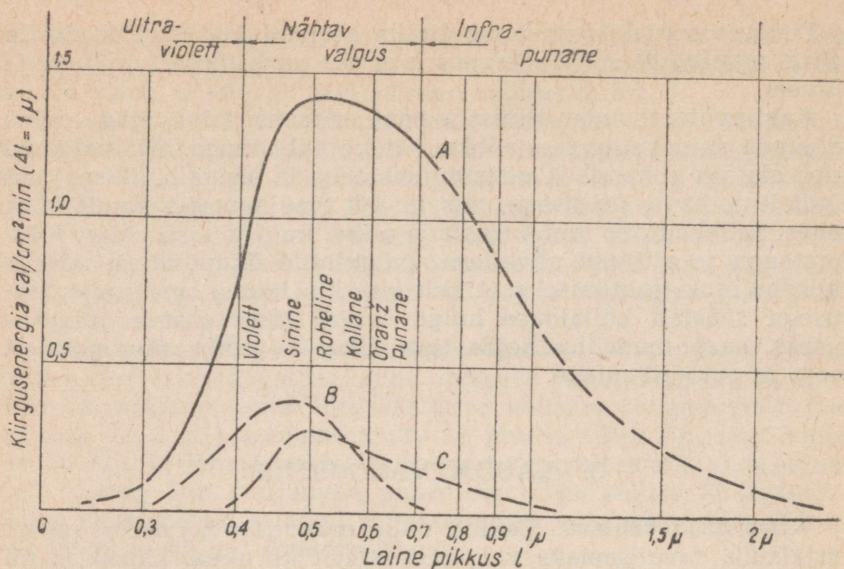
3. LAUDA VALGUSTUS

Valgustuse tähtsus. Samuti nagu muudeski hoonetes, on ka karjalauda tavalisemaks valgustusvahendiks aken. Lähtudes nii karjatalitajate töötamistingimustest kui ka loomade heaolu ja hügieeni kaalutlusist, püütakse tänapäeval kasutada suuri aknaid, et seega tõsta valgustust. Arvatakse ka, et avar aken soodustab olukorda laudas oma ergutava ja tervisttoova kiirgusega.

Nagu seda hiljem ligemalt arutame, on läbi klaasi tulnud valguses ultraviolettkiirgust vähe ja seega on väike ka tema võime kiiresti haiguste pisikuid hävitada ning looma organismis vitamiine tekitada. Avarate akende mõju lauda tervislikkusele on seepärast peamiselt kaudne: valget lauta on kergem hoida puhas — puhtus aga on hügieeni põhitingimus. Eespool oli korduvalt juttu sellest, et lauda õhustamine nõuab palju sooja, mida seepärast tuleb säästa piirdetarindite soojapidavuse tõstmise teel. Aken aga on võrdlemisi väikese soojapidavusega ja laudasooja läbi lastes võib halvata õhustust ning seetõttu mõjuda loomadele just vastupidiselt sellele, mida soovis heatahtlik, kuid looduseseadusi puudulikult arvestav avarate akende pooldaja.

Eriti hoolikalt tuleb akende küsimust kaaluda vasikalaudas, kus soojabilanss on üldiselt vähem soodus kui lehmalaudas. Eba-teadlikult valitud avar aken võib siin kergesti osutada karuteeneks vasikatele. Laudaakende küsimus vajab seepärast ligemat arutlust, et ehitaja saaks otsustada kõigiti teadlikult. Selleks tuleb kõigepealt lühidalt meelde tuletada valguse loomust ja füüsikalisi põhiseadusi, mis on olulised lauda ehitajale ja majandajale.

Päikesekiirgus. Päikese- ja taevakiirguse koostist kujutab joonis 19, mis näitab, millistest lainepikkustest koosneb looduslik valgus ja kui suur on iga lainepikkusega kiirte suhteline osatähtsus. Laine pikkuse mõõduks on võetud mikron s. o. üks tuhandik millimeetrit, mida märgitakse kreeka tähega μ (mü). Päikese-



Joon. 19. Päikese- ja taevakiirguse koostis. A. Päikesekiirgus kui päikese kõrgus $\alpha = 35^\circ$. B. Sinise taeva kiirgus kui $\alpha = 35^\circ$. C. Täispilves taeva kiirgus ($\alpha = 20^\circ$).

valguse lainepikkus on 0,29 kuni 2,5 μ , kusjuures kiirgus on kõige intensiivsem 0,4—0,7 μ , s. o. silmaga nähtava valguse piirkonnas.

Lähtudes elavale organismile avaldatavast mõjust võib päikesekiirguse jagada kolme tähtsasse ossa.

1. **Infrapunane kiirgus** ehk soojakiirgus, laine pikkusega 0,7—2,5 μ . Silm ei taju infrapunast kiirgust. Organismile on ta tajutav seetõttu, et ta nahal või muul esemel neeldudes tekitab sooja.
2. **Nähtav valgus** laine pikkusega 0,4—0,7 μ . Läbides läbipaistvat prisma jaguneb nähtav valgus koosteosadeks, mida silm tajub nn. vikerkaare värvustena punasest kuni violetini.
3. **Ultraviolettkiirgus** laine pikkusega 0,24—0,4 μ . See inimsilmale tajumatu, kuid keemiliselt väga mõjuv kiirgus on eriti tähtis oma bioloogiliselt toimelt elavale organismile: ta hävitab väga kiiresti haigusepisikuid, ka tuberkuloosi batsille, ja põhjustab elavas organismis D vitamiini tekkimist.

Päikesekiirguse energiast langeb umbes pool nähtavale valgusele ja teine pool silmaga tajumatule ultraviolet- ja infrapunasele kiirgusele.

Taevakiirgus. Maakerale langevast päikesekiirgusest pääseb ainult pool takistamatult maapinnale. Teise poole paiskab laiali või neelab õhkkond. Siiski pole ta veel valgusena kaduma läinud. Uhe osa päikesekiiri neelavad õhus olevad gaasid, nagu osoon, veeaur ja süsihappegaas, samuti ka tolmu-, tahma- ja udukübemed. Teine osa päikesekiiri, tabades õhumolekule ja peeni

kübemeid, annab neile üle osa oma energiast, pannes nad võnkuma ja muudab nad seega valguskiirte tekitajaiks. Selline päikesekiirtest ergutatud õhukiirgus tabab omakorda teisigi õhusakesi, pannes need samuti helendama.

Kogu selle tulemusel muutub osa ühesuunalisi päikesekiiri kõikjale paiskuvaks õhukiirguseks ja kogu päikesekiirtest tabatud õhkkond hakkab helendama, saates välja lühilainelist kiirgust, mida tunneme taevakiirgusena ja taevavalgusena.

Taevakiirguse tõttu saame maapeal valgust nendestki akendest, kuhu päike ei paista, samuti saame valgust ka koidu ja eha ajal, mil päike ei paista maapinnale.

Taevakiirgus on lühilaineline, üldiselt veelgi lühema lainega kui otsene päikesekiirgus (vt. joon. 19). Seetõttu sisaldab taevakiirgus ka tervislikke ja haiguspisikuid tapvaid ultraviolettkiiri. Selge ilmaga annab taevavõlvilt tulev taevakiirgus enam ultraviolettkiiri kui otsene päikesekiirgus.

Taevakiirguse lainepikkus oleneb päikesekiirtest tabatud kübemetest või osakeste peenusest. Õhkkonna kõrgemates kihtides tekib enam lühilainelist kiirgust, mistõttu ka puhta õhuga selge taeva värvus on helesinine. Taeva sinisus ja ultraviolettkiirte sisaldus tõusevad koos kõrgusega maapinnalt. Ronides mägedele võib märgata, kuidas taevas muutub järkjärgult sinisemaks, stratosfääris paistab taevas lenduritele juba violett-sinisenä.

Õhkkonna madalamates kihtides hõljuvad suuremad veeauru- ja tolmukübemed ning jääkristallid saavad küll neelata, mitte aga eritada lühilainelist kiirgust. Sombase, uduse ja talvise niiske ilmaga on taeva värvus seetõttu sinise asemel kahvatu või hall ja taevakiirgus ei sisalda enam nimetamisväärset määral ultraviolettkiiri.

Seetõttu on talvises hallis taevavalguses väga vähe tervislikke kiiri, mida talvel just eriti hädasti tarvis oleks nii loomale kui inimesele. Seda asjaolu peame silmas pidama lauda akende suuruse määramisel: meie tavalise talveilmaga ei saaks aken anda loomale ultraviolettkiiri ka siis, kui klaas neid juhiks.

Akna mõju lauda tervislikkusele tuleb lisaks valgustusele vaadelda veel ultraviolettkiirguse ja õhustuse seisukohalt. Ebasoodsaks tõsiasi on, et tavaline aknaklaas ei juhi kuigi hästi ultraviolettkiiri, mispärast need peaaegu puuduvad ka läbi klaasi tulnud päikesekiirguses. Ultraviolettkiiri juhib ainult puhtast kvartsist klaas, mida seetõttu kasutataksegi nn. kiirituslampides. On olemas ka eriliik aknaklaasi, mis teatud määral juhib ultraviolettkiiri. See klaas on aga väga kalline ja kaotab aja jooksul lühilainete juhtivuse.

Päikesekiirgus saab seetõttu laudas hävitada seeni ja baktereid ning ergutada vitamiinide tekkimist organismis oluliselt ainult siis, kui aken on täiesti lahti.

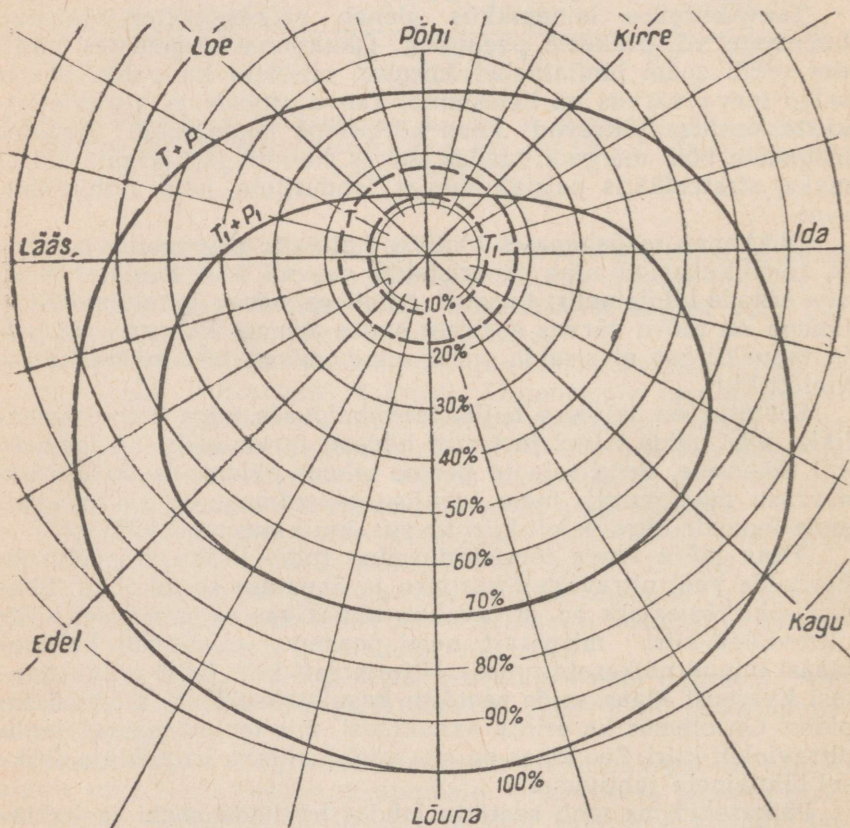
Arutades akna mõju tervislikkusele tuleb silmas pidada, et

ka lauda õhustamine on väga võimas vahend haiguste tekitajate hävitamiseks. Lisaks kuivusele, mida soodustab õhustust, võib siin mõjuda veel õhu liikumine, mis lauda õhku pidevalt puhastab, ning samuti ka õhu ionisatsioon ja osoon, mis tekib alati, kui külm õhk seguneb soojaga. Kuiv, puhas ja värske õhk, mis läbi voolab hästi õhustatud laudast, on teatud ulatuses olulisem tegur kui läbi klaasi tulnud päevavalgus.

Raisates laudasooja halvab liig suur aken õhustust, ja seega ka lauda tervislikkust, eriti muidugi, kui üldine soojapidavus on puudulik.

Vajalikust suuremate klaasipindade kasutamine on seepärast lubatav ainult tingimusel, kui seda õigustab lauda soojamajandus.

Päevavalguse intensiivsus ja suund. Päevavalgus koosneb, nagu nägime, otsesest päikese-valgusest ja taevavõlvilt kiirgu-



Joon. 20. Taevakiirguse ja päikesekiirguse keskmine intensiivsus olenevalt ilmakaartest.

vast taevavalgusest, mis omakorda võib tulla kas õhust või pilvedest. Hoonete valgustamisel akendega ongi just taevavalgus kõige olulisema tähtsusega juba seepärast, et ta mõjub võrratult püsivamalt kui päikesekiirgus. Kogu detsembrikuu kohta on meil päikesepaistet keskmiselt kõigest kümme tundi.

Hoonete valgustamise küsimuse arutamisel tuleb päikese- ja taevakiirguse vahel selget vahet teha veel seepärast, et päikesekiirgus on alati ühesuunaline, taevakiirgus aga paiskub kogu taevavõlvilt kõikjale ühtlaselt. Akende suunamisel on sel asjaolul väga suur tähtsus, sest põhja poole suunatud aken saab meie oludes praktiliselt ainult taevavalgust.

Vahekorda taevakiirguse ja päikesekiirguse intensiivsuse vahel olenevalt ilmakaartest kujutab umbkaudselt joonis 20. Idast ja läänest tuleb päikesekiirgust ümmarguselt poole vähem kui lõunast, põhjast aga 50 korda vähem kui lõunast. Taevakiirgus, mis tuleb ühtlaselt igast ilmakaarest, moodustab umbes 20% lõunast tulevast kogukiirgusest, s. o. 25% päikesekiirgusest. Põhjakaarde suunatud aken saab praktiliselt ainult taevavalgust.

Lauda akende puhul peab silmas pidama, et kari viibib kesksuvel laudast väljas, mistõttu otsustamisel tuleb arvestamata jätta suvekuud. Joonisel 20 on seepärast eraldi näidatud taevakiirgus ja päikesekiirgus septembri algusest kuni mai lõpuni, mil laudas aknavalgust kõige enam tarvis on. Kõverjoon $T_1 + P_1$ kujutab kogukiirgust selles ajavahemikus, olenevalt ilmakaarest.

Kui lõunast tulev kiirgus märkida 100%, siis tuleb idast ja läänest ümmarguselt 60% ja põhjast 20%. Tegelikult on kiirgus idast mõni % suurem kui läänest.

Et saada õiget võrdluspilti lauda valgustusest, tuleksid akende pinnad korrutada ülaltoodud teguritega ja võrdlemisel arvestada selliselt kaalutud pindu. Kui mitte arvestada ilmakaari, võib akende võrdse pinna puhul lautade tegelik valgustus olla tunduvalt erinev.

Pika teljega läänest itta suunatud laut saab palju valgust lõunast ja vähe põhja poolt küljest. Põhjast lõuna suunatud laut saab parema ja ühtlasema valgustuse kui idast läände suunatud laut.

Olulisemad tegurid laudaakna ehitamisel. Aken on tunduvalt kallim ehitada ja kulukam majandada kui sama suur osa välisseina. Pealegi nõuab aken rea eriolukordade arvestamist, et kaitsta hoonet nii väljast tulevate sademete eest, kui ka siseõhust sadeneva kondensniiskuse eest. Olulisemad tegurid laudaakna tarindamisel ja ehitamisel on järgmised:

1. Paras suurus, et saada lauta küllaldane valgustus, kuid hoiduda liigsetest kulutustest ja ära hoida liigset soojakadu, mis halvaks lauda õhustust.
2. Õige paigutus, et saada võimalikult ühtlane valgustus ja hea nähtavus.

3. Otstarbekas raamitüüp, mis takistaks liigset sooja- ja valgusekadu.
4. Otstarbekas aknalaua ja piirlaudade ehitus, et aknavesi ei rikuks seina.
5. Sissevoolava kuiva välisõhu ärakasutamine akna ja selle ümbruse kuivatamiseks ja soojakadude vähendamiseks.

Akende vajalik kogupind valgustuse seisukohalt ei lase end hästi määrata lihtsa reeglina. Akende paigutus, lauda laius, seestiste pindade valguspeegeldus ja muud sellised tegurid on niivõrd erinevad ja mõjutavad valgustust niivõrd oluliselt, et raske on akna parajat suurust siduda ainult lauda põrandapinnaga. Uusimas kirjanduses on andmeid ulatuslike katsete tulemusist, kus leiti, et laut saab küllaldaselt hea valgustuse, kui akende kaalutud pind on 2—4% põrandapinnast karjalaudas ja 2—3% sigalas.

Küsimus vajab seepärast igal eri juhtumil ligemat kaalutlust ja kohalike olude arvestamist. Silmas pidades akna nõrka soojapidavust tuleks olla väga ettevaatlik akna suurendamisega üle selle määra, mis on vajalik lauda valgustamiseks ja mille piirid on väga tabavalt määratud normidega.

Normide kohaselt peab piidavaltsidest mõõdetud aknaavade pind moodustama lehmalaudas ja vasikalaudas 1 : 16 kuni 1 : 12 (s. o. 6,25—8,3%) põranda pinnast.

Olemasolevates suurte akendega lautades saab niiskuse olukorda suuresti parandada, kui aknad varustada luukidega või katetega, mis takistavad hoone ülemäärast jahutust talvekuudel. Suure pakasega võiks katted tuule- või põhjapoolsel küljel osal akendel ette jääda ka päeval.

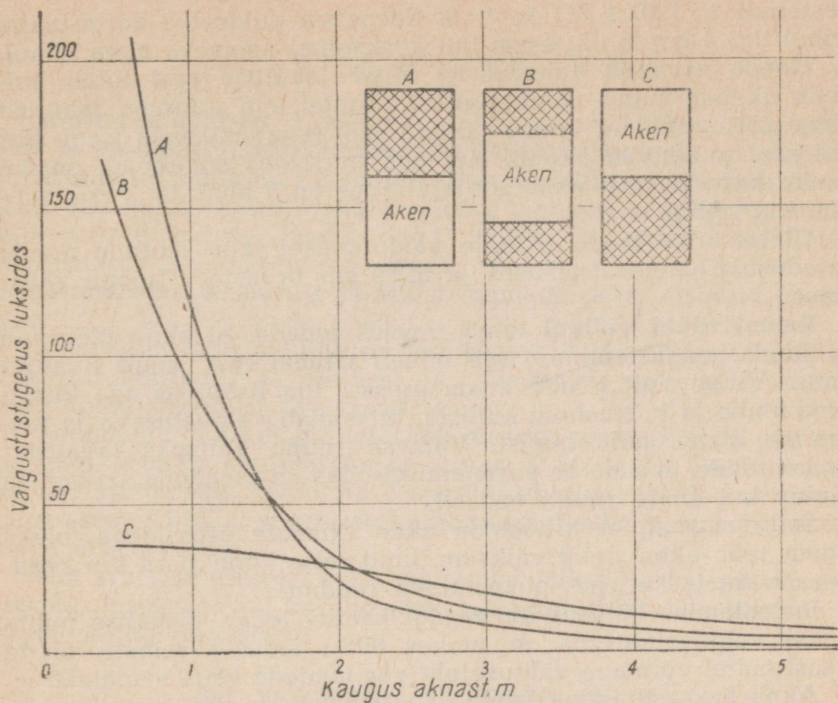
Arvestades tegeliku elu kogemusi, tuleb juba uute lautade ehitamisel hoolt kanda, et hoone majandamine võimalikult vähe tööd nõuaks ja et hoone oleks vajalikult soojapidav ilma eriliste lisaabinõudeta ka külmal ajal.

Akna paigutus. Üldine juhised on paigutada aken seinas nii kõrgele kui võimalik. See soodustab nii valgustust kui ka nähtavust. Selle nõude kohaselt peaks akna kuju olema madal ja lai.

Kõrge asend on vajalik esiteks selleks, et sissevoolav valgus küüniks ka lauda sisemusse. Akna osa, mis on madalamal looma turjast, saab valgustada ainult aknaalust vahekäiku, kus valgust on juba selletagi küllalt.

Akna madal asend on halb veel seetõttu, et otse silma paistev hele valgus pimestab silma, s. o. sunnib silma iirist kokku tõmbuma, mistõttu silm enam ei seleta laudasolevaid vähemvalgustatud esemeid. Selline olukord halvab suuresti nähtavust, olgugi et valgustus võib olla hea.

Selle lihtsa põhimõtte vastu eksitakse sageli ka elamutes ja muudes ehitistes. Kõige selgemini näeme seda pimedavõitu koridoris, kus valgustuseks on aknad koridori otsades: seal nad pimestavad vastu valgust tulijaid. Koolides võib vahel nähtavust



Joon. 21. Akna paigutuse mõju ruumi valgustusele. Mida kõrgemal on aken, seda parem ja ühtlasem on valgustus laudas.

tunduvalt parandada sellega, et õpilastele silma paistvad otsaknad kinni kaetakse.

Akna paigutuse mõju ruumi valgustusele näitab kujukalt joonis 21, mis kujutab ruumi valgustust olenevalt akna kõrgusest seinas. Juhtumil A on aken, mille suurus on igal juhtumil sama, asetatud otse vastu põrandat, juhtumil B — keset seina ja juhtumil C — üles lae alla.

Madalale paigutatud aken annab ülihea valgustuse kitsas ribas otse seina ääres, kuid jätab suurema osa ruumist hämaraks. Keskseinas olev aken on tunduvalt parem. Laealuse akna puhul on valgustus seina ääres palju väiksem, kuid ruumi seesmuses mitmekordselt parem ning kogu ruumi ulatuses palju ühtlasem. Juba 2 m kaugusel seinast on valgustus parem kui eelmistel juhtumitel. Viie meetri kaugusel seinast, s. o. tavalise lauda keskjoonel on valgustus juba mitmekordselt parem kui keskseinas asetseva akna puhul. •

Kui ruumi valgustuse headust mõõta suhtega minimaalse ja maksimaalse valgustuse vahel, siis on hinded juhtumitel A, B ja C

vastavalt 1 : 130; 1 : 22 ja 1 : 6. Seega on valgustus kõrge akna puhul ligi 4 korda ühtlasem kui keskseinas asetseva akna puhul.

Hoone nurkade kaitsmiseks liigse jahutuse eest tuleb hoiduda akende sinna paigutamisest. Suhteliselt suurema jahutuspinna tõttu tikuvad hoone nurgad jääma jahedamaks isegi siis, kui seal puuduvad aknad. Kui aga nurkades on aknad, on asi veelgi halvem, sest akna soojajuhtivus on 5 kuni 10 korda suurem kui seinal.

Üldse tuleb lauda akende paigutamisel ikka lähtuda nende vajadusest hoone sisemuses ja alles siis arvestada hoone välisilmet.

Raami tüübi valikul tuleb meeles pidada, et akna ülesanne on lauda valgustamine: see nõuab võimalikult suuri avaraid ruute. Väike ruut nõuab enam prosse. Iga lisapross aga tõstab akna hinda ja korrashoiu kulusid, kitsendab valgustusava ja raskendab klaasi puhastamist. Väikese ruudu kaitseks tavaliselt toodav väide, et seda on purunemisel odavam asendada, on vähem kaaluv kui avara ruudu eelised.

Selle asemel, et killustada aken tihedate prossidega, oleks õigem teha aken veidi väiksem, kuid selle kogu pind ära kasutada avara ja kergesti puhastatava ruuduga.

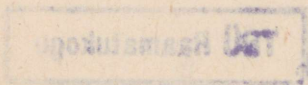
Puhastamise hõlpsus on vägagi kaaluv tegur. Tavalise puhta klaasi valgusejuhtivus on umbes 80%; kaua pesemata olnud klaasi puhul võib aga valgusejuhtivus langetada väga madalale.

Akna ärakasutamine lauda õhustamiseks ja seoses sellega ka akna ümbruse kuivatamiseks on võrdlemisi uudne mõte ja seetõttu ka veel vähe levinud. Välisõhk on karja laudasoleku perioodil ikka külmem ja kuivem kui laudaõhk. Sissevoolavat õhku saab seetõttu hästi ära kasutada akna külmal pinnal tekkiva kondensvee kuivatamiseks.

Välisõhu sissevool läbi akna on soovitav veel selle poolest, et õhuvoolu otstarbeka juhtimisega saab oluliselt vähendada soojakadusid läbi akna klaaside. Sissevoolav jahe õhk soojeneb osaliselt aknas ja kannab lauta tagasi soojahulga, mis muidu välisõhku kaduma läheks.

Seinasolevate õhuavade asemel, mis just vastuoksa soodustavad kasteniiskuse tekkimist seintel, on välisõhu sissetoomiseks seepärast soodsam kasutada aknaid. Akna soovitatavat tarindust kujutab joonis 24.

Sile ja hele laudalagi peegeldab hästi valguskiiri ja aitab tunduvalt tõsta valgustust. Sile lagi on eriti oluline laiemates lautades, kus keskosa akendest kaugele jääb. Laetalade allservale löödud pidev laudis on seetõttu soovitav nii valgustuse kui puhtuse pidamise seisukohalt.



4. LAUDA SOOJAMAJANDUS

Küsimuse tähtsus. Kõneldes lauda valgustamisest, õhustamisest ja sisetemperatuuri hoidmisest vajalikul tasemel on eespool rõhutatud, et see kõik on seotud sooja kulutusega. Üldiselt tuleb meie ilmastikus kõigiti püüda piirata laudasooja väljavoolamist läbi piirete (seinte, lagede jne.), selleks, et seda võimalikult ulatuslikult saaks kulutada lauda õhustamiseks, s. o. siseõhu puhastamiseks veeaurust ja muist loomade poolt eritatud gaasidest.

Vaatleme nüüd, milline on laudasooja väljavoolamise üldpilt läbi piirdetarindite ja millised on võimalused selle piiramiseks ning lauda siseolukorra parandamiseks.

Soojakadu läbi iga piirdetarindi on seda suurem, mida suurem on pind ja mida suurem soojajuhtivus K . Kuna nii veeauru kui ka laudasooja juurdevool on eespool arvatud ühe looma (õigemini aseme) kohta, siis tuleb ka soojakaod läbi piirete arvutada sama ühiku kohta.

Kui arutluse aluseks võtta suuremad (üle 60 aseme) karjalaudad, mis esinevad kolhoosides ja sovhoosides, siis tuleb ühe aseme kohta keskmiselt:

Lage ja samuti ka põrandat	7,0 m ²
Välisseina	3,5 m ²
Akent	0,7 m ²
Välisuksi	0,3 m ²

Need määrad ühtivad varemalt soojapidavuse arvutamisel aluseks võetud üldpindadega ja on aluseks võetud ka alljärgnevates näidetes. Kui laut on 10 m asemel 20 m lai (kus loomad asetsevad neljas reas), siis on aseme kohta tulev välisseina pind poole väiksem.

Lauda soojakaotavus. Korrutades piirde pinda A tema soojajuhtivusega K , saame soojakaotuse läbi piirde õhutemperatuuri ühekraadise vahe puhul; seda näitarvu nimetame lühidalt $s o o j a k a o t a v u s e k s$. Liites soojakaotavused läbi seina, lae, akna jne., saame hoone üldise soojakaotavuse $\Sigma A \cdot K$. **Hoone soojakaotavus, mida märgime tähega $n = \Sigma A \cdot K$, näitab, kui palju laudasooja kaotab laut läbi piirdetarindite ühe aseme kohta tunnis, kui temperatuuri vahe on üks kraad.** Mida väiksem on piirete soojajuhtivus, seda väiksem on ka lauda soojakaotavus.

Teades kui suur on lauda soojakaotavus, võime igas antud olukorras arvutada, kui palju jätkub sooja lauda õhustamiseks. Selle najal saab otsustada, milline peaks olema õhustuse määr ja lauda sisetemperatuur selleks, et saada kõige soodsamat olukorda nii õhuniiskuse kui ka laudagaaside sisalduse seisukohalt.

Kõneldes õhustusest nägime, et niiskuse eemaldamise seisukohalt on üldiselt soodsam hoida lauda temperatuur võimalikult

kõrge, sest õhu võime enesesse veeauru vastu võtta tõuseb koos temperatuuriga. Arutades laudaõhu süsihappegaasi sisaldust, mida üldiselt võib vaadelda kui muude reogaaside näitajat, nägime, et selle kõrvaldamiseks on üldiselt soodsam hoida lauda temperatuur võimalikult madal. Niiskuse kõrvaldamise soodustamine kõneleb seega risti vastu laudagaaside kõrvaldamisele.

Õige kesktee leidmine nõuab küsimuse ligemat uurimist. Seda teostatakse praegu Tallinna Polütehnilises Instituudis. Käesolevas peame seepärast piirduma ainult soovitusega hoida lauda soojakaotavus võimalikult madalal; see võimaldab paremat õhustamist.

Soojakaotavuse soovitava määra saame kergesti tuletada, kui seame kindlad piirid maksimaalselt lubatava relatiivse niiskuse ja madalaima välistemperatuuri kohta. Lauda soojapidavuse ja õhustuse arvutamisel lähtusime nõudest, et laudaõhu relatiivne niiskus ei tohi ületada 85%, kui sise- ja välisõhu temperatuuri vahe on 25°. Hoone soojakao lubatav ülemmäär oli seejuures 200 kcal looma kohta tunnis.

Kui jääme nende nõuete juurde, siis on lauda ülimalt lubatav soojakaotavus $n=200:25=8$. See tähendab, et kui laudahoone $n=8$, siis võime +10° sisetemperatuuri puhul hoida laudaniiskuse lubatavais piires, kuni välistemperatuur püsib kõrgemal kui 15 kraadi alla nulli. Alles sellest tugevama pakase puhul muutub võimatuks ära hoida lauda niiskemaks muutumist.

Millisel viisil soojakaotavuse soovitav määr on saavutatav, seda aitavad selgitada alljärgnevad näited, mis on liigitatud lauda ehitusmaterjalide järgi.

Iga seina, akna, ukse jne. soojajuhtivus K on arvatud soojapidavuse arvutust käsitlevas peatükis toodud andmeil ja on märgitud tabelites. Lauda lae soojajuhtivuse tähtsuse rõhutamiseks on külmemate seintega lautu vaadeldud kahelt seisukohalt:

- 1) Kui laudalagi on ilma soojapidava täidiseta, mil puhul lae soojajuhtivus (arvestades ka katust) on keskmiselt $K=1,0$;
- 2) Kui laudalagi on varustatud vähemalt 20 cm paksuse kerge täidise kihiga, mille juures soojajuhtivus $K=0,3$.

Juhtumil kui laudalagi on kaetud paksu põhu- või heina kihiga, on võetud $K=0,1$.

Põranda soojakaotavuse küsimus vajab veel teaduslikku uurimist. Käesolevas töös on põranda K arvatud hoonete kütteseadmete arvutamisel kasutatava tava kohaselt, mille järgi 10 m laia lauda puhul põranda keskmine $K=0,3$ ja 20 m laia lauda puhul $K=0,16$.

Lisaks välisseintele aitavad laiemas laudas ka põrandad säästa sooja. Selle mõju selgitamiseks ongi osa arvutusi tehtud ka laia lauda kohta, kus loomad aseisevad neljas reas.

Aknad on oletatud kahekordsed ($K=2,3$) kõikidel juhtumitel peale ühe.

Raudkivi-seintega laut. Seinä paksus 80 cm.

	Pind A m ²	$\frac{K}{\text{m}^2\text{h}}$ kcal	Külm lagi KA	Soe lagi KA	Soe lagi, lai laut KA
Lagi	7,0	1,0 (0,3)**	7,0	2,1	2,1
Välissein	3,5 (1,75)*	2,0	7,0	7,0	3,5
Aken	0,7	2,3	1,6	1,6	1,6
Uks	0,3	1,0	0,3	0,3	0,3
Põrand	7,0	0,3 (0,16)*	2,1	2,1	1,1
$\Sigma KA = n =$			18,0	13,1	8,6

* lai laut

** täidisekihiga

Külma lae puhul on raudkivimüüridega lauda soojakaotavus $n=18$, mis näitab, et lauda siserežiim on ebatervislik. Soojapidava laetäidise abil saab hoone soojakaotavuse alla viia $n=13,1$ -le, mis olukorda väga suuresti parandab. Kui aga laut on lai, siis vähenenud soojakao tõttu läbi seinte ja põranda langeb hoone soojakaotavus $n=8,6$ peale, mida juba võib pidada üldiselt täiesti piisavaks. Vaatamata raudkivimüüridele võib sooja laega lai laut olla kuiv ja üldiselt tervislik.

Üldiselt rahuldavas olukorras on aga erandiks olukord, milles viibivad seinä äärde asetatud loomad, keda võib kahjustada välisseinte külmahõõgus.

Paasseintega laut. Seinä paksus 70 cm.

	Pind A m ²	$\frac{K}{\text{m}^2\text{h}}$ kcal	Külm lagi KA	Soe lagi KA	Soe lagi, lai laut KA
Lagi	7,0	1,0 (0,3)**	7,0	2,1	2,1
Välissein	3,5 (1,75)*	1,7	5,9	5,9	3,0
Aken	0,7	2,3	1,6	1,6	1,6
Uks	0,3	1,0	0,3	0,3	0,3
Põrand	7,0	0,3 (0,16)*	2,1	2,1	1,1
$\Sigma KA = n =$			16,9	12,0	8,1

* lai laut

** soe lagi

Samuti kui raudkivilauda puhulgi, parandab lae täidistamine ka siin olukorda väga tunduvalt, alandades hoone soojakaotavuse 16,9-lt — 12,0-le. Isegi sooja laega paaslaut ei rahulda seega eespool esitatud nõudeid, kui sein on vooderdamata. Laia lauda puhul on aga olukord juba hea. Seinä külmahõõguse oht jääb küll siingi püsima, kuid see on väiksem kui raudkivimüüri puhul.

Tampsaviseintega või vooderdamata palkseintega laut. Kui saviseina paksus on 80 cm ja palkseinal 15 cm, siis on sooja-juhtivus mõlemal praktiliselt võrdne — $K=0,8$.

	A m^2	K	Külm lagi KA	Soe lagi KA	Soe lagi, lai laut KA
Lagi	7,0	1,0 (0,3)	7,0	2,1	2,1
Välissein	3,5 (1,75)	0,8	2,8	2,8	1,4
Aken	0,7	2,3	1,6	1,6	1,6
Uks	0,3	1,0	0,3	0,3	0,3
Põrand	7,0	0,3 (0,16)	2,1	2,1	1,1
			$n = 13,8$	8,9	6,5

Sooja lae puhul annavad need laudad juba üsna hästi vastu võetava siserežiimi. Kaalumist ja ligemat uurimist vajab siin aga seina niiskumisohu küsimus.

Õlgsavi-plonnidest laotud seintega laut.

Seina paksus 80 cm, $K=0,65$.

	A m^2	K	Külm lagi KA	Soe lagi KA	Soe lagi, lai laut KA
Lagi	7	1,0 (0,3)	7,0	2,1	2,1
Välissein	3,5 (1,75)	0,65	2,3	2,3	0,2
Aken	0,7	2,3	1,6	1,6	1,6
Uks	0,3	1,0	0,3	0,3	0,3
Põrand	7,0	0,3 (16)	2,1	2,1	1,1
			$n = 13,3$	8,4	6,3

Sooja lae puhul annab õlgedega segatud saviplonnidest laut vastuvõetava siserežiimi, mis on märgatavalt parem kui tampsaviseina puhul. Parema õhustuse tõttu peaks ka seinte niiskumiseoht sel puhul olema väiksem.

20 cm täidisekihiga sõrestikseintega laut. Sein $K = 0,4$. Siin võtame juba aluseks täidistatud lae ($K=0,3$).

	A m^2	$\frac{K}{m^2h^0}$ kcal	Soe lagi KA
Lagi	7,0	0,3	2,1
Välissein	3,5	0,4	1,4
Aken	0,7	2,3	1,6
Uks	0,3	1,0	0,3
Põrand	7,0	0,3	2,1

$n=7,5$

Laut rahuldab eespool esitatud nõudeid ja on hõlpsasti kaits-
tav ka kasteniiskuse eest.

Gerardi- või Adsereseintega laut. Sein $K = 0,3$.

Uksikute tegurite mõju selgitamiseks on toodud näidetes vaa-
deldud ka põhuga kaetud laega ($K=0,1$) lauta ja samuti ka kol-
mekordsete akendega ($K=1,4$) lauta.

	Pind A m^2	K	Soe lagi KA	Ülisoe lagi KA	Ülisoe lagi, lai laut KA	Ülisoe lagi vitsas laut, 3 x aknad KA
Lagi	7,0	0,3 (0,1)**	2,1	0,7	0,7	0,7
Välissein	3,5 (1,75)*	0,3	1,1	1,1	0,6	1,1
Aken	0,7	2,3 (1,4)***	1,6	1,6	1,6	1,0
Uks	0,3	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3
Põrand	7,0	0,3 (0,16)*	2,1	2,1	1,1	2,1
			$n = 7,2$	5,8	4,3	5,2

* lai laut

** ülisoe lagi (põhuga kaetud täidislagi)

*** kolmekordsed aknad

Nagu näeme toodud tabelist, saab tavalise 10 m laia lauda
puhul soojakaotavuse praktiliselt alla viia kuni 7-ni või isegi
6-ni, laia lauda puhul aga isegi alla 5.

Aknad. Akende pindalaks oli toodud näidetes võetud $0,7 m^2$,
s. o. $1/10$ põranda pinnast, nagu see nõuetav oli 1944. a. normide
kohaselt. Uute normide järgi peab akna pind olema alla $1/12$ põ-
randa pinnast.

Uhekordse akna soojajuhtivus on $K=5,0$, kahekordsel 2,3 ja
kolmekordsel 1,4. Akna osatähtsus hoone soojakaotavuses on
seepärast järgmine:

Uhekordne aken, $K \cdot A = 0,7 \cdot 5,0 = 3,5$.

Kahekordne aken, $K \cdot A = 0,7 \cdot 2,3 = 1,6$.

Kolmekordne aken, $K \cdot A = 0,7 \cdot 1,4 = 1,0$.

Kolmanda klaasi lisamine alandas lauda soojakaotavust kõi-
gest 0,6 ühiku võrra. Kolmanda klaasi mõju üldisele lauda olu-
korrale muutub seepärast märgatavamaks alles siis, kui lauda
lagi ja seinad on hea soojapidavusega. Aknaraamide võrdlemisi
kõrge maksumuse tõttu ei ole kolmekordsete akende kasutamine
lautades üldiselt õigustatud. Nad võiksid tarvitusele tulla vaid
erijuhtumitel vasikalautades, sigalates või mujal, kus sooja-
säistu-vajadus on eriti terav. Mainime siinkohal veel, et kui
värske õhu sissevool toimub läbi aknaaluse pilu, siis aitab piki
klaasipinda ülesvoolavast õhust moodustatud eesriie oluliselt
vähendada soojakadu läbi akna, mis toodud näidetes on jäetud
arvestamata.

Laudahoonete soojakaotavuse üldist võrdlust olenevalt välis-seina materjalist, lae soojapidavusest ja lauda laiusest kujutab graafiliselt joonis 22, mis on koostatud eespooltoodud arvutuste järgi. Soojakaod läbi lae, seinte jne. on märgitud eri viirutusega, et selgemini esile tuua iga teguri osatähtsust lauda üldisele soojakaotavusele.

Soojamajanduslik olukord vasikalaudas ja noorkarjalaudas on ebasoodsam kui lehmalaudas. Võrreldes lehmaga on vasika soojaeritus palju väiksem ja seejuures on vähenemine soojaerituses palju suurem kui ruumi tarviduses. Vasika soojaeritus ei jõua seetõttu katta soojakadu läbi seinte ja lae kaugeltki nii hästi kui lehma puhul, mistõttu veeauru ja reogaaside kõrvaldamiseks vabaks jääv soojahulk jääb väga napiks.

Olukorra kaalumisel ja arvutamisel võib vasika ja noorlooma eritused arvestada murdosana 500-kilose lüpsilehma eritustest järgnevalt:

Vasikas 0—6 kuud; keskm. kaal	75 kg	— 0,2	ühikut
Vasikas 6—8 kuud; " "	140 kg	— 0,3	" "
Noorloom 1,5—2 aastat; keskm. kaal	225 kg	— 0,4	" "
Noorloom " "	300 kg	— 0,5	" "
Lüpsilehm " "	500 kg	— 1,0	" "

Viis kuuekuulist vasikat eritavad selle kohaselt umbkaudselt samal hulgal sooja, veeauru ja muid gaase kui üks 500-kilone lüpsilehm. Ruumi tarvidus on aga viiele vasikale suurem kui ühele lehmale. Paras sulg viiele vasikale on 9—10 m². Vahe- ja otsakäikude arvel lisandub sellele veel 4 m², nii et põrandapinna kogutarvidus on vasikate puhul keskmiselt kaks korda suurem kui ühe lüpsilehma puhul (7 m²).

Kui ka vasikalauda puhul arvestada, et mitte kõik sulud pole alati viimseni täidetud, siis jõuame järeldusele, et **puhta, sooja ja parajalt kuiva laudaõhu saavutamiseks peaks ahikütteta vasikalauda üldine soojapidavus olema kaks korda suurem kui lehmalaudal.**

Joonisel 22 näidatud kujutuses ja mõõtühikutes peaks vasikalauda soojakaotavus olema väiksem kui 4.0. See on juba võrdlemise raske nõudmine, nagu seda näitab diagrammi ligem vaatlus. Kui aga tõsta ka laudapõranda soojapidavust, mis joonisel kujutatud juhtumitel on võetud ilma ühegi katteta, siis on ilmne, et teadlikule ehitajale või lauda majandajale ei tee $n=4$ saavutamise mingit ülepääsematut raskust.

Kui arvestada, et lauda majandaja võib suurema pakasega vasikalauta paigutada ka mõne suurema looma, kes oma suurema soojaeritusega aitaks parandada soojamajanduslikku olukorda, siis võiks üldiselt pidada vastuvõetavaks ka suurema kui $n=4.0$ soojakaotavusega lauta.

Noorkarjalauda soojamajanduslik olukord on tunduvalt soodsam ja asub kuskil vasika- ja lehmalauda vahemaal, olenedes laudas olevate loomade keskmisest kaalust. Kuni täpsemate ana-

lüüsiandmete saamiseni tuleks seepärast püüda ehitada noorkarjalaut nii, et ülaltoodud alustel arvatud hoone soojakaotavus ei ületaks $n=6,0$.

Mainime siinkohal veel, et selline ($n=6,0$) hoone annaks ka vasikatele lauda, mis, olgugi et ta veel ei rahulda kõiki nõudeid igas olukorras, tähendaks siiski väga suurt sammu edasi paremuse poole võrreldes meie praeguste vasikalautadega, kus õhk on talvel lämmatavalt raske ja niivõrd täidetud kibeda ammoniaagi auruga, et vesi tuleb silma.

Soojamajanduslik olukord sigalas on üldiselt samasugune kui vasika- ja noorkarjalautades. Raskete reogaaside olemasolu ja väiksema lubatava õhuniiskuse (75%) tõttu nõuab aga sigala veidi erinevaid õhustusseadmeid kui karjalaut.

Umbkaudselt arvatades on sama põhiühiku kohta tulev soojaperitus sigalas 60—80% sellest, mis lehmalaudas. Joonisel 22 toodud kujutuses ja alustel peaks sigala soojakaotavus järelikult olema väiksem kui 4,8 või vastavalt 7,3.

Kui aga arvestada suhteliselt suuremaid raskusi raskete sigalagaaside kõrvaldamisel ja samuti ka sigade suuremat nõudlikkust soojuse järele ning tõmbuse ja niiskuse puudumise järele, siis jõuame samade nõudmisteni nagu vasikalauda puhulgi.

Sigala soojakaotavus peaks seega olema soovitatavalt poole väiksem kui lehmalauda kohta esitatud nõue ($n=8,0$).

Kahjuks pole meil teada ühtegi puhaslauta, mis nõutava soojapidavuse mõõdu välja annaks ja seepärast ei saa ka tuua ühtegi tõendavat näidet ülisuure soojapidavusega lauda niiskuse olukorrast.

Teame aga, et olemasolevates lautades, mis eespooltoodud ehitusfüüsikalise analüüsi kohaselt on kõik väga puuduliku soojapidavusega, on õhu niiskuse ja puhtuse olukord väga, väga halb.

IV. LAUDA PIIRDETARINDID

Ehitusfüüsilised nõuded piirdetarindite kohta on tuletatud ja läbi arutatud eespool. Olulisem neist on nõue, et sein ja lae soojajuhtivus oleks alla $K=0,3$.

Et seda saavutada lihtsaimate vahenditega, tuleks nii sein kui lagi varustada vähemalt 20 cm paksuse urbse täidise kihiga, nagu seda on masinhöövli puru, kuiv saepuru, sammal, linaluud ja turbapuru. Teiseks nõudeks on, et täidise kaitsmiseks laudaõhu kasteniiskuse eest tuleb täidise laudapoolsele küljele asetada aurutõke, milleks kõljab pürgamiin, hea tõrvapapp või ka tihe tõrvvõõp ehedal (s. o. ühest tükist, tervel, pragudeta) ja enam-vähem tasasel alusel.

Puitsein. Lihtsaim lahendus ülaltoodud nõudeile on sulgeda 20 cm-ne kiht urbset täidist kahe lauakihi vahele, asetades täidise siseküljele kihi pürgamiini, s. o. kasutada laudaseinaks planksõrestik-seina koos vastava aurutõkkega (joon. 11).

Otstarbekuse, lihtsuse, ehitamise hõlpsuse ja puitmaterjali kulu suhtes on planksõrestik ületamatu. Sellest midagi veelgi lihtsamat ja praktilisemat on raske kujutleda.

Planksõrestiku ehitus on ka küllalt hästi kirjeldatud meie ehitusalases kirjanduses, ja on juurdumas ka tegelikus elus. Nii on Tallinnas 1949. a. püstitatud puitelamutest 85% planksõrestikuga ja ainult 15% puhul esines veel endistel aegadel tavaliselt kasutatud pruss-sõrestikku. Kaugemalgi asetsevates kolhoosides ei tohiks planksõrestiku kasutamine teha raskusi.

Puidusäästu kõrval, mida võimaldab planksõrestiku kasutamine, rõhutame siinkohal veel säästu tööajas ja tööjõus: plangu ja laua kasutamisel teeb suurema osa tööst masin (saekaater). Mainida tuleks ka suuremat ratsionaalsust metsamajanduse seisukohalt: seinapostiks või -palgiks paras puu on veel liiga noor raiumiseks. Olles juba loonud endale krooni ja juurestiku, võrsuks paras postipuu peagi kõrgeväärtuslikuks saepaku-puuks.

Palksein kulutab niivõrd palju tööd ja puitu, et meie oludes tuleks selle tarvitamisest hoiduda, kui saekaater vähegi kättesaadav on. Pealegi ei anna see sein kuigi head lauta, nagu seda nägime eespool.

Topelplanksein on küll kergem ehitada, kuid kulutab täidiseks

paksu planku, s. o. kõige väärtuslikumat puitmaterjali ja on seepärast vähem ratsionaalne kui kerge täidisega planksorestik-sein.

Tellise kasutamisel annab parima lahenduse Gerardi-sein ja segamaterjali puhul — Adsere-sein (joon. 10). Lautades esinevate seinakõrguste puhul piisab kahe seinakülje sidumiseks kinnikseintest aknaavade külgedes.

Vajaduse korral saab Gerardi-seina tugevdada piilaritega. Need on esijoones soovitatav laduda välimise seinapinna külge, kus nad ei sega aurutõkke asetamist.

Tuleb rõhutada korraliku töö tähtsust. Kui massiivse tellismüüri puhul väiksem viga või lohakus veel seinale saatuslikuks ei saa, siis peab Gerardi-seinas iga kivi olema õigel kohal ja õieti müüritud.

Suurt hoolt nõuavad aurutõkke ja kerge täidis. Aurutõkkeks kõlbab hea pürgamiin või eriti hea tõrvapapp. See tuleb nii paika panna, et veeaur kusagilt läbi ei pääseks — ei alguses ega aastate pärast.

Seina sisemuses kuivab paks täidisekiht väga visalt. Väga tähtis on seepärast, et täidis oleks kuiv juba sein asetamisel ja kogu ehituse ajal oleks kaitstud sademete eest. Vihma saanud pealmised kihid tuleb kohe kõrvaldada ja asendada kuiva materjaliga. Masinhöövli laastu paremus võrreldes saepuruga seisnebki selles, et ta on juba algusest peale kuiv, sest hööveldatav puit on ikka kuiv. Saetav puit on aga enamasti niiske ja paksu hunnikusse asetatud saepuru ei saa kuivada ka hiljem.

Nii Adsere-seina kui ka elamute ehitamisel kasutatava Harju-seina heaks küljeks on asjaolu, et seal saab täidise paika panna alles siis, kui hoone on juba katustatud, müüritis juba kuivanud ja kaitstud edaspidise vihma eest. Ka saab Adsere-seinas aurutõkkeks kasutada tõrvvõõpa, mis tuleb odavam pürgamiinist ja annab üldiselt ka tõhusama aurutõkke.

Põiktugevuse küsimus vajab tähelepanu tellisest kergseinte puhul. Pikas laudas on otsseinad niivõrd kaugel, et nad ei küüni laudaseinu toetama ristsuunas mõjuva koormuse vastu. Viimastest on kõige olulisem risti lauta puhuva tuule surve.

Pika ja sirge sein puhul saab külgtugevuse tõstmiseks kasutada terasvarrastega sarrustatud poste. Kahel pool aknaid asetsevad kinnikseinad on ühtlasi postideks ja tulevad selleks teha küllalt paksud ja laiad, et ära mahutada sarrusvardaid. Kui sellised postid ehitada sardtellige põhimõttel ja varraste kaitseks kasutada lapitellist, suureneb postide paksus (s. o. sein paksus akende kõrval) $2\frac{1}{2}$ kivini, s. o. 64 cm-ni.

Mainime veel, et püsttugevus (surutugevus) on tellisest kergseintes lauda olude kohta enam kui küllaldane. Kujukaks näiteks sellest oli 1948. aastal Moskvas Tööstusehitiste teadusliku uurimise kesk-instituudis varisemiseni koormatud poole kivi paksune sein (vt. joon. 10 b).

Kuigi uuritav sein oli kõigest 12 cm paks (kuid iga 1,0 m

tagant tugevdatud 13×25 cm suuruste piilaritega) ja kaks elamukorrust kõrge, talus ta lisaks omakaalule enam kui kümnekordset elamu vahelgedele elavkoormust.

Saviseintest tarvitatakse meil enamasti tambitud sein, kuigi plonnidest laotud sein tuleb kuivem ja ei kuhja ehitustöid kesksuuele, kus töökäte vajadus põllul on kõige kibedam.

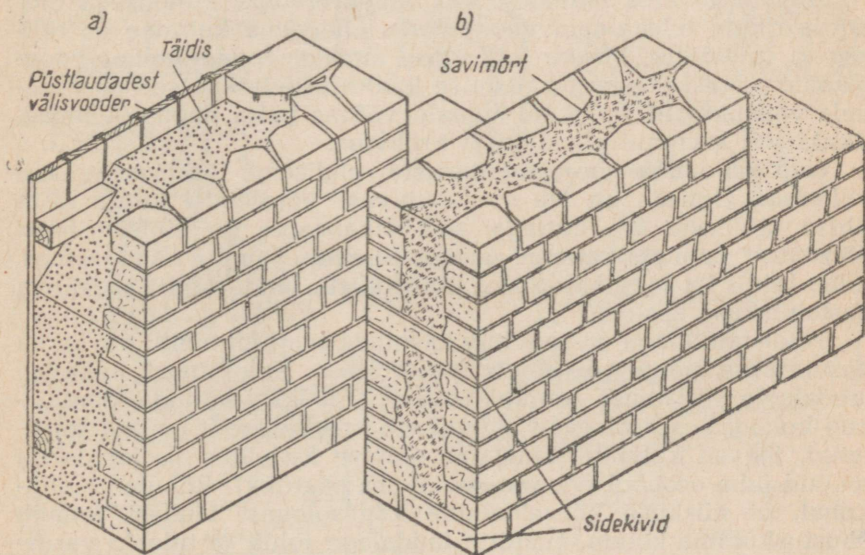
Soovitav on alati — nii tampseina kui ka plonnide tegemisel — savile lisada õlgi või muud soojapidavust (ja ka tugevust) tõstvat kergt kiudmaterjali.

Tugevuse seisukohalt peaks plonnsein olema vähemalt 60 cm paks.

Saviseina soojapidavus jätab küll soovida, kuid tegelikkuses saab siin sooja puudujäägi tasa teha laepealse külmakaitsega ja suure pakase puhul akende katmisega õlgedega või mattidega.

Paasmüür jätab soojapidavuselt veelgi enam soovida, nagu sellest pikemalt juttu on soojamajanduse peatükis. Kui aga laepealne, ukсед ja aknad hästi kaitsta külma eest ja tarbe korral silmas pidada ka seinu ennast, annab ta vastuvõetava lauda lüpsikarvale. Vasikalauda ja sigala seinaks jääb aga paasmüür puudulik.

Paest kergseina küsimus võiks olla lahendatav samal teel, kui tellise puhulgi, s. o. kas Gerardi- või Adsere-seina põhimõttel. Esimest tüüpi seinu on meil põhjarannikul kasutatud juba ammu, õhukestest paeplaatidest seinte ladumisel savimördi (joon. 23-b). Täidiseks oli seejuures sama savi, millel laoti sein. Savi parema



Joon. 23. Paest kergseinu. a — Adsere viisil laotud paassein, b — Savimördist täidise paassein.

soojapidavuse tõttu on selline sein soojapidavam raskest paasmüürist.

Urbse täidise kasutamisel on üheks mõtlemapanevaks küsimuseks mördiniiskuse ja samuti ka kasteniiskuse väljakuivata mine sellisest seinast. Sellelt seisukohalt on olukord tublisti soodsam Adsere-tüüpi seinas, kus täidis asetatakse paika alles siis, kui hoone on katustatud ja seinamüüritis juba tahenenud (joon. 23 a).

Ka lauda töötamise tingimustes annab Adsere viis seina kuivumise seisukohalt õigema lahenduse: tihe kivimüüritis laudapoolisel küljel takistab veeauru sissetungi täidisesse, puitvooder selle välisküljel aga võimaldab niiskuse väljapääsu välisõhku.

Adsere viisil paest laotud laudasein koosneks akende kõrvale paigutatud paaspostidest, millede vahe on sisepinnalt kinni müüritud õhukese, ainult lauda poolt siledalt laotud paasmüüritisega. Väljapoole tuleb lattidele löödud laudvooder ja selle ning kivi vahele — urbne täidis.

Silmas pidades ühelt poolt aurutõkke ehitamise raskust ja teiselt poolt urbse täidise kuivana hoidmise tähtsust, oleks mõeldav teha välisvooder kergesti lahtivõetav, et täidist saaks hõlpsasti järele vaadata, kuivatada või vajaduse korral uuendada. Kahjuks on aga selline sein tegelikkuses veel katsetamata.

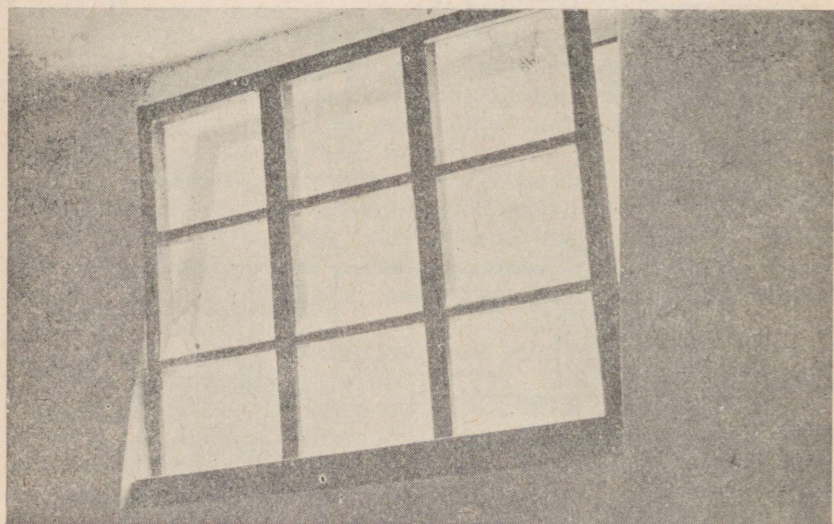
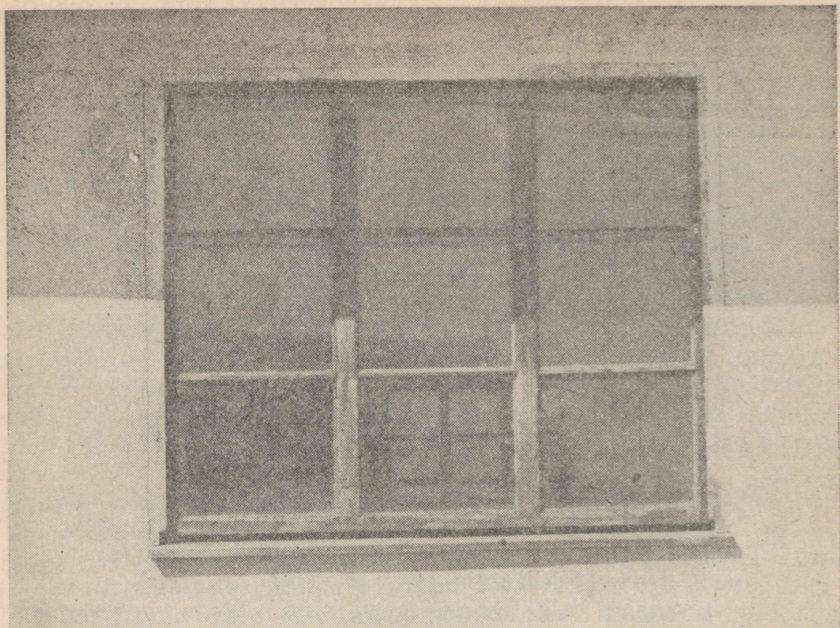
Raudkivimüür on laudaseinaks ebasobiv ja pealegi niivõrd keerukas, raske ja kallis ehitada, et see võiks praegu kasutusele tulla ainult erioludes.

Olemasolevates lautades, kus raudkivi oma külmusega olukorda rikub, tuleks sein vooderdada. Õlgedega katmine on tülikas ja tuleohtlik. Püsiva lahenduse annaks vooderdamine roogplaadiga. Niiskuse eest kaitsmise kaalutlusil tuleks see aga asetada välispinnale, kuigi on silmale võõras katta nägus ja ilmastikukindel kivipind plaadiga ja krohviga.

Lagi on lauda soojamajandusele olulisema tähtsusega kui välissein. Õnneks on lae soojapidavust võrdlemisi kerge tõsta lihtsa täidisega või kattega, sest lakapealne on üldiselt hästi õhustatud ja alati kaitstud sademete eest. Samuti nagu seinas, tuleb täidis ka laes aurutõkke abil kaitsta lauda õhust sadeneva kasteniiskuse eest.

Täidistatud lage on soovitav kasutada selgi juhtumil, kui lakka kasutatakse põhu või heinte hoidmiseks. Kuigi need annavad laudalaele küllaldase soojapidavuse, võib ikka juhtuda, et üksikud kohad, kus asetsevad käigud või kus koresööt on ära tarvitatud, jäävad katmata. Laudalae ehituse kirjeldus ja joonis oli toodud juba eespool (vt. soojapidavuse peatükk). Rõhutame siinkohal, et niiskuse kõrvaldamine kõnesolevast laudast toimub õhustuskorstna kaudu, mistõttu laudalage tohib ja tulebki varustada aurutõkkega.

Vanemates lautades on laudaõhu kuivendamiseks sageli kasutatud hõredat parslage, mis pealt on kaetud hõreda aganate



Joon. 25. Ulesvõte vent-aknast ühes ENSV Sovhooside Ministeeriumi karjajaludas.
Ulal — akna välisvaade, millel on näha aknaalune õhupilu; all — sisevaade aknale avatud olekus.

aknal. Selle paremused ja töötamise põhimõte on juba seletatud eespool.

Akna soovitatavat tarindust kujutab joonis 24.

Aknaraam koosneb kahest raamist, mis külgedesse asetatud haakidega või ka lihtsalt kruvidega on lahtivõetavalt kinnitatud üksteise külge. Enne kokkupanemist on soovitatav kahe raami vahele asetada värnitsaga immutatud lõng, mis takistaks tolmu pääsemist kahe raami vahele. Sellele vaatamata kattuvad klaaside suletud pinnad pikapeale tolmuga, seepärast tuleb raamid tingimata teha lahtivõetavad. Raamipuu, mille külge tulevad hinged, peaks olema 44 mm paks; teine raam võib olla 34 mm. Väiksemate akende puhul võiksid mõlemad raamid olla 34 mm puust.

Klaasivalts on välimisel raamil, nagu tavaliselt, väljaspool. Seesmisel raamil peab aga klaasivalts olema laudapoolsel küljel, nagu see ka näidatud joonistel 16 ja 24. See on vajalik selleks, et õhuvool saaks mööda aknaraami takistamatult üles voolata, ilma et alumise raampuu taha tekiksid pöörised. Akna hingedeks on umbes 3 mm vitsrauast tehtud tapphinged. 8—10 mm läbimõõduga raudpulgast tapp on lehe külge kinnitatud kas keevituse või neetamise teel. Tapping kinnitatakse kruvidega piidapuu külge, kuna sama paksusega vitsrauast tehtud ja hingetapist veidi laiema väljalõikega varustatud hingevaste on samuti kruvidega kinnitatud aknaraami allserva külge. Tappingeale vastavalt tuleb teha väljalõige ka aknaraami puusse.

Aknaraami hoidmiseks suletud olekus tuleb see varustada tavalise sulguriga või pööraga. Akna avamisel ohtramaks õhustamiseks tuleb raamid kallutada nii kaugemale sissepoole, et vaba avaas aknaraami ülaserva ja seina vahel oleks umbes 200 mm.

Akna paigalhoidmiseks selles asendis tuleb iga raamiserva äärde kinnitada lehtrauast aknatugi. Tugi kinnitatakse piida külge.

Aknaraami eest võtmiseks tuleb see avatud olekus üle hoide-toe lihtsalt lauta tõsta.

Joonisel 25 on toodud 1949. a. ehitatud vent-akna ülesvõte ühes ENSV Sovhooside Ministeeriumi laudas.

Lauda välisuks peaks olema tihe ja soojapidav. Parima lahenduse annab soojapidava täidisega uks, kus täidise siseküljele on asetatud pärgamiinist või tõrvapapist aurutõke.

V. LAUDA ÕHUSTUSSEADMED

Õhustusseadme tähtsust on korduvalt rõhutatud eespool. Sama pidevalt kui kari veeauru ja reogaase eritab, peab õhustusseade need laudast kõrvaldama, töötades ööd kui päevad. Sajapealist lüpsikarja teenindav õhustusseade peab laudast kõrvaldama ligi 1000 kg auruks muudetud vett ööpäevas. Kui sellest kogusest väiksema murdosa laudas sadeneb või kui seade lühikesekski ajaks seisma jääb, siis muutub laut kohe niiskeks.

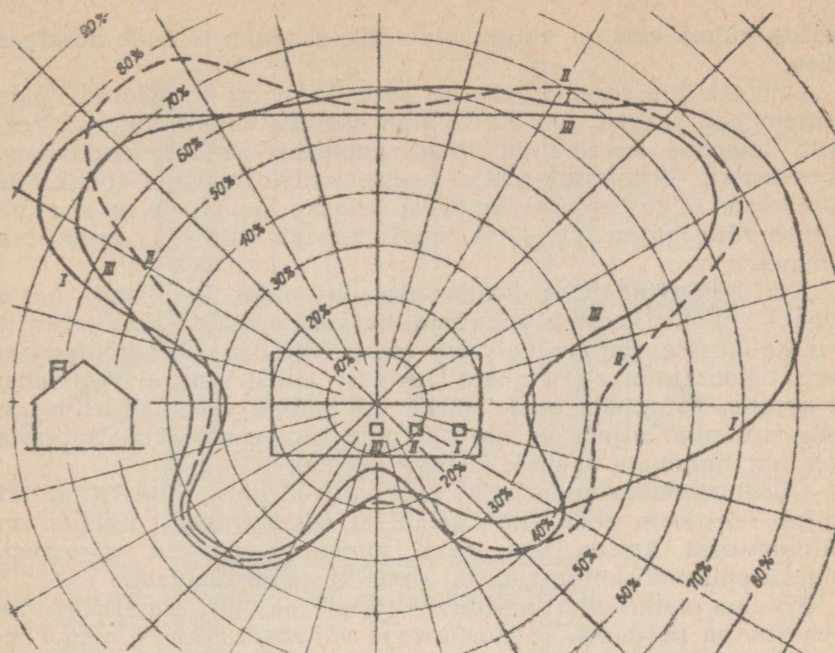
Õhustusseade nõuab seepärast tõsist hoolt kavandamisel ja ehitamisel, et ta püsivalt ja laitmatult suudaks täita oma ülitähtsat ülesannet.

Loodusliku tõmbega seade, mis ära kasutab loodusseadust, et soe siseõhk on kergem jahedast välisõhust ja seetõttu voolab lahtises püsttorus ülespoole, on karjalaudas alati kindlam ja usaldatavam kui mistahes masinseade. Viimastest tuleb kõige sagedamini kasutusele elektertuulik. See riist nõuab aga erioskuslikku installatsiooni, järelevalvet ja voolu kulu, mistõttu loodusliku tõmbega seade on tavaliselt odavam ehitada ja ka odavam majandada. Käesolevas arutluses peatume seepärast ainult loodusliku tõmbega seadmetel.

Tuule surve ärakasutamine laudaõhu vahetamiseks läbi rõhtsate torude ei anna tegelikkuses kuigi rahuldavaid tulemusi. Samuti ei tohi me lootma jääda ka korstnatõmmet soodustavale tuule toimele, sest õhustus peab toimuma ka vaikse ilmaga. Õhustusseade tuleb seepärast rajada põhimõttele, et ajejõuks (liikuma panevaks jõuks) on püsivalt ja pidevalt mõjuv raskustungide vahe sooja ja jaheda õhu vahel. Tuule toimet tuleb arvestada ainult selleks, et see õhustust halvata ei saaks.

Et teostada laudaõhu vahetamist välisõhuga, tuleb ehitada seadmed nii tarvitatud ja niiske laudaõhu kõrvaldamiseks kui ka värske ja kuiva välisõhu sissetoomiseks lauta. Esimest ülesannet täidab tavaliselt õhustuskorstn.

Õhustuskorstnate arv. Laudal olgu ainult üks, kuid hea korsten. Lisaks teenindamise hõlpsusele ja odavamale ehitusele nõuab seda ka loomade tervishoid. Soojuse ebaühtlus laudas ja tuuletõmbe ebaühtlus väljas võivad mitme korstna olemasolu puhul õhuvoolu mõnes neist tagurpidi pöörata. Korstnast alla-



Joon. 26. Tuule tekitatud tõmme laudakatuse külgpinnal asetsevas rõhtkatusega korstnas olenevalt korstna paigutusest ja tuule suunast. Öhu kiirust korstnas (protsentides tuule kiirusest) kujutab joone kaugus keskpunktist. Kiirus on kõige väiksem (12,5% tuule kiirusest), kui korsten asub tuulepoolsel küljel keset hoonet.

voolav külm õhk langeb siis otse loomadele ja võib põhjustada ohtlikku külmetust.

Joonisel 26, mida ligemalt vaatleme hiljem, on kirjanduse andmete najal toodud näide sellest, kuidas ebahülgeline on lisatõmme, mida tekitab üle katuse puhuv tuul. Olenedes tuule suunast ja korstna paigutusest võib lisatõmme suuresti erineda.

Nõue, et laudal ei tohi olla ühe ruumi kohta üle ühe õhustuskorstna, kehtib nii suure kui väikese lauda kohta. Suurtes lautades võib korstna vajalik suurus ulatuda mitme ruutmeetri. Nagu seda kinnitavad tegeliku elu kogemused ehitatud lautades, ei too see mingeid raskusi majandamisel.

Õhustuskorstnate paigutus. Nagu sellest juttu oli varemalt, imeb jahe ja kuiv välisõhk laudas soojenedes enesesse veeauru ja viib selle laudast lahkudes endaga kaasa. Tingimuseks on aga seejuures, et õhk ei jahtuks enne laudast lahkumist: muidu heidab ta osa võetud veekoormast jälle maha. Seepärast tuleb õhustuskorsten paigutada lauda kõige soojemasse kohta ja hästi

kaitsta külma eest, et väljavoolav õhk ei saaks jahtuda korstnas olles.

Lauda kõige soojem koht on seal, kuhu on koondatud kõige suurem arv raskeid loomi. Korstna asetuse valikul tuleb arvestada loomade asetust ja heinavinnamise seadet laudalakas. Soovitav on, et korstna ava ei asetseks otse loomade kohal. Siis pole karta, et kaste- või vihmavesi langeks loomadele, ja korstna katuse võib julgesti ära jätta. See lihtsustab ehitust ja soodustab tömmet.

Kui heinavinnamise seade asetseb, nagu tavaliselt, harja joonel, tuleks korsten nihutada harjast eemale, soovitatavalt 3 m kaugusele. Selline väiksem eemalenihutus lauda kõige soojemast kohast on alati lubatud. Ainult sellist viga ei tohi teha, et korsten paigutada lauda nurka või külma viilu äärde. Nagu seda arutame hiljem, ei ole ka tuule tõmbe seisukohalt tarvis korstnat tingimata asetada katuse harjale.

Õhustuskorstna materjaliks on tavaliselt puit. Sellest tingitult on ka lõõri kuju nelinurkne. Metallist või eterniidist korsten on puitkorstnast kallim ega paku nimetamisväärseid paremusi. Õigesti ehitatud puitkorsten on sama hästi vastupidav.

Korstna otstarbekat tarindust kujutab joon. 27. Kandvaks elementiks on nurgapostid jämedusega vähemalt 80×80 mm. Postide külge lüüakse rõhtlatid, mille külge naelutatakse püstlaudadest sisevooder. See koosneb kitsastest hõõveldatud ja sulundatud 25 mm laudadest, mis enne paikapanemist tuleks immutada seenetõrje vedelikuga.

Enne sisevoodri lõõmist asetatakse paika pärgamiinist (heast asfaltpapist) niiskuse-eralduskiht, mis peab korstna soojapidavat täidist kaitsma laudaõhu kasteniiskuse eest. Asfaltpapi kangad tuleb hoolikalt paika panna tihedate põkukohtadega, hoidudes vigastamast aurutihedat kihti nii voodri kui ka korstna täidise paigaldamisel.

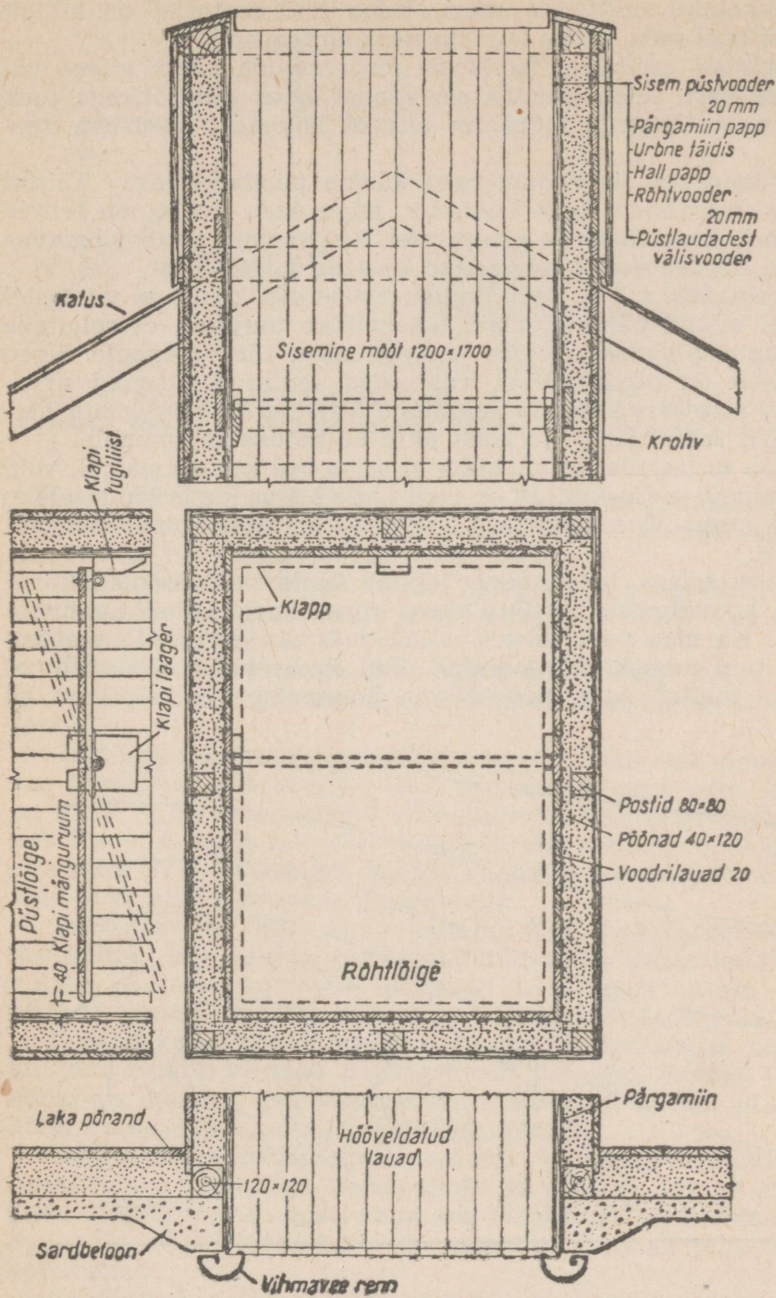
Pärgamiini puudumisel tuleks kasutada head tõrvapappi, mis tuleks asetada kahes kihis.

Aurutõke peab täidist kaitsma kogu korstna ea vältel ja nõuab seepärast head materjali ja kohusetruud tööd.

Korstna välisvooder on kanditud 20—25 mm rõhtlaudadest. Selle siseküljele asetatakse kiht Kehra pappi või muud halli pappi, mis takistaks täidise väljalvalgumist ja tuule läbipuhumist, kuid mitte niiskuse väljakuivamist täidisest. Kordame: tihe asfalt- või tõrvapapp peab olema lõõripoolsel küljel, hall papp aga väljaspoolel.

Korstna täidiseks on kõige soodsam kasutada masinhöövli laaste, puhast kuiva saepuru, linaluid või muud taolist materjali. See tuleks kihtide kaupa paigaldada ja kinni tampida välisvoodri lõõmisel.

Täidisekihi paksus peaks, rangelt nõudes, olema sama suur kui välisseinas, s. o. 20 cm. Korstnaõhu jahtumise ärahoidmiseks pii-



Joon. 27. Lauda õhustuskorstnen lõõri suurusega 1200—1700 mm. Selle korstna välisvaadet ehitatud kujul näeme ülesvõttel joon. 38.

sab meie oludes 10 cm, kuid niiskuse sadenemise vältimiseks aurutõkkekihil on tarvis enam. Kuna täidismaterjal on küllalt odav, ei tasu seda säästa laudakorstna ehitamisel.

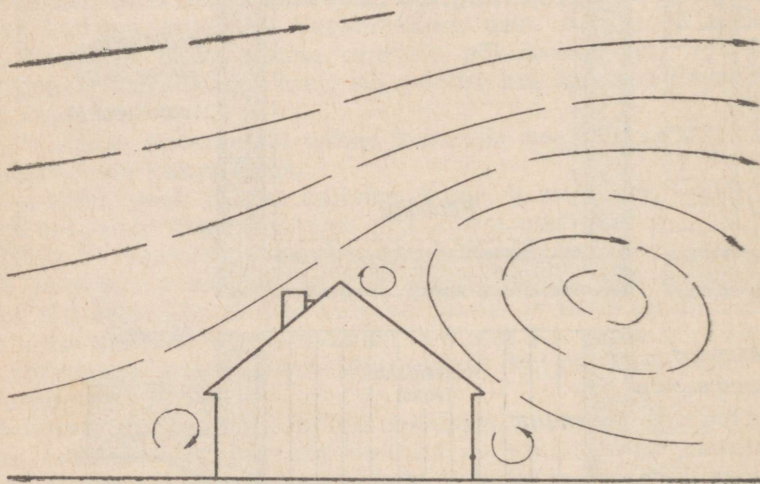
Et kaitsta laudalage korstnast sissevalguda võiva vihma või lumevee eest, tuleb korstna sisevooder koos aurutõkkega tuua läbi lae ja lõpetada mõni cm allpool laudalage asetseva veeninaaga.

Kordame, et sisevooder peab olema püstlaudadest. Täiesti väär on sisevooder lüüa kallakuti, nagu seda kohati on tehtud korstna jäikuse tõstmise kaalutlusel. Kaldvooder juhib vihmavee korstna nurkadesse ja soodustab korstna kõdunemist.

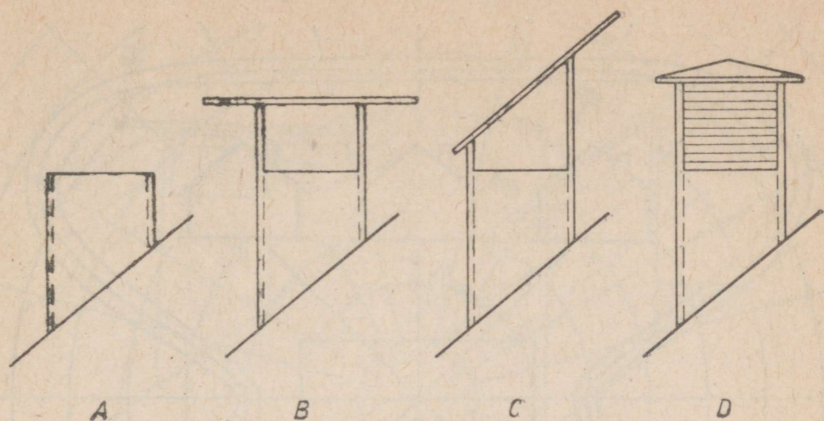
Korstnapea, s. o. korstna katusepealse osa kohta on viimastel aastatel tehtud põhjalikumaid teaduslikke uurimisi, et selgitada korstnapea pikkuse, asetuse ja kuju mõju tõmbevõimele. Need uurimised on näidanud, et vastuoksa senini valitsenud arvamusele, pole tarvis püüda paigutada korstnapead tingimata harjale, vaid selle võib väga hästi jätta ka katuse kaldpinnale.

Tuleb arvestada, et välisõhk ei seisa pea kunagi paigal, vaid liigub pidevalt. Keskmiselt on meil tuule kiirus karja laudasoleku kuudel sisemaal vähemalt 3,2 m/sek. ja rannikul vähemalt 5 m/sek.

Tuules seisev laudahoone tekitab tuule voolujoontes kõverusi ja koondumisi, mistõttu tuule kiirus harja kohal tunduvalt tõuseb. Ka maa peal seistes võime märgata, kui võrd tugevasti puhub tuul ümber hoone nurga. Piki katusekallet üles juhitud õhuvool tekitab suuri pöörisvoole hoone taga ja mõnikord ka



Joon. 28. Tuule voolujooned katuse kohal. Hoone taga tekkiva pöörise tõttu voolab õhk ka tuulealusel küljel üles mööda katuse pinda harja poole.



Joon. 29. Tavalisimaid korstnapea tüüpe. A — katusega korsten, B — rõhtkatusega korsten, C — kaldkatusega korsten, D — piluvõre-peaga korsten.

väiksemaid keeriseid hoone ees. Selle kogutulemuseks on, et õhk voolab mööda katuse pinda ikka üles, olgu see tuulepoolel või ka tuulealusel küljel (joon. 28).

Tuule puhudes tõuseb katuse kaldpinnale paigutatud korstna tõmbevõime üsna tunduvalt, eriti tuulealusel küljel, kus valitseb osaline õhu alasarve.

Korstnapea kaju mõju tuule tekitatud tõmbele. Kõige suurem on tuule tekitatud tõmme, kui korsten on ilma katusega (Tüüp A joon 29).

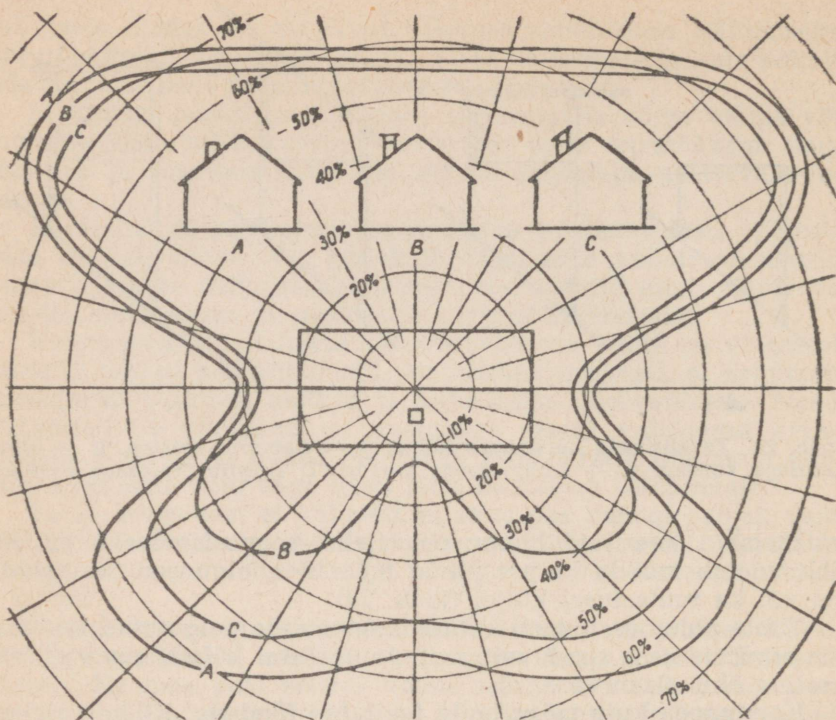
Juhtumil kui lauda temperatuur on sama, mis välisõhulgi, s. o. kui täiesti puudub korstna enda sisemine tõmme (näit. kui laut on tühi), on tuule imemisest tekitatud voolukiirus katusega korstnas 30—90% tuule kiirusest. Katusega korstna kõrval võiks kõne alla tulla veel rõhtse või kaldse katusega korstnapea, kui kõrvale jätta ebaotstarbekas piluvõrestik.

Korstnakatuse mõju tuule tekitatud tõmbele kujutab joonis 30, mis näitab, kui suur on tuule tekitatud voolu kiirus laudakatuse küljele asetatud korstnas, olenevalt korstnapea kujust. Voolukiirus korstnas on väljendatud protsentides tuule kiirusest.

Rõhtne katus annab nõrgema tõmbe kui kaldkatus, eriti siis, kui tuul puhub korstna poolt küljest otse risti hoonet. Tõmme on kõige suurem, kui korsten on tuulealusel küljel, ja on siis kõigi kolme tüübi puhul praktiliselt võrdne.

Kaldkatusega korstnapea paremus võrreldes rõhtkatusega tuleb sellest, et mööda katusepinda ülesvoolav õhk ei saa põrkuda vastu korstnakatust, nagu see toimub rõhtse korstnakatuse puhul (joon. 31). Eriti halb on sellelt seisukohalt piluvõredega korstnapea.

Kaldkatust ei tohiks kasutada, kui korstnakatus jääb tunduvalt kõrgemale harjast, sest üle harja voolav tuul võib põrkuda



Joon. 30. Tuuletõmme õhustuskorstnas olenevalt korstnapea kujust ja tuule suunast. Parima tõmbe annab katuseeta korsten. Selle järelle kaldkatus ja kõige madalama — rõhtkatus, eriti tuulepoolisel küljel (12,5%).

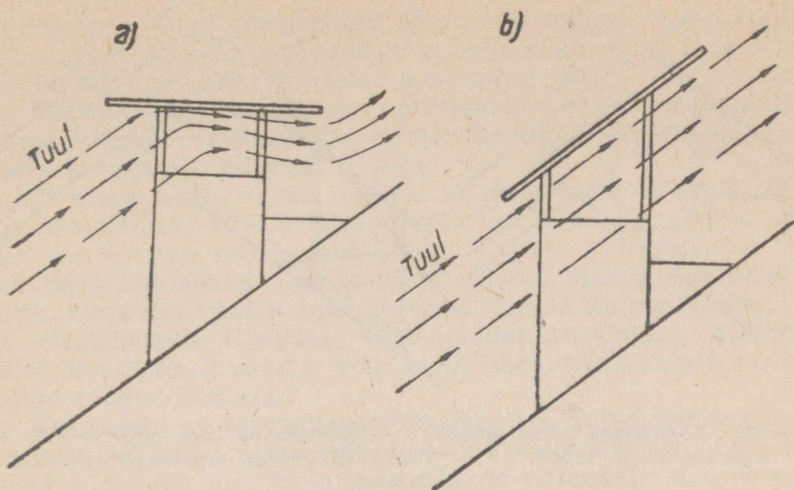
vastu alla-tuule asetsevat korstnakatust ja halvata korstna tõm-
met (joon. 32).

Harjal asuva korstna puhul tuleb tarvitusele ainult rõhtne
katus. Arvestades lihtsamat ehitust ja paremat vihmakaitset,
tuleks seda pooldada ka katuse külgpinnal.

Katuse kaldpinnal asetseva korstnapea pikkuse kohta näita-
vad uurimised, et tuule tekitatud lisatõmme on veidi parem, kui
pikkus on väiksem.

Korstna ots ei tarvitse seepärast ulatuda katusepinnast kõr-
gemale kui seda nõuab kaitse lume eest. See järeldus on majan-
dusliku tähtsusega, sest katusest väljaulatuv korstnapea tuleb
erivoodriga või plekk-kattega kaitsta sademete eest, mis teeb
selle ehituse kalliks — eriti muidugi suuremate korstnate puhul.
Uldiselt võib seepärast ütelda, et korstnapea harjapoolne serv
ei tarvitse ulatuda kõrgemale üle katusekatte pinna kui 50 cm.

Korstnapea paigutuse mõju tuule tekitatud lisatõmbele on
leuda õhustamise seisukohalt praktiliselt tähtsusetu. Ainult



Joon. 31. Laudakatuselt ülesvoolava õhu voolujooned olenevalt korstnakatuse kaldest; a — rõhtkatus, b — kaldkatus.

ligema viilu poolt puhuva tuule puhul on lisatõmme suurem, kui korsten on viilu ligidal (joon. 26).

Seega võime korstna paigutada sinna, kus see lauda olude kohaselt on kõige soodsam.

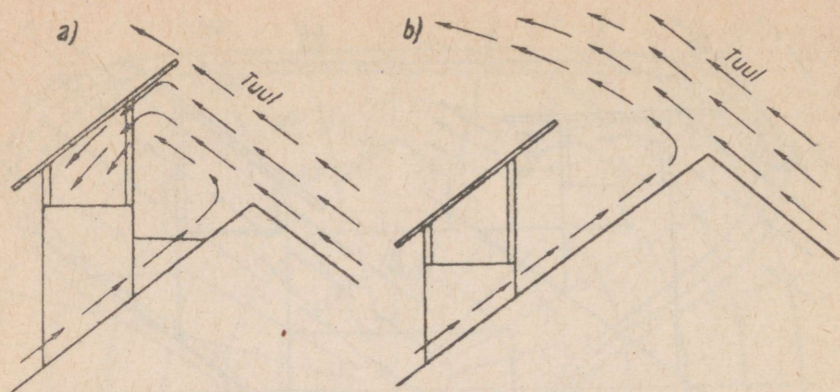
Nagu seda nägime joonistelt 26 ja 30, on tuule tõmme eriti teravalt erinev, kui korstnad asetsevad katuse eri külgedel. Tuulealusel küljel on tõmme 3 kuni 5 korda suurem, kui tuulepoolisel. See asjaolu võib viia selleni, et tuulepoolne korsten hakkab tagurpidi töötama. Seepärast, kui mingil põhjusel tarvis on ehitada mitu korstnat, peaksid need asetsema katuse samal küljel.

Tuule tekitatud tõmbe arvestamise tähtsus. Tuletame meelde, et eespool oli kogu aeg juttu tõmbest, mille tekitab üle laudakatuse voolav tuul. Sellest tulenev õhukiirus korstnas on 30—90% tuule kiirusest, mis sisemaal on keskmiselt 3,2 m/sek.

Tuule tekitatud lisatõmme on seega keskmiselt $0,3 \times 3,2 = 1,0$ m/sek., seega sama suur kui temperatuuri vahedest tekitatud keskmine tõmme.

Lauda õhustus peab aga töötama lakkamatult iga ilmaga. Seepärast ei tohi me kunagi jääda abi ootama tuulelt, vaid peame hoolitsema, et korstna tõmbevõime oleks küllaldane ka vaikse ilmaga, nagu sellest juba juttu oli õhustuse peatükis.

Lauda ehitaja ja majandaja peab aga ligemalt tundma ja arvestama tuule mõju, et hoiduda kõigest sellest, mis tuulel lubaks halvata korstna töötamist, s. o. õhuvoolu takistamist või koguni tagurpidi pööramist.



Joon. 32. Korstnapea paras pikkus. a — Korsten on liiga pikk ja jääb ette üle harja puhuvale tuulele, b — Paraja pikkusega korstnapea jääb harjatuule varju.

Korstnakatuse küsimuses on uurimistööd täpsemalt selgitanud ulatuse, mille võrra katus takistab õhuvoolu korstnas.

Sageli on kombeks korstna ülaserva ja korstnakatuse vahele asetada lattidest piluvõrestik (žalusii), et takistada vihma sissesadamist korstnasse. Väljavoolav õhk peab aga piluvõrestikus tegema järsu pöörde, mis koos voolutee kitsendusega, pöörivooludega ja eriti veel tuule toimega moodustab niivõrd suure voolutakistuse, et korstna tõmbevõime langeb keskmiselt 50% võrra. Teiste sõnadega: kui korstnapeast kõrvaldada piluvõrestik, võib korstna tõmbevõime tõusta 100% võrra.

Piluvõrestik on seega sama hea kui korstna vähendamine pooleni. Seepärast tuleb hoiduda piluvõre kasutamisest uutel korstnatel. Kus võimalik, tuleks ta kõrvaldada või vähemalt avardada ka olemasolevatel korstnatel.

Lihtsaima katuse moodustab ristamisi löödud 25 mm laudadest kahekordne rõhtlaudis. See tuleks asetada vähemalt $\frac{3}{4}$ korstna külgmõõdu kõrgusele üle korstna serva, et mitte takistada tõmmet. Laudise laius peaks olema vähemalt kaks korstna külgmõõtu, et takistada vihma sissesadamist. Pealt tuleb laudis katta ruberoidiga, lainelisest eterniidist või taolisest materjalist kattega.

Selline katus tuleb küllalt kallis ehitada ja korras hoida laudast väljuvate niiskete gaaside õhkkonnas. Pealegi ei anna katus täit kaitset vihma ja tuisu eest.

Arvestades, et vihma sajab ikka sooja ilmaga ja et sissesadav veehulk pole suur võrreldes loomade poolt eritatud vedelikega, tuleks üldiselt pooldada lihtsat katustamata korstnat. See tuleks paigutada vahekäigu kohale, et allavalguv vihmavesi ei langeks loomadele.

Peaaegu kogu sissevoolav vihmavesi valgub pikas korstnas alla mööda korstna sisevoodrit ja selle saab soovi korral kinni püüda korstna allserva asetatud renniga.

Korstna klapi ülesandeks on õhutõmbe ja seega kogu lauda õhustuse reguleerimine. Klapp tuleb hoolikalt ehitada, et ta alati oleks kergesti ja hõlpsasti säetav.

Et klapp saaks vabalt liikuda, tuleb ta teha umbes $\frac{1}{20}$ võrra korstna laiusest kitsam. Muidu võib klapp suletud olekus paisudes end korstna seinte vahele kinni kiiluda. Läbi servapilu voolab veidi laudaõhku üles ka klapi suletud olekus, mis ongi tarvilik, kuna soe vool ei lase korstnal täituda külma õhuga.

Väiksemates lautades, vasikalaudas ja sigalas, kus sooja tuleb hoolikamalt säästa, võib klapi tihendada korstna siseseina külge löödud liistuga.

Kui klappi on tarvis parandamiseks või korraldamiseks maha võtta, tuleb klapi ülaseriale asetatud obadusele kinnitada köis, klapp hingedelt üles tõsta ja siis lauda põrandale alla lasta.

Klapi reguleerimine toimub peene terasvaieriga või ketiga, mida saab igas asendis kinnitada korstna allotsas oleva raudpulga külge. Kuna klappi tuleb alatasa seada, peaks reguleerimine olema kerge ja hõlpus ning teostatav vahenditult otse lauda põrandalt.

Korstna tõmbevõime tõstmiseks olemasolevas laudas tuleb täpsemalt tundma õppida tegureid, millest olenevad õhuvoolu takistused. Selle kohta on toodud ligem arutus ja soovitused õhustuskorstna arvutust käsitleva peatüki lõpus.

Värske õhu sissevooluavad. Lauda õhustuseks kulub suur hulk õhku ja selle sissetoomiseks lauda tuleb ehitada erilised avad. Kõige otstarbekam on õhu sissevoolu avad paigutada akendes, kus on kasutatud reguleeritava õhupiluga nn. vent-tüüpi raami. Seniste kogemuste kohaselt on selline õhuava andnud kõige paremaid tulemusi.

Nagu sellest pikemalt juttu on õhustusseadmete hooldamise kirjelduses, nõuavad need aknad erilist hoolt ainult tugeva tuule puhul, et vältida õhupilude jäätumist tuulealusel küljel.

Uldiselt tuleks seepärast vent-tüüpi aknaid pooldada kõigis uutest ehitistest. Olemasolevates lautades on õhu sissevoolu avad enamikus liiga väikesed, ja siingi tuleks õhustuse korrastamisel mõelda vent-aknale. Olemasolevaid aknaid saab enamasti võrdlemisi kergesti ümber ehitada ja töötama panna vent-akna põhimõttel. Selleks on ainult tarvis tiibhinged asendada tapphingedega ja aken varustada õhupiluga kas raami ja piida vahel või ka piida all.

Kõige lihtsam seinas olev õhuava on sirge kanal läbi seinas. See tuleks varustada reguleeritava klapi ja juhtvarjuga, mis sissevoolava jaheda õhu suunaks vastu laudalage.

Õhuavade paigutamisel tuleks püüda nad ära jaotada võimalikult ühtlaselt üle lauda seinte, et õhuvahetus oleks ühtlane.

Õhuava paras kaugus laudalaest on 50 cm. Kunagi ei tohi õhuava teha nii, et külm õhk paiskuks põranda ligidale.

Kiviseintes on sissevoolu kanalid mõnikord tehtud püstkanaliteks sel kaalutlusel, et õhk saaks lauta sisse voolamisel soojeneda. See on aga pettekujutus, sest õhk viibib kanalis vaevalt mõne sekundi ega suuda selle ajaga kuigi oluliselt soojeneda. Küll aga teeb külm õhk sein kanalit ümbruses külmaks ja põhjustab seinat higistamist ja härmatumist. Püstkanalid, mis pealegi on kallimad ehitada, ei ole seepärast otstarbekohased.

Olemasolevates lautades, kus on ilmselt näha püstkanalite halvad küljed, tuleks kaaluda, kas nad ümber ehitada lihtsateks rõhtkanaliteks või hoopis sulgeda ja värske õhu sissevoolu korraldada aknapilude kaudu.

Õhustusseadmete hooldamine. Nagu nägime eespool, tuleb lauda õhustust kohandada temperatuuriga sees- ja väljaspool lauta. See toimub tavaliselt ainult korstnaklapi reguleerimisega. Ainult suuremate külmade puhul tuleb kitsendada vent-akende õhupilusid ja sooja ilmaga kallutada aknaid.

Tuulise ilmaga nõuab aga seade ligemat tähelepanu. Laut moodustab lagedal väljal puhuvale tuulele takistuse, mistõttu tõuseb õhurõhk lauda tuulepoolisel küljel (vt. joon. 28).

Surve tõttu tuulepoolisel küljel tungib õhk läbi avade ja pilude ka lauda seesmusesse, tõstes siingi õhu rõhku. Laudas kokkukuratud õhk püüab nüüd välja pääseda läbi kõikide avade, mis ei asu tuulepoolisel küljel.

Kui nüüd värske õhu sissevooluavad tuulealusel küljel on suletud — nagu nad tugeva tuulega olema peaksid — siis voolab surutud õhk välja läbi tõmbekorstna, aidates seega veelgi tõsta temperatuuri vahest tingitud tõmmet.

Peale ülesurve tuulepoolisel küljel tekitab aga tuul tuulepöörise ja alaturve lauda tuulealusel küljel. See alaturve koos sise- ja väljaturvega paneb värske õhu sissevõtu-avad tuulealusel küljel, kui need lahti on jäetud, töötama tagurpidi. Õhu läbivool laudast toimub siis rõhtsuunas — tuulepoolsetest avadest sisse ja tuulealustest välja.

See olukord võib järsult halveneda, kui lauda korrapidaja läbitõmbe vähendamiseks suleb õhuavad tuulepoolisel küljel. Välise alaturve toimel tuulealustest akendest välja voolav õhk võib siis kogu lauda sisemuse asetada alaturve alla. Kui tuul on küllalt tugev, võib alaturve laudas ületada korstna tõmbe ja ümber pöörata õhuvoolu ühes või paaris korstnas nii, et korsten hakkab töötama värske õhu sissevoolu avana.

Välisõhk voolab siis sisse läbi korstna ja välja läbi tuulealuste lahtiste õhuavade. Õhuvool pole aga nüüd enam suunatud lauda külmemast kohast soojema poole, vaid vastupidiselt. Selle järeltulusel võib kergesti tekkida korstna lähedal olevate loomade tervist ohustav külm õhutõmme. Samal põhjusel tekib niiskus

tuulealustel õhuavadel, mis ju pole määratud ega kohandatud töötama õhu väljavoolu avadena.

Lauda õhustusseadme hooldamise juhise on seega järgmine:

Õhustuse piiramiseks tugeva tuulega tuleb esiteks sulgeda aknad ja avad tuulealusel küljel. Kui lauda õhusoojus seejuures liiga langeb, tuleb sulgeda ka avad tuulepoolel küljel ja alles viimases järjekorras vähendada õhuvoolu korstna klapi koomale tõmbamisega.

Kui aga laut on liiga soe, tuleb kõigepealt avada klapp õhustuskorstnas ja seejärel avardada värsket õhu avasid: vaikselt ilmaga mõlemal küljel, tugeva tuulega aga ainult tuulepoolel küljel.

VI. PÕHJENDUSI JA ARVUTUSI

1. SOOJAPIDAVUSE ARVUTUS

Soojapidavuse arvutust vajab ehitaja selleks, et olemasolevatest ehitusmaterjalidest välja valida need, mis igas antud olukorras on kõige tulusamad kasutada. Lauda majandaja vajab aga arvutust selleks, et ta ligemalt oskaks hinnata enda hoole all oleva ehitise soojapidavust ja täpsemalt tunneks, millistest teguritest see oleneb. Tundes soojapidavuse arvutust, saab nii ehitaja kui majandaja teadlikumalt toimida ning õigemini otsustada tegelikus elus esiletulevaid küsimusi.

Materjali soojapidavuseks nimetame tema omadust takistada sooja voolu. Mida halvemini juhib materjal sooja, seda suurem on tema soojapidavus. Väga hästi juhivad sooja metallid ja raske kivid ning kõige halvemini liikumatult paigalseisev õhk. Selleks aga, et õhk liikumatult paigal seisaks, peab ta olema suletud võimalikult väikestes mullikestes, kitsastes vahedes või peentes urvetes.

Tavalise ehitusmaterjali soojapidavus oleneb seetõttu peamiselt sellest, kui palju ta eneses sisaldab peeni, õhuga täidetud urbeid ja tühemeid. Kasukas peab sooja just seetõttu, et ta sisaldab palju liikumatut õhku; samuti ka kerge vateeritud vaip, aganad, põhk ja lumi.

Mida enam õhku sisaldab materjal, seda kergem on ta mahukaalult. Seega võib üldiselt ütelda, et mida väiksem on materjali mahukaal, seda suurem on soojapidavus. Tellis on kergem ja soojapidavam kui paekivi. Hekslitega segatud toorsavist plonn on kergem ja soojapidavam kui raske põletatud tellis. Puit on soojapidavam savist. Kerge täidismaterjal, nagu saepuru ja lina-luud, on soojapidavam puidust, tingimusel, et täidis on tiheda tellisvoodriga, tiheda krohvikihiga või ka papikihtidega hoolikalt kaitstud tuule läbipuhumise eest.

Puit koosneb peentest õhuga täidetud torukujulistest raku-kestest ja peab seetõttu ka hästi sooja: ligi viis korda paremini kui tellismüüritis.

Soojapidavuse võrdlust tähtsaimate ehitusmaterjalide kohta kujutab joonis 33, kus võrdluse aluseks on võetud 10 cm paksune männiplank. Et anda sama suurt soojapidavust, kui 10-cm-ne puidukiht, peaks raskemast materjalist kiht olema paksem. Küm-

3,3	Kuiv sammal	$\lambda = 0,05$
4,7	Saepuru	0,07
6,7	Saepuru + lubi 1:10	0,10
10	Ehituspuit	0,15
40	Õlgsavi	0,50
53	Silikaalmüür	0,80
	Paasmüür	115
	Raudkivimüür	170
		2,5

Joon. 33. Tüüpiliste ehitusmaterjalide soojapidavuse võrdlus. Joonisel on näidatud kihtide paksused, mis annavad sama soojapidavuse kui 10 cm paksune kiht ehituspuitu.

nesentimeetrisele plangule vastab õlgsavikiht 40 cm, paasmüüritis 115 cm ja raudkivimüüritis 170 cm. Lubjaga segatud (1:10) saepurutäidis võib aga olla puidust kolmandiku võrra õhem ja puhas saepuru vähemalt poole võrra.

Soojapidavuse asemel on tehnikas sageli soodsam materjale liigitada nende soojajuhtivuse järgi. Soojajuhtivus on soojapidavuse pöördväärtus: mida suurem on soojapidavus, seda väiksem on soojajuhtivus ja ümberpöörduvalt.

Ehitusmaterjali soojaerijuhtivus (λ , loe: lambda) on arv, mis näitab kui palju kilokaloreid (kcal) sooja voolab läbi ühe ruutmeetri (m^2) suuruse ja meetri (m) paksuse materjalikoguse ühe tunni (h) jooksul, kui kahe vastaspinna temperatuuride vahe on üks kraad ($^{\circ}$). Erijuhtivus määratakse mõõtmise teel erilise aparaadiga.

Materjali soojajuhtivus oleneb suuresti mahukaalust ja niiskuse sisaldusest. Tabelis 2 on toodud keskmisi soojaerijuhtivuse (λ) väärtusi lauda tavalisemate ehitusmaterjalide kohta keskmise mahukaalu ja niiskusesisalduse puhul.

Seina soojajuhtivust märgime tähega K. See näitab, mitu kcal sooja voolab tunnis läbi antud seinu m^2 , kui õhutemperatuuride vahe on 1° . Õhutemperatuuride suurema vahe puhul on ka soojavool võrdeliselt suurem.

Soojavool läbi seinu toimub sel teel, et voolav soojahulk 1) kandub laudast välisseina sisepinnale, 2) tungib siit edasi läbi seinu kuni seinu välispinnani ja 3) kandub välispinnalt edasi välisõhku.

Mida suuremad on igal sammul ületatavad soojatakistused,

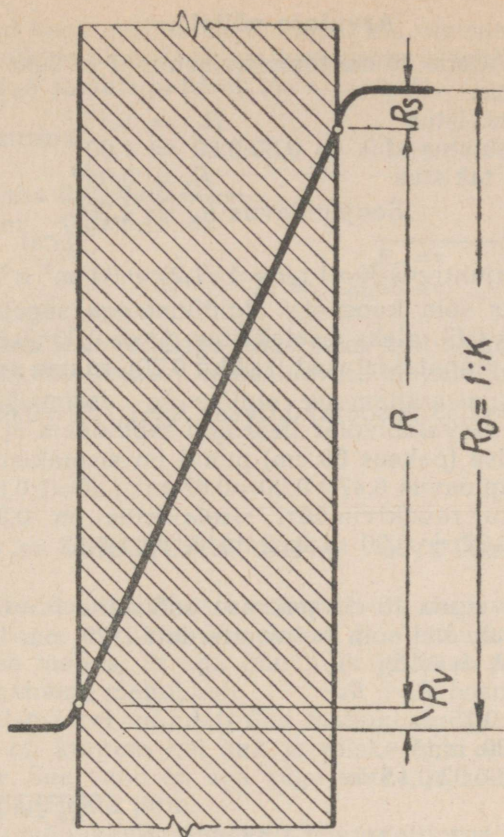
Ehitusmaterjalide soojaerijuhtivus λ

Materjali nimetus	Mahukaal kg/m ³	λ kcal m . h ^o
Seina ehitusmaterjal		
Betoon	2000	1,10
Kärgtellismüüritis	1300	0,45
Paasmüüritis	2300	1,70
Puit (risti kiudu)	600	0,15
Raudkivimüüritis	2500	2,50
Silikaattellismüüritis	1900	0,80
Tambitud savisein	2000	0,80
Tellismüüritis	1800	0,70
Õlgsavi-plonnidest müüritis	1600	0,60
Lubikrohv	1600	0,70
Roliitplaat (roogplaat)	250	0,07
TEP-plaat	300	0,08
TEP-plaat	500	0,18
Vesi	1000	0,50
Jää	917	2,00
Urbne täldismaterjal		
Katlaräbu	1000	0,25
Liiv (õhukuiv)	1600	0,70
Linaluud	150	0,05
Masihöövli puru	150	0,05
Puusõe puru	250	0,06
Põlevkivi räbu (pestud)	1000	0,25
Saepuru	200	0,07
Saepuru + lubi (1:10)	250	0,10
Sammal	150	0,05
Turbapuru	200	0,06
Õlglõikmed	150	0,05

seada väiksem on soojavool. Takistust, mis tuleb ületada lauda-õhust seina sisepinnale pääsemiseks, nimetame sisepinna takistuseks R_s (joon. 34), seina sisemise osa läbimistakistust — seina sisetakistuseks R ja välispinnalt välisõhku ülemineku takistust — välispinna takistuseks R_v .

Seina soojapidavust märgitakse tähega R_0 . See näitab aega tundides, mis kulub ühe kcal läbivoolamiseks läbi seina m², kui õhutemperatuuride vahe on 1°. Seina soojapidavus on pöördväärtus soojajuhtivusele $K = 1:R_0$.

Soojapidavuse arvutamiseks tuleb liita seina sisetakistus ning seina sise- ja välispinna takistus: $R_0 = R + R_s + R_v$. Välispinna takistus on keskmiselt $R_v = 0,05$. Sisepinna takistus on elamus keskmiselt $R_s = 0,133$. Laudas aga, kus tavaliselt puuduvad sisetakistused vaheseinad, mis oma pindadelt välja soojakiirgusega soodustavad sooja ülekandmist seintele, on sisepinna takistus suurem ja ulatub kuni $R_s = 0,20$.



Joon. 34. Seinaga soojapidavus R_0 koosneb sisepinna (R_s) ja välispinna takistuse (R_v) ning seinaga sisetakistuse (R) summast.

Lautade soojapidavuse arvutamisel tuleks seepärast arvestada keskmist väärtust ja võtta ümmarguselt $R_s = 0,15$ ja $R_s + R_v = 0,20$.

Seinaga sisetakistus R on seda suurem, mida suurem on seinaga paksus d ja mida väiksem on λ :

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

Kui aga seinaga koosneb mitmest kihist, siis on

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots$$

kus d_1, d_2 jne. on üksikkihtide paksused meetrites ja λ_1, λ_2 jne. kihi materjali soojaerijuhtivused.

Ule 25 mm laia õhkvahe soojataakistus on keskmiselt 0,20.

Arvutuse näiteid.

Näide 1: Arvutada 80 cm tampsaviseina ($d = 0,80$ m, $\lambda = 0,80$) soojajuhtivus.

Sisepinna takistus	$R_s = 0,15^1$
Seina sisetakistus $d/\lambda = 0,80:0,80 = 1,00$	
Välispinna takistus	$R_v = 0,05^1$
Soojapidavus $R_o = 1,20$	

$$\text{Soojajuhtivus } K=1 : R_o=1 : 1,2=0,83 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ h}^\circ}$$

Kui sama paks sein koosneks õlglõikmetega segatud toorsaviplonnidest ($\lambda = 0,6$), oleks sisetakistus $d/\lambda = 0,80 : 0,60 = 1,33$.

Lisades sellele pinnatakistused (kokku 0,20), saame soojapidavuse $R_o=1,33+0,20=1,53$ ja soojajuhtivuse $K=1:1,53=0,65 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ h}^\circ}$.

Paasmüüritise (paksus 80 cm) puhul on sisetakistus $0,80:1,7=0,47$ ja soojapidavus $0,47+0,20=0,67$ ning $K=1:0,67=1,50$.

Sama paksu raudkivimüüri sisetakistus on $0,8 : 2,5 = 0,32$, kogutakistus $0,32 + 0,20 = 0,52$ ja $K = 1:0,52 =$ ümmarguselt $2,0 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$.

Näide 2. Arvutada 18 cm paksuse palkseina ($d=0,18$; $\lambda=0,15$) soojajuhtivus, kui sein on vooderdatud 20 mm laudvoodriga ($d = 0,02$; $\lambda = 0,15$)

Pinnatakistused $R_s + R_v$	0,20
Palgid $0,18:0,15 =$	1,20
Õhkvahe (30 mm)	0,20
Laudvooder $0,02:0,15 =$	0,13
	<hr/>
	$R_o = 1,73$

$$K = 1:1,73 = 0,58$$

Kui aga voodriks on 70 mm roogplaat ($d=0,07$; $\lambda=0,07$) 20 mm krohvikihiga, siis on takistused:

Pinnatakistused	0,20
Palgid	1,20
Õhkvahe	0,20
Roogplaat $0,07:0,07 =$	1,00
Krohvi $0,02:0,70 =$	0,03
	<hr/>
	$R_o = 2,63$

$$K = 1:2,63 = 0,38$$

Tänu roogplaadi heale soojapidavusele tõusis sein soojapidavus 50%.

¹ Toorsavi pinna kiirgustegur on tunduvalt madalam, kui tavalistel materjalidel. Seetõttu on ka saviseina pinnatakistus suurem, kui pind on lupjamata. Suurema pinnatakistuse tõttu on aga sein sisepinna temperatuur madalam ja kasteniiskuse sadenemise oht suurem. Niiskus aga alandab soojapidavust.

Käesolevas arutluses on oletatud, et need kaks tegurit üksteist tasakaalustavad ja saviseina pindade takistuseks on võetud $R_s + R_v = 0,2$, samuti kui muude materjalide puhul.

Vaatame nüüd veel, milline on tulemus, kui olemasolev laudvooder asetada palkide pinnast 10 cm kaugusele ja tekkinud õhkvahe täidistada kuiva samblaga ($d=0,10$; $\lambda = 0,05$).

Pinnatakistused		0,20
Palgid		1,20
Sammaltäidis	0,10:0,05 =	2,00
Laudvooder	0,02:0,15 =	0,13
		<hr/>
	$R_0 =$	3,53
	$K = 1:3,53 =$	0,28

Võrreldes lihtsa laudvoodruga aitas paks kiht sammalt tõsta soojapidavuse kahekordseks. Olemasolevate lautade ja elamute soojapidavuse tõstmisel on selline sammaltäidisega vooder üks mõjuvamaid ja maaoludes hõlpsasti rakendatavaid vahendeid.

2. ÕHUSTUSKORSTNA ARVUTUS

Ajefõuks loodusliku õhustuse puhul on, nagu öeldud, mahukaalu vahe sooja ja külma õhu vahel. Soojenemisel õhk paisub, s. o. suureneb mahus. Et aga õhu hulk ja kaal samaks jäävad, siis peab vähenema mahukaal.

Väiksemal määral mõjutab õhu mahukaalu ka veeauru sisaldus. Veeaur on kergem kui õhk ja niiske õhk on seetõttu kergem kui kuiv. See vahe on aga väga väike ja selle võime arvutis tähele panemata jätta.

Kuiva õhu mahukaalu olenevalt temperatuurist näitab tabel 3. Mida suurem on temperatuuri vahe sise- ja välisõhu vahel, seda suurem on ka õhu mahukaalude erinevus ja seda suurem on jõud, mis paneb õhu liikuma.

Laudaniiskuse kõrvaldamiseks vajalik õhuhulk kõigub üsna suurtes piirides, olenedes temperatuurist. Õhustusseadmete arvutamisel ja mõõdete määramisel tuleb aga arvestada kõige ebasoodsamat olukorda, sest õhustusseade peab laitmatult ja vahetpidamatult töötama igas — ka ebasoodsaimas — olukorras.

Kõige ebasoodsam välistemperatuur lauda õhustuse seisukohalt on 0° ja $+5^\circ$ vahel. Õhk on siis veel liiga jahe, et võiks avada aknad ja lauda otseselt läbi õhustada. Teisest küljest on aga temperatuuri vahe sise- ja välisõhu vahel niivõrd väike, et korstnatõmme on nõrk ja seetõttu on väljavoolav õhuhulk väike.

Õhu sissevooluavad võib selles olukorras avada pärani, mistõttu õhu sissevoolu takistus langeb madalale ja selle võib arvutuses võtta võrdseks nulliga. Sise- ja välisõhu kaalude vahest tekitatud surve, s. o. korstna tõmme kulub selles olukorras tervenisti kõik ainult selleks, et ületada voolutakistused õhustuskorstnas.

Kuiva õhu mahukaal olenevalt temperatuurist
(Õhurõhk 760 mm Hg)

Tempe- ratuur	+20°	+15°	+10°	+5	0°	-5°	-10°	-15°	-20°	-25°
Mahu- kaal kg/m ³	1,2046	1,2255	1,2472	1,2697	1,2931	1,3173	1,3424	1,3685	1,3957	1,4240

Õhutõmbe arvutus. Uhe m³ õhu kaal, mida nimetame mahukaaluks, on näidatud eespooltoodud tabelis. Kui mõttes kõrvutada kaks 1 m külgmõõduga õhukuupi, mille temperatuur on erinev, siis on surve külma õhukuubi põhipinnal veidi suurem kui sooja õhumassi puhul.

Survevahe põhipinna m²-le on võrdne mahukaalude vahega väljendatud kilogrammides kantmeetri kohta (kg/m³). Kui näiteks sisetemperatuur on +10° ja välistemperatuur -10°, siis on mahukaalud vastavalt 1,2472 ja 1,3424 ning mahukaalude vahe 1,3424 - 1,2472 = 0,0952 kg/m³. Kõrguse iga meetri kohta on survevahe 0,0952 kg/m². Kui näiteks korstna kõrgus on 5 m, siis on tõmme 5 · 0,0952 = 0,4760 kg/m² ehk samapalju mm vee-sammast (mm vs), mida tavaliselt kasutatakse surve mõõtühikuna õhustuse arvutamisel.

Tabelis 4 on näidatud õhutõmme püsttorus iga m pikkuse kohta, olenevalt sise- ja välisõhu temperatuurist.

Tabel 4

Õhutõmme (Δj) püsttorus olenevalt välis- ja siseõhu temperatuurist.

Välis- tempe- ratuur	Õhutõmme Δj olenevalt sisetemperatuurist mm vs/m			
	+5°	+10°	+15°	+20°
-30°	0,1838	0,2063	0,2280	0,2489
-20°	0,1260	0,1485	0,1702	0,1911
-10°	0,0727	0,092	0,1169	0,1378
-5°	0,0476	0,0701	0,0918	0,1127
0°	0,0234	0,0459	0,0676	0,0885
+5°	0	0,0225	0,0442	0,0651

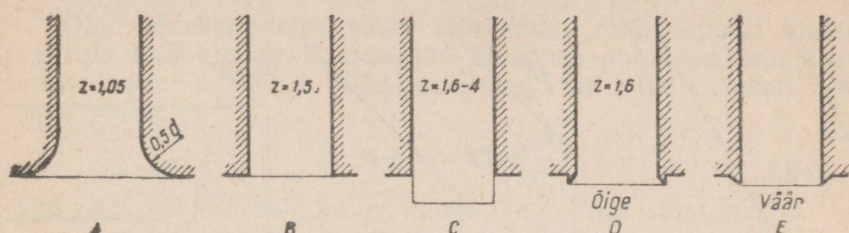
Kõrgemas korstnas on tõmme seda suurem, mida suurem on korstna püstne pikkus H . Seega $\Delta p = \Delta j \cdot H$,

kus Δp = korstna kogutõmme mm vs

Δj = õhutõmme 1 m kõrguse kohta mm vs/m

H = korstna kõrgus, s. o. püstne pikkus
allservast ülaservani — m

Täpsemalt tuleks tõmmet tekitava kergema õhusamba kõrguseks võtta kõrgus värske õhu sissevoolu ava tasemelt kuni korstna tipuni. Arvutuse lihtsustamiseks ja reservi loomiseks arvestatakse lautades tavaliselt ainult korstna pikkust (H).



Joon. 35. Õhustuskorstna suudmetakistus (koos kiirenduskaoga) olenevalt suudme kujust.

Õhutõmme kulub õhustuskorstnas selleks, et anda õhule korstnasuudmes teatud voolukiirus ning ületada suudmetakistus ja hõõrdetakistus vastu korstna seinu. Suudmetakistusele lisaks võib vahel veel tulla muidki kohalikke takistusi (pöörded, piluvõred jne.)

Tõmbekadu korstna suudmes kulub esiteks selleks, et kiirendada seisvat õhku liikuma (anda talle kiirus) ja teiseks selleks, et koondada vooluioonid korstnasse ning ületada seejuures tekivad pöörisevoolude kaod. Kogu tõmbekadu suudmes on

$$\Delta p_s = z \frac{jv^2}{2g}$$

kus j = õhu mahukaal kg/m^3 ,

v = õhu kiirus m/sek .

g = maa kiirendus = $9,81 \text{ m/sek.}^2$

z = takistustegur, mille suurus oleneb suudme kujust.

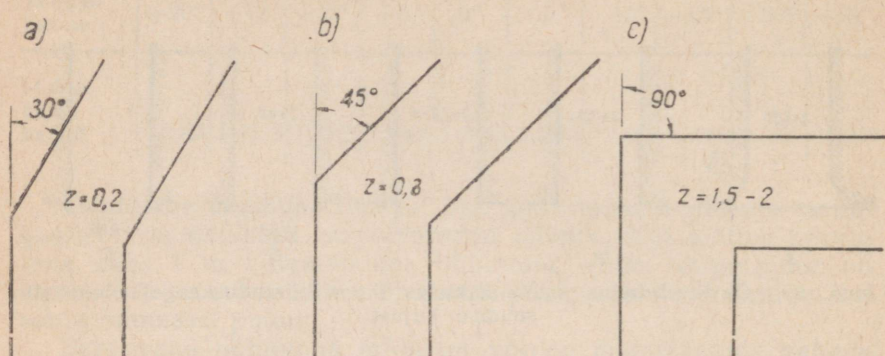
Suudme takistusteguri suurust olenevalt suudme kujust näitab joon. 35. Hästi ümardatud servadega suudme puhul on $z = 1,05$, tavalise kandilise suudme puhul $z = 1,5$. Takistus tõuseb järevalt, kui suudmesse voolav õhk peab tegema järske pöördeid, mis tekitavad pöörisevoolu.

Olenedes seesmise serva teravusest võib joonisel 35-C näidatud kuju tõsta suudme kogutakistust kuni 250%. Kui palju see vähendab korstna tõmmet ja milline praktiline tähtsus on sel asjaolul, seda näeme hiljem toodavas näites.

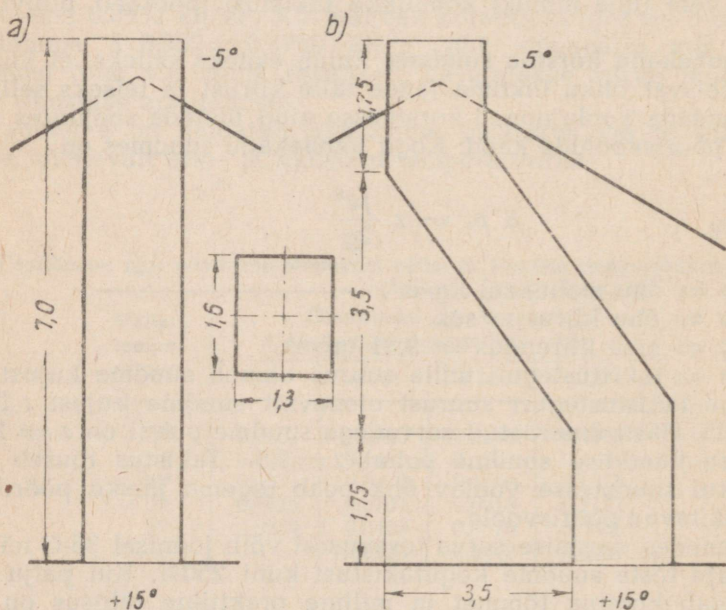
Kui korstna allserv varustada veeninaga, tuleks see teha lööri avardava löikega umbes 45° all (joon. 35-D). Terav kant siseserval (joon. 35-E) tekitab pöörisevoolu ja tõstab takistust tunduvalt, mispärast niisugusest kandist tuleb hoiduda.

Toru kõverused ja käänud tekitavad lisatakistust, mida samuti

võib arvutada valemiga $\Delta p_1 = z \frac{jv^2}{2g}$, milles teguri z suurused on näidatud joonisel 36.



Joon. 36. Õhustuskorstna kõveruse voolutakistus.



Joon. 37. Arvutusnäide $1,30 \times 1,60$ m korstna kohta. a — sirge korsten, b — kõver korsten.

Väga suure takistuse annab korstnapeas asetsev piluvõrestik, mille z võib ulatuda kuni 5-ni.

Korstna arvutamisel tuleb liita kõik selles esinevad takistus-
tegurid $z_1 + z_2 + z_3 + \dots = \Sigma z$.

Eelloetletud nn. kohalike takistuste ületamiseks kuluv tõmbe-
kadu on seega kokku $\Delta p_k = \Sigma z \cdot \frac{jv^2}{2g}$.

Õhu hõõrdetakistus vastu lõõriseinu tuleb samuti ületada
korstna tõmbejõuga. Loodusliku õhustuse puhul on õhu kiirus
vaevalt paar m/sek. ja hõõrdetakistuse võib küllalt täpselt arvu-
tada valemiga

$$\Delta p_h = CL \frac{jv^2}{2g},$$

kus Δp_h = hõõrdele kuluv tõmbe langus (takistus) mm vs

L = korstna lõõri pikkus m

$$C = \frac{108}{d^{1,281}} \quad (= \text{korstna mõõdetest olenev arv})$$

d = ümarlõõri läbimõõt või rudulise lõõri külgmõõt
millimeetrites.

Teguri C suurus on toodud tabelis 5 olenevalt lõõri läbimõõ-
dust. Kui nelinurkse lõõri mõõted on a ja b , siis on ekvivalentne

$$\text{läbimõõt } d = \frac{2ab}{a+b}.$$

Lauda avaras õhustuskorstnas on hõõrdetakistus praktiliselt
sama — olgu lõõripinnaks laud, papp, plekk või eterniit.

Korstna kogutakistus on seega

$$\Delta p = \Delta p_k + \Delta p_h = (CL + \Sigma z) \frac{jv^2}{2g}.$$

Tabel 5

$$C = \frac{1,08}{d^{1,281}} \quad \text{suurused olenevalt toru läbimõõdust } d \text{ mm}$$

d mm	200	250	300	350	400	450
$C = \frac{108}{d^{1,281}}$	0,1218	0,0915	0,0725	0,0595	0,0502	0,0431
d mm	500	550	600	650	700	750
$C = \frac{108}{d^{1,281}}$	0,0377	0,0333	0,0298	0,0270	0,0245	0,0224
d mm	800	900	1000	1100	1200	
$C = \frac{108}{d^{1,281}}$	0,0206	0,0177	0,0155	0,0137	0,0124	
d mm	1300	1400	1500	2000		
$C = \frac{108}{d^{1,281}}$	0,0111	0,0101	0,009	0,006		

Õhukiirus korstnas. Korstna tõmbejõud kulub kõik selleks, et ületada õhu kiirenduseks ja takistuseks kuluvad tõmbe langused. Seega saame võrrandi

$$\Delta j H = (CL + \Sigma z) \frac{jv^2}{2g},$$

siit saame $v^2 = \frac{\Delta j \cdot H \cdot 2g}{j (CL + \Sigma z)}$ ja

$$\text{õhu kiiruse } v = \sqrt{\frac{\Delta j \cdot H \cdot 2g}{j (CL + \Sigma z)}} \text{ (m/sek).}$$

Kui korsten või osa sellest kulgeb püstsuuna asemel kallakuti või rõhtsalt, siis on õhukiirus lõõris väiksem, sest tõmbejõu määrab korstna kõrgus H , hõõrdetakistuse aga teekonna kogupikkus L .

Teades kiirust v (m/sek.), võime arvutada õhuvoolu V läbi korstna (m^3/tunnis):

Umarlõõr läbimõõduga d m; $V = 2828 d^2 \cdot v$ m^3/tunnis .

Ruut külgmõõduga a m; $V = 3600 a^2 \cdot v$ m^3/tunnis .

Nelinurk külgedega a ja b m; $V = 3600 ab \cdot v$ m^3/tunnis .

Arvutusnäited. Olemasolevate õhustusseadmete korrastamisel ja ümberehitamisel tuleb ehitajal ja ka lauda majandajal sageli ligemalt kaaluda, milline oleks antud olukorras kõige õigem lahendus. Selles on tõhusaks abiks ülaltoodud valemid, mis kerge vaevaga aitavad leida vajalikud andmed ning ühtlasi ligemalt selgitada üksikute tegurite mõju.

Toome seepärast näiteid tüüpilisest arvutusest.

Näide a. Arvutada õhuvool 100-pealist karja teenindavas sirges püstkorstnas, mille suurus on 130 · 160 cm ja kõrgus 7 m, kui temperatuur on $+15^\circ$ laudas ja $+5^\circ$ väljas (joon. 37 a).

Õhu mahukaal $+15^\circ$ puhul on 1,2255 ja $+5^\circ$ puhul 1,2697, vahe seega $1,2697 - 1,2255 = 0,0442 \text{ kg/m}^3$, millise arvu võinuksime otseselt võtta tabelist 4.

$$\text{Õhustuskorstna ekvivalentne läbimõõt on } d = \frac{2 \cdot 1300 \cdot 1600}{1300 + 1600} =$$

$= 1440 \text{ mm}$. Sellele vastav hõõrdetegur on tabel 5 kohaselt (interpoolides) $C = 0,0097$. Suudmetakistus (kiirendus + voolujoonte kitsendus) on joon. 35-D kohaselt $z = 1,6$. Kui korsten on katuseeta ja muid takistusi enam pole, siis ongi $\Sigma z = 1,6$.

Nüüd leiame kiiruse

$$v = \sqrt{\frac{\Delta j \cdot H \cdot 2g}{j (CL + \Sigma z)}}$$

$$v = \sqrt{\frac{0,0442 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 9,81}{1,2255 \cdot (0,0097 \cdot 7 + 1,6)}} = \sqrt{2,97} = 1,73 \text{ m/sek.}$$

Õhuvool läbi korstna on seega $3600 \cdot 1,3 \cdot 1,6 \cdot 1,73 = 13\,000 \text{ m}^3/\text{tunnis}$.

Vaatame nüüd, kui suur on kiirus, kui suudme takistus joon. 35-C kohaselt on $z = 4$.

$$v = \sqrt{\frac{0,0442 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 9,81}{1,2255 (0,0097 \cdot 7 + 4)}} = 1,08 \text{ m/sek, s. o. } 62\% \text{ endisest.}$$

Kui aga korstna suudme servad ümardada joon. 35-A kohaselt, siis langeb z 1,05-le ja

$$\text{kiirus on } v = \sqrt{\frac{0,0442 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 9,81}{1,2255 (0,0097 \cdot 7 + 1,05)}} = 2,12 \text{ m/sek,}$$

s. o. 22% suurem kui tavalise kandiliste servadega ava puhul.

Kui suur on õhukiirus, kui korstnapeas on piluvõred, takistusteguriga $z = 5$? Σz on siis $5 + 1,6 = 6,6$.

$$v = \sqrt{\frac{0,0442 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 9,81}{1,2255 (0,0097 \cdot 7 + 6,6)}} = 0,745 = 0,86 \text{ m/sek, s. o.}$$

täpselt poole väiksem kui normaalsel juhul.

Kui suur on kiirus, kui korstnat pikendada 10%, s. o. $H = 7,7$ m?

$$v = \sqrt{\frac{0,0442 \cdot 7,7 \cdot 2 \cdot 9,81}{1,2255 (0,0097 \cdot 7,7 + 1,6)}} = \sqrt{3,25} = 1,81 \text{ m/sek, s. o.}$$

4% kõrgem kui alpikkuse puhul.

Kui suur on kiirus, kui õhk korstnas jahtub 14° -ni, s. o. 10% temp. vahest? Mahukaal $+14^\circ$ puhul on 1,2299 ja $\Delta j = 0,0398$, kõik muu jääb endiseks.

$$v = \sqrt{\frac{0,0398 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 9,81}{1,2299 (0,0097 \cdot 7 + 1,6)}} = 1,64 \text{ m/sek., s. o. } 95\% \text{ endisest.}$$

Näide b. Milline on olukord, kui korsten tuleb lakas painutada kahe 45° käänakuga (vt. joon. 37-b)? Pikkus on nüüd 8,4 m ja $\Sigma z = 1,6 + 0,3 + 0,3 = 2,2$

$$v = \sqrt{\frac{0,0442 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 9,81}{1,2255 (8,4 \cdot 0,0097 + 2,2)}} = 1,48 \text{ m/sek., s. o. } 85\%$$

endisest. Kahe käänaku tõttu langes kiirus 15%.

Õhuvool läbi korstna on nüüd

$$3600 \cdot 1,3 \cdot 1,6 \cdot 1,48 = 1110 \text{ m}^3/\text{tunnis.}$$

Korstnatõmbe soodustamise või tõstmise kohta võime toodud arvutusnäidetest teha üsna tähtsaid järeldusi. Arvutus toob selgesti esile, kuivõrd tähtis on õhu juhtimisel hoiduda pöörivoole tekitada võivaist takistustest.

Korstna allotsa lõpetamine allpool laudalage terava siseservaga vähendab tõmbevõimet $\frac{1}{3}$ võrra. Allotsa ümardamine aga tõstab võimet 22% võrra. Piluvõrestik vähendab tõmbevõimet 50%. Korstna pikendamise 10% võrra tõstab tõmbevõimet 4% ja korstnagaaside jahtumine 10% võrra alandab tõmbevõimet 5%.

Seega siis, kui olemasoleva korstna puhul on tarvis tõsta õhutamist, tuleb esijoones kõrvaldada piluvõred: see suurendab õhuvoolu 100% võrra ja on seega sama hea kui korstna pinna suurendamine kahekordseks.

Teiseks tuleks kõrvaldada teravad kandidid suudme siseservadel: see võib tõmmet parandada 60%. Servade ulatuslik ümardamine — mis aga tülikam on teostada — võiks olukorda veel edasi parandada 22%.

Korstna kaitse külma eest on tingimata vajalik juba niiskuse tõrje seisukohalt.

Korstna mõõdete kiireks leidmiseks võib valemite asemel kasutada tabelit 6, kus on antud korstna tõmbevõime m^3 /tunnis olenevalt lõõri suurusest ja korstna kõrgusest. Sise- ja välisõhu temperatuurideks on võetud $+15^\circ$ ja $+5^\circ$, mis loob õhustuse seisukohalt ebasoodsaima olukorra ja on heaks arvutuse aluseks.

Nagu näeme joon. 13 (õhustuse peatükk), on arvutuse aluseks võetud tingimustes vajalik õhuvahetus ümmarguselt $100 m^3$ 500-kilose lüpsilehma kohta tunnis. Korrutades selle suuruse loomade arvuga, saame vajaliku õhuvahetuse tunnis. Kui on tegemist eriliste takistusteta sirge korstnaga, võime vastavalt korstna kõrgusele lugeda tabelist vajaliku läbimõõdu või ruudulise korstna külgmõõte.

Näide. Kui suur peaks olema 6 m kõrge korsten, kui loomade arv on 80?

Vajalik õhuvahetus on $80 \cdot 100 = 8000 m^3$ /tunnis. Sellele vastab tabelist suurus $1200 \cdot 1200$ mm. Selle suuruse puhul on 5 m korstna võime $7550 m^3$ /tunnis ja 7 m puhul $8900 m^3$ /tunnis. Võttes 6 m korstna kohta nendevahelise keskmise, saamegi ligikaudselt vajaliku tõmbevõime (8200). Kui korstna kõrgus on 4 m, peaks ava suurus olema $1300 \cdot 1300$ mm.

Korstnatõmbe olenevus temperatuurist. Toodud tabel on arvutatud õhustuse ebasoodsaima olukorra kohta ($+15$ ja $+5^\circ$). Kui välistemperatuur langeb või sisetemperatuur tõuseb, siis tugevneb ka korstna tõmme. Tõmbevõime olenevust sise- ja välistemperatuurist näitab tabel 7.

Tabel 6

Kaardukujulise õhustuskorstna tõmbevõime m³-tes tunnis olenevalt korstna suurusest ja kõrgusest.

Sisetemperatuur: +15°, välistemperatuur +5°. Takistustegur $\Sigma z = 1,6$.

Korstna külgmõõt mm	Tõmbevõime m ³ /tunnis olenevalt korstna kõrgusest					
	3 m	4 m	5 m	7 m	10 m	15 m
300	350	400	435	500	565	635
400	635	725	800	920	1060	1210
500	1000	1150	1270	1470	1700	1970
600	1460	1670	1840	2150	2500	2920
700	1990	2280	2530	2950	3460	4050
800	2610	2950	3320	3880	4570	5370
900	3310	3800	4220	4940	5820	6860
1000	4100	4700	5250	6160	7250	8550
1100	5000	5690	6450	7450	8800	10450
1200	5900	6800	7550	8900	10500	12450
1300	6950	8000	8900	10420	12350	14700
1400	8100	9250	10300	12130	14400	17100
1500	9300	10650	11900	14000	16600	19800

Tabel 7

Õhuvool õhustuskorstnas olenevalt temperatuurist, kui vool +15° sise- ja +5° välistemperatuuri puhul võtta 100%.

Välistemperatuur	Õhuvool %-des vastavalt sisetemperatuurile		
	+10°	+15°	+20°
+5°	71	100	127
0°	102	124	142
-5°	126	144	160
-10°	147	163	177
-20°	182	196	206

Kui näiteks laudas on +10° ja väljas -10°, siis on tõmbevõime 47% kõrgem. Välistemperatuuri alanedes tuleb esijoones sulgeda aknad ja vajaduse korral ka osaliselt pilud ning hoida tõmbevõime parajais piires õhuklapi abil.

VII. OLUKORRA PARANDAMINE OLEMASOLEVAS LAUDAS

Lauda olukorra kõige olulisemad tegurid on, nagu seda nägime eespool, siseõhu paras kuivus ja soojus. Selle saavutamiseks tuleb laudast kõrvaldada kogu veeauru hulk, mille kari laudaõhku eritab, ja seda teha sama pidevalt, kui loomad veeauru juurde toodavad. Veeauru kõrvaldamine toimub õhustuse teel, mis on aga seotud sooja kulutusega. Lauda kuivus on seepärast lahutamatult seotud soojapidavusega. Tuleb vähendada soojakadu läbi lae, seinte, akende ja uste, et sooja piisaks lauda õhustamiseks.

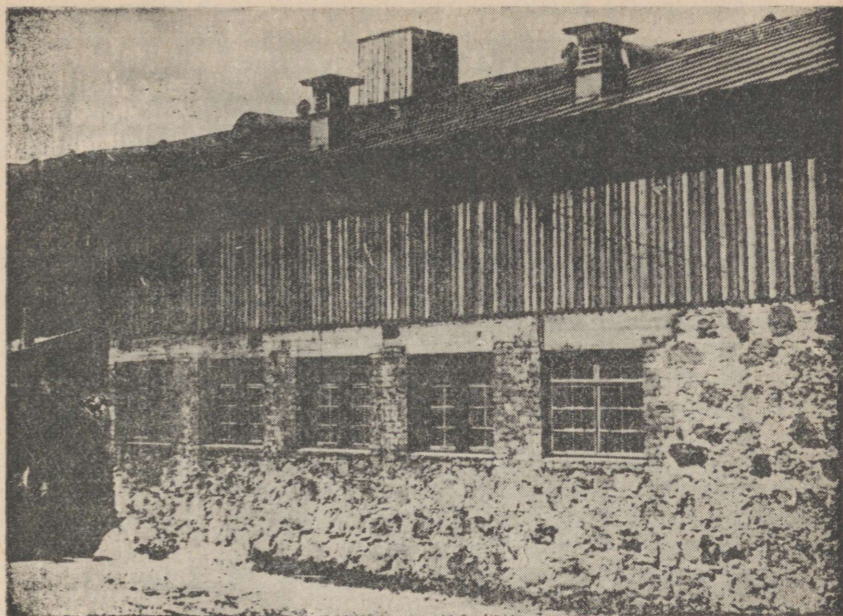
Tervisliku olukorra loomiseks tuleb nii uues kui vanas laudas hoolitseda, et oleksid olemas vajalikud seadmed õhustuse teostamiseks ja et õhustamiseks oleks kulutada küllalt laudasooja, ilma et laut jahtuks alla lubatavat piiri.

Lauda õhustusseadmed koosnevad väljatõmbe korstnast ja avadest värskes välisõhu lauta sisselaskmiseks.

Väljatõmbe korsten, kui see puudub, tuleks ehitada kõigepealt, kui kõige vajalikum seade. Ehituse kohta on nõuanded toodud eespool. Tähtsaimad nõuded on, et oleks ainult üks korsten ruumi kohta, parajalt avar, küllalt, kuid mitte tarbetult pikk, õigesse kohta paigutatud, hoolikalt kaitstud väliskülma ja sise-niiskuse eest ning varustatud hõlpsasti reguleeritava klapiga.

Kui korsten on olemas, tuleks vaadata, kas see on küllalt suur, et vajalik hulk õhku sealt läbi mahuks. Õhukiiruse suurendamiseks tuleb korstna pealt armutult kõrvaldada piluvõred ja, kui need olemas, ka seismised põikvaheseinad — et järele jääks üks puhas sile ja avar püsttoru. Korstnakatus ei sega, kui ta asub vähemalt 0,75 korstnalõõri külgmõõte kaugusel üle korstna otsa. Korstnakatus tuleks kõrvaldada või ümber ehitada, kui korstna pea pikkus on selline, et üle harja puhuv tuul tagasi põrgates korstna katuselt halvab korstna tõmmet. Korstna külmakaitse võib lihtsaimal juhtumil koosneda õlgkattest või paksust õlgmähi-sest ümber korstna välispinna lauda lakas. Korralik vooderdus annab muidugi parema ja püsivama lahenduse.

Korstna tõmbevõimet saab üsna oluliselt tõsta õhu sissevoolu ava servade ümardamisega.



Joon. 38. Uus õhustuskorsten olemasoleval laudal. Ülesvõttel on näha osa vanadest, liiga väikese tõmbevõimega korstnatest.

Korstna lõõriseinad peavad olema õhutihedad, et külma õhk läbi ei pääse, mis tunduvalt halvaks korstna tõmmet.

Olemasolevates lautades on ruumi kohta tavaliselt rohkem kui üks korsten. Kui need oma lõõride kogupinnaga annavad küllaldase tõmbevõime, võib nendega ka leppida, kuigi ainus korsten üldiselt annab palju parema lahenduse nii teenindamise hõlpsuse kui ka külma välisõhu sissevoolu vältimise seisukohalt. Tuleb eriti karta ja silmas pidada asjaolu, et mitme korstna puhul mõni neist võib hakata tagurpidi töötama ja seega tõsiselt ohustama loomade tervist.

Umberehituse korral on enamasti otstarbekam ja odavam ehitada üksainus, kuid küllaldase tõmbevõimega korsten. Joonisel 38 näeme ülesvõtet lauda katusest, kus kuue olemasoleva korstna asemele, mis oma lõõride kitsuse ja piluvõrede tõttu ei omanud küllaldast tõmbevõimet, on ehitatud ainus suur tõmbekorsten. Koos akendesse ehitatud värsket õhu avadega aitas uus korsten otsustavalt parandada olukorda laudas.

Värsket õhu sissevoolu avad on tavaliselt kõige otstarbekam ehitada akende alla. Selle viisi paremusel on pikemalt seletatud eespool. Olulisimad neist on soojakadude vähendamine, sissevoolava jaheda õhu eelsoojendamine ja akna ümbruse kuivatamine.

mine, et seda kulutada veeauru kõrvaldamiseks õhustamise teel. Uldiselt tuleb alati püüda soojapidav vooder, mis teatavasti on urbane ja kerge ning seetõttu ohtralt veeauru juhtiv materjal, asetada seina või lae külmemale pinnale, s. o. välispinnale.

Lauda lagi nõuab kõigeenamalt tähelepanu, sest ühe looma kohta tulev laepind on vähemalt kaks korda suurem kui välisseina pind.

Lae soojapidavuse tõstmise tavalisem viis on pealispinna katmine õlgedega, aganatega või muu taolise materjaliga. Kui laes on olemas tühi õhuvahe, tuleks see täita kas masinhöövli laastudega või kuiva ja puhta saepuruga. Seejuures tuleb silmas pidades, et soojapidav materjal tuleb eraldada laudaõhust tiheda tõrvapapi- või tõrvvõõba-kihiga, mis oleks asetatud niivõrd sisepinna ligidale, kui seda lubavad olud.

Betoonlae puhul tuleks betooni pind lakas puhastada ja hästi sooja ilmaga hoolikalt üle võõbata kuuma kivitõrvaga või muu sobiva bituumenmaterjaliga, mis moodustaks betooni pinnal veeaurutiheda kattekihi. Lisaks kaitsmisele kasteniiskuse eest, aitab aurutõke kaitsta heinu ja põhku laudagaaside eest, mis muidu rikuvad sööda maitset.

Kui laudalae on tarvis sõita söödaveo reega, tuleb soojapidav täidis pealt kaitsta laudpõrandaga. Laudise kinnitamiseks tuleb laele asetada alusliiprid (laagid) ja nendele naelutada põrandalauad. Tuleohu vähendamiseks tuleks laudalaka laudpõrand katta savist või liivast kaitsekihiga. Laudalae soojapidavuse tõstmise küsimus on sageli vastuolus tuleohu piiramise nõuetega ja vajab kooskõlastamist tuletõrje-organitega.

Seinte soojapidavuse tõstmise kõige lihtsam ja mõjuvam viis on seina välispinna vooderdamine räästani ulatuva põhukihiga. Seda viisi on talupojad kasutanud juba ammust ajast. Kuna aknad annavad valgust südatalvel ainult mõne tunni vältel, jahutavad hoonet aga kogu ööpäeva, võiks suurte akende puhul mõned külmade tuulte poolsed aknad väga hästi kinni katta koos seintega.

Püsivama ja kaugelt vähem tuleohtliku lahenduse annab seinte vooderdamine ja voodrivahe täitmine kerge täidisega. See viis on kasutatav ka laudadega juba vooderdatud lautade puhul. Vooder tuleks ettevaatlikult maha võtta, püüdes mitte vigastada voodrilaudu. Seejärel tuleb voodri aluslatid asendada paksematega, et saada võimalikult lai voodrivahe, s. o. võimalikult paks kiht soojapidavat täidist seina ja voodri vahele.

Enne voodri seinale tagasinaelutamist ja sellega kooskäivat õhuvahe täidistamist tuleb uste ja aknaavade äärised ümber korraldada vastavalt seina suuremale kogupaksusele. Samuti tuleb seinavoodri kattelaud hoone nurkades kohandada uue seinapakusega.

Aknad peaksid olema tihedad, puhtad, vähemalt kahekordsed ja tervete ruutudega. Soovitav oleks aknad talveks varustada

õlgmattidega või muu paksema kattega, mis takistaks laudasooja väljavoolu pikkadel külmadel talveöödel.

Kahekordse akna soojapidavus on kuni kümme korda väiksem kui eespool soovitatud Gerardi tüüpi seinal (ligi 2½ korda väiksem kui vooderdamata palkseinal). Akna katmine ööseks paksu õlgmattiga aitab säästa suure hulga sooja, mida hädasti tarvis on niiskuse kõrvaldamiseks. Ka aitab olukorda parandada lauda kõrgem temperatuur, sest mida soojem on väljavoolav õhk, seda enam kõrvaldab ta veeauru.

Ukse tihendamine ja vooderdamine on sama oluline ja teostatav samade vahenditega ning samade põhimõtete kohaselt, kui seinte ja akende puhulgi. Võrdset tähelepanu tuleb pöörata ka muude seinaavade tihendamisele, nagu seda näiteks on sõnniku kõrvaldamise luugid. Need on sageli viletsas korras, jahutavad lauta ja tekitavad loomadele kahjulikku tõmmet.

Laudaruumi piiramine vaheseintega on väga mõjuv vahend lauda siseolukorra parandamiseks juhtumil, kui laut on loomade vähesuse tõttu täidetud ainult osaliselt. Suhteliselt suurema jahutuspinna tõttu on olukord sellises laudas halb, sest vähesed loomad ei jõua katta soojakadusid läbi suurte jahutuspindade. Seetõttu ei saa lauta õhustada, kuna puudub selleks vajalik hulk sooja, ning loomade eritatud veeaur peab sadenema kasteveena lauda külmadele pindadele, muutes need märjaks.

Vastuabinõu on siin loomade koondamine ja kerge vaheseinaga eraldamine lauda tühjast osast. Kuna laudas puudub tuul, ei tarvitse eraldussein olla ehitatud eriti tihedalt ja põhjalikult. Lihtsamal juhtumil piisab selleks lattide vahele topitud põhukihist.

SOOJUSTEHNILISTE MÕISTETE SELGITUSEKS.

Temperatuuri, s. o. soojust ja külmust mõõdame termomeetriga ja väljendame Celsiuse kraadides ($^{\circ}$). Sulava jää temperatuur on 0° , keeva vee temperatuur aga 100° .

Soojahulka mõõdame kilokalorites (kcal). Üks kcal tähendab soojahulka, mis kulub ühe kg (s. o. ühe liitri) vee soojendamiseks ühe kraadi võrra. Järelikult ühe m^3 vee soojendamiseks 1° võrra kulub 1000 kcal. Ühe m^3 õhu soojendamiseks 1° võrra kulub umbes 0,3 kcal.

Puidu põlemisel ahjus vabaneb keskmiselt 3500 kcal sooja iga kg kohta, õli puhul aga umbes 10 000.

Samuti kui kütuse puhul, väljendatakse ka toitainete soojaväärtust kalorites.

Organismis põlemisel annab valk ja süsivesik 4100 kcal/kg, rasv aga 9300 kcal/kg. Et aga organism kõiki toidusolevaid aineid ära ei suuda seedida, on toiteväärtus väiksem ainete kütteväärtusest. Rukkileib annab 2200 kcal/kg, täispiim 700, kartul 960 ja lauavõi 7500 kcal/kg.

Loomatoidu söödaväärtust mõõdetakse sageli soojahulgaga, mida organismis tekitab ühe kg kaera äratarvitamine. Seda nimetatakse soodaühikuks (s.-ü.). Üks kg otri annab 1,2 s.-ü., üks kg ristikut 0,55 s.-ü. ja üks kg kaeraõlgi 0,30 s.-ü. Kaerapõhu söödaväärtus on seega 3,3 korda väiksem kui teradel, olguigi et kütteväärtus on mõlemal sama.

Varemates raamatutes esineb söodaühikuna 1 kg odrateri (3800 kcal/kg).

Aurumis-soojahulgaks nimetatakse soojahulka, mis kulub ühe kg vee auruks muutmiseks. Kui vett lahtises katlas soojendada, siis ei tõuse vee temperatuur üle 100° , kui käre tuli ka oleks, sest kogu juurdevoolav soojahulk kulub vee aurutamiseks. Kui 1 kg 100° kuuma vett muuta 100° kuumaks auruks, siis neelab veeaur tekkimisel 539 kcal sooja. See soojahulk vabaneb uuesti, kui veeaur sadenedes muutub jälle veeks.

Vesi võib auruda ka madalamas temperatuuris, nagu seda näitab pesu kuivamine. Selgi juhtumil kulutab vee aurumine sooja ja keha, kust vesi aurub, peab seetõttu jahtuma.

Nii inimene kui loom kasutab vee aurutamist oma organismi jahutamiseks. Ümmarguselt 25% organismist erituvast soojahulgast kulub vee aurutamiseks.

Õhuniiskus. Õhk sisaldab alati teatud hulga veeauru, s. o. gaasi olukorras olevat vett. Õhk saab aga veeauru sisaldada ainult piiratud hulgal, mis oleneb õhu temperatuurist. Mida soojem on õhk, seda suurema hulga veeauru võib ta enesesse mahutada, ilma et õhk küllastuks.

Küllastunud on õhk siis, kui ta sisaldab veeauru nii palju, kui

ta antud temperatuuris üldse suudab. Kui küllastatud õhku jahutada, sadestub liigne veeaur kohe nn. kasteveena õhust välja.

Veeaur on silmale nähtamatu. Udu koosneb veeaurust sadenenud ülipeentest õhus heljuvatetest veepiiskadest ja on seetõttu juba silmaga nähtav.

Õhu niiskust mõõdame tavaliselt nn. relatiivse niiskusega. Õhu relatiivseks niiskuseks nimetame õhus sisalduvat veeauru hulka protsentides vee hulgast, mida õhk antud temperatuuris üldse suudab sisaldada, s. o. küllastavast hulgast. Kui näiteks õhu relatiivne niiskus on 80%, siis sisaldab ta 80% sellest veeauru hulgast, mida ta samas temperatuuris sisaldab küllastatud olekus. Küllastatud õhu relatiivne niiskus on seega 100%.

Õhu absoluutne niiskus tähendab õhu veeauru absoluutset sisaldust antud olekus. Külma õhu absoluutne niiskus on alati väike (vt. tabel 8). Õhu veeauru sisaldust väljendatakse kas g/m^3 või g/kg . Viimane viis on täpsem, sest õhu maht muutub temperatuuriga. Üks m^3 õhku kaalub keskmiselt 1,3 kg (vt. tabel 3, lk-1 86).

Tabel 8

Küllastatud õhu veeauru sisaldus g/m^3 ja veeauru surve mm Hg

Temperatuur	-20°	-15°	-10°	-5°	+0°	+2°	+4°	+6°
Küllastava veeauru kaal grammides küllastatud õhu m^3 kohta	0,875	1,384	2,141	3,250	4,865	5,569	6,374	7,277
Küllastava veeauru surve mm Hg	0,772	1,238	1,946	3,008	4,579	5,29	6,10	7,01

Temperatuur	+8°	+10°	+12°	+14°	+16°	+18°	+20°
Küllastava veeauru kaal grammides küllastatud õhu m^3 kohta	8,278	9,412	10,67	12,08	13,64	15,38	17,30
Küllastava veeauru surve mm Hg	8,04	9,20	10,51	11,98	13,63	15,47	17,52

SISUKORD

Annotatsioon	2
Eessõna	3
I. Väidete kokkuvõte	5
II. Tervisliku lauda põhitegurid	11
III. Lauda ehitusfüüsika	21
1. Lauda soojapidavus	21
2. Lauda õhustus	35
3. Lauda valgustus	45
4. Lauda soojamajandus	53
IV. Lauda piirdetarindid	61
V. Lauda õhustusseadmed	68
VI. Põhjendusi ja arvutusi	80
1. Soojapidavuse arvutus	80
2. Õhustuskorstna arvutus	85
VII. Olukorra parandamine olemasolevas laudas	94
Lisa I. Soojustehniliste mõistete selgituseks	99

Vastutav toimetaja H. Kesa

Tehniline toimetaja K. Einberg

Ladumisele antud 7. IX 1950.
Trükkimisele antud 6. I 1951.
Trükiarv 2000. Paber 60×92 1/16.
Trükipoognaid 6,5. Arvutuspoog-
naid 6,72. MB-01006. Trükikoda
„Ühiselu“, Tallinn, Pikk 42.
Tellimise nr. 2818.

На эстонском языке.
Л. Юргенсон. Сухой и теплый
хлеб.

RBL. 270

RBL. 2.70

A

18789

17022

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00448722 1