



**National Library
of Sweden**

Denna bok digitaliserades på Kungl. biblioteket år 2012

STATENS OFFENTLIGA UTREDNINGAR 1943: 26
JORDBRUKSDEPARTEMENTET



LADUGÅRDSBYGGNADSSAKKUNNIGA
MEDDELANDE NR 1

DJURSTALLARS PLANERING,
VÄRMEHUSHÅLLNING
OCH VENTILATION

S T O C K H O L M
1 9 4 3

Statens offentliga utredningar 1943

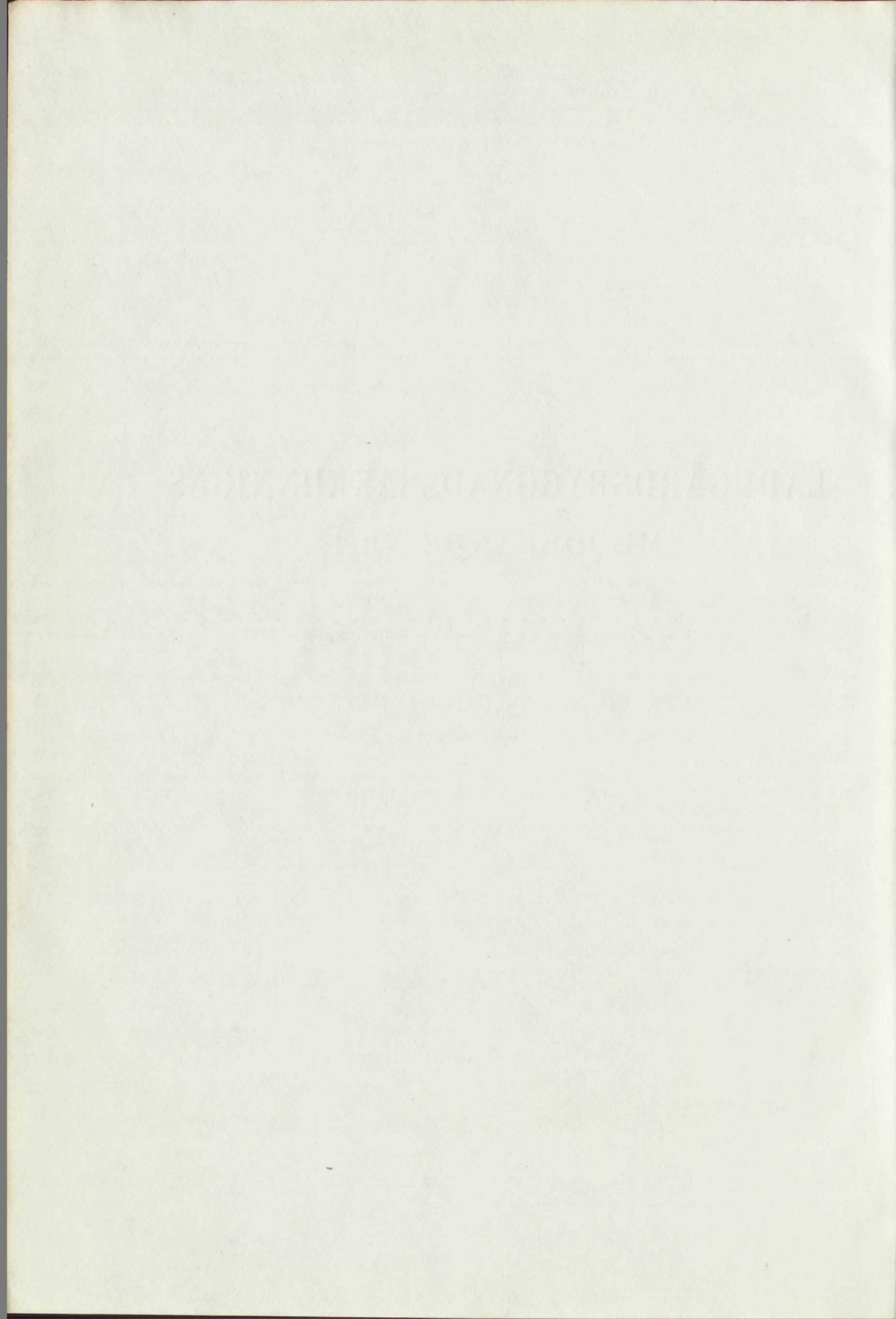
Kronologisk förteckning

1. Betänkande med författnings- och organisationsförslag för genomförande av ett förstatligande av den allmänna våghållningen på landet m. m. Beckman. 321 s. **K**.
2. Flyttningersättningssakkunniga. Betänkande med förslag till författningar angående ersättning för flyttningsskostnad. Marcus. 156 s. **Fi**.
3. 1941 års familjebeskattnings-sakkunniga. Betänkande med förslag till ändrade grunder för familjebeskattningen. Marcus. 170 s. **Fi**.
4. Utredning rörande skogsnäringens ekonomiska läge med förslag till åtgärder för höjande av näringens bärkraft. 3. Skogsbrukets transportfrågor: Vägar och järnvägar. Idun. 260 s. **Jo**.
5. Utredning rörande polismäns anslutning till politiska ytterlighetsriktningar m. m. Norstedt. 40 s. **S**.
6. Utredning och förslag angående pappersformaten inom statsförvaltningen. Beckman. 116 s. **H**.
7. 1940 års skolutrednings betänkanden och utredningar. Bilaga 1. Hygieniska förutsättningar för skolarbetet. Av U. Hjärne. Idun. 66 s. **E**.
8. Betänkande angående levnadskostnadsindex. Norstedt. 147 s. **Fi**.
9. Utredning och förslag angående statsbidrag till daghem och lekskolor m. m. Beckman. 99 s. **S**.
10. 1940 års civila byggnadsutredning. Betänkande 1. Förslag till ändringar i Kungl. Maj:ts byggnadsstadga samt till föreskrifter rörande planläggning och utförande av byggnad för vissa vårdanstalter och folk-tandpolikliniker. Beckman. 80 s. **K**.
11. Utredning rörande den tekniskt-vetenskapliga forskningens ordnande. Hægström. 82 s. **H**.
12. Betänkande med förslag till statliga åtgärder för stöd-jande av den privata motorlösa flygningens och modellflygningens utveckling. Beckman. 77 s. **Fö**.
13. Besparingsberedningens slututlåtande. Marcus. 158 s. **Fi**.
14. Betänkande angående åtgärder mot spekulation i vatten-kraft. Norstedt. 79 s. **Ju**.
15. Utredning och förslag angående statsbidrag till social hemhjälpsverksamhet. Beckman. 87 s. **S**.
16. Utredning rörande den tekniskt-vetenskapliga forskningens ordnande. 5. Förslag till åtgärder för järn- och metallforskningens ordnande. Hægström. 79 s. **H**.
17. Tillströmningen till de fria fakulteterna och arbets-förhållandena närmast efter avlagd examen samt mili-tärtjänstgöringens inverkan på universitets- och hög-skoleundervisningens studier och ekonomiska förhållanden. Norstedt. 145 s. **S**.
18. Utredning och förslag angående planmässigt sparande för familjebildning och statens bosättningslån. Beckman. 68 s. **S**.
19. 1940 års skolutrednings betänkanden och utredningar. Bilaga 2. Den psykologiska forskningens nuvarande ståndpunkt i fråga om den psykiska utvecklingen hos barn och ungdom m. m. Idun. 81 s. **E**.
20. Betänkande med förslag angående omorganisation av rättsmedicinalväsendet i riket. Beckman. 182 s. **S**.
21. Betänkande med förslag till reglering av det militära arvodesväsendet. Beckman. 165 s. **Fi**.
22. Utredning rörande den tekniskt-vetenskapliga forskningens ordnande. 6. Förslag till åtgärder för den geotekniska forskningens ordnande. Hægström. 65 s. **H**.
23. Undersökning av taxeringsutfallet beträffande jord-bruksfastighet å landsbygden vid 1938 års allmänna fastighetstaxering. Norstedt. 170 s. **Fi**.
24. Betänkande med förslag till lag om redovisningsmedel m. m. Norstedt. 77 s. **Ju**.
25. Statsmakterna och folkhushållningen under den till följd av stormaktskriget 1939 inträdda krisen. Del 3. Tiden juli 1941—juni 1942. Idun. 528 s. **Fo**.
26. Ladugårdsbyggnads-sakkunniga. Meddelande nr 1. Djur-stallars planering, värmehushållning och ventilation. Rydahl. 153 s. **Jo**.

Anm. Om särskild tryckort ej anges, är tryckorten Stockholm. Bokstäverna med fetstil utgöra begynnelsebokstäverna till det departement, under vilket utredningen avgivits, t. ex. **E**. = eklelesiastikdepartementet. **Jo**. = jordbruksdepartementet. Enligt kungörelsen den 3 febr. 1922 ang. statens offentliga utredningars yttre anordning (nr 98) utgivas utredningarna i omslag med enhetlig färg för varje departement.

LADUGÅRDSBYGGNADSSAKKUNNIGAS

MEDDELANDE NR 1



STATENS OFFENTLIGA UTREDNINGAR 1943: 26
JORDBRUKSDEPARTEMENTET



LADUGÅRDSBYGGNADSSAKKUNNIGA
MEDDELANDE NR 1

DJURSTALLARS PLANERING,
VÄRMEHUSHÅLLNING
OCH VENTILATION

STOCKHOLM 1943
RYDAHLS BOKTRYCKERI AB



STATENS OFFENTLIGA TRYCKERIAR 1913 26
JOURNAL-DEPARTEMENTET



LADUGÅRDEN
MEDDELANDE NR 1

DURSTÄLLARS PLÅNING
VÄRMHUSNING
OCH VENTILATION

STOCKHOLM 1913
H. O. J. BOKFÖRLAG

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
Förord	7
Kap. I. Val av byggnadsplats	9
» II. Beräkningar av utrymmesbehov	12
» III. Allmänna förutsättningar för uppvärmning och ventilering av djurstallar	
A. Värmetekniska begrepp	17
B. Stalluften	17
Temperatur	18
Fuktighet	18
Rörelse	23
C. Djuurstallars värmeförluster	24
Djurens värmeförluster	24
Beräkning av värmeproduktionsenheter	25
Uppvärmningsanordningar	27
Djuurstallars orientering med hänsyn till solvärmets tillvaratagande	28
D. Djuurstallars värmeförluster	31
Ventilationsvärmeförluster	31
Värmeförluster genom värmeströmning mot en kallare omgivning	35
Värmeisolering hos golv	37
» » tak	38
» » dörrar	39
» » fönster	40
» » väggar	43
» IV. Beräkning av en konstruktions värmegenomgångstal (av arkitekt G. Heimbürger)	
A. Beräkningsmetoder	52
B. Värmeledningstal för olika material och konstruktioner	64
C. Värmegenomgångstal för olika väggkonstruktioner	68
» V. Beräkning av erforderligt värmegenomgångstal för väggar, tak m. m. i djurstallar	78
» VI. Beräkning av värmeförhållandena i djurstallar vintertid	83
» VII. Undersökning av fuktighetsförhållandena i väggar till djurstallar	92

Kap. VIII.	Ventilationsanordningar	104
A.	Luftluttage ^t s utförande	105
B.	» placering	106
C.	Luftintag	107
D.	Ventilationsanordningarnas skötsel	108
E.	Dimensionering av ventilationstrummor (av civilingenjör F. Widell)	109
F.	Undersökning av ventilationstrummors placering och utförande med hänsyn till vindens inverkan.....	117
» IX.	Fönster	129
A.	Dagsljusets sammansättning och spridning.....	129
B.	Fönstrens utförande	136

Kurvblad 1.	Sambandet mellan luftens temperatur och absoluta fuktigheten vid varierande relativ fuktighet.
2.	Luftens förmåga att efter uppvärmning upptaga vattenånga. Inner- temp. + 10°.
3.	Luftens förmåga att efter uppvärmning upptaga vattenånga. Inner- temp. + 15°.
4.	Ventilationsvolym, ventilationsvärme och transmissionsvärme pr tim. och vpe. Innertemp. + 10°.
5.	Ventilationsvolym, ventilationsvärme och transmissionsvärme pr tim. och vpe. Innertemp. + 15°.
6.	Sambandet mellan lufttemperatur och mätnings ^{temperatur} vid vari- erande relativ fuktighet.
7.	Utrymme pr vpe. i ladugårdar av olika storlekar.
8.	Väggyta pr vpe. » » » » »
9.	Dörr- och fönsteryta pr vpe. i ladugårdar av olika storlekar.
10.	Diagram för bestämning av lämpliga k-värden för väggar m. m. till djurstallar.
Ritning	1. Ventilationstrumma.
	2. Luftintag.
	3. Fönster, förslag till standardtyper.
	4. » , detaljer.

Till

Herr Statsrådet och Chefen för Kungl. jordbruksdepartementet.

Den 14 januari 1938 bemyndigade Kungl. Maj:t chefen för jordbruksdepartementet att tillkalla högst tre sakkunniga att inom departementet biträda med uppgörandet av förslag till förbättringsarbeten för ladugårdsbyggnader (ladugårdsbyggnadssakkunniga).

Med stöd av detta bemyndigande tillkallade Herr Statsrådet den 8 februari 1938 såsom sakkunniga överdirektören i domänstyrelsen *Einar Hedulff*, ordförande samt ledamöterna av riksdagens andra kammar *J. A. Andersson*, *Tungelsta* och *J. H. Johansson*, *Norrfors*, *Brännland*.

Den 21 februari 1938 förordnades civilingenjören *J. Staël von Holstein* att vara sekreterare åt de sakkunniga.

Genom Kungl. Maj:ts bemyndigande av den 14 februari 1941 tillkallades samma dag som ytterligare sakkunnig agronom *K. A. Örborn*, *Alnarp*. I direktiven för de sakkunnigas arbete angavs, att de sakkunniga borde söka få fram förslag till sådana ladugårdstyper, som kunde bli av bestående värde för det mindre jordbruket och att därvid borde tillses, att ladugårdarna blevo försedda med praktiska anordningar, så att arbetet kunde rationaliseras i största möjliga utsträckning. Uppmärksamhet borde även ägnas åt byggnadsmaterialet samt åt sådana detaljer som ventilation, värme- och fuktisolering m. m., vilka voro ägnade att påverka såväl byggnadernas varaktighet som möjligheten att iakttaga en god hygien. Stor vikt skulle slutligen läggas vid ett ekonomiskt utnyttjande av de förefintliga resurserna, så att större kostnader än som vore absolut nödvändiga kunde undvikas.

I skrivelse den 20 juni 1941 hava de sakkunniga lämnat en redogörelse för det av dem bedrivna och i fortsättningen planerade arbetet. Däri framhölls, att arbetet, som under år 1940 hindrades genom militärinkallelse för utredningens sekreterare, även i övrigt tidvis måst skjutas åt sidan för andra, med de rådande exceptionella förhållandena sammanhängande arbetsuppgifter, för vilka de sakkunniga blivit engagerade. I stort sett har arbetet dock kunnat fullföljas så, att erfaren-

heter samlats, vilka rätt utnyttjade synas kunna bliva av en stor praktisk betydelse.

Under studieresor ha de sakkunniga fått bekräftat, att nybyggnadsverksamheten mångenstädes bedrives på ett otidsenligt sätt såväl med hänsyn till planlösningen som byggnadsmaterialens användning och de sanitära anordningarna. Den största delen av landets ladugårdar ha byggts och bygges allttjämt av småföretagare med huvudsakligen genom tradition förvärvad sakkunskap. Så länge ladugårdarna byggdes av trä enligt gamla beprövade planlösningar och konstruktioner, kunde denna tradition komma väl till pass, men då utrymmesdispositionerna ändrats i väsentlig grad ofta under inflytande av utvecklingen inom bostadsbyggandet, eller då nya byggnadsmaterial tagits i bruk erfordras en ny teknik vad beträffar arbetenas utförande både i stort och i detaljer, för att resultatet skall nå upp till vad man kan fordra såsom en god standard.

I sin ovannämnda skrivelse framhöllo de sakkunniga, att man borde söka få till stånd en ökad förståelse för ett tidsenligt byggnadssätt genom att i lämplig form publicera olika meddelanden med anvisningar i byggnadstekniska frågor. Sedan Kungl. Maj:t numera genom beslut den 29 maj 1942 ställt erforderliga medel till förfogande, hava de sakkunniga genom bifogade skrift »Djurstallars planering, värmehushållning och ventilation» velat lämna en redogörelse för de grundläggande principerna vid planeringen och utförandet av stallbyggnader.

I nyssnämnda skrift intaget kapitel om beräkningen av en konstruktions värmegenomgångstal har utarbetats av arkitekten *G. Heimburger* och kapitlet om beräkningen av ventilationstrummor av civilingenjören *T. Widell*. Vid utredningsarbetet i övrigt hava de sakkunniga genom särskilda bemyndiganden samrått med professorn *K. J. Eriksson* och distriktsveterinären *G. Nohrman* samt med civilingenjören *H. Edholm* och byrådirektören *N. Royen*.

Stockholm den 20 juni 1942.

För Ladugårdsbyggnadssakkunniga

EINAR HEDULFF

ordförande

J. Staël von Holstein

sekreterare

Kap. I.

Val av byggnadsplats.

Vid såväl hel nybebyggelse som delvis ombyggnad av en jordbruks-egendom måste valet av byggnadsplats noga övervägas, innan arbetet igångsättes. Ett vid byggnadens uppförande begånget fel härvidlag, som från början kanske verkat oväsentligt, kan i det långa loppet komma att bli betungande för driften. Är felet en gång gjort, kan det nästan aldrig avhjälpas. Som av nedanstående framgår, är det många faktorer, som man måste taga hänsyn till. Ofta händer det, att man vid tillgodoseendet av de olika kraven tvingas taga ställning till vilket, som innebär de största fördelarna och på bekostnad av ett oväsentligare låta detta bestämma placeringen.

Vid *fullständig nybyggnad* på en jordbruksegendom bör det vara ekonomibyggnaderna, som i första hand bestämma »gårdens» läge och efter dem bör övrig bebyggelse utläggas. De faktorer man bör taga hänsyn till äro i huvudsak:

1. **Centralt läge.** Ekonomibyggnaderna böra placeras så centralt på egendomen som möjligt med hänsyn till förekommande transporter.

2. **Läge i förhållande till vägar.** Befintliga vägar böra i största möjliga utsträckning användas, då nya sådana oftast bli dyra i anläggning. Hänsyn bör även tagas till att vägar, som måste nybyggas, kunna utläggas med lämplig sträckning. Byggnaderna böra dock ej placeras i direkt anslutning till eventuellt befintlig allmän väg med hänsyn till de risker och störningar, som kunna uppkomma, utan på lämpligt avstånd från denna.

3. **Höjdläge.** Då de tyngsta transporterna gå mot ekonomibyggnaderna böra dessa ligga så lågt som möjligt i förhållande till den odlade arealen. Ur fukt- och dräneringssynpunkt är det dock önskvärt, att gården samtidigt får ett torrt läge. I huvudsak bör ekonomibyggnaden ligga på den lägsta delen av egendomen men där helst på någon mindre höjd eller en bit upp i en sluttning, så att avlopps- och avrinningsförhållanden bli goda.

4. **Vatten.** En viktig faktor att taga hänsyn till vid valet av byggnadsplats är tillgången på vatten. Riklig tillgång på förstklassigt vatten såväl för djuren som för diskning, rengöring m. m. måste finnas på eller i närheten av byggnadsplatsen. Undersökning av vattentillgången måste göras med största noggrannhet, så att man inte riskerar, att denna sinar under torrperioder. Kan vattenförsörjningen ordnas genom själtvillrinning från någon högre än byggnaderna belägen källa, är detta ofta den billigaste anordningen.

5. **Avlopp och dränering.** Byggnaderna böra alltid läggas så högt över den omgivande terrängen, att tillräckligt fall erhålles på avlopps- och dräneringsledningar. För att säkert kunna undvika fukt i grund och golv bör golvet ligga tillräckligt högt över grundvattenytan. Även urinbrunnar böra helst ligga ovan grundvattenytan. Man måste även förvissa sig om att inte källådror eller vattenförande marklager förekomma på den tilltänkta byggnadsplatsen. Måste byggnaden placeras över sådana, är noggrann dränering kring byggnadsplatsen särskilt nödvändig. Avloppsledningar skola mynna i vattendrag eller dragas bort så långt från byggnaden, att fuktskador, generande lukt m. m. ej kan uppstå.

6. **Läge i förhållande till väderstreck m. m.** Som senare kommer att närmare beskrivas, har placeringen i förhållande till väderstreck stor betydelse för ljus- och värmeförhållandena i ett djurstall. Om särskilda skäl ej tvinga till annan placering, bör ett djurstall förläggas med de fria fönsterväggarna mot söder, öster eller väster. Det bör även om möjligt placeras vindskyddat.

7. **Rastgårdar.** För ungdjur, svin m. fl. böra rastgårdar kunna anordnas i närheten av djurstallarna.

8. **Gödselstad och urinbrunn.** Hänsyn bör tagas till att gödselstad och urinbrunn skola kunna anordnas utan större schaktningsarbeten och att gödselstaden bör kunna läggas så lågt i förhållande till djurstallets golv, att lämplig lagringshöjd erhålles, utan att utgödslingen behöver ske i motlut. Gödselstaden bör också ligga så till, att gödseln är lätt åtkomlig vid utkörningen. Urinbrunnen bör om möjligt placeras så att den kan tömmas genom en avloppsledning från brunnens botten direkt i spridarvagnen. På så sätt undvikas pumpningsarbetet.

9. **Brandskydd.** Gårdens olika byggnader böra ur arbetssynpunkt ej placeras för långt ifrån varandra, men avståndet mellan t. ex. bostadshus och ladugård bör dock alltid vara minst det, som föreskrives i gällande brandförsäkringsvillkor, så att det vid eventuell eldsvåda skall finnas möjlighet att begränsa elden.

10. **Insyn.** För att möjliggöra övervakning bör bostadshuset placeras så, att man därifrån har en god överblick över ekonomibyggnad-

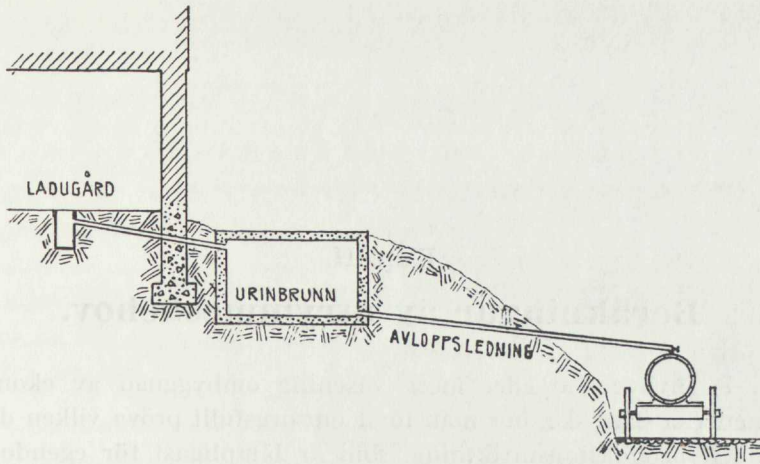


Fig. 1. Urinbrunn med avloppsledning.

derna och vid de mindre jordbruken lämpligen så, att man från köket kan hålla uppsikt särskilt över djurstallarna.

Vid till- eller ombyggnad av ekonomibyggnad på en tidigare bebyggd egendom böra följande synpunkter beaktas.

Innan något mera omfattande byggnadsarbete igångsättes, bör alltid en byggnadsplan för hela gården uppgöras. En sådan byggnadsplan, som även bör omfatta så fullständiga ritningar som möjligt över gårdens framtida gestaltning, medför, att utbyggandet lättare kan göras i etapper och planeras på lång sikt utan risk för planlös och osammanhängande bebyggelse. Allt för ofta händer det, att ombyggnader göras för ett tillfälligt behov utan tillräcklig hänsyn till den fortsatta bebyggelsen och så, att man därigenom för lång tid får dragas med olämpligt utformade eller placerade byggnadsdelar. Gårdstyper med en massa hus, utspridda över en stor yta, vittna oftast om ett sådant förfarande.

Om t. ex. en loge skall ombyggas vid en äldre, låg och långsträckt, kanske vinkelbyggd ladugårdsbyggnad, måste vid planeringen hänsyn tagas till, att själva djurstallet inom en snar framtid kanske måste ombyggas och då anslutas till den nya logen för erhållande av en ur arbetssynpunkt fullgod enhet. Vid logens utformning bör hänsyn tagas här till, t. ex. med avseende på höjd- och breddmått.

Kap. II.

Beräkningar av utrymmesbehov.

När en nybyggnad eller mera väsentlig ombyggnad av ekonomibyggnaderna skall ske, bör man först omsorgsfullt pröva vilken driftsform och produktionsinriktning, som är lämpligast för egendomen. De utrymmen, som planeras, måste stå i ett bestämt förhållande härtill. I samband med en ny- eller ombyggnad kan det ofta visa sig vara förmånligt att lägga om gårdens drift. Alltför ofta bygges med hänsyn till den nuvarande kanske speciella produktionsinriktningen. Särskilt olämpligt är detta givetvis på arrendegårdar.

När det gäller de mindre jordbruken, bör man komma ihåg, att animalieproduktionen i regel bör vara den viktigaste inkomstkällan. Det är i de flesta fall oriktigt, att småbrukare spekulera i oljeväxtodling och liknande och inrätta sin bebyggelse därefter. Det är lika oriktigt, att man vid utförandet av byggnaderna räknar med framtida arealökningar i form av nyodling, där dessa äro ovissa. Planeringen av byggnaderna bör då i stället göras så, att djurantalet, logutrymmet m. m. genom en enkel ombyggnad (flyttning av gavel eller likn.) kan utökas.

Egendomens hävd vid byggnadstillfället kan vara sådan, att skördeuppgifterna icke giva direkt vägledning för byggnadens storleksberäkning. Likaså giver det förefintliga djurantalet icke alltid den rätta upplysningen åt en i jordbruksteknik icke sakkunnig rådgivare. Det kan hända, att lantbrukaren hållit ett för stort djurantal eller också, att han med hänsyn till egendomens beskaffenhet, betestillgången o. s. v. kunde utvinna mera genom att öka eller minska antalet djur av ett visst djurslag. Några bestämda riktlinjer för hela landet är, på grund av de växlande förhållandena, härvidlag omöjligt att angiva. En ny- eller ombyggnad skall göras på ett sådant sätt, att den förbättrar egendomens ekonomi. Problemet är icke så enkelt, att man bara behöver uppföra en ur byggnadsteknisk synpunkt fullt tillfredsställande byggnad. Just i benägenheten att endast se till det byggnadstekniskt riktiga torde ofta ligga orsakerna till att rådgivningen i bygg-

nadsfrågor i vissa fall misslyckats och av den byggande allmänheten omfattats med en viss misstro.

Där ej exakta eller eljest tillförlitliga uppgifter rörande utrymmesbehovet vid en egendom finnas, kunna nedanstående uppgifter tjäna som vägledning. Vid tabellernas upprättande har räknats med medelskörden inom respektive områden med en tilläggs-marginal av 20 % för god skörd. Där jordens beskaffenhet ger vid handen, att normal-skörden på en viss fastighet avviker från antagen medelskörd för området, får korrigering företagas. Egendomar, belägna i gränsområden mellan angivna jordbruksdistrikt, böra vid beräkning hänföras till det område, som kan anses mest överensstämmande.

Utrymmesbehov för otröskad säd.

Höstsäd.

Jordbruksdistrikt	Skörd/ha i ton (otröskad)	Lagrings- vikt kg/m ³	Utrymmes- behov m ³ /ha	Tillägg 20 %	Summa m ³ /ha
Skånes slättbygder	11	90	120	24	145
Sydsv. höglandet	6	80	75	15	90
Öland o. Gotland	6	80	75	15	90
Mellansv. slättbygder	7	80	87	18	105
» skogsbygder	6	80	75	15	90

Havre.

Jordbruksdistrikt	Skörd/ha i ton (otröskad)	Lagrings- vikt kg/m ³	Utrymmes- behov m ³ /ha	Tillägg 20 %	Summa m ³ /ha
Skånes slättbygder	7,5	90	83	17	100
Sydsv. höglandet	5,0	75	67	13	80
Öland o. Gotland	5,0	75	67	13	80
Mellansv. slättbygder	6,0	80	75	15	90
» skogsbygder	5,0	75	67	13	80
Norrlands slättbygder	4,0	75	54	11	65

Korn.

Jordbruksdistrikt	Skörd/ha i ton (otröskad)	Lagrings- vikt kg/m ³	Utrymmes- behov m ³ /ha	Tillägg 20 %	Summa m ³ /ha
Skånes slättbygder	8	100	80	15	95
Övriga Sverige	6	90	67	13	80

Utrymmesbehov för hö.

Jordbruksdistrikt	Skörd/ha i ton	Lagrings- vikt kg/m ³	Utrymmes- behov m ³ /ha	Tillägg 20 %	Summa m ³ /ha
Skånes slättbygder	5,4	90	60	12	72
Sydsv. höglandet	4,0	90	44	9	53
Öland o. Gotland	4,1	90	45	9	54
Mellansv. slättbygder	4,5	90	50	10	60
» skogsbygder	4,0	90	44	9	53
Norrlands slättbygder	4,0	90	44	9	53
» skogsbygder	3,3	90	37	8	54

Vid planlösningen av djurstall bör man, utom för de minsta enheterna, utgå ifrån, att det stråfoder, som förbrukas under vinterutfodringen, skall kunna lagras på höskullen. Vid de mycket små gårdarna och i vissa fall även vid något större gårdar, där man, som exempelvis är fallet i Norrland, kör in foder från lador efter hand som man utfodrar under vintern, får givetvis beräknas ett motsvarande mindre skullutrymme.

Vid lagring av hö inverkar lagringshöjden i hög grad på den viktsmängd, som rymmes per kbm. Som exempel på detta kan anföras en undersökning, utförd av Lantbruksförbundets byggnadsförening (L B F). Vid undersökningen skars ut 1 m³ hö för varje meters lagringsdjup. Höet utgjordes av tidigt skördat, gräsblandat klöverhø. Undersökningen utfördes cirka en månad efter høets inbärgning, sålunda sedan høet hunnit sjunka på skullen. Nedanstående tabell anger medelresultatet av trenne dylika undersökningar.

Lagringsdjup	kg/m ³
5,0 m	125
4,0 »	110
3,0 »	90
2,0 »	70
1,0 »	40

Vid större lagringshöjder än 5 m synes vikten per m³ hö vara praktiskt taget konstant. Som ett medeltal för vikten per m³ lagrat hö kan man använda siffran 90 kg.

Den mängd stråfoder, som behöver lagras för en utfodringsperiod, beror på stråfodergivornas storlek och utfodringsperiodens längd. Till vägledning för beräkningen kan angivas, att *för varje kg hö, som utfodras per djur och dag*, åtgår ett utrymme av cirka:

2,2 m³ om foderperioden omfattar 200 dagar

2,5 » » » » 230 »

3,0 » » » » 270 »

För varje kg halm (foderhalm och ströhalm), som användes pr djur och dag, åtgår ett utrymme av cirka:

2,5 m³ om foderperioden omfattar 200 dagar

2,8 » » » » 230 »

3,4 » » » » 270 »

Med ledning av dessa värden kan erforderligt skullutrymme beräknas, då man känner den utfodringsstat, som tillämpas.

Utrymmesbehov i magasin.

Vid beräkning av magasinsutrymmen måste hänsyn tagas till, huruvida spannmålen skall tröskas på en gång eller först efter hand som utfodring och försäljning ske. Vid utrymmesberäkning för spannmål kan nedanstående tabell tjäna som vägledning.

Utrymmesbehov i m³ per ha för tröskad spannmål.

Skörd per ha i dt (tröskad)	20	25	30	35	40	45	50
Vete	2,20	2,75	3,30	3,85	4,40	4,95	5,50
Råg	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00
Korn.....	3,00	3,75	4,50	5,25	6,00	6,75	7,50
Havre	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00

Vid beräkningen av kärnmängden per hektar har räknats med medelgod skörd och att kärnan i viktsprocent av den otröskade spannmålen utgör för vete 35 %, råg 30 %, havre 40 % och korn 50 %.

Vid exakt beräkning av erforderligt utrymme för lagring av spannmål i silor får beräkningen korrigeras med hänsyn till vilken torkningsmetod, som skall användas m. m.

Vid lagring av spannmål i planbottensmagasin kan beräknas en lagringshöjd av högst 0,5 m. För gångar m. m. göres ett tillägg av cirka 15 % till den yta, spannmålen vid en sådan beräkning upptager. Som vägledning vid beräkning av golvtebehovet per hektar stråsäd kan nedanstående tjäna.

Golvyta i planbottenmagasin i m² per ha.

Skörd per ha i dt (tröskad)	20	25	30	35	40	45	50
Vete	6,0	7,5	9,0	11,0	12,5	14,0	15,5
Råg	6,5	8,0	10,0	11,5	13,0	15,0	16,5
Korn.....	7,0	9,0	10,5	12,5	14,0	16,0	17,5
Havre	9,5	12,0	14,0	16,5	19,0	21,0	23,5

Utrymmesbehov för maskiner och redskap.

Utrymmesbehovet för maskiner och redskap är vanskligt att ange. Behovet skiftar med jordmån, jordbruksdriftens inriktning, möjligheterna för gemensam maskin användning olika jordbrukare emellan o. s. v. Maskinernas livslängd är i väsentlig grad beroende på hur väl de förvaras. Ett oeftergivligt villkor är, att maskinerna vintertid kunna förvaras inomhus. Vid planeringen av jordbrukets ekonomibyggnader måste därför hänsyn tagas till utrymme för maskinernas vinterförvaring. Som förvaringsutrymme för maskiner, redskap m. m. kan lämpligen användas sådana utrymmen som genomkörslar i loge o. likn. I den mån detta utrymme icke är tillräckligt, måste det kompletteras med särskild lokal eller byggnad. Efter undersökningar av redskap och maskinbesättningar vid ett 100-tal lantbruk på olika jordar med olika driftsformer i södra och mellersta Sverige har nedanstående tabell uppgjorts av L B F. Siffrorna äro endast ungefärliga men kunna tjäna som vägledning, där man icke har möjlighet att genom direkt inventering få uppgift på utrymmesbehovet.

Ungefärligt utrymmesbehov för vagnar, maskiner och redskap.

Åkerareal	Golvytebehov i m ² för:		Totalt m ²
	Vagnar	Maskiner och redskap	
2— 10 har	25— 30	25	50— 55
10— 20 »	30— 50	50	80—100
20— 40 »	50— 65	55	105—120
40— 60 »	65— 75	65	130—140
60—100 »	75—100	80	155—180

Kap. III.

Allmänna förutsättningar för uppvärmning och ventilering av djurstallar.

För att en djurbesättning skall lämna största möjliga avkastning fordras bl. a., att de stallar, i vilka djuren tillbringa större delen av sitt liv, äro så hygieniska och ändamålsenliga som möjligt.

Det är förutsättningarna för tillgodoseende av detta krav som i det följande skall närmare studeras.

A. Värmetekniska begrepp.

Värmegrad eller *temperatur* anges i °C.

Värmemängder anges i kilokalori (kcal). En kcal är lika med den värmemängd, som åtgår för att höja temperaturen hos 1 kg (= 1 liter) vatten 1 grad.

Specifikt värme.

Samma kvantitet av olika ämnen fordra olika värmetillförsel för en och samma temperaturstegring. Variationerna härvidlag bero på ämnenas olika s. k. *specifika värme*. Ett ämnes specifika värme anger det antal kcal, som åtgår för att höja temperaturen hos 1 kg 1°. Specifika värmets hos vatten är = 1.

Ångbildningsvärme.

Värmes vatten av 100° temperatur, åstadkommes vid normalt lufttryck ingen temperaturstegring. Det tillförda värmets *bindes* vid alstringen av den ånga, som i stället uppkommer.

När 1 kg vatten av 100° övergår till ånga av 100°, bindas 539 kcal, som åter frigöres, när denna ånga kondenserar till vatten av 100°. Denna värmemängd kallas vattnets ångbildningsvärme.

B. Stalluften.

Det har vid tidigare undersökningar i djurstallar konstaterats, att luftens kemiska sammansättning (kolsyrehalt m. m.) i normala fall ej är av större betydelse för djurens välbefinnande, utan att det är luf-

tens fysikaliska tillstånd med avseende på *temperatur*, *fuktighetshalt* och *rörelsehastighet*, som är utslagsgivande för djurens avgivande av värme och vattenånga, vilket i hög grad påverkar deras hälsotillstånd och avkastning. Djurstallen skola således utföras på sådant sätt, att dessa tre faktorer kunna regleras inom lämpliga gränser. Detta är i huvudsak ett värmehushållningsproblem.

Stallluftens temperatur.

Den viktigaste av de ovan nämnda tre faktorerna är *temperaturen*.

Håller man för låg temperatur i ett stall, måste djuren på något sätt söka skydda sig häremot. Detta sker till väsentlig del genom att de förbruka en större del av den genom fodret erhållna näringen för att täcka värmeförlusterna genom hudytan. Särskilt vid gödsvinsuppfödning har det vid utförda försök kunnat påvisas, att temperaturen i stallet har stor betydelse för det ekonomiska resultatet.

Håller man hög temperatur i ett stall, kunna djuren till en viss grad anpassa sig härfter. Hårbeklädnaden blir nämligen då glesare och mindre värmeisolerande. På detta sätt kan dock anpassning ske endast till en viss gräns. Hästar bli vintertid utsatta för stora temperaturskillnader och ådraga sig därför lätt förkylningssjukdomar, om de stå i för varma stallar.

Bestämda uppgifter rörande den lämpligaste stalltemperaturen kunna ej anges på grund av att man ännu icke helt känner till, hur de olika djurslagen reagera för olika kombinationer av de tre faktorerna temperatur, fuktighet och rörelsehastighet. Nedanstående värden på stalltemperaturen torde dock få anses godtagbara.

Uppbundna mjölkkor	10—15°
Kalvar	10—15°
Ungdjur i box	6—15°
Digivande suggor	12—16°
Andra suggor	4—12°
Gödsvin	12—18°
Hästar	6—10°
Får och getter	2—10°
Höns	5—10°

Stallluftens fuktighet.

Om luftens fuktighetshalt blir för hög, påverkar detta, som ovan nämnts, djurens välbefinnande och därmed avkastningen. Djuren måste kunna avge en del av det genom förbränningen i organismen frigjorda

värmets för att hålla kroppstemperaturen konstant. Denna värmeavgivning sker huvudsakligen genom *vattenavdunstning* samt genom *ledning och strålning* från huden.

Normalt räknar man med att c:a $\frac{1}{4}$ av värmeavgivningen sker genom *vattenavdunstning* dels via andningsorganen, dels från huden. Ju torrare den omgivande luften är, desto lättare upptages den av djuret avgivna fuktigheten, och temperaturanpassningen kan ske obehindrat. Är stallluftens fuktighetshalt hög, försvåras vattenavdunstningen, och värmeavgivningen genom *ledning och strålning* måste proportionellt ökas, om kroppstemperaturen skall kunna anpassa sig efter de yttre förhållandena. Det har vid försök konstaterats, att djuren sakna förmåga att i nämnvärd grad öka denna form av värmeavgivning, varför en för hög fuktighetshalt i luften kan förorsaka rubbningar i djurens hälsotillstånd.

Luften innehåller alltid en viss mängd vatten i form av vattenånga (vatten i gasform). Denna luftens förmåga att hålla vattenånga varierar med temperaturen; ju varmare luften är, desto mer vattenånga kan den upptaga pr volymenhet, innan den blir »mättad» (när daggpunkten), varmed menas det tillstånd, då ett ytterligare tillskott av vattenånga medför utfällning — kondensering — av vatten, till dess mättningsgraden åter underskrides.

Fuktighetshalten i luften uttryckes vanligen i % *relativ fuktighet*.

Med begreppet relativ fuktighet uttrycker man den mängd vattenånga, som luften vid ett visst tillfälle innehåller i % av den mängd, som mättad luft vid samma temperatur kan hålla. Om luften således vid ett tillfälle har en relativ fuktighet av 75 %, innehåller den 75 % av den mängd vattenånga, som mättad luft med samma temperatur kan hålla. Mättad luft har sålunda en relativ fuktighet av 100 %.

Med uttrycket luftens *absoluta fuktighet* menas den viktsmängd vattenånga, som luften vid ett visst tillfälle innehåller.

Vattenånga har samma strävan som andra gaser att jämnt fördela sig i hela det utrymme, i vilket den är innesluten. Om man t. ex. i ett rum med 10 m³ volym släpper in 1 m³ av en gas, blandar sig denna med luften i rummet, så att gasens volym blir 10 gånger större men dess koncentration, d. v. s. mängden ren gas pr volymenhet blir blott $\frac{1}{10}$ av den ursprungliga. Då de flesta byggnadsmaterial äro mer eller mindre porösa, d. v. s. de innehålla och äro genomsläppliga för luft, äro de även genomsläppliga för den i luften uppblandade vattenångan.

Av kurvblad nr 1 framgår hur mycket vatten (vattenånga), som luft av olika temperaturer kan innehålla, då den är mättad samt vid olika relativ fuktighet. Om t. ex. ytterluften vid ett tillfälle har en temperatur av -5° och en relativ fuktighet av 80 %, innehåller varje m³ luft 2,6 gr vatten. Om denna luft föres in i en ladugård, där den uppvärms till $+15^{\circ}$, förändras den relativa fuktigheten. Då av kurvblad

nr 1 framgår, att mättad luft vid en temperatur av $+15^{\circ}$ kan innehålla 12,9 gr vatten pr m^3 , kan det nya värdet på relativa fuktigheten (a) beräknas:

$$\frac{a}{100} = \frac{2,6}{12,9}$$

$$a = 20,2 \%$$

Med samma vattenhalt har således luftens relativa fuktighet sjunkit från 80 % till 20,2 % vid uppvärmningen från -5° till $+15^{\circ}$.

Av kurvblad nr 1 framgår vidare, att vid $+15^{\circ}$ och 80 % relativ fuktighet innehåller luften 10,25 gr vattenånga. I ovanstående exempel kan luften således upptaga ytterligare vattenånga, innan dess rel. fuktighet åter blir 80 %, närmare bestämt:

$$10,25 - 2,6 = 7,65 \text{ gr pr } m^3$$

På grund av viktsskillnaden mellan varmare (lättare) luft och kallare (tyngre) erhålles vid uppvärmning en stigande och vid avkylning en sjunkande luftström. I ett djurstall uppvärms luften kring djuren och avkyles vid tak, ytterväggar och golv. Även i ett djurstall, som helt saknar ventilationsanordningar, är luften därför i rörelse från djuren—uppåt—utåt väggarna—nedåt mot golvet samt åter in mot djuren.

Då luften rör sig ut mot ytterväggen och där kommer i kontakt med en fönster-ruta, vars temperatur på insidan endast är t. ex. $+3^{\circ}$, så kyles den varmare stall-luften ner till denna temperatur. Av kurvblad nr 1 framgår, att mättad luft vid $+3^{\circ}$ kan hålla högst 6,0 gr vatten pr m^3 . Den 15-gradiga luften (i tidigare nämnda exempel) innehöll 10,25 gr vatten pr m^3 . På fönsterytan kommer då att ske en kondensering (utfällning) av $10,25 - 6,0 = 4,25$ gr vatten för varje m^3 luft, som passerar utmed rutan. Liknande kondenseringsförhållanden uppstå, om den varma, fuktiga stall-luften skall föras ut genom en lufttrumma, som ej är tillräckligt värmeisolerad, eller kommer i kontakt med en dåligt isolerad vägg, dörr eller liknande.

Den luft, som håller t. ex. 80 % relativ fuktighet (enl. ovanstående exempel) tål dock en viss avkylning, innan kondenseringen börjar. Av kurvblad nr 1 framgår, att den temperatur, vid vilken mättad luft håller 10,25 gr vatten pr m^3 , är $11,3^{\circ}$. Den 15-gradiga luften med 80 % relativ fuktighet kan således avkylas 3,7 grader till $+11,3^{\circ}$, utan att kondensering inträffar. Vid denna temperatursänkning ökas relativa fuktigheten från 80 till 100 %.

Skall man med tillhjälp av luftväxling (ventilation) kunna bortföra så mycket som möjligt av den från djuren avdunstade, för både djur och byggnader skadliga vattenångan ur ladugården, skall friskluft (som har låg absolut fuktighet) införas och värmas upp, så att den kan upptaga vattenånga och sedan föras ut, utan att den inne i ladugården får utsättas för avkylning. *Luften skall under sin väg genom djurstallet hela tiden gå från en kallare mot en varmare plats för att fuktutfällning skall undvikas.*

I ladugårdar, som sakna ventilationsanordningar, eller om dessa ej

äro så utförda, att luften tvingas att gå i en viss bestämd riktning, uppstår dock alltid som tidigare nämnts en viss luftcirkulation på grund av viktskillnaden mellan varmare luft och kallare.

Då luften passerar djuren och uppvärms, upptages den av djuren avdunstade vattenångan, så att luften här får högre relativ fuktighetshalt. Rör den sig sedan ut mot de kalla ytterväggarna och avkyles, blir resultatet, att en stor del av den från djuren »transporterade» vattenmängden kommer att utfällas på väggar, fönster, eller dörrar, eventuellt redan i taket, om detta är dåligt värmeisolerat och kallt. I en sådan ladugård sker således en ständig transport av vatten från djuren till väggar, tak och golv. Då t. ex. en ko avdunstar c:a 6—8 liter vatten per dygn, blir det avsevärda kvantiteter, som komma att fällas ut och förorsaka skador på dessa byggnadsdelar. Vad en sådan ständig fuktbildning på grund av bristande ventilation betyder för byggnadens bestånd, finnas otaliga avskräckande exempel på. Det är oerhörda ekonomiska förluster, som årligen åsamkas landets jordbrukare på grund av att djurstallarnas livslängd blir avsevärt kortare, än vad som beräknats vid byggnadernas planerande. Djuren i en dålig byggnad ge dessutom en lägre och kvalitativt sämre avkastning än sådana, som vistas i goda byggnader (som oftast kunna utföras för samma kostnad), vilket ytterligare bidrager till att försämra jordbrukets lönsamhet.

Det värde på relativa fuktigheten i ett djurstall, som av hygieniska skäl eftersträvas, är ung. 60—70 %. I verkligheten torde en så låg fuktighetshalt, under den kallare delen av året, endast kunna hållas i större ladugårdar. Är djurstallet byggnadstekniskt rätt utfört, kan fuktighetshalten tidvis få gå upp till c:a 85 % utan risk att byggnaden tager skada. En så hög luftfuktighet torde ej kunna undvikas i svinstallar och mindre ladugårdar.

Nämnvärt över 85 % bör dock fuktighetshalten ej få stiga, enär vattenutfällning i kallare delar av ladugården då knappast kan undvikas. Har fuktbildning väl börjat på ett ställe, kommer byggnadsdelens värmeisolerande förmåga att försämrast. Fukten sprider sig till angränsande delar av väggen, vilken blir allt sämre isolerande ju mera vatten som upptages, varigenom risken för kondensering på väggytan ökas.

Hur det i verkligheten ofta förhåller sig i fuktavseende i de mindre ladugårdarna i Norrland, ger figur 2 exempel på. Undersökningen omfattar ett 20-tal småladugårdar i Västerbotten och utfördes i februari 1939. Som av tabellen framgår, var luftens relativa fuktighet i ladugårdarna med mindre än 5 djur så hög som 84—97 % med medeltalet omkring 90 %.

Undersökning av egnehems- och småbrukare-
ladugårdar i Västerbotten februari 1939.

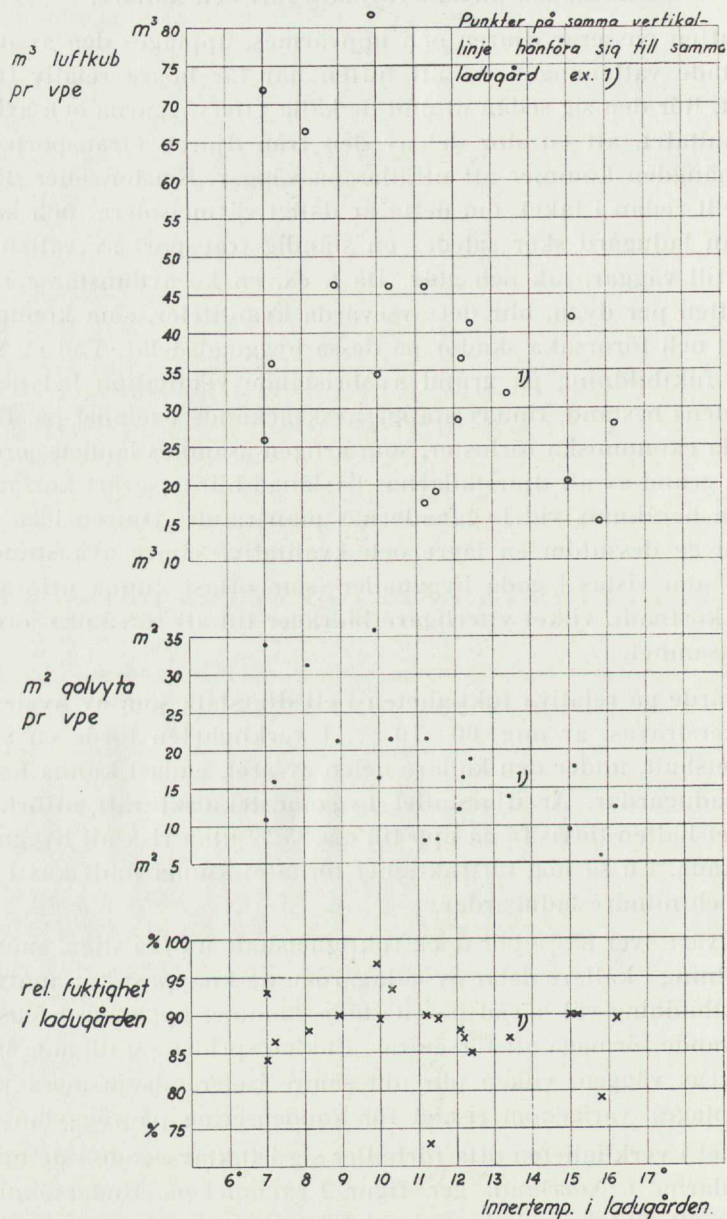


Fig. 2. Undersökning utförd i samarbete med Kungl. Egnehemsstyrelsen.
(Betydelsen av vpe, se sid. 25.)

Stallluftens rörelse.

En faktor, som har stor inverkan på känslan av välbefinnande i en lokal, är *luftens rörelsehastighet*. Man har vid prov med människor, som instängts i ett lufttätt rum, konstaterat, att den känsla av obehag, som inställt sig sedan de vistats där så lång tid, att temperatur, relativ fuktighet och kolsyrehalt blivit onormalt höga, försvunnit, så snart luften satts i rörelse medelst en fläkt, trots att ingen ny luft tillförts. Detta beror på att luft, som befinner sig i rörelse, har en viss avkylningseffekt.

För människans del har man konstaterat, att den lämpliga rörelsehastigheten hos luften är 0,3—0,4 m pr sek., medan en hastighet av 1,5 m pr sek. uppfattas som »drag» till följd av den alltför starka avkylningen och det tryck, som en sådan luftström utövar på huden. Några motsvarande värden för djurens del ha i varje fall hittills ej kunnat fastställas, men man kan antaga, att dessa till följd av djurens hårbeklädnad, tjockare hud o. s. v. böra ligga högre. På liknande grunder kan man också antaga, att en väsentlig olikhet föreligger mellan olika djurslag och vid olika kondition hos ett och samma djurslag. Så t. ex. veta vi, att svin, särskilt smågrisar, med sin glesa hårrem äro ytterst känsliga för drag. Småkalvar böra av samma skäl alltid placeras så, att drag kan undvikas.

Om man i ett djurstall har lågt sittande friskluftsintag utan någon avskärningsanordning framför, kommer den inströmmande kalla luften att sjunka ner till golvet och drar sig sedan längs detta mot djuren (golvdrag). En sådan rörelseriktning på luften är skadlig för djuren. Den undvikes genom att friskluftsintagen placeras högt upp på väggarna och genom att rikta den inströmmande luften uppåt, så att den tvingas att blanda sig med den varma luften och därigenom uppvärmas något, innan den sjunker nedåt. Av samma anledning bör man tillse, att sådana draghål som otäta dörrar, gödselgluggar och liknande inte finnas i närheten av djuren.

SAMMANFATTNING.

Av det ovan sagda framgår, att *ventilation (luftväxling)* är nödvändig i ett djurstall för att kunna reglera temperatur och luftrörelser inom lämpliga gränser men framför allt för att bortföra den där alstrade, för djur och byggnader skadliga vattenångan. Är ventilationen så ordnad, att dessa krav uppfyllas, kan man alltid vara säker på, att luftomsättningen är så stor, att luftens kemiska sammansättning (i avseende på kolsyrehalt m. m.) blir tillfredsställande.

För att luften skall kunna upptaga och bortföra vattenånga måste den uppvärmas. För att täcka värmeförlusterna genom golv, tak och väggar erfordras även värme. Inom djurstallet måste således produceras så mycket värme, som erfordras för täckande av dessa värmeförluster.

Förutsättningarna för att den i ett djurstall alstrade värmen skall vara tillräcklig för att täcka de nämnda värmeförlusterna, skall här närmare studeras.

C. Djurstallars värmetillförsel.

Vid all diskussion om djurstallars värmeproblem samt vid själva stallplaneringen måste man hålla klart för sig skillnaden mellan att bygga ett ur uppvärmningssynpunkt fullgott djurstall och ett bostadshus. I det senare fallet bestämmer man först, hur stort man vill ha huset och hur man vill bygga det samt beräknar sedan, hur stor uppvärmningsanordning som erfordras för att man skall kunna hålla lämplig temperatur. Vid planerandet av ett djurstall däremot måste man utgå från uppvärmningsanordningen — *djuren själva* — samt med utgångspunkt därifrån bestämma storleken på stallet samt graden av ombonad så, att temperaturen även vintertid kan hållas på en för djuren lämplig nivå, så vitt möjligt utan kostnads- och arbetskrävande uppvärmningsanordningar.

Djurens värmeavgivning.

På grund av många inverkande faktorer, såsom variationer i djurens storlek, utfodring, levnadsförhållanden (temperatur, ventilation, belysning) m. m., är ett exakt angivande av värmeproduktionen ej möjlig, utan man får nöja sig med ganska approximativa genomsnittsvärden.

I utlandet har man genom undersökningar klarlagt djurens värmeproduktionsförhållanden, och det är med utgångspunkt från därvid erhållna resultat, som nedan nämnda värden beräknats. Härvid har hänsyn tagits till de olika nötkreatursrasernas storlek och medelavkastning, utfodringsförhållanden m. m.

Inom landet förekomma i huvudsak tre olika raser, nämligen *Svensk Kullig Boskap* (S. K. B.), *Svensk Röd och Vit Boskap* (S. R. B.) samt *Svensk Låglandsboskap* (S. L. B.). För dessa har den totala värmeproduktionen sålunda uppskattats till 16000, 17000 resp. 18000 kcal pr djur och dygn.

Dessa, av djuren avgivna värmemängder, överförs till omgivningen till *ung. 75 % genom ledning och strålning* samt till *ung. 25 % genom vattenavdunstning*. Denna fördelning av värmeavgivandet varierar med levnadsförhållandena, varför den endast är ungefärlig. Vattenavdunstningen sker dels från djurens hudyta (c:a 60 %), dels från andningsorganen (c:a 40 %).

Det genom vattenavdunstningen från djuren avgivna värmets är bundet i vattenångan och av det avgivna värmets är det endast den del, som avgives genom ledning och strålning, som kommer ladugården till del såsom fritt värme. Man kan således vid värmeberäkningar endast räkna med att 75 % av den totalt producerade värmemängden är tillgänglig för uppvärmning av byggnaden och ventilationsluften.

Produktionen av fritt värme för djurstallets uppvärmning blir således för de tre raserna: S. K. B. 12000, S. R. B. 12750 och S. L. B. 13500 kcal pr dygn eller 500, 530 resp. 560 kcal pr tim.

Den värmemängd, som är bunden i den avdunstade vattenånga, är således 4000, 4250 resp. 4500 kcal pr dygn. Då man känner den värmemängd, som åtgår för att överföra vatten till vattenånga (ångbildningsvärmets), kunna de från djuren avdunstade vattenmängderna beräknas. Ångbildningsvärmets är vid i detta sammanhang vanligen förekommande temperaturer c:a 585 kcal pr kg vatten. De avdunstade vattenmängderna bli således $\frac{4000}{585} = 6,84$, $\frac{4250}{585} = 7,26$ resp. $\frac{4500}{585} = 7,69$ kg vatten pr dygn eller 285, 303 resp. 320 gr pr djur och tim.

Sammanställning.

	S. K. B.	S. R. B.	S. L. B.
Medelvikt pr ko,	400	525	650
Tot. värmeprod. pr ko,	16000	17000	18000
Avdunst. vattenånga pr ko,	6,84	7,26	7,69
Prod. fritt värme pr ko,	12000	12750	13500

Beräkning av värmeproduktionsenheter (vpe.).

Vid jämförelse mellan djurstallar måste de olika förhållandena uttryckas i en gemensam enhet för att bli jämförbara.

Då uppvärmningsförhållandena äro utslagsgivande för det hygieniska tillståndet i djurstallet, således för dess »funktion», ligger det närmast till hands att uttrycka jämförelsevärdena i förhållande till en för värmeproduktionen och i viss mån även för utrymmesbehovet karakteristisk enhet.

I de flesta djurstallar representera korna den ojämförligt största värmeproduktionen, *varför som jämförelseenhet har valts den värmemängd, som en fullvuxen, medelmjölkkande ko normalt avger*. Denna enhet kallas *värmeproduktionsenhet*, i det följande förkortat till vpe.

Liksom vid de flesta beräkningar av värme- och ventilationsförhållanden i djurstallar förekomma i samband med bestämmande av denna enhet många faktorer, som ej kunna exakt beräknas på grund av de stora variationerna från fall till fall. Det här gjorda valet av jämförelseenhet ger således ej exakta värden, men torde dock vara en enkel metod, som leder till relativt riktiga resultat, vilket även bekräftats av ett stort antal utförda uppmätningar.

I storleksavseende bli ladugårdarna jämförbara med varandra, om värdena uttryckas i vpe., oberoende av de olika raserna och variationerna i värmeproduktion, emedan den större mängden fritt värme från de tyngre raserna uppväges av en motsvarande ökning av vattenavdunstningen för vars bortförande erfordras större värmemängd, varför det för uppvärmningen av byggnaden och ventilationsluften tillgängliga värmets kan antagas ungefär lika för de olika raserna.

I ladugårdarna finnas i allmänhet ej endast fullvuxna, medelmjölkanande kor, utan även kvigor, kalvar, hästar, tjurar, svin m. m. Om dessa djurs värmeproduktion uttryckes i förhållande till produktionen hos korna, erhållas följande reduktionstal för beräkning av antalet *värmeproduktionsenheter* (vpe.) i djurstallar.

Djurslag	vpe. pr djur
Mjölkanande ko	1,00
Ungdjur (6—30 mån.)	0,50
Kalv (t. o. m. 6 mån.)	0,20
Tjur	1,00
Oxe	1,00
Häst (över 3 år)	0,80
Unghäst (1—3 år)	0,70
Föl (t. o. m. 1 år)	0,30
Avelssvin (fullväxt)	0,25
Gödsvin (inkl. smågrisar)	0,15
Får och get	0,15
Höns pr 10 st. (lättare ras)	0,20
» » 10 » (tyngre ras)	0,25

Med ungdjur 6—30 mån. avses medelstorleken vid normal rekrytering. Hästar över 3 år, som normalt användas i arbete, komma att avge förhållandevis mindre värmemängd i stallet jämfört med unghästar och föl som huvudsakligen vistas inne, därför har hästens medelvärmeproduktion satts till 0,8 vpe. För gödsvin har räknats med en medelvikt på 50 kg.

Finnas t. ex. i en ladugård 8 kor, 4 kvigor, 2 kalvar, 2 hästar, 1 föl, 1 sugga och 5 gödsvin och i en annan 15 kor, 4 kvigor, 2 kalvar, 1 tjur och 1 häst, blir *antalet djur* i båda fallen 23 men *antalet vpe*, blir:

$8 \times 1,0 = 8,0$	$15 \times 1,0 = 15,0$
$4 \times 0,5 = 2,0$	$4 \times 0,5 = 2,0$
$2 \times 0,2 = 0,4$	$2 \times 0,2 = 0,4$
$2 \times 0,8 = 1,6$	$1 \times 1,0 = 1,0$
$1 \times 0,3 = 0,3$	$1 \times 0,8 = 0,8$
$1 \times 0,25 = 0,25$	
$5 \times 0,15 = 0,75$	
S:a 13,30	S:a 19,2

Värmeproduktionen i den senare ladugården är sålunda nära 50 % större än i den förra.

Ett avsevärt tillskott till värmeproduktionen, som man ej räknar med, är det värme, som tillföres byggnaden genom solstrålning mot ytterväggarna. En tillnärmelsevis riktig beräkning av solvärmets tillskott är mycket komplicerad på grund av de många osäkra faktorer, som förekomma. Som närmare visas på sid. 29, är dock strålningsvärmets tidvis av sådan storleksordning, att man ej helt kan bortse från detsamma.

Emellertid finnes även på värmeförlustsidan i djurstallets värmebalans en svårbestämbar faktor, som ej medtages i beräkningarna, nämligen vattenavdunstningen från själva byggnaden, såsom från gödselrännor, vattenkoppar, våta fönsterrutor samt fukt från golv, när detta spolats m. m. Liksom i den vattenånga, som avgives från djuren, bindes även vid denna ångbildning, värme, vilken bortföres ur ladugården vid ventilerung.

För att ej komplicera här genomförda värmeberäkningar har därför i dessa bortsetts från ovan nämnda värmetskott och värmeförluster, då de i viss mån upphäva varandra.

Uppvärmningsanordningar.

I flertalet ladugårdar i Norrland, men även på många ställen i angränsande landsdelar, har man en eldstad inne i ladugården. Denna är antingen utförd med inmurad bykgryta (fig. 3) eller som en öppen spis, i vilken en större kokkittel kan hängas eller ställas in (fig. 4).

Det huvudsakliga ändamålet med dessa spisar lär, åtminstone i övre Norrland ha varit, att man skulle kunna värma vatten åt djuren och tillreda s. k. sörpa (hö uppblött i varmt vatten). I de flesta fall lär avsikten inte ha varit att elda enbart för värmens skull. Detta bruk att

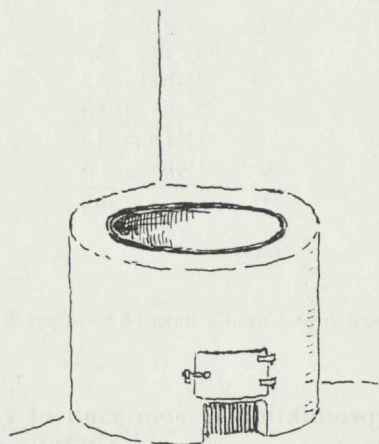


Fig. 3.

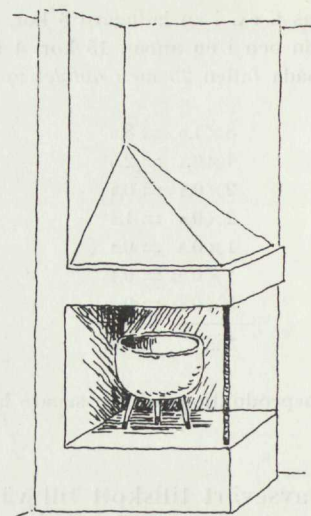


Fig. 4.

Vanligast förekommande typer av uppvärmningsanordningar i norrländska ladugårdar.

värma vatten åt djuren har alltmer försvunnit, och grytorna i ladugårdarna användas numera oftast för att värma tvättvatten. På många ställen försiggår hela tvätten inne i ladugården, och man har vid bygandet tagit till extra utrymme för att få plats med tvättbalja och byckar!

Då man i en ladugård skall sträva efter att så mycket som möjligt nedbringa luftens fuktighetshalt för att skapa hygieniska förhållanden för djuren och minska fuktskadorna på byggnaden, är det absolut förkastligt att använda ladugården som tvättstuga, då man därvid alstrar massor av vattenånga dels vid kokningen, dels genom allt vatten, som spilles ut på golvet.

Om det under de kallaste dagarna på året är nödvändigt att elda för värmens skull, är den inmurade bykgrytan en synnerligen olämplig uppvärmningsanordning, då man är tvungen att ha vatten i denna vid eldningen. Den öppna spisen (utan kokkittel!) är härvidlag betydligt bättre, då ju vid eldningen även en effektiv ventilation åstadkommes genom skorstenen.

Frågan om lämplig placering och utformning av uppvärmningsanordningar kommer att närmare behandlas i ett senare meddelande.

Djurstallets orientering med hänsyn till solvärmets tillvaratagande.

En byggnads värmeförluster äro bl. a. beroende på, hur denna ligger i förhållande till väderstrecken samt hur utsatt den är för vind.

De flesta djurstallar ha endast tre fria ytterväggar, då en vägg oftast gränsar mot en loge. I Norrland, där man vanligen även har inbyggt gödselhus, blir det endast två fria ytterväggar. Värmeförlusterna genom de fria ytterväggarna bli större än genom de »inbyggda», så länge de fria väggarna inte äro utsatta för direkt solbelysning. Förlusterna genom de inbyggda väggarna bli mindre, därför att de ej utsättas för vind, ofta äro motfyllda med hö eller halm eller delvis gränsa mot utrymmen, som hållas frostfria, såsom rotfruktsrum, mjölkavdelning eller liknande.

För att så mycket som möjligt tillgodogöra sig solvärmets böra djurstallar placeras med de fria ytterväggarna mot soliga väderstreck.

Storleken och fördelningen under året av den från solen utstrålande värmeenergien mot en vertikal yta har undersökts i Stockholm vid programutredningen till Stockholms stads nyplanerade centralsjukhus på Södermalm. De nedan angivna värdena gälla ju endast för en liten del av landet, men de torde ge en, för bedömandet av dessa frågor, tillräckligt klar bild av solvärmets variationer under året.

Värmeenergi från solen överföres endast vid direkt solbelysning. Hur mängden värmeenergi mot vertikala ytor, orienterade i olika väderstreck, varierar under årets olika månader framgår av nedanstående tabell. Siffrorna ange den genom strålning överförd energimängden i gramcalorier pr kvadratcentimeter och dag. Reduktion har gjorts för inverkan av normalt förekommande molnighet.

Genom solstrålning överförd värmeenergi i gramcal pr cm².

M å n a d	Vertikal yta orienterad mot			
	Söder	Sydost Sydväst	Öster Väster	Norr
Januari	63	44	11	—
Februari	129	94	34	—
Mars	193	153	81	—
April	219	211	148	7
Maj	200	221	176	40
Juni	168	199	203	66
Juli	172	198	190	50
Augusti	182	186	146	14
September	216	185	112	—
Oktober	147	109	47	—
November	59	42	12	—
December	25	17	4	—
S:a	1773	1659	1164	177
%	100 %	94 %	66 %	10 %

Av tabellen framgår, att väggar mot öster och väster under hela året mottaga 66 % och väggar mot norr 10 % av den värmeenergi, som utstrålas mot en söderyta.

Då djuren i de flesta fall under en stor del av året vistas utom ladugården och då uppvärmningssvårigheter endast förekomma under den kallare årstiden, blir förhållandet något olika, om hänsyn toges härtill. Om tiden 1 maj—1 okt. uteslutes blir förhållandet:

	Vertikalyta orienterad mot			
	Söder	Sydost Sydväst	Öster Väster	Norr
S:a strålningsenergi	835	670	337	7
Procentuell fördelning	100 %	80 %	40 %	0,8 %

Som exempel på storleksordningen hos denna värmestrålning från solen kan ur tabellen utläsas, att 1 m² södervägg under februari månad mottager i medeltal $\frac{129 \times 10000}{1000} = 1290$ kcal/dag. Hade himlen ständigt varit klar och strålningen ej hindrats av moln, skulle värdet blivit 4020 kcal/dag. Då man uppskattar t. ex. en SRB-kos produktion av fritt värme pr dygn till c:a 12750 kcal, så inses, att det är ett avsevärt tillskott till ladugårdens värmebalans, det här gäller att tillvarataga. Som på sid. 36 visas, är ytterväggens förmåga att tillgodogöra sig värmestrålningen beroende på väggytans beskaffenhet.

Skulle man i största utsträckning tillgodogöra sig solvärmets och skydda ladugården mot onödig värmeutstrålning, skulle fria ytterväggar av t. ex. tegel mot söder, öster och väster (i Norrland endast mot söder) kunna vara oputsade, men väggar mot norr (resp. norr, öster och väster) vara slätputsade och vitkalkade.

Solbelysningens inverkan på uppvärmningen av byggnaden är av sådan storleksordning, att det är oförsvarligt att placera en ladugårdsbyggnad så, att exempelvis logen ligger åt söder, om ej alldeles speciella lokala förhållanden tvinga härtill. Även ur belysningssynpunkt är det av stor betydelse, att byggnaden har de fria fönsterväggarna mot söder, öster och väster. (Se vidare härom på sid. 131 och följande.)

En ladugård med tre fria ytterväggar bör således placeras så, att den fria gaveln ligger mot söder och långsidorna i öster och väster.

Har ladugårdsbyggnaden endast två fria väggytor, varvid ena gaveln vetter mot logen och den andra mot ett inbyggt gödselhus eller liknande utrymme, tillgodogör man sig solvärmets och solljuset bäst genom att förlägga byggnaden så, att de fria långsidorna ligga åt söder och norr, om fönstren huvudsakligen placeras på södra sidan. Äro de fria väggarna en gavel och en långsida, bör byggnaden läggas så, att det fria hörnet kommer åt söder.

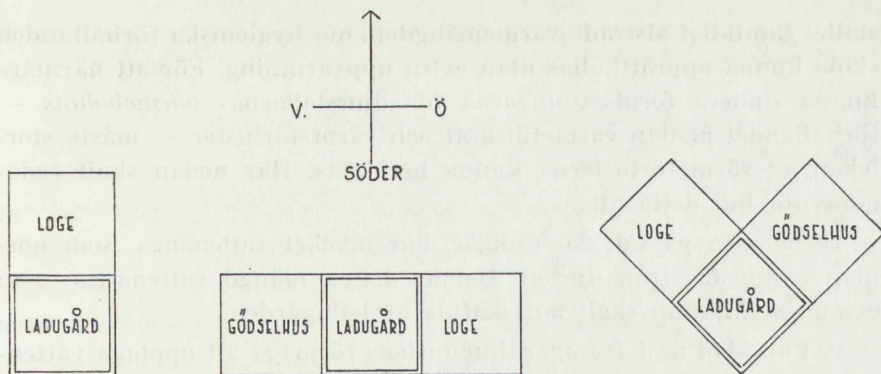


Fig. 5. Djurstallars orientering i förhållande till väderstreck.

D. Djurstallars värmeavgivande.

Värme bortföres ur ett djurstall:

- a) genom ventilationsluften (*ventilationsvärme*) samt,
- b) genom väggar, dörrar och fönster, golv och tak (*värmeströmning mot en kallare omgivning*).

Dessutom bortföres värme genom gödsel och urin, mjölk m. m., men dessa värmekvantiteter äro i förhållande till övriga förluster så små, att de här lämnas utan avseende.

Vid praktiska beräkningar av värme- och ventilationsförhållandena i djurstallar bör man alltid beakta de ofta mycket stora felkällor, som kunna förekomma och som göra beräkningar av detta slag mer eller mindre osäkra. Felkällorna utgöras oftast av byggnadstekniska brister, som antingen finnas redan då huset uppföres eller senare uppstå på grund av fukt och frostsador eller direkt åverkan.

Ventilationsvärmeförluster.

För att kunna upptaga den av djuren alstrade vattenångan måste, som tidigare nämnts, den i djurstallet införda, relativt torra friskluften uppvärmas. Det värme, som åtgår härför, kallas *ventilationsvärmesmet*. Då sedan denna uppvärmda luft bortföres ur ladugården och motsvarande mängd kall luft införes, uppstå *ventilationsvärmeförlusterna*.

Ventilationsvärmeförlusterna samt förlusterna vid värmeströmning mot en kallare omgivning få tillsammans ej överskrida den inom djur-

stallet samtidigt alstrade värmemängden, om hygieniska förhållanden skola kunna upprätthållas utan extra uppvärmning. För att närmare kunna studera förutsättningarna för djurstallarnas *värmebalans* — förhållandet mellan värmetilskott och värmeförluster — måste storleken av värmeförlusterna kunna beräknas. Här nedan skall redogöras för hur detta tillgår.

Av tabellen på sid. 25 framgår, hur mycket vattenånga, som normalt avdunstar från djuren. Det är denna mängd vattenånga, som genom ventilation skall bortskaffas ur ladugården.

Av kurvblad nr 1 framgår, hur luftens förmåga att upptaga vattenånga varierar med temperaturen och relativa fuktigheten. Då man kan räkna med att temperaturen i ladugården hålles ungefär konstant, blir den införda friskluftens förmåga att upptaga vattenånga beroende av friskluftens tillstånd i avseende på temperatur och fuktighets-halt samt den fuktighetshalt, man håller på luften i ladugården.

Ytterluftens temperatur är ju beroende av klimatet. Dess fuktighets-halt har vid undersökningar, som utförts av Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt befunnits variera med temperaturen enligt nedanstående:

Yttertemperatur.	Relativ fuktighet.
omkr. $+15^{\circ}$	60 %
$+10^{\circ}$ till $+5^{\circ}$	70
0° till -5°	80
-10° till -40°	90

(Här bör observeras att den *relativa fuktigheten* vid de låga temperaturerna är hög men att den *absoluta fuktigheten* är mycket låg.)

Med utgångspunkt från dessa värden har kurvblad 2 och 3 uppgjorts. Av dessa framgår, hur mycket vattenånga en m^3 luft kan upptaga, som uppvärms från olika (ytter-) temperaturer till $+10^{\circ}$ eller $+15^{\circ}$ och varierande relativ fuktighet.

Med hjälp av dessa diagram kan den *erforderliga ventilationsluftmängden pr vpe. beräknas* då man känner vattenavdunstningen pr vpe.

Hur detta tillgår belyses bäst genom ett exempel:

Hur stor skall ventilationsluftmängden (ventilationsvolymen) vara pr vpe. i en ladugård med SRB-djur vid en yttertemperatur av -15° , om man håller en inner-temperatur av $+15^{\circ}$ och vill ha en relativ fuktighet i ladugården av 75 %, för att all den av djuren avdunstade vattenångan skall bortföras genom ventilation?

Ett SRB-djur avgiver 303 gr vattenånga pr tim. Av kurvblad nr 3 framgår, att luft, som uppvärms från -15° till $+15^{\circ}$ och 75 % relativ fuktighet, kan upptaga

8,3 gr vattenånga pr m³. Skall den avdunstade mängden vattenånga bortföras ur ladugården, fordras således, att mängden införd friskluft är $\frac{303}{8,3} = 36,5$ m³ pr tim.

Den erforderliga ventilationsvolymen är således 36,5 m³ pr tim och vpe.

Av tabellen på sid. 34 framgår, *hur erforderlig ventilationsvolym pr vpe. varierar vid olika yttertemperaturer samt fuktighetshalt i djurstallet.*

För att uppvärma ventilationsluften från yttertemperaturen till stalltemperaturen åtgår värme = ventilationsvärme.

Den härför erforderliga värmemängden beräknas enligt formeln:

$$W = V \cdot C_p \cdot T \text{ där}$$

W = ventilationsvärmemängden i kcal pr tim

V = ventilationsvolymen i m³ pr tim

C_p = luftens specifika värme (se sid. 17)

T = temperaturskillnaden i grader mellan ytter- och innertemperaturen.

Luftens specifika värme är vid här ifrågakommande temperaturer ung.

$$0,3 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3 \text{ grad}}, \text{ således åtgår för att uppvärma t. ex. } 5 \text{ m}^3 \text{ luft från } 0^\circ \text{ till } +10^\circ$$

$$5 \times 0,3 \times 10 = 15 \text{ kcal}$$

Om beräkningen i det ovan nämnda exemplet fortsättes, blir således det *erforderliga ventilationsvärmets* enligt ovanstående formel ($W = V \cdot C_p \cdot T$) följande:

$$W = 36,5 \times 0,3 \times 30 = 328 \text{ kcal/tim}$$

De mot ventilationsvolymerna svarande ventilationsvärmemängderna ha på detta sätt beräknats. De erhållna värdena framgå av tabellen på sid. 34.

Värmeförlusterna från ett djurstall utgjordes ju dels av ventilationsvärmeförluster, vilkas storlek nu beräknats, dels av värmeförluster vid värmeströmning mot en kallare omgivning, i det följande benämnda *transmissionsvärmeförluster*.

Då man vet produktionen av fritt värme pr vpe. (se sid. 25) och kan beräkna ventilationsvärmeförlusten, blir skillnaden häremellan det värme som finnes tillgängligt för täckande av transmissionsvärmeförlusterna. Av tabellerna på nästa sida framgår den erforderliga ventilationsvolymen samt däremot svarande ventilationsvärme, liksom även det tillgängliga transmissionsvärmets per vpe. och timme. Beräkningarna hänföra sig till SRB-djur (vattenavdunstning 7 260 gr per dygn) samt en innertemperatur av 10° respektive 15° vid varierande relativ fuktighet hos innerluften samt varierande yttertemperatur.

Inner- luftens rel. fuk- tigh. %	Innertemperatur + 10°. Erforderlig ventilationsvol. i m ³ , ventilations- värme och tillg. transmissionsvärme i kcal pr tim. och vpe. vid nedanstående yttertemperaturer i °C.										
	Yttertemp.	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	±0	+5
	Temp.-diff.	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
70 %	Vent.-volym	46,4	46,8	47,9	49,9	52,5	56,9	64,2	77,4	107,8	201,3
	Vent.-värme	696	632	575	524	473	427	385	345	323	302
	Transm.-värme	-166	-102	-45	6	57	103	145	182	207	228
75 %	Vent.-volym	43,4	43,7	44,7	46,4	49,1	52,9	58,6	69,4	92,9	154,9
	Vent.-värme	651	590	536	487	442	397	352	312	279	232
	Transm.-värme	-121	-60	-6	43	88	133	178	218	251	298
80 %	Vent.-volym	40,8	41,1	42,0	43,4	45,8	48,7	53,9	62,9	80,5	123,3
	Vent.-värme	612	555	504	456	412	365	323	283	242	185
	Transm.-värme	-82	-25	26	74	118	165	207	247	288	345
90 %	Vent.-volym	36,3	36,6	37,3	38,2	40,0	42,5	46,4	52,9	65,6	91,5
	Vent.-värme	545	494	448	401	360	319	278	238	197	137
	Transm.-värme	-15	36	82	129	170	211	252	292	333	393

Grafiskt återgivas resultaten å kurvblad n:r 4.

Inner- luftens rel. fuk- tigh. %	Innertemperatur + 15°. Erforderlig ventilationsvol. i m ³ , ventilations- värme och tillg. transmissionsvärme i kcal pr tim. och vpe. vid nedanstående yttertemperaturer i °C.											
	Yttertemp.	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	±0	+5	+10
	Temp.-diff.	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
70 %	Vent.-volym	33,9	34,1	34,7	35,5	37,0	39,4	43,1	48,7	57,5	72,7	105,9
	Vent.-värme	559	512	468	426	389	355	323	292	259	218	159
	Transm.-värme	-29	18	62	104	141	175	207	238	271	312	371
75 %	Vent.-volym	31,7	31,9	32,4	33,1	34,5	36,3	39,4	44,4	51,6	63,5	87,5
	Vent.-värme	523	479	437	397	362	327	296	266	232	191	131
	Transm.-värme	7	51	93	133	168	203	234	264	298	339	399
80 %	Vent.-volym	29,6	29,9	30,2	30,9	32,1	33,7	36,3	40,2	46,4	56,4	75,5
	Vent.-värme	488	449	408	371	337	303	272	241	209	169	113
	Transm.-värme	42	81	122	159	193	227	258	289	321	361	417
90 %	Vent.-volym	26,4	26,6	27,2	27,5	28,3	29,6	31,4	34,5	38,7	45,4	56,4
	Vent.-värme	436	399	367	330	297	266	235	207	174	136	85
	Transm.-värme	94	131	163	200	233	264	296	323	356	394	445

Grafiskt återgivas resultaten å kurvblad n:r 5.

Värmeförluster genom värmeströmning mot en kallare omgivning.

(Transmissionsvärmeförluster.)

De värmeförluster, som icke äro att betrakta som ventilationsförluster, förorsakas huvudsakligen genom värmeströmmar av olika slag, varigenom värmets från värmekällan, i detta fall djuren, överföres till en kallare omgivning. Man skiljer härvid mellan

a) den värmeöverföring, som sker inom själva byggnaden från värmekällan till omgivande ytor, väggar, dörrar och fönster samt golv och tak,

b) värmetransporter genom dessa konstruktioner, som vanligen kallas värmetransmission, samt

c) den egentliga värmeavgivningen till den yttre, kallare omgivningen.

Dessa värmetransporter ske genom *strålning* och *ledning*, varvid i det sistnämnda fallet värmets antingen ledes direkt eller överföres genom den cirkulerande luftens förmedling, vilket även kallas *konvektion*.

Strålning uppstår mellan två kroppar eller föremål, som befinna sig på något avstånd från varandra och åtskiljas exempelvis av ren luft. Härvid fortplantas värmets som en vågrörelse genom mediet utan att uppvärma detsamma. Alla kroppar eller föremål utstråla värme, men utstrålningen står i viss proportion mot kroppens temperatur och ytans beskaffenhet, vilket närmare kommer att beröras i det följande. En varmare eller mera utstrålande kropp kommer sålunda att avgiva mera värme, än vad som mottages från ett kallare eller mindre utstrålande föremål, vilket innebär, att den mera utstrålande kroppen kommer att avkylas på den sida, som vetter mot det mindre utstrålande föremålet, ett förhållande som man lätt kan iakttaga, om man sitter i ett rum i närheten av en kall yttervägg eller ett kallt fönster.

Ledning uppstår, då två kroppar komma i direkt kontakt med varandra, t. ex. en djurkropp, som vilar direkt mot golvet, eller från den varma till den kalla sidan av en vägg av massiv konstruktion. Ledning uppstår också mellan en kropp och de luftpartiklar, som komma närmast i kontakt med desamma. Däremot uppträder ledning i mycket ringa utsträckning mellan olika luftpartiklar, under förutsättning att dessa befinna sig i absolut stillhet. Detta är dock ett förhållande, som mera sällan förekommer, utan som regel kommer luften och därmed också luftpartiklarna i rörelse, varigenom värmets kan förmedlas. Denna värmeförmedling kallas, som redan angivits, för konvektion.

I ett djurstall komma de varma djurkropparna att utstråla värme mot angränsande kallare ytor. Utstrålningen, men också absorptionen (= förmågan att upptaga värme), sammanhänger förutom med temperaturen även med ytans beskaffenhet. En ojämn yta absorberar mera värme än en slät, och det är därför av betydelse, att t. ex. ytterväggarna äro slätputsade på insidan, för att värmeabsorptionen skall begränsas. Väggytans färg torde, när det som här gäller den s. k. mörka strålningen, vara av underordnad betydelse; det är mera med hänsyn till hygien och belysning, som man eftersträvar en ljus yta.

Behandlingen av väggens utsida är även av betydelse, enär värme-strålning äger rum från väggen mot omgivningen, då denna är kallare. Denna värme-strålning blir mindre, om väggens utsida är ljus och slät, än om den är mörk och ojämn. Skall man tillgodogöra sig solvärmnet, bör däremot utsidan vara mörk och ojämn. En ojämn utsida bidrager till en ökad utstrålning från väggen, men å andra sidan kan det tänkas, att denna ojämna yta inverkar fördelaktigt med hänsyn till värmeavgivningen genom konvektion, varför en viss utjämning äger rum. Ett effektivt tillgodogörande av solvärmnet är dock av så stor betydelse, att en ojämn yta och en mörk färgton är att tillråda, även om detta medför, att värmeförlusten genom strålning under kalla nätter blir större.

Under den varma årstiden kan det vara önskvärt att utestänga solvärmnet. Detta gäller i all synnerhet fönstren, genom vilka det största värmeutbytet sker. I t. ex. mjölkrum kan man effektivt hindra strålningsvärmning sommartid genom att kalka fönstren utvändigt.

Den värmeförlust, som uppstår genom ledningen av värme från djurkropparna vid direkt kontakt med det isolerade golvet, torde vara av mera underordnad betydelse. Däremot spelar konvektionen (luftens förmåga att »transportera» värme) en mycket stor roll. Genom luftpartiklarnas uppvärmning närmast djurkropparna uppkommer en stigande luftström, varvid de bortförda partiklarna ersättas med nya och kallare, som i sin tur uppvärmas o. s. v. Som tidigare också anförts, kommer den av djuren uppvärmda luften att vid taket tvingas åt sidorna mot ytterväggarna. Här inträffar ett motsatt förhållande, i det att de luftpartiklar, som komma i direkt kontakt med väggytan, avgiva värme till densamma och luften sålunda avkyles, varvid en sjunkande luftström uppstår ned mot golvet.

På väggens utsida avgives värmnet till ytterluften i huvudsak på samma sätt som beträffande värmeavgivningen från djurkropparna till rumsluften, men härtill kommer även det förhållandet, att genom vindens inverkan luftcirkulationen kan bli avsevärt mycket större. Ytans jämnhet spelar härvid, som redan antytts, en viss roll.

Värmetransmissionen genom själva väggen sker huvudsakligen genom ledning. Förekomma luftmellanrum, sker värmeöverföringen genom dessa genom såväl strålning som konvektion. I ett poröst material inträder såväl ledning som strålning och konvektion.

För praktiskt bruk karakteriseras ett materials värmeledande egenskaper genom dess *värmeledningstal* λ , som anger det sammanlagda inflytandet av värmeledningen genom cellväggarna samt strålning och konvektion genom luftcellerna. I luftmellanrummen kommer konvektion att dominera, i den mån luftmellanrummen bli större.

Man kan för praktiskt bruk begagna sig av värden, som ange det sammanlagda inflytandet av strålning och konvektion för luftskikt av olika tjocklek.

Värmetransmissionen genom en vägg är sålunda beroende av materialet, konstruktionen och tjockleken samt anges av dess *värmegenomgångstal* k , varmed förstås den värmemängd i kcal, som per timme och m^2 passerar genom väggen, då skillnaden mellan lufttemperaturen på ömse sidor är $1^\circ C$.

De totala transmissionsvärmeförlusterna från ett djurstall äro proportionella mot:

- a) skillnaden mellan inner- och yttertemperatur,
- b) de olika byggnadsdelarnas (golv, tak och väggar m. m.) värmegenomgångstal (k -värden),
- c) transmissionsytornas storlek.

Temperaturskillnaden kan ju inte regleras, då man strävar att inomhus hålla en så jämn temperatur som möjligt och utvändigt är beroende av klimatet. Det är således byggnadsdelarnas värmegenomgångstal samt storlekar, som kunna avpassas efter förhållandena.

Värmegenomgångstalen (k -värdena) äro beroende på hur gediget man har råd att utföra golv, tak och väggar. Kostnaden för en viss byggnadskonstruktion ökas, ju bättre den göres ur värmeisolerings-synpunkt (lägre k -värde). Det gäller därför att välja en konstruktion, som för lägsta kostnad uppfyller kraven på värmeisolering.

Om lantbrukarna haft tillgång till sakkunnigare upplysningar på det byggnadstekniska området, skulle de nog ha konstaterat, att de ej haft råd att bygga så billiga (d. v. s. kalla) djurstallar, som de gjort. Det rör sig dock härvidlag sällan om några för hela bygget avgörande belopp utan oftast om en sådan bagatell som kostnaden för en ökning av en sågspånsfyllning med 5 à 10 cm, inläggning av ett papplager eller liknande.

Tillvägagångssättet vid beräkningen av k -värden och värmeförluster för olika konstruktioner är närmare beskrivet i kap. IV.

Värmeförlusterna genom *golvet* i djurstallarna äro relativt små jämfört med dem genom väggar och tak. Man räknar nämligen med, att markens temperatur under golvet är tämligen konstant året om och håller sig vid omkring $+4^\circ$, varför temperaturdifferensen mellan innertemperaturen och marken blir relativt liten. Ladugårdsgolven kunna därför utföras ungefär lika i hela landet, oberoende av klimatet. Förutsättningen för att temperaturen under golvet skall hålla sig konstant är, att sockeln och grundmuren är så väl isolerande, att den i marken utanför byggnaden nedträngande kylan hindras sprida sig in under golvet. Isoleringen av grundmuren runt om byggnaden måste därför göras effektivare ju kallare klimatet är.

Värmeförlusterna genom *innertaket* ha ej alltid beaktats i tillräcklig grad. Man anser oftast, att någon särskild isolering av taket är obehövlig, då det blir täckt av hö och halm.

Om man verkligen hela vintern har ett lager hö eller halm över hela skullgolvet, är någon extra värmeisolering av detta obehövlig i större ladugårdar. Taket måste dock alltid vara absolut tätt, då den varma, fuktighetsmättade ladugårdsluften annars tränger upp i fodret och avkyles, varvid vatten utfälles och fodret tar skada. Är taket otätt och skullgolvet ej helt täckt med foder, kommer utfällningen att ske på yttertaketets undersida, varvid takstolar, åsar m. m. snart angripas av röta.

Erfarenheterna ha visat, att det praktiskt taget aldrig förekommer, att hela skullgolvet är täckt av tillräckligt tjockt lager foder. Ute mot skullväggarna, där just det största behovet av värmeisolering föreligger, brukar täckningen vara särskilt dålig. På hösten, när djuren ställas in, är täckningen kanske tillräcklig, men när utfodringen fortgått någon tid, bli snart allt större delar av skullgolvet helt fria från foder. Är då detta oisolerat, blir det så avkylt, att kondensering i taket i ladugården blir följden.

Den första fordran man måste ställa på *innertaket* i ett djurstall är, att det är tätt. Dessutom skall det vara värmeisolerande. Graden av värmeisolering får anpassas efter klimat och värmetillgång. Man bör därvid utgå från, att *innertaket* i allmänhet bör vara lika isolerande som ytterväggarna. Även om taket uppfyller detta krav, uppgå värmeförlusterna genom taket till 30—40 % av hela transmissionsförlusten från djurstallet, om ej taket är täckt med foder.

Har man ett ordentligt isolerat tak samt dessutom foder på skullen, utgör den ökning av isoleringen, som detta innebär, ett gott tillskott i värmebalansen. Som exempel på fodrets värmeisolerande verkan kan nämnas resultatet av en undersökning, som gjorts i Danmark av ingenjör Högsbro. Han uppmätte temperaturen på skullgolvet vid olika tjock täckning med foder. Skullgolvet utgjordes av $\frac{1}{4}$ -stens valv av porös sten, på vilket gjutits betong för att få en jämn golvyta. Termometern låg vid mätningarna på skullgolvet. De uppmätta temperaturerna vid olika tjocklek på det täckande halmlagret voro:

Halmlagrets tjocklek cm	Temperatur °C
0	2
10 (lös halm)	9
28 » »	11
125 (pressade halmbalar)	13,5

Temperaturen i stallet var c:a 15°.

Blott 10 cm lös halm på skullgolvet minskade således värmeförlusten till hälften av förlusten vid det icke täckta golvet.

Det bästa sättet att åstadkomma ett väl isolerande tak är att utföra det som fyllnadsbjälklag. Mot takbjälkarnas undersida spikas impregnerad förhydningspapp samt därefter spåntad innerpanel. Pappskarfarna spikas uppifrån i innerpanelen, varefter lämplig fyllning, såsom sågspån, torv eller liknande påføres till erforderlig tjocklek. På bjälkarnas översida spikas sedan skullgolvet.

Då denna konstruktion föreslagits, har det ofta invänts, att den är olämplig, emedan takbjälkarna angripas av röta, och det har också anförts exempel härpå. Skadorna ha dock alltid kunnat konstateras bero på sådana omständigheter som att regnvatten trängt ner i bjälklagsfyllningen uppifrån på grund av otätt yttertak, att pappen under fyllningen saknats, att innerpanelen varit otät eller att fyllningen varit otillräcklig.

Om innerpanelen spikas på takbjälkarnas undersida, erhålles ett slätt inbertak, vilket ur belysnings- och renhållningssynpunkt är mycket förmånligt.

En ganska vanlig konstruktion är, att skullgolvet utföres av två lag bräder med papp emellan. Denna konstruktion är försvarlig i större ladugårdar i landets sydligaste delar men ställer sig så obetydligt billigare än ett fyllnadsbjälklag, att den på grund av den stora skillnaden i värmeisolering knappast är ekonomisk.

Ett enkelt brädtak eller ett oisolerat betongtak är otillräckligt ur värmeisoleringssynpunkt även i landets sydligaste delar.

De största transmissionsvärmeförlusterna ske genom *väggarna* samt genom dörrar och fönster. Genom variation av dessas konstruktion och därmed deras värmegenomgångstal har man de största möjligheterna att anpassa en ladugårdsbyggnad efter förhandenvarande klimat, storlek m. m.

Dörrarnas utförande och därmed deras k-värden äro i de allra flesta fall ej tillfredsställande. De äro oftast otillräckligt värmeisolerande och otäta. Dörrarnas antal och placering har även stor inverkan på värmeförlusterna. Dörrar (även luckor för gödselgluggar) av ett enkelt lag bräder, som så ofta förekomma även i Norrland, äro ej tillräckliga ens i sydligaste Sverige. Det minimikrav man måste ställa på en dörr, särskilt för mindre djurstallar, är, att den är utförd av dubbla lag spåntade bräder med pappmellanlägg, så att den i sig själv är tät och kan göras med erforderliga anslag för att sluta tätt. Denna dörrtyp kan anses vara tillräcklig i södra delarna av landet mellan ladugård och loge eller liknande utrymmen. Dörrar i fria ytterväggar

böra vara utförda med isolerande fyllning. I mellersta och norra delarna av landet bör man dessutom alltid vintertid ha dubbla dörrar, varvid den yttre dörren utföres som fyllnadsdörr och den inre ev. av två lag bräder med pappmellanlägg.

Ur värmesynpunkt är det lämpligt, att den vintertid använda ingången skyddas för blåst av ett vindfång. Samma verkan ernås, om ingången vetter mot genomkörningen i logen eller liknande utrymmen. Detta gäller särskilt i nordligaste Sverige men även vid små djurstallar i hela landet.

Fönstren i djurstallar ha hittills varit och äro alltjämt den minst studerade och i allmänhet sämst utformade detaljen i byggnaden.

Oriktigt utförda fönster och fönsterbänkar torde kraftigast bidragit till, att landets ladugårdsbestånd är i så dåligt skick, som nu är fallet,

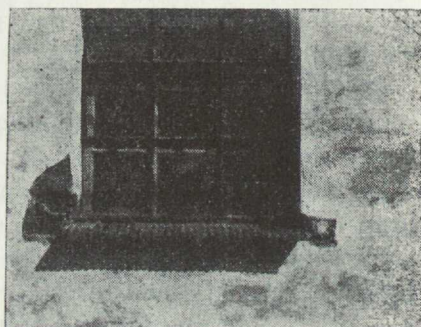
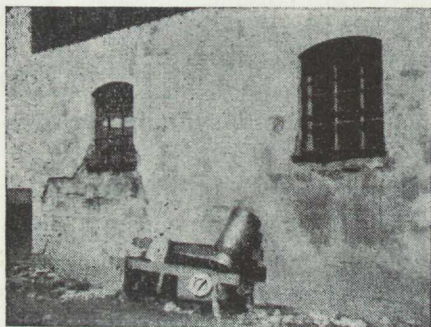


Fig. 6 och 7. Fuktskador uppkomna på grund av olämpliga fönsterkonstruktioner i förening med dålig ventilation i ladugården.

och det är förvånansvärt, i hur liten utsträckning man på dessa punkter förstått att skydda byggnaderna för fuktskador. Figurerna 6 och 7 visa, vilka skador i väggar som olämpliga fönster och fönsterbänkar kunna åstadkomma.

Orsaken till att kondensering uppstår på fönstren är den dåliga värmeisoleringsförmågan, som medför, att den inre glasytan blir nerkyld. Ett dubbelfönsters värmegenomgångstal är helt beroende på det mellan rutorna inneslutna luftskiktet. Glaset har praktiskt taget ingen värmeisolerande förmåga. Fönster med enkla glas, och särskilt sådana i oisolerade järnbågar, som äro mycket vanliga i södra och mellersta Sverige och som förekomma till och med i Norrland, äro absolut olämpliga i djurstallar.

För ett luftskikt gäller ej som för byggnadsmaterial, att värmeisoleringen blir bättre, ju tjockare skiktet är. Luften är nämligen värmeisolerande endast så länge den är stillastående. Om ett luftskikt är

instängt mellan två ytor med olika temperatur, sättes luften i cirkulation genom att den uppvärms mot den varmare ytan, stiger uppåt och tvingas över mot den kallare, varvid den avkyles och sjunker nedåt för att sedan åter uppvärmas mot den varmare ytan o. s. v. På detta sätt »transporterar» den i rörelse varande luften värme från den varmare till den kallare ytan. Det har vid undersökningar konstaterats att luftskiktets värmeisolerande förmåga stiger mycket starkt upp till ung. 1 cm tjocklek och sedan svagare upp till 5 à 6 cm för att därefter förbli ung. konstant, (se fig. 8). Avståndet mellan glasen i ett fönster bör således vara omkring 5 cm för att största isoleringsförmåga skall erhållas. K-värdet för själva glasytan i ett fönster med två rutor blir då c:a 2,8, men då man vet, att k-värdet för själva väggen bör vara betydligt mycket lägre, är risken för kondensering på fönstren alltid stor. I norra delarna av landet bör man ha möjlighet att vintertid sätta in ytterligare en ruta, så att två inneslutna luftrum om c:a 5 cm erhållas. K-värdet för glasytan blir ändå så högt som c:a 1,75.

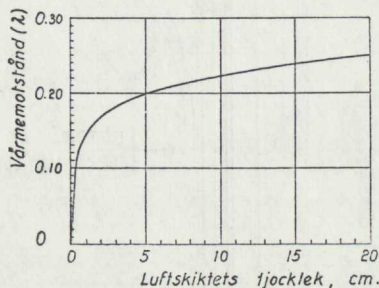


Fig. 8. Värmemotstånd hos luftskikt av varierande tjocklek.

Som en jämförelse kan nämnas, att en enkel glasruta har ett k-värde av ung. 7,5. För att ej den kalla ytterluften eller varm, fuktig luft inifrån skall kunna tränga in mellan rutorna skola luftskikten vara tätt inneslutna mellan fönsterbågarna. Man måste dock ha möjlighet att ta isär fönsterbågarna för rengöring, varför dessa böra vara utförda med sammanskruvade bågar. Vanliga koppelhakar för bostadshusfönster äro ej lämpliga, då man med dessa ej kan erhålla tillräcklig tätning.

Ett enkelt sätt att förbättra tätningen mellan bågarna är, att, omedelbart innan dessa skruvas ihop, lägga en i linolja eller liknande doppad bomullstråd mellan dem. Härigenom undvikes även att damm tränger in, varför fönstren bli lättare att hålla rena.

Även på ett rätt utfört fönster av vanlig konstruktion kan kondensering inte alltid undvikas vid hög fuktighetshalt inomhus eller stark kyla utomhus. Fönsterbänkarna måste därför alltid utföras så, att de effektivt avleda eventuellt kondensvatten.

En speciell lösning av fönsterfrågan visas å den i slutet av boken införda ritning 4. Denna fönstertyp började för några år sedan efter tyskt mönster användas framför allt i Skåne. Friskluft suges som följd av rådande undertryck i djurstallet in genom den mellan fönsterbågens

undersida och fönsterbänken befintliga luftspringan och riktas på grund av fönsterbänkens utformning uppåt utmed rutan. Om utsugningsanordningen är effektiv, går denna tunna »lufridå» tätt utmed fönstret upp mot taket och böjer av inåt, såsom framgår av fig. 9. An-

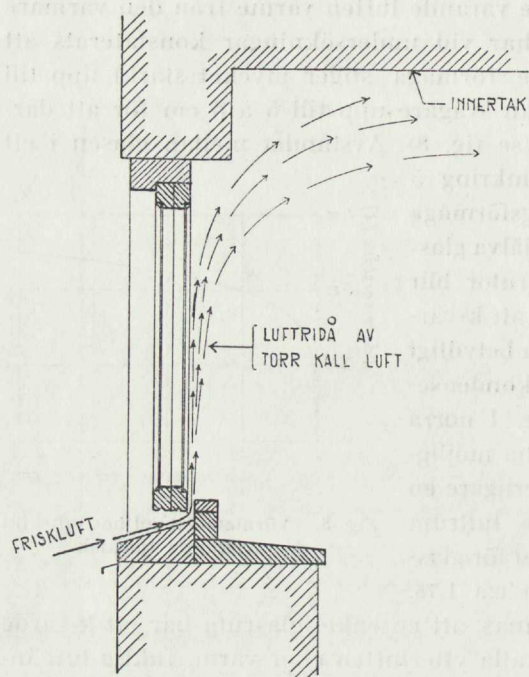


Fig. 9. Luftströmningen vid fönster med friskluftsintag.

ledning till att den kalla luften går uppåt utmed rutan och ej sjunker ned mot golvet är, att intagsspringan är liten i förhållande till utsugningseffekten och således den inströmmande, uppåt riktade luftens hastighet mycket stor.

På grund av denna ständiga luftström hindras den varma, fuktighetsmättade luften i djurstallet att komma i direkt kontakt med den kalla glasytan, och kondensering på denna undviks. Här sker kondensering i stället vid kontakten mellan den torra kalla luftströmmen och den varma fuktiga ladugårdsluften, men de härvid bildade fina vattendropparna sugas med

av den inströmmande ventilationsluften och transporteras bort ur ladugården tillsammans med denna.

Det värme, som åtgår för att överföra vatten från flytande form till gasform (ånga), återvinnes, då vattenången kondenseras. I detta fall frigöres värme vid kondensering i beröringsytan mellan de båda luftströmmarna och detta värme kommer den inströmmande luften tillgodo. Vid denna fönsteranordning bör således värmeförlusten genom fönstren vara betydligt mindre än vid tidigare använda fönsterkonstruktioner. Vad det betyder för byggnadens livslängd att kondensering på fönstren, och därmed oftast förenade fuktskador, undviks, behöver ej närmare påpekas. För att möjliggöra reglering av luftspringans storlek och därmed fönstrets användande även vid de minsta ladugårdarna, i häst- och svinstall m. m. har den övre delen av fönsterbänken gjorts rörlig (se ritn. nr 4), så att den kan skjutas intill bågen och luftspringan varieras samt vid behov helt avstängas.

Väggarna äro de delar av djurstallarna, som uppvisa de flesta variationerna i utförande. Det har konstaterats att *de flesta djurstallar i landet ha väggar, som ej kunna anses uppfylla kraven på värmeisolering.*

Härvid är dock att märka, att många av dessa i verkligheten otillfredsställande väggar, vid en beräkning med utgångspunkt från nya och fullgoda byggnadsmaterial, synas uppfylla fordringarna (se tab. sid. 70—77). Denna skillnad mellan erfarenhetsvärdena och de teoretiska beräkningarna beror på de svåra fuktighetsförhållanden, som oftast äro rådande särskilt i de mindre djurstallarna samt den därför ofta förekommande kondenseringen och därmed sammanhängande nedfuktningen av väggarna.

Alla byggnadsmaterial ha i torrt tillstånd en betydligt större värmeisolerande förmåga än fuktiga. Ju mera vatten ett byggnadsmaterial innehåller, desto sämre är isoleringsförmågan. När man studerar reklambroschyrer för byggnadsmaterial, måste man komma ihåg, att de däri angivna värmegenomgångs- och värmeledningstalen nästan undantagslöst avse torrt material. Ofta äro undersökningarna gjorda med särskilt uttorkade provstycken. Dessa teoretiska värden kunna ej användas vid praktiska beräkningar, utan man måste i varje särskilt fall göra klart för sig, hur materialen komma att användas och för vilka påfrestningar, särskilt i fuktavseende, som de komma att bli utsatta. Variationen i isoleringsförmågan hos material vid olika fuktighetshalt framgår av tabellen på sid. 65—67.

Den fukt, som utfälles på den varmare sidan av en vägg, vandrar genom väggen mot den kallare ytan på grund av kondenseringsfenomen i väggen. Att genom denna fuktvandring avsevärda kvantiteter vatten kan transporteras genom en vägg framgår bl. a. av de i kap. VII beskrivna resultaten av väggfyllningsundersökningar. Vid många provtagningar var väggfyllningen dyblöt och på vintern

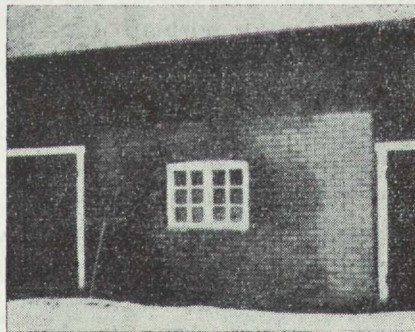
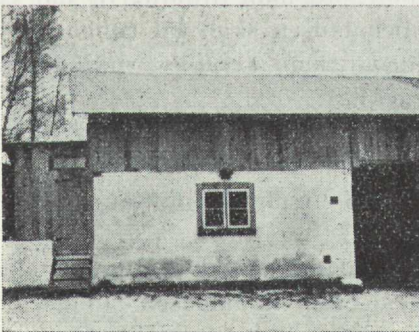


Fig. 10 och 11. På grund av bristande ventilation nedfuktade ladugårdsväggar. På fig. 11 går väggen mellan ladugård och loge mellan fönstret och dörren till höger.

har konstaterats, att fyllningen i vissa fall frusit till ett isblock. Figurerna 10 och 11 visa exempel på inifrån nedfuktade ladugårdsväggar.

Resultatet av denna nedfuktning av väggen blir, att i trävirke och fyllningar av spån och liknande uppstår röta, samt att murverkskonstruktioner frysa sönder. Har väggen på något ställe blivit fuktig och därigenom isoleringen försämrats, börjar här en matning av väggen med vatten på grund av kondensering på dennas insida. Fukten sprider sig till angränsande delar av väggen och den farliga kondenseringsytan ökas alltmer. I och med att väggarnas isoleringsförmåga minskar, blir det allt svårare att hålla dräglig temperatur i ladugården, varför de hygieniska förhållandena försämrats. Ha väggarna i ett stall en gång blivit nedfuktade (exempelvis genom slarv med skötseln av ventilationsanordningarna eller liknande) under en vinterperiod, är det knappast möjligt att återställa normala förhållanden förrän under sommaren. Väggarna kan då genom kraftig ventileringsfås att torka ut, såvida inte fukten stängts in i väggen av tätande skikt på båda sidor.

Mot denna fuktvandring i väggarna och därmed sammanhängande förstöring av dem kan man skydda sig på två sätt. Antingen genom att utföra och framförallt sköta ventileringen av byggnaden så väl, att kondensering undvikas, eller genom att använda en sådan väggkonstruktion, som hindrar fukten att tränga in i väggen i sådana djurstallar, där man ej alltid kan räkna med så effektiv ventileringsfuktbildning undvikas.

I större djurstallar är värmetillgången i allmänhet så riklig, att det ej möter några svårigheter att göra ventilationen tillräckligt effektiv för att luftens fuktighetshalt skall kunna hållas låg och därmed kondensering undvikas. I stallar om mindre än c:a 5 djurenheter måste man dock enligt erfarenhet utgå från, att kondensering vid vissa tillfällen ej kan undvikas. Det behövs blott, att man tillfälligtvis har en ko mindre än normalt, för att värmebalansen skall bli rubbad och fuktighetshalten i luften för hög, emedan man ur uppvärmningssynpunkt ej har »råd» att ventileras tillräckligt.

Vid konstruktion av väggar till djurstallar *skall man komma ihåg, att det är fukten inifrån man i första hand skall skydda väggen för.* Den fukt, som vid regn eventuellt trängt in utifrån, torkar snart ut igen, om den ej blir instängd i väggen.

Som typiskt exempel på den allmänt rådande missuppfattningen, att den skadliga fukten kommer utifrån, kan nämnas en ladugård i Glommersträsk i Västerbotten, som de sakkunniga sågo under en resa. Väggarna voro gjorda på i orten vanligt sätt av två fristående $\frac{1}{2}$ stens murar av cementsten med c:a 15 cm sågspånsfyllning mellan. Då

ägaren märkte, att väggarna blevo fuktiga och att frostsador uppstodo (på grund av felaktig planering och bristande ventilation), strök han väggarna utvändigt med något asfaltpreparat för att få dem riktigt täta. Detta resulterade i att förhållandena blevo ändå sämre, då genom denna åtgärd fukten i väggarna hindrades att torka ut. Asfaltstrykningen kompletterades på somrarna, men varje vinter frös murfogarna sönder, så att strykningen här ramlade av. Hade han i stället strukit väggarna på insidan mot ladugården, hade en nästan idealisk väggkonstruktion erhållits — fukten hade då hindrats tränga in i väggen, den däri redan befintliga fukten hade »vandrat» ut och väggen skulle ha torkat, varigenom värmeisoleringen förbättrats så att en effektiv ventilation kunnat utföras.

Att åstadkomma en väggkonstruktion, som är »fuktsäker», är ganska svårt, då vattenångans genomträngande förmåga är mycket stor. Vattenångans inträngningsförmåga i en väggkonstruktion är nämligen större än luftens, varför en lufttät vägg inte alltid är tät mot vattenånga. Att åstadkomma en mot vattenånga absolut tät väggyta, varigenom man skulle skydda sig mot fuktsador, är därför mycket svårt. Förslag till lämpliga väggkonstruktioner för djurstallar komma att lämnas i ett senare meddelande.

Ett byggnadsmaterial, som väl de flesta tror skulle vara vattentätt och därför idealiskt för ladugårdsbyggnader är vanlig betong eller »cement», som betong i dagligt tal felaktigt kallas. Betongen blir tät, endast under förutsättning att man använder särskilt välgjord betong på rätt sätt. Den betong, som vanligen beredes på landsbygden, är ej så välgjord, att den blir vattentät. Fig. 12 och 13 visa exempel på otät betong i ladugårdsväggar.

Bilderna visa en ett år gammal ladugård i Västerbotten, vars väggar utförts av två betongmurar med otillräcklig fyllning emellan. Särskilt under fönstren är fuktutfällningen kraftig, beroende på otäta

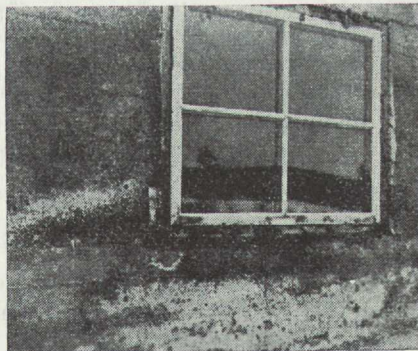
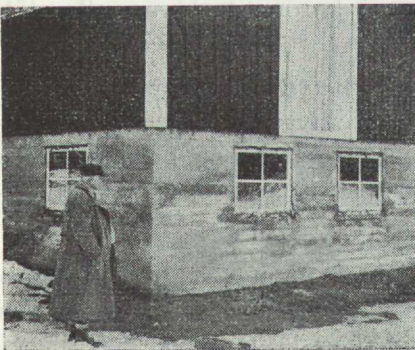


Fig. 12 och 13. Fuktgenomslag på betongväggar till dåligt ventilerad ladugård.

fönsterbänkar, som förorsakat, att vatten runnit ned i fyllningen, vilken ruttnat och sjunkit ihop, och på att väggarna voro så dåligt gjorda, att de spruckit tvärs av under samtliga fönster. Dessa väggar komma säkert att stå kvar som ett stabilt minnesmärke över hur ett bra byggnadsmaterial inte skall användas, sedan hela ladugården i övrigt ruttnat ned. Att det inte går att få djur att trivas i en byggnad, som är så fuktig, behöver knappast påpekas.

Ett vanligt exempel på dålig betonggjutning äro de vattenbassänger, som särskilt i Norrland äro placerade inne i ladugården. Det har under de företagna resorna konstaterats, att dessa bassänger nästan alltid äro mer eller mindre otäta, så att vatten dels tränger in i ytterväggarna dels rinner ut på golvet. I de flesta fall saknas dessutom lock på bassängen. Då det svåraste problemet i en ladugård är att undanskaffa vattenånga, är det synnerligen olämpligt att därinne placera en vattenbassäng, från vilken vattenånga alltid avdunstar. Kan något annat lämpligt frostfritt utrymme än själva ladugården ej åstadkommas, måste bassängen utföras med största omsorg, så att den blir absolut vattentät samt förses med tättslutande lock, som ej får tagas av. Om bassängen gjutes intill en yttervägg, måste särskild fuktisolering anbringas mellan bassängen och väggen, då fukt annars ofelbart kommer att »vandra» ut mot den kallare ytterväggen.

Väggarnas värmeisoleringsproblem är i de mindre djurstallarna huvudsakligen en fuktisoleringsfråga. *Kan man inte hindra fukten att tränga in i väggen, äro även de dyraste väggkonstruktioner otillfredsställande, men lyckas detta, går det att med enkla och billiga byggnadsmaterial åstadkomma en tillräckligt varm vägg.*

Ett av de stora fel, som begåtts vid övergången från de gamla timmerladugårdarna eller stenladugårdarna med otäta innertak till sådana med täta väggar och tak, är, att man förbisett den oftast mycket effektiva självventilation, som förekom i de förra tack vare alla otätheter.

Så länge man inte mera allmänt inser betydelsen av att ventilationen ordnas, måste den övergång till tätare byggnadsmaterial för väggar och tak, som ägt rum under de senaste årtiondena, betecknas som ett stort steg bakåt såväl i byggnadstekniskt som framför allt i hygieniskt hänseende.

Transmissionsytornas storlek. Som tidigare nämnts, är transmissionsvärmeförlusterna beroende av värmegenomgångstalen hos golv, tak och väggar samt dessas storlek. Skola värmeförlusterna kunna nedbringas, måste således även dessa ytors storlek minskas så mycket som möjligt.

Tänker man sig varje djur (värmeproduktionsenhet) i ett stall representerat av den erforderliga luftkuben (se kurvblad 7), så blir i ett 1-djursstall luftkuben på alla sidor omgiven av »kallytor», d. v. s. ytor som gränsa mot kallare utrymmen och genom vilka värmeförluster äga rum. Ställer man två kuber intill varandra, får varje kub en kallyta mindre, då de ytor, som ligga intill varandra, inte bli utsatta för någon avkylning, varför värmeförlusterna för varje kub ha minskat med $\frac{1}{6}$. Läger man tre kuber i rad, ha de två yttersta kubernas värmeförluster minskats med $\frac{1}{6}$, men den mellersta minskats med $\frac{2}{6}$, då den har två »varma» ytor. Läger man fyra kuber ihop, har för samtliga värmeförlusten minskats med $\frac{2}{6}$ o. s. v. Vid tre rader ha värmeförlusterna för den mittersta radens inre kuber minskats med $\frac{4}{6}$ o. s. v.

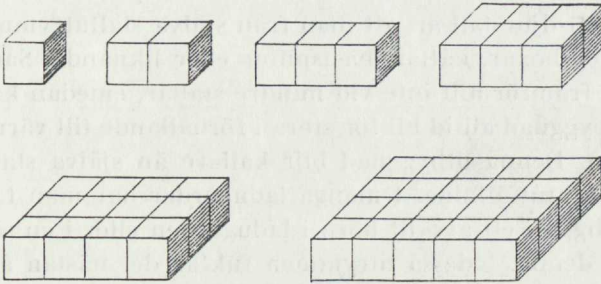


Fig. 14. Schematisk bild visande förhållandet mellan »kallytor» storlek vid djurstallar av olika storlek.

Av nedanstående tabell framgår, hur antalet kallytor pr vpe. varierar i olika stora ladugårdar med olika djuruppställning.

Ant. kor i ladu- gården	Ant. upp- ställnings- rader	Ant. kuber med					S:a ant. »kall- ytor»	Ant. »kall- ytor» pr vpe.
		6	5	4	3	2		
		»kallytor»						
1	1	1					6	6,0
2	1		2				10	5,0
3	1		2	1			14	4,7
4	1		2	2			18	4,5
6	1		2	4			26	4,3
4	2			4			16	4,0
8	2			4	4		28	3,5
12	2			4	8		40	3,3
14	2			4	10		46	3,3
24	2			4	20		76	3,2
9	3			4	4	1	30	3,3
15	3			4	8	3	46	3,1
21	3			4	12	5	62	2,9
20	4			4	10	6	58	2,9
24	4			4	12	8	68	2,8
32	4			4	16	12	88	2,7

Man ser härav t. ex., att redan i en 24-djurs ladugård med djuren uppställda i 2 rader blir värmeförlusten pr vpe. endast c:a hälften av förlusterna i en 1-djurs ladugård.

Denna sammanställning återger ej exakt de i verkligheten förekommande förhållandena utan avser endast att ge en föreställning om kallytornas och därmed värmeförlusternas storlek pr vpe. i olika ladugårdar.

Av ovanstående framgår dock, hur viktigt det är att väl planera särskilt de mindre djurstallarna och ej göra utrymmena större än absolut nödvändigt.

För att nedbringa kallytornas storlek skall man som tidigare påpekats, söka få en så regelbunden, kvadratisk plan som möjligt på stallutrymmet. Ett ofta förekommande fel vid planerandet eller tillbyggnad av ett djurstall är, att man från själva stallutrymmet gör utbyggnader för boxar, kättar, hästspiltor eller liknande. Sådana få ej förekomma, framför allt inte vid mindre stallar, emedan kallytorna i en sådan utbyggnad alltid bli för stora i förhållande till värmeproduktionen i dem. Denna utbyggnad blir kallare än själva stallet, vilket resulterar i fuktutfällning. I många ladugårdar har man t. ex. svin i boxar, som ligga i ett avskilt hörn i ladugården eller i en särskild utbyggnad på denna. I dessa utrymmen fuktar det nästan alltid. Den gängse förklaringen härtill är, att »svinen alstrar så mycket fukt». Någon sanning ligger ju i detta påstående, då ett svin nämligen alstrar något mer vattenånga än en ko i förhållande till värmeproduktionen. En bidragande anledning till fuktbildningen är ofta, att avrinningen från svinboxen är så dåligt ordnad, att urinen blir stående och får avdunsta. Den väsentliga orsaken till fuktbildningen är dock, att utrymmet (och därmed kallytorna) kring svinen blivit för stort i förhållande till deras värmeproduktion, så att de ej kunna uppvärma detta. Den varmare luften i den övriga ladugården kommer då att röra sig mot denna kallare plats, där fuktutfällning sker.

Det är alltid vanskligt att i en ladugård placera svin och andra mindre djur med liten värmeproduktion i förhållande till erforderlig golv-yta, ty takhöjden är oftast så stor, att luftkuben pr vpe. för dessa mindre djur blir större, än vad man ur uppvärmningssynpunkt »har råd till».

I de flesta mindre ladugårdar håller man emellertid en eller ett par hushållsgrisar. Att ordna ett särskilt svinstall för dessa är otänkbart, då de ej skulle kunna uppvärma detta, utan de måste få stå i ladugården. Det är då av vikt, att de placeras på lämpligt sätt, så att de taga minsta möjliga utrymme men ändock ej förpassas till det kallaste hörnet i ladugården. Gäller det däremot ett flertal svin, böra de ej placeras i ladugården utan i särskilt svinstall. För att minska värmeförlusterna från detta, bör det lämpligen läggas så, att det har en vägg gemensam med ladugården.

Vid byggande av ladugårdar i samband med nyodlingsföretag är det vanligt, att ladugården de första åren ej på långt när är fullbesatt. I en sådan ladugård finns det inga möjligheter att upprätthålla hygieniska förhållanden utan extra uppvärmning. Men då man oftast varken har tid eller råd att ordna härmed, blir resultatet att ladugårdarna bli kalla och fuktiga.

Skall en någorlunda lönande ladugårdsskötsel kunna bedrivas i dessa djurstallar, måste man *anpassa stallutrymmet — och därmed värmeförlusterna — efter det förhandenvarande djurantalet.*

Helt naturligt vill man redan från början bygga ladugården så stor, att man inte efter några år blir tvungen bygga till den. Men bygger man en ladugård, som man vet kommer att vara för stor under kanske en längre tid, är det absolut nödvändigt att åtgärder vidtagas för att

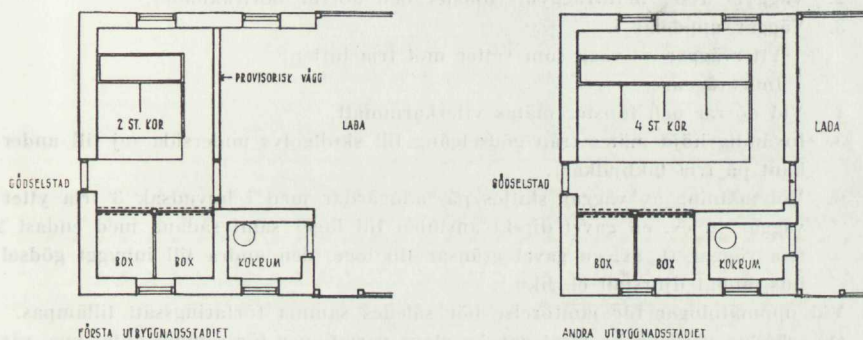


Fig. 15. Principritning till utbyggnadsladugård.

dels skapa hygieniska förhållanden under denna tid, dels samtidigt skydda byggnaden för den förstörelse, som den utsättes för på grund av den fuktbildning, som ofelbart uppstår, om ladugården ej är fullbesatt.

Man måste på något sätt eliminera den obehövliga luftkuben och därigenom minska kallytornas storlek. Detta utföres enklast genom att antingen utföra ladugården så som visas i fig. 15 — man bygger stallväggar, golv och tak till full storlek men avbalkar de till en början oanvända utrymmena med en provisorisk men väl värmeisolerande vägg — eller genom att helt enkelt fylla igen de outnyttjade utrymmena med halm, torv eller liknande. En lätt flyttbar och väl isolerande vägg fås genom att trava halm- eller torvbalar från golv till tak.

Denna anpassning av djurstallen efter förhandenvarande värmeförhållanden är en så enkel men effektiv åtgärd att förhindra byggnadsbeståndets förstörelse och att skapa drägliga hygieniska förhållanden

för djuren, att den borde komma till utförande i mycket större utsträckning, än vad nu är fallet.

För att få en uppfattning om hur de olika kallytornas storlek pr vpe. varierar i olika stora ladugårdar har en uppmätning gjorts av c:a 125 st. utförda, väl planerade ladugårdsbyggnader från olika delar av landet. De värden, som därvid erhållits, framgå av kurvblad nr 7, 8 och 9. De uppmätta byggnaderna äro dels sådana som ritats av Domänstyrelsen eller L B F under de senaste åren, dels andra, som besökts under de sakkunnigas resor i olika delar av landet. Vid bestämmande av antalet vpe. har givetvis räknats med, att ladugårdarna varit fullbesatta.

Följande regler ha tillämpats för mätningarna:

1. Alla mått mätas invändigt.
2. Väggyta avser nettoväggyta (fönster och dörrar borträknade).
3. Väggar uppdelas i:
 Ytterväggar = vägg som vetter mot fria luften.
 Innervägggar
4. Vid dörrar och fönster mätas ytterkarmmått.
5. Invändig höjd mätes från gödselgång till skullgolvs undersida (ej till underkant på fria takbjälkar).
6. Vid mätning av väggar skiljes på ladugårdar med i huvudsak 3 fria ytterväggar (t. ex. en gavel direkt ansluten till loge) samt sådana med endast 2 fria väggar (t. ex. en gavel gränsar till loge, den andra till inbyggt gödselhus, annat djurstall el. likn.).

Vid uppmätningar för jämförelse bör således samma förfaringssätt tillämpas.

De erhållna värdena ha visat ganska stora variationer för samma antal vpe. särskilt beträffande väggarna. Värdena bli ju därvidlag beroende av i ladugården delvis inbyggda mjölktrum och liknande utrymmen, som kunna medföra att väggytan blir oproportionerligt stor.

Kurvor ha uppritats över medelvärdena dels för hela landet, dels för de minsta ladugårdarna i landets kallare delar.

Vid kontroll av nya förslag till ladugårdar kunna dessa diagram vara till ledning. Ligga värdena lägre än vad kurvorna ange eller i närheten därav, kommer ladugården att bli »funktionsduglig», om den utföres rätt i avseende på värmeisolering och ventilationsanordningar. Ligger värdena i något eller flera avseenden väsentligt över diagrammens, bör man undersöka om ej förslaget behöver omarbetas.

Då värmeförhållandena i ett djurstall i första hand avgöra dettas ändamålsenlighet och enklast och tydligast åskådliggöras genom värdena på golvyta pr vpe. samt luftkub pr vpe. i djurstallet, borde dessa värden alltid anges på alla ritningar till djurstallar.

Genom undersökning av ett stort antal utförda byggnader har som ovan nämnts erfarenhet vunnits om, inom vilka ungefärliga gränser dessa värden böra ligga. Det är därför lätt att vid en jämförelse kon-

statera, om förutsättningar över huvud taget finnas, för att djurstallet skall »fungera» vintertid. Då det inte är enbart dessa båda uppgifter, som man önskar veta vid en granskning av ett ritningsförslag, föreslås, att alla, som syssla med uppgörande eller granskning av förslag till djurstallar, anskaffa en stämpel av ungefär nedanstående utseende. Denna anbringas på ritningen och ifylles, innan den slutgiltiga granskningen av ett förslag göres.

ÅKERAREAL.....ha	ANT. VPE.....ST.
GOLVYTA.....m ²	D:o/VPE.....
INV TAKHÖJD.....m	
KUB INNEHÅLL.....m ³	D:o/VPE.....
S:A FÖNSTERGLASYTA.....m ²	D:o/VPE.....
S:A REDUC. D:o.....m ²	$\frac{D:o}{GOLVYTA}$ %
VENTILATIONSAREA.....dm ²	D:o/VPE.....
K-VÄRDE FÖR VÄGG.....	INNERTAK.....
UTRYMME Å SKULLE.....m ³	LOGE.....m ³

Fig. 16. Förslag till stämpel att anbringas på ritningar till djurstallar.

Kap. IV.

Beräkning av konstruktions värmegenomgångstal.

A. Beräkningsmetoder.

I ett föregående kapitel har i samband med värmeförlusterna genom värmeströmning mot en kallare omgivning framhållits, att värmetransmissionen hos exempelvis en yttervägg är beroende av dess värmegenomgångstal k , som anger den värmemängd i kcal, som per

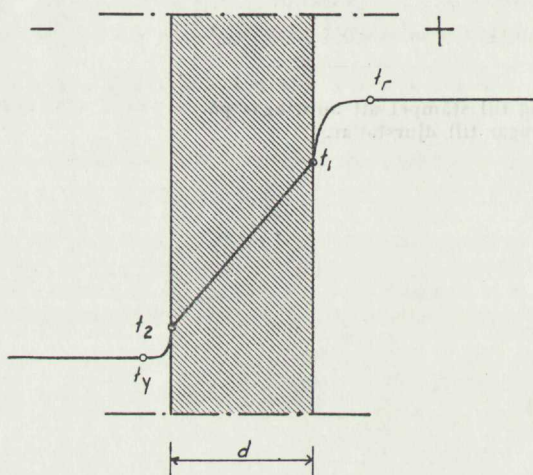


Fig. 17. Temperaturen variation vid värmegenomgång hos en vägg av ett homogent material. t_r = rumstemp., t_1 = ytemp. på väggens insida, t_2 = ytemp. på väggens utsida och t_y = yttertemperaturen.

timme och m^2 passerar genom väggen, då skillnaden mellan lufttemperaturen på ömse sidor är $1^\circ C$. Härvid är särskilt att märka, att man avser lufttemperaturerna och icke väggens yttemperaturer. Tack vare luftströmningarna (konvektionen) på väggens insida kommer nämligen väggtemperaturen på insidan att vara något lägre än den genomsnittliga lufttemperaturen inne i rummet och på samma sätt kommer väggens yttre yttemperatur att vara något högre än den yttre lufttem-

peraturen. Temperaturförhållandena intill väggens båda sidor komma därför att variera på sätt, som angives av temperaturkurvan i fig. 17 mellan punkterna $t_y - t_2$ och $t_r - t_1$.

Förloppet då värme passerar genom en vägg av homogent material kan åskådliggöras genom fig. 17. Rumstemperaturen har betecknats med t_r , yttemperaturen

på väggens insida med t_1 och på utsidan med t_2 samt yttertemperaturen med t_y . Om värmeflödet genom väggen är likformigt och om fortfarighetstillstånd råder, d. v. s. då de inre och yttre temperaturerna varit konstanta under så lång tid, att förhållandena hunnit stabilisera sig, måste den värmemängd, som per tidsenhet avgives från det varma rummet till väggen vara densamma, som per tidsenhet passerar genom densamma och som per tidsenhet avgives från väggen till den kalla ytterluften. Av erfarenhet vet man också, att denna värmemängd är proportionell mot de uppträdande temperaturskillnaderna. Följande beteckningar och benämningar införs:

W = den värmemängd i kcal, som per timme passerar genom en viss vägg, då den totala skillnaden mellan inner- och yttertemperaturen är $t_r - t_y$

A = väggens yta i m^2

α_i = *värmeingångstal* = den värmemängd i kcal, som per m^2 och timme överföres från det varma rummet till väggen, då temperaturskillnaden är 1°

Λ = *värmeöverföringstal* = den värmemängd i kcal, som per m^2 och timme överföres från väggens varma till dess kalla sida, då temperaturskillnaden mellan dessa är 1°

α_u = *värmeutgångstal* = den värmemängd i kcal, som per m^2 och timme avgives från väggens kalla sida till ytterluften, då temperaturskillnaden är 1°

k = *värmegenomgångstal* = den värmemängd i kcal, som per m^2 och timme överföres från det varma rummet till den kalla ytterluften, då temperaturskillnaden mellan dessa är 1° .

Om nu samma värmemängd avgives från rummet till väggen, som passerar genom densamma och vidare avgives till ytterluften samt om de passerande värmemängderna äro proportionella mot temperaturskillnaderna, erhålles:

$$\frac{W}{A} = \alpha_i (t_r - t_1) = \Lambda (t_1 - t_2) = \alpha_u (t_2 - t_y) = k (t_r - t_y)$$

Av dessa ekvationer finner man, att summan av de inverterade värdena av α_i , Λ och α_u är lika med det inverterade värdet av k :

$$\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_u} = \frac{1}{k} \text{ eller}$$

$$\text{väggens värmegenomgångstal } k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_u}}$$

De olika termerna $\frac{1}{\alpha_i}$, $\frac{1}{\Lambda}$ och $\frac{1}{\alpha_u}$ representera härvid det motstånd, som vart och ett erbjuder mot värmets genomströmmande och vars summa $\frac{1}{k}$ motsvarar konstruktionens totala värmemotstånd. Följande beteckningar och benämningar införs:

$$\text{Inre ytmotstånd} \dots\dots\dots m_i = \frac{1}{\alpha_i} = \frac{A}{W} (t_r - t_1)$$

$$\text{Väggmotstånd} \dots\dots\dots m_A = \frac{1}{\Lambda} = \frac{A}{W} (t_1 - t_2)$$

$$\text{Yttre ytmotstånd} \dots\dots\dots m_u = \frac{1}{\alpha_u} = \frac{A}{W} (t_2 - t_y)$$

$$\text{Konstruktionens totala motstånd } M = m_i + m_A + m_u$$

Härvid kan den föregående ekvationen på värmegenomgångstalet skrivas

$$k = \frac{1}{m_i + m_A + m_u} = \frac{1}{M}$$

Av den första ekvationen framgår vidare, att värmeförlusten per timme genom en viss given vägg är:

$$W = A \cdot k \cdot (t_r - t_y)$$

där A = väggens yta i m^2 och $t_r - t_y$ = skillnaden mellan inner- och yttertemperaturen. För att beräkna värmeförlusterna måste man sålunda i första hand känna de olika värmemotstånden.

Det föregående exemplet avsåg värmegenomgången hos en homogen vägg. Är väggen sammansatt av flera material i parallella skikt med olika värmeisoleringsförmåga, fig. 18, blir motståndet m_A sammansatt av flera motstånd m_1, m_2, m_3 o. s. v., vilka inbördes bliva proportionella mot de uppträdande temperaturintervallen.

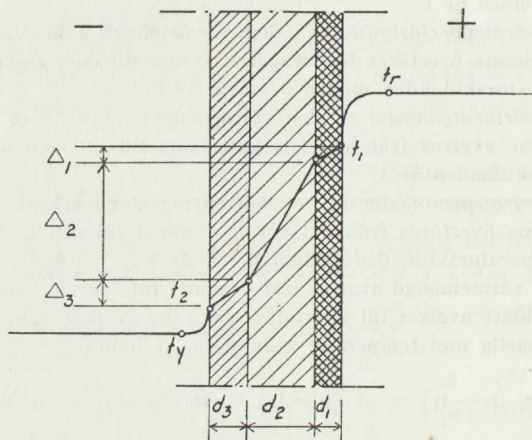


Fig. 18. Värmegenomgången hos en vägg sammansatt av flera homogena material med olika isolerande egenskaper.

Betecknas dessa temperaturintervall med Δ_1, Δ_2 och Δ_3 etc. erhålles $m_A = m_1 + m_2 + m_3$ etc., där $m_1 = \frac{A}{W} \Delta_1$, $m_2 = \frac{A}{W} \Delta_2$ och $m_3 = \frac{A}{W} \Delta_3$ o. s. v.

Den generella formeln för värmegenomgångstalet kan sålunda skrivas:

$$k = \frac{1}{m_i + m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_u}$$

Skulle väggen bestå av ett icke homogent material, kan man studera förloppet genom att mäta temperaturerna på olika djup, varav värmemotståndet för varje skikt kan beräknas, fig. 19. Att värmemotståndet varierar i olika skikt är ett förhållande, som vanligen uppträder, t. ex. då en vägg är fuktigare på ena sidan än på den andra, men för praktiskt bruk kan det ofta vara tillfyllest, om man känner den genomsnittliga isoleringsförmågan, vilket skulle motsvara ett temperaturfall inuti väggen utefter den prickade linjen på figuren.

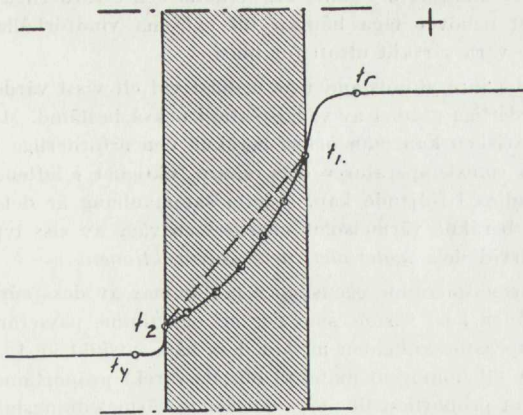


Fig. 19. Värmegenomgången hos en vägg bestående av icke homogent material (varierande värmeisoleringsförmåga.)

Vad ytmotståndet beträffar, sammanhånga dessa, som redan angivits, med luftcirkulationen på väggens in- och utsida. Luftens rörelsehastighet spelar härvid en mycket stor roll. Hos en dåligt isolerande vägg, som är kall på insidan, blir luftens avkyllning häftig och luftförelserna livligare, än om väggen är väl isolerande. Detta medför ett mindre ytmotstånd för den dåliga väggen än för den bättre. På samma sätt blir det yttre ytmotståndet relativt litet på grund av att vinden sätter luften i rörelse och vid stark blåst försvinner detta ytmotstånd nästan helt och hållet. Som omnämnts i annat sammanhang kan en skrovlig muryta bidra till en uppbromsning av luftens rörelser närmast väggytan, vilket medför ett något förbättrat ytmotstånd.

I ett djurstall, med dess relativt höga luftfuktighet, är det särskilt viktigt, att det inre temperaturfallet icke blir för stort, då man i annat fall kan riskera kondensering på väggytan. Men som det inre temperaturfallet är beroende av väggisolationen, innebär detta, att temperaturfallet kan hållas inom vissa tillåtna gränser, bara väggisolationen göres tillräckligt god. Uppfylles detta krav, kan också det inre ytmotståndet betraktas som en konstant. Det yttre ytmotståndet är naturligtvis också beroende av väggisolationen, men inflytandet av vinden kommer att dominera, varför även detta motstånd kan betraktas som en konstant.

Enligt verkställda prov kunna följande värden angivas å ytmotstånden:

Specifikation	m_i	m_u	$m_i + m_u$
För innerväggar i normala rum.....	0,15	0,11	0,26
För ytterväggar under vanliga förhållanden	0,15	0,05	0,20
För ytterväggar utsatta för stark blåst.....	0,15	0,0	0,15

Gäller det sålunda en yttervägg under vanliga förhållanden, räknar man med ett sammanlagt ytmotstånd på 0,20, men gäller det en vägg mellan själva djurstallet och ett bredvidliggande kallare men för vinden skyddat utrymme, räknar man med ett sammanlagt ytmotstånd på 0,26. Stark kyla och stark blåst förekomma mera säll-

lan samtidigt, varför man, då det gäller att beräkna den erforderliga graden av väggisolation, knappast behöver taga hänsyn till extrema vindförhållanden, försåvida icke platsen skulle vara särskilt utsatt för blåst.

I och med att det inre ytmotståndet är fastlåst vid ett visst värde, är, som redan angivits, den erforderliga graden av väggisolation också bestämd. Med utgångspunkt från kondenseringsrisken kan man också beräkna den erforderliga graden av väggisolation vid olika rumstemperaturer och relativ fuktighet i luften, vilket närmare kommer att behandlas i följande kap. I detta sammanhang är det närmast frågan om hur man skall beräkna värmeisolationen hos en vägg av viss typ. De avgörande faktorerna äro härvid dels *material*et, dels *konstruktion*en.

Ett materials värmeisolerande egenskaper bestämmas av dess *värmeledningstal* λ , som anger hur många kcal värme, som per m² och timme passerar genom en 1 m tjock vägg, då temperaturskillnaden mellan dess båda ytskikt är 1°. Värmemotståndet hos en vägg av ett homogent material blir då direkt proportionellt mot väggens tjocklek och omvänt proportionellt mot materialets värmeledningstal λ . Värmemotståndet kan sålunda skrivas:

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

där d = väggtjockleken i m

samt λ = materialets värmeledningstal.

Är väggen sammansatt av flera olika material med olika värmeledningstal, enl. fig. 18, blir det totala väggmotståndet:

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots$$

där d_1, d_2, d_3 o. s. v. beteckna de olika materialskiktens tjocklek i meter och $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ o. s. v. motsvarande värmeledningstal.

Värmeledningstalet λ kan laboratoriemässigt bestämmas, men härvid måste man dock observera, att λ -värdet för ett visst material icke under alla omständigheter är konstant, utan varierar i all synnerhet med materialets fuktighetshalt. I torrt tillstånd är ett material mera isolerande än i fuktigt eller vått. Värmeledningsförmågan eller värmeledningstalet λ är sålunda lägre för ett torrt material än för ett fuktigt eller vått. Detta förklarar, varför en från början tillfredsställande isolering med tiden kan bli försämrad, om materialet blir nedfuktat. Ofta anges ett materials värmeledningstal λ i fullt *uttorkat tillstånd*, men för att begagna sig av detta värde måste man känna till hur mycket värmeledningstalet försämrats vid ökad fuktighetshalt, och vilken fuktighetshalt man kan påräkna att materialet erhåller i praktiken. I all synnerhet hos porösa material, som lätt kunna absorbera vatten, spelar fuktighetshaltens inflytande på värmeisoleringsförmågan en mycket stor roll. I en följande sammanställning av olika materials värmeledningstal angives också fuktighetshaltens inflytande på värmeisoleringsförmågan, samt vilken fuktighetshalt som man *normalt* bör kunna räkna med. Den inventering, som verkställts av olika ladugårdar inom landet, visar dock, att avvikelser från det normala, varmed i detta sammanhang menas fullgoda konstruktioner, tyvärr förekommer alltför ofta. Fuktighetens inflytande på en väggs värmegenomgångstal kommer också att belysas av efterföljande räkneexempel.

Ofta händer det, att man träffar på nya material, om vars värmeisolerande egenskaper man saknar närmare kännedom. Härvid kan man bilda sig en viss uppfattning om materialets värmeledningstal med utgångspunkt från dess volymvikt. Enligt

verkställda försök har nämligen följande samband fastställts för tegel och bruk samt liknande material.

$$\lambda = \text{konst.} \left[\frac{\gamma'}{5} + \frac{\gamma'^4}{30} \right]$$

där γ' betecknar den torra volymvikten. Konstanten varierar med materialet och kan sättas till 1,0 för bruksliknande material, såsom kalk- och cementbruk, samt 0,8 för tegel. För t. ex. gasbetong eller liknande kan konstanten angivas till ungefär 0,9.

I det föregående har antagits, att väggen består av ett homogent material i ett eller flera med väggytan parallella skikt. Är väggen däremot sammansatt av olika sektioner i skilda snitt, måste man beräkna k -värdet för varje sektion för sig samt bestämmas väggens genomsnittliga värmegenomgångstal av den procentuella förekomsten av varje typ. Som exempel kan angivas en stolpvägg, där den del av väggen, som omfattas av stolparna, representerar en typ och fyllningsdelen en annan. Har man för stolpdelen beräknat värmegenomgångstalet till k_1 och för fyllningsdelen till k_2 samt utgör den förra t. ex. 10 % av arean och den senare 90 %, blir väggens värmegenomgångstal $k_{\text{vägg}} = 0,10 \cdot k_1 + 0,90 \cdot k_2$. Härvid förutsättes, att värmeströmmar vinkelrätt mot väggytan genom de olika delarna av väggen. Hos murverk utbildade med luftmellanrum förekomma ofta bindare av sten, vars värmeledningsförmåga är avsevärt mycket större än luftens. Omkring dessa bindare blir värmegenomgången ej vinkelrät mot väggen utan värmen kommer även från omkringliggande delar av väggen att följa bindarna, varför ovan angivna beräkningsmetod ej kan tillämpas. Detta har konstaterats vid utförda provningar. Samma förhållande gäller även för vissa hålstenar, s. k. cementhålstenar.

För en tegelmur skulle man i likhet härmed räkna de genomgående fogarna för sig och resten av murverket för sig, men med hänsyn till att tegel och bruk äro två så närbesläktade material kan man förenkla problemet genom att räkna med ett genomsnittligt λ -värde. Antag, att teglets värmeledningstal är λ_1 och brukets λ_2 samt den procentuella förekomsten av vardera materialet 80 resp. 20 %, blir det genomsnittliga λ -värdet:

$$\lambda_{\text{murverk}} = 0,80 \lambda_1 + 0,20 \lambda_2.$$

De föregående beräkningsmetoderna förutsätta dock, att värmen passerar i en ström vinkelrätt mot väggytan. Detta torde dock icke vara fallet, om t. ex. bindarna i en hålmurskonstruktion utgöras av ett material, som är i hög grad värmeledande i förhållande till de omgivande materialen. Procentuellt torde härvid mera värme passera genom bindarna än vad den föregående beräkningsmetoden anger och felet blir större ju mera bindarna dominera konstruktionen. Ett typiskt exempel härpå är en hålmurskonstruktion, där materialet mellan hålrummen kan betraktas som bindare. Det kan härvid vara berättigat att vid en beräkning betrakta materialet som homogent samt beräkna värmeledningstalet med utgångspunkt från stenarnas genomsnittliga volymvikt i enlighet med den tidigare givna formeln. Man erhåller härvid värden, som mera överensstämmer med verkställda provningar på färdiga väggar. Vilken beräkningsmetod, som bör användas, kan ibland vara svårt att avgöra, men om man begagnar sig av den metod, som ger det sämsta värdet, d. v. s. högsta k -värdet, är man åtminstone på säkra sidan. Skulle isoleringen i verkligheten vara något bättre, än vad man beräknat, är ingen skada skedd, däremot kan en dålig isolering medföra avsevärda nackdelar, som senare endast med stora omkostnader kunna korrigeras.

Innehåller väggen ett luftmellanrum, måste hänsyn tagas även till dess värmemotstånd, men detta är icke längre proportionellt mot tjockleken som förhållandet är

vid homogena material. I mycket stor utsträckning sker värmetransporten härvid därigenom, att luften försättes i cirkulation. Luftpartiklarna på den varma sidan upp-taga värme från den varma insidan och transporterar detta till den kalla utsidan av luftskiktet. Vid mycket tunna luftskikt uppbromsas luftens rörelser och värmetransporten försvåras. I förhållande till tjockleken äro därför tunna luftskikt mera isolerande än tjocka. Grafiskt visas luftskiktets värmemotstånd vid varierande tjocklek i fig. 8.

Består luftskiktet av ett helt rum, kan man i enlighet med föregående räkna dess värmemotstånd lika med två invändiga ytmotstånd, $2 \times 0,15 = 0,30$.

Då en konstruktion är sammansatt av flera materialskikt, som icke befinna sig i fullständig kontakt med varandra, uppträda dessutom vissa *övergångsmotstånd*. Vid hård anläggning mellan två relativt släta material, t. ex. en träpanel spikad mot en annan, finnas många kontaktpunkter, där värmes ledas från det ena materialskiktet till det andra och luftskiktets inflytande blir relativt ringa. Vid lös anläggning, t. ex. då man på insidan av en vägg spikar en träfiberplatta, blir luftskiktet mera utbildat och dess inflytande större. Däremot uppträda icke några övergångsmotstånd mellan puts och tegel eller då betong gjutits mot ett annat material.

Vid inlägg av ett papplager i en konstruktion äro de omgivande luftskikten den ur värmeisolerings synpunkt mest verksamma delen. Även härvidlag måste man taga hänsyn till om pappen är inklämd mellan två relativt släta material eller mer eller mindre frihängande, varvid luftskikten i det senare fallet äro mera utbildade. Om exempelvis en väggfyllning ligger an direkt mot en träpanel, räknar man inte med något särskilt övergångsmotstånd, då detta som regel redan inberäknats i fyllnads-materialets isolering, men om ett papplager inlagts mellan fyllning och panel, räknar man med ett övergångsmotstånd mellan papp och träpanel.

I nedanstående tabell angivas en del för beräkningar lämpliga värden på övergångsmotståndens storlek.

Specifikation	Övergångsmotstånd
1. Vid fullständig kontakt mellan två olika material (sammangjutning)	0,0
2. Vid ofullständig kontakt mellan t. ex. fyllning och panel el. likn.	0,0
3. Vid relativt hård anläggning mellan två material	0,05
4. Vid lös anläggning mellan två material, t. ex. träfiberplatta el. papp på insidan av en vägg, ett papplager på andra sidan begränsat av ett luftskikt el. likn.	0,10
5. Papplager inklämt mellan två material.....	0,10
6. Papplager mellan exempelvis en panel och fyllning	0,05

Hos ett papplager, som t. ex. klistrats i asfalt mot ett underlag, uppträder däremot icke något övergångsmotstånd, utan man får endast räkna med pappens resp. asfaltens isoleringsförmåga.

Beräkningsexempel.

Beträffande de i dessa exempel använda värmeledningstalen hänvisas till tabellen på sid. 65—67.

Exempel: $1\frac{1}{2}$ -stens yttervägg av 10" lättmurtegel murad med vanligt kalkbruk och putsad på båda sidor. Jfr fig. 20.

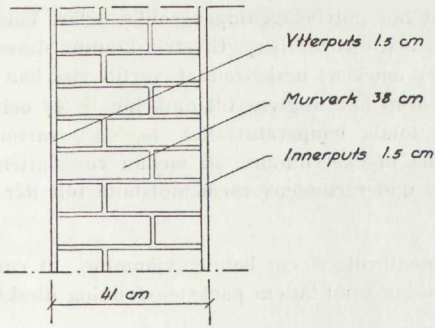


Fig. 20.

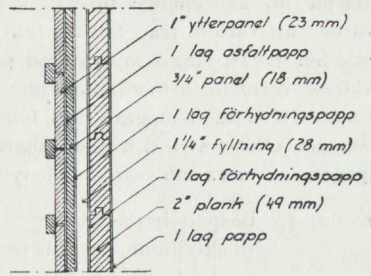


Fig. 21.

Ytmotstånd	$m_i + m_u = 0,20$
Motstånd av ytter- och innerputs	$\frac{0,08}{0,62} = 0,05$
» » murverk	$\frac{0,88}{0,49} = 0,77$
	$M = 1,02$
Väggens värmegenomgångstal	$k = \frac{1}{1,02} = 0,98$

Exempel: Yttervägg av trä bestående av 1" ytterpanel (23 mm), 1 lag asfaltpapp, $\frac{3}{4}$ " panel (18 mm), 1 lag förhydningsspapp, $1\frac{1}{4}$ " luftmellanrum fyllt med kutterspån (28 mm), 1 lag förhydningsspapp, 2" spåntad plank (49 mm) samt 1 lag papp. Jfr fig. 21.

Ytmotstånd	$m_i + m_u = 0,20$
Motstånd av 1" ytterpanel	$\frac{0,023}{0,18} = 0,18$
» » asfaltpapp	$\frac{0,018}{0,13} = 0,10$
» » $\frac{3}{4}$ " panel	$\frac{0,018}{0,13} = 0,14$
» » förhydningsspapp ...	$\frac{0,028}{0,06} = 0,05$
» » $1\frac{1}{4}$ " fyllning	$\frac{0,028}{0,06} = 0,47$
» » förhydningsspapp ...	$\frac{0,049}{0,18} = 0,05$
» » 2" plank	$\frac{0,049}{0,18} = 0,38$
» » papp	$\frac{0,049}{0,18} = 0,10$
	$M = 1,67$
Väggens värmegenomgångstal	$k = \frac{1}{1,67} = 0,60$

Beräkning av värmegenomgångstal i speciella fall.

Golv utlagda direkt på mark.

Då ett golv anbringats direkt mot underliggande marklager, uppträder ett visst inre ytmotstånd m_i . Härtill kommer själva golvbeläggningens värmemotstånd, men dessutom räknar man med ett visst värmemotstånd hos de underliggande marklagren, som kan betecknas med m_j . Ekvationen för golvets värmegenomgångstal kan då skrivas:

$$k = \frac{1}{m_i + m_1 + m_2 + \dots + m_j}$$

där m_1, m_2 etc. betecknar värmemotståndet hos golvbeläggningens olika delar. Värde på m_j kan angivas till ca 1,18 för jord och 0,95 för berg. Givetvis komma dessa värden att variera från fall till fall allt efter markens beskaffenhet, vartill viss hänsyn bör tagas. Marktemperaturen på visst djup kan angivas till omkring $+ 4^\circ$ och vid en värmeförlustberäkning blir då det totala temperaturfallet $t_r - 4^\circ$, varför som regel detta temperaturfall blir avsevärt mycket mindre än mellan rumsluften och den yttre luften. En feluppskattning av undergrundens värmemotstånd blir därigenom av mera underordnad betydelse.

Exempel: Båspall bestående av 2 cm cementbruk, 3 cm betongavjämning, 10 cm slaggfyllning, 3 cm betongavjämning samt 20 cm packstensfyllning direkt på jord. Jfr fig. 22.

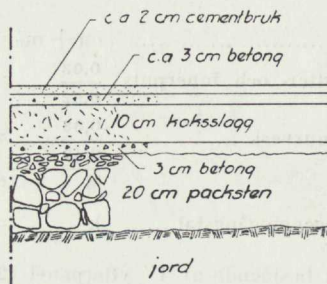


Fig. 22.

Ytmotstånd	$m_i = 0,13$
Motstånd av cementbruk, 2 cm	$\frac{0,02}{1,15} = 0,02$
» » betongavjämning 3 + 3 cm	$\frac{0,06}{1,80} = 0,03$
» » slaggfyllning, 10 cm	$\frac{0,10}{0,90} = 0,11$
» » packsten, 20 cm	$\frac{0,20}{0,54} = 0,37$
» » jord	$= 1,18$
	$M = 1,84$
Golvets värmegenomgångstal	$k = \frac{1}{1,84} = 0,54$

Erfarenheten visar, att man, när det gäller golvmaterial utlagda direkt på mark, måste räkna med något högre fuktighetshalt, än när det gäller material ovan mark. Värmeledningstalen för cementbruk, betong och slaggfyllning hava därför genomgående ökat med 25 % i jämförelse med vad man annars brukar anse vara normalt. Beträffande packstensfyllningens värmeledningstal har detta i brist på tillförlitliga data beräknats enligt formeln $\lambda = \frac{\gamma}{5} + \frac{\gamma^4}{30}$ under antagande av en volymvikt på 1,6 kg/dm³.

Mur delvis under markytans plan.

Då en mur delvis befinner sig under markytans plan, kan man tänka sig konstruktionen uppdelad i två olika väggdelar, dels den del, som befinner sig ovan mark-

planet, dels den del, som befinner sig under detsamma. Beträffande den förstnämnda delen bestämmes k -värdet på sedvanligt sätt samt beräknas värmeförlusterna med utgångspunkt från inner- och yttertemperaturerna. Vad den andra delen beträffar, måste värmets först passera genom själva muren och sedan genom det utanför varande marklagret, varför man härigenom erhåller ett extra värmemotstånd, som blir större ju djupare man kommer under markplanet. Värmet anses härvid passera ut efter en cirkelbåge, vars medelpunkt ligger i vinkeln mellan markplanet och murens utsida, i enlighet med vad som angives å fig. 23. Vid beräkningen av värmeförlusterna kan man sålunda även här utgå från inner- och yttertemperaturerna.

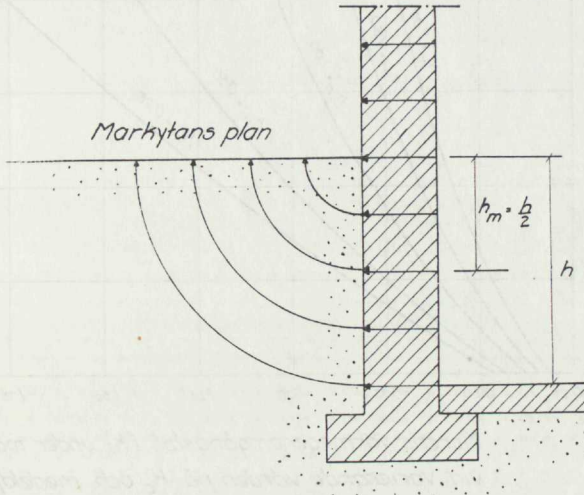


Fig. 23. Värmeströmning genom en mur under markytans plan.

Murens genomsnittliga värmegenomgångstal under mark blir:

$$k = \frac{2,303}{1,5 h_m} \log (1 + 1,5 k_0 h_m)$$

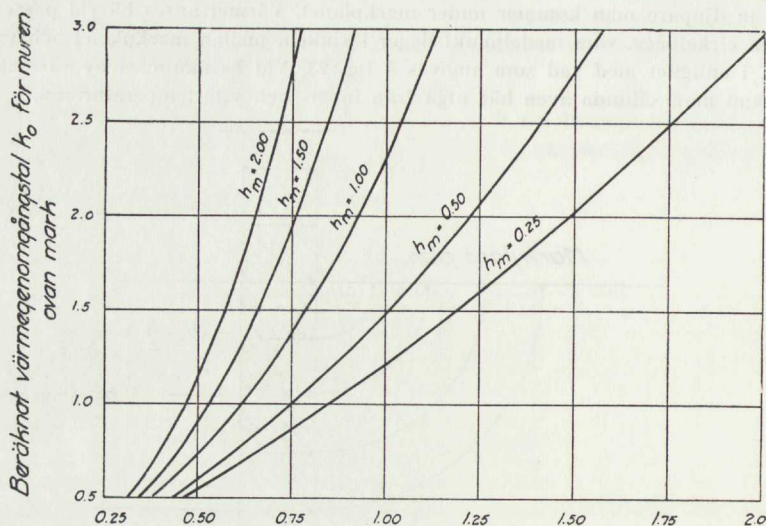
där h_m betecknar murens medeldjup under markytans plan samt k_0 murens värmegenomgångstal under antagande av att densamma omgives av luft på båda sidor. Formeln gäller för ett antaget värmeledningstal hos jordmassan $\lambda = 2,0$, vilket relativt höga värde kan motiveras av att marken här ofta är ganska våt.

I nedanstående tabell anges en del värden på k vid varierande värden på k_0 och medeldjup h_m under markytans plan.

Medeldjup h_m i meter under markytans plan $h_m = \frac{h}{2}$	Värmegenomgångstal k hos murar nedsänkta under markytans plan vid varierande djup samt vid nedanstående värmegenomgångstal k_0 för muren enbart									
	Värmegenomgångstal k_0									
	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
0,25	0,46	0,54	0,62	0,70	0,85	0,99	1,19	1,49	1,76	2,01
0,50	0,43	0,50	0,57	0,63	0,75	0,86	1,01	1,22	1,41	1,57
1,00	0,38	0,43	0,48	0,53	0,62	0,69	0,79	0,93	1,04	1,14
1,50	0,34	0,38	0,43	0,46	0,53	0,59	0,66	0,76	0,84	0,92
2,00	0,31	0,35	0,38	0,41	0,47	0,51	0,57	0,65	0,72	0,77

Grafiskt återgivas resultaten å fig. 24. Man torde med tillräcklig noggrannhet kunna uppskatta mellanliggande värden härav.

Liksom när det gäller golv, bör hänsyn tagas till att fuktighetshalten hos murmaterialet kan vara ganska hög, i all synnerhet om isoleringen på murens utsida skulle vara bristfällig. I dylika fall kan ett tillägg på 10 å 15 % vara tillrådligt.



Murens värmegenomgångstal (k) under mark
vid varierende värden på h_0 och medeltdjup (h_m)
under markytans plan.

Fig. 24.

Ouppvärmda utrymmen såsom skullar etc.

Då ett uppvärmt utrymme gränsar till en uppvärmd lokal, kommer värmets från denna först att passera genom skiljeväggen mellan dessa rum samt sedan från det uppvärmda utrymmet till den kallare omgivningen. Per tidsenhet måste då samma värmemängd tillföras det uppvärmda utrymmet, som avgives från detsamma. Antag, att det gäller en skalle över en ladugård. Skullgolvet värmegenomgångstal betecknas med k_1 och dess yta med A_1 . Yttertakets värmegenomgångstal betecknas med k_2 och dess yta med A_2 . Vidare betecknas djurstallets lufttemperatur med t_r , skullens med t_x och ytterluftens temperatur med t_y .

Den från djurstallet genom skullgolvet avgivna värmemängden per tidsenhet blir då:

$$W_1 = k_1 A_1 (t_r - t_x)$$

samt den genom yttertaget avgivna värmemängden:

$$W_2 = k_2 A_2 (t_x - t_y)$$

Eftersom $W_1 = W_2$ blir då skullens lufttemperatur

$$t_x = \frac{k_1 A_1 t_r + k_2 A_2 t_y}{k_1 A_1 + k_2 A_2}$$

Vid beräkningen av k -värdena, måste man härvid observera, att de sammanlagda

ytmotståndet hos skullgolvet blir 0,26, eftersom det här rör sig om två invändiga ytor samt 0,20, för yttertakets med en ut- och en invändig yta.

Ofta har man intet intresse av att känna skullens lufttemperatur utan vill endast beräkna värmeförlusterna från djurstallet. Härvid kan man utgå från skullgolvet och yttertakets sammanlagda värmemotstånd och endast taga hänsyn till rumstemperaturen t_r och yttertemperaturen t_y , men som yttertakets i regel har större yta än skullgolvet, måste yttertakets värmemotstånd minskas i relation till förhållandet mellan dessa ytor.

Betecknas i enlighet med föregående skullgolvet värmegenomgångstal med k_1 och yttertakets med k_2 samt motsvarande ytor med A_1 och A_2 erhålles konstruktions värmegenomgångstal:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k_1} + \frac{A_1}{A_2} \cdot \frac{1}{k_2}}$$

Begränsas nu skullen icke blott av yttertak utan även av gavlar, dörrar och fönster, kan man räkna med ett genomsnittligt värmegenomgångstal för dessa i ovanstående formel. Betecknas de olika ytorna med k_2' , k_2'' och k_2''' etc. samt motsvarande ytor med A_2' , A_2'' och A_2''' , erhålles det genomsnittliga värmegenomgångstalet för dessa ytor:

$$k_2 = \frac{k_2' A_2' + k_2'' A_2'' + k_2''' A_2'''}{A_2' + A_2'' + A_2'''}$$

Värmemagasineringsförmåga.

Den hastighet, varmed en byggnad avkyles vid ett plötsligt yttre temperaturfall, sammanhänger i hög grad med ytterväggarnas värmemagasinerande förmåga. På det hela taget har denna sak blivit mycket litet studerad och uppfattningen härom grundar sig mera på vissa erfarenheter än vetenskapliga undersökningar. Som regel är en tung vägg mera magasinerande än en lätt och av erfarenhet veta vi, att t. ex. en trävägg bör göras mera isolerande än en massiv stenvägg. Denna erfarenhet gäller dock bostadshus, där man som regel har vissa möjligheter att kompensera den plötsliga avkylningen genom mera intensiv uppvärmning. I ett djurstall har man däremot oftast icke denna möjlighet och därför borde egentligen en dåligt värmemagasinerande vägg göras betydligt mera värmeisolerande än en kraftigt värmemagasinerande sådan. Gäller det en byggnad, som hastigt skall uppvärmas för en kortare period, bör den egentliga värmeisolationen sitta på insidan, då det kan vara onödigt att värma upp hela ytterväggskonstruktionen, men då måste man också räkna med, att, sedan uppvärmningen upphört, avkylningen sker fort. För djurstallarna är däremot värmekällan mer eller mindre konstant och det är inflytandet av de yttre hastiga temperaturvariationerna, mot vilka man strävar att skydda sig. Härvid ställer det sig fördelaktigast, om värmeisoleringen är anbringad på utsidan, varigenom en hastig avkylning av väggens inre delar undviks.

Med hänsyn till dessa synpunkter, måste man nog konstatera, att djurstallarnas ytterväggar ofta äro felaktigt konstruerade ur värmemagasineringssynpunkt, och orsaken härtill är, att de särskilt värmeisolerande materialen äro ömtåliga för de klimatiska påfrestningarna och att man därför strävar efter att skydda dem genom att anbringa beklädnaden på väggens insida. Det bör dock uttryckligen framhållas, att risken för nedfuktning av väggens insida i ett djurstall många gånger kan vara betydligt större än på utsidan, med hänsyn till de begränsade avdunstningsmöjligheterna på insidan, varför den nämnda försiktighetsåtgärden ibland kan vara missriktad.

Extra tillslag vid beräkning av en byggnads värmeförluster.

Vid en beräkning av ett bostadshus värmebehov brukar man göra vissa »tillslag» med hänsyn till väderstreck och inflytandet av ofrivillig ventilation.

Vad väderstrecken beträffar har i annat sammanhang omnämnts, att man ej försummar inflytandet av solvärmets ur uppvärmningssynpunkt utan betraktar detta endast som en säkerhetsmarginal. Detta gäller dock endast för en vägg direkt mot söder. Vill man för övriga väggar hava samma säkerhetsmarginal, kan det vara berättigat att göra ett tillägg på värmeförlusterna genom dessa.

Som lämpliga tillslag kunna följande värden angivas:

För ytterväggar, dörrar eller fönster

mot N, NV, NO och O	10 %
mot V, SV och SO	5

B. Värmeledningstal (λ -värden) för olika material och konstruktioner.

Nedanstående värmeledningstal kunna anses gälla inom normalt förekommande temperaturintervall hos ytter- och innerväggskonstruktioner. Inom vissa materialgrupper förekomma olika fabrikat med ganska varierande egenskaper. De angivna värdena på värmeledningstalen avse medelvärden; såväl bättre som sämre värden kunna förekomma, men i normala fall böra de lämnade uppgifterna kunna ligga till grund för beräkning av byggnadskonstruktioners värmegenomgångstal. De angivna fuktighetshalterna äro att anse såsom normala, men givetvis kunna även här ganska stora variationer förekomma. I exceptionella fall bör man räkna med en högre fuktighetshalt än vad som angivits i tabellen. Som ledning härför har, där sådana uppgifter kunnat erhållas eller härledas, angivits den procentuella ökningen av λ -värdet per viktsprocent högre eller lägre fuktighetshalt. Dessa värden äro dock delvis mycket ungefärliga, då tillräckligt omfattande undersökningar icke ha blivit utförda.

Värmeledningstal.

Material	Torr volymvikt γ_0 i kg/dm ³	Värmeled- ningstal λ_0 vid fullt uttorkat tillstånd	λ -värdets ökning i % per viktsproc. fukt	Fuktig- hetshalt i vikts- procent	Lämpliga beräk- nings- värden λ_f
Metaller.					
Aluminium	2,70	180	—	—	180
Järn: Gjutjärn.....	7,25	32—54	—	—	43
Smidesjärn	7,80	32—64	—	—	48
Stål	7,85	23—47	—	—	35
Koppar	8,90	324	—	—	324
Naturstenar.					
Granit.....	2,60—2,70	2,85—3,05	—	—	2,95
Kalksten	2,60	2,30—2,70	—	—	2,50
Marmor	2,60	2,05	—	—	2,05
Sandsten	2,40	1,35	—	—	1,35
Skiffer $\perp$ klyv-riktn.....	2,65—2,70	1,30—1,70	—	—	1,50
» // » »	» »	2,00—2,90	—	—	2,45
Betong och bruk.					
Vanlig betong	2,14	1,30	6,0	2,0	1,45
Klinkerbetong, tung	1,80	0,71	4,0	3,0	0,80
» lätt	1,50	0,47	3,0	3,0	0,51
Cementbruk	1,90	0,82	5,0	2,0	0,90
Kalkbruk	1,65	0,58	3,5	2,0	0,62
Konstgjord sten.					
Hårdbränt tegel	2,0	0,75	5,0	1,0	0,78
Vanligt murtegel	1,8	0,57	4,5	1,1	0,60
Lätt murtegel	1,6	0,43	4,0	1,25	0,45
1,4 tegel.....	1,4	0,33	3,5	1,4	0,34
Högoröst tegel	1,2	0,24	3,0	1,7	0,25
Gasbetong, Siporex, IKÅ- plattor, Santorin, slagg- plattor eller liknande.....	1,0	0,205	2,0	5,0	0,23
	0,8	0,155	2,0	5,0	0,17
	0,7	0,13	2,0	5,0	0,14
	0,45	0,085	2,0	5,0	0,10
Cementstenar (Nopsa-sten)	1,9	0,82	5,0	2,0	0,90
Cementhålstentar (se mur- verk).					

Material	Torr volymvikt γ_0 i kg/dm ³	Värmeled- ningstal λ_0 vid fullt uttorkat tillstånd	λ -värdets ökning i % per viktsproc. fukt	Fuktig- hetshalt i vikts- procent	Lämpliga beräk- nings- värden λ_f
Murverk av konstgjord sten.					
A. Stenar i tegelstensformat (80 % sten, 20 % bruk).					
Hårdbränt tegel i kalkce- mentbruk	2,0	—	—	—	0,78
Vanligt murtegel i kalkbruk	1,8	—	—	—	0,60
Lättnurtegel, d:o	1,6	—	—	—	0,49
1,4-tegel, d:o	1,4	—	—	—	0,40
Högpöröst tegel, d:o	1,2	—	—	—	0,33
Slaggbetong eller liknande i kalkbruk	0,8	—	—	—	0,26
Cementsten (massivmur) i kalkbruk	1,9	—	—	—	0,85
(Nopsa-system, se särskild tabell å olika k-värden.)					
B. Block eller plattor (94 % sten, 6 % bruk).					
Tegelplattor	1,2	—	—	—	0,28
Gasbetong, Siporex, IKÅ- plattor, Santorinplattor eller liknande	1,0	—	—	—	0,26
	0,8	—	—	—	0,20
	0,7	—	—	—	0,17
	0,45	—	—	—	0,14
Hålstentar, räknat för 20 cm mur:					
Klinkerbetongblock	—	—	—	—	0,23
Poolblock	—	—	—	—	0,35
Övriga hålstentar beroende på utförande	—	—	—	—	0,35—0,60
Trä, träprodukter och liknande.					
Trä $\perp$ fiberriktningen	0,4—0,7	—	—	10—15	0,13
Träfiberplattor o. liknande:					
Porösa	0,23—0,34	0,041	1,0	10	0,045
Halvhårda	0,47—0,63	0,062	1,4—1,7	6,0	0,070
Hårda	0,92—0,99	0,11	2,0—2,2	5,0	0,120
Träullsplattor	0,30—0,50	0,06—0,08	2,0	7,0	0,080
Halmplattor	0,26	0,056	2,0	7,0	0,065
D:o asfaltimpregn.	0,30—0,35	0,046	—	—	0,050
Vassrörmattor	0,17	0,068	1,0	7,0	0,075
Papp och pappliknande be- klädnadsmaterial	0,60—0,70	0,06—0,07	1,5	5,0	0,070

Material	Torr volymvikt i $\frac{\gamma_0}{\text{kg/dm}^3}$	Värmeled- ningstal λ_0 vid fullt uttorkat tillstånd	λ -värdets ökning i % per viktsproc. fukt	Fuktig- hetshalt i vikts- procent	Lämpliga beräk- nings- värden λ_f
Isoleringsplattor och likn.					
Expanderade korkplattor ...	0,11	0,032	—	—	0,035
Korkbetong	0,37	0,05	2,0—2,3	10	0,060
Glasullsmattor	0,10—0,11	0,031	—	—	0,031
Stenullsmattor	0,11—0,16	0,031—0,032	—	—	0,032
Sjögräsmattor	0,10	0,030—0,035	1,0	10	0,036
Vaddmattor	0,08	—	—	—	0,030
Wellit H	—	—	—	—	0,032
Isoflex och liknande	0,01	0,04	—	—	0,040
Asbestcement- och gipsplattor.					
Asbestcementplattor	2,0—2,2	—	—	—	0,30
Gipsplattor	0,7	—	—	15	0,18
Fyllnadsmaterial.					
Träkolsstybb.....	0,25	0,05	1,0	10	0,06
Korkpulver	0,07	—	—	—	0,035
Torvströ (löst utfylld)	0,06	0,06	1,0	15	0,07
Kutterspån, löst packad.....	0,10	—	—	—	0,06
Sågspån, lufttorr	0,19	0,046	2,4	15	0,06
» våt.....	—	—	—	80	0,13
Malen lera	0,9	—	—	—	0,13
$\frac{2}{3}$ sand + $\frac{1}{3}$ sågspån.....	1,25	—	—	—	0,18
Sand, lufttorr	1,4—1,6	—	—	12	0,06
Granulerad slagg.....	0,5	—	—	—	0,14
Koksslagg, lufttorr	0,7	0,18	5	2	0,20
» våt	0,7	0,18	5	25	0,43
Diverse material.					
Glas	2,4—3,2	0,5—0,9	—	—	0,7
Asfalt	2,1	0,6	—	—	0,6
Asfaltpapp.....	1,1—1,2	0,12—0,20	—	—	0,16
Linoleum	1,2	—	—	—	0,16
Vatten	—	—	—	—	0,50

C. Värmegenomgångstal (k-värden) för olika väggkonstruktioner.

För att tjäna som ledning vid beräkning av värmeförluster vid vissa vanliga väggkonstruktioner samt för att visa förhållandet mellan dessa väggars k-värden dels i torrt, dels i nedfuktat tillstånd har i nedanstående tabeller gjorts en sammanställning av de väggtyper som påträffats vid de sakkunnigas studieresor i olika delar av landet. Sammanställningen anger således resultatet av en inventering utan hänsyn till de olika typernas lämplighet och får icke betraktas som ett förslag till ändamålsenliga väggtyper. Frågan om väggkonstruktioner för djurstallar är under utredning, och resultatet härav kommer att publiceras i ett senare meddelande.

I tabellerna ha överst i de kolumner, som uppta antalet undersökta fall, inom parentes angivits de k-värden, som ytterväggarna i de olika landsdelarna borde ha haft, beräknade enligt den metod, vilken beskrives i kapitel V. Som framgår av tabellen, är det ytterst få av de undersökta väggarna, som uppfylla kraven på erforderlig värmeisolering.

Skillnaderna i k-värde mellan yttervägg och innervägg av samma konstruktion beror på olikheten i ytmotstånd.

För torr vägg har k-värdet beräknats med utgångspunkt från λ -värdet för normalt torra material (λ_r). Vid beräkning av värdena för våt och mycket våt vägg har räknats med de försämrade λ -värden, som erhållas för resp. väggdelar, då väggen utsättes för nedfuktning inifrån. Som ledning vid uppskattningen av fuktighetshalterna och därav λ -värdena i de nedfuktade väggdelarna har tjänat resultaten av de fuktighetsbestämningar på väggprover, som närmare beskrivas i kap. VII. Den uppskattade graden av nedfuktning i väggarnas olika delar är beroende av det bättre eller sämre skydd, som väggkonstruktionen erbjuder mot fuktvandring inifrån och ut. De väggtyper, som uppvisa minsta skillnaden i k-värde mellan torr och våt vägg, äro således mest lämpliga i djurstallar, såvida de samtidigt uppfylla kravet på erforderlig värmeisolering.

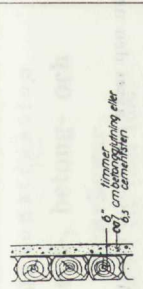
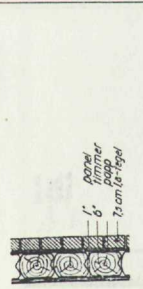
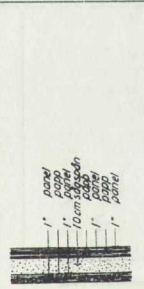
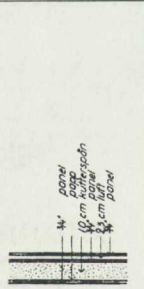
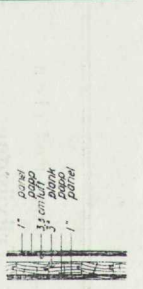
SAMMANSTÄLLNING

ÖVER

VÄRMEGENOMGÅNGSTAL FÖR VÄGGKONSTRUKTIONER I LADUGÅRDAR

Väggkonstruktion	Beräknat k-värde				Antal undersökta fall i olika landsdelar									
	Yttervägg		Innervägg		Norr- bottnens län	Väster- bottnens län	Jämt- lands län	Gävle- borgs län	Koppar- bergs län	Värmlands- län	Södra Sverige	Summa		
	torr	våt ¹	mkt våt ¹	torr									våt ¹	mkt våt ¹
utsida	insida													
Träväggar.														
1. Opanelat timmer 5"														
6"														
2. 5" timmer, ut- eller invändigt														
1" panel (ingen papp)														
3. Samma konstruktion med papp														
under ytterpanel (5" + 1")														
4. 5" timmer, ut- och invändigt														
1" panel (ingen papp)														
5. Samma konstruktion med papp														
under ytterpanelen (1" + 5" + 1")														
6. 3" plank, ut- och invändigt														
1" panel (ingen papp)														
7. Samma konstruktion med papp														
under ytterpanelen.....														
8.														



9.		0,70	0,92	0,67	0,57	1	2	3
10.		0,56	0,57	0,54	0,55	1		1
11.		0,37	0,37	0,36	0,36	2		2
12. Samma konstruktion. Endast 1 lag bräder utvändigt		0,41	0,41	0,40	0,40	2		2
13.		0,40	0,63	0,39	0,60	1		1
14. Samma konstruktion. Ingen spånfyllning, men lufttrum		0,90	0,98	0,85	0,91	1		1
15.		0,67	0,69	0,64	0,66	1		1

¹ Med våt och mycket våt avses den nedfuktning av väggen, som uppstår på grund av kondensering på dennas insida.

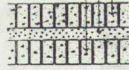
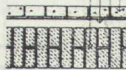
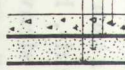
Väggkonstruktion Träväggar (mått i cm eller tum) utsida insida	Beräknat k-värde				Antal undersökta fall i olika landsdelar								Summa		
	Yttervägg		Innervägg		Norr- bottens län	Väster- bottens län	Jämt- län	Gävle- borgs län	Koppar- bergs län	Värmlands län	Södra Sverige				
	torr	våt ¹	mkt våt ¹	torr										våt ¹	mkt våt ¹
16. 															

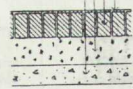
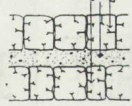
¹ Med våt och mycket våt avses den nedfuktning av väggen, som uppstår på grund av kondensering på dennas insida.

Väggkonstruktion		Beräknat k-värde				Antal undersökta fall i olika landsdelar										Summa
Cement-, betong- och stenväggar (mått i cm eller tum)		Ytervägg		Innervägg		Norr- bottens län	Väster- bottens län	Jämt- lands län	Gävle- borgs län	Koppar- bergs län	Värmland- lands län	Södra Sverige				
		torr	våt ¹	mkt våt ¹	torr									våt ¹	mkt våt ¹	
utsida	insida							6	10	1	3	20				
19.																

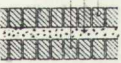
¹ Med våt eller mycket våt avses den nedfuktning av väggen, som uppstår på grund av kondensering på dennas insida.

² Om luftmellanrummet ventileras så att endast inre muren blir våt.

Väggkonstruktion Cement-, betong- och stenväggar (mått i cm eller tum) utsida	insida	Beräknat k-värde				Antal undersökta fall i olika landsdelar									
		Yttervägg		Innervägg		Norr- bottens län	Väster- bottens län	Jämt- lands län	Gävle- borgs län	Koppar- bergs län	Värmlands län	Södra Sverige	Summa		
		torr	våt ¹	mkt våt ¹	torr									våt ¹	mkt våt ¹
24. 		0,38	0,39		0,37	0,38		1						1	
25. 		0,74	0,75		0,71	0,72				1				1	
26. 		1,20	1,32		1,12	1,22						1		1	
27. 		0,41	0,78	med sågspånsfyllning utan fyllning		0,40 0,75		2						2	
		1,67	1,79		1,52	1,62					2			2	
28. 		0,48	0,83		0,47	0,79				3				3	
		0,36	0,77		0,35	0,62									

29.		1,52	1,62	1,39	1,47	1	1
30.		0,65	0,66	0,63	0,63	2	2
31.		0,30	0,58	med fyllning		1	1
		1,29	1,45	utan fyllning		1	1
32.		1,62		1,47		1	1
33.	1,5 m tjock vägg av huggen granit	1,41		1,30		2	2

¹ Med våt eller mycket våt avses den nedfuktning av väggen, som uppstår på grund av kondensering på dennas insida.

39.  12 cm 1:3 tegel 1 cm isolering 12 cm 1:3 tegel			0,53	0,92	0,51	0,87		1		1
40.  16 cm puts 10 cm isolering 13 cm puts			0,80	0,99	1,14	0,77	0,94	1,07	2	2
41.  16 cm puts 13 cm isolering 13 cm puts			0,67	0,84	0,96	0,64	0,80	0,91		1

¹ Med våt och mycket våt avses den nedfuktning av väggen, som uppstår på grund av kondensering på dennas insida.

Kap. V.

Beräkning av erforderligt värmegenomgångstal för väggar, tak m. m. i djurstallar.

På grund av de många svårbedömbara faktorer, som inverka på värmeförhållandena i ett djurstall, är det nästan omöjligt att genom beräkning av värmetillgång och värmeförluster komma fram till en exakt uppgift rörande den grad av värmeisolering, väggar och tak böra besitta i olika delar av landet.

Vid beräkning av erforderliga k-värden är det därför lämpligare att välja andra utgångspunkter.

Tidigare har framhållits, att man skall sträva efter att undvika kondensering på insidan av väggar och tak. Detta ernås dels genom en effektiv ventilation, som sänker stallluftens relativa fuktighet, dels genom att göra väggar och tak så värmeisolerande, att innerytans temperatur aldrig blir lägre än stallluftens kondenseringstemperatur.

Utförda undersökningar ha visat, att i små djurstallar med mindre än ungefär 5 vpe. relativa fuktigheten ofta överstiger 80 % under den kallaste tiden, och man bör räkna med, att den tidvis kan gå upp till 90 %. I större djurstallar (20 vpe. och däröver), som äro någorlunda rätt utförda, och där ventilationen skötes, torde den relativa fuktigheten i allmänhet ej överstiga 80 %.

Då det gäller att säkert skydda sig mot kondensering på väggarna, böra givetvis de värden på relativa fuktigheten, som man utgår från vid beräkning av erforderligt värmegenomgångstal, väljas så höga, att man är på den säkra sidan. Dock ha även små variationer i luftens fuktighetshalt stor inverkan på erforderligt k-värde och därmed på byggnadskostnaden, varför man bör söka i varje särskilt fall bedöma den väntade fuktighetshalten. Nedanstående ungefärliga värden torde i allmänhet vara lämpliga att räkna med under den kallaste delen av vintern.

Ant. vpe. i stallet	Högsta relativa fuktighet i %
Mindre än 5	85—90
5—20	80—85
Fler än 20	75—80

Saknas ventilationsanordningar eller om dessa ej skötas, kan fuktighetshalten bli ännu högre.

Som ovan nämnts, får, om kondensering ej skall uppstå på väggens insida, dennas ytemperatur ej sjunka under stallluftens »daggpunkt», d. v. s. den temperatur vid vilken stallluftens relativa fuktighet uppgår till 100 %.

Då man känner en väggs konstruktion och därmed dess k-värde samt vet ytter- och innertemperaturen, kan väggens ytemperatur på insidan beräknas enligt följande.

Ur den på sidan 53 angivna formeln:

$$\alpha_i (t_r - t_1) = \Lambda (t_1 - t_2) = \alpha_u (t_2 - t_y) = k (t_r - t_y) \text{ kan } t_1 \text{ lösas.}$$

$$\text{Man får då } t_1 = t_r - \frac{k}{\alpha_i} (t_r - t_y) \text{ där } \alpha_i = \frac{1}{m_i}.$$

Efter insättande av detta värde på α_i fås $t_1 = t_i - k (t_r - t_y) m_i$, där $m_i = \text{omkr. } 0,14$ för stenväggar och $0,17$ för träväggar. Som medelvärde har här räknats med $0,15$.

Man kan således med hjälp av denna formel beräkna *den temperatur, som väggens insida kommer att få vid olika ytter- och innertemperaturer samt olika värden på väggens värmegenomgångstal (k-värde).*

Då det gäller att undvika kondensering under den kallaste delen av året, måste man veta den lägsta temperaturen för orten.

Vid dimensionering av uppvärmningsanordningar för bostadshus och liknande lokaler brukar man använda sig av den i fig. 25 återgivna, av civilingenjör Hugo Theorell utarbetade isothermkartan. Denna anger medeltemperaturen för de 3 kallaste 3-dygns köldperioder, som förekommit under 50 år. Anledningen till att man räknat med 3-dygnsperioder är, att en byggnad inte omedelbart reagerar för en köldknäpp, utan temperaturen sjunker ganska långsamt i väggen, beroende på dennas värmemagasineringsförmåga. Ju tyngre material väggen är gjord av, desto större är värmemagasineringsförmågan, och desto långsammare sjunker (resp. stiger) väggens temperatur.

I det följande har denna isothermkarta lagts till grund för beräkning av erforderliga k-värden.

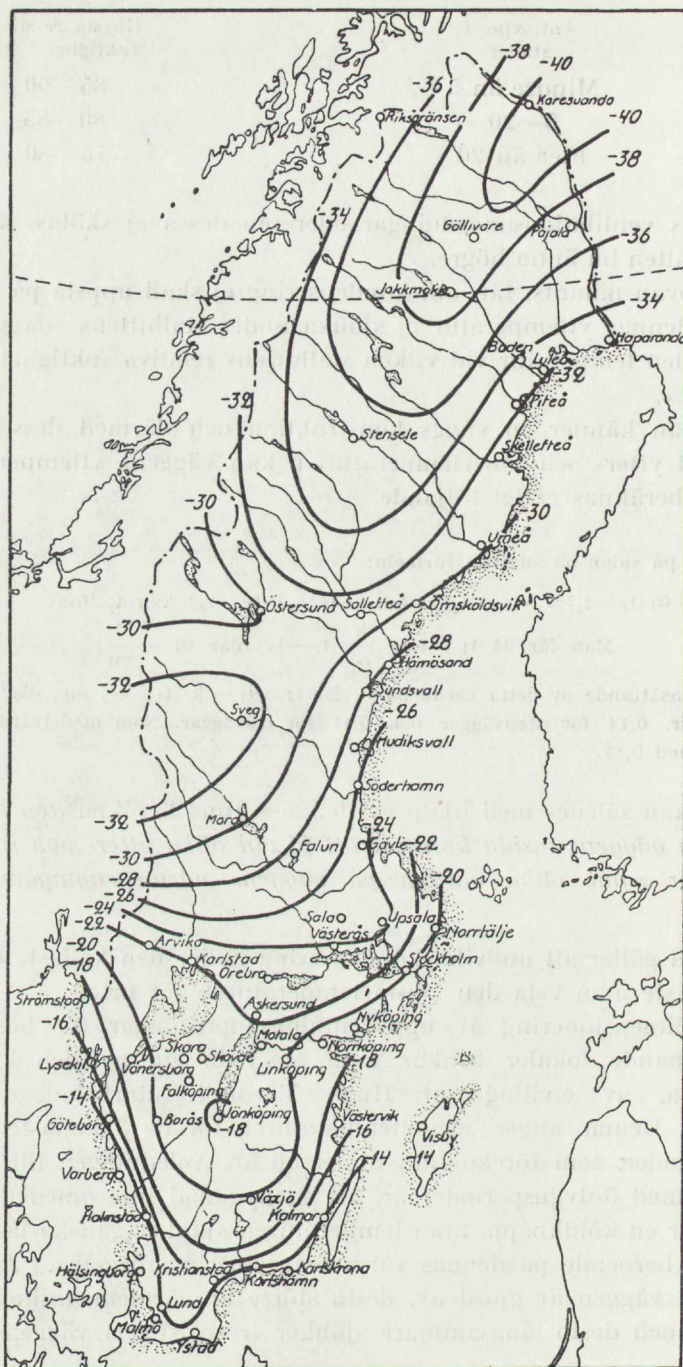


Fig. 25. Isotermkarta utvisande lägsta yttertemperatur.
(Medeltemp. för de 3 kallaste 3-dagarsperioder som förekommit under 50 år.
Enl. H. Theorell.

Exempel: Vad blir under den kallaste delen av året temperaturen på insidan av en vägg i en ladugård i trakten av Nyköping, om väggen har ett k -värde av 0,6 och man håller en temperatur i ladugården av $+10^{\circ}$?

Av fig. 25 framgår att min. temperaturen för Nyköping är -20° .

$$\begin{aligned} t_r &= +10^{\circ} \\ k &= 0,6 \\ t_y &= -20^{\circ} \\ m_i &= 0,15 \\ t_1 &= 10 - 0,6 (10 + 20) 0,15 \\ t_1 &= 7,3^{\circ}. \end{aligned}$$

Då man vet den önskvärda innertemperaturen i djurstallet och ungefär, vilken relativ fuktighet man kan hålla, kan härur beräknas den lägsta temperatur, som väggens insida får ha utan att kondensering skall inträffa, då stalluften kommer i kontakt med väggen.

Exempel: Hur hög kan den relativa fuktigheten i ladugårdsluften i föregående exempel vara, utan att kondensering inträffar på väggen?

Temperaturen på väggens insida var $+7,3^{\circ}$ och stalluftens temperatur $+10^{\circ}$. Av kurvblad nr 6 framgår, att 10-gradig luft skall hålla 85 % relativ fuktighet för att mättningstemperaturen skall vara $7,3^{\circ}$.

Enligt denna beräkningsmetod har kurvblad nr 10 uppgjorts.

Man kan ur detta utläsa erforderligt k -värde för väggar, tak, dörrar m. m. med utgångspunkt från klimatet i orten samt den relativa fuktighet, man beräknar kunna hålla i djurstallet.

Exempel: Vilket k -värde måste väggarna ha i en ladugård för 15 vpe. i trakten av Falun, för att kondensering ej skall uppstå på väggarna under den kallaste tiden på året?

Av figur 25 framgår, att lägsta yttertemperaturen i trakten av Falun är -28° .

Relativa fuktigheten i ladugården antages ej komma att överstiga 80 %. Temperaturen i ladugården antages under den kallaste tiden vara $+10^{\circ}$. Av kurvblad nr 10 framgår, att i en punkt, där en vågrät linje genom 80 % och en lodrät genom -28° skära varandra, avläses ett k -värde på 0,64. Väggens k -värde bör således vara 0,64 eller lägre.

Ur kurvblad 10 ha de i tabellen på nästa sida angivna k -värdena för olika temperaturområden avlästs.

Dessa värden stämma väl överens med de erfarenheter som vunnits från väl byggda ladugårdar i olika delar av landet. För många komma måhända sådana fordringar på isolering hos väggar och tak att synas stränga. Man bör emellertid då hålla i minnet, att det för närvarande ej torde vara många av landets mindre ladugårdar, vars väggar kunna anses uppfylla rimliga krav på värmeisolering.

Min. temp. enl. isotherm- kartan fig. 25	Erforderligt k-värde vid en förmodad relativ fuktighet av:		
	75—80 %	80—85 %	85—90 %
—14°	1,3 —1,0	1,0 —0,75	0,75—0,45
—16°	1,2 —0,95	0,95—0,70	0,70—0,45
—18°	1,1 —0,85	0,85—0,65	0,65—0,40
—20°	1,0 —0,80	0,80—0,60	0,60—0,40
—22°	0,95—0,75	0,75—0,55	0,55—0,35
—24°	0,90—0,70	0,70—0,50	0,50—0,35
—26°	0,85—0,65	0,65—0,50	0,50—0,30
—28°	0,80—0,65	0,65—0,45	0,45—0,30
—30°	0,75—0,60	0,60—0,45	0,45—0,30
—32°	0,70—0,60	0,60—0,45	0,45—0,25
—34°	0,70—0,55	0,55—0,40	0,40—0,25
—36°	0,65—0,55	0,55—0,40	0,40—0,25
—38°	0,65—0,50	0,50—0,40	0,40—0,25
—40°	0,60—0,50	0,50—0,35	0,35—0,20

Med hänsyn till skillnaderna i avseende på värmemagasineringsförmåga mellan en massiv (tung) stenvägg och en sammansatt eller porös (lätt) vägg av stenmaterial eller trä kan, som i föregående kapitel påpekats, en tyngre vägg göras mindre värmeisolerande än en lättare.

Vid massiva, tunga väggkonstruktioner kan därför något högre k-värden väljas, än vad som anges i tabellen.

Kap. VI.

Beräkning av värmeförhållandena i djurstallar vintertid.

De yttertemperaturvärden, man utgår ifrån vid beräkning av uppvärmningsanordningar för bostadshus och liknande lokaler framgå, som tidigare nämnts, av fig. 25. Kurvorna ange medeltemperaturen för de tre kallaste 3-dygns köldperioder, som förekommit under 50 år, således extrema köldperioder. Som jämförelse kan nämnas, att enligt Statens Meteorologisk-Hydrografiska anstalts mätningar medeltemperaturen i Stockholm under januari månad 1941, vilken som bekant var synnerligen kall, ej något dygn understeg -18° , medan motsvarande isotermkurva enligt fig. 25 anger en temperatur av -20° .

Beräkningar av förhållandet mellan värmetillförsel och värmeförluster i utförda, noggrant uppmätta ladugårdar ha, då de i fig. 25 angivna temperaturerna tillämpats, lett till resultat, som ej synas motsvara de verkliga förhållandena. Dessa temperaturvärden torde således vara för låga för detta slag av beräkningar.

Man kommer alltså fram till, att, fastän de hittills angivna temperaturvärdena böra användas för beräkning av lämpliga k-värden för väggar, tak m. m. till djurstallar, det kan vara tillåtet att utgå från något högre yttertemperaturer, då man skall beräkna själva värmehushållningen i samma stallar.

I förstnämnda fall gäller det ju mot ytterluften direkt vettande byggnadskonstruktioner, vilka måste utföras med sådan grad av värmeisolering, att köldgenomslag och därmed kondensering ej inträffar ens under perioder av starkaste kyla. Däremot är i allmänhet den totala värmekapaciteten hos byggnaderna så stor, att dessa ej hinna bli utkylda under kortare perioder av låg temperatur, varför något fortfarande stillstånd ej hinner inträda, medan »köldknäppen» varar.

För att söka få en uppfattning om de normalt förekommande vintertemperaturerna har gjorts en undersökning med utgångspunkt från de i Statens Meteorologisk-Hydrografiska anstalts årsböcker förekommande temperaturuppgifterna.

Innan en redogörelse lämnas för denna undersökning, må framhållas, att den ej gör anspråk på att lämna ett exakt riktigt resultat, då de mycket omfattande undersökningar, som detta skulle ha krävt, ej ansetts motiverade i denna utredning.

Uppgifter ha sammanställts för fem orter i landet, nämligen Gällivare, Härnösand, Stockholm, Göteborg och Malmö, där medeltemperaturen per dygn uppmättes för varje dag under året. Den här utförda undersökningen omfattar de fem vintrarna 1936/37—1940/41. I denna period ingå de två stränga vintrarna 1939/40 och 1940/41, varför de erhållna värdena ej torde vara för höga. Dessa ha sammanställts i tabellen på motstående sida.

Värdena ange det sammanlagda antalet dygn, som resp. medeltemperaturer förekommit under de olika vinterperioderna. De lägsta temperaturerna ha endast undantagsvis förekommit under flera dygn i följd. Oftast ha de uppträtt under enstaka dygn, spridda över hela vinterperioden.

För de i tabellen angivna orterna ha sedan uppskattats medelvärdena under 5-årsperioden av den lägsta temperatur, som förekommit under sammanlagt fem dygn i samma vinterperiod. Dessa värden för de olika orterna äro: Gällivare -16° , Härnösand $-10,3^{\circ}$, Stockholm $-7,5^{\circ}$, Göteborg $-6,3^{\circ}$ och Malmö $-4,5^{\circ}$. Med utgångspunkt härifrån har en ny, med kurvorna i fig. 25 likformig isotermkarta uppritats, fig. 26.

Denna anger således de lägsta vintertemperaturer, som man normalt torde böra utgå från vid beräkning av värmeförhållandena under fortfarande tillstånd i ett djurstall.

Då undersökningen av temperaturförhållandena ej gjorts för längre tidsperiod än 5 år, och den valda 5-dygnsvaraktigheten av temperaturen endast är ett uppskattningsvärde, är denna undersökning, som ovan påpekats, ej exakt utan får betraktas som ett försök att komma till rätta med utgångsvärdena för beräkning av ett djurstalls värmeförhållanden. Lokala avvikelser från de av kartan angivna temperaturförhållandena förekomma även, vartill hänsyn bör tagas vid beräkningar.

Med utgångspunkt från dessa nya temperaturvärden och de uppmättningsresultat, som representeras av kurvorna på kurvblad 7, 8 och 9, har vidare genomförts en beräkning av transmissionsvärmeförluster-
nas storlek för att konstatera i vilken omfattning djurstallar med olika grad av värmeisolering kunna beräknas »fungera» i olika delar av landet utan extra uppvärmningsanordningar. Med fungera avses i detta sammanhang, att temperaturen i djurstallet ej bör få sjunka

under $+10^{\circ}$, när, för undvikande av kondensering, tillräcklig ventilerings utföres.

Beräkningen har gjorts för tre storlekar av djurstallar, 3, 10 och 25 vpe. med olika grad av ombonad, dels väl värmeisolerade med k-värde för väggar och tak $= 0,3$, dels normalt värmeisolerade med motsvarande k-värde $= 0,6$ samt isolering hos dörrar och fönster i proportion härtill. Vidare ha två olika yttemperaturer valts nämligen -15° och -5° .

Ett k-värde av 0,3 för ladugårdsväggar torde åtminstone med nuvarande byggnadsvanor få anses mycket lågt och förekommer i praktiken endast i undantagsfall i de nordligaste delarna av landet, som framgår av sammanställningen på sid. 70—77.

Vid stallstorleken 3 vpe. har räknats med en ladugårdstyp med två fria ytterväggar och två inbyggda, vid de båda andra storlekarna har räknats med 3 fria ytterväggar.

Vid de båda mindre typerna, 3 och 10 vpe., har för en del ytor alternativa värden medtagits avseende medeltal dels för hela landet, dels för mindre ladugårdar i landets nordligare delar (se kurvbladen).

Beräkningarna ha sammanställts i tabellerna på följande sidor. Av dessa framgå, hur en transmissionsvärmeberäkning för ett djurstall skall utföras.

Värdena i kol. 9 och 10 i tabellerna visa, hur transmissionsförlusterna fördela sig på de olika byggnadsdelarna. Särskilt bör observeras, hur stor del av värmeförlusterna som belöpa sig på tak och fönster, trots att det här har räknats med förhållandevis låga k-värden för dessa. Det är lätt att tänka sig, hur stora förlusterna skulle bli med t. ex. enkla rutor i järnbågar, vars k-värde blir 7 à 8 eller ett oisolerat inner-tak utan foder på skullen med k-värdet 1,5—2,5.

De erhållna resultaten ha grafiskt åskådliggjorts i fig. 27. I detta diagram ha även inlagts de kurvor ur kurvblad nr 4, som ange hur mycket transmissionsvärme, som finnes tillgängligt för täckande av värmeförlusterna från byggnaden, sedan erforderligt ventilationsvärme frånräknats den totala värmeproduktionen.

3 vpe.

Innertemp. + 10°.

Byggnadsdel	Yta/vpe (Y) m ²	Antaget k-värde (k)	Y × k	Utsidans temp. vid en yttertemp. av		Temppdiff. (T)		Transmissionför- lust i kcal pr tim. (W = Y × k × T) vid en yttertemp. av	
				— 15°	— 5°	— 15°	— 5°	— 15°	— 5°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yttervägg (2 ytterväggar)	6,2	0,3	1,9	— 15	— 5	25	15	46,5	27,9
		0,6	3,7	— 15	— 5	25	15	93,0	55,8
Innervägg (2 innerväggar)	7,0	0,3	2,1	— 10	— 2	20	12	42,0	25,2
		0,6	4,2	— 10	— 2	20	12	84,0	50,4
Golv	7,8	0,6	4,7	+ 4	+ 4	6	6	28,1	28,1
	7,2	0,6	4,3	+ 4	+ 4	6	6	25,9	25,9
Tak.....	7,8	0,3	2,3	— 10	0	20	10	46,8	23,4
		0,6	4,7	— 10	0	20	10	93,6	46,8
	7,2	0,3	2,2	— 10	0	20	10	43,2	21,6
		0,6	4,3	— 10	0	20	10	86,4	43,2
Ytterdörr	0,1	0,6	0,1	— 15	— 5	25	15	1,5	0,9
Innerdörr	0,6	0,9	0,5	— 10	— 2	20	12	10,8	6,5
Fönster	0,65	2,5	1,6	— 15	— 5	25	15	40,6	24,4
	0,45	2,1 ¹	0,95	— 15	— 5	25	15	23,6	14,2

¹ 3 bågar.

Sammanställning.

Väl isolerad ladugård (k-vägg = 0,3)

Normalt isolerad ladugård (k-vägg = 0,6)

	Temp. — 15		— 5	
A. Medelstorlek.		46,5	27,9	
		42,0	25,2	
		28,1	28,1	
		46,8	23,4	
		1,5	0,9	
		10,8	6,5	
		40,6	24,4	
	S:a	216,3	136,4	
B. Mindre typ. (I landets nordl. delar.)		46,5	27,9	
		42,0	25,2	
		25,9	25,9	
		43,2	21,6	
		1,5	0,9	
		10,8	6,5	
		23,6	14,2	
	S:a	193,5	122,2	
C. Medelstorlek.		93,0	55,8	
		84,0	50,4	
		28,1	28,1	
		93,6	46,8	
		1,5	0,9	
		10,8	6,5	
		40,6	24,4	
	S:a	351,6	212,9	
D. Mindre typ. (I landets nordl. delar.)		93,0	55,8	
		84,0	50,4	
		25,9	25,9	
		86,4	43,2	
		1,5	0,9	
		10,8	6,5	
		23,6	14,2	
	S:a	325,2	196,9	

10 vpe.

Innertemp. + 10°.

Byggnadsdel	Yta/vpe (Y) m ²	Antaget k-värde (k)	Y × k	Utsidans temp. vid en yttertemp. av		Tempdiff. (T)		Transmissionsför- lust i kcal pr tim. (W = Y × k × T) vid en yttertemp. av	
				— 15°	— 5°	— 15°	— 5°	— 15°	— 5°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yttervägg (3 fria ytterväg.)	5,3	0,3	1,6	— 15	— 5	25	15	39,8	23,9
		0,6	3,2	— 15	— 5	25	15	79,5	47,7
Innervägg (1 innervägg)	2,1	0,3	0,6	— 10	— 2	20	12	12,6	7,6
		0,6	1,3	— 10	— 2	20	12	25,2	15,1
Golv	8,3	0,6	5,0	+ 4	+ 4	6	6	29,9	29,9
		6,95	4,2	+ 4	+ 4	6	6	25,0	25,0
Tak.....	8,3	0,3	2,5	— 10	0	20	10	49,8	24,9
		0,6	5,0	— 10	0	20	10	99,6	49,8
	6,95	0,3	2,1	— 10	0	20	10	41,8	20,9
		0,6	4,2	— 10	0	20	10	83,4	41,7
Ytterdörr	0,42	0,6	0,25	— 15	— 5	25	15	6,3	3,8
Innerydörr	0,37	0,9	0,33	— 10	— 2	20	12	6,7	4,0
Fönster	0,65	2,5	1,6	— 15	— 5	25	15	40,6	24,4
	0,45	2,1 ¹	0,9	— 15	— 5	25	15	23,6	14,2

¹ 3 båggar.**Sammanställning.**

Väl isolerad ladugård (k-vägg = 0,3)

Normalt isolerad ladugård (k-vägg = 0,6)

	Temp. — 15 — 5	
	— 15	— 5
E. Medelstorlek.	39,8	23,9
	12,6	7,6
	29,9	29,9
	49,8	24,9
	6,3	3,8
	6,7	4,0
	40,6	24,4
	S:a 185,7	118,5

	Temp. — 15 — 5	
	— 15	— 5
G. Medelstorlek.	79,5	47,7
	25,2	15,1
	29,9	29,9
	99,6	49,8
	6,3	3,8
	6,7	4,0
	40,6	24,4
	S:a 287,8	174,7

F. Mindre typ. (I landets nordl. delar.)	39,8	23,9
	12,6	7,6
	25,0	25,0
	41,8	20,9
	6,3	3,8
	6,7	4,0
	23,6	14,2
	S:a 155,8	99,4

H. Mindre typ. (I landets nordl. delar.)	79,5	47,7
	25,2	15,1
	25,0	25,0
	83,4	41,7
	6,3	3,8
	6,7	4,0
	40,6	24,4
	S:a 266,7	161,7

Byggnadsdel	Yta/vpe (Y) m ²	Antaget k-värde (k)	Y × k	Utsidans temp. vid en yttertemp. av		Tempdiff. (T)		Transmissionsför- lust i kcal pr tim. (W = Y × k × T) vid en yttertemp. av	
				— 15°	— 5°	— 15°	— 5°	— 15°	— 5°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yttervägg (3 fria ytterväg.)	3,1	0,3	0,9	— 15	— 5	25	15	23,3	14,0
		0,6	1,9	— 15	— 5	25	15	46,5	27,9
Innervägg (1 innervägg)	1,5	0,3	0,5	— 10	— 2	20	12	9,0	5,4
		0,6	0,9	— 10	— 2	20	12	18,0	10,8
Golv	7,85	0,6	4,7	+ 4	+ 4	6	6	28,3	28,3
Tak.....	7,85	0,3	2,4	— 10	0	20	10	47,1	23,6
		0,6	4,7	— 10	0	20	10	94,2	47,1
Ytterdörr	0,27	1,3	0,4	— 15	— 5	25	15	8,8	5,3
Innerdörr	0,3	0,9	0,3	— 10	— 2	20	12	5,4	3,2
Fönster	0,63	2,5	1,6	— 15	— 5	25	15	39,4	23,6

Sammanställning.

Väl isolerad ladugård (k-vägg = 0,3)

Normalt isolerad ladugård (k-vägg = 0,6)

	Temp. — 15			Temp. — 15	
	— 15	— 5		— 15	— 5
I.	23,3	14,0	K.	46,5	27,9
	9,0	5,4		18,0	10,8
	28,3	28,3		28,3	28,3
	47,1	23,6		94,2	47,1
	8,8	5,3		8,8	5,3
	5,4	3,2		5,4	3,2
	39,4	23,6		39,4	23,6
	S:a 161,3	103,4		S:a 240,6	146,2

Transmissionsvärmeförlust pr tim. och vpe i ladugårdar
med 3, 10 och 25 vpe
Innertemp. +10°

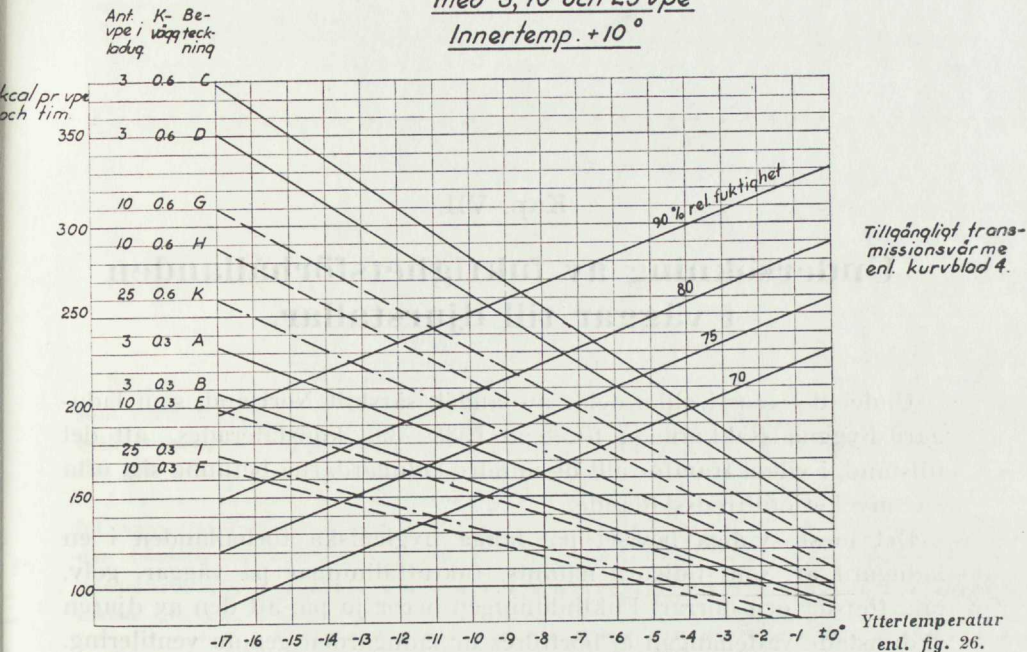


Fig. 27.

Ur fig. 27 kan med hjälp av isothermkartan i fig. 26 utläsas, inom vilka delar av landet som de ovan genomräknade stalltyperna kunna beräknas »fungera».

Man finner t. ex., att i ett djurstall med 3 vpe., som är mycket väl värmeisolerat (vägg = 0,3) och byggt med små utrymmen (bet. B), fuktighetshalten ej kan hållas under 90 % i landets nordligaste delar, vilket innebär, att extra värme måste tillföras djurstallet genom lämplig uppvärmningsanordning;

att samma djurstall, fast med normal storlek och sämre isolering, (k vägg = 0,6, bet. C) ej kan »fungera» längre norrut än i höjd med Stockholm. Om fuktighetshalten skall kunna hållas under 80 %, vilket är önskvärt, kan denna stalltyp endast användas i Skåne och södra Sveriges kusttrakter;

att i ett välisolerat stall för 25 vpe. (bet. I) fuktighetshalten kan hållas under 90 % i hela landet, ja till och med under 80 % med undantag för de nordligaste delarna, o. s. v.

Som tidigare nämnts, är denna beräkning baserad på vissa antaganden, särskilt vad beträffar isothermkartan, men avvikelserna från verkliga förhållanden torde ej vara alltför stora, enär de erhållna resultaten väl överensstämmer med de praktiska erfarenheter, som de sakkunniga inhämtat. Vidare gälla beräkningarna endast under förutsättning att den starka medeltemperatursänkning, som förekommit vintrarna 1939—42, ej blir bestående.

Kap. VII.

Undersökning av fuktighetsförhållanden i väggar till djurstallar.

Under de resor i olika delar av landet, särskilt Norrland, som ladugårdsbyggnadssakkunniga företogo 1938—39, konstaterades, att det tillstånd, i vilket framför allt de mindre ladugårdarna befunno sig, ofta var mycket otillfredsställande.

Det mest synliga beviset på dåliga hygieniska förhållanden i en ladugård är, som tidigare nämnts, fuktutfällningar på väggar, golv, tak, fönster och dörrar. Fuktbildningen beror ju på, att den av djuren avdunstade vattenångan ej bortföres ur ladugården genom ventilering. Är byggnaden olämpligt planerad eller otillräckligt värmeisolerad, kan tillräcklig ventilering ej utföras, ty då skulle temperaturen i stallet bli så låg, att djuren toge skada.

Ett byggnadsmaterial, som på senare åren kommit att allt mera användas på landsbygden, är cement och därav framställda produkter, främst betong och cementsten i varierande utföranden.

Cementstenen är ju i vissa avseenden ett för lantbrukaren mycket lämpligt byggnadsmaterial. Cementen är billig, och de övriga ingredienserna, sand och vatten, finnas i allmänhet att tillgå utan större kostnad. Cementstenen är dessutom lätt att tillverka.

Särskilt i Norrland, där man ej har god tillgång till tegel, har den vunnit stor spridning. Av de ladugårdar i Norrland, som de sakkunniga besökt, har det övervägande flertalet — i synnerhet de nybyggda — varit utförda med väggar av cementsten.

Det vanligaste är, att man bygger väggarna av två fristående murar (tjockleken varierande från 6,5 till 12,5 cm) samt fyller mellanrummet mellan dessa med sågspån, kutterspån eller träkolsstybb (fig. 28 a och b). En annan vanlig typ är den s. k. Nopsa II enl. Svenska Cementföreningens anvisningar (fig. 28 c). Den består av tre st. murar, som således innesluta två luftrum, av vilka det inre fylles med lämpligt fyllnadsmaterial.

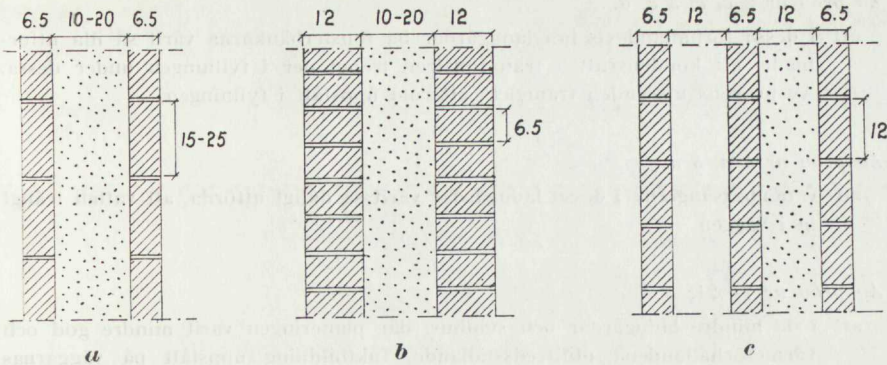


Fig. 28. Olika utföranden av cementstensväggar.

På grund av den ofta förekommande fuktbildningen i ladugårdarna, särskilt i de som voro utförda av cementsten, samt det därmed sammanhängande dåliga hygieniska tillståndet beslöts att närmare studera dessa förhållanden för att söka få klarhet i de fel, som eventuellt begåtts.

I fyllnadsväggar av ovan nämnda konstruktioner är det själva fyllnadsmaterialet, som utgör den egentliga värmeisoleringen. De omgivande murväggarna utgöra den bärande delen av väggen samt skola skydda fyllningen från väta. Väggens värmeisolerande förmåga är således nästan uteslutande beroende på fyllnadsmaterialets tjocklek och tillstånd.

För att få en uppfattning om sådana i bruk varande väggars beskaffenhet har dels utförts uppmätningar av väggkonstruktioner, dels insamlats prov på fyllnadsmaterial från ett 30-tal ladugårdar i norra Sverige. Proven ha uttagits på ett flertal olika ställen i varje ladugård. Provtagningen har tillgått så, att ett hål slagits i den ena av murarna, varefter ett rör instuckits och fyllnadsmaterial uttagits. Fyllningsprovet har omedelbart nedlagts i en glasflaska, som korkats, varefter korkningen tätats med paraffin eller liknande. De uttagna proven ha sedan undersökts vid Statens provningsanstalt och vid Byggnadsstyrelsens laboratorium.

Fuktighetshalten, uttryckt i viktsprocent vatten i förhållande till materialets torra vikt, har bestämts vid torkning dels till normal rumstemperatur (c:a 20° och 35 % rel. fuktighet), dels vid fullständig uttorkning, (c:a 100°).

De erhållna värdena framgå av sammanställningen på sid. 96—103 och därur kan utläsas följande:

Av prov nr 1—4.

att i väl planerade ladugårdar med mer än c:a 10 kor, där luftvolymen pr djurenhet är liten och sålunda värmeförhållandena så goda, att ladugården ständigt ventileras och därigenom den relativa fuktigheten hålles inom önskvärda gränser, uppstår ingen nämnvärd kondensering på väggarnas insidor och fyllningen förblir torr, varvid väggen bibehåller sin värmeisoleringsförmåga.

Av prov nr 2 c, e, 3 c, d.

att i dessa förhållandevis bra ladugårdar ha fönsterbänkarna varit så illa utformade, att kondensvatten från fönstren trängt ner i fyllningen under dessa. Av provens utseenden framgick, att röta uppstått i fyllningen.

Av prov nr 4 a, 5 a.

att vattenbassängerna i dessa ladugårdar varit så dåligt utförda, att vatten trängt in i väggen.

Av prov nr 7—24.

att i de mindre ladugårdar och svinhus, där planeringen varit mindre god och värmeförhållandena otillfredsställande, fuktbildning uppstått på väggarnas insidor. Denna fukt har »vandrat» genom väggen mot utsidan, varvid fyllningen blivit nedfuktad. Fuktighetshalter på 100—200 % innebär, att fyllningen varit fullständigt genomdränkt med vatten. Den använda väggkonstruktionen synes därför ej vara lämplig vid mindre ladugårdar.

Av prov nr 13 b, 15 b.

att i en för övrigt dålig ladugård fyllningen ej blivit fuktig, där väggens yttersida varit varm, så att insidan i sin tur blivit så varm att kondensering undvikits. Ex. vägg mot tvättstuga eller andra rel. varma utrymmen.

Av prov 10 b, c, d, 15 c.

att där väggens insida hållits särskilt varm, t. ex. på grund av att djur stått intill densamma, och sålunda kondensering ej uppstått, har fyllningen ej blivit fuktig.

Av prov nr 25.

att i en i värmehänseende mycket dålig ladugård med liknande väggkonstruktion som i prov 1—24, men där fyllningen skyddats av papplager, som hindrat fuktvandringen, har fyllningen förblivit torr.

Av prov nr 30.

att i en Nopsa II-vägg i en relativt dåligt planerad ladugård, där fyllningen av någon anledning placerats i *det yttre* mellanrummet och ej i det inre, som föreskrives i arbetsbeskrivningen, fyllningen förblivit torr, troligen därför att fuktvandringen hindrats av det mellanliggande, något ventilerade luftrummet, som här gjort ungefär samma tjänst som papplagret i prov nr 25.

Av prov nr 33, 34.

att även i dåliga ladugårdar med fyllnadsväggar av trä, där tätande papplager inlagts mellan brädlager, har fyllningen förblivit torr.

Av prov nr 25 e, 28 b.

att fyllningen i skulldjälklagen är torr även i dåliga ladugårdar, då den är skyddad av ett papplager mellan fyllningen och takpanelen.

SAMMANSTÄLLNING

ÖVER

UNDERSÖKNING AV FUKTIGHETSFÖRHÅLLANDEN I LADUGÅRDSVÄGGAR

Prov nr	Provställe	Län	V ä g g k o n s t r u k t i o n				V ä g g	Antal vpe.	m ³ /vpe.	m ³ /vpe.
			UTSIDA	CEMENT- STEN	SÄGSPÅN- FYLLEN	CEMENT- STEN	INSIDA			
1	a	Västerb.		5"	5"	5"		YL	14,3	16,02
	b							YL	"	"
2	a	Norrb.		6"	5"	3"		YL	24,6	16,10
	b							YL	"	"
	c							YL	"	"
	d							YSv		
	e							YS		
3	a	Norrb.		3"	5"	3"		IL	12,4	16,22
	b							YL	"	"
	c							YL	"	"
	d							YS		
4	a	Norrb.		3"	5"	3"		YL	10,9	16,23
	b							YL	"	"
	c							YL	"	"
	d							YL	"	"
	e							Tak	"	"
5	a	Västerb.		5"	7"	5"		IL	6,95	21,37
	b							YL	"	"
6	a	Västerb.		5"	5"	5"		YL	5,2	25,53
	b							YL	"	"
	c							YL	"	"
	d							YL	"	"
	e							YL	"	"
	f							YL	"	"
7	a	Västerb.		5"	5"	5"		YL	3,75*	46,91
	b							YL	"	"
	c							YL	"	"
	d							YL	"	"
	e							YL	"	"
	f							YL	"	"
	g							IL	"	"
	h							IL	"	"
8	a	Västerb.		5"	5"	5"		YL	3,0	33,72
	b							YL	"	"
	c							YL	"	"
	d							YL	"	"
	e							YL	"	"
	f							YL	"	"

Använda förkortningar: Y = Yttervägg. I = Innervägg. L = Ladugårdsvägg.

hållanden i ladugårdsväggar.

Fyllningens fuktighetshalt i vikts-% av torrt mtrl	Provtagningsställe	Värme- och fuktför- hållanden i ladu- gården (Där sådana upplys- ningar meddelats)
15,5 3,1	40 cm under tak 40 » över golv 30 » i sidl. fr. fönster	Ladugården torr med undantag av fukt under ett par fönster
11,8 6,8 157,0 51,8 104,0	20 cm över golv » 100 cm öv. golv, und. fönster 30 » öv. golv 100 » öv. golv, und. fönster	Ladugården torr I stall och svinhus något fukt. vintertid
17,2 5,6 35,1 80,3	60 cm öv. golv 20 » öv. golv 50 » öv. golv, und. fönster 60 » » » » »	Ladugården torr Stallet något fuktigt vintertid
127,0 15,8 19,0 17,2 14,7	c:a 20 cm öv. golv v. vattenbass. c:a 20 cm över golv » »	Ladugården torr och varm Något fukt. i närheten av vat- tenbassängen
110,2 20,4	150 cm öv. golv öv. vattenbass. 150 cm över golv	Något fuktigt i tak och på väggar i hörnen
14,5 12,7 19,7 23,8 96,1 152,9	20 cm under tak, öv. fönster 20 cm under fönster 20 cm över golv 20 cm under tak, öv. fönster 20 cm under fönster 20 cm över golv	Mot söder
56,5 26,2 85,6 frusen 77,6 21,8 100,1 frusen 9,3 13,4	20 cm under tak 20 cm under fönster 20 cm över golv 20 cm under tak 20 cm under fönster 20 cm över golv 150 cm över golv »	Ej eldat på hela vintern, rel. torrt * I regel 5 kor, således 5,75 vpe
18,9 141,1 20,6 27,9 91,3 68,7	20 cm under tak 20 cm under fönster 20 cm över golv 20 cm under tak 20 cm under fönster 20 cm över golv	Torr och välskött något fuktigt under fönsterna

S = Stallvägg. Sv = Svinhusvägg.

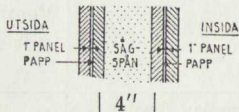
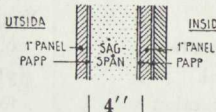
7—Djurstallar.

Prov n:r	Provställe	Län	Väggkonstruktion					Vägg	Antal vpe.	m ² /vpe.	m ² /vpe.
			UTSIDA	CEMENT-STEN	SÄGSPÅN Fylln.	CEMENT-STEN	INSIDA				
9	a b	Västerb.	Puts	3''	6''	3''	Puts	YL YL	3,0 »	22,06 »	10,26 »
10	a b c d	Norrb.		5''	6 1/2''	5''		YL YL YL IL	3,4 » » »		12,60 » » »
11	a b	Västerb.	Puts	3''	6''	3''	Puts	YL Tak L	1,5 »	47,78 »	20,16 »
12	a b c d	Norrb.		5''	6''	5''		YL YL YL YL	4,9 » » »		14,69 » » »
13	a b	Västerb.	Puts	„3	6''	3''	Puts	YL IL	1,2 »	68,10 »	30,95 »
14	a b c			5''	öfyllt	5''		YL YL YL	3,5 » »		
15	a b e d	Norrb.		5''	öfyllt	5''		YL IL YL IL	2,20 » » »		
16	a b	Västerb.		5''	5''	5''			6,9 »		
17	a	Västerb.		5''	5''	5''			8,9		
18	a b c	Västerb.		5''	Sägspån + torvsrör	5''			8,4 » »		
19	a b c d	Västerb.		5''	4''	5''			7,90 » » »		
20	a b c	Västerb.		5''	4''	5''			9,4 » »		

Fyllningens fuktighetshalt i vikts-% av torrt mtrl	Provtagningsställe	Värme- och fuktför- hållanden i ladu- gården (Där sådana upplys- ningar meddelats)
46,3 83,5	50 cm över golv, mellan fönster 140 cm över golv	Ytterv. o. väggar mot lada starkt fukt. nedre del delvis blöt. Tak torrt öv. korna i övrigt fukt. Ngt is på ytterfönst. Fukt på innerv.
66,7 14,2 11,6 11,8	Under fönster Mellan fönster intill båsplats » » » » » » i box	
76,1 { frusen vid 62,5 { yttermur.	40 cm öv. golv, under fönster Vid fuktfläck	Väggar o. golv torra. Fukt o. del- vis mögel i tak c:a 1 m fr. gavelvägg. Dörren fuktig
121,0 28,5 133,2 11,6	Under fönster Mellan » Under » Snett under fönster	
142,0 frusen 16,0	60 cm öv. golv, mellan fönster 130 » » » , mellan ladugård o. gödselrum	Tak torrt. Ytterväggar fukt. Golv blött $\frac{1}{2}$ m runt ytterv. elj. torrt. Fukt på fönster.
90,7 156,0 65,9	Under fönster Mellan fönster » »	
141,0 23,6 15,9 79,4	Under fönster Mot tvättstuga Mellan fönster i box	
70,3 89,1		Ventilation gm lufttrumma Inga friskluftsintag
134,8		Mycket dålig ventilation
109,2 113,9 58,3		Ventilation enbart genom rök- gång. Röta i fyllningen
64,5 87,0 117,1 119,5	25 cm över golv, under fönster 20 cm över golv 5 cm över golv 100 cm över golv	Ventilation otillfredsställande
170,9 102,1 61,4		Dålig ventilation

Prov n:r	Provställe	Län	Väggkonstruktion					Vägg	Antal vpe.	m ³ /vpe.	m ² /vpe.		
			UTSIDA	CEMENT-STEN	SÄGSPÄNN	CEMENT-STEN	INSIDA						
21	a	Västerb.		5"	5"	5"			9,90				
22	a b c	Västerb.		6"	3"	3"			11,10 , ,				
23	a b	Västerb.		5"	3" à 4"	5"			8,9 ,				
24	a b	Västerb.		6"	4" Torvströ + träkol	6"			25,10				
25	a b c d e	Västerb.	Puts	2,5"	5" ↓ Papp ↑	2,5"	Puts	YL YL YL YL Tak L	1,0 , , , , ,	82,19 , , , , ,	36,05 , , , , ,		
26	a	Västerb.	UTSIDA PUTS	CEMENT-STEN	LUFT	CEMENT-STEN	SÄGSPÄNN	CEMENT-STEN PUTS	Tak L	1,20	48,17	22,10	
27	a	Gävleborgs L	Puts	3"	4"	3"	4"	3"	Puts	YL	2,0	31,07	14,59
28	a b		Puts	3"	4"	3"	4"	3"	Puts Tak L	1,20 ,	47,97 ,	22,81 ,	
29	a b	Västerb.	Puts	3"	4"	3"	4"	3"	Puts	YL	1,25 ,	50,08 ,	22,67 ,
30	a b c d e f	Västerb.	UTSIDA	CEMENT-STEN	SÄGSPÄNN	CEMENT-STEN	LUFT	CEMENT-STEN	INSIDA	YL YL YL YL YL	2 , , , , ,	54,89 , , , , ,	23,34 , , , , ,
				5"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	5"					

Fyllningens fuktighetshalt i vikts-% av torrt mtrl	Provtagningsställe	Värme- och fuktför- hållanden i ladu- gården (Där sådana upplys- ningar meddelats)
137,3		Ventilationen otillfredsställande (vent.-tr. finnes. Friskluftsintag saknas)
113,6 63,9 116,5		Ventilation otillfredsställande Fyllningen rötskadad
185,4 160,6	50 cm öv. golv, under fönster 100 cm öv. golv, vid fönster	
192,0 79,8		Ventilation: 2 lufttrummor, inga friskluftsintag
19,9 15,0 28,6 18,8 18,1	100 cm öv. golv mellan fönster och vattenkran 20 cm öv. golv 30 cm under fönster 30 cm under tak Fuktiga delar av taket	Papp på båda sidor om fylln. Väggar o. golv torra, taket fuktigt o. delvis blött 1—1,5 m fr. ena ytterväggen. Fukt på båda fönsterglasen. Ytterdörren våt
18,1	Takfyllning på takets mitt o. närmast undertaket	Golv o. väggar ngt fuktiga Fukt o. vattendroppar i taket c:a 1 m fr. ytterväggen. Stark fukt på fönstren. Vatten på fön- sterbänkar
76,8	60 cm öv. golv, under fönster	Yttervägg o. golv fukt. el. blöta. Innerväggar huvuds. torra, tak torrt öv. korna elj. fukt. el. blött. Fönster o. dörr fuktiga
35,4 16,2	40 cm öv. golv, mellan fönster Fuktiga ställen i taket	Väggar och golv torra. Taket fukt. i ett hörn o. 0,5 m efter ena längsidan. Något fukt på fön- ster. Dörr våt, nedre delen
142 frusen 111 frusen	40 cm öv. golv, mellan fönster 30 cm under tak, ' ' ' ' ' '	Golv o. yttervägg starkt fuktiga. Fukt på fönster. Taket fukt. v. yttervägg, i övr. torrt. Dörr våt, nedre del
14,5 9,3 15,4 10,4 9,0 11,8	Under fönster 20 cm under tak 20 cm över golv Under fönster 20 cm under tak mellan fönster 20 cm över golv mellan fönster	Torrt. Varmt

Prov n:r	Provställe	Län	Väggkonstruktion				Vägg	Antal vpe.	M ² /vpe.	M ² /vpe.
31	a	Västerb.		BTG	KOL-STYBB	TE-GEL	YL	10,90		
	b						YL	»		
	c			5"	7"	6"	YL	»		
	d						YL	»		
32	a	Västerb.	6" LIGGTIMMER				YL	2,0	46,92	20,40
	b						IL	»	»	»
33	a	Västerb.					Tak L	2,0	34,69	16,52
	b						YL	»	»	»
	c						IL	»	»	»
34	a	Västerb.					YL	1,0	71,82	34,20
	b						IL	»		

Fyllningens fuktighetshalt i vikts-% av torrt mtrl	Provtagningsställe	Värme- och fuktför- hållanden i ladu- gården (Där sådana upplys- ningar meddelats)
36,4	120 cm över golv	Mycket dålig ventilation
122,5	15 » » »	
116,3	60 » » »	Fyllning rötskadad och fuktig
24,3	30 » » »	
159 } Prov ur 82,5 } timret	Mot lada 100 cm över golv	Väggar starkt fukt. Ytterv. blöta o. möjliga. Tak torrt öv. korna. Ngt is på ytterfönst. Stark fukt på innerfönster
31,3 36,8 24,0	Mot lada	Ytterv. fukt. i nedre del. Tak o. golv fukt. 1—1,5 m fr. vägg. Is på ytterfönst. Fukt på inner- fönst. Innerdörr våt nedtill
30,6 23,2	50 cm öv. golv, mellan fönster Mot lada	Vägg mot lada o. gödselh. i stort sett torr. Ytterv. fukt., blöta nedtill. Is på ytterfönst. Fukt på innerfönst. Ytterdörr våt. Golvet vått runt ytterväggarna

Kap. VIII.

Ventilationsanordningar.

För åstadkommande av ventilation i djurstallar tillämpas i huvudsak två olika metoder, antingen s. k. naturlig ventilation eller mekanisk ventilation.

Vid naturlig ventilation begagnar man sig antingen av viktsskillnaden mellan den kallare luften utanför och den varmare luften inuti djurstallet för att åstadkomma en stigande luftström i en vertikal lufttrumma eller också utnyttjar man vindens inverkan för åstadkommande av luftväxling genom horisontella trummor. Det senare av dessa alternativ ger ej tillfredsställande resultat, varför begreppet naturlig ventilation i det följande avser ventilationsanordningar med en vertikal lufttrumma.

Mekanisk ventilation utföres medelst elektriskt drivna fläktar, som suga ut luften ur djurstallet.

För de mindre djurstallarna, som denna utredning närmast behandlar, är den naturliga ventilationen lämpligast, ty med densamma bli ventilationsanordningarna billigare både i anläggning och underhåll, och de med fläktar förenade driftkostnaderna bortfalla helt. I det följande kommer därför endast anordningar för naturlig ventilation att behandlas.

Ventilationens huvudsakliga uppgift har i kap. III konstaterats vara att bortskaffa den för både djur och byggnader skadliga vattenånga, som alstras i ett djurstall. Härför erfordras anordningar såväl för bortförande av den förbrukade luften som för insläppande av ny sådan genom s. k. friskluftsintag.

För att ventilationsluften skall kunna upptaga och transportera bort vatten måste den uppvärmas samt bortföras ur stallet utan att avkylas. Det primära kravet på den naturliga ventilationen är därmed fastställt, nämligen att luftuttaget skall vara placerat över den varmaste platsen i djurstallet samt så väl isolerat, att ventilationsluften ej avkyles under passagen genom detsamma.

A. Lufttuttgets utförande.

Lufttuttaget utföres som en vertikal, rak lufttrumma (se ritning nr 1). Enklarest och bäst utföres trumman av trä och göres då lämpligen inifrån räknat av 1" stående, smala, spåntade bräder, som impregnerats, samt därefter ett lager impregnerad förhydningspapp, ett värmeisolerande lager av t. ex. såg- eller kutterspånsfyllning samt slutligen utvändigt ett lager $\frac{3}{4}$ "—1" liggande råspånt. Den bärande konstruktionen utföres av stolpar i hörnen, vars dimension beror på trummans storlek. Mot dessa hörnstolpar fästas spikreglar för den stående innerpanelen. Hur tjockt isoleringslagret bör vara i olika klimat, framgår av tabellen på sid. 117.

Lufttrummor kunna även utföras av plåt, eternit m. m., men ett sådant utförande blir dyrare utan att därför medföra några nämnvärda fördelar. En rätt utförd trätrumma är lika hållbar.

För att regn eller smältvatten, som ev. kan komma in i trumman, ej skall kunna söka sig in i bjälklaget, skall trummans innerpanel gå helt igenom detta samt sluta någon cm under innertaket med en droppnäsa. Den lämpligaste utformningen av denna behandlas närmare i det följande.

Beträffande trummornas avslutning upptill har hittills rått mycket delade meningar. För att komma till klarhet med dessa frågor ha de sakkunniga låtit utföra vissa undersökningar, som finnas närmare beskrivna under avd. F.

Av dessa undersökningar framgår bl. a. att trumman, tvärtemot vad tidigare ansetts, ej behöver dras upp inocken utan kan placeras var som helst utmed takfallet. Vid placering nere i takfallet ökas till och med tidvis trummans effekt genom vindens inverkan. Vidare har konstaterats, att tak över trumman är till visst hinder för luftströmningen i densamma. Hur ett sådant bör utföras för att hindra så litet som möjligt framgår även av undersökningsresultatet. De jalousianordningar, som man hittills i allmänhet anbragt mellan trummans överkant och dess tak, ha visat sig försämra draget i trumman med ända upp till 40—50 % på grund av det hinder, de utgöra för luftströmmen, och böra därför aldrig komma till utförande.

Om trumman sitter mitt över en gång eller ett foderbord i djurstallet, bör den utföras utan tak. Är trumman däremot placerad över en båsplats, kätte eller dylikt, kan den förses med tak till förhindrande av regndropp på djuren.

För att möjliggöra en reglering av luftströmningen i trumman skall densamma vara försedd med spjäll. Detta bör placeras i trummans övre del, ungefär i höjd med yttertaket, så att trumman alltid står fylld

med varm luft, även om spjället är stängt. För att spjället i stängt läge ej skall svälla fast i trumman bör mellan detsamma och trumväggen finnas en springa, som är minst $\frac{1}{20}$ av trummans tvärmått. Härigenom möjliggöres också, att en svag luftströmning ständigt äger rum, så att nedkylning av trumman förhindras. I de minsta ladugårdarna samt i häststall och svinhus, där under kalla perioder den största sparsamhet med värme måste iakttagas, bör dock en fullständigare tätning kring spjället möjliggöras genom att anslagslister spikas i trummans väggar (ritning nr 1, alt. II).

Spjället utföres lämpligen av två korsande lager $\frac{3}{4}$ " eller 1" råspånt samt upphänges excentriskt, så att det av egen tyngd ställer sig i öppet läge. Det hänges lämpligen på en $\frac{3}{8}$ "— $\frac{3}{4}$ " järnstång. Skulle spjället någon gång behöva nedtagas för reparation eller justering, fästes ett med krok försett rep i den lyftögla, som skall finnas i spjällets övre ände, varefter det kan lyftas ur spåren och firas ned.

Spjället regleras medelst en wire eller fin kätting, som är fäst i lyftögla och får hänga ned i trumman. Genom lämplig regleringsanordning i nedre ändan kan kättingen fästas, så att spjället intager olika öppningslägen.

Hur man beräknar erforderlig area på lufttrummor samt deras isolering beskrives under avd. E.

B. Lufttuttagets placering.

I varje djurstall får endast finnas en lufttrumma. Detta är ett grundvillkor för att den naturliga ventilationen skall fungera. Har man flera lufttrummor från samma lokal, föreligger nämligen alltid risk för, att det blir starkare »drag» i en av trummorna än i de andra. Detta kan bero såväl på, att trummorna sitta över olika varma platser i stallet, som på vindens inverkan (se vidare härom under avd. F).

Är draget i en av trummorna starkare, blir resultatet, att denna »rår» över de andra, varvid luftströmmen i dessa kan komma att gå i fel riktning. De komma därvid att fungera som luftintag, så att kall luft sjunker direkt ned på djuren.

Kravet på att endast en trumma får finnas gäller inte blott mindre ladugårdar utan även de största. Att man därvid kommer upp till en genomskärningsarea på trumman av flera kvm har vid utförda anläggningar visat sig ej innebära några olägenheter.

Ett annat absolut krav, som måste uppfyllas för att den naturliga ventilationen skall fungera, är, att *lufttrumman sitter placerad över den varmaste delen av djurstallet*. Som tidigare omtalats, fordras nämligen, att luften successivt uppvärms under sin passage genom stallet,

För att detta skall kunna ske, måste trumman vara placerad över den varmaste platsen, således över den plats där de flesta djuren stå uppställda. Mindre avvikelser från den varmaste delens mittpunkt kan dock givetvis utan olägenhet göras, t. ex. för att trumman ej skall sitta mitt över en båsplats eller komma i vägen för hissen på skullen. Det finns åtskilliga exempel på djurstallar, där ventilationen ej fungerar tillfredsställande, därför att lufttrumman placerats i ett hörn, intill en gavel eller på någon annan kallare plats i stallet.

C. Luftintag.

Skall luftväxling kunna erhållas i ett djurstall, fordras inte blott, att den förbrukade luften bortföres, utan även att friskluft tillföres.

Ett ofta fördelaktigt sätt att ordna frisklufttillförseln är att använda sådana fönster, som visas å ritning nr 4. Dessa fönster, som nedtill äro försedda med reglerbar springa för intagning av friskluft, ha med gott resultat prövats i ett flertal större och medelstora ladugårdar. Såsom framhålles under avd. D i detta kapitel fordra de emellertid vid blåsigt och kallt väder viss påpasslighet, för att icke isbildning skall inträffa i fönsterspringorna på byggnadens läsida. Då det gäller mindre ladugårdar, särskilt i Norrland eller ladugårdar med otillfredsställande värmebalans, bör man därför försiktigtvis räkna med, att dessa springor kunna medföra olägenheter under vintermånaderna. Huruvida detta behöver bli fallet, även om springorna hållas stängda under den kallaste tiden har, i brist på tillräckliga erfarenheter, ännu icke kunnat klart bedömas.

Denna fönstertyp är ifråga om en viss detalj patenterad. Svenska Lantmännens Riksförbund, SLR, som förvärvat patenträtten och tillhandahåller densamma genom sina centralföreningar och lantmannaförbund, har emellertid medgivit ladugårdsbyggnadssakkunniga, att i samband med publiceringen av konstruktionen ställa denna till jordägarnas fria förfogande för tillverkning för egen räkning.

I byggnader, som äro försedda med fönster av sådan konstruktion, att de ej i stängt läge kunna tjänstgöra som luftintag, ordnas friskluftstillförseln lämpligen på sätt som framgår av ritning nr. 2.

Sålunda upptagas på lämpliga ställen hål rakt genom väggen och dessa förses med avskärmnings- och regleringsanordningar. Hålen böra sitta relativt högt upp på väggen, c:a 0,5 m under innertaket. Avskärmningen göres sådan, att den inströmmande luften riktas uppåt.

Hålens bredd bör anpassas till byggnadskonstruktionen och kan således bestämmas av storleken på murstenar m. m. Höjden på hålen bör inte göras för stor, ty då blir lätt avskärmningsanordningen klumpig, eftersom dess djup inåt stallet bör vara lika med hålets höjd.

I murade väggar kunna givetvis lufthålen utföras med inmurade rör i stället för de å ritningen angivna trätrumorna.

I djurstallar, som endast ha luftintag i själva väggarna, bör intagens sammanlagda area vara minst lika stor som evakueringsstrumman för att inte lufthastigheten i dem skall bli för stor.

Luftintagen böra utplaceras jämnt fördelade runt djurstallets väggar, så att en jämn luftväxling erhålles. I större, ävensom i långsträckta stallar, bör av samma anledning luftintag ej placeras i närheten av lufttrumman. Draget i intagen blir nämligen kraftigare ju närmare trumman dessa sitta.

För att minska vindens inverkan på luftintagen — luft pressas ju in i stallet, om vinden blåser mot en intagsöppning — bör man i mindre djurstallar söka placera intagen så, att de äro skyddade för blåst, alltså t. ex. i väggen mot logen. I de minsta stallarna är det också i allmänhet tillräckligt med endast sådan enkelsidig placering.

Luftintag böra givetvis ej placeras i närheten av gödselstaden.

Luftintag i form av stående kanaler, särskilt vanliga i murväggar, böra ej utföras, emedan de dels äro dyrbara att göra, dels ofta förorsaka fuktskador i väggarna på grund av att kondensering lätt uppstår i dem. Luftintag få ej heller utföras så, att de leda in kalluft nere vid golvet.

D. Ventilationsanordningarnas skötsel.

För att ernå goda ventilationsförhållanden i ett djurstall erfordras inte blott ändamålsenliga ventilationsanordningar utan även att dessa skötas på rätt sätt. Den faktor, man härvid särskilt måste taga hänsyn till, är vinden.

Om vinden blåser mot en byggnad, uppstår en sammanpressning av luften, ett övertryck, på vindsidan. Luften pressas härvid in genom alla öppningar och otätheter i väggen, och ett övertryck uppstår även inne i djurstallet. Detta övertryck strävar att jämna ut sig, så tillvida att luften i stallet pressas ut genom alla öppningar, som ej vetta mot vindsidan. Äro då ventiler och fönster på läsidan stängda, men ventilationstrumman — som går lodrätt upp och vars effekt således ej i nämnvärd grad påverkas av vindens riktning — står öppen, pressas luften ut denna väg, och den tidigare omtalade luftströmningen i trumman »får hjälp» på grund av temperaturskillnaden ute och inne.

Dessa förhållanden ha säkerligen de flesta observerat, men det torde vara mindre känt, att samtidigt som byggnadens vindsida utsättes för ett övertryck, uppstår på läsidan ett undertryck, vars styrka varierar med vindhastigheten och som strävar att suga ut luften ur alla öpp-

ningar och otätheter på denna sida av byggnaden. Hur detta undertryck uppstår och verkar, beskrives närmare under avd. F i detta kapitel.

Har man stängt alla öppningar på byggnadens vindsida »för att det inte skall bli drag», men låter ventiler eller fönster på läsidan stå öppna, sugs luften i byggnaden ut den vägen, och det uppstår ett undertryck inne i stallen. Står nu lufttrumman öppen, kan det tänkas, att kall ytterluft kan *sugas ned genom denna* och en icke önskvärd kall luftström kommer in i djurstallet rakt på djuren. Blåser det hårt, kan nämligen denna sugning ned genom trumman, på grund av stort undertryck i stallutrymmet, bli så stark, att den förut uppåtgående luftströmmen övervinnes. Lufttrumman kommer nu att tjänstgöra som friskluftsintag och de öppna luftintagen på läsidan som utsugningsventiler. Man får alltså luftströmmen att gå bakvänt i djurstallet. Då luften ej längre går från den kallare till den varmare delen av ladugården utan tvärtom, uppstår snart fuktbildning, först kring de oegentliga utsugningsventilerna på läsidan — och man vill då gärna dra den slutsatsen att »lufttrumman är oduglig».

För skötseln av ventilationsanordningarna kunna alltså följande regler uppställas:

Vill man minska ventilationen då det blåser, skall man *i första hand stänga alla ventiler och fönster på läsidan*. Är ventilationen fortfarande så stark, att det ej går att hålla tillräckligt hög temperatur i stallen, stängas även luftintagen på vindsidan, och först i sista hand minskas ventilationen genom att strypa spjället i lufttrumman.

Är det för varmt i ladugården, går man i omvänd ordning. Först öppnas spjället i trumman. Är det lugnt ute, kan sedan luftintagen öppnas runt om byggnaden. Blåser det, *öppnas endast luftintag på vindsidan*.

E. Dimensionering av ventilationstrummor.

Vid användande av naturlig ventilation erhålles den drivkraft, som åstadkommer luftomsättningen, genom skillnaden i volymvikt mellan luftmassor av olika temperaturer. När luften uppvärms, utvidgar den sig nämligen, så att volymen för en och samma luftkvantitet ökas och alltså vikten per volymsenhet, volymvikten, minskas. Halten vattenångor i luften inverkar även i viss mån på volymvikten, enär vattenångans volymvikt är lägre än den torra luftens vid samma tryck och temperatur. Vattenångans inverkan är emellertid så liten, att den kan försummas vid dessa beräkningar. Genom att inte ta hänsyn till luftfuktigheten erhållas resultat som ligga något på säkra sidan.

Av nedanstående tabell framgår, hur luftens volymvikt varierar med temperaturen, om man bortser från fuktighetens inverkan. Ju större temperaturskillnaden är mellan innerluften och ytterluften, desto större blir även skillnaden i volymvikt och därmed drivkraften för ventilationen.

Temp.	Volymvikt i kg/m ³
— 40°	1,5167
— 35°	1,4844
— 30°	1,4535
— 25°	1,4240
— 20°	1,3957
— 15°	1,3685
— 10°	1,3424
— 5°	1,3173
0°	1,2931
+ 5°	1,2697
+ 10°	1,2472
+ 15°	1,2255
+ 20°	1,2046

Volymvikt hos torr luft vid lufttrycket 760 mm Hg och olika temperaturer.

Vid beräkning av en lufttrummas dimension eller ventilationsluftmängden vid en given anläggning får man göra vissa förenklande antaganden. Beräkningarna böra givetvis avse de för ventilationen ogynnsammaste förhållandena, så att under alla förhållanden tillräcklig ventilation kan erhållas. Sålunda räknar man lämpligen med att vinden ej har något inflytande. För den naturliga ventilationen är en yttertemperatur mellan 0° och +5° ogynnsammast. Det är för kallt för att man skall kunna öppna fönstren och åstadkomma en direkt genomluftning, men samtidigt är temperaturskillnaden mellan ytter- och innerluften så pass liten, att drivkraften i ventilationstrumman blir relativt svag och därmed den genomströmmande luftmängden liten. Motståndet i luftintagen kan försummas, emedan man vid denna temperatur kan öppna luftintagen så mycket, att motståndet blir försvinnande litet. Den genom skillnaden i luftens volymvikt ute och inne erhållna drivkraften kan då anses bli helt utnyttjad i själva ventilationstrumman.

Drivkraften vid olika temperaturförhållanden beräknas på följande sätt. Vikten av en luftkub med 1 m³ volym uttryckes, såsom förut nämnts, genom volymvikten. Tänker man sig två luftkuber med 1 m sida med olika temperaturer ställda bred-

vid varandra, blir trycket under den kallare något större än under den varmare. Denna tryckskillnad är per m^2 räknat lika stor som skillnaden i volymvikt, räknad i kg/m^3 . Om man exempelvis antar innerluftens temperatur vara $+20^\circ$ och ytterluftens temperatur 0° , erhålles ur tabellen på föreg. sid. volymvikterna 1,2046 respektive 1,2931 kg/m^3 , alltså skillnaden 0,0885 kg/m^3 . För varje meter i vertikal led får man då en tryckskillnad på 0,0885 kg/m^2 . Trycket 1 $kg/m^2 = 1$ mm vattenpelare (mm vp) användes som enhet för tryck. Exempelvis skulle man vid en 10 m lång vertikal trumma under de angivna förhållandena få en drivkraft (»drag») på c:a 0,9 mm vattenpelare. I tabellen härneda anges draget per m i en vertikal trumma vid olika temperaturförhållanden. För olika längder på trumman erhålles draget genom enkel proportionering.

Yttertemp.	Drag ($\Delta \gamma$) pr m uttryckt i mm vp vid en innertemperatur av		
	$+10^\circ$	$+15^\circ$	$+20^\circ$
-40°	0,2695	0,2912	0,3121
-30°	0,2063	0,2280	0,2489
-20°	0,1485	0,1702	0,1911
-10°	0,0952	0,1169	0,1378
-5°	0,0701	0,0918	0,1127
0°	0,0459	0,0676	0,0885
$+5^\circ$	0,0225	0,0442	0,0651

Drag ($\Delta \gamma$) per m i en vertikal trumma vid olika temperaturförhållanden.

Det på grund av temperaturskillnaden erhållna draget förbrukas i ventilationstrumman dels till att övervinna friktionen mot trummans väggar och dels för acceleration (hastighetsökning) av luften vid inströmningen i trumman samt för att övervinna förluster på grund av krökar eller dylikt.

För beräkning av tryckförlusten genom friktion mot trummans väggar kan man för de vid naturlig ventilation förekommande lufthastigheterna med tillräcklig noggrannhet använda formeln:

$$\Delta p = C \cdot L \cdot \frac{\gamma v^2}{2g}$$

där Δp = tryckförlusten i mm vp

L = trummans längd i m

γ = luftens volymvikt i kg/m^3

v = lufthastigheten i m/s

g = tyngdkraftsaccelerationen = 9,81 m/s^2

$C = \frac{108}{d_{1,281}}$ = en faktor, som beror av trummans diameter d (mätt i mm) eller kantlängd vid kvadratisk sektion. Värdet på C framgår av nedanstående tabell. Formlerna kunna även användas för trummor med rektangulär sektion. Om sektionen har sidorna a och b , beräknar man och använder sedan en likvärdig diameter d , som erhålles ur uttrycket $d = \frac{2ab}{a+b}$

Diameter d mm	200	250	300	350	400	450	500	550
Konstant $C = \frac{108}{d^{1,281}}$	0,1218	0,0915	0,0725	0,0595	0,0502	0,0431	0,0377	0,0333
Diameter d mm	600	650	700	750	800	900	1000	1100
Konstant $C = \frac{108}{d^{1,281}}$	0,0298	0,0270	0,0245	0,0224	0,0206	0,0177	0,0155	0,0137
Diameter d mm	1200	1300	1400	1500				
Konstant $C = \frac{108}{d^{1,281}}$	0,0123	0,0111	0,0101	0,0092				

Olika material i trumman, såsom plåt, trä eller eternit, ge vid de relativt stora dimensioner, som förekomma, praktiskt taget ingen skillnad i tryckfall.

Tryckfallet vid inströmningen i trumman är sammansatt dels av en tryckförlust på grund av kontraktion, d. v. s. en åstrypning av luftstrålen i inloppet, dels av det tryckfall, som erfordras för att åstadkomma lufthastigheten i trumman. Den totala tryckförlusten i inloppet kan då skrivas under formen

$$\Delta p = K \cdot \frac{\gamma v^2}{2g},$$

där konstanten K är en tryckfallsfaktor, vars storlek är beroende av inloppsöppningens form och dimensionsförhållande; i övrigt användas samma beteckningar som förut. Det lägsta värdet på K erhålles vid ett rundat inlopp, men även vid ett fasat eller t. o. m. ett inlopp utan fasning erhållas ej särskilt höga värden. Man bör däremot helst undvika inlopp med skarpa utskjutande kanter. I fig. 29 anges tryckfallsfaktorn för inlopp av olika form. Vid den i fig. 29 d visade formen varierar K mellan 1,6 och 4 beroende på hur skarp kanten är. Vid en knivskarp framskjutande kant blir $K = 4$. Om trumman anordnas med droppkant, bör denna vändas som i fig. 29 e och vinkeln göras ungefär

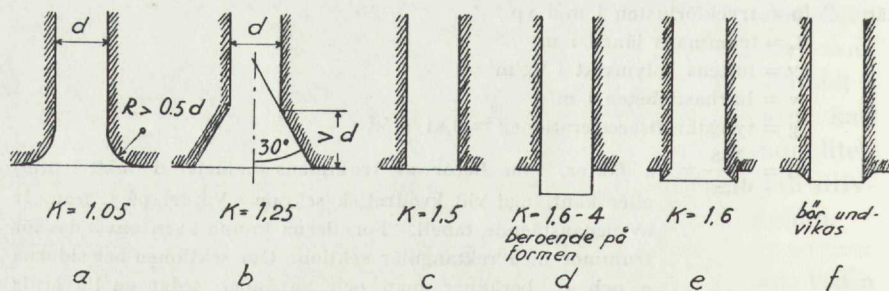


Fig. 29. Värdet på tryckfallsfaktorn K vid olika utformning av lufttrummans intagsöppning.

45°. Placeras droppkanten på innersidan som i fig. 29 f, blir tryckförlusten större, varför denna konstruktion bör undvikas.

Om trumman ej är rak utan går i vinklar och knän, tillkommer ett extra tryckfall. Detta kan också uttryckas med ekv.

$$\Delta p = K \cdot \frac{\gamma v^2}{2g},$$

varvid värdet på K för olika vinklar framgår av fig. 30.

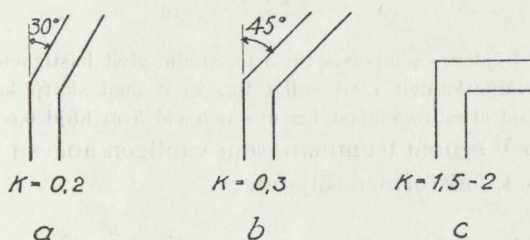


Fig. 30. Värdet på tryckfallsfaktorn K vid krökar på trumman.

Går en del av trumman horisontellt eller lutande, måste man taga hänsyn till detta vid beräkningen av draget, som ju är bestämt endast av den lodräta höjden hos trumman. En lutande trumma medför sålunda ett i förhållande till trummans längd minskat drag, och detta gör, att lufthastigheten måste bli lägre i lutande än i lodräta trummor vid samma längd.

Sedan drivkraften (draget) och tryckförlusterna uträknats, kan man beräkna lufthastigheten i trumman. Drivkraften måste nämligen vara lika stor som summan av tryckförlusterna. Om H betecknar trummans lodräta höjd och L dess längd i m, får man med användande av beteckningarna enligt ovanstående

$$H \cdot \Delta \gamma = (C \cdot L + K) \frac{\gamma v^2}{2g}$$

där då K betecknar summan av inströmningsluften och förlusterna för eventuella vinklar.

Ekvationen kan också skrivas under formeln

$$v = \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \cdot \frac{\sqrt{\Delta \gamma}}{\sqrt{C \cdot \frac{L}{H} + \frac{K}{H}}}$$

och ur densamma kan hastigheten v beräknas, om man känner övriga storheter.

Exempel. Beräkna lufthastigheten i en rak, lodrät ventilationstrumma med 400 mm diameter och av 10 m längd med luftinlopp enligt fig. 29 e. Innerluftens temperatur är $+15^{\circ}$ och ytterluftens $+5^{\circ}$.

Enligt tabellen på sid. 110 är luftens volymvikt vid $+15^{\circ} = 1,2255 \text{ kg/m}^3$, och draget $\triangle \gamma$ per meter enligt tabellen på sid. 111 blir $0,0442 \text{ mm vp}$. Enligt tabellen på sid. 112 är $C = 0,0502$ och enligt fig. 29 e är $K = 1,6$. Då trumman är lodrät är $H = L = 10 \text{ m}$, och man får enligt ekvationen här ovan

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81}{1,2255}} \cdot \frac{\sqrt{0,0442}}{\sqrt{0,0502 + \frac{1,6}{10}}} = 1,84 \text{ m/s.}$$

En minskning av höjden, exempelvis till 5 m, skulle givit hastigheten $v = 1,38 \text{ m/s}$, och hade inströmningskanten varit enligt fig. 29 d med skarp kant och $K = 4$ hade vid 10 m höjd erhållits endast $1,25 \text{ m/s}$ och vid 5 m höjd $0,91 \text{ m/s}$.

Luftvolymen V genom trumman, som vanligen anges i m^3 per timme, blir vid olika sektionsformer följande:

$$\text{Rund, diameter } d \text{ (i meter)} \quad V = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot v \cdot 3600 \text{ m}^3/\text{tim.}$$

$$\text{Kvadratisk, sida } a \text{ (i meter)} \quad V = a^2 \cdot v \cdot 3600 \quad \gg$$

$$\text{Rektangulär, sidor } a \text{ och } b \text{ (i meter)} \quad V = ab \cdot v \cdot 3600 \quad \gg$$

Här bör observeras, att d , a och b mätas i meter. Då erhålles volymer i kubikmeter per timme ($\text{m}^3/\text{tim.}$). I nedanstående tabell anges luftvolymen per timme genom lodräta ventilationstrummor med kvadratisk genomskärning vid innerlufttemperaturen $+15^{\circ} \text{ C}$ och ytterlufttemperaturen $+5^{\circ} \text{ C}$. Tryckförlustfaktorn $K = 1,6$ har antagits såsom i fig. 29 e.

De ovan härledda formlerna äro speciellt lämpade för beräkning av lufthastigheter och luftvolym i ventilationstrummor med givna dimensioner. Vid beräkning av en ventilationstrummas dimensioner, då man önskar en viss luftvolym vid en innertemperatur av $+15^{\circ}$ och en yttertemperatur av $+5^{\circ}$ (för vilka temperaturer man vanligen dimensionerar ventilationsanordningen) kan tabellen å nästa sida användas.

Av kurvblad nr 5 framgår, att den erforderliga ventilationsvolymen pr vpe. vid dessa temperaturförhållanden och 70 % rel. fuktighet i djurstallet är c:a 75 kubikmeter per timme.

Vid raka ventilationstrummor är det då lätt att med hjälp av omstående tabell beräkna erforderlig dimension på trumman. Den erforderliga ventilationsvolymen erhålles genom att multiplicera antalet vpe. med 75. Då man vet trummans längd, söker man i tabellen upp det värde, som ligger närmast högre och avläser trummans tvärsnitt.

Trummans tvärsnitt i mm	Luftvolym i m ³ per tim. vid en trumhöjd av			
	3 m	5 m	10 m	15 m
300	350	435	565	635
400	635	800	1 060	1 210
500	1 000	1 270	1 700	1 970
600	1 460	1 840	2 500	2 920
700	1 990	2 530	3 460	4 050
800	2 610	3 320	4 570	5 370
900	3 310	4 220	5 820	6 860
1 000	4 100	5 250	7 250	8 550
1 100	5 000	6 450	8 800	10 450
1 200	5 900	7 550	10 500	12 450
1 300	6 950	8 900	12 350	14 700
1 400	8 100	10 300	14 400	17 100
1 500	9 300	11 900	16 600	19 800

Luftvolym i m³ per timme i lodräta ventilationstrummor med kvadratisk genomskärning.

Lufttemperaturen: +15° inne, +5° ute. Tryckförlustfaktor $K = 1,6$.

Exempel: Hur stor area bör lufttrumman ha i ett djurstall med 14 vpe., då trummans längd är 7 meter?

Ventilationsvolymen = $14 \times 75 = 1\,050 \text{ m}^3/\text{tim.}$

Om trumman varit 5 m. lång, skulle tvärsnittet varit 500 mm och om den varit 10 m 400 mm. Då trumman aldrig får göras för liten men utan olägenhet kan vara något för stor, väljes tvärsnittet 500 mm.

Om man har annat inlopp än enligt fig. 29 e eller om trumman är lutande eller går i vinklar, måste man taga hänsyn till dessa förhållanden vid kontrollräkningen.

Exempel. Beräkna en ventilationstrumma med mått enligt fig. 31 för ventilationsluftmängden 1000 m³/tim. Innerluftens temperatur är +15° och ytterluftens +5°.

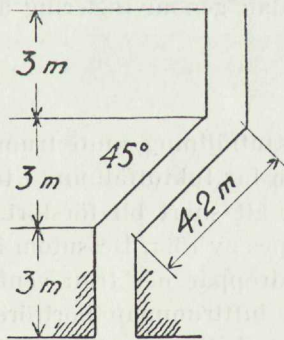


Fig. 31.

Trummans lodräta höjd H är 9 m och dess längd 10,2 m. Enligt tabellen ovan får man för 400 mm trumma vid 10 m höjd 1060 m³/tim. Med hänsyn till den något

mindre höjden, 9 m, och krökarna, bör man välja något större dimension, förslagsvis 450 mm. Enligt tabellen på sid. 112 får man då konstanten $C = 0,0431$. Totala tryckfallsfaktorn K blir enligt fig. 29 c och 30 b

$$K = 1,5 + 0,3 + 0,3 = 2,1$$

och lufthastigheten v enligt ekvation på sid. 113

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81}{1,2255}} \cdot \frac{\sqrt{0,0442}}{\sqrt{0,0431 \cdot \frac{10,2}{9} + \frac{2,1}{9}}} = 1,55 \text{ m/s.}$$

Ur ekvationen på sid. 114 får man luftvolymen för en kvadratisk trumma:

$$V = 0,45 \cdot 0,45 \cdot 1,55 \cdot 3600 = 1130 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Luftvolymen blir alltså riklig, men en minskning av trumman till 400 mm skulle givit för liten luftmängd. Den valda dimensionen kan därför anses lämplig.

För att underlätta bedömningen av luftvolymerna vid olika temperaturförhållanden kan man använda nedanstående tabell.

Yttertemp.	n n e r t e m p.		
	+ 10°	+ 15°	+ 20°
— 10°	147	163	177
— 5°	126	144	160
0°	102	124	142
+ 5°	71	100	121

Luftvolym vid olika temperaturförhållanden, om luftvolymen vid +15° inner-temperatur och +5° yttertemperatur sättes = 100.

Exempelvis framgår av denna tabell, att vid en innertemperatur av +15° erhålles, om yttertemperaturen sjunker till —10°, en ökning av ventilationsluftvolymen med 63 %. Man får då i första hand minska friskluftsintagen och sedan genom reglering av spjället hålla ventilationen lagom stor.

Värmeisolering.

För att förhindra fuktutfällning inuti trumman är en värmeisolering nödvändig. Om man får fuktutfällning i trumman, kommer materialet i denna nämligen att snart bli förstört. En plåtrumma rostar och en trätrumma angripes av röta. Dessutom är det ju ej heller lämpligt, att kondensvatten droppar ner från ventilationstrumman.

Den luft, som genom luftrumman bortföres ur ett djurstall, kan, som tidigare nämnts, innehålla upp till 90—95 % relativ fuktighet. Mera sällan överstiger dock fuktighetshalten 90 %. I kap. V har redogjorts för hur man beräknar erforderligt k -värde hos en konstruktion, för att kondensering skall undvikas på konstruktionens insida vid

olika relativa fuktigheter hos innerluften samt varierande yttertemperatur.

Ur kurvblad nr 10 kan man därför direkt avläsa det k-värde, som lufttrummans väggar måste ha, för att man vid olika yttertemperaturer skall undvika kondensering i trumman, om den utströmmande luftens fuktighetshalt är 90 %. De erhållna värdena framgå av nedanstående tabell.

Ventilationstrummor utföras i regel med 1" spåntad panel invändigt, därefter ett lager papp, spånfyllning samt ett lager $\frac{3}{4}$ "—1" ytterpanel. Variationerna i värmeisolering ernås genom att variera spånfyllningens tjocklek. Hur tjock denna behöver vara vid olika yttertemperaturer (enl. isothermkartan i fig. 25) framgår likaledes av nedanstående tabell.

Lägst temperatur enligt fig. 25	—10°	—20°	—30°	—40°
Erforderligt k-värde (enl. kurvblad 10).....	0,58	0,38	0,29	0,23
» värmemotst. $\left(\frac{1}{k}\right)$	1,73	2,63	3,35	4,35
Värmemotst. i paneler + papp	0,59	0,59	0,59	0,59
Erforderligt värmemotstånd i spånfyllningen	1,14	2,04	2,76	3,76
Erforderlig tjocklek hos spånfyllningen ($\lambda = 0,06$) i cm	7	13	17	23

*Erforderlig värmeisolering av ventilationstrummor vid +15° innertemp.
och 90 % rel. fuktighet.*

F. Undersökning av ventilationstrummors placering och utförande med hänsyn till vindens inverkan.

Ett annat led i denna utredning rörande principerna för en rationell ventilation i djurstallar har varit att vinna klarhet om vindens inverkan på lufttrumornas övre del, samt hur man med hänsyn härtill bör utforma och placera dessa. Efter samråd med ventilationsexperten kommo de sakkunniga till den uppfattningen, att den säkraste och mest generella metoden att klarlägga dessa frågor, vilka efter vad som är bekant ej tidigare blivit undersökta, vore genom modellförsök.

De frågor, som genom försöken borde klarläggas, voro följande:

1. Hur skall trummans avslutning uppåt vara utformad samt ett eventuellt tak för skydd mot nederbörd utföras?
2. Hur långt skall en ventilationstrumma dragas upp ovan yttertaket?
3. Var bör trumman placeras i byggnadens såväl längd- som tvärriktning?

Undersökningarna utfördes i Tekniska Högskolans flygtekniska laboratoriums vindtunnel under ledning av prof. I. Malmer.

För ändamålet tillverkades en modell av en ladugårdsbyggnad vars utseende framgår av fig. 32.

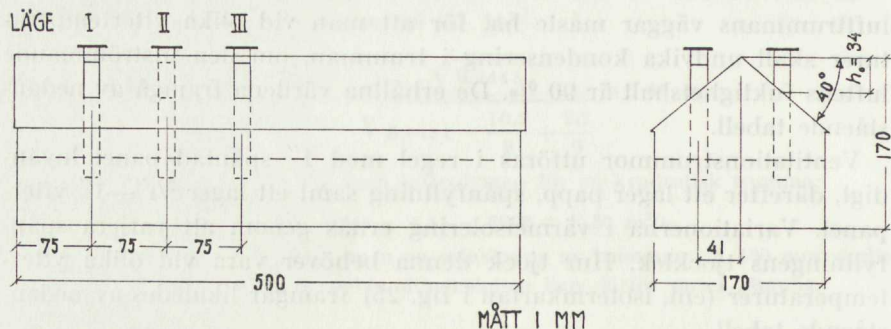


Fig. 32. Ladugårdsmodellens utseende vid vindtunnelförsöken.

I takfallen voro anbragta tre st. trummor, som kunde förskjutas i höjddled och vilkas »tak» voro rörliga i förhållande till trummans överkant. Trummorna voro placerade på varierande avstånd från ena gaveln.

Modellbyggnaden var under proven monterad på en rund platta, som var infälld i en skiva, placerad mitt i luftströmmen. Plattan gick att vrida runt, så att olika »vindriktningar» kunde erhållas i förhållande till modellen.

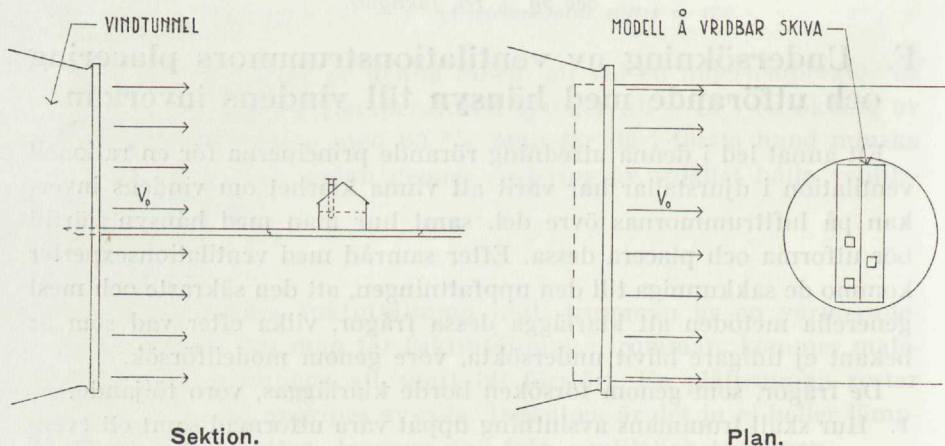


Fig. 33. Modellens placering i vindtunneln.

Till trummorna voro anslutna mätanordningar, varigenom luftströmningshastigheten (på grund av sugverkan) i trummorna (V_1) kunde uppmätas i förhållande till luftströmmens hastighet i vindtunneln (V_0).

Luftströmning i trummorna uppstår på grund av det undertryck (sugverkan), som bildas på läsidan av ett föremål, vilket utsättes för en luftström. Förklaringen härtill är, att det totala lufttrycket i olika punkter av en luftström alltid är konstant. Det totala lufttrycket är sammansatt av dels det statiska trycket, dels det dynamiska (rörelse-hastighets-) trycket. Då en framrusande luftström träffar ett föremål, tvingas den del av luftströmmen, som skulle passerat fritt, om ej det hindrande föremålet funnits, ut åt sidorna, varvid luftströmmen här sammanpressas kring föremålets kanter och strömningshastigheten ökas. (Alla ha erfarit hur starkt det kan blåsa runt en husknut!)

Förhållandet är detsamma som vid vattnets strömning omkring en bropelare i ett vattendrag.

Denna sammanpressning och hastighetsökning åskådliggöres tydligt av fig. 34 från försöken, där rök utsläppts genom tre munstycken i den fria luftströmmen. Rökstrimmorna pressas av byggnaden uppåt och tillsammans över byggnadens takås. Avståndet mellan strimmorna är där ungefär hälften så stort som i den fria luftströmmen, vilket innebär att lufthastigheten är nära dubbelt så stor vid takåsen som framför byggnaden.

Som ovan sagts, är summan av det statiska och dynamiska trycket konstant. Då luftens hastighet ökas (och därmed det dynamiska trycket), när den passerar byggnadens kanter, måste det statiska trycket minskas, om summan skall förbli konstant. Ett minskat lufttryck in-



Fig. 34. Modellfotografi utvisande luftens strömning över modellbyggnaden.

nebär ett undertryck (vacuum), som strävar att jämna ut sig genom att suga till sig luft från områden, där undertryck ej råder. Undertrycket är naturligtvis störst närmast takåsen för att sedan alltmer avtaga, alltefter som luftströmmen åter kan breda ut sig och hastigheten avtar. Om en lufttrumma mynnar ut i ett sådant undertrycksområde på läsidan av taket, kommer luft att sugas upp från ladugården, där normalt lufttryck råder. Utbredningen av detta undertrycksområde framgår tydligt av fig. 35, som visar ett modellfotografi, där rök släppts in underifrån i vindsidestrumman och sedan på grund av

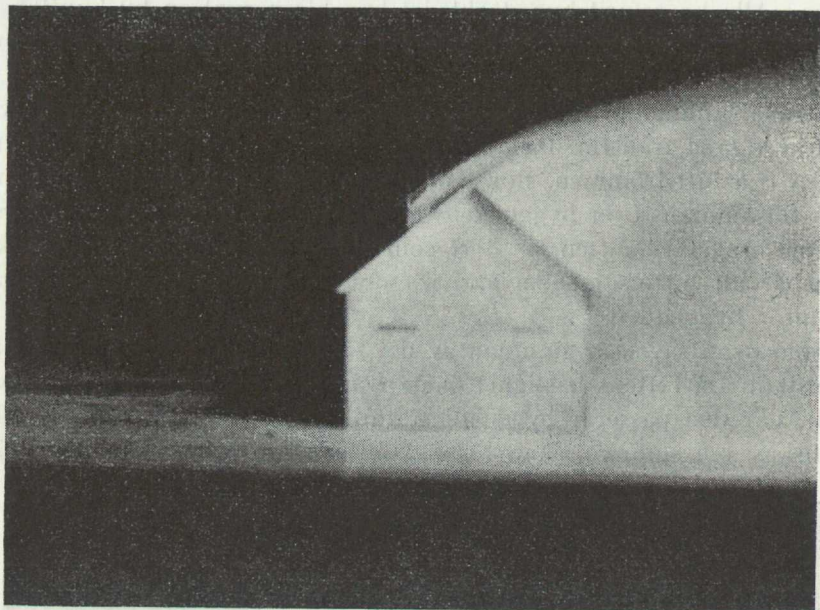


Fig. 35. Modellfotografi som visar undertrycksområdet på byggnadens läsida. Vinden kommer från vänster.

vindens inverkan suges upp ur trumman och sprider sig i hela undertrycksområdet.

Liknande är förhållandet med en lufttrumma, som mynnar ut på vindsidan av taket. Intill taket har luftströmmen ändrat riktning, så att den är parallell med takytan. När denna luftström rusar förbi trummynningen, uppstår ett undertryck i trumman på samma sätt som bakom takåsen.

Då en trumma på läsidan mynnar ut i ett större och jämnare undertrycksområde än det som uppstår kring en trumöppning på vindsidan, blir sugverkan i läsidedrumman större, vilket framgår av nedan beskrivna undersökningar.

Som tidigare nämnts, gällde det för det första att få klarlagt, *hur trummans avslutning uppåt bör vara utformad* för att draget skall bli så bra som möjligt. För detta ändamål gjordes en serie undersökningar med dels trummor utan tak och dels trummor försedda med tak av olika utföranden. De olika typer av trummor, som provades, framgå av nedanstående fig. 36.

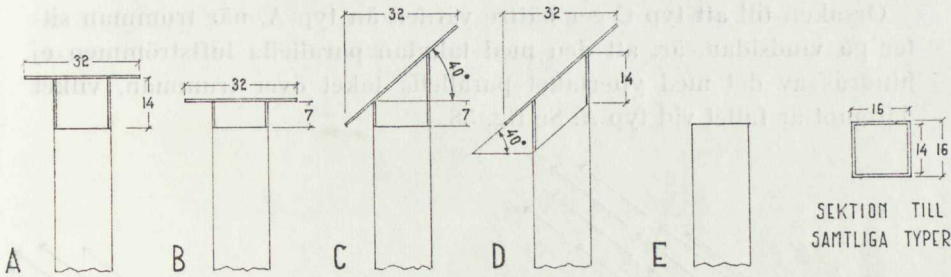


Fig. 36. De utprovade trumtyperna.

De olika trumtyperna provades vid olika höjd på trumman över yttertaket. De olika höjdlägena framgå av nedanstående fig. 37, där de utritats för typerna A och C.

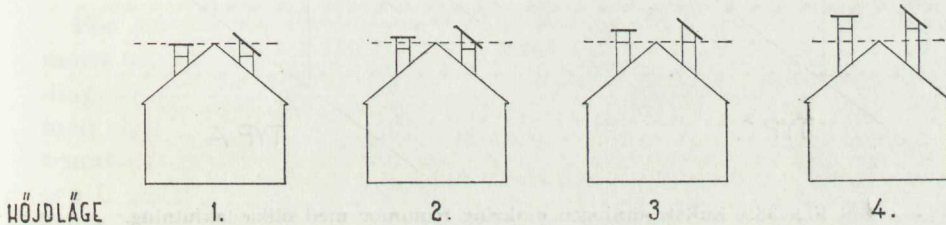


Fig. 37. Trummornas olika höjdlägen i förhållande till taknocken.

Resultaten av dessa undersökningar äro sammanställda i diagrammen nr 7 och 8 i fig. 44. I diagrammen äro vindriktningarna i grader avsatta längs den horisontella axeln. Längs den lodräta axeln är avsatt det procentuella förhållandet mellan hastigheten i den fria luftströmmen V_0 (vindhastigheten) och den luft-hastighet i trumman V_1 , som förorsakas av den av vinden alstrade sugverkan kring trumöppningen. (Om t. ex. förhållandet V_1/V_0 är 50 % innebär detta, att ström-ningshastigheten i lufttrumman är hälften så stor som vindhastigheten.)

Av diagrammen framgår:

att vinden åstadkommer den största och jämnaste sugverkan på en trumma helt utan tak (typ E), d. v. s. här blir hastigheten hos den uppåtgående luftströmmen på grund av sugverkan i trumman störst i förhållande till vindhastigheten vid nästan alla vind-riktningar. Som synes, kan den vid vissa vindriktningar uppgå ända till 90 % av vindhastigheten;

att av trummorna med tak ger typ C de jämnaste värdena, praktiskt taget lika med typ E. Därefter komma typerna A, D och B i nämnd ordning med sämre (ojämnare) värden än typerna C och E;

att sugverkan är störst och nästan lika för samtliga typer när trumman sitter på läsidan av byggnaden.

Orsaken till att typ C ger bättre värden än typ A, när trumman sitter på vindsidan, är, att den med takytan parallella luftströmmen ej hindras av det med yttertaket parallella taket över trumman, vilket däremot är fallet vid typ A. Se fig. 38.

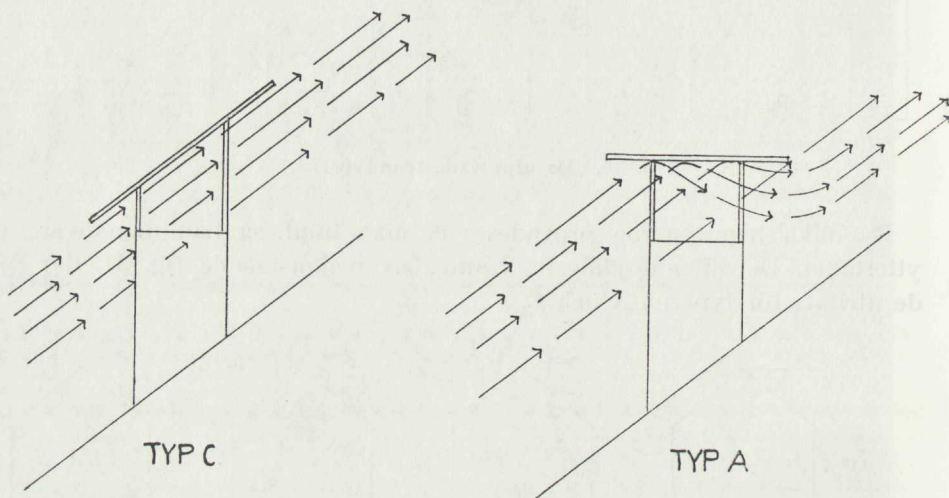


Fig. 38. Luftströmningen omkring trummor med olika taklutning.

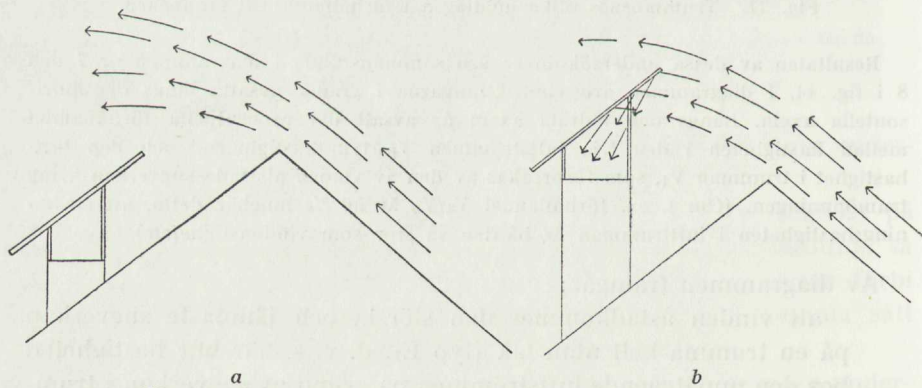


Fig. 39. ^a Rätt längd på trumman (a). ^b För lång trumma (b).

Typ C kan dock ej användas annat än där trumtakets överkant kommer så lågt (fig. 39 a), att man ej riskerar att vinden, då trumman

sitter på läsidan, kan fångas av taket och pressas ner i lufttrumman, på sätt som framgår av fig. 39 b.

Trummans läge i sidled bestämmes i allmänhet av det fria utrymmet i byggnadens mitt, som erfordras för hissen.

I små ladugårdar, där hiss ej användes eller i ladugårdar, där fodertransporten utföres på annat sätt, t. ex. med fläkt, kan trumman dragas upp i byggnadensnock. Om sådan trumma skall utföras med tak, kan endast typ A ifrågakomma.

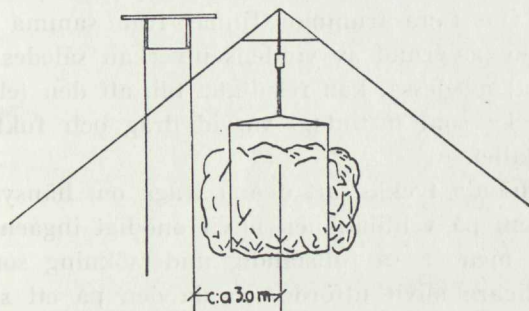


Fig. 40. Erforderligt utrymme för foderhiss.

För att närmare studera inverkan av trumtakets höjd över trummans mynning utfördes två undersökningar, vars resultat framgår av diagrammen nr 1 och 3 i fig. 41 och 42. Av nr 1 synes, att vid trumma med vågrätt tak bättre värden erhållas, ju högre taket är placerat över trumkanten. Av nr 3, som dock är ofullständig, framgår, att också vid typ C bättre effekt nås, ju större avståndet är mellan trumkanten och taket, även om skillnaden i detta fall är nästan betydelselös.

Som andra huvudpunkt i undersökningsprogrammet hade uppställts frågan om, *hur långt ventilationstrumman bör dragas upp ovan yttertaket.*

Av den i diagram nr 2 och 4 i fig. 41 och 42 åskådliggjorda undersökningen framgår, att ett bättre medelvärde, om ock utan praktisk betydelse, fås ju mindre trumman skjuter upp över taket.

Den jämförelse mellan typ C i lägsta läget och typ A i två olika höjdlägen, som framgår av diagram 2 i fig. 41, visar, att typ C, med undantag för om vinden kommer i det närmaste vinkelrätt mot husets långsida, ger bättre effekt.

Särskilt vid stora trummor är det av ekonomisk betydelse att veta, att man ej behöver draga upp trumman längre över yttertaket än vad som är erforderligt med hänsyn till snödrivor, då den ovan taket uppskjutande delen alltid måste plåtkläddas eller förses med annat effektivt skydd mot nederbörd och därför blir dyrbar i utförande.

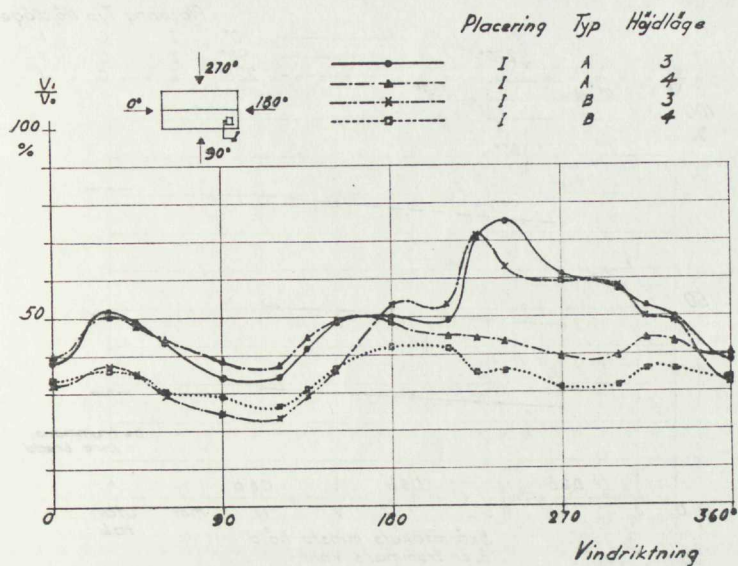
Slutligen skulle undersökas *trummans lämpligaste placering i husets längd- och tvärriktning*.

Av diagrammen 5 och 6 i fig. 43 framgår, att vid vind mot gaveln (180°) är placeringen närmast denna fördelaktigast, men att vid övriga vindriktningar placeringen ej har någon nämnvärd inverkan.

De erhållna resultaten visa även, att man endast bör ha en ventilationstrumma i varje djurstall. Vinden åstadkommer en sugverkan i ventilationstrummorna, vars storlek är beroende på dels om trumman sitter på vindsidan eller läsidan av huset, dels på dess placering i husets längdriktning. Om flera trummor finnas från samma stallutrymme och utsugningen på grund av vindens inverkan således blir starkare i en (eller flera) av dessa, kan resultatet bli, att den (eller de) andra komma att verka som luftintag, varvid drag och fuktbildning kan uppstå i djurstallet.

Det kan måhända tyckas, att denna fråga om hänsynstagande till vindens inverkan på ventilationen blivit onödigt ingående behandlad i detta arbete, men en så fullständig undersökning som denna har veterligt ej tidigare blivit utförd, och då den på ett så tydligt sätt klarlägger frågor, om vilka man tidigare ej haft någon exakt kunskap, har en redogörelse för densamma ansetts motiverad.

1. Jämförelse mellan trummor i olika höjdlägen (3 o. 4)
och med skärmtak på olika höjder.



2. Jämförelse mellan vågrätt (A) och snett (C) skärmtak.
(A å höjd 3 o. 4, C å höjd 1)

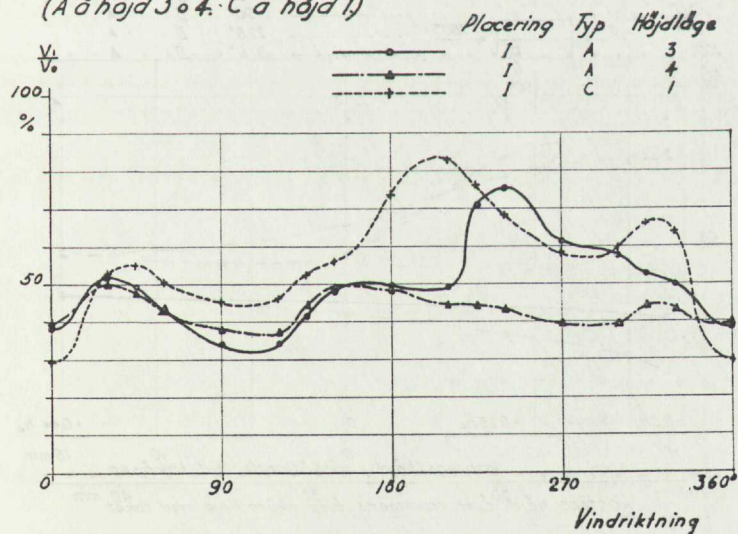
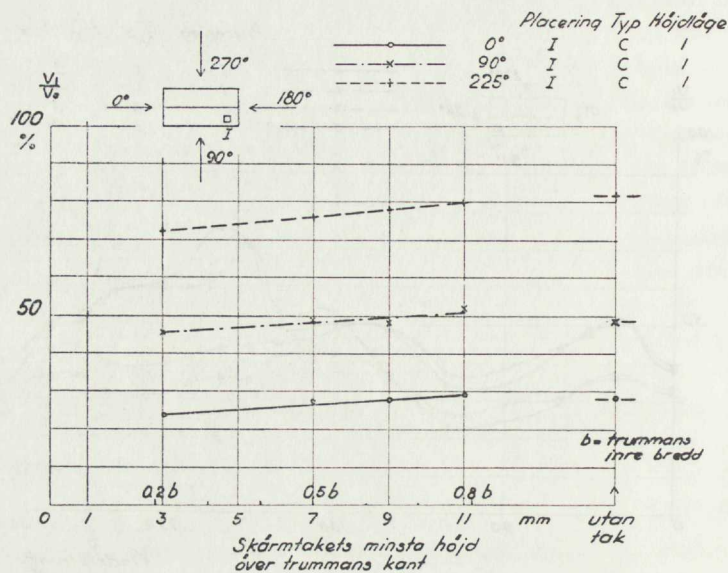


Fig. 41. Lufthastighet i trummor av olika utföranden.

3. Inflytandet av skärmtakets höjd över trumma av typ c



4. Jämförelse mellan trummor av typ A med olika höjder i förhållande till byggnadens tak

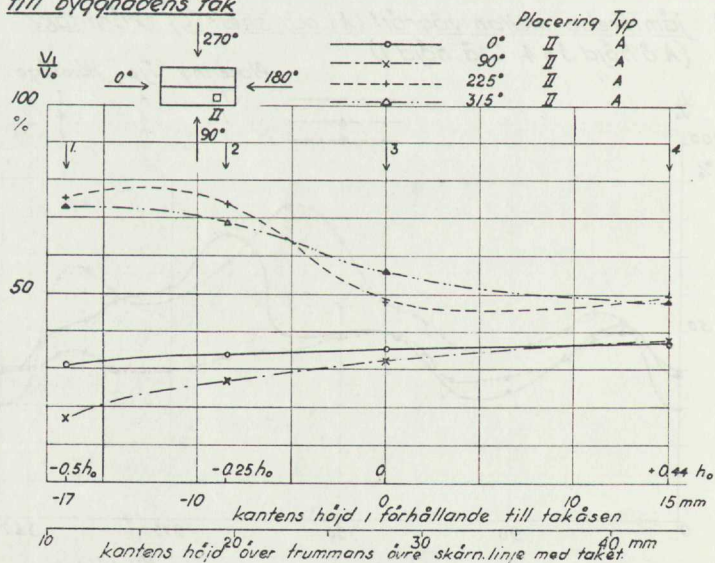
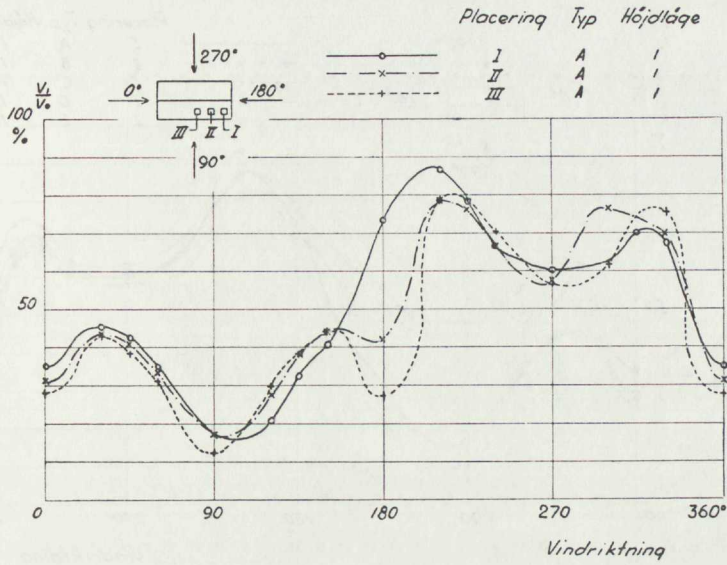


Fig. 42. Lufthastighet i trummor av olika utföranden.

5. Jämförelse mellan olika placeringar av ventilationstrummor av typ A



6. Jämförelse mellan olika placering av ventilationstrummor av typ C

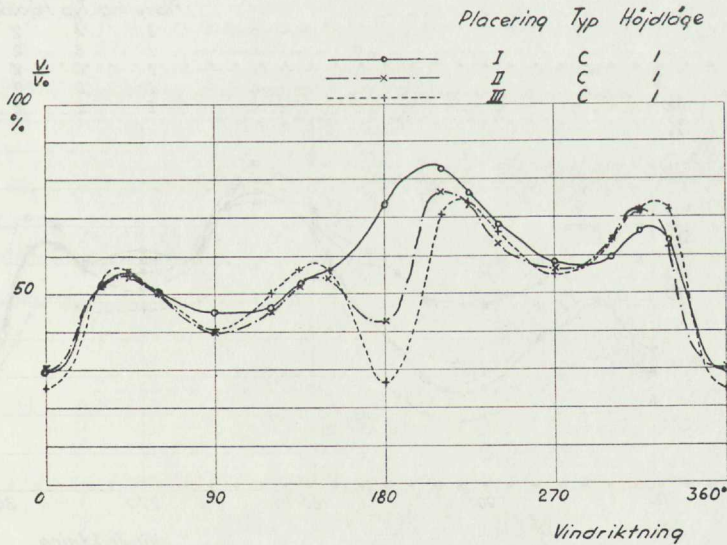
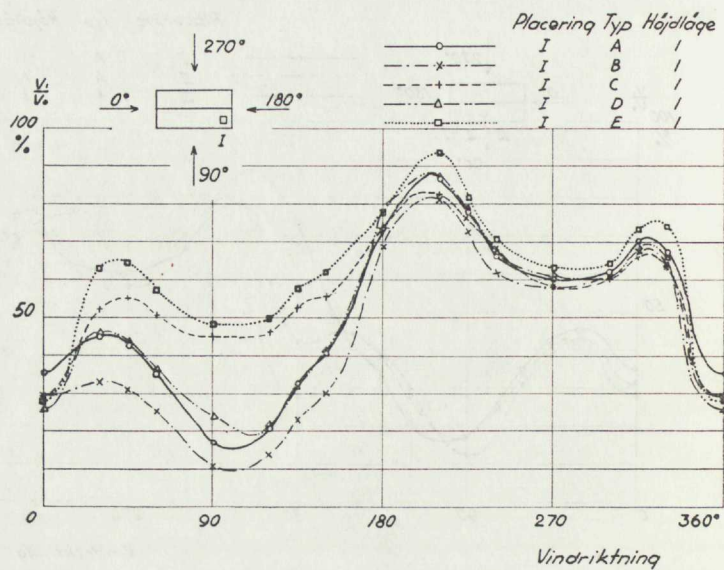


Fig. 43. Lufthastighet i trummor av olika utföranden.

7. Jämförelse mellan olika typer av ventilationstrummor



8.

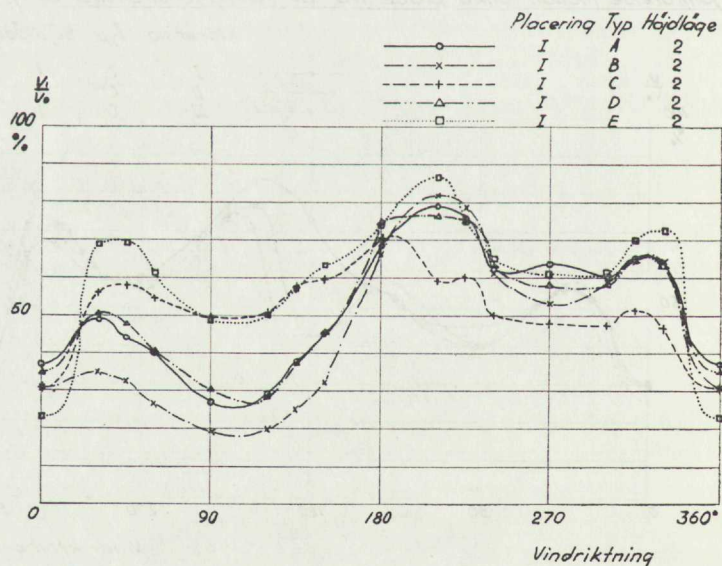


Fig. 44. Lufthastighet i trummor av olika utföranden.

Kap. IX.

Fönster.

Fönster är ett relativt sent tillskott till utrustningen av våra djurstallar. Det är icke stort mer än ett hundratal år sedan man överhuvud taget började förse djurstallarna med fönster. Dessförinnan voro stallarna större delen av dygnet helt mörklägda med undantag av de stunder på dagen, när mänskligt arbete uträttades därinne, varvid halvörrar och eventuella luckor höllos öppna. Orsaken härtill var, förutom bristen på glas och den höga kostnaden härför, att söka i den omständigheten, att en fönsteryta är dåligt värmeisolerande. Med de relativt små möjligheter, man då hade att ordna värmeisolering av stallarna måste den yttersta sparsamhet med den av djuren producerade värmen iakttagas. Det är först under de senaste årtiondena man har sökt få en ordentlig dagsljusbelysning även i djurstallarna. Utvecklingen härvidlag är ungefär densamma som beträffande människans bostäder.

En god dagsljusbelysning spelar för våra högproducerande djurbesättningar en viktig roll. Ljusets inflytande på stallhygien har dock, som i det följande skall bevisas, huvudsakligen indirekt karaktär, i det att ett välbelyst stall lättare kan hållas rent och i denna mening hygieniskt.

Sedan elektrisk belysning blivit mera vanlig i djurstallarna, kan dagsljuset, om strömkostnad m. m. tillåter detta, måhända till en del ersättas med artificiellt ljus, vilket vore ägnat att nedbringa värmeförlusterna.

A. Dagsljusets sammansättning och spridning.

Den från solen utstrålande ljusenergien kan uppdelas i följande typer efter olika våglängder:

1. Det synliga ljuset

Våglängdsområde 4000—7000 Å. E.

2. Det osynliga ljuset

a) De infraröda värmestrålarna

Våglängdsområde 7000—25000 Å. E.

b) De ultraviolettera, kemiskt och biologiskt verksamma strålarna

Våglängdsområde 2900—4000 Å. E.

(Å. E. är ett längdmått, som användes för att ange mycket små längder. 1 Å. E. = en tiomiljondels mm).

Den totala strålningsenergien fördelar sig vid 45° solhöjd på de olika ljus-typerna med ungefär

40 % på det synliga ljuset,

59 % » » infraröda och

ultraviolettera.

Vid lägre solhöjd förändras sammansättningen därhän, att mängden infraröda strålar procentuellt ökar.

Då de infraröda strålarna äro för ögat osynliga värmestrålar, har i detta sammanhang det synliga ljuset och de ultraviolettera strålarna störst intresse.

Det ultraviolettera ljuset är särskilt värdefullt på grund av sina biologiska verkningar. Det är nämligen starkt bakteriedödande samt vitalstrande.

Det har visat sig, att det diffusa ljuset från himmelskupolen innehåller mera ultraviolettera strålar än det direkta solljuset. Vintertid, då dessa strålar skulle vara av största betydelse, saknas de dock nästan helt. Vidare måste påpekas, att *vanligt fönsterglas praktiskt taget helt utesluter de ultraviolettera strålarna*. Det har på en del håll gjorts försök med att använda blåaktigt glas, i tron att detta skulle genomsläppa det ultraviolettera ljuset, men om glaset överhuvud taget haft denna förmåga vid insättningen, försvinner den ganska snart. Den blå färgen har endast en verklig fördel, nämligen att flugor inte sätta sig på glaset; nackdelen är att ljusets inträngande i ladugården försämras avsevärt. *Solljuset har bakteriedödande verkan inne i djurstallet, endast om fönstren äro helt öppna.*

Vad som i dagligt tal kallas dagsljus är sammansatt av *direkt solljus* samt det från hela himmelskupolen utstrålande *diffusa himmelsljuset* (av atmosfären och molnen reflekterat solljus). För dagsljusbelysning av rum och liknande är det jämna, från alla håll verkande diffusa himmelsljuset av större betydelse än det direkta solljuset.

För Stockholms horisont har vid programutredningen till Stockholms stads nyplanerade centralsjukhus på Södermalm gjorts undersökningar om, hur dels det direkta solljuset (S), dels det diffusa himmelsljuset (D) mot en vertikal (fönster-) yta varierar under året. De därvid erhållna värdena framgå av motstående tabell.

Strålningssummorna äro angivna i gramkalorier pr cm² och dag. Värdena avse normalt förekommande molnighet.

M å n a d	Alla väder- streck	Söder		Sydost Sydväst		Öster Väster		Norr	
	D	S	S+D	S	S+D	S	S+D	S	S+D
Januari	9	63	72	44	53	11	20	—	9
Februari	22	129	151	94	116	34	56	—	22
Mars	38	193	231	153	191	81	119	—	38
April	39	219	258	211	250	148	187	7	46
Maj	47	200	247	221	268	176	223	40	87
Juni	59	168	227	199	258	203	262	66	125
Juli	38	172	210	198	236	190	228	50	88
Augusti	40	182	222	186	126	146	186	14	54
September	36	216	252	185	221	112	148	—	36
Oktober	27	147	174	109	136	47	74	—	27
November	18	59	77	42	60	12	30	—	18
December	9	25	34	17	26	4	13	—	9
S:a	382	1 773	2 155	1 659	1 941	1 164	1 546	177	559
Procentuell fördelning			100 %		90 %		72 %		26 %

För hela året gäller således, att mot en öster- eller västeryta strålas 72 % och mot en norryta 26 % av den sammanlagda strålningen mot en söderyta.

För t. ex. ett bostadsrum, som utnyttjas hela året, äro dessa värden direkt tillämpbara, men för ett djurstall, som i de flesta fall ej användes under sommarmånaderna, ställer sig förhållandet något annorlunda. Om månaderna juni, juli och augusti borttages ur ovanstående sammanställning, erhålles:

	Alla väder- streck	Söder		Sydost Sydväst		Öster Väster		Norr	
	D	S	S+D	S	S+D	S	S+D	S	S+D
Summa	245	1 251	1 496	1 076	1 321	625	870	47	292
Procentuell fördelning			100 %		88 %		58 %		20 %

För ett djurstall gäller således, att ljusstrålningen mot ett öster- eller västerfönster är 58 % och mot ett norrfönster endast 20 % av motsvarande söderfönsters för orter belägna i höjd med Stockholm. Några undersökningar av liknande slag finnas ej utförda för andra orter i landet. Ju längre norrut man kommer, desto fördelaktigare blir en ren söderorientering av fönstren.

Härav framgår, att det ur belysningssynpunkt är av mycket stor betydelse, att ett djurstalls fönsterväggar orienteras mot söder, öster och väster.

Vid tal om samt jämförelse mellan fönsterytor i djurstallar har man blott brukat ange den sammanlagda glasytan i djurstallet, eller dennas förhållande till golvytan. Då, som av ovanstående framgått, en fönsterytas effektivitet är starkt beroende av, i vilket väderstreck fönstret är beläget, är en sådan uppgift mycket missvisande.

Skall effektiviteten i belysningsavseende hos olika orienterade fönsterytor kunna jämföras, måste en reduktion med hänsyn till väderstreck göras. På grundval av ovanstående undersökningar föreslås följande reduktionstal.

Fönsterruta i huvudsak mot	Reduktions- faktor
Söder	1,0
Öster }	0,6
Väster }	
Norr.....	0,2

Om t. ex. två exakt lika ladugårdar med tre fria ytterväggar ligga så, att den ena (A) har en långsida mot söder och den andra (B) gaveln mot söder och *de fria glasytorna* i båda fallen äro $3,5 \text{ m}^2$ på långsidorna och $2,2 \text{ m}^2$ på gaveln, blir den sammanlagda glasytan i båda fallen $9,2 \text{ m}^2$, men *de reducerade* (effektiva) glasytorna bli:

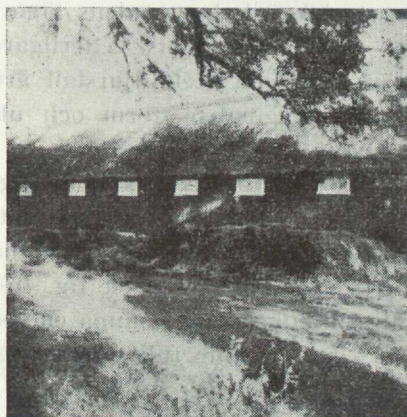
A.			B.		
söder	$3,5 \times 1,0 = 3,5$		öster	$3,5 \times 0,6 = 2,1$	
väster	$2,2 \times 0,6 = 1,3$		söder	$2,2 \times 1,0 = 2,2$	
norr	$3,5 \times 0,2 = 0,7$		väster	$3,5 \times 0,6 = 2,1$	
Summa	$5,5 \text{ m}^2$		Summa	$6,4 \text{ m}^2$	

och belysningen i de båda ladugårdarna i förhållande därtill.

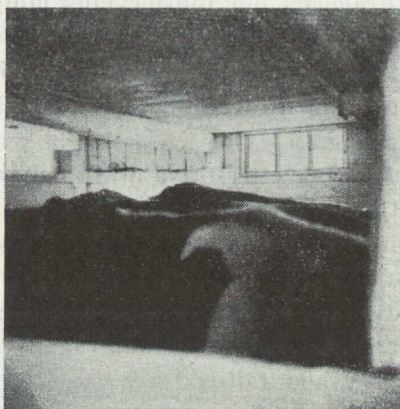
Några exakta värden på hur stor den reducerade glasytan skall vara i förhållande till golvytan, för att tillfredsställande belysning skall erhållas i djurstallar, äro svåra att ange, då fönstrens placering, djurstallets bredd, tak och väggars färg och jämnhet m. m. äro så varierande. Vid de prov, som gjorts, har befunnits, att en reducerad fönsteryta av 2—4 % av golvytan i ladugårdar och 2—3 % i svinstallar i allmänhet ger tillräckligt god belysning. Valet av fönsterstorlek är dock så beroende av många för varje särskild byggnad olika faktorer, att några exakta regler härför ej kunna givas utan detta blir i varje särskilt fall en bedömningsfråga. *Med hänsyn till fönstrens dåliga värmeisolering skall man dock aldrig göra fönsterytan större än som är nödvändigt med hänsyn till dagsljusbelysningen.*

Troligen på grund av den intensiva propaganda, som bedrivits för »ljus och luft» i människans bostäder, har man under de senare åren, utan någon tanke på eller förståelse för konsekvenserna, försett även

ladugårdarna med stora fönsterytor, som icke stå i rimlig proportion till de utrymmen, vilka skola belysas och framför allt ej till de föreliggande uppvärmningssvårigheterna. Ur hygienisk synpunkt ha fönstren i en ladugård ingen annan betydelse än att åstadkomma en lämplig arbetsbelysning, samt att i så motto bidra till höjande av ladugårdshygienen, som bättre belysning kan medföra en noggrannare renhållning och trivsammare arbetsförhållanden för personalen. Fig. 45 och 46 ge exempel på dels ett gammalt, av sunt omdöme präglat fönsterutförande, som ger lämplig belysning, dels en modern »hygienisk» ladugård (för 2 kor!) i översta Norrland.



Exteriör.



Interiör.

Fig. 45. Gammal ladugård i Skåne med väl avpassade fönster.



Fig. 46. Ny ladugård för 2 kor i övre Norrland med för stora fönster.
(Obs.! Liggande bostadshusfönster.)

Det har tidigare framhållits, att fönstren är den detalj i djurstallarna, som i allmänhet blir sämst utformad. De fel, som begås, äro vanligen:

- 1) Storleken är dåligt avpassad i förhållande till byggnaden.
- 2) Placeringen är olämplig.
- 3) Utförandet är felaktigt, så att värmeisoleringen och ljusgenomsläppligheten är otillfredsställande.
- 4) Fönsterbänkar och fönsteromfattningar äro utförda så, att kringliggande väggar skadas av fukt.

Frågorna om fönsterytans lämpliga storlek och byggnadens läge i förhållande till väderstrecken ha här redan behandlats. Ytterligare faktorer, som inverka på belysningsförhållandena i ett djurstall äro fönstrens utformning och placering samt byggnadens form och utförande.

Man bör eftersträva att få belysningen så jämnt fördelad som möjligt i djurstallet. En sålunda önskvärd fördelning av fönsterytan medför att fönstren böra vara förhållandevis låga och breda. Skall ljuset kunna sprida sig in förbi djuren måste fönstren också sitta högt (se fig. 45). De delar av fönstren, som sitta lägre än djurens ryggar komma endast att belysa golvet mellan vägg och djur, där det blir fullt tillräckligt ljus i alla fall.

Ljusets ungefärliga spridning in i ett rum vid varierande fönsterhöjd framgår av diagrammet i fig. 47. Olika delar av ett rums fönster ha avskärmats så, som framgår av figuren, och uppmätningar av belysningsintensiteten ha gjorts vid golvet längs en linje vinkelrät mot väggen. I fall I (lågt sittande fönster) blir belysningen närmast väggen mycket stark, men redan 2 m in från väggen har den minskat till $\frac{1}{10}$ av värdet på 0,75 m avstånd från densamma. I fall II förhåller det sig ungefär likadant, men ljusfördelningen blir något jämnare. I fall III, med fönstret placerat omedelbart under taket, blir belysningen närmast väggen betydligt svagare men däremot inne i rummet bättre än i tidigare fall. Förhållandet mellan belysningsminimum ($B_{min.}$) och belysningsmaximum ($B_{max.}$) anger ju jämnheten i belysningen. Detta värde $B_{min.}/B_{max.}$ blir i de tre fallen 1:129, 1:22 samt 1:5,8.

Också ur rent byggnadstekniska synpunkter finns det anledning att placera fönstren så högt upp som möjligt. Särskilt vid murade väggar är det fördelaktigt, om valvmurning ovan fönstren ej behöver göras, varför dessa i stället böra placeras omedelbart under den bärlina, på vilken takbjälkarna vila (se ritn. nr 4). Valv ovan fönstren äro besvärsliga och dyrbara att göra samt dessutom dåligt värmeisolerande, då de i regel bli så gott som massiva.

För att det direkta ljuset skall nå så långt in som möjligt, böra fönstren i första hand placeras mitt för gångar, foderbord och andra

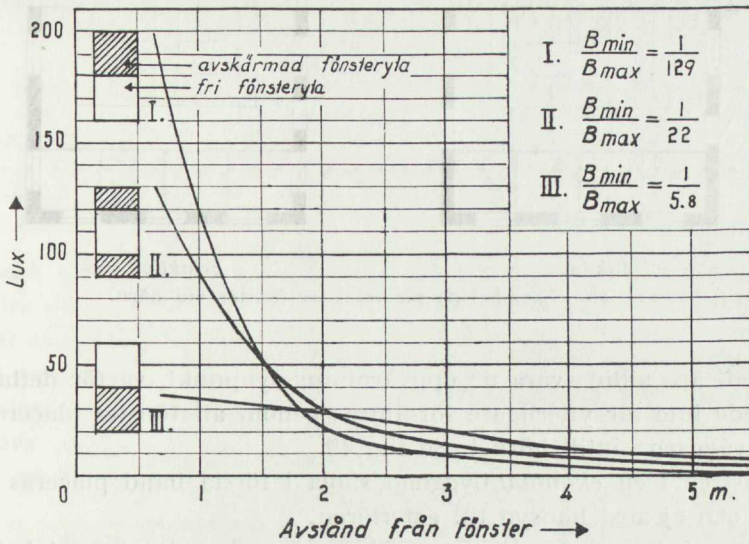


Fig. 47. Ljusets spridning i ett rum vid olika höjdlägen på fönstren.
(Efter Dr. ing. Frühling.)

»öppningar» i ladugården så att belysningen ej skymmes av djuren eller av stolpar och annan inredning. En sådan, ingalunda ovanlig placering av fönster, som framgår av fig. 48, är givetvis förkastlig inte blott ur belysningssynpunkt utan även därför att djuret tar skada av kylan från fönstret.

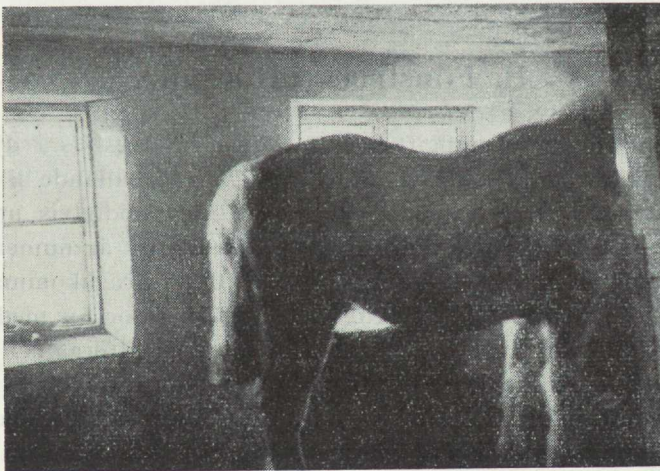
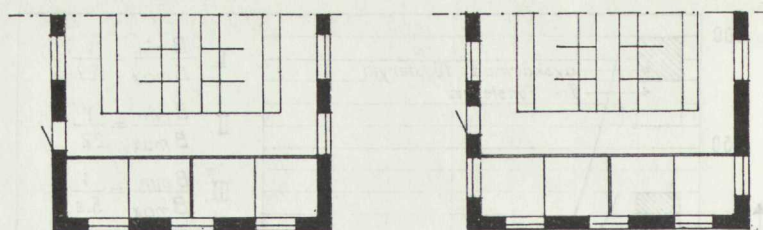


Fig. 48. Olämplig placering av stallfönster.

Vid utplaceringen av fönster bör särskilt observeras, att inte fria ytterhörn på byggnaden få för stor fönsteryta. Dessa delar av ett



Riktig.

Felaktig.

Fig. 49. Exempel på placering av fönster vid hörn.

djurstall äro alltid svåra ur uppvärmningssynpunkt, varför detta förhållande inte får ytterligare försämrans genom att fönster placeras på båda väggarna intill hörnet. Se fig. 49.

Fönstren i en *ekonomi*-byggnad skola i första hand placeras »inifrån» och ej med hänsyn till exteriören.

Av stor betydelse för ljusets spridning är också, hur innertaket och även väggarna i ladugården äro utförda. För att det skall sprida sig så långt in som möjligt, måste innerytorna vara sådana, att ljuset reflekteras väl — släta vita ytor äro effektivast i detta avseende. Ur både belysnings- och renhållningssynpunkt bör således släta (underpanelade) innertak eftersträvas. Ju bredare ladugården är desto viktigare är det, att takytan är slät, emedan kravet på ljusets inträngningsförmåga blir större.

B. Fönstrens utförande.

Eftersom fönstrens uppgift är att släppa in dagsljus i djurstallet, böra de ha så stor fri glasyta som möjligt i förhållande till det utrymme, de ta i väggen. Fönsterytan bör inte onödigtvis uppdelas i smårutor medelst skymmande spröjsar. Fönsterglas är numera så billigt även i de större dimensioner, som här kunna ifrågakomma, att det också blir ekonomiskt fördelaktigt med större rutor än med dyrbart och underhållskrävande spröjsverk. Om fönstren utföras och placeras på rätt sätt, är risken för sönderslagning av rutorna mycket liten. Blir en ruta sönderslagen, »ersättes» en liten sådan vanligen genom att man stoppar en säck eller liknande i hålet. Är rutan större, blir det kanske ej lika ofta fallet. Ytterligare en fördel med större rutor är att rengöringen underlättas. Vad detta betyder för ljusgenomsläppligheten, framgår tydligt av följande exempel från en ljusmätning i ett svinstall i Skåne.

Före tvättningen av fönstren (som ej tvättats på c:a 3 mån.) uppmättes följande medelvärden på belysningen:

I boxarna	25 belysningsenheter
» fodergången	5 »

Efter tvättningen blevo värdena

I boxarna	80 belysningsenheter
» fodergången	15 »

Även efter vanliga ladugårdsförhållanden »tämigen» rena rutor hindra en avsevärd del av ljuset att passera.

Ett annat förhållande, som har stor betydelse vid fönstrens tillverkning och framför allt vid reparation av trasiga rutor, är, att fönstren konstrueras, så att standardstorlekar av glas kunna användas utan att behöva skäras om. I det förslag till standardfönster, som visas på ritn. nr 3, ha endast lagerstorlekar på rutor kommit till användning.

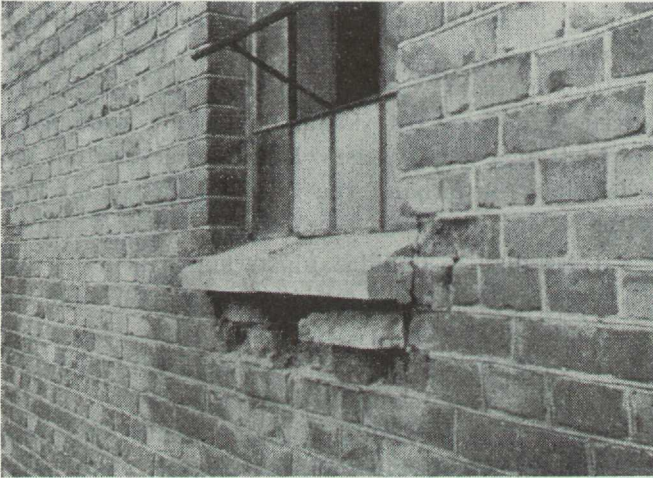


Fig. 50. Frostsador på tegelmur under fönsterbänk av betong.

I tegelladugårdar förekomma ofta fönsterbänkar av betong. Det är därvid mycket vanligt, att sådana skador på väggen uppstå, som framgå av fig. 50.

Dessa bero oftast på att någon isolering ej gjorts mellan tegelmuren och betongplattan. På grund av olika värmekapacitet hos de båda materialen, och därav förorsakade kondenseringsfenomen, kommer den på betongplattans undersida utfällda fukten att vår och höst, då temperaturen ofta växlar mellan plus- och minusgrader, förorsaka frostsprängning i tegelmuren under betongplattan.

Sådana frostsador kunna endast undvikas genom att anbringa ett effektivt isoleringslager, t. ex. grundisoleringspapp, mellan tegelmuren och betongplattan.

En bidragande orsak till skadorna är ofta, att fönsterbänken saknar droppnåsa, så att allt vatten från fönstret vid blåst drives in mot väggen.

Att fönsterbänkar av betong äro absolut olämpliga i djurstallar på grund av sin dåliga värmeisoleringsförmåga har tidigare påpekats. De ha därför omnämnts här endast för att ge en anvisning om, hur dessa skador kunna undvikas i stallar, som redan utförts med sådana fönsterbänkar.

För att fönstren, särskilt fönsterbågarna, skola bli hållbara och ej angripas av röta, böra de tillverkas av fullgott virke samt impregneras väl. Skall impregneringen bli verkligt effektiv, räcker det ej med att blott stryka fönstren med impregneringsmedel. Effektivast är om man före hopsättningen av bågarna sänker ned de färdigbearbetade delarna i ett bad med lämplig impregneringsvätska såsom cuprinol, soaböl eller liknande, så att denna kan tränga in ordentligt i alla delar av virket.

Beträffande fönstrens värmeisolerande förmåga, hänvisas till vad som sagts härom på sid. 41.

Den i allmänhet sämst utformade fönsterdetaljen är fönsterbänken. Som framgår bl. a. av den i Kap. VII beskrivna undersökningen av väggar i Norrland ha även i övrigt väl utförda och skötta ladugårdar haft fönsterbänkar, som varit så dåliga, att väggkonstruktionen under fönstren tagit avsevärd skada, därför att kondensvatten från rutorna kunnat tränga ner i väggen. Det är ytterst sällan man träffar på ladugårdar, där fönsterbänkarna äro utförda, så att kondensvatten avledes på ett effektivt sätt.

Särskilt i djurstallar med äldre fönsterkonstruktioner måste fönsterbänkarna vara utförda med fall både utåt och inåt, så att inte regn- och kondensvatten kan bli stående, dessutom måste bänken vara tät, så att vattnet inte kan tränga genom denna. En träbänk bör utvändigt vara plåtklädd med den övre plåtkanten indragen under ytterbågen och infälld i fönsterbänken. Plåten skall vara försedd med »språng», så att vattnet ej rinner utmed väggen, vidare måste plåten vara ordentligt uppvikt mot sidorna, så att vattnet ej på något ställe kan komma i beröring med väggen. Även invändigt måste bänken vara tät, eventuellt kan den även här klädas med plåt. Plåtbeklädnaden får dock inte göras genomgående, d. v. s. så att en plåt lägges över hela fönsterbänken. Plåten leder då in kylan och kondensering uppstår. Fönsterbänkar kunna utföras av kalksten, stålslipat cementbruk, eternit och liknande, men sådana fönsterbänkar äro mindre lämpliga, då de ej äro tillräckligt värmeisolerande. Det har visat sig, att genomgående fönsterbänkar av högisolerande plattor, som skyddats av stålslipat cementbruk, spruckit sönder på grund av de starka temperaturskillnader i samband med fukt, som de vintertid utsättas för. Enklast och bäst äro fönsterbänkar av trä med ordentligt fall och

beklädda med plåt utvändigt, eventuellt även invändigt. Vid den på ritn. nr 4 visade fönstertypen kan kondensvatten, om det vid något tillfälle skulle bildas, ej rinna in i ladugården på grund av fönsterbänkens utformning.

Även ovanför fönstren bör något skydd finnas, så att inte regnvatten, som rinner utmed väggen, kan rinna in mellan väggen och karmen eller mot fönsterytan. Hur detta skydd utföres, framgår av figur nr 52 samt ritning nr 4.

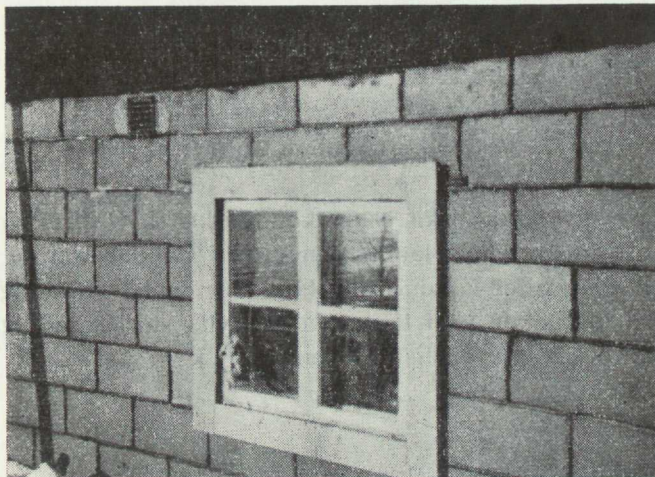


Fig. 51. Olämpligt foder omkring fönster.

Ett utförande, som är förkastligt men mycket vanligt i vissa delar av landet, är, att man av estetiska skäl anbringar ett utanpåliggande foder omkring fönster och dörrar, så som framgår av fig. 51. Då detta ej sluter tätt till väggen, fångar det upp regnvattnet, som ledes in i väggen.

Det förslag till standardtyper för djurstallsfönster, som framgår av ritn. nr 3, har utarbetats på grundval av uppmätningar av ett stort antal ladugårdsbyggnader.

I de flesta ladugårdar finnas sådana utrymmen som mjölkrum, i Norrland kokrum och liknande med så liten ytterväggyta, att det breda ladugårdsfönstret ej får plats, varför det erfordras ett smalare fönster av samma typ. (Se typ F1, F3 och F5 på ritning nr 3.)

För sådana utrymmen som magasin och liknande utan krav på värmeisolering och där fönstren oftast ej behöva vara öppningsbara, böra de göras med endast en enkel båge, som fästes direkt i väggen eller om de skola gå att öppna, i en enkel karm enl. fig. 52.

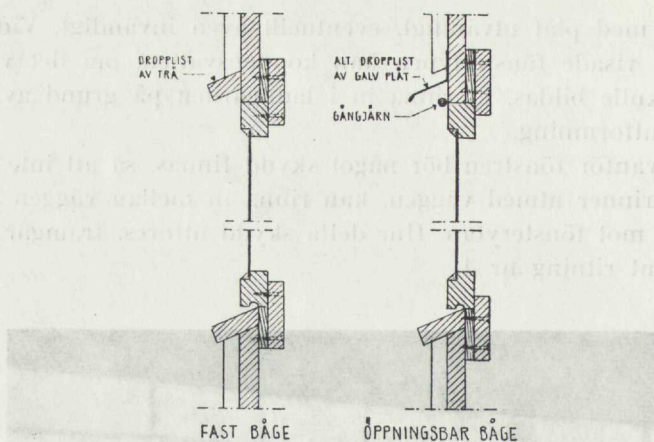
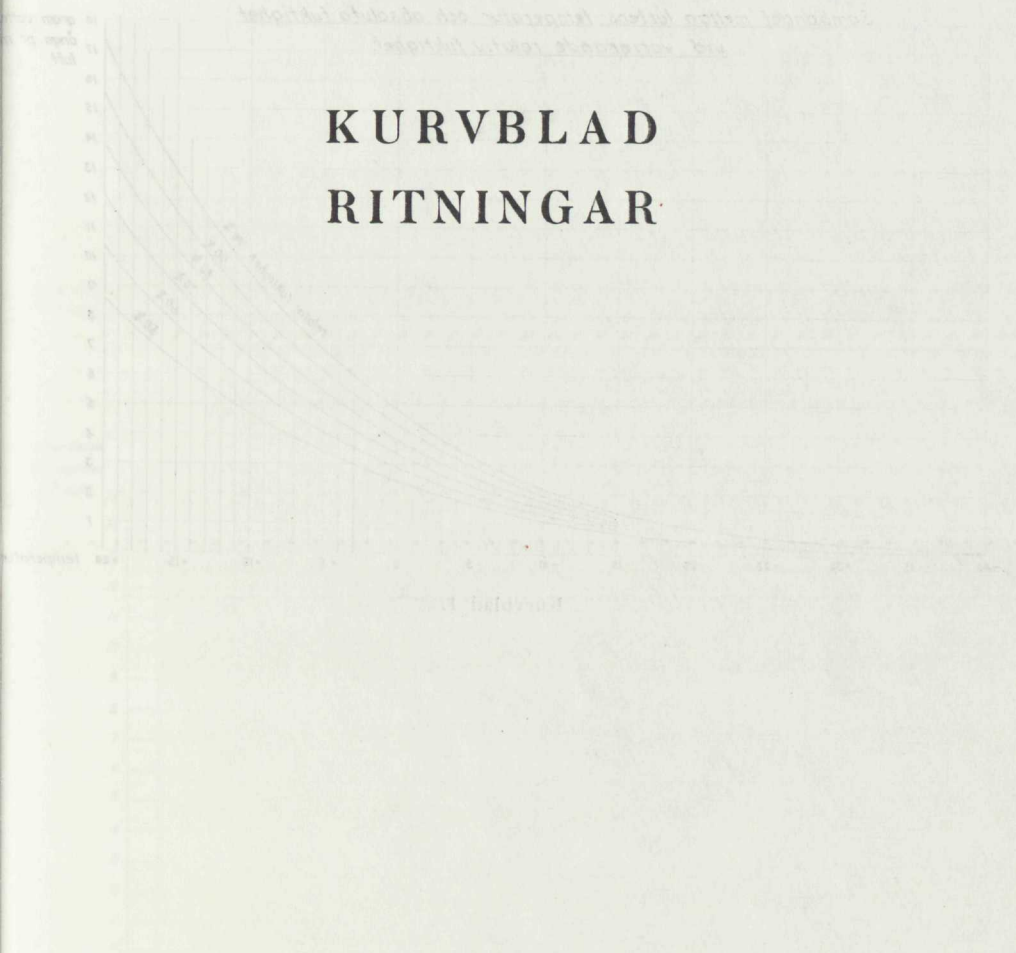
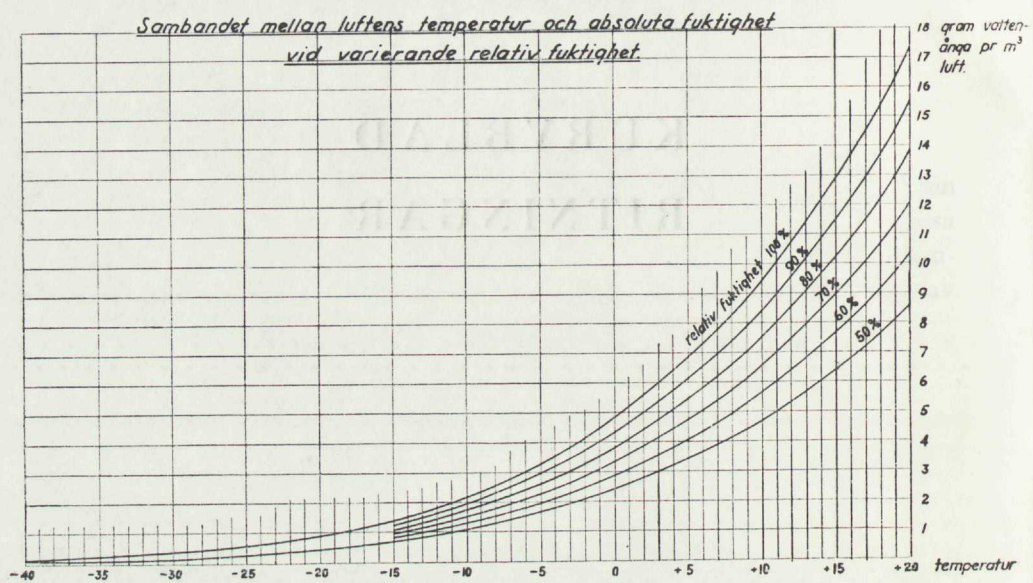


Fig. 52. Fönster i magasin och liknande utrymmen.

Då det av såväl praktiska som ekonomiska skäl vore synnerligen önskvärt, att en över hela landet genomförd standardisering av vissa detaljer till djurstallet komme till stånd, ha de här föreslagna standardtyperna utarbetats med tanke på att fylla största möjliga del av föreliggande behov av fönsterstorlekar.

KURVBLAD RITNINGAR

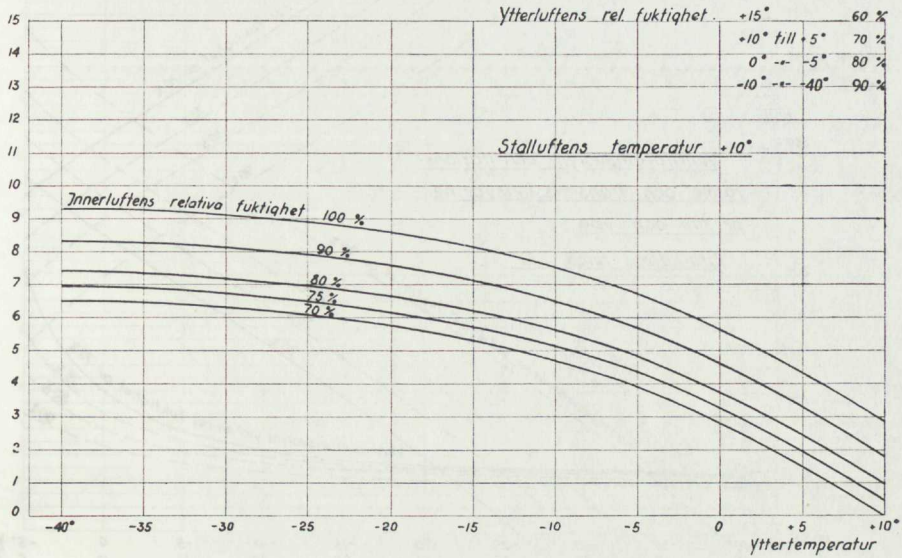




Kurvblad 1.

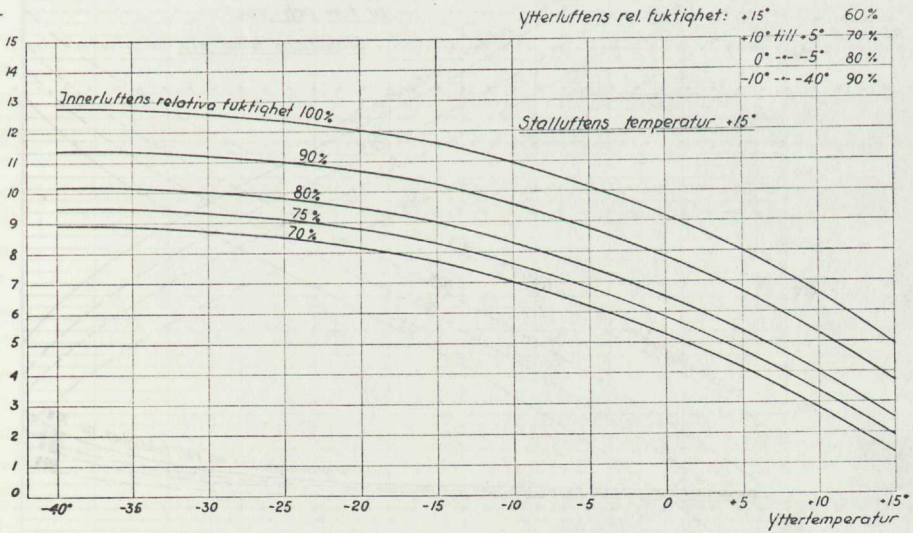
Luftens förmåga att efter uppvärmning uppta vattenånga

Gram vattenånga
som kan uppta-
gas pr m³ luft

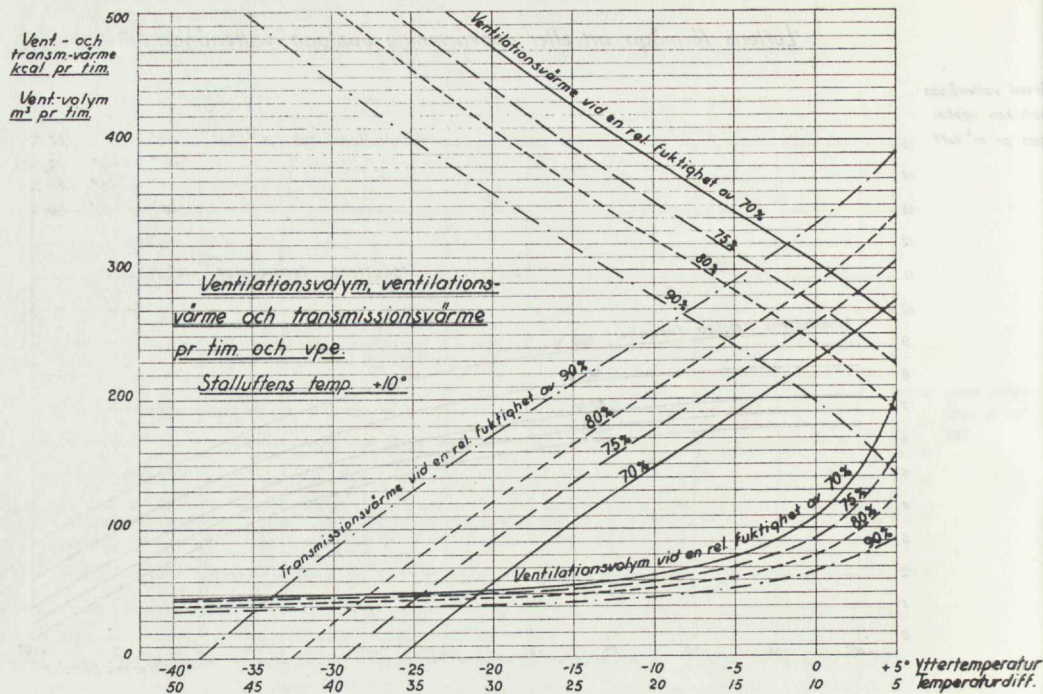


Kurvblad 2.

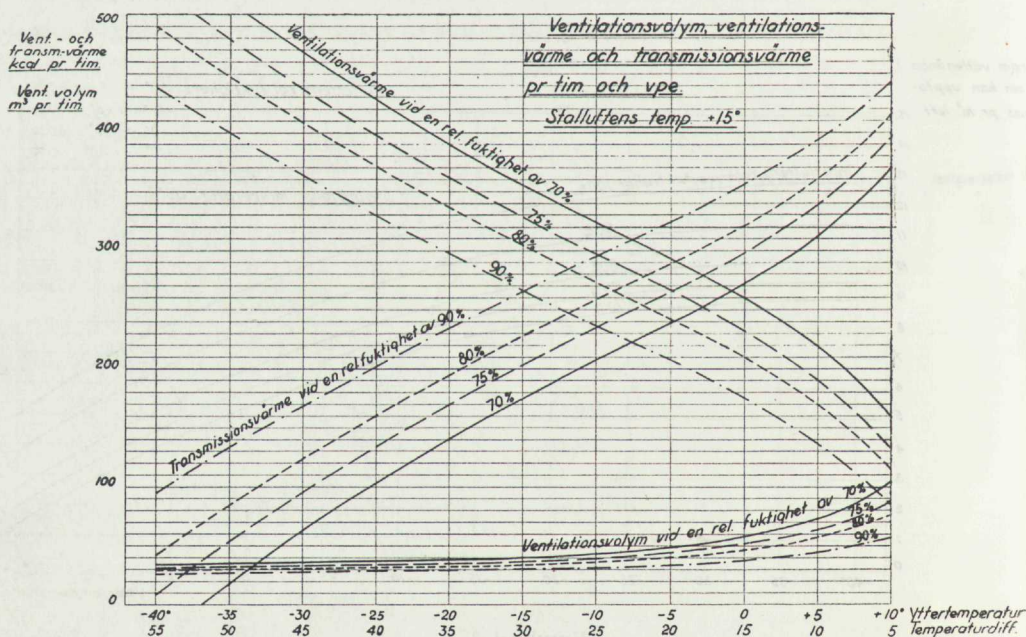
Gram vattenånga
som kan uppta-
gas pr m³ luft



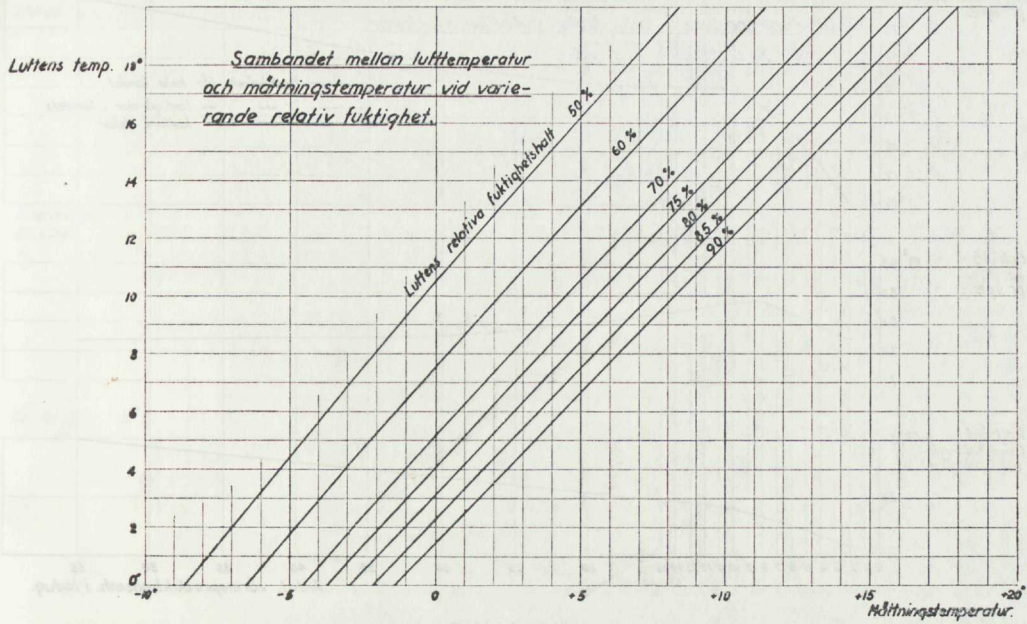
Kurvblad 3.



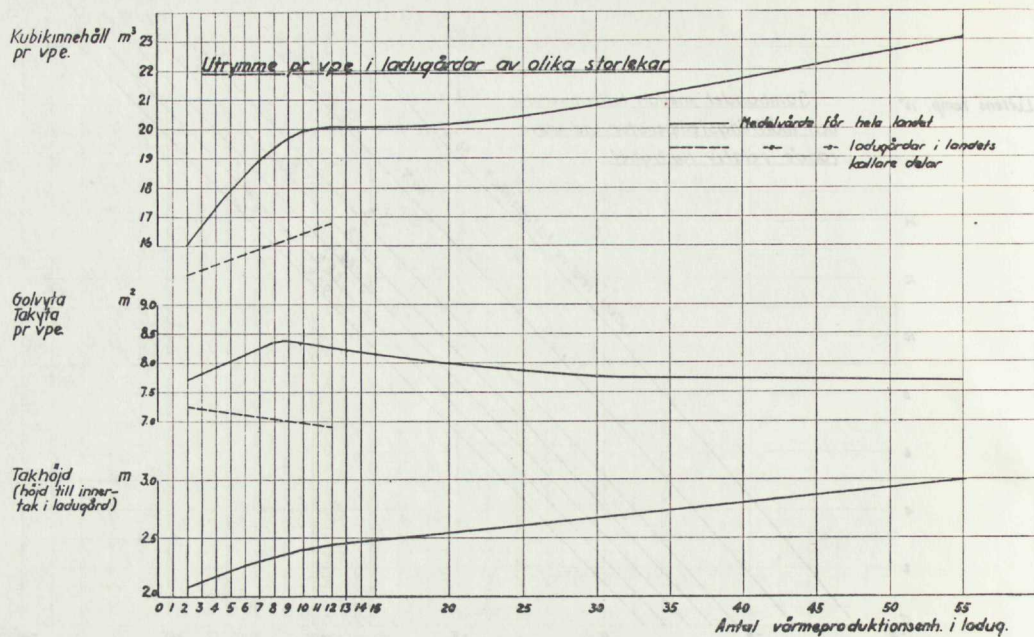
Kurvblad 4.



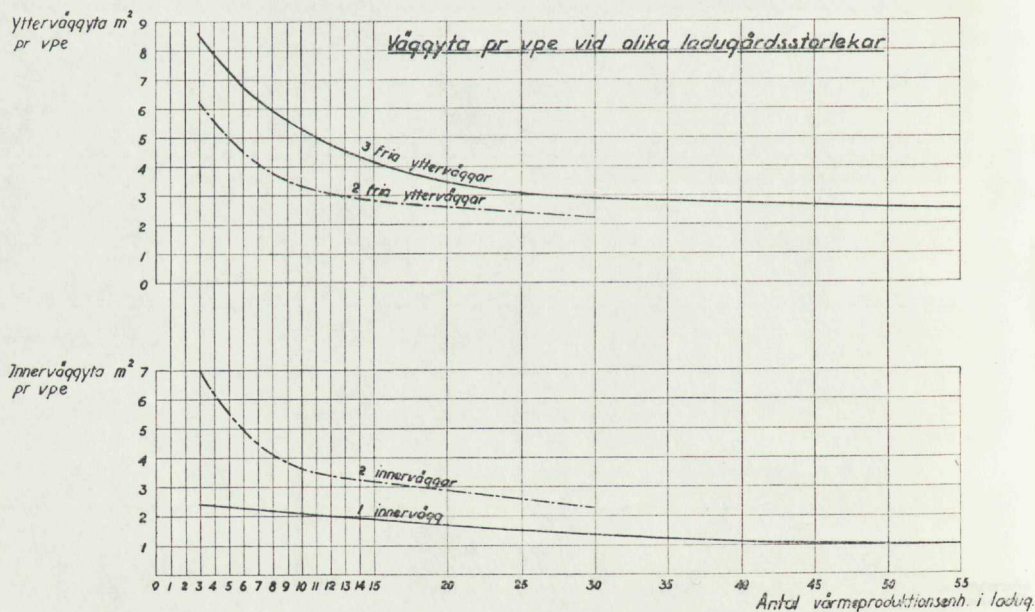
Kurvblad 5.



Kurvblad 6.

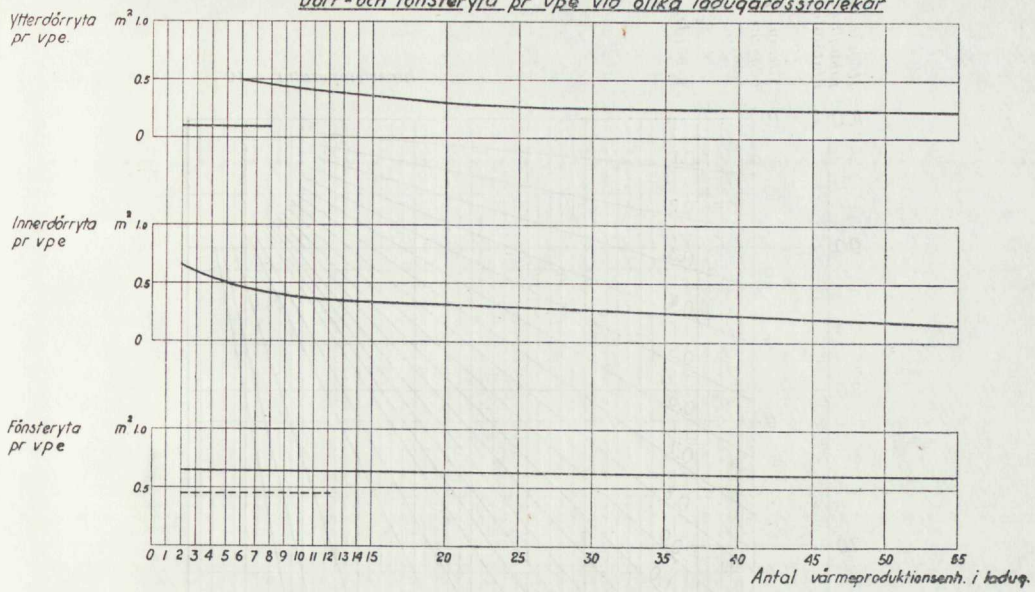


Kurvblad 7.

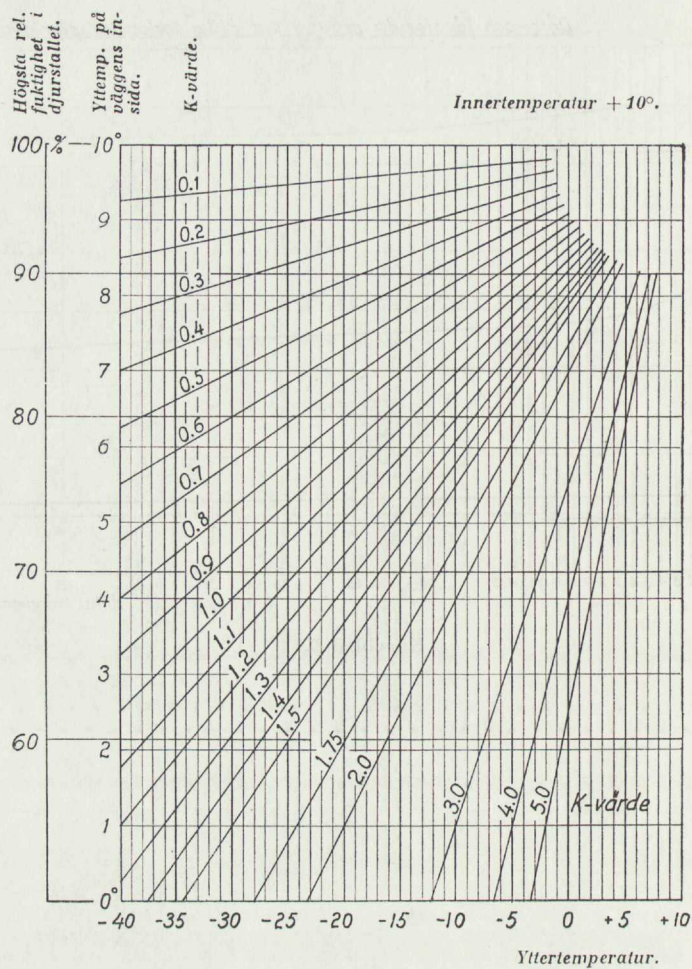


Kurvblad 8.

Dörr- och fönsteryta pr vpe vid olika ladugårdsstorlekar



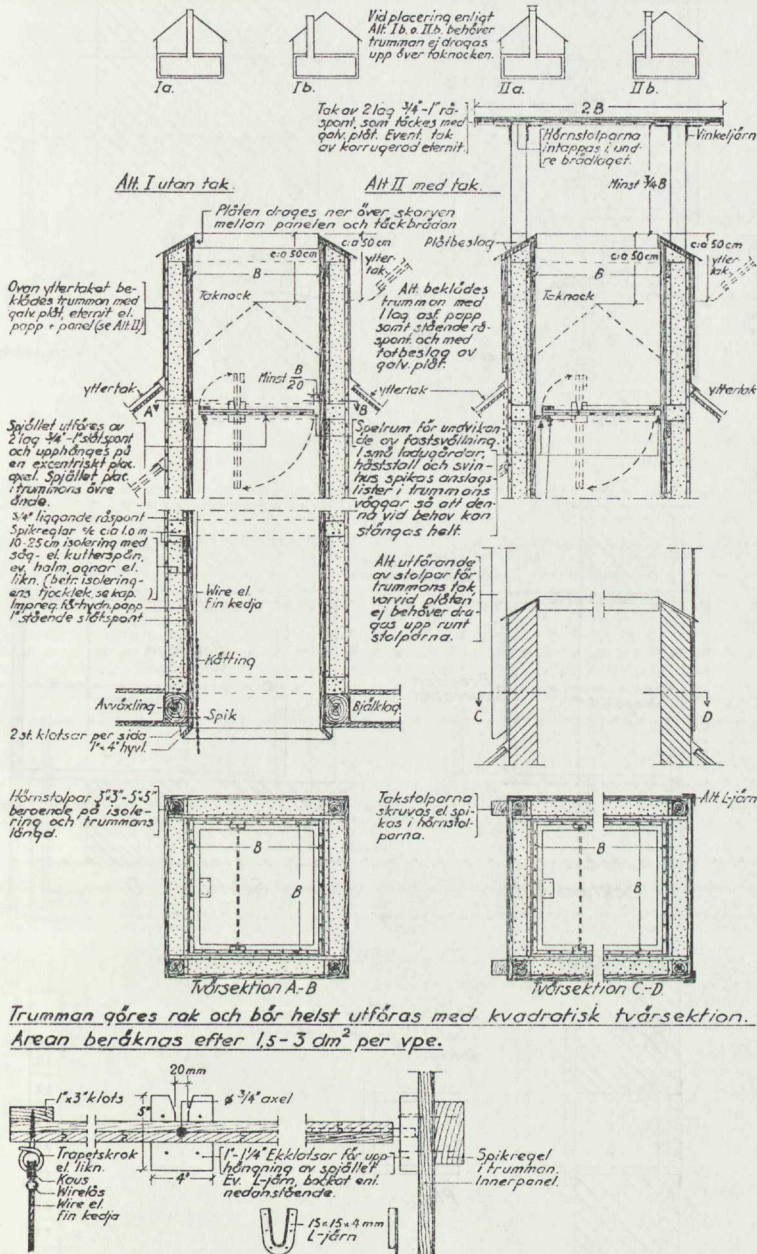
Kurvblad 9.



Kurvblad 10.

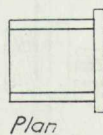
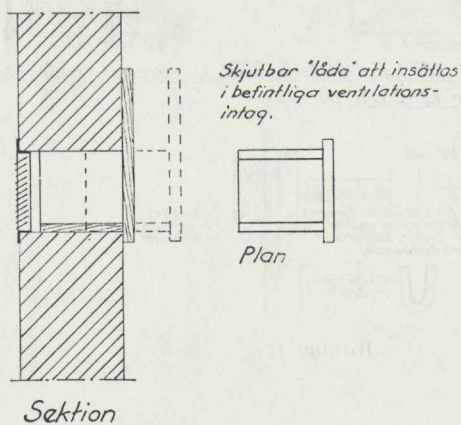
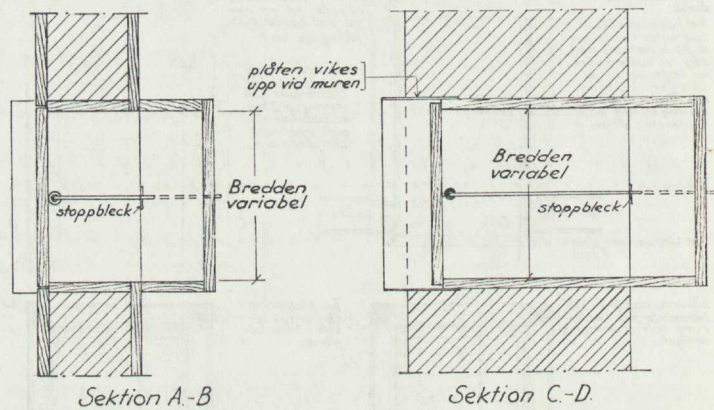
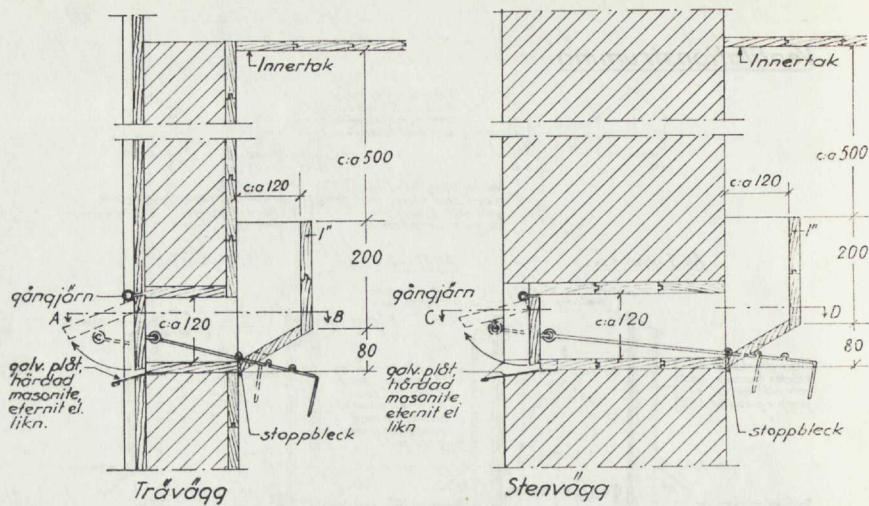
Diagram för bestämning av erforderligt K-värde för väggar till djurstallar.

Ventilationstrumma



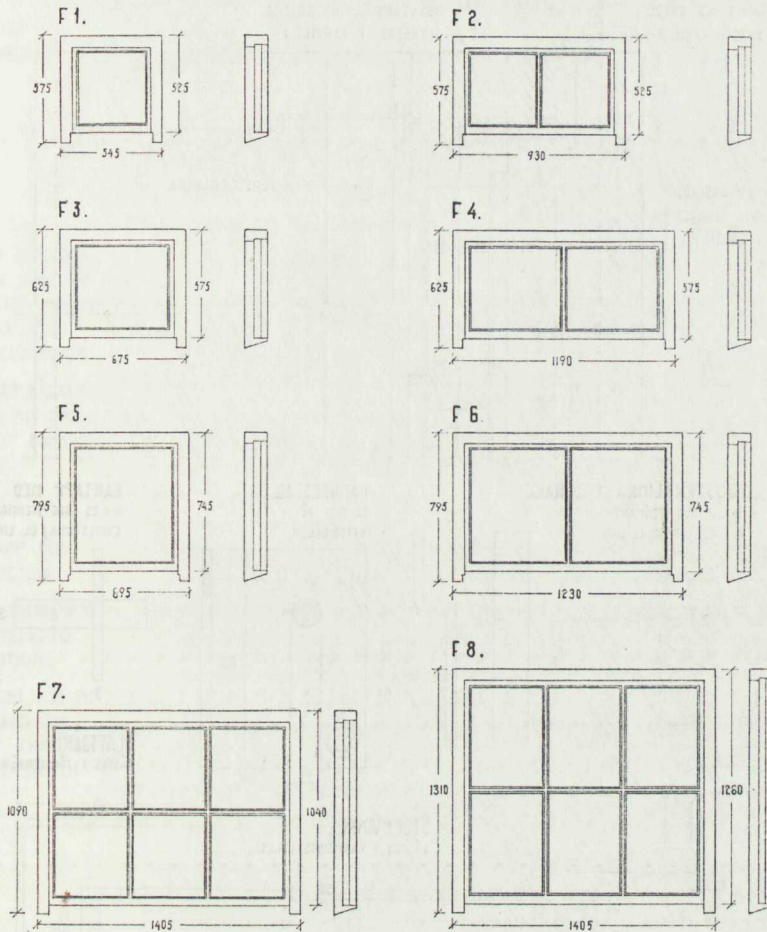
Ritning 1.

Friskluftsintag.



Ritning 2.

FÖNSTER TILL EKONOMIBYGGNADER



LITT.	YTTRE- KÄRMHÄTT BREDD	BÄGMÄTT INNEBÄGAR BREDD	BÄGMÄTT 3-2 BÄGE HÖJD	BÄGMÄTT BÄGE HÖJD	GLASHÄTT (LAGERINNEBÄGAR) BREDD	DÄGER YTTRE- KÄRMHÄTT 2 BÄGAR 3 BÄGAR	MIDEL K-VÄRDE (YTTREKÄRMHÄTT) 2 BÄGAR 3 BÄGAR	ANMÄRKNINGAR.			
F1	545	575	445	475	415	460	400 x 370	0.133	1.65	1.25	F1a ENKEL BÄGE UTAN KÄRM (I MAGASIN O DYL.)
F2	930	575	830	475	800	460	—	0.266	1.76	1.30	F2a —
F3	675	625	575	525	545	510	500 x 450	0.206	1.74	1.28	F3a —
F4	1190	625	1090	525	1060	510	—	0.413	1.85	1.35	F4a —
F5	695	795	595	695	565	680	600 x 520	0.240	1.81	1.33	F5a —
F6	1230	795	1130	695	1100	680	—	0.580	1.91	1.38	F6a —
F7	1405	1090	1305	990	1285	975	450 x 400	0.980	1.92	1.40	
F8	1405	1310	1305	1210	1285	1195	560 x 400	1.235	2.03	1.48	

Ritning 3.

KÄRMARNA PROPPAS FAST I MURVÄGG.

FÖNSTERBLECKET DRAGES
UPP BAKOM KÄRMENBÄRTAPP MED BRICKA
(FÄSTES I KÄRMEN)FÄSPIKAD ANSLAGS-
LIST VID FÖNSTER
MED 3 BÄGAR

STOPPVINKEL

FÖNSTERLINKA

FÖNSTERLINKA MED HAKE

NO 142 (AUG. STEHMANS
A.-B. ESKILSTUNA) EL. LIKN.

HÅNGBESLAG

FÄSTES PÅ
YTTERBÄGEN

BÄRTAPP MED BRICKA

NO 25 (AUG. STEHMANS A.-B.
ESKILSTUNA) EL. LIKNANDE.

PLATTJÄRN

FÄSTES I FÖNSTERBÄNK

STOPPVINKEL

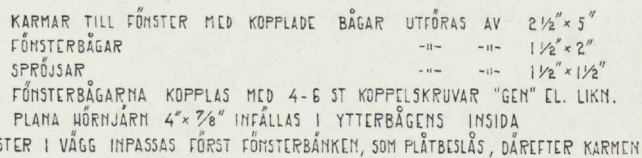
FÄSTES I KÄRMSIDOSTYCKET

UTFÖRANDE AV FÖNSTERBÄNK:

TRÄVÄGG

MURSTENSVÄGG
MED FÄLLNING2-3 ST 2"x6"
SPIKREGLAR PR
FÖNSTERBÄNK

Ritning 4. Fönster till djurstallar (detaljer).



Ritning 4. Fönster till djurstallar (sektion).

Statens offentliga utredningar 1943

Systematisk förteckning

(Siffrorna inom klammer beteckna utredningarnas nummer i den kronologiska förteckningen.)

Allmän lagstiftning. Rättsskipning. Fångvärd.

Statsförfattning. Allmän statsförvaltning.

Flyttningssättningssakkunniga. Betänkande med förslag till författningar ang. ersättning för flyttningskostnad. [2]
Utredning och förslag ang. pappersformaten inom statsförvaltningen. [6]
Betänkande med förslag till lag om redovisningsmedel m. m. [24]

Kommunalförvaltning.

1940 års civila byggnadsutredning. Betänkande 1. Förslag till ändringar i Kungl. Maj:ts byggnadsstadga samt till föreskrifter rörande planläggningar och utförande av byggnad för vissa vårdanstalter och folktandpolikliniker. [10]

Statens och kommunernas finansväsen.

1941 års familjebeskattningssakkunniga. Betänkande med förslag till ändrade grunder för familjebeskattningen. [3]
Besparingsberedningens slututlåtande. [13]
Undersökning av taxeringsutfallet beträffande jordbruksfastighet å landsbygden vid 1938 års allmänna fastighetstaxering. [23]

Politi.

Utredning rörande polismäns anslutning till politiska ytterlighetsriktningar m. m. [5]

Nationalekonomi och socialpolitik.

Betänkande ang. levnadskostnadsindex. [8]
Utredning och förslag ang. statsbidrag till daghem och leksskolor m. m. [9]
Utredning och förslag ang. statsbidrag till social hemhjälpssamhet. [15]
Utredning och förslag ang. planmässigt sparande för familjebildning och statens bostättningslån. [18]
Statsmakterna och folkhushållningen under den till följd av stormaktskriget 1939 inträdda krisen. Del 3. Tiden juli 1941—juni 1942. [25]

Hälsa- och sjukvård.

Betänkande med förslag ang. omorganisation av rättsmedicinalväsendet i riket. [20]

Allmänt näringsväsen.

Fast egendom. Jordbruk med binärningar.

Ladugårdsbyggnadssakkunniga. Meddelande nr 1. Djurstallars planering, värmehushållning och ventilation. [26]

Vattenväsen. Skogsbruk. Bergsbruk.

Utredning rörande skogsnäringens ekonomiska läge med förslag till åtgärder för höjande av näringens bärkraft. 3. Skogsbrukets transportfrågor: Vägar och järnvägar. [4]
Betänkande ang. åtgärder mot spekulation i vattenkraft. [14]

Industri.

Utredning rörande den tekniskt-vetenskapliga forskningens ordnande. 4. Förslag till åtgärder för textiltforskningens ordnande. [11] 5. Förslag till åtgärder för järn- och metallforskningens ordnande. [16] 6. Förslag till åtgärder för den geotekniska forskningens ordnande. [22]

Handel och sjöfart.

Kommunikationsväsen.

Betänkande med författnings- och organisationsförslag för genomförande av ett förstärkt av den allmänna väghållningen på landet m. m. [1]

Bank-, kredit- och penningväsen.

Försäkringsväsen.

Kyrkoväsen. Undervisningsväsen. Andlig odling i övrigt.

1940 års skolutrednings betänkanden och utredningar. Bilaga 1. Hygieniska förutsättningar för skolarbetet. [7] Bilaga 2. Den psykologiska forskningens nuvarande ståndpunkt i fråga om den psykiska utvecklingen hos barn och ungdom m. m. [19]
Tillströmningen till de fria fakulteterna och arbetsförhållandena närmast efter avlagd examen samt militärtjänstgöringens inverkan på universitets- och högskoleungdomens studier och ekonomiska förhållanden. [17]

Försvarsväsen.

Betänkande med förslag till statliga åtgärder för stödande av den privata motorlösa flygningens och modellflygningens utveckling. [12]
Betänkande med förslag till reglering av det militära avredsväsendet. [21]

Utrikes ärenden. Internationell rätt.