



## Uppvärmning och stallklimat i lantbrukets driftsbyggnader C 2.2

### 1. ALLMÄNT

Byggnadsbestämmelse- och anvisningssamlingens del C2.2 innehåller planeringsanvisningar för uppvärmning av produktionsbyggnader på lantbruksfastigheter. Direktiven baserar sig på praktiska erfarenheter och forskningsresultat.

Bestämmelserna anges med **fet stil**, liksom hänvisningar till krav som ställs i andra bestämmelser.

För uppvärmning av gårdsbruksfastigheter bör man eftersträva utnyttjande av förnybara energikällor och då i första hand gårdens egna bränslen. I uppvärmningssystemen skall eftersträvas ekonomiska, tekniskt enkla och driftsäkra lösningar.

Vid planering av ventilations- och värmeanläggningar för djurstallar och andra driftsbyggnader inom lantbruket, skall iakttas till tillämpliga delar anvisningarna i Finlands byggbestämmelsesamling del D.

Stadgandena i hälsovårdslagen och jord- och skogsbruksministeriets beslut skall iakttas.

Bostadsbyggnaders värmeförsörjning och rumsklimat behandlas separat i jord- och skogsbruksministeriets byggnadsbestämmelser och anvisningar del JSM-BBA C 2.1.

### 2. HUSDJURSBYGGNADERNAS UPPVÄRMNING OCH RUMSKLIMAT

Ventilationens och uppvärmningens uppgift är att åstadkomma ett stallklimat där djuren mår bra, deras ämnesomsättning fungerar korrekt och där djursköterskan kan arbeta ändamålsenligt och effektivt. I tabell 2, ges de optimala temperaturer som kan rekommenderas för olika djurslag samt rekommendationer för relativ fuktighet och luftväxling.

Den värme som alstras av djurens ämnesomsättning kan delas i två delar. En del av värmen avges från huden och andningsorganen genom konvektion, ledning och strålning och en del av värmen binder sig i vattenånga, som avdunstar från djurens hud och andningsorgan.

Byggnadens yttre skal, dvs. ytterväggarna, översta och undre bjälklaget har till uppgift att bilda ett utrymme vars förhållanden kan regleras ändamålsenligt för djuren. Denna reglering baserar sig på en sammanpassning av djurens värmeavgivning, eventuell tilläggsvärme, ventilation och de värmeförluster som sker genom byggnadens skal. Det är önskvärt att de värden på minimiventilation som getts i tabell 2 inte underskrids, eftersom

luftströmmar lägre än dessa inte räcker till för att upprätthålla tillfredsställande förhållanden.

***Om djurstallets uppvärmning och ventilation fungerar på basen av eldrivet system, skall för djurens hälsa och välmående finnas tillräcklig möjlighet att ordna uppvärmning och ventilation också vid elavbrott eller vid apparaturstörningar.***

För eldrivna ventilations- och värmeanläggningar bör vid behov finnas alarmsystem, som ger signal i händelse av störning.

#### 2.1 Kritisk temperatur

Med tanke på djurens produktionsförmåga borde temperaturen i djurstallar under ett dygn inte få variera mera än fem grader. I kalla lösdriфтsstallar eller motsvarande oisolerade djurstallar har temperaturväxlingen inte så stor betydelse, utan där är det viktigare att djuren skyddas mot drag. För unga broilerkycklingar och digrisar borde temperaturvariationen inte få överstiga två grader.

Vid alltför låg temperatur åtgår en större del än vanligt av det foder som djuret äter till att upprätthålla den normala kroppstemperaturen, vilket minskar produktionsmängden per foderenhet. En temperatur, under vilken det förhåller sig så, kallas kritisk temperatur. Nivån på den lägre kritiska temperaturen påverkas i betydande grad av golvkonstruktionen och användningen av strö.

Riklig användning av strö har en nedsättande verkan på den lägre kritiska temperaturen.

En alltför hög temperatur förorsakar djuret nedsatt aptit och därigenom en minskning av produktionsmängden. Härvid talas det om högre kritisk temperatur. De lägre och högre kritiska temperaturerna för olika djurslag anges i tabell 1.

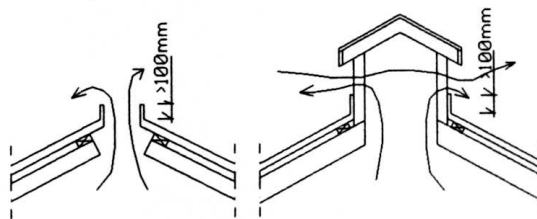
**Tabell 1. Lägre och högre kritiska samt optimala temperaturer för olika husdjursarter**

Djurslag	kritiska temperaturer °C		
	lägre	högre	Optimal
ko	(-25..)-15	23...27	5...15
ungboskap	(-15..) 0	25...30	10...20
spädkalv	(0...) 10	30	15...25
gödboskap ≥3 mån	(-35..)-15	25...30	-10...15
grisande sugga	(5..) 20	27...32	10...28
spädgris ≤2 veckor	25	34	30...32
slaktsvin	(7..) 15	25...27	15...22

## 2.2 Luftens relativa fuktighet

Om luftens relativa fuktighet är för låg medför det en ökning av luftens dammhalt, vilket irriterar både djurens och människornas andningsorgan och torkar huden. Luftens relativa fuktighet borde inte få underskrida 50 %.

Om luftens relativa fuktighet konstant är alltför hög, över 85 %, kan detta förorsaka skada på konstruktioner t.ex. rötskador i träkonstruktioner och korrosion i metallkonstruktioner.



**Bild 1.** Öppennock, helt öppen och med tak

Tillluftsöppningarnas areal bör vara minst lika stor som frånluftsöppningarnas areal. Vid placeringen av öppningarna bör man bl.a. beakta den inverkan tilluftens strömningshastighet har på stalluften samt att tilluftens fördelning är så jämn som möjligt i hela rumsutrymmet. Till frånluftsöppningarnas ytkonstruktioner av trä bör man använda impregnerat virke eller annat fukttåligt material.

## 2.3 Ventilation

Uppgifter som utvisar ventilationsanordningarnas effekt bör för varje utrymme anges i huvudritningarna, som vid behov kompletteras med detaljritningar eller med skriftliga anvisningar.

Vid dimensionering av ventilationen rekommenderas som riktvärden de i tabell 2 angivna talen. Ventilationen kan ordnas antingen på naturlig eller maskinell väg.

När det gäller självdragsventilationssystem anges tillufts och frånluftsöppningarnas areal i  $m^2$  (varje öppningsgrupp sammanräknad) samt för maskinellt ventilationssystem fläktarnas effekt i  $m^3/h$ .

### 2.3.1 Självdragsventilation

Vid planering av självdragsventilation, dvs. naturlig ventilation, bör beaktas att dess funktion grundar sig på tryckdifferensen, som föranleds av skillnaden mellan ute- och inneluftens täthet och inlopps- och utloppsöppningarnas nivåskillnad.

Om somrarna kan ventilationen effektiviseras t.ex. genom att hålla dörrar och fönster öppna. Därför finns det skäl att göra 10...15 % av fönstren eller minst två fönster öppningsbara i djurstallet. Dessa bör i mån av möjligheter placeras på olika sidor i byggnaden och även utmärkas i planritningen.

Frånluftskanalen bör placeras så centralt som möjligt med hänsyn till djurens värmeproduktion. Kanalen borde placeras invid en gång eller på annan lättillgänglig plats. Frånluftskanalens väggar bör värme- och fuktisoleras åtminstone i motsvarighet till värmeisoleringsförmågan hos byggnadens ytterväggar. Kanalen bör vara försedd med en reglerbar klaffventil.

I isolerat djurstall kan frånluften ledas ut via ventilationsspringa i takåsen (bild 1). Öppningens bredd dimensioneras i enlighet med ventilationsbehovet och är i allmänhet högst 300 mm. Öppningen bör enligt behov vara lätt reglerbar och dess konstruktion skall hindra snö och regn att tränga in i djurstallet.

### 2.3.2 Maskinell ventilation

Maskinell ventilation grundar sig på en med fläkt åstadkommen tryckdifferens. Vid planering av maskinell ventilation bör fackkunnig anlitas.

I undertryckssystemet tas luften på maskinell väg ut genom en eller flera frånluftsöppningar, varvid det uppstår undertryck i rummet, och därigenom strömmar tilluft in i djurstallet via tilluftsöppningarna eller genom luftgenomträngligt tilluftstak.

I neutraltryckssystemet finns både i tillufts- och frånluftsöppningarna en fläkt och de fungerar så att varken övertryck eller undertryck i nämnvärd grad uppstår i stallet. Ventilationsöppningarna bör dock placeras så att minimiventilationsvolymen aldrig underskrids och att det råder ett svagt undertryck i djurstallet.

Övertryckssystem borde ej användas i djurstallar, eftersom övertrycket förorsakar strömningar via genom isoleringsmaterial på grund av läckor i fuktspär, med fuktskador som följd.

I händelse av elavbrott bör det finnas ett reservventilationssystem. Fläktarna bör placeras i vertikala ventilationstrummor ur vilka luften åker ut av självdrag när fläkten avstannat. I djurstallar med maskinell ventilation skall på grund av elavbrott eller motsv. finnas tillräckligt med öppningsbara fönster, dörrar eller luckor. I broilerhallar, större svinstallar och i andra större djurstallar behövs ofta elgenerator som garanterar eltillförseln vid elavbrott, se punkt 2 Husdjursbyggnader.

### 2.3.3 Beaktande av vindens inverkan

Tryckdifferens som föranletts av vinden mellan byggnadens vind- och läsida är ca 70 Pa vid en vindhastighet på 10 m/s. Då undertrycket föranlett av fläkten vid undertrycksventilation ofta är kring 5.. 10 Pa, fungerar ventilationen inte på önskvärt sätt. Vindens inverkan kan i självdrags- och undertrycksventilationssystemen förebyggas genom att placera tilluftsöppningarna på en vindskyddad

plats. Tilluften kan exv. tas in från ett ventilerat vindsutrymme genom mellantaket. Om tilluften tas in genom vindsbjälklaget mitt i byggnaden, bör

man se till att tilluften inte blir varm på sommaren. Av denna orsak är det bra att isolera tilluftskanalen.

**Tabell 2. Husdjurens temperatur- och fuktavgivning samt rekommenderade värden på ventilation i värmeisolerade djurstallar vintertid.**

Djur	Vikt kg	Djurens Ålder mån.(dgr)	Rekom- mende- rad temp., °C	Relativ fukthalt max-%	Värme- avgivning W/djur	Fukt- avgivning g/h	Ventilation, m <sup>3</sup> /h	
							min	max
Mjölkkö	400...500		12	85	700	400	55	310
Mjölkkö	600		12	85	800	450	65	330
Mjölkkö	700		12	85	850	500	70	360
Kviga och sinko	500		12	85	600	400	50	240
Kalvar, rekrytering	400	18	12	85	500	300	40	200
Kalvar, rekrytering	300	9	12	85	400	250	30	150
Kalvar, rekrytering	150	5	12	85	250	150	20	100
Spädkalv	75	2	12	85	100	75	10	55
Gödkalv	600	20	12	80	600	750	110	250
Gödkalv	500	16	12	80	550	500	80	230
Gödkalv	300	10	12	80	400	450	55	180
Gödkalv	200	6	12	80	350	350	50	150
Gödkalv	100	3	12	80	250	200	30	100
Sugga + smågrisar ( 7 st)	200+10*7		16 (32)	80	550	450	35	250
Sinsugga	200		12	80	350	100	20	150
Galt	200	12	12	80	350	100	20	150
Gylta, rekrytering	< 200	< 3	16	80	150	75	20	150
Smågris	20	3	20	80	60	60	5	30
Smågris	10	1	22	80	30	40	3	30
Sugga i produktion (Alla djur i samma utrymme - suggor, smågrisar, galtar)			16	80	480	220	35	260
Gödsvin, kontinuerlig drift	30...110	3...7	16	80	110	100	10	70
Gödsvin, omgångsuppfödning	110	5...7	16	80	200	150	15	100
Gödsvin, omgångsuppfödning	90	3...5	16	80	150	120	13	80
Gödsvin, omgångsuppfödning	60	2...3	16	80	100	90	10	60
Gödsvin, omgångsuppfödning	30	1...2	18	80	75	70	7	40
Höna	2	> 5	18	70	10	5	0.5	6
Broiler	1.7	35 dgr	21	75	10	5	0.8	5.0
Broiler	1.0	25 dgr	23	75	10	5	0.5	3.0
Broiler	0.5	16 dgr	27	75	5	2.5	0.3	2.5
Broiler	0.1	5 dgr	31	75	1	1	0.1	0.5
Broiler	0.05	1 dgr	34	70				
Får	< 100	> 2	10	80	150	80	10	50
Får	10	< 2	10	80	50	20	2	15
Häst (arbets)	500		10	80	650	200	30	240
Häst (tävlings)	500		14	80	650	220	35	350

Maximi lufthastighet i djurens vistelsezon vintertid är 0.25 m/s.

Under varmare årstid tillåts större lufthastighet

### 2.3.4 Förhindrande av gödselgasolägenheter i flytgödselsystemet

**För att förhindra att gödselgaserna tränger in i djurstallet skall ett vattenlås placeras mellan flytgödselkanalerna och -behållaren. En luftmängd som motsvarar minimiventilationen skall tas ut via gödselkanalen. Vattenlåset bör utmärkas i planritningen. Slutna flytgödselkanaler mellan behållare och djurstall får inte ha ventilationsöppningar då ventilationen i djurstallet fungerar med undertryck.**

För att minska gödselgasolägenheterna är det önskvärt att leda tilluften direkt till djurens andningszon ovanför foderbordet.

Skadliga gas- och föroreningshalter får endast under kortare tidsperiod överstiga värdena i tabell 3.

**Tabell 3. De största godtagbara halterna för farliga gaser, ppm = miljondel (=cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)**

Koldioxid, CO <sub>2</sub>	3000 ppm	
Ammoniak, NH <sub>3</sub>	10 ppm	(25 ppm) <sup>1)</sup>
Svavelväte, H <sub>2</sub> S	0.5 ppm	
Kolox, CO	5 ppm	
Organiskt damm	10 mg/m <sup>3</sup>	

<sup>1)</sup> I fjäderfästallar

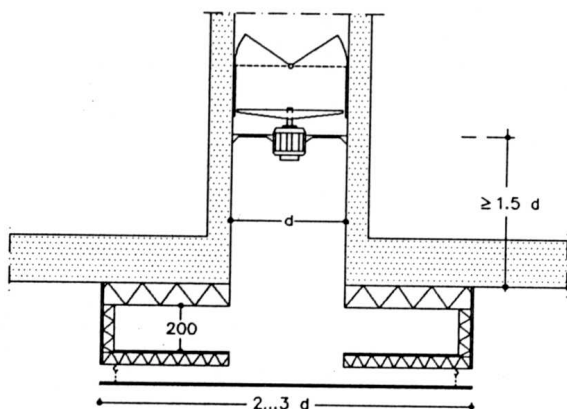
### 2.3.5 Ventilationsanläggningarnas buller-dämpning

**Djuren får inte kontinuerligt utsättas för buller som överstiger 65 dB (i samtliga djurskydds-krav från JSM:s avdelning för livsmedel och hälsa)**

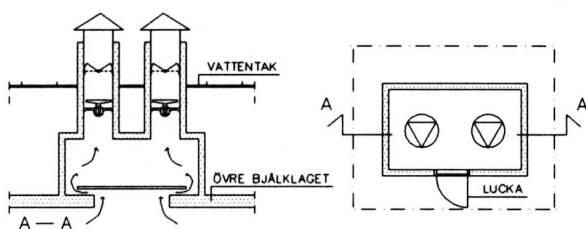
Fläktarnas driftsljud och ljud som luftens strömning i fläkten och luftkanalerna åstadkommer, skall dämpas till en godtagbar nivå med hjälp av ljuddämpare.

Ljuddämparen byggs framför inloppet till fläktrumman, t.ex. som i bild 2. Fläktarna kan också placeras i ett särskilt fläktrum (bild 3), vars innerväggar bekläds med ljudabsorberande material.

Axialfläktarnas varvtal påverkar ljudnivån varför man såvitt möjligt bör välja en sådan fläkt, vars varvtal inte överstiger 1000 r/min.



**Bild 2.** Ljuddämpare placerad framför fläktens utsugningsöppning.



**Bild 3.** Fläktarna placerade i särskilt fläktrum, vars innerväggar bekläds med ljudabsorberande material.

## 2.4 Uppvärmning

Djurstallens värmeförbrukning beror på temperaturdifferensen inne och ute, ventilationsbehovet samt konstruktionernas U-värde, byggnadens storlek och form.

### 2.4.1 Dimensionerande utetemperaturer

Det väsentligaste att beakta vid dimensionering av uppvärmningsanordningarnas effekt är differensen mellan inne- och utetemperatur. Av denna or-

sak har för varje ort fastställts det gradtal, som dygnsmedeltemperaturen underskrider i medeltal 5...7 gånger per år. Vid uträkning av värmeeffektbehovet i gödsvinstallar används dock ett gradtal, som i medeltal underskrids 3...4 gånger om året. För broilerhönshus används såsom dimensionerande utetemperaturer åter de värden som ges i Finlands byggbestämmelsesamling, del D5, p.g.a. broilerkycklingarnas känslighet mot temperaturförändringar. I tabell 4 ges dimensionerande utetemperaturer områdesvist.

**Tabell 4.** Områdesvisa dimensionerande utetemperaturer för djurstallarnas ventilationsplanering

	OMRÅDE, (tab. 6, bild 4)			
	I	II	III	IV
Generellt	-22	-24	-27	-30
Gödsvinstallar	-24	-27	-30	-34
Broilerhallar	-26	-29	-32	-38

(Byggs D5)

### 2.4.2 Byggnadsdelarnas värmeisolering

Vid bestämmande av värmeisoleringsbehovet för varma och speciellt uppvärmda djurstallar bör områdesindelning enligt bild 4 användas. Konstruktionernas värmegenomgångstal (=U-värde) och isoleringstjocklek, då mineralull eller annan isolering med motsvarande isoleringsförmåga används som isoleringsmaterial, bör vara minst i enlighet med tabell 5. Dessa värden omfattar ej kalla lösdriktstallar eller andra oisolerade djurstallar (fårstallar, byggnader för pälsdjur). Vid planering av kalla lösdriktladugårdar bör man se till att en dragfri djurmiljö uppnås.

I byggnad som saknar värmesystem, får U-värdet för ytterväggarna och övre bjälklaget vara större än värdena i tabell 5.

Som ytterväggskonstruktion kan man t.ex. i häststall och fähus använda minst 150 mm tjock stock (U-värde högst 0.7 W/m<sup>2</sup>K) eller annan massiv konstruktion med motsvarande isoleringsförmåga.

### 2.4.3 Bestämmande av värmebalansen

Ventilationens volym har fast anknytning till byggnadens värmebalans. Den värmeeffekt som djuren och värmealstrande apparater avger borde vara lika stor som summan av den värmeeffekt som strömmar ut genom byggnadens väggar, tak och golv samt genom ventilationen.

Från tabell 6 kan man fastställa behovet av tilläggsvärme, då sådana isoleringstjocklekar som angetts i tabell 5, har använts i byggnaden. Om det tilläggsvärmebehov som getts i tabellen är mindre än 10 W/m<sup>2</sup>, är uppvärmningsanordningar obehövliga.

Beräkningsbas för tabellen utgörs av måttsättnings-, temperatur- och ventilationsrekommendationerna. Dimensionerande utetemperaturer och

värmeisoleringstjocklekar, enl. tab. 4 och 5. Som djurstallets innerhöjd har antagits 2.7 m.

**Tabell 5.** Konstruktionernas rekommenderade värmeisoleringstjocklekar [mm] ( $\lambda_n = 0.040 \dots 0.045 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) och maximala U-värde ( $U_M$ ) [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ].

	I,II OMR.	III OMR.	IV OMR.
Yttervägg och därmed jämförbar mellanvägg <sup>1)</sup>	125 $U_M=0.4$	125 $U_M=0.4$	125 $U_M=0.4$
Övre bjälklag och därmed jämförbart mellanbjälklag <sup>1)</sup>	150(200) $U_M=0.30$	175(225) $U_M=0.26$	220(250) $U_M=0.24$
Sockelns o. golvplattans (ytterväggsomr.) isoleringstjocklek	50	50	50
Fönster, antal glas	2 st	2 st	2 st
Ytterdörrar, isoleleringstjocklek	50	50	50

<sup>1)</sup> För broilerhönshusets yttervägg är  $U_M=0.3$  och för övre bjälklaget  $U_M=0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$

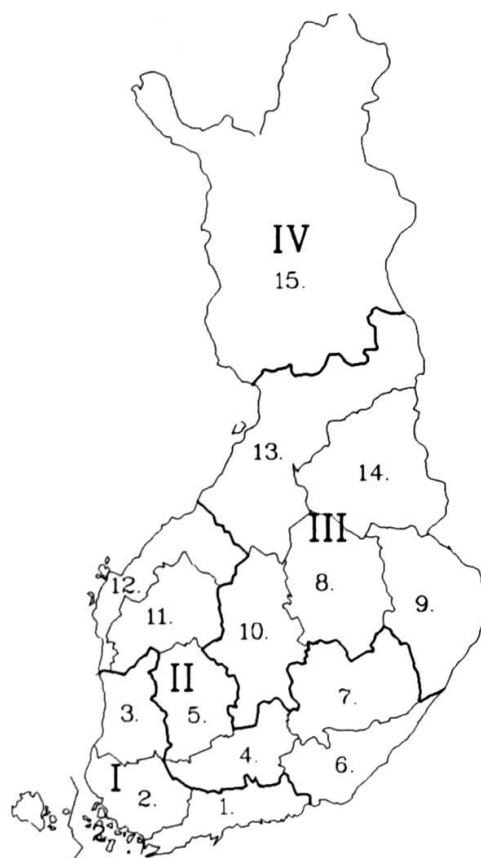
**Tabell 6.** Djurstallens riktgivande behov av tilläggsvärme, [ $\text{W/m}^2$ ]

Område	Djurstallets areal	Ladugård 0.11- 0.13 Ne/m <sup>2</sup>	Sugg-stall 0.1-0.2 Su/m <sup>2</sup>	Göd-svin-stall 0.6- 1.0 S/m <sup>2</sup>	Höns-hus 12-15 Hö/m <sup>2</sup>	Broiler hall ca.20 Br/m <sup>2</sup>
	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
I	≤ 300	25	40	50	5	90
	> 300	20	35	45	0	75
II	≤ 300	35	45	60	10	95
	> 300	30	40	55	5	80
III	≤ 300	45	50	70	20	100
	> 300	40	50	60	10	85
IV	≤ 300	60	60	80	30	110
	> 300	55	55	70	20	95

Korr. faktor	Omr. I	Omr. II	Omr. III	Omr. IV
C <sub>1</sub>	1.0	1.1	1.2	1.3
C <sub>2</sub>	1.0	1.1	1.3	1.6

I tvåvåningsbyggnader används ytterligare faktorn 0.75

Område	TE-central
I	1.Nyland, 2.Egentliga-Finland, 3.Satakunda
II	4.Tavastland, 5.Birkaland, 6. Kymmene, 7. Södra Savolax, 11.Syd-Österbotten, 12.Österbotten
III	8. Norra-Savolax, 9. Norra-Karelen, 10. Mellersta-Finland, 13. Norra-Österbotten, 14.Kajanaland
IV	15. Lappland



**Bild 4.** Zonindelning för dimensionering av värme-effektbehov

#### 2.4.4 Uppvärmningsanordningar

Då tilläggsvärme behövs, bör man ta reda på vad det årliga energibehovet är. Utgående från energibehovet och värmeanordningarnas anskaffningskostnader väljer man en lämplig uppvärmningsanordning. Om det årliga energibehovet är litet, har anordningarnas nyttoeffekt och priset för värmeenergin inte lika stor betydelse som anskaffningskostnaderna. Om den behövliga värmemängden i djurstallet per år är stor, kan det vara ändamålsenligt att utnyttja bostadsbyggnadens värmecentral.

I vissa fall kan det löna sig att ersätta tilläggsvärmebehovet med en värmeväxlare som tillvaratar en del av den värme som avgår vid luftväxlingen. Grovt taget kan man säga att värmeväxlarens effekt är ca 20 % av den värmeeffekt som avgår i samband med ventilationen. För att man skall kunna följa med att luftväxlingen fungerar, rekommenderas det att husdjursbyggnaderna förses med termometrar utomhus och inomhus.

I stora djurstallar, där ventilationsluftens volym är stor och värmeförlusterna av denna orsak höga, är det lönsamt att koppla en värmeåtervinningsapparat till utsugningsfläkten. Överskottsvärmen kan även användas för uppvärmning av vatten eller för en annan byggnad.

### 3. ÖVRIGA PRODUKTIONSBYGGNADER

#### 3.1 Gårdsbrukets servicebyggnader

Med gårdsbrukets servicebyggnader avses här uppvärmda maskinhallar samt produktionsbyggnader för företagsverksamhet.

Temperaturen i dessa utrymmen bestäms enligt användningsändamål. Rumshöjden är i allmänhet högre än bostadsbyggnadens, och exv. stora dörrar i garage ändrar snabbt temperaturen. Effektbehov och årsförbrukning kan grovt bestämmas enligt formel 3.1a och 3.1b. Denna effekt används vid beräkning av riktkostnaderna. Rumshöjden är  $\leq 5$  m. Korrigeringsfaktorerna  $C_1$  och  $C_2$  är de samma som i tabell 1,  $A_1$  = uppvärmd bottenareal,  $m^2$ ,  $h$  = rumshöjd, m.

Värmeeffektbehov:

$$P = C_1 \cdot 0.03 \cdot A_1 \cdot h \quad [\text{kW}] \quad (3.1a)$$

Årlig värmeförbrukning::

$$Q = C_2 \cdot 40 \cdot A_1 \cdot h \quad [\text{kWh}] \quad (3.1b)$$

#### 3.2 Spannmålstorkar

##### 3.2.1 Varmluftstorkar

Varmluftstorken är normalt av silo- och torksektionstyp, i vilken spannmålen kontinuerligt cirkulerar uppifrån nedåt. Torkningsluftens temperatur borde vara 50...70°C.

Torkens luftintag borde placeras på byggnadens solsida, där luftens fuktighet i allmänhet är lägre och temperaturen högre än på skuggsidan.

Värmeförbrukningen beror på spannmålsmängd som skall torkas och sädens fukthalt. Från formel 3.21 fås torkugnens riktgivande effektbehov.

Torkugnens effektbehov

$$P_k = 25 + 1.5 \cdot V_k \quad [\text{kW}] \quad (3.2.1)$$

Varmluftstorkens ugnseffekt =  $P_k$  [kW]

Torkens volym =  $V_k$  [hl]

##### 3.2.2 Kalluftstorkar försedda med tilläggsvärme

För att höja inblåsningsluftens temperatur, kan användas värmeväxlare med tillförd värmeenergi från gårdens värmecentral, eller t.ex. från solen. På grund av den stora luftvolym som används vid torkning, utgör den möjliga temperaturhöjningen endast några få grader. Av denna orsak bör solfångarens yta vara tillräckligt stor i förhållande till torkvolymen.

Att ansluta värmepanna för kalluftstorkning anses i allmänhet inte ekonomiskt ändamålsenligt.

Riktkostnaden för en kalluftstork som tillgodogör sig tilläggsvärme från solenergi, är 20 % högre än kalluftstorkens rikt kostnader.

Vid planering av solfångare för kalluftstorkning (spannmål, hö eller flis) bör följande saker iakttagas:

- Luftströmmen inne i solfångaren bör vara under kontroll. Vinden eller det naturliga draget (varm luft stiger uppåt) får ej störa luftströmmen.
- Solfångaren får ej strypa luftmängden.
- Våt, utgående luft får ej blandas i torkluften.
- Luftintaget bör placeras på byggnadens varmare sida (sydväggen).
- Kalla betong- och tegelytor som kommer i beröring med torkluften exv. i torkkanaler bör isoleras, även plåtytor på skuggsidan kan sänka torkluftens temperatur.

Kalluftstork rekommenderas inte på sådan plats, där luften kan antas vara fuktigare än genomsnittet.

#### 3.3 Växthus

För besparande av energi bör växthusets ventilationssystem förses med en automatisk styrningsanordning. Växthuset bör alltid hanockventilering eller annat motsvarande system, med vilket erhålles en effektiv och jämn fördelning av frisk luft i växthuset. Värmeregleringen bör alltid vara automatisk och skild för varje utrymme.

Vid bestämmande av växthusets värmeeffektbehov bör beaktas konstruktionstyp och täckmaterialets k-värden, växternas värmebehov och odlingssäsongens längd som påverkar dimensioneringstemperatur.

Värmeanläggningens minimieffekt  $P_{\min}$  kan approximativt bestämmas enligt formel 3.3. Denna effekt används vid beräkning av rikt kostnaderna.

Värmeanläggningens minimieffekt rekommenderas överdimensionerad med ca 20 %, för att förhindra möjliga frysskador på växterna under extrema köldperioder.

Växthuspannans minimieffekt

$$P_{\min} = k_1 \cdot A_2 \cdot \Delta T \cdot 10^{-3} \quad [\text{kW}] \quad (3.3)$$

$k_1$  = omvandlat k-värde,  $[\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$  se tabell 7.

$A_2$  = växthusets bottenareal  $[\text{m}^2]$

$\Delta T$  = temperaturskillnad ute-inne  $[\text{K}]$ , enligt tab. 8.

**Tabell 7.**  $k_1$ -värden, omvandlat U-värde enligt växthusens bottenareal

Täckmaterial	$k_1$ - värde [W/m <sup>2</sup> K]
Glas 4 mm i tak och 3(4) mm i vägg	11.2
Dubbelskiva av polykarbonat eller akrylplast 3.5...16 mm på väggar. Glas i tak.	9.5
Dubbelskiva av polykarbonat eller akrylplast i tak och väggar	6.2
2-dubbel plastfolie 0.2 + 0.1 mm	6.9

**Tabell 8.** Vintertida temperaturdifferenser,  $\Delta T$ , [K]

Växtslag	Område <sup>1)</sup>			
	I	II	III	IV
Tomat, paprika	40	43	46	52
Gurka	42	45	48	54
Sallat, persilja, dill, redisa	30	32	35	40

<sup>1)</sup> Områden som i tabell 1.

## 4 UPPVÄRMNINGSSYSTEM

### 4.1 Val av uppvärmningssystem

Val av uppvärmningssystem baserar sig på värmeeffektbehov. Tillgången till eget eller på annat sätt förmånligt bränsle bör beaktas. Värmeanläggningens investeringskostnader bör ställas i relation till värmeeffektbehov. När värmeeffektbehovet är litet, bör komplicerade och överdimensionerade system undvikas.

### 4.2 Energikällor

#### 4.2.1 Förnybara energikällor

Såsom förnybar energikälla anses trä, torv, halm, gödsel och lantbrukets avfall eller produkter i olika former samt jord-, vatten-, luft-, vind- och solenergi.

#### 4.2.2 Inte förnybara energikällor

Såsom inte förnybar energikälla anses olja, stenkol, flytgasprodukter samt elektricitet och andra i punkt 4.1.1 onämnda energikällor.

#### 4.2.3 Bränslens värmevärde

Värmevärden för olika bränslen finns angivna i tabell 9. I tabellen har beaktats normal bränslekvalitet, verkningsgrad samt genomsnittliga förluster vid överföring och lagring av värme.

**Tabell 9.** Värmevärden för olika bränslen

Bränsle	Effektivt värmevärde [kWh/m <sup>3</sup> ]	Verkningsgrad	Värmevärde som kan utnyttjas [kWh/m <sup>3</sup> ]	Slutl.värmevärde efter värmeförluster (kanaler, beredare, panna)	m <sup>3</sup> -behov per 10 MWh årlig energiförbrukning
Ved	1500 (travad)	0.6...0.7	900...1100	700...900	14
Flis	800	0.6...0.7	500...600	400...500	25
Bittorv	1300	0.6...0.7	800...900	600...700	17
Torvbrikett	4000	0.6...0.7	2400...2800	1900...2400	5
Torvpellets	3100	0.6...0.7	1900...2200	1500...1800	7
Halm 80-100 kg/m <sup>3</sup>	300...340	0.5...0.6	150...200	130...170	77
Olja bo.1 (lätt)	10000	0.7...0.85	7000...8500	6000...7300	1.7
Olja bo.4 (tung)	10500	0.7...0.85	7400...9000	6300...7700	1.6
Frästorv	800	0.6...0.7	500...600	400...500	25
Stenkol	5800	0.6...0.7	3500...4100	3000...3500	3.3
Antrasit	8600	0.6...0.7	5200...6000	4400...5100	2.3

### 4.3. Pannanläggningar

#### 4.3.1 Pannrum

Vid pannrummets rumsdimensionering bör beaktas utrymmeskrav för panna och övriga anordningar samt för bränslets påfyllning och anordningarnas service. Vid användning av förnybar energi är pannrummets minimiareal 5 m<sup>2</sup>. Utrymme bör reserveras för bränslepåfyllning, avlägsnande av aska, sotning samt rengöring och skötsel av panna och övrig utrustning. Utrymme framför pannan bör vara minst lika med pannans djup, dock minst 1000 mm. Framför sotningsöppningar krävs fritt utrymme minst 600 mm. I växthusens pannrum skall utrymme reserveras för huvudpan-

na och en reservpanna. Dörrarna bör vara tillräckligt stora för eventuellt pannbyte. Utrymmesbehov för oljebrännare vid utsvängd frontlucka bör beaktas. För underlättande av askans borttagning är en upphöjning av pannan (ca 200 mm) att föredra.

När det gäller ackumulerande värmesystem, bör i planeringsskedet tas i beaktande utrymmesbehov för ackumulator. Ackumulatorm kan även placeras i annat rum, se 4.4.2, tabell 10.

Pannrummets innerytor skall vara lättrengjorda. Pannrummet skall utrustas med vattenkran och golvbrunn.



Pannrummet skall värmeisoleras. Dessutom bör säkerställas, att rörledningar inte slipper att nedkylas vid ytterväggar eller i närheten av ventilationsöppningar. Pannrummet skall förses med friskluftintag enligt bestämmelserna för ifrågavarande panneffekt.

Krav på brandsäkerhet för pannrum ges i JSM-BBA C5 samt i Finlands Byggbestämmelsesamlings avsnitt E9: *Brandsäkerheten i pannrum och bränsleförråd, anvisningar*. Lantbruksbyggnader är mestadels av brandklass P3 och brandfarlighetsklass 1.4.3.2 *Panna*

Panna ämnad för användning av förnybar energikälla bör vara testad av Statens tekniska forskningscentral eller motsvarande oberoende inrättning. I undantagsfall kan godkännas av ovan nämnda otestad panna eller förugn kopplad till panna, ifall pannan kommer i egen användning.

#### 4.3.3 Skorsten i pannrum

Rökkanaler skall dimensioneras i enlighet med Finlands Byggbestämmelsesamlings avsnitt E3, *Små rökkanaler, anvisningar 1988*.

Skorstenen dimensioneras enligt panneffekt och ifrågavarande bränsletyp. Rökkanalens längd och tvärsnittsytan bör uppfylla panntillverkarens rekommendationer. Mindre pannors, under 30 kW, rökkanals minimiyta är för oljepanna ca 150 cm<sup>2</sup> och för vedpanna ca 200 cm<sup>2</sup>. Vid användning av förnybar energikälla bör man sträva till en skorstenslängd på minst 7 m. Detta kan i enplanshus ordnas genom att pannrummet placeras i källaren, eller genom att planera ett pannrum med servicebrygga sålunda att pannrumsgolvnivån är ca 2000...2500 mm lägre ned än övrig golvnivå. Murade rökkanaler görs dubbelmurade. Stålrörsskorstenar bör tåla rökgasernas frätande åverkan. Stålkkanaler skall alltid vara isolerade och skyddsbeklädda med plåt eller murning. Högre skorstenar skall förses med sotningsstege.

## 4.4 Vattencentralvärmesystem

Vid vattencentralvärme, kan uppvärmningssystemet antingen vara direkt eller ackumulerande.

#### 4.4.1 Direkt vattencentralvärme

För pannor ämnade för direkt uppvärmning med bränsle från förnybar energikälla är det, med tanke på underlättande av bränslepåfyllning, ändamålsenligt att utrusta pannorna med tillräckligt stor påfyllningssilo eller påfyllningsautomatik. Ifall värmesystemet inte utrustas med ackumulator, bör man noggrant granska pannans verkningsgrad vid olika belastning, mao. verkningsgraden bör vara god även vid lågt effektuttag. En överdimensionerad panna fungerar ofta med låg verkningsgrad och tjärproblem uppstår. För direkt värmesystem rekommenderas panna med underförbränning.

Vid direkt uppvärmningssystem bör ifrågavarande pannas effekt ej nämnvärt överstiga byggnadens maximala värmeeffektbehov.

#### 4.4.2 Ackumulerande värmesystem

Ackumulatoren rekommenderas bli dimensionerad så, att dess värmekapacitet under den kallaste årstiden klarar av minst ett dygn per uppladdning. Värmekapaciteten borde därför utgöra byggnadens erforderliga topeffekt gånger 20 timmar.

**Tabell 10. Panneffekt och ackumulatorstorlek**

Effekt behov P [kW]	Direkt uppvärmningssystem, rekommenderad panneffekt [kW]	Ackumulerande uppvärmningssystem	
		Rekom. panna [kW]	Rekom. ackum. volym [l]
5	5...6	15...20	1500...2000
8	8...9	24...32	2500...3000
10	10...12	30...40	3500...4000
12	12...14	36...48	4000...5000
15	15...18	45...60	5000...6000
20	20...24	60...80	7000...8000
30	30...36	90...120	10000...12000
50	50...60	150...200	15000...20000

Vid ackumulerande system bör pannans effekt överstiga byggnadens effektbehov 3...4 gånger. Se tab. 10. Ackumulatoren bör placeras i uppvärmt utrymme nära pannan. Till systemet är det möjligt att koppla kompletterande system med andra energikällor, såsom t.ex. solenergi under sommaren.

#### 4.3.4 Bränsleförråd

Bränsleförrådet bör planeras sålunda, att bränslets torkning är möjlig antingen på naturlig väg eller maskinellt. Det är fördelaktigt att göra bränsleförrådet oisolerat. Bränsleförråd i anslutning till bostad bör sålunda placeras vid yttervägg eller som del av kallt förrådsutrymme.

För tung brännolja (Bo.4), som närmast används som bränsle för värmesystem i växthusanläggningar, rekommenderas utanför byggnaden placera fristående isolerade cisterner, eftersom inbyggd cistern kräver mycket utrymme och brandtekniskt godtagbara konstruktioner. Tungoljecisternens volym borde vara minst 20 m<sup>3</sup>, att det är möjligt att fylla cisternen med en billast åt gången. Årligt bränslebehov fås från tabell 9.

Brandsäkerhetstekniska krav för bränsleförråd ges i JSM-BBA C 5 samt i Finlands Byggbestämmelsesamlings del E9: *Brandsäkerheten i pannrum och bränsleförråd, anvisningar*.

#### 4.3.5 Värmekanaler

Värmekanaler mellan byggnader bör grävas ned i torr jord, eftersom värmeförlusterna där är små. Kanalrörens monteringsdjup rekommenderas till 500... 800 mm med omkringliggande grusfyllnad. Fabrikstillverkade värmerörsledningar är att rekommendera eftersom värmeläckaget i dessa är



litet. Värmekanalens värmeförlust skall beaktas vid beräkning av värmeeffektbehovet. Dessa uppskattas till 20...30 W/m eller på årsnivå ca 150...250 kWh/m. Långa värmekanaler är ej lönsamma för små enheter.

## 4.5 Övriga uppvärmningssätt

### 4.5.1 Ugnsvärme

Ugnsvärme är ett traditionellt uppvärmningssätt, som nuförtiden fungerar som ett utomordentligt komplement till uppvärmning av verkstads- och verksamhetsutrymmen. Ugnen bör placeras centralt, där den kan värma möjligast stor del av byggnaden.

Värmeackumuleringskapaciteten är beroende på ugnens byggnadsmaterial och ugnens storlek. Ugnens massa bör vara minst 300 kg per m<sup>2</sup> värmeavgivningsyta (yttemperaturen ca 80°C). Värmeeffekten från en sådan ugn anses i medeltal vara 3...4 kW. Överdimensionering är att rekommendera, eftersom en liten ugn ofta tvingas utsättas för full effekt och därigenom slits fortare.

### 4.5.2 Elvärme

För direkt elvärme krävs inga större utrymmen såsom pannrum och bränslefförråd, endast utrymme för en varmvattenberedare. Investeringskostnaderna är därför låga. Elvärme rekommenderas för utrymmen som inte kräver kontinuerlig uppvärmning.

Termostatförsedda värmepaneler fördelas i rummen i enlighet med värmebehov och deras sammanlagda effekt bör utgöra byggnadens totala effektbehov frånräknat vattenvärmning.

För att uppnå möjligast förmånliga årskostnader för uppvärmning av kontinuerligt uppvärmda byggnader, rekommenderas att direkt elvärme kombineras med ugnsoldning. Beredaren för det varma bruksvattnet värms om möjligt med nattström.

För husdjursbyggnader krävs att elvärmeapparat uppfyller elkapslingsklass IP 34.

### 4.5.3 Jordvärme

Vid jordvärmesystem suger sk. värmepump värme från markbeståndet eller vattendrag där rörnät finns nedsatt. Värme flyttas med hjälp av vätska via rörledning till byggnad som skall värmas där temperaturen lyfts med hjälp av tryck till önskad nivå.

För detta värmesystem behövs lämpligt mark- eller vattenområde. Rörledningen kan placeras på havs-, sjö- eller åbotten, eftersom dess längd kan förkortas betydligt i jämförelse till markbundet.

Det lönar sig att dimensionera värmepumpen för deffektbehov, så att för topp effektbehovet behövs t.ex. ugn- eller elvärme. Eftersom värmepumpen drivs med elkraft rekommenderas att jordvärme kombineras med ugnsvärme.

### 4.5.4 Solenergi

Solenergi kan utnyttjas för förvärmning av luft i samband med kallluftstorkning och för varmvattenberedning sommartid. Vid val av solfångare bör man beakta, effektbehov, uppvärmningssystem samt värmefördelningssätt. Materialen måste hålla mot årstidernas temperaturväxlingar.

För bästa möjliga uppfångning av solenergi bör solfångaren riktas så, att maximum av solstrålningen infaller vinkelrätt mot dess yta. Solfångarnas placering och form bör planeras så att de är arkitektoniskt anpassade till byggnadens yttre form.

### 4.5.5 Biogas

Biogas framställs genom metanjäsning. Investeringskostnaderna är höga varför biogasanläggningar inte är lönsamma för mindre enheter. Biogasreaktorers volymuppgifter och producerande värmeeffekt ses i tabell 11.

**Tabell 11. Biogasreaktorers volymuppgifter**

	Djurantal		
	20 Kor	40 Kor	80 Kor
	200 S	400 S	800 S
	65 Em	130 Em	260 Em
	4000 K	8000 K	16000 K
Reaktorstorlek, m <sup>3</sup>	20	40	80
Årlig biogasprod., m <sup>3</sup>	13000	26000	51000
Nettoeffekt, kW	7.5	15	30

S=svin; Em=sugga; K=höna

### 4.5.6 Vindkraft

Vindkraft representerar utöver solenergin en ren energiform. Vindkraft kan främst användas som komplement till elnätet, eftersom vindförhållandena växlar.

Vindkraftsgeneratoren börjar normalt ge energi, när vindhastigheten överstiger 4 m/s och effekten ökar därefter tills vindhastigheten uppnår 10...11 m/s, då effekten i praktiken stabiliseras.

Vindhastighetens medelnivå är högst på jämna områden, t.ex. på havs- och kustområden eller stort slättland. Vindhastigheten och därigenom energiutbytet ökar från markytan uppåt.