



Sveriges lantbruksuniversitet  
**Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap**  
Swedish University of Agricultural Sciences  
**Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science**

# **Kalvhyddans utformning – påverkan på kalvens hälsa och komfort**

**Sofia Lindman**

---

**Examensarbete** / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **458**  
Uppsala 2013

**Degree project** / Swedish University of Agricultural Sciences,  
Department of Animal Nutrition and Management, **458**

Examensarbete, 15 hp  
Kandidatarbete  
Husdjursvetenskap  
Degree project, 15 hp  
Bachelor Thesis  
Animal Science

---





Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences  
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science  
Department of Animal Nutrition and Management

# Kalvhyddans utformning – påverkan på kalvens hälsa och komfort

**Sofia Lindman**

**Handledare:** Michael Ventorp, Bioteknik och teknologi  
Supervisor:

**Ämnesansvarig:** Anders Herlin, Bioteknik och teknologi  
Subject responsibility:

**Examinator:** Jan Bertilsson, Institutionen för husdjurens utfodring och vård  
Examiner:

**Omfattning:** 15 hp  
Extent:

**Kurstitel:** Kandidatarbete i husdjursvetenskap  
Course title:

**Kurskod:** EX0553  
Course code:

**Program:** Husdjursvetenskap - kandidatprogram  
Programme:

**Nivå:** Grund G2E  
Level:

**Utgivningsort:** Uppsala  
Place of publication:

**Utgivningsår:** 2013  
Year of publication:

**Serienamn, delnr:** Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 458  
Series name, part No:

**On-line publicering:** <http://epsilon.slu.se>  
On-line published:

**Nyckelord:** Kalvhydda, inhysningssystem för kalvar, byggnadsfunktion, kalvhälsa, smittryck  
Key words: Calf hutch, housing calves, building function, calf health, infection pressure, ventilation



I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida [www.slu.se](http://www.slu.se).

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. The department's degree projects are published on the SLU website [www.slu.se](http://www.slu.se).

<p>Sveriges lantbruksuniversitet Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap Institutionen för husdjurens utfodring och vård Box 7024 750 07 Uppsala Tel. 018/67 10 00 Hemsida: <a href="http://www.slu.se/husdjur-utfodring-varld">www.slu.se/husdjur-utfodring-varld</a></p>	<p><i>Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management PO Box 7024 SE-750 07 Uppsala Phone +46 (0) 18 67 10 00 Homepage: <a href="http://www.slu.se/animal-nutrition-management">www.slu.se/animal-nutrition-management</a></i></p>
--	--

## **Abstract**

This paper aims to, through a literature review, examine how to best design and adapt calf huts to meet the calf's physiological requirements and reduce the infection pressure for enteric and respiratory diseases. It illuminates how the calf relates to different temperatures and climate, which temperature control mechanisms it uses and its ability to perform these regulations, as well as providing a summary of the past decades' research on the calf huts housing system. These two theory chapters, along with a concluding discussion, provide a better understanding of how to, especially in temperate climates, design the most suitable calf hut, which cater to the calf's both thermal comfort and physical health. The literature suggests that the calf's own temperature control works well to counteract the temperature outside the desired range, and that one of the most important factors rather is ventilation of a calf hut, which reduces moisture and pathogens. The conclusion of this paper is mainly that there is not an obvious way to place and construct a calf hutch and that most design principles contribute to both positive and negative effects simultaneously. Another important conclusion is that there is hard to find enough information about this subject and that the literature often has been inadequate. Presumably there is more knowledge published about calves and material for huts than what the available literature shows. In the future, a better aggregate information is needed for a farmer or another keeper to easily construct the ultimate calf hut.

## **Sammanfattning**

Denna uppsats syftar till att genom en litteraturstudie undersöka hur man bäst konstruerar och anpassar kalvhyddor för att möta kalvens fysiologiska behov och minska smittrycket för enteriska och respiratoriska sjukdomar. Arbetet ämnar till att förklara hur kalven förhåller sig till olika temperaturer och klimat, vilka temperaturregleringsmekanismer den använder och möjligheten att utföra dessa regleringar, samt att ge en sammanställning av de senaste årtiondens forskning om kalvhyddor som inhysningsssystem. Dessa två teorikapitel, tillsammans med en avslutande diskussion, ger en ökad förståelse för hur man, framförallt i tempererade klimat, utformar den mest lämpade kalvhyddan, som tillgodoser kalvens både termiska komfort och fysiska hälsa. Litteraturen pekar på att kalvens egen temperaturreglering fungerar bra för att motverka temperaturer utanför det önskvärda intervallet och att en av de absolut viktigaste faktorerna snarare är ventilationen av kalvhyddan, som minskar fukt och smittoämnen. Slutsatsen i denna litteraturstudie är framförallt att det inte finns ett självklart sätt att placera och konstruera en kalvhydda på och att de flesta utformningsprinciper får både positiva och negativa konsekvenser samtidigt. En annan viktig slutsats i arbetet är att det saknas kunskap inom området och att litteraturen ofta varit bristfällig. Det finns antagligen mer kunskap om kalvar och om hyddmaterial än vad litteraturen som finns tillgänglig ger sken av. I framtiden behövs en bättre sammanställd information behövas för att en lantbrukare eller annan djurvårdare enkelt ska kunna projektera den ultimata kalvhyddan.

## **Introduktion**

Kalvhyddan som placeras utomhus har använts som inhysningsystem för kalvar sedan början av 1970-talet i USA, främst på grund av hyddans tendens till att minska kalvars dödlighet (Hoshiba, 1986). Många studier och experiment har utförts där olika inhysningsystem har testats och analyserats. En del resultat visar att valet av inhysningsystem inte påverkar kalvens tillväxt och överlevnad (Jorgenson et al., 1970; Van Horn et al., 1976 & McKnight, 1978), medan andra visar att hållning av kalvar i hyddor kan minska dödligheten och risken för smittospridning (Webster, 1984; Hoshiba, 1986). Det är vanligt att inhysa kalvar i hyddor i åldern 0-2 månader eftersom det är under denna period de får tillgång till mjölk. Kalven löper

störst risk att utsättas för sjukdomar och dö under de två första levnadsveckorna (Wells et al., 1996) vilket belyser vikten av att inhysa kalvar på ett hygieniskt sätt där risken för smitta reduceras. Kalvhyddor kan utformas på olika sätt både gällande placering och material och planeringen av hyddorna har en direkt påverkan på djuren och människorna som jobbar i denna miljö.

Det är viktigt att tillgodose kalvens fysiska hälsa när man planerar en kalvhydda. Kalvar upprätthåller sin kroppstemperatur med flera olika regleringsmekanismer som justerar värmeförlusten och värmeproduktionen från kroppen (Sjaastad et al. 2010). Det är därför betydelsefullt att skapa bra mikroklimat och försöka motverka den negativa påverkan extrema väderförhållanden har på kalven. Detta är viktigt för att kroppstemperaturen ska hållas konstant och för att en maximal andel av fodrets energi ska kunna användas för tillväxt och i framtiden för dess mjölkproduktion (Sjaastad et al., 2010).

De senaste 20 åren har kalvhyddan blivit ett populärt och viktigt alternativ för inhysning av kalvar under mjölkperioden i många länder. Detta eftersom inhysnings sättet ger ett skydd mot omgivningen, minskar spridning av sjukdomar och förenklar möjligheten att observera och behandla sjuka kalvar. Eftersom kalvar ofta inhyses individuellt i dessa hyddor blir antalet smittvägar reducerat. Vid gruppställning av flera kalvar blir antalet smittvägar markant större (SJV, 2003). Kalvhydda med fälla ger även kalven möjlighet att röra sig både inomhus och utomhus och uppmuntrar denna att avge urin och avföring utomhus vilket ger en renare miljö inne i hyddan (Macaulay et al., 1995).

Kalvhyddan som inhysningsmetod studerades först av Davis et al. (1952) där forskarna kunde fastställa att den portabla fällan var ett effektivt sätt att kunna kontrollera och minska risken för sjukdomar hos kalvar, även under extremt kalla förhållanden. Efter 1954 har många studier gjorts gällande just kalvhyddans effekt på tillväxt, beteende, foderåtgång och hantering av kalvar (Hoshiba, 1986). Dock finns det brister i informationen om hur man ska utveckla en sådan hydda som positivt kan påverka kalven, där en sammanställning av själva utformningen saknas. Viktigt att nämna är även att kalvhyddan bör skötas på ett bra och hygienmässigt sätt som många gånger glöms bort eller inte hinns med. Denna uppsats syftar till att skapa en överblick över de senaste forskningsrönen genom att läsa, jämföra och analysera böcker och skrifter som behandlar kalvars inhysning i hyddor utomhus, med fokus på hur kalvar påverkas av hyddans placering och konstruktion, rådande klimat och väder samt kalvarnas gruppstorlek.

Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka hur man kan konstruera och anpassa kalvhyddan för att bäst möta kalvens fysiologiska behov och minska smittrycket för enteriska och respiratoriska sjukdomar i tempererade klimatzoner. Uppsatsens första avsnitt behandlar några hälsoaspekter hos kalven som kan komma att påverka kalvhyddans utformning medan andra delen beskriver hur kalvhyddans konstruktion bör se ut för att möta kalvens behov av en god närmiljö och hälsa. Arbetet kommer däremot ej ta upp hur kalvens beteende påverkas av det studerade inhysningssystemet, då arbetets omfattning inte tillåter det. En ytterligare avgränsning som gjorts är att undersökningen främst inriktar sig på att beskriva hyddans önskade utformning, placering och termiska närmiljö i ett klimat likt vårt nordiska. Vidare kommer litteraturundersökningen ej uppmärksamma eller behandla hur människans perspektiv och arbetsmiljö ser ut och påverkas.

## Litteraturgenomgång

### Kalvens temperaturreglering och behov av termisk komfort

Kalvar är som alla andra däggdjur homeoterma vilket innebär att de måste hålla en konstant kroppstemperatur, som bör ligga runt 38,5-39,5° C (Sjaastad et al., 2010), för att kroppens livsviktiga funktioner ska fungera normalt. Detta sker genom flertalet regleringar i kroppen som balanserar värmeproduktionen från metabolismen mot den värmeförlust som sker till omgivningen. Djurets värmeväxling med omgivningen sker dels evaporativt, genom hud och luftvägar, och dels icke-evaporativt (strålning, ledning, konvektion) som främst beror på temperaturskillnaden mellan djurets yta och omgivning. Värmetransport genom strålning, ledning och konvektion följer alltid värmegradienten, från varmare till kallare. *Strålning* i en stallbyggnad bestäms av vilken temperatur väggar, tak och golv har. När hudtemperaturen är högre än medeltemperaturen i omgivningen kommer djuret förlora värme genom strålning. Värme överförs genom *ledning* från kroppsytan till föremål som är i direkt kontakt med kalven. *Konvektion* är överföring av värme genom luft eller vatten som efter uppvärmning genom ledningsmekanismen stiger från hudens yta och ersätts med kallare luft (Sjaastad et al., 2010). Med hjälp av konvektion kan kalven reglera värmeförlusten genom dilation eller kontraktion av blodkärlen under huden. Dessutom har kalven en *evaporativ* avgivning/avdunstning i form av flämtning och svettning från luftvägar respektive hud (Webster, 1984; Kadzere et al., 2002).

### **Termoneutrala zonen**

Vid inhysning av kalvar utomhus är det viktigt att den termoneutrala zonen (TNZ), det vill säga ett visst intervall i omgivningstemperaturen, upprätthålls. TNZ beskrivs enligt Sjaastad et al. (2010) som det omgivningstemperaturintervall där djur kan hålla sin värmebalans utan vidare ansträngning och där, enligt Webster (1984), foderomvandlingsförmågan är optimal. TNZ avgränsas av en nedre och en övre kritisk temperatur. Dessa gränser kan förskjutas upp eller ner beroende på om djur utsätts för akut värme eller köld, eller om det har kunnat acklimatisera sig till klimatet. Inom temperaturintervallet kan djuret bevara sin kroppstemperatur utan att förbruka mer energi än nödvändigt utöver det som krävs för att upprätthålla dess metabolism (Mount, 1974). Wathes et al. (1983) förklarar att nyfödda kalvars TNZ ligger mellan +10 och +26° C medan den undre gränsen enligt Sjaastad et al. (2010) och CSIRO (2007) går vid +9° C. För månadsgamla kalvar anger Wathes et al. (1983) att TNZ ligger mellan 0 och +23° C. Inom TNZ är det tillräckligt för kroppen att justera blodflödet till huden för att värmeförlusten, som är konstant och lika med värmetillförseln, ska kunna ske. Kalven kan dessutom reglera tjockleken på det isolerande luftlagret på kroppsytan genom att kontrahera muskler sammanhängande med pälsen och därmed reglera mängden värme som avges. Även en förändrad kroppsställning och ett förändrat beteende kan hjälpa kalven att reglera sin temperatur. (Sjaastad et al. 2010).

### **Nedre kritiska temperaturen (NKT)**

Den nedre kritiska temperaturen (NKT) definieras enligt Christopherson & Young (1986) som den lägsta omgivningstemperaturen ett djur kan vistas i utan att öka graden metabolisk värme vid ett bestämt foderintag. Webster (1984) rapporterar att kalven måste öka sin värmeproduktion för att bibehålla kroppstemperaturen om NKT understigs. Denna temperatur, som Webster (1984) hävdar är +10° C, sänks med kalvens ålder där den efter 5 veckor sjunkit till +2° C.



### *Övre kritiska temperaturen (ÖKT)*

Den övre kritiska gränsen (ÖKT) har ingen tydlig gräns eller definition eftersom djuret kan acklimatisera sig (Svantesson & Sällvik, 1995). Däremot förklarar Webster (1984) ÖKT som den gräns när kalven inte kan avge mer värme från metabolismen i form av evaporation utan måste reducera värmeproduktionen genom att sänka sitt foderintag.

### **Termoreglering**

#### *Låga temperaturer*

När omgivningstemperaturen, dock fortfarande inom TNZ, understiger kalvens hudtemperatur kommer värme att avges från huden. När värmeförlusten överstiger värmeproduktionen faller kärntemperaturen (temperaturen i kroppens inre) och det termoregulatoriska centret i hjärnan måste inducera en ökning av värmeproduktionen för att förhindra att kroppstemperaturen faller ännu mer och kalven riskerar underkylning. Kroppen kan öka eller minska värmeavgivning genom att minska strålningen och ledningen som i normalfall skulle minska avgivningen av värme från kalven. Denna reglering sker med hjälp av en långsiktig fettansättning som fungerar som isolering. Även hudens isolering och blodkärlens förmåga att dilatera eller kontrahera kan reglera detta (Webster, 1984). Dessutom kan kalven burra upp sig vid kalla väderförhållanden vilket aktiverar en muskelkontraktion som reser hårstråna i pälsen (piloerektion), vilket i sin tur ger den en ökad isolerande förmåga (Sjaastad et al., 2010). Dock kan en kombination av kyla, regn och vind öka värmeförlusten markant då pälsens isolerande funktion förloras eftersom den luft som byts ut mot vatten i pälsen gör att värmeledningsförmågan ökar (CSIRO, 2007).

När omgivningstemperaturen faller ner mot nedre kritiska temperaturen (NKT) blir isoleringen av hud och fettvävnad maximalt utnyttjad. Om det blir ännu kallare kan temperaturskillnaden mellan kroppen och omgivningen, och därmed även värmeförlusten, öka. Värmeproduktion måste skapas parallellt med den sjunkande temperaturen. Detta kan ske genom att kalven skakar eller ökar den metaboliska hastigheten då fettsyror oxideras i den bruna fettvävnaden, som en del nyfödda djur föds med (Sjaastad et al., 2010).

En allvarlig eller långvarig köldstress kan minska möjligheten för kalvar att öka sin värmeproduktion så att den täcker den förlorade värmen och därmed förloras regleringen av kroppstemperaturen (Davis & Drackley, 1998; Sjaastad et al. 2010). Om detta sker kan kalven drabbas av hypotermi som snabbt kan bli dödlig för nyfödda kalvar. Risken för hypotermi förhöjs hos svaga kalvar ofta på grund av en dålig hantering eller en svår födsel (Davis & Drackley, 1998). Enligt Webster (1984) har den nyfödda kalven en relativt god förmåga att anpassa sig för kyla och att upprätthålla sin kroppstemperatur och drabbas därför sällan av hypotermi. Denna åsikt stöds av Rawson et al. (1989) som i sitt omfattande experimentet kunde konstatera att varierande kalla temperaturer (alla under 0° C) ej var skadliga för kalven. Under experimentet användes en klimatkammare. Däremot är det viktigt att kalven ej placeras blöt eller fuktig i kalvhyddan efter födsel och att dess päls hålls fri från regn och snö (Heinrichs et al. 1994).

#### *Höga temperaturer*

Om lufttemperaturen inom TNZ plötsligt ökar kommer temperaturskillnaden mellan kroppsytan och omgivningen reduceras och orsaka att värmeförlusten minskar. Eftersom värmeproduktionen förblir oförändrad kommer kärntemperaturen öka något. Detta resulterar i ett större blodflöde med värme till ytan och hudens isolering minskar. Den ursprungliga

temperaturskillnaden kommer då återskapas och den totala värmeförlusten återgår till dess normala nivå.

Om omgivningstemperaturen däremot når den övre kritiska temperaturen (ÖKT) kan inte blodflödet reglera detta längre, vilket innebär att värmeförlusten reduceras. För att anpassa termoregleringen kan kalven exponera kroppsdelar som är tunt pälsbeklädda eller helt enkelt söka skuggiga och luftiga platser (Sjaastad et al., 2010). Vid ÖKT kan blodflödet under huden inte längre sänka kroppens yttemperatur, vilket innebär att avståndet mellan yttemperatur och omgivningstemperatur minskar. På grund av detta kommer värmeförlusten från strålning, ledning och konvektion också minska. När lufttemperaturen överstiger ÖKT trappas värmeproduktionen upp eftersom extra energi behövs för att avge värme via forcerad evaporation, genom flämtning och svettning. Dock sker alltid en liten mängd ofrånkomlig vattenförlust från huden och andningsvägarna men denna förlust ingår inte i den termiska regleringen. Det som reglerar kroppstemperaturen beror på svettning och flämtning (Sjaastad et al. 2010). Om värmeökningen överstiger värmeförlusten som erhålls från strålning, ledning, konvektion och forcerad evaporation kommer kroppstemperaturen drastiskt att öka vilket i många fall leder till att kalven drabbas av värmestress, hypertermi (Finch, 1986; Kadzere et al., 2002; Sjaastad et al. 2010). Silanikove et al. (1997) förklarar att om värmestressen fortsätter under en längre tid kan bristen på kroppsvätskor, på grund av evaporation, nå en kritisk nivå då temperaturregleringen och den kardiovaskulära funktionen till slut hotas. Webster (1984) hävdar att värmestress endast kan uppkomma vid långvariga perioder av direkt solljus. Däremot anser Neuwirth et al. (1979) och Gebremedhin et al. (1981) att värmestress hos kalvar kan uppkomma vid omgivningstemperaturer över 32° C och med en relativ luftfuktighet (RF) på 60 %. Effektiviteten av att hålla kroppstemperaturen under normal kroppstemperatur minskar ju högre RF blir (CSIRO, 2007). Om luften i omgivningstemperaturen är mättad på fukt (vid RF på 100%) kan hudens yta och luftvägar inte avge vatten genom evaporation för att föra bort värme. Vattenförlusten fortsätter även om djuret inte kan ersätta det förlorade vattnet och kan därför drabbas av uttorkning om vattentillgången är begränsad (Sjaastad et al. 2010). Därför är evaporation som mest effektiv vid ett torrt och varmt klimat (Kadzere et al. 2002).

Hypertermi hos kalvar under mjölkperioden kan resultera i en hög mortalitet och morbiditet inom produktionen, påverka kalvars hälsa och påverka deras prestation negativt på grund av minskat foderintag och en sänkt daglig tillväxt (Broucek et al., 2009). Hur pass mycket kalven utsätts för värmestress kan delvis kopplas ihop med inhysningssystemet. En bra indikator för att kalven inte är utsatt för värmestress kan vara kalvens andningsfrekvens som normalt bör ligga mellan 24 till 36 andetag/minut (Radostits et al., 2000, se Moore et al., 2012).

I ett experiment utfört av Stott et al. (1976) har man funnit att varma miljöer reducerar nivåer av immunoglobuliner i blodet och ökar mortaliteten hos nyfödda kalvar redan efter två dagar. Vidare påpekar Anderson et al. (1978), se Heinrichs et al. (1994) att höga temperaturer, ofta vid den punkt där värmestress inträffar, orsakar flämtning vilket kan riskera att kalven i ökad utsträckning andas in luftburna patogener och partiklar.

### **Luftfuktighetsindex (THI)**

Luftfuktighetsindex (THI - engelskans förkortning för *temperature humidity index*) är ett annat mått på de termiska klimatförhållandena, som beräknas utifrån omgivningens fuktiga och torra lufttemperatur där hänsyn tas till dess kylande/värmande effekt (Berman, 2005).

$$THI = (0,8 \times Tmax) + (RH/100) \times (Tmax - 14,4) + 46,4$$

Figur 1: Formel för beräkning av THI (Thom, 1959 se Nienaber et al., 1999).

För en lakterande ko anses ett THI-värde  $\leq 70$  vara normalt, ett värde på 75-78 stressande och värden  $\geq 78$  kan orsaka extrem stress där djuren får svårt att upprätthålla värmeregleringsmekanismerna eller, vid ett ännu högre värde, dess normala kroppstemperatur (McDowell et al., 1976). Andra forskare beskriver ett dagligt medel-THI på 72 som den gräns där värmestress kan påverka hur mycket en lakterande ko mjölkar (VanBaale et al., 2005; West, 2003). Hahn (1997) påstår att stressgränsen, ofta associerat med minskat foderintag, hos nötkreatur ligger runt 25° C i omgivningen. Andra analyser visar att andningsfrekvensen ökar när temperaturen överstiger 21° C (Carter et al., 2012).

### Enteriska och respiratoriska sjukdomar

De två vanligaste sjukdomskomplexen hos mjölkkalvar är diarréer och pneumonier (luftvägsinfektioner) där många mikroorganismer kan vara smittorsaken. Därutöver kan sjukdomarna med stor sannolikhet även vara kopplade till en specifik miljömässig orsak (Webster, 1984). Pneumoni (lunginflammation) eller andra luftvägsinfektioner är de vanligaste infektiösa sjukdomarna och dödsorsakerna hos unga kalvar (Agerholm et al., 1992; Gulliksen et al., 2009; Svensson et al., 2006). Dessa infektioner kan uppkomma på grund av en rad sammankopplade orsaker, bland annat från olika smittämnen, miljömässiga faktorer men även kalvens immunologiska status (Van Donkersgoed et al., 1993). I föregående nämnda forskares studie fann man att pneumoni uppkom främst hos kalvar yngre än två månader och där olika infektiösa organismer påträffades i luftvägarna. Wathes et al. (1984) och Webster (1984) påpekar att majoriteten av luftburna bakterier i stallar är icke-patogena, men att döda bakterier trots detta kan påverka och irritera luftvägarna, vilket skapar en infektionsrisk för andra luftvägsinfektioner. Kalvdiarré är ett vanligt sjukdomstillstånd i mjölkkobesättningar och det är viktigt att behandla både symtom och sjukdom. Vid utebliven behandling kan kalvar drabbas av uttorkning och i värsta fall dö av chock orsakad av svaghet, kollaps och cirkulationssvikt (Webster, 1984).

Det är ofta de nyfödda och yngre djuren som är mottagliga för smittor medan de äldre ofta är smittbärare och bör därför separeras för att minska risken för smitta av patogena mikroorganismer (Marcé et al., 2011). Webster (1984) hävdar däremot att det är kalvarna själva som är huvudkällan till luftburna mikroorganismer och där patogena mikroorganismer kan överföras från en kalv till annan kalv genom direktkontakt, korta avstånd (nysning eller hosta) eller via luftburna partiklar (vattendroppar eller damm). Antalet smittvägar ökar exponentiellt med antalet kalvar inhysta tillsammans och ges av formeln;  $n^2 - n$ , där två djur tillsammans har två smittvägar medan tre djur har sex smittvägar och så vidare (SJV, 2003). Därför är det en stor fördel att inhysa kalvarna individuellt under de första veckorna. Inom mjölkproduktionen kan det ofta vara svårt att strikt separera kalvarna från äldre nötkreatur på grund av ekonomiska, tekniska eller platsbristmässiga skäl, främst eftersom smittor är svåra att undvika och kan spridas både vertikalt och horisontellt i omgivningar (Marcé et al., 2011).

### Kalvhyddans konstruktion

Vid konstruktion av kalvhyddor är det viktigt att tillgodose kalvens termiska och fysiska komfort men även ha i åtanke att en god hygien upprätthålls. Nedan redovisas en uppställning på åtgärder som kan uppfylla dessa kriterier.

### **Material - väggar och tak**

Kalvhyddor är ofta uppbyggda av antingen polyetenplast eller plywoodskivor (Wells et al., 1996). I en studie utförd av Lammers et al. (1996) i norra USA jämfördes dessa två olika material för hyddor under det amerikanska sommarhalvåret för att få kunskap om hur effekterna av värmestress påverkar kalven. Fyra olika hyddor studerades; en standardhydda tillverkad av plywood och målad i vitt (WH), en standard hydda av plywood och målad i svart (BH), en hydda av polyetenplast placerad i skugga (PHS) och en hydda av polyetenplast placerad utan skugga (PH). Ett sammanställt resultat, baserat på kalvens rektaltemperatur, andningsfrekvens och temperaturen i hyddan, visar att hyddor som är konstruerade av polyetenplast generellt ger en varmare miljö för kalven vilket kan orsaka värmestress, ett resultat som även framgått i ett försök utfört av Macaulay et al., (1995). Vidare nämns i studien av Lammers et al. (1996) att hyddorna tillverkade av plywood hade olika yttemperaturer på insidan av hyddan beroende på vilken färg hyddan var målad i. Försökets resultat visar att ljusa färger, i denna studie vitt, ger en lägre temperatur i hyddan än vad mörka färger, i denna studie svart, gör.

Valet av material som hyddan är uppbyggd av påverkar mikroklimatet inuti hyddan. Vid direkt solljus har plywoodmaterial en tendens att värmas upp på utsidan och sen transportera värmen med ledning genom träet och in i hyddan. Polyetenplast däremot, kan släppa igenom en viss strålningsenergi och direkt värma upp det invändiga i kalvhyddan, såsom strömaterial, sidväggar och kalv (Lammers et al., 1996). Detta resultat stöds av Lamb et al. (1987) som anser att monteringsfärdiga plastyddor ofta kan ha en oönskad högre temperatur än trähyddor.

För att delvis skydda kalvar från luftburna patogener som sprids horisontellt mellan hyddorna kan solida väggar placeras mellan varje hydda (Callan & Garry, 2002).

### **Material - golv**

Enligt Webster (1984) bör kalvhyddans underlag vara stabilt, inte halt och väl-dränerat, gärna med en lutning för vätskeavrinning. Golven bör även vara mjuka, varma, torra och lätta att rengöra med maskin eller för hand. Om spaltgolv används bör plankornas mellanrum ej vara mer än två centimeter. Vid olika underlag i kalvhyddan kan TNZ variera. När en kalv ligger ner sker en direkt ledande överföring av värme till golvet och mängden värme som överförs beror på golvets material och dess isolerande förmåga (Webster, 1984). På ett betonggolv stiger NKT till +18° C medan ett träspaltgolv får en ökning till endast +11° C. Enligt Webster (1984) är en djup torr halmbädd det bästa underlaget som erhåller ett värde för TNZ på < +6° C.

### **Strömaterial**

Genom att förse hyddan med torrt och dränerande bäddmaterial kan man minska nedkylning av kalven, framförallt i områden där temperaturen understiger den lägsta kritiska temperaturen (Brand et al., 1996) se (Dodd, 1992). Ett torrt bäddunderlag fungerar som termisk isolering när kalven ligger ner och reducerar värmeavgivningen genom ledning och strö bör därför tillföras kontinuerligt. Ett vått eller fuktigt underlag ökar däremot den ledande värmeavgivningen från kroppen på grund av den reducerade isoleringen av pälsen och den ökade ledande förmågan hos det blöta bäddmaterialet (Kelly et al., 1984).

Resultat från studier utförda av Hill et al. (2011) och Panivivat et al. (2004) överensstämmer med att en lägre yttemperatur erhöles vid användandet av sand, medan halm kunde ge kalven

något att bädda ner sig i och skapa en värmebarriär. Även andra organiska material påvisades vara varmare än sand. Dessutom framgick det av Panivivat et al. (2004) att sand och granitkross, vilka är icke-organiska material, orsakade mer flytande avföringar och fler medicinska behandlingar för diarréer än hos kalvar bäddade med risskal, spån eller halm.

En negativ aspekt vid användandet av halm som bäddmaterial är risken för utvecklandet av flugpopulationer under varma väderförhållanden (Hill et al., 2011) och där Schmidtmann (1991) rapporterade i sin studie att sand, grus och spån som bäddmaterial reducerade antalet fluglarver. Kontamination i ströbädden av *Escherchia coli* (*E.coli*) i besättningar är som störst under de varma månaderna på året (Hogan et al., 1989; Miller et al., 2001). Generellt säger man att bakterier inte trivs lika bra i en sandbädd än en spånbädd eftersom sand innehåller en mindre mängd organiskt material och näringsämnen än spån. Resultatet från ett försök utfört av Lejeune & Kauffman (2005) konstaterar att en sandbädd har ett lägre vatteninnehåll än en sågspånbädd vilket ytterligare medför en inhibering av bakterietillväxten.

### **Placering, storlek och dimensioner**

Det finns många olika sorters kalvhyddor och storlekar beroende på lantbrukarens preferenser, platsmöjlighet och ekonomi. Ett alternativ är de monteringsfärdiga plastkalvhyddor som har blivit ett vanligt sätt att inhysa mjölkkalvar på eftersom de är hållbara, lätta att flytta och rengöra men är även ett kostnadseffektivt sätt att skilja kalvar åt (Moore et al., 2012). Vanligt är att dessa kalvhyddor placeras utomhus på grund av smittotrycket. McKnight (1978) indikerar i en studie att de undersökta kalvarna inhysta utomhus behövde mindre medicinsk behandling eftersom risk för smitta minskar i utomhusmiljö. Webster (1984) rekommenderar att kalvhyddorna bör placeras på en väl-dränerad mark med en fälla utanför hyddan. För att ytterligare minimera risken för smittospridning bör kalvhyddan rengöras och desinficeras noggrant men även flyttas till annan icke-kontaminerad yta varje gång en ny kalv flyttas in. Hoshiba (1986) betonar vikten av att kalvhyddan under vintern placeras på ett sådant sätt att vindens riktning träffar hyddans baksida, där en tät konstruktion därför är önskvärd.

Enligt L 100, Statens Jordbruksverks föreskrifter om allmänna råd om djurhållning inom lantbruket m.m. (2010-05-10) finns inte några direkta bestämmelser om vilka minimimått en kalvhydda bör ha. Dock finns mått på minsta utrymme i kalvboxar vilket kan anses gälla även för en kalvhydda, och dessa mått beror på hur tung kalven är. Vid en kalvvikt på högst 60 kg ska en kalvbox vara 1,20 meter lång och 1,00 meter bred. Vid en vikt på högst 90 kg bör boxen vara minst 1,40 meter lång och 1,10 meter bred. Enligt Lago et al. (2006) bör en kalvfälla vara minst tre m<sup>2</sup> då dessa mått håller koncentrationen av bakterier låg. Enligt Webster (1984) däremot, är storleken på kalvhyddan inte direkt avgörande för dess förmåga att förhindra smitta i besättningen.

### **Solskydd**

Lammers et al. (1996) studerade och jämförde effekten av olika material på kalvhyddor och fann att genom att förse hyddan med skugga kunde man sänka den invändiga temperaturen och skapa en bättre miljö för kalven. Detta är även resultatet av Spain & Spiers (1994) experiment där kalvars kroppstemperatur och andningsfrekvens reducerades. Forskarna belyser vikten av att hålla kalvhyddor i skugga under de varma sommarmånaderna för att minimera risken att kalvar utsätts för hypertermi. Dock visade Coleman et al. (1996) med sin studie att skugga för kalvhyddan hade en knapp effekt på den generella tillväxten och hälsan och att antalet koliforma bakterier dessutom blev tre gånger större i kalvhyddor med skugga,

då hyddans miljö blev fuktigare och mer trivsamt för bakterier. Forskarnas slutsats blev att hyddans egen plastkonstruktion räcker som skydd för kalven.

Andra försök har utförts, bland annat i Texas, där Carter et al. (2012) testat ett sorts hölje för kalvhyddan som ska skydda mot solstrålningen, detta för att dämpa omgivningstemperaturen och strålningsenergin som kalvarna utsätts för inne i hyddan. Isoleringen bestod av ett dubbelt lager av polyeten bubbelplast laminerat mellan ett lager av aluminiumfolie och vit polyetenplast. Eftersom direkt solljus kan döda bakterier och andra patogener vill man ofta inte placera kalvhyddorna under tak eftersom även fällorna då hamnar under tak. Vidare kan det ofta vara svårt och kostsamt att åstadkomma skuggiga platser (Reed, 2004). Därför utförde Carter et al. (2012) ett försök för att ta fram ett billigare och enklare alternativ där endast ett överdrag för hyddan skulle innebära att solljus kunde reflekteras från hyddan och skapa svalka medan fällan fortfarande blev utsatt för solljus vilket reducerade bakterieantalet. Forskarens syfte med detta försök var att se om isolering av polyetenkalvhyddor skulle påverka hyddans invändiga temperatur så mycket att kalvens hälsa, fysiologi och beteende förändrades. THI var under studien 71 och resultatet visade att kalven inte utsattes för stress under perioder när THI och temperaturer understeg gränsvärden ( $THI < 72$  respektive  $25^{\circ}C$ ) men att kalven däremot kunde drabbas av värmestress om dessa gränser överskreds. Försöket bevisade även att isoleringen skyddade kalven från höga temperaturer under dagen och gav kalven möjlighet att bibehålla värmen under kalla nätter och morgnar. Kalvar i kontrollhyddan, den utan isolering, hade lägre örontemperatur än de kalvar i den isolerade hyddan när THI var låg, som antagligen beror på kalvens bevarande av kroppstemperatur. Dessa resultat tillsammans med den högre invändiga temperaturen i de isolerade hyddorna visar att isoleringen skapade ett varmare mikroklimat under förhållanden med lågt THI. Det fanns ingen skillnad i andningsfrekvensen vid låga THI men däremot sågs skillnad mellan hyddorna vid högre THI. Berman (2005) antydde att andningsfrekvensen är känsligare för förändringar i THI än för kroppstemperaturen, vilket gör den till en bättre indikator för värmebelastning.

### **Luftkvalitet och ventilation**

Heinrichs et al. (1994) definierar ventilationens fyra mål för en bekväm inhysning som:

- Reglering av temperatur och fuktighet
- Bortförel av inandningsbara partiklar och patogener från luften
- Reducering av koncentration skadliga gaser och
- En konstant tillförel av frisk luft

På en del hyddor installeras ventilationsöppningar och luckor för att få en god genomströmning av luft. Dock fann inte Lammers et al. (1996) i deras studie att någon signifikant skillnad i temperatur fanns inuti polyetenhyddor med ventilationsöppningen antingen stängd eller öppen. Det krävs alltså att öppningen är tillräckligt stor för att en tillfredställande mängd luft ska kunna strömma igenom. Ventilationsöppningar kan minska höga nivåer av luftfuktighet i hyddan vilket har en stor inverkan på reduktion av koncentrationen luftburna bakterier (Hill et al., 2011; Webster, 1984). Webster (1984) poängterar att det är viktigare att ventilerar ut de patogena mikroorganismerna än att försöka behålla värmen för kalven inne i hyddan, då kalven har en förmåga att klara kallare omgivningstemperaturer. Luftflödet bör däremot ej överstiga 0,25 m/sekund under vinterperioder för att undvika risk för nedkylning hos kalven medan ett ökat luftflöde under varma perioder däremot kan svalka kalven (Webster, 1984). Dessutom är en relativt stabil temperatur i kombination med en låg relativ luftfuktighet (RF) önskvärd (Heinrichs et al.,

1994). Stora variationer i dessa två faktorer kan höja mortaliteten hos kalvar (McKnight 1978).

I en studie utförd i USA av Moore et al. (2012) har man testat och jämfört två olika hyddor där ena hyddan utformats med en förhöjning av baksidan och den andra utan. Forskarna ville undersöka hur temperaturen invändigt, hyddans koldioxidnivå och kalvens andningsfrekvens påverkades genom att ha denna förhöjning. Studiens resultat visar att alla ovanstående punkter förbättrats, alltså att temperatur, koldioxidhalt och andningsfrekvens blev lägre med denna förhöjning. Hill et al. (2011) visar även med sin studie att en upphöjning av bakre delen på hyddan medförde att koncentrationen av luftburna bakterier minskade.

Enligt Hoshiba (1986) är det ibland önskvärt att få vind direkt in genom öppningen i hyddan, men vintertid kan detta innebära en för hög risk att kan kalven drabbas av köldstress. Sjaastad et al. (2010) menar att en kombinerad hög vindhastighet och låg lufttemperatur kan bli hypotermisk på grund av avkylningseffekten. På grund av detta bör kalvhyddor placeras på ett sådant sätt att vindens riktning träffar hyddans baksida.

Ett annat experiment som utfördes i studien av Hoshiba (1986) var hur luftomväxlingen skulle förändras om man ändrade taklutningen på kalvhyddan. Resultaten visade dock ingen signifikant skillnad med en lutning på taket vad gäller luftomsättningen, men att det däremot kan vara en fördel då regnvatten kan rinna av taken.

### **Gruppstorlek**

Brand et al. (1996) rekommenderar att kalvar ska hållas en och en i isolerade kalvhyddor utomhus då separering från moderdjur, andra äldre nötkreatur och andra kalvar kan minska risken för smitta. Vidare kan individuell inhysning underlätta för lantbrukaren vid övervakning av sjukdomar och dessutom minimera ansamling av patogener i ett område (Lago et al., 2006). Dock påstår James et al. (1984) se Macaulay et al. (1995) att en individuell inhysning av kalvar under mjölkperioden inte nödvändigtvis minskar dödligheten. Dessutom förklarar Webster (1984) att en individuell inhysning med solida väggar kan missgynna kalvens sociala interaktioner med andra kalvar men att de kalvar som blir inhysta gruppvis, för att tillgodose djurets välfärd, troligtvis är mer utsatt för infektioner.

### **Diskussion**

För att driva en hållbar produktion inom mjölknäringen är det viktigt att fortfarande erhålla ett högt antal friska kalvar efter avvänjning. Om man förlorar en kalv i tidig ålder är det inte bara kostnaden för kalven som går förlorad utan även den kostnaden man haft för moderjuret i form av inhysning och foder under dräktighetsperioden. Vidare förlorar lantbrukaren den inkomst han/hon skulle erhållit om kalven vuxit upp till mjölkko. Genom att inhysa mjölkkraskalvar i hyddor utomhus kan mortaliteten och risken för smittospridning reduceras (Webster, 1984; Hoshiba, 1986), vilket skulle bidra till att den ekonomiska vinsten inom produktionen ökar. Kalvhyddan har av många studier bevisats vara ett bra för inhysning av kalvar och har använts i USA sedan 1970-talet (Hoshiba 1986). Den används än idag vilket ytterligare bekräftar detta konstaterande.

### **Det finns ingen mall**

Det har varit svårt att utifrån litteraturen skapa en mall för kalvhyddans konstruktion då många av parametrarna motsäger varandra. Litteraturstudien visar dock att mycket forskning

pekar på ventilationen som den enskilt viktigaste faktorn vid utformning av en fungerande kalvhydda, trots att en god ventilation kan påverka mikroklimatet negativt genom att sänka temperaturen. Studierna beskriver att eftersom kalvars känslighet mot temperaturer utanför TNZ till viss del kan motverkas genom olika regleringssystem hos kalven borde ventilationen vara en större påverkande faktor vid placering och konstruktion av hyddan.

Halm anses av många forskare vara det bäddmaterial som isolerar kalven bäst, till skillnad från till exempel sand. Det allra viktigaste är att ströbädden är torr och ren och bör därför bytas ut regelbundet och problemet i mjölkbesättningar är ofta bristen på personal och tid vilket orsakar att byte av en ströbädd sällan sker. Alltså är det inte själva strömaterialet i sig som är problemet utan bristen på skötseln av det.

Genom att placera hyddan i skugga kan man få ett svalare klimat inne i hyddan under sommaren (Lammers et al. 1996; Spain & Spiers 1994). Däremot visade Coleman et al. (1996) med sitt försök att en hydda under skugga erhöll en fuktigare och trivsammare miljö för bakterier. Detta kan förhindras genom att byta ströbädd flera gånger i veckan under varmare perioder. Ett nyligen intressant experiment visar att plasthöljen som reflekterar solljuset för kalvhyddan kan vara ett alternativ där både hög temperatur och koncentration av bakterier kan förhindras (Carter et al. 2012).

Enligt L 100 i "Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om djurhållning inom lantbruket" finns inga direktiv om vilka mått en kalvhydda bör ha. Trots detta kan det vara svårt att sätta specifika gränsvärden inom mått på hyddan eftersom storleken även kan påverka hur lätta de är att flytta och rengöra, vilket har en indirekt påverkan på lantbrukarens ekonomi. Dessutom kan det diskuteras hur viktigt storleken på kalvhyddan egentligen är eftersom kalven har tillgång till utevistelse i fällan dygnet runt.

Det finns delade meningar om vilka djur som smittar där Marcé et al., (2011) menar att de äldre är smittbärare medan Webster (1984) anser att det är de yngre kalvarna som ofta bär på luftburna mikroorganismer. Som litteraturgenomgången ovan beskriver hävdar många forskare att en separering och individuell inhysning av kalvar ger friskare djur och att smittvägarna ökar exponentiellt med varje extra djur i samma grupp. I en individuell kalvhydda finns inga direkta smittvägar från andra djur utan de enda smittvägarna är luften, skötaren och inredningen. Forskarna påpekar dessutom att det även är viktigt att hålla kalv och äldre djur ifrån varandra för att minska spridning av smitta. Inom mjölkproduktionen kan detta i praktiken ofta vara svårt att åstadkomma på grund av ekonomiska skäl eller bristen på utrymme. Kalvar skiljs ofta från äldre djur men många gånger vill man inhysa två kalvar i samma kalvhydda vilket enligt ovanstående argument innebär att kalvar kan smitta varandra. Att inhysa kalvar individuellt utomhus de första två månaderna kan innebära en bättre hygien och lägre smittorisk i besättningen, eftersom kalven själv många gånger är huvudkällan av luftburna bakterier (Webster, 1984). Dessutom är det lättare för skötaren att vårda och behandla såväl friska som sjuka kalvar om de placeras en och en i hyddorna. En utelämnad fråga i denna uppsats är huruvida sociala interaktioner och samspel påverkar kalvar som inhyses individuellt, vilket vore ett intressant forskningsämne i framtiden.

Under litteraturgenomgången har det visat sig att kalvars temperaturreglering är komplicerad. Forskarna är oeniga om vilket temperaturintervall TNZ har (Ames, 1980; CSIRO, 2007), antagligen på grund av att TNZ kan variera beroende på flertalet parametrar. Kanske är det svårt att fastställa en specifik gräns eftersom de kritiska temperaturerna både kan vara individuellt beroende på kalv, ålder, ras, utfodringsintensitet och fysiologi men även skilja sig



beroende på väder, vind och nederbörd och hur kalven är acklimatiserad till rådande väder och klimat. Detta försvårar dock möjligheten att anpassa en kalvhydda för kalvens temperaturreglering och termiska komfort. Det vore önskvärt med en sammanställning på åtgärder, tips och råd på vad man som skötare kan göra vid extrema väder och klimat.

Som det beskrivits i litteraturgenomgången ovan är THI-värden uträknade från både temperatur och relativ luftfuktighet och visar en tydligare bild av det faktiska klimatet i kalvhyddan än vad endast lufttemperatur och luftfuktighet enskilt gör. Idag finns endast THI-gränsvärden för äldre nötkreatur som med stor sannolikhet skiljer sig från kalvars gränsvärden. Detta antyder att det behövs nya forskningsstudier på ämnet som berör nyfödda kalvar. Det är generellt svårt att bedöma hur man ska lyckas skapa det optimala klimatet för kalven eftersom studier analyserade i denna uppsats ofta haft olika metoder, åldrar på kalvar och olika temperaturer och klimat vid sina utförda experiment. Vissa forskare har använt sig av en klimatkammare där kalvar vid insättande haft god hygien och där mätningarna har varit enkla att utföra medan andra utfört fältstudier där det ofta funnits en brist i hygien.

Eftersom det kan vara svårt att fastställa vad som orsakar kalvars enteriska och respiratoriska sjukdomar finns det stora felkällor i studierna om hur man ska placera och konstruera en kalvhydda. De olika aspekterna strömmaterial, fukt, gruppstorlek med flera kan alla bidra till en ökad risk för kalven att utsättas för smitta, vilket gör det svårt att veta exakt hur utformningen av hyddan ska ske.

Det är viktigt att forska vidare om hur man kan utveckla denna ultimata kalvhydda för att kunna använda detta inhysningssystem i tempererade områden där klimatet varierar under året. Man bör även anpassa hyddan så att den ska kunna skydda kalvar i extrema vädersituationer. Det är vidare rimligt att klargöra ett samband mellan litteraturstudiens behandlade parametrar, bland annat hygien, värme och ventilation för att skapa en så bra hälsa som möjligt hos våra kalvar. Nya forskningsprojekt inom arbetsmiljön och ergonomi skulle vara värdefulla att utföra för att i framtiden även se hur framtida intensiva produktioner kan komma att påverka människans hälsa.

## **Slutsats**

Slutsatsen i denna litteraturstudie är framförallt att det inte finns en självklar mall för hur en kalvhydda bör placeras och konstrueras. De flesta utformningsprinciper får både positiva och negativa konsekvenser samtidigt där placering i skugga kan användas som exempel. En kalvhydda i skugga får generellt en lägre temperatur invändigt men kan även få en högre koncentration av bakterier och andra mikroorganismer under varma sommardagar. Detta gör det svårt att hundra procentigt anpassa hyddan för kalvens behov. Denna uppsats argumenterar dock för att kalvhyddor utomhus är det bäst lämpade inhysningssystemet för mjölkbesättningar eftersom framförallt ventilationen blir bättre här än i andra system. Metoden kommer antagligen bli vanligare, framförallt om ytterligare forskning inom ämnet bedrivs, så att det framgår tydligt vilka aspekter som är viktigast för att skapa ett gott mikroklimat för kalven. Det vore även av intresse att fastställa effekterna hur lantbrukaren och personalen kan arbeta ergonomisk och effektivt i ett system med kalvhyddor. I framtiden behövs en bättre sammanställd information för att en lantbrukare eller annan djurvårdare enkelt ska kunna projektera den ultimata kalvhyddan. Genom att tidigt frambringa en god hälsa hos kalvarna kan de med stor sannolikhet komma att växa upp i mjölkproduktionen som en högavkastande ko.

## Litteraturförteckning - referenser och citat

- Agerholm, J., Basse, A., Krogh, H.V., Christensen, K. & Rønsholt, L. 1992. Abortion and calf mortality in Danish cattle herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 34(4), s. 371–377.
- Ames, D., 1980. Environment Affects Production Efficiency of Livestock. *BioScience*, 30(7), s. 457–460.
- Anderson, J.F, Bates, D W & Jordan, K.A., 1978. Medical and engineering factors relating calf health as influenced by the environment. *Transaction of the ASAE*, 21(6), s. 1169–1174.
- Berman, A., 2005. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *Journal of animal science*, 83, s. 1377–1384.
- Brand, A., Noordhuizen, J.P.T.M. & Schukken, Y.H., 1996. *Herd health and production management in dairy practice* Third., The Netherland: Wageningen.
- Broucek, J., Kisac, P. & Uhrincat, M., 2009. Effect of hot temperatures on the hematological parameters health and performance of calves. *International Journal of Biometeorological*, 53, s. 201–208.
- Callan, R.J. & Garry, F.B., 2002. Biosecurity and bovine respiratory disease. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 18(1), s. 57–77.
- Carter, B.H., Friend T.H., Garey, S.M., Sawyer, J.A., Alexander, M.B. & Tomazewski, M.A. 2012. Efficacy of reflective insulation in reducing heat stress on dairy calves housed in polyethylene calf hutches. *International journal of biometeorology*.
- Christopherson, R.J. & Young, B.A., 1986. Effects of Cold Environments on Domestic Animals. In O. Gudmundsson, ed. *Grazing Research at Northern Latitudes*. Alberta, Canada: Springer US, s. 247–257.
- Coleman, D. a, Moss, B.R. & McCaskey, T. a, 1996. Supplemental shade for dairy calves reared in commercial calf hutches in a southern climate. *Journal of dairy science*, 79(11), s. 2038–43.
- CSIRO, 2007. *Nutrient Requirements of Domesticated Ruminant*, Australia: CSIRO Publishing. Available at:  
[http://www.google.se/books?hl=sv&lr=&id=sJonfxmtq6EC&oi=fnd&pg=PR3&dq=Nutrient+Requirements+of+Domesticated+Ruminant&ots=YQsiyq-ak0&sig=60mMghI0jC1fzyV2FRVYi2DAitk&redir\\_esc=y](http://www.google.se/books?hl=sv&lr=&id=sJonfxmtq6EC&oi=fnd&pg=PR3&dq=Nutrient+Requirements+of+Domesticated+Ruminant&ots=YQsiyq-ak0&sig=60mMghI0jC1fzyV2FRVYi2DAitk&redir_esc=y)
- Davis, C.L. & Drackley, J.K., 1998. Management and care of the cow and calf at calving. In *The development, nutrition and management of the young calf*. Iowa: Iowa State University Press, Ames, Iowa, p. 170.
- Davis, L.R., Bowman, G.W. & Porter, D.A., 1952. Portable pens compared with other enclosures for control of disease of dairy calves. *Veterinary Medicine*, 47, s. 485–490, 512.
- Van Donkersgoed, J., Ribble, C.S., Boyer, L.G. & Townsend, H.G. 1993. Epidemiological study of enzootic pneumonia in dairy calves in Saskatchewan. *Canadian journal of veterinary research = Revue canadienne de recherche vétérinaire*, 57(4), s. 247–54.
- Finch, V.A., 1986. Body temperature in beef cattle; its control and relevance to production in the tropics. *Journal of dairy science*, 62, s. 531–542.

- Gebremedhin, K.G.C.O., Cramer & Porter, W.P., 1981. Predictions and measurements of heat production and food and water requirements of Holstein calves in different environments. *Transactions of the ASAE*, 24(3), p.715.
- Hahn, G.L., 1997. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *Journal of animal science*, 77, s. 10–20.
- Heinrichs, A.J., Ross, D.P. & Place, N.T., 1994. The effects of housing and environment on health of dairy calves. *Dairy Systems for the 21st Century*, 775.
- Hill, T.M., Bateman II, H.G., Aldrich, J.M. & Schlotterbeck. R.L. 2011. Comparisons of housing, bedding, and cooling options for dairy calves. *Journal of dairy science*, 94(4), s. 2138–46.
- Hogan, J.S., Smith, K.L., Hoblet, K.H., Todhunter, D.A., Schoenberger, P.S., Hueston, W.D., Pritchard, D.E., Bowman, G.L., Heider L.E., Brockett, B.L. & Conrad. H.R. 1989. Bacterial counts in bedding materials used on nine commercial dairies. *Journal of dairy science*, 72(1), s. 250–258.
- Van Horn, H.H., Olayiwole, M.B., Wilcox, C.J., Harris, B. & Wing J.M. 1976. Effects of housing, milk feeding management, and ration formulation on calf growth and feed intake. *Journal of dairy science*, 59, s. 924–929.
- Hoshiya, S., 1986. Environmental characteristics of calf hutches. *Journal of the faculty of Agriculture, Hokkaido University*, 63(1), s. 64–103.
- James, R.E., McGilliard, M.L. & Hartman, D.A., 1984. Calf mortality in Virginia dairy herd improvement herds. *Journal of dairy science*, 67, s. 908–911.
- Jorgenson, L.J. Jorgensen, N.A., Schingoethe D.J. & Owens, M.J. 1970. Indoor versus outdoor calf rearing at three weaning ages. *Journal of dairy science*, 58, p.813.
- Kadzere, C.T. Murphya, M.R., Silanikoveb, N. & Maltzb, E. 2002. Heat stress in lactating dairy cows : a review. *Livestock Production Science* 77, s. 59–91.
- Kelly, V.A., Dodd, V.A., Ruane, D.J., Fallon, R.J. & Tuite, P.J. 1984. An Assessment of the Influence of some House Designs and Environmental Factors on Calf Performance. *Journal of agricultural engineering research*, 30(June), s. 175–184.
- Lago, A., McGuirk, S.M., Bennett, T.B., Cook, N.B., & Nordlund, K.V. 2006. Calf respiratory disease and pen microenvironments in naturally ventilated calf barns in winter. *Journal of dairy science*, 89(10), s. 4014–4025.
- Lamb, R.C., Morrow, B.K., Arambel, M. & Arave, C.W. 1987. Comparison of plastic domes with wooden hutches for housing dairy calves. *Journal of dairy science*, 70, p.145.
- Lammers, B.P., van Koot, J.W., Heinrichs, A.J. & Graves, R.E. 1996. The effect of plywood and polyethylene calf hutches on heat stress. *Applied engineering in Agriculture*, 12(6), s. 741–745.
- Lejeune, J.T. & Kauffman, M.D., 2005. Effect of Sand and Sawdust Bedding Materials on the Fecal Prevalence of Escherichia coli O157 : H7 in Dairy Cows Effect of Sand and Sawdust Bedding Materials on the Fecal Prevalence of Escherichia coli O157 : H7 in Dairy Cows. , 71(1), s. 3–8.
- Macaulay, A.S., Hahn, G.L., Clark, D.H. & Sisson, D.V. 1995. Comparison of calf housing types and tympanic temperature rhythms in Holstein calves. *Journal of dairy science*, 78(4), s. 856–62.

- Marcé, C., Ezanno P., Seegers H., Pfeiffer D.U., & Fourichon C. 2011. Within-herd contact structure and transmission of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis in a persistently infected dairy cattle herd. *Preventive veterinary medicine*, 100(2), s. 116–25.
- McDowell, R.E., Hooven, N.W. & Camoens, J.K., 1976. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. *Journal of dairy science*, 59, s. 965–973.
- McKnight, D.R., 1978. Performance of newborn dairy calves in hutch housing. *Canadian journal of animal science*, 58, s. 518–520.
- Miller, J.J., Beasley, B.W., Yanke, L.J., Larney, F.J., McAllister, T.A., Olson, B.M., Selinger, L.B., Chanasyk, D.S. & Hasselback, P. 2001. Bedding and seasonal effects on chemical and bacterial properties of feedlot cattle manure. *Journal of environmental quality*, 32(5), s. 1887–94.
- Moore, D., Duprau, J.L. & Wenz, J.R., 2012. Short communication: Effects of dairy calf hutch elevation on heat reduction, carbon dioxide concentration, air circulation, and respiratory rates. *Journal of dairy science*, 95(7), s. 4050–4.
- Neuwirth, J.G., Norton, J.K., Rawlings, C.A., Thompson, F.N. & Ware, G.O. 1979. Physiologic responses of dairy calves to environmental heat stress. *International journal of biometeorology*, 23(3), s. 243–54.
- Nienaber, J.A., Hahn, G.L. & Eigenberg, R.A., 1999. Quantifying livestock responses for heat stress management: a review. *International journal of biometeorology*, 42(4), s. 183–8.
- Panivivat, R., Kegley, E.B., Pennington, J.A., Kellogg D.W. & Krumpelman, S.L. 2004. Growth performance and health of dairy calves bedded with different types of materials. *Journal of dairy science*, 87(11), s. 3736–45.
- Radostits, O.M., Mayhew, I.G. & Houston, D.M., 2000. Clinical examination of cattle and calves. In O. M. Radostits, I. G. Mayhew, & D. M. Houston, eds. *Veterinary clinical examination and diagnosis*. London, s. 158.
- Rawson, R.E., Dziuk, H.E., Good, A.L., Anderson, J.F., Bates, D.W., Ruth, G.R. & Serfass, R. C. 1989. Health and Metabolic Responses of Young Calves Housed at -30 C to -8 ° C. *Canadian journal of veterinary research*, 53, s. 268–274.
- Reed, R.H., 2004. The Inactivation of Microbes by Sunlight: Solar Disinfection as a Water Treatment Process. *Advanced in applied microbiology*, 54, s. 333–365.
- Schmidtman, E.T. 1991. Suppressing immature house and stable flies in outdoors calf hutches with sand, gravel, and sawdust bedding. *Journal of dairy science*, 74, s. 3956–3960.
- Silanikove, N., Maltz, E., Halevi, A. & Shinder, D. 1997. Water, Na, K and Cl metabolism in high yielding dairy cows at the onset of lactation. *Journal of dairy science*, 80, s. 949–956.
- Sjaastad, O. V, Sand, O. & Hove, K., 2010. *Physiology of Domestic Animals*, Osla: Scandinavian Veterinary Press.
- SJF. 2010:15 Statens jordbruksverks författningssamling. nr L 100. Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om djurhållning inom lantbruket m.m.; kap 2: Särskilda bestämmelser för nötkreatur.
- SJV. 2003. Statens Jordbruksverk. Smittskydd och djurskydd i stora besättningar. Uppsala. Rune Andersson (Rapport MAT 21 nr 4/2003).

- Stott, G.H.F., Wiersma, B.E.M. & Radwanski, F.R., 1976. Influence of Environment on Passive Immunity in Calves. *Journal of dairy science*, 59(7), s. 1306–1311.
- Svantesson, J. & Sällvik, K., 1995. Dikoproduktion - krav och behov i olika produktionsformer.
- Van Baale, M.J. L.H. Baumgard, L.H., & Smith J.F. & Brouk, M.J. 2005. Evaluate the efficacy of your cooling system through core body temperature. *Western dairy news*. August 2005, Volume 5, No. 8
- Wathes, C.M., Howard, K., Jones, C.D.R. & Webster, A.J.F. 1984. The Balance of Airborne Bacteria in Calf Houses. *Journal of agricultural engineering research*, 30(April), s. 81–90.
- Webster, J., 1984. *Calf husbandry, health and welfare*, London: Granada Publishing.
- Wells, S.J., Garber, L.P. & Hill, G.W., 1996. Health status of preweaned dairy heifers in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*, 29, s. 185–199.
- West, J.W., 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 86(6), s. 2131–44.