

**Inflytande av sommarväder
på kornas val att vara på bete eller
inne dagtid i en besättning, samt
studier av andningsfrekvens
och yttemperatur hos fokaldjur**

*Climate impact on cows' preference on being
out grazing or inside during the warm season*

Malin Johansson

Examensarbete för agronomexamen

Keywords:

Dairy cows, heat stress, grazing, behaviour

**Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för jordbrukets
biosystem och teknologi (JBT)**

Box 43
230 53 ALNARP

Tel: 040 - 41 50 00
Telefax: 040 - 46 04 21

**Swedish University of
Agricultural Sciences
Department of Agricultural
Biosystems and Technology**
P.O. Box 43
SE-230 53 ALNARP
SWEDEN
Phone: +46 - 40 41 50 00
Fax: +46 - 40 46 04 21

FÖRORD

Denna studie genomfördes som ett examensarbete (20 poäng teknologi D-nivå) inom agronomprogrammet.

Djurskyddslagen kräver att kor skall ha utevistelse mellan två mjölkningar under sommaren. Samtidigt ställer djurskyddslagen krav att djur skall kunna bete sig naturligt. Eftersom en högproducerande ko producerar mycket värme som hon måste avge till sin omgivning för att kunna bibehålla sin kroppstemperatur kan man antaga att hon vill undvika stark sol och värme. Då man beaktar djurens fria vilja att välja uppehållsplats vad väljer hon då? Vill hon vara ute på betet eller inne i skugga och svalt i stallet? Avsikten med studien var att se hur korna betedde sig under de solstrålande varma sommardagarna. Studien genomfördes emellertid under sommaren 2004 som var en av de kallaste och regnigaste somrarna i mannaminne. Korna släpptes dessutom inte ut de få dagar då det faktiskt var riktigt bra väder.

Jag hoppas att mitt arbete bidrar till en ökad förståelse för hur kor upplever de klimatsituationer som hon vistas i. Jag hoppas även att arbetet kommer att kunna vara till hjälp i fortsatta studier inom detta intressanta område.

Trots de motgångar som jag stött på under arbetet med denna studie har jag alltid kunnat ta dem med ro. Detta tack vare den fantastiska familjen Rydén som lät mig bo i deras hem i Smygehamn under hela sommaren. Där fick jag förutom tak över huvudet och god mat, ett fantastiskt stöd som jag är mycket glad och tacksam för. Jag vill även rikta ett stort varmt tack till min familj Stig Åke och Gunvor Abrahamsson, som gav mig ett såväl kärleksfullt som ekonomiskt stöd. Ett speciellt tack till min pojkvän Anders Rydén som verkligen stått vid min sida i vått och torrt.

Jag vill också tacka ytterligare några personer som varit mig till stor hjälp, universitetsadjunkt Lennart Bengtsson, forskare Knut Håkan Jeppsson, forskningsledare Birgit Frank, personal vid Mellangård, min handledare och examinator professor Krister Sällvik. Tack även till DeLaval International som ställde utrustning till förfogande och servicetekniker Torbjörn Svensson som installerade mjukvara och hjälpte mig att bygga upp portalerna.

Ultuna oktober 2004

Malin Johansson

Krister Sällvik
Examinator

NOMENKLATUR

t_{db} , torr temperatur	Mäts med termometer i skugga. Visar lufttemperatur.
t_{wb} , våt temperatur	Mäts med psykrometer med termometer omgiven av en blöt strumpa där luft strömmar förbi. Kan beräknas med hjälp av t_{db} och RF.
t_{dp} , daggpunkt	Temperaturen där vattenången i luften börjar kondensera om luften kyls under ett konstant tryck. Kan bestämmas experimentellt eller beräknas med hjälp av t_{db} och RF.
t_g , globtemperatur	Mäts med en termometer innesluten i en svartfärgad sfär. Globtemperaturen återspeglar lufttemperatur, strålning och lufthastighet kring sfären.
RF	Relativ fuktighet, en kvot av det rådande ångtrycket och ångans mättningstryck i luft vid en viss torr temperatur.
THI	Temperatur Humidity Index, ett index som tar hänsyn till lufttemperatur och daggpunkt.
WBGT	Wet Bulb Globe Temperature, en temperatur som beräknas med hänsyn till lufttemperatur, globtemperatur och våt temperatur.

SAMMANFATTNING

När man i tidigare undersökningar studerat betesgång för mjölkkor har klimatet på betet inte beaktats. En höglakterande ko producerar mycket värme som hon måste avge till sin omgivning för att kunna bibehålla sin kroppstemperatur. De sätt som djuret kan avge värme på är begränsade och påverkas av flera klimatfaktorer samt djurets genetiska och biologiska förutsättningar.

Antalet dagar som registreringar gjordes under denna studie blev av flera olika anledningar få, 18 dagar. Klimatet utomhus under studien registrerat som globtemperatur varierade från 22,4 till 34,7°C.

Då djurskyddslagen skall främja djurens hälsa och djurets naturliga beteende fick en grupp 126 höglakterande kor möjlighet att välja uppehållsplats under tiden 26 juli till 11 augusti 2004. Korna fördes ut på betet vid niotiden på förmiddagen och var därefter fria att gå in och ur stallet efter egen vilja tills de togs in för kvällsmjölkning omkring klockan tre påeftermiddagen. Kornas val av uppehållsplats registrerades automatiskt med hjälp av kons transponder och antennportaler vid utgången från stallet. Även kornas besök i kraftfoderautomater registrerades automatiskt. Ytterklimatet registrerades med hjälp av en väderstation (registrerade lufttemperatur, globtemperatur, relativ fuktighet, vindriktning och vindhastighet samt solinstrålning). Inne i stallet registrerades temperatur och relativ fuktighet. Studien skulle även registrera parametrar som avspeglar graden av värmestress hos korna. Detta gjordes genom att manuellt registrera andningsfrekvenser och yttemperaturer hos 10 utvalda fokaldjur när de befann sig på betet. Djuren utfodrades på stall och fodergivan tog ingen hänsyn till vad korna åt på betet. Betestillgången under hela försöket var god.

Resultatet visar att klimatfaktorer på betet som temperatur, solinstrålning, THI (Temperatur Humidity Index baserat på globtemperatur), och skillnaden mellan ute och stallklimat inte påverkade kornas vilja att gå in i stallet. Resultatet visade dock att det under alla klimatbetingelser alltid fanns kor som gick in i stallet. Av de kor som gick in i stallet uppsökte alltid en del kor kraftfoderautomat inom en kort tid och man kan sluta sig till att de primärt gick in i stallet för att äta. Klimatfaktorer påverkade dock inte andelen kor som åt inom en kort tid av de kor som gick in. Klimatet påverkar inte heller kornas beteende att gå ut från stallet till betet.

När globtemperaturen steg ökade kons andningsfrekvens och yttemperatur. Vad det gäller yttemperaturer visar resultatet i enlighet med litteraturen att en svart ko blir varmare (är mer värmebelastad) än en vit ko vid samma globtemperatur. Detta betyder inte att den vita kon har lägre andningsfrekvens, vilket kan förklaras av det faktum att den teoretiskt framräknade värmeproduktionen har antaganden om en viss energieffektivitet vad det gäller metabolism, mjölkproduktion och dräktighet. Eftersom utfodringen av den enskilda kon inte är kontrollerad kan en ko avvika kraftigt från denna norm och därmed kan resultat som visar att en ko med låg teoretisk värmeproduktion (pga. ex. låg mjölkproduktion) uppvisa starkare värmestress (högre andningsfrekvens) än en annan ko med hög teoretisk värmeproduktion.

Uppmätta yttemperaturer hos korna jämfördes med simulerade yttemperaturer i programmet ANIBAL. ANIBAL simulerar med antaganden att djuret står upp och befinner sig i ett stall (ingen solinstrålning). De simulerade värdena för yttemperaturen blir därför i de flesta fallen

lägre än den uppmätta. Simuleringar i ANIBAL visade att den latent värmeavgivningen ökar med en ökad solinstrålning. Detta stöder resultatet med ökade andningsfrekvenser med ökad globtemperatur.

Den energi som tillförs kon via solinstrålning är i många fall mycket hög. I en situation som på betet, tillförs energi via solinstrålning och bortförs via konvektionsförluster. När dessa jämfördes visade resultatet att i många fall så överstiger den tillförda strålningsenergin vida konvektionsförlusterna. Bara i någon enstaka jämförelse var konvektionsförlusten större.

Olika sätt att karaktärisera klimatet användes i studien. THI beräknades på två sätt, ett med lufttemperaturen som bas och det andra med globtemperatur som bas. Då solinstrålningen på ett betydande sätt påverkar hur mycket kon värmebelastas borde det andra alternativet ge en rättvisare bild. Effekten av strålning ses även i jämförelser med lufttemperatur och globtemperatur. Wet Bulb Globe Temperatur (WBGT) visar effekten av lufttemperatur, globtemperatur samt luftens relativa fuktighet. Studier med denna temperatur finns dock inte gjorda på nöt och kan inte jämföras med studier på människa då våra biologiska förutsättningar att avge värme är så vitt skilda från kornas.

I framtida studier av kornas val att vara på bete eller gå in i stallet bör man ha en säkrare registrering i portalerna. Tidpunkterna när korna släpps ut och tas in från bete skall inte skilja sig från dag till dag. Man skulle även kunna ytterligare studera vilka kor som går in och äter kraftfoder och hur detta påverkar kons hela kraftfoderkonsumtion. Korna bör även släppas ut under alla klimatbetingelser för att kunna se effekter av riktigt varma eller regniga dagar.

SUMMARY

Earlier studies of grazing dairy cattle have not taken the climate under consideration. A high lactating dairy cow produces a great amount of heat which she has to dissipate in order to maintain her deep body temperature. The ways of heat dissipation are affected by several climatic factors as well as the biological and genetic prerequisites.

The number of days for data collecting in this study got by several reasons rather few, 18 days. The outside globe temperature varied during this study varied from 22.4 to 34.7°C.

The Swedish Animal Protection Act is promoting animal health and animal natural behaviour and states compulsory grazing for dairy cows. Hence in this project a group of 126 high lactating dairy cows were given opportunity to choose between pasture or inside during day time between the 26 of July till 11 of August 2004. All cows were taken out on pasture at 9 am and were thereafter free to go in and out of the barn as they wanted until they were all taken in for milking around 3 pm. The cows' choices of location were automatically registered by the necklace transponder in antenna- portals located at the barn exit. The cows' visits in the automatic concentrate feeders were automatically registered as well. Outside climate parameters (air temperature, globe temperature, relative humidity, wind angle and wind speed and solar radiation) were recorded in a weather-station. Inside the barn air temperature and relative humidity were recorded. The study also collected parameters reflecting the level of heat stress on the animals. This was done manually by observing respiration rates and measure skin temperatures on 10 selected animals during grazing. The sward access during the study was good.

The result shows that climate factors as temperature, solar radiation, THI (Temperature Humidity Index based on globe temperature and relative humidity), and the difference between the outside and inside climate does not affect cow's willingness to go inside the barn. However, during all climatic situations there were always cows that went into the barn. Some of these cows went shortly after their entry to consume concentrate and you can conclude they primarily went inside to consume concentrate. Climate factors did not affect the number of cows who consume concentrate shortly after their entry. The climate did not affect the cows' behaviour of going out from the barn to the pasture area.

As the globe temperature rises the cow's respiration rate and skin temperature increase. The results from the skin temperature measurements were in accordance with literature and that a black coated cow gets warmer (is more heat stressed than a white coated cow at the same globe temperature). This does not mean that the white coated cow has a lower respiration rate compared to the black cow. This can be explained of their nutritional status. The assumptions regarding feed intake, metabolism, milk production and pregnancy for the theoretically calculated heat production of the particular cow must be fulfilled to make proper comparison about heat stress. As the feed intake of one particular cow is not controlled one cow can show big differences from the assumptions based on feeding norms and the result will show that a cow with low theoretical heat production (low lactating) shows a stronger heat stress (higher respiration rate) than another cow with a high theoretical heat production.

Measured cow skin temperatures were compared with simulated skin temperatures in the computer simulation program ANIBAL. ANIBAL simulates assuming the cow is standing up in a barn (no solar radiation load). The simulated values of skin temperatures get thereby in

most cases lower than the registered. Simulations with ANIBAL showed an increasing amount of latent heat loss as solar radiation rises which support the result with increasing respiration rates as a function of rising globe temperature.

The solar radiation heat load is in many cases high. In a situation as on the pasture energy is transferred into the cow by solar radiation and from the cow by convection losses. When these were compared the result showed that the solar radiation gain often widely exceeds the convection losses. Only some situations showed otherwise.

Different ways of describing climate were used in the study. THI were calculated in two ways, one with air temperature and the other with globe temperature as base. As solar radiation principally always affects the thermal condition for the cow the globe temperature alternative should give a more adequate description. The effect of solar radiation load is also seen in comparisons between air temperature and globe temperature. Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) shows the impact of air temperature, radiation, and the relative humidity of the air. Studies using this temperature are however not done on cattle and can not be compared with studies done on humans as our capacity of losing heat by evaporation widely differs from cattle.

In future studies of cows' choice of being on pasture or inside the barn you must have a more accurate and reliable recording in the portals. The time of letting cows out and in from the pasture should not differ day by day. You could also study which cows that goes back into the barn to eat concentrate and how this affects the total feed consumption of the cow. The herd should be let out to pasture in all climates to be able to see the effect of really hot or rainy days.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	1
NOMENKLATUR	2
SAMMANFATTNING	3
SUMMARY	5
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	7
1. INLEDNING	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Syfte	10
1.3 Avgränsningar	10
2. LITTERATURSTUDIE	11
2.1 Etologi	11
2.1.1 Naturligt beteende på bete	11
2.1.2 Beteende vid höga temperaturer på bete	12
2.2 Lagar och regler som berör betesgång för mjölkkor	12
2.2.1 Djurskyddslagen	12
2.2.2 Djurskyddsförordningen	13
2.2.3 Jordbruksverkets föreskrift och allmänna råd	13
2.2.4 KRAV regler	13
2.3 Bete	13
2.3.1 Beteskvalitet och kvantitet	13
2.3.2 Avstånd till bete	14
2.4 Kornas fysiologiska möjligheter att reglera kroppstemperaturen	14
2.4.1 Värmereglering	14
2.4.2 Värmeproduktion och energibalans	16
2.4.3 Förhållande mellan sensibel och latent värmeavgivning	17
2.5 Klimat	18
2.5.1 Bra klimat för mjölkko	18
3. MATERIAL OCH METOD	22
3.1 Djurmaterial och gårdsbeskrivning	22
3.2 Val mellan inne och ute samt uppsökande av kraftfoder	22
3.3 Klimat, registrering inne i stall och ute på bete, behandling av mätdata	23
3.4 Studie på fokaldjur	24
3.5 Bete, förutsättningar och uppskattningsmetod	24
4. RESULTAT	25
4.1 Bete	25
4.2 Klimat	25
4.3 Sensibel värme, tillförsel respektive förlust	28
4.4 Kor som går in från betet	29
4.5 Kor som går ut igen efter att varit inne	31
4.6 Kor som går in för att äta kraftfoder	33
4.7 Pälsfärgens inflytande på värmebelastning	34
4.8 Andningsfrekvensen som mått på värmestress	36
4.9 Hudtemperaturer	39
4.10 Andel latent värmeavgivning av total värmeavgivning	40
5 DISKUSSION	41
5.1 Brist i registreringar och indata	41
5.2 Jämförelse av olika sätt att mäta temperatur	41

5.3 Söka skugga.....	41
5.4 Val av uppehållsplats – söka skugga	42
5.5 Konstruktion av THI.....	43
5.6 Andningsfrekvens och foderintag.....	43
5.7 Yttemperatur hos korna.....	44
6 SLUTSATSER	45
7 REFERENSER.....	47
7.1 Litteraturförteckning.....	47
7.2 Personliga referenser.....	49
7.3 Elektroniska dokument	50

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Lantbrukare stävar efter att producera livsmedel så effektivt och lönsamt som möjligt. Kraven på en effektiv produktion åtföljs alltid av ekonomiska och politiska styrmedel. Dessa krav på effektivisering ledde tidigare till att producerande mjölkkor kunde hållas på stall under hela sommarhalvåret. Även om detta gällde långt ifrån alla mjölkkor, startade detta under 1980-talet en massiv djurskyddsdebatt. Opinionsen ledde till att en ny djurskyddslag med ett beteskrav infördes 1988. Beteskravet ifrågasattes av ett fåtal mjölkproducenter.

Enligt jordbruksutskottets betänkande (1992/93:JoU1) är ”syftet med djurskyddslagsstiftningens bestämmelser om betesgång för mjölkande nötkreatur att främja djurens hälsa. Djurhållningen skall inte enbart utformas enligt kortsiktiga ekonomiska kriterier. Betesgången skall ge djuren ett allmänt välbefinnande och god motion samtidigt som djuren får möjlighet till naturligt beteende. Dessutom förväntas en från djurskyddssynpunkt förbättrad djurhållning ge ökat produktionsresultat. Det har på senare tid ifrågasatts om kraven på ett gott hälsotillstånd hos djuren till alla delar kan tillgodoses med stöd av de i djurskyddslagstiftningen föreskrivna produktionsmetoderna.” Regeringen uppdrog Statens Jordbruksverk att i samråd med Sveriges Lantbruksuniversitet att beakta betänkandet och utvärdera de för och nackdelar som betestvånget inneburit på mjölkornas hälsa i jämförelse med förekommande lösdriftssystem. Detta resulterade i en rapport från Jordbruksverket (Statens Jordbruksverk, 1993) som sade att kravet betesgång var väl underbyggt. Denna rapport tog hänsyn till beteende med eller utan betesgång, motionens betydelse samt hälsa och hälsoeffekter i olika inhysningssystem. Man beaktade inte hur mjölkkor på bete påverkas och mår av olika klimatfaktorer. Man beaktade inte heller att en högproducerande mjölkko har en mycket hög ämnesomsättning och måste därmed avge mycket värme, något som är oerhört belastande för kon vid höga temperaturer i synnerhet i kombination med en strålende sommarsol. Då avsikten med djurskyddslagen är att djuren skall kunna bete sig naturligt enligt § 4 i Djurskyddslagen 1988:534 borde man beakta djurens fria vilja att välja uppehållsplats.

Sverige är ett land vars befolkning värnar om sitt öppna landskap. Denna känsla är så stark att stor organisation som Arla Foods nyligen genomförde en kampanj med sloganen ”drick mjölk så räddar du en äng”. Vi vill gärna se våra kor beta i hagarna, men vill korna samma sak?

Om man skulle inskränka beteskravet för högproducerande kor skulle detta kunna i förlängningen minska problemen med fosforbalansen på de rastbeten som de mjölkproducenter med stora besättningar ofta har. Samtidigt skulle mjölkproduktionen sannolikt öka om ett gott stallklimat finns som alternativ till betet. I dagens mjölksverige med rådande ekonomiska såväl som politiska klimat skulle kanske detta välkomnas av våra större mjölkproducenter.

1.2 Syfte

Att öka kunskapen kring hur mjölkkor väljer uppehållsplats under den varma årstiden då de har möjlighet att välja mellan att vara ute på bete eller vara inne i stallet. Kornas val skall ställas mot de klimatfaktorer ute på betet och inne i stallet som råder. För att ytterligare få orsaker till kornas val skall faktorer som speglar eventuell värmestress registreras. Kornas ytttemperatur och andningsfrekvens för kor med olika avkastning skall jämföras.

1.3 Avgränsningar

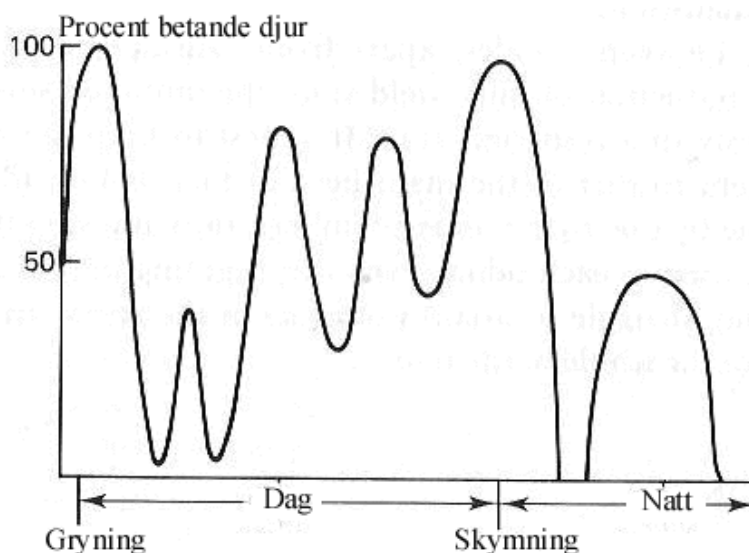
Inflytande på mjölkavkastning och fertilitet undersöks inte i denna studie men tas upp i litteraturstudien dessa är de mått man som en mjölkproducent relaterar sin verksamhet mest till. Inflytande av kornas mer synkroniserade beteende på bete och att de då kanske påverkas att stanna inne eller ute på grund av detta undersöks inte. Avståndet till betet som faktor undersöks inte. Inflytande av kornas laktationsstadium studeras inte och ej heller om kon är brunstig.

2.LITTERATURSTUDIE

2.1 Etologi

2.1.1 Naturligt beteende på bete

Studier på nästintill viltlevande boskap för att se vad som egentligen är naturligt beteende för en ko har gjorts Oftast lever nötkreatur i mindre maternella flockar som slår sig samman i större hjordar. Dessa hjordar kan vandra flera kilometer varje dygn för att hitta bra betesmarker och kommunicerar främst genom kroppsspråk, dofter och beröringar. Nötkreaturen lever framförallt av gräs och i viss mån av löv m.m. De har en väl inrutad dygnsrytm som består av olika långa perioder av betande, totalt ca 4-9 timmar per dygn, varvat med perioder av idisslande och vila samt förflyttning. Helst väljer nötkreatur att ligga ner på en skyddad plats när de idisslar men de kan idissla både stående och gående. Kor sover också under korta perioder, ”vilda” nötkreatur sover främst under dygnets mörka timmar då de ligger ner med huvudet bakåtvikt in mot kroppen (Jensen, 1993). Nötkreatur på bete har en tendens att synkronisera sina beteenden detta kan förklaras av att en flock under naturliga förutsättningar fungerar som en social enhet (O’Connell et al., 1989). Kons konstruktion gör det praktiskt omöjligt för djuret att beta lägre än 1 cm från marken. När kon betar tuggas gräset eller växten två eller tre gånger samtidigt som kon söker nästa grästuva att beta av. På detta sätt betar kor mestadels under dagtid och går samtidigt ungefär 4 km per dag. Sträckan påverkas om vädret är varmt eller blött eller om det är flugor i närheten (Fraser, 1980). Figur 1 visar ett typiskt betesmönster hos nötkreatur . Under en 24- timmars period finns fyra stora perioder av betesintag:, strax innan soluppgång, mitt på förmiddagen, tidig eftermiddag, och nära skymning.



Figur 1. Typiskt betesmönster hos nötkreatur (efter Fraser,1980).

Timmarna före soluppgång och runt skymning är de perioder av längsta och mest intensiva betesperioderna (Fraser 1980). Mjölkkor ligger ca 60 % av dygnet och 87 % av natten. De är dock vakna största delen av dygnet och sover endast ca fyra timmar per dygn. I vilt tillstånd, eller då korna går på bete, ligger korna mest efter morgon och kvällsbetandet. Inom en timme

efter solnedgången ligger de flesta kor ner. Före och efter midnattsbetandet infaller de längsta viloperioderna och den mest enhetliga viloperioden förekommer ca fyra till fem timmar före soluppgången. I stallet styrs kornas dygnsrytm av mjölknings och utfodringstider och djuren sover vanligtvis under natten (Andersson et al., 1988). Jämförelser mellan dygnsrytmerna ute och på stall visar att det finns en högre grad av synkronisering av beteendena ligga och äta på bete än på stall. Korna ägnade mer tid till att äta och åt andra beteenden utomhus, medan de låg ner mer tid inomhus (Miller & Wood-Gush, 1991). I en annan undersökning (O'Connell et al 1989) fann man att kor låg mer på bete än inomhus i lösdrift. I ett danskt försök (Krohn et al. 1992) hade en grupp mjölkande kor möjlighet att vistas på stall med djupströbädd, en mindre paddock och en större gräsbevuxen betesfälla i stort sett året runt. Korna utfodrades med fri tillgång på fullfoder i anslutning till djupströbädden. Korna var utomhus alla dagar året runt utom ett fåtal dagar då det var oväder eller frost. Under sommaren (maj-september) valde korna att vara ute 17.2 timmar per dag och under vintern var de ute 4.8 timmar per dag. På sommaren användes nästan uteslutande betet som vistelseplats. Om detta var så även de varmaste dagarna framgick inte. Liggbeteendet var mer synkroniserat på betet än i stallet. Sommartid föredrog de att beta framför att äta foder inne i stallet även om de alltid åt båda delar.

2.1.2 Beteende vid höga temperaturer på bete

En studie visar att vid höga temperaturer (30°C) minskar betestiden ungefär en timme jämfört med lägre temperatur (22°C). Temperaturer påverkar även kornas dygnsrytm under tiden med 30°C betade korna bara 1,9 timmar under dagen och 6,5 timmar under natten. Under tiden med 22°C betade korna 4,5 timmar under dagen och 4.7 timmar under natten (Seath & Miller, 1946). Vid varm väderlek ökar betestiden under natten. När det är som varmest under dagen söker korna skydd, vilar eller idisslar (Albright, 1997). Vattenkonsumtionen ökar och djuret söker skugga i stället för att äta. Detta resulterar i ett lägre foderintag och därmed minskar mjölkproduktionen. För att lättare bli av med värme tenderar djuret att stå upp istället för att ligga ner och idissla (Lewis & Weniger, 1986).

2.2 Lagar och regler som berör betesgång för mjölkkor

Det som berör betesdrift och klimat sammanfattas i styckena nedan. Det som reglerar vår djurhållning styrs av djurskyddslag, djurskyddsförordning, jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd.

2.2.1 Djurskyddslagen

Utdrag ur Djurskyddslagen (Djurskyddslagen (1988:534))

2 § Djur skall behandlas väl och skyddas mot onödigt lidande och sjukdom.

4 § Djur skall hållas och skötas i en god djurmiljö och på ett sådant sätt att det främjar dras hälsa och ger dem möjlighet att bete sig naturligt.

6 § Djur får inte heller hållas bundna på ett för djuren plågsamt sätt eller så att de inte kan få behövlig rörelsefrihet eller vila eller tillräckligt skydd mot väder och vind.

2.2.2 Djurskyddsförordningen

Utdrag ur Djurskyddsförordningen (Djurskyddsförordningen (1988:539))

10 § Nötkreatur som hålls för mjölkproduktion och som är äldre än sex månader skall sommartid hållas på bete.

2.2.3 Jordbruksverkets föreskrift och allmänna råd

Utdrag ur L100 SJVF 2003:6. För mjölkkor gäller att de varje dygn ska föras ut på bete och ha tillgång till betesmarken under minst 6 timmar

Djurbeläggningen på betesmarken får inte vara högre än att ett växttäckte bibehålls på minst 80 procent av arealen i den aktuella betesfällan.

I allmänna råd står även att vid extrem väderlek kan djuren hållas inne hela dygnet för att skydda djur eller betesmark (Djurskyddsmyndigheten, 2004)

2.2.4 KRAV regler

De mjölkproducenter som är anslutna till organisationen KRAV har ytterligare bestämmelser vid utevistelse under betes- och utevistelseperiod som säger att djur skall hållas ute när mark- och väderförhållanden tillåter detta för respektive djurslag. Djur får under betes- och utevistelseperioden tillfälligt hållas inne vid betäckning, inseminering, kalvning, grisning, lamning, killning, sjukdom, knottangrepp, extrem väderlek eller före slakt.(KRAV, 2004).

2.3 Bete

2.3.1 Beteskvalitet och kvantitet.

Betets kvalitet och kvantitet har stor betydelse för beteskonsumtionen. Ett bete med högt energiinnehåll ger möjlighet till en hög konsumtion. Även betets torrsubstans har betydelse för beteskonsumtionen. En sänkning av betets torrsubstanshalt leder till en lägre konsumtion. Beteskonsumtionen påverkas också av både mängden bete per hektar (betesmängden) och

mängden bete per djur (betesgivan). Man kan få ett mått på betesmängden genom att mäta betets beståndshöjd. Beteskonsumtionen sjunker med minskande beståndshöjd genom att djuren då får i sig allt mindre per betestugga. Resultat från svenska försök visar att beståndshöjden måste vara minst 12-15 cm då djuren släpps på fällan för att man ska få en hög beteskonsumtion. Men oberoende av tillgång och kvalitet så faller beteskonsumtionen under sensommaren. Tänkbara orsaker till detta är minskad dagslängd, låg torrsbstanshalt i betet, försämrad hygienisk kvalitet och smaklighet bl a genom nedsmutsning med gödsel och ökad mängd förna (Burstedt & Magnusson, 1991). Vid ett utländskt försök visade man att först när beteshöjden faller under 6-7 cm minskar beteskonsumtionen och med den mjölkproduktionen. Man ansåg att en höjd av 7-17 cm är optimal höjd vid roterationsbete. Denna hypotes testades dock inte (Lataste, 1991). Då korna ges större mängder tillskottsfoder minskar beteskonsumtionen, betet kan då bedrivas som rastbete dvs. man kan öka beläggningsgraden djur per ha. Man måste då var uppmärksam på fosforbalanseringen av rastbetesfällan (Carlsson, 1991, Burstedt & Magnusson, 1991). Dette innebär att man måste vara uppmärksam så att mängden fosfor som djuren avger med träck och urin ej överstiger mängden fosfor som vegetationen i fällan kan utnyttja. Med alltför många djur i förhållande till ytan uppstår ett växtnäringsläckage.

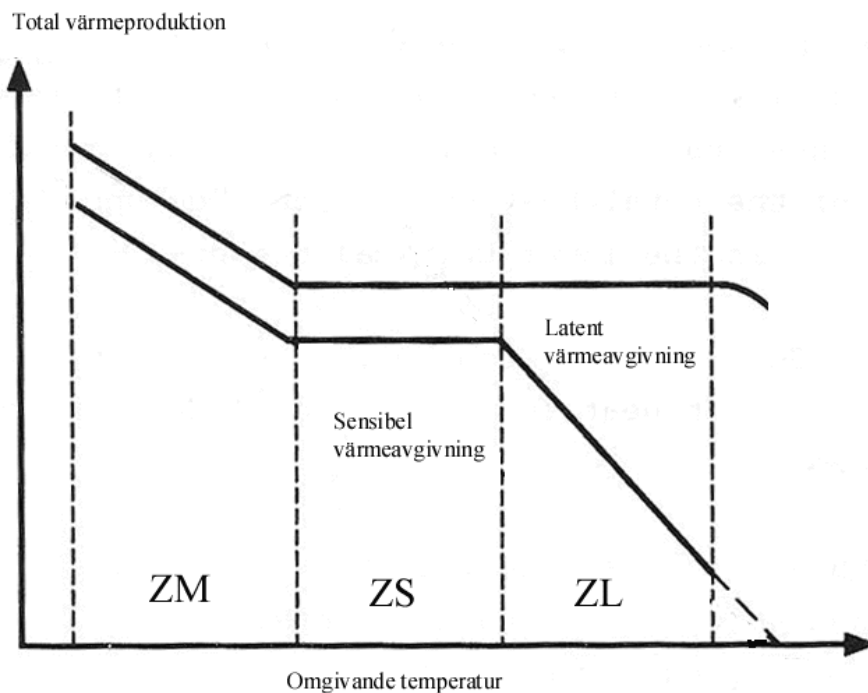
2.3.2 Avstånd till bete

Svenska försök där man undersökt hur avståndet till betet påverkar mjölkningsfrekvens i robotstall visade att kor som hade bete nära stallen (50m) tillbringade mer tid utomhus än kor som hade längre väg till betet (260m). Kor som hade fri tillgång till ensilage på stall var utomhus respektive betade lika mycket som kor som hade restriktiv tilldelning (Spöndly et al, 2004). Andra försök i Holland visar att avståndet till betet (500m) inte påverkade varken mjölkningsintervall (automatisk mjölkning) eller tid på betet (Dooren et al, 2004). I det svenska försöket kunde inte korna som betade på det längre avståndet se betet från staldörren och detta tros vara en faktor till att dessa kor var ute mindre än de som betade nära.

2.4 Kornas fysiologiska möjligheter att reglera kroppstemperaturen

2.4.1 Värmereglering

Liksom för alla varmblodiga djur (konstantvarma) kräver kor en konstant kroppstemperatur för att kroppens funktioner skall fungera normalt. Djuret vill på enklast och med minsta möjlig ansträngning upprätthålla sin kroppstemperatur (Sällvik 2001). Detta uppnår djuret genom tre olika regleringsmekanismer: metabolisk, sensibel och latent värmereglering. De två senare brukar kallas fysiologisk värmereglering. Sensibel värmeavgivning sker med strålning, ledning och konvektion. Latent värmeavgivning sker genom evaporation (svettning och flämtning). Temperaturen påverkar till största delen vilken mekanism som dominerar vilket visas i Figur 2. Temperaturen kan indelas i tre zoner som representerar den värmeavgivning som dominerar. Vid vilken temperatur som de olika zonerna ligger i beror bland annat på den individuella korns värmeproduktion (produktionsnivå).



Figur 2. Grundläggande temperaturregerings mekanismer (responser) i förhållande till omgivande temperatur. ZM, ZS och ZL är temperaturzoner med olika typer av reglering (Efter Ehrlemark 1991).

(ZM) Temperaturzon med metabolisk temperaturkontroll. Den metaboliska värmeproduktionen används dvs. djuret måste konsumera mer foder för att kontrollera kroppstemperaturen vid omgivningstemperaturer under den undre kritiska temperaturen (LCT). Vid dessa temperaturer har djuret maximerat kroppens och pälsens värmemotstånd. Den latent värmeavgivningen är konstant och minimal.

(ZS) Temperaturzon med kontroll genom sensibel värmeavgivning. Inom denna temperaturzon använder djuren sig av ändring av kroppens och pälsens värmemotstånd för att bibehålla kroppstemperaturen. Den latent värmeavgivningen är konstant och minimal.

(LZ) Temperaturzon med kontroll genom latent värmeavgivning. Inom denna temperaturzon använder sig djuret av evaporation (svettning, respiration) för att reglera kroppstemperaturen. Kroppens och pälsens värmemotstånd är minimerade. Då temperaturen stiger ytterligare minskar den totala värmeproduktionen genom att djuret minskar sitt foderintag.

2.4.2 Värmeproduktion och energibalans

Djurets energibalans kan uttryckas med nedanstående ekvation 1 Ett djur avger normalt värmeenergi via strålning, konvektion, ledning och evaporation men energi kan även tillföras djuret via strålning ledning och konvektion.(Sällvik, 2001).

$$P_t \pm P_r \pm P_c \pm P_k - P_e = 0 \quad (1)$$

där

- $P_t =$ djurets totala värmeproduktion, W
 $P_r =$ värmeavgivning genom strålning, W
 $P_c =$ värmeavgivning genom konvektion, W
 $P_k =$ värmeavgivning genom ledning, W
 $P_e =$ värmeavgivning genom evaporation, W

Djurets totala värmeproduktion som avges för att hålla en konstant kroppstemperatur påverkas av djurets vikt och produktion enligt ekvation 2 (Svensk Standard, 1992).

$$P_t = 5,6m^{0,75} + Y_1 + 1,6 \times 10^{-5} p^3 \quad (2)$$

där

- $P_t =$ djurets totala värmeproduktion, W
 $m =$ djurets vikt, kg
 $Y_1 =$ produktion mjölk, kg/dygn
 $p =$ dagar dräktig, dagar

Djurets totala värmeavgivning är alltså lika stor som dess värmeproduktion en högproducerande ko producerar mycket värme jämfört med en lågproducerande. Värmeavgivningen är summan av den latent och sensibla värmeavgivningen. Flertalet faktorer hos djuret och i omgivningen påverkar vilken form av värme som avges. tabell 1 visar en sammanställning över dessa.

Tabell 1. Faktorer som påverkar värmeavgivning (Efter Mount 1979).

Värmeavgivning	Faktorer hos djuret	Faktorer i omgivning
Strålning	<ul style="list-style-type: none"> • yttemperatur • effektiv area • reflektion och emmissions egenskaper 	<ul style="list-style-type: none"> • strålningstemperatur • solinstrålning • reflektion av omgivande ytor
Konvektion	<ul style="list-style-type: none"> • yttemperatur • effektiv area • kroppens geometriska egenskaper 	<ul style="list-style-type: none"> • lufttemperatur • vindhastighet och riktning
Ledning	<ul style="list-style-type: none"> • yttemperatur • kroppsarea i kontakt med material 	<ul style="list-style-type: none"> • marktemperatur • värmeledningsförmåga och • värmemotstånd i material
Evaporativ	<ul style="list-style-type: none"> • yttemperatur • andel fuktig kroppsytta 	<ul style="list-style-type: none"> • relativ luftfuktighet • vindhastighet och riktning

2.4.3 Förhållande mellan sensibel och latent värmeavgivning

Hur stor del av den totala värmeavgivningen som är sensibel respektive latent beror på främst temperaturen som omger djuret. Den sensibla andelen av värmeavgivningen är ca 80 % vid LCT (undre kritiska temperaturen) och minskar till 0 när temperaturen är runt 40-41°C (Sällvik, 2001) Sambandet visas i ekvation 3 (Svensk Standard, 1992).

$$P_s = P_t(0,8-a) \times (t_a - K_t)^4 \quad (3)$$

där

P_s = sensibel värmeavgivning, W

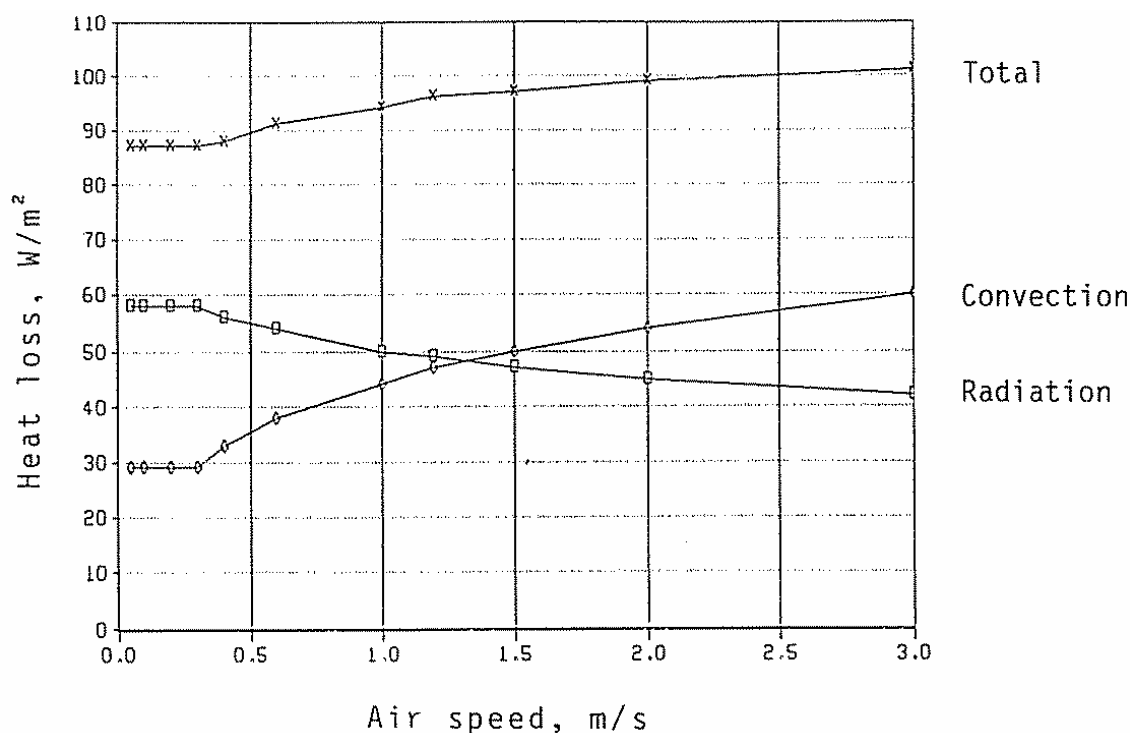
P_t = djurets totala värmeavgivning, W

a = $0,8 / (36 - K_t)^4$

t_a = lufttemperatur, °C

K_t = - 50 (förutsatt ko 500-600 kg, 35 kg mjölk/dygn)

Förhållandet mellan avgivning via strålning och konvektion och den totala värmeavgivningen har beräknats för ett djur som står upp (Ehrlemark, 1988). Figur 3 visar att ca två tredjedelar av den sensibla värmeavgivningen sker genom strålning och en tredjedel vid egen konvektion vid lufthastigheter under 0,2 m/s. Vid hastigheter mellan 1,0-1,5 m/s blir andelarna lika stora. Vid högre hastigheter än 2 m/s överväger den konvektiva värmeavgivningen.



Figur 3. Konvektiv, strålning och total värmeavgivning från ytan av ett djur. Konvektiv värmeavgivning tar hänsyn till både naturlig och påtvingad konvektion. (Ehrlemark, 1988).

Djuret kan få svårigheter att göra sig av med värme av flera olika faktorer främst lufttemperatur och luftfuktighet. Då upplever djuret vad som betecknas värmestress vilket man lättast kan notera genom en ökad andningsfrekvens och ökad kroppstemperatur hos djuret. Andningsfrekvensen påverkas av värmeproduktionen, omgivande klimatfaktorer

främst påverkat av omgivande temperatur och luftfuktighet men även solinstrålningen och vindhastigheter påverkar. En ko andas normalt 15-30 ggr/min, när kon andas 80-90 ggr/min är detta en klar indikation på värmestress (Stowell, 2000). Vid 35°C har man funnit andningsfrekvenser på 100 och 160 andetag/minut vid relativa fuktigheter på 35 och 75 % (Mount, 1979).

2.5 Klimat

2.5.1 Bra klimat för mjölkko

Många faktorer påverkar hur klimatet upplevs. Flertalet studier har gjorts vilka undersöker vad som sker med djuret i olika klimatsituationer. Det finns dock inget som tar upp samtliga faktorer i någon av dessa studier.

Hur djuret upplever klimatet beror på djurets genetiska förutsättningar, miljön och produktionsnivån.

Hur den omgivande temperaturen upplevs påverkas av den relativa fuktigheten i luften, för detta finns ett index framtaget Temperature Humidity Index (THI) som visas i ekvation 4.

$$THI = t_{db} + 0,36t_{dp} + 41,2 \quad (4)$$

där

t_{db} = torra temperaturen, °C

t_{dp} = daggpunkten, °C

Figur 4 visar de olika klasserna i THI som används av U.S National weather service for advisors USDC-ESSA (1970) för olika stressnivåer vid olika THI. För en mer korrekt figur borde man ta hänsyn till vindhastighet och solinstrålning men några sådana index finns inte framarbetade.

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	RH %
20	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68	68	
22	64	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72	
24	66	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	
26	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	77	77	78	78	79	
28	70	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82	
30	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	
32	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	
34	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	
36	77	78	79	80	81	82	83	82	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97	
38	78	79	81	82	83	84	85	86	88	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100	
40	80	81	82	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100	101	103	104	

Figur 4. Samband mellan olika THI nivåer och värmestress där $THI \leq 74$ anses normalt, 75-78 varning, 79-82 fara, ≥ 84 akut fara. (efter USDC-ESSA, 1970).

Tidiga studier visade sambanden mellan temperatur och luftfuktighet, då temperaturen var 29°C och luftfuktigheten 40 % var mjölkproduktionen hos Holstein, Jersey och Brown Swiss cows 97, 93, och 98 % av den normala, men då luftfuktigheten ökade till 90 % blev resultatet 69, 75, och 83 % av den normala (Bianca, 1965). En formel för att beräkna mjölknedläggningen i olika temperatur och fuktighet som tar hänsyn till kons normala avkastning finns framarbetad (Berry et al. 1964), denna visas i ekvation 5. Om en ko minskar sin avkastning med ett kg per dag i höglaktation ger det en minskning på årsbasis på 100-200 kg (Anderholm, 1985). Extrema perioder med flera timmar med THI över 84 kan resultera i en hög mortalitet hos känsliga djur (Hahn & Mader, 1997).

$$M_{\text{minskn}} = 1,075 - 1,7436NL + 0,02474NL \cdot THI \quad (5)$$

Där

M_{minskn} = minskning av mjölkproduktion, kg/dygn
 NL = normal avkastning, kg/dygn
 THI = Temperatur Humidity Index (ekvation 4)

Vindhastigheten påverkar även hur klimatet inverkar. När vinden blåser uppfattas luften som svalare, om man dessutom är blöt uppfattas luften som ännu kallare. Konvektionsförlusterna vid påtvingad konvektion visas i ekvation 6 (Sällvik, 2001).

$$P_c = a_c \times (t_a - t_s) \times A \quad (6)$$

Där

P_c = energiförlust genom konvektion, W
 a_c = värmeöverföringstal
 t_a = temperatur på djurets yta, °C
 t_s = lufttemperatur, °C
 A = 80% av djurets yta, m²

Arean av djurets yta beräknas enligt ekvation 7 (Brody 1945).

$$A = 0,12 \times m^{0,60} \quad (7)$$

Där

m = kroppsvikt, kg

Värmeöverföringstalet beräknas enligt ekvation 8 (Bruce & Clark, 1979).

$$a_c = (15,7 \times v^{0,6}) / m^{0,132} \quad (8)$$

Där

a_c = värmeöverföringstalet
 v = lufthastighet, m/s
 m = kroppsvikt, kg

Till sist så påverkar även solinstrålningen hur omgivningen känns. En ljus päls reflekterar mer av solinstrålningen än en som är mörk som emitterar strålning. En mörk päls blir därför varmare av solinstrålningen än en som är ljus. Kor som exponerades för svagt solsken 320 W/m² under ett par minuter uppvisade 8°C temperaturskillnad mellan vit och svart päls (Cena 1966). Detta kan ge en bild över hur en svart ko är mer värmebelastad än en ljus. Den totala strålningsenergin som utgår från solen som når jordytan är mycket sällan mer än 1100W/m²

under klara dagar. Under en mulen dag kan värdet vara nere på 200 W/m². Ett sätt att värdera temperaturen som tar hänsyn till solinstrålningen i den bemärkelsen att globtemperaturen ingår som variabel har framarbetats. Denna Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) för vistelse i solsken visas i ekvation 9. (Mount, 1979).

$$WBGT = 0.7 T_{wb} + 0.2 T_g + 0.1 T_a \quad (9)$$

Där

T_{wb} = våta temperaturen, °C

T_g = globtemperaturen, °C

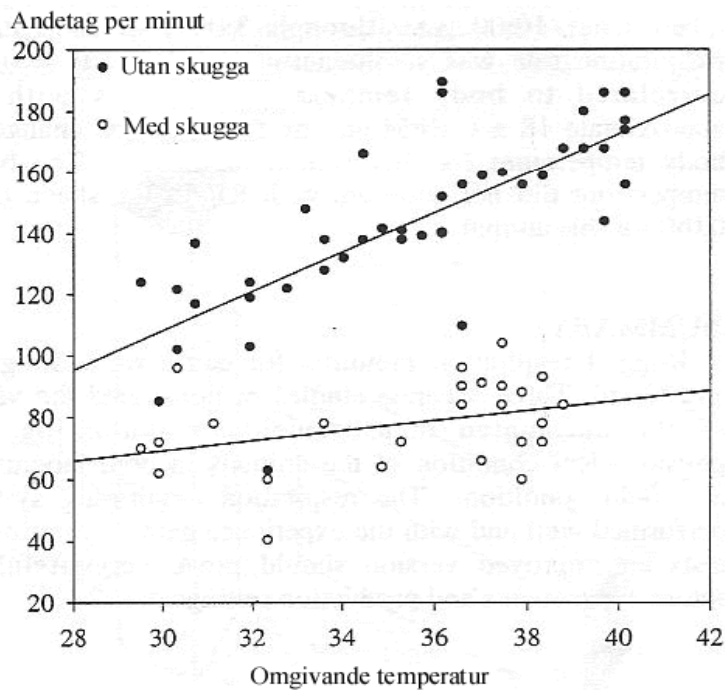
T_a = lufttemperatur, °C

WBGT är ett temperaturvärde som används i Sydamerika för broileruppfödning, WBGT har inte använts i studier på nötkreatur (Sällvik, Pers ref, 2004). WBGT används som temperaturvärde för människor i olika värmesituationer både i Sverige och utomlands.. Arbetarskyddsstyrelsen använder detta för att bestämma högsta tillåtna värmepåfrestningar att arbeta under. Man använder då ett tidsvägt värmeindex som tar hänsyn till olika arbetstyngd och variationer i globtemperatur och lufttemperatur (Arbetarskyddsstyrelsen, 1997). Sammanställningen visas i tabell 2. I tabellen finns faktorn effektutveckling per kroppsytan vilket man enkelt kan översätta till en mjölkkos värmeavgivning per kroppsytan.

Tabell 2. Högsta tillåtna värde WBGT för olika värmeavgivning (Efter Arbetarskyddsstyrelsen, 1997).

Tidsvägd arbetsintensitet bestämd med hjälp av			Högsta tillåtna värde för tidsvägt värmeindex (WBGT _{vägt}) i °C	
Aktivitetsklass	Arbetstyngd	Effektutveckling i watt per enhet kroppsytan (W/m ²)	Med värmeträning	Utan värmeträning
0	Vila	<65	33	32
1	Låg	65-129	30	29
2	Måttlig	130-199	28	26
3	Hög	200-259	26	23
4	Mycket hög	260	25	20

I en beteendestudie gavs 18 tjurar av tre olika raser möjlighet att välja att vara i solen eller i skugga på betet. Tiden som spenderades i skuggan ökade signifikant med ökande strålningstemperaturer och lufttemperaturer hos samtliga raser. Ökande solinstrålning gjorde att tiden i skuggan ökade. Mellan raserna fanns dock skillnader i beteende, detta förklaras av att raserna är olika värmeteroleranta. Djur som gick in under skugga som var värmestressade (hög andningsfrekvens) spenderade längre tid i skugga än de som gick in i skugga utan att vara värmestressade (Bennett et al. 1985). Man har uppskattat att den totala värmebelastningen kan minska mellan 30 till 50% med skugga (Bond & Kelly, 1955). Det finns även samband mellan andningsfrekvens, omgivningstemperatur och om djuret befinner sig i skugga eller inte, detta visas i figur 5 (Eigenberg et al, 2000). Mätningarna gjordes på en blandrastjur. Resultatet borde visa högre andningsfrekvenser hos en producerande mjölkko under samma förhållanden då en mjölkko har en högre värmeproduktion. Undersökningen redovisade inte djurets värmeproduktion, färg på päls eller hur mycket som solen strålade.



Figur 5. Samband mellan andningsfrekvens, omgivningstemperatur och om djuret bifinner sig i skugga eller inte hos en blandrastjur (Efter Eigenberg et al. 2000).

Ett liknande försök med 116 Holstein kor visade att kor i sol (luft temperatur 27,5°C, glob temperatur 36,7°C) hade högre andningsfrekvens ($P < 0.01$) och högre kroppstemperaturer ($P < 0.01$) än de som vistades i skugga. När korna gavs möjlighet att välja vistelseplats vistades de hellre i skuggan under de soliga timmarna. Det visade sig även att de kor som inte fick tillgång till skugga hade en högre frekvens ($P \leq 0.05$) kliniska mastiter. Ytterligare visades mjölkproduktionen var 10,7% högre ($P < 0.01$) för skugggruppen och att fertiliteten i skugggruppen var högre (Roman-Ponce et al, 1977).

3.MATERIAL OCH METOD

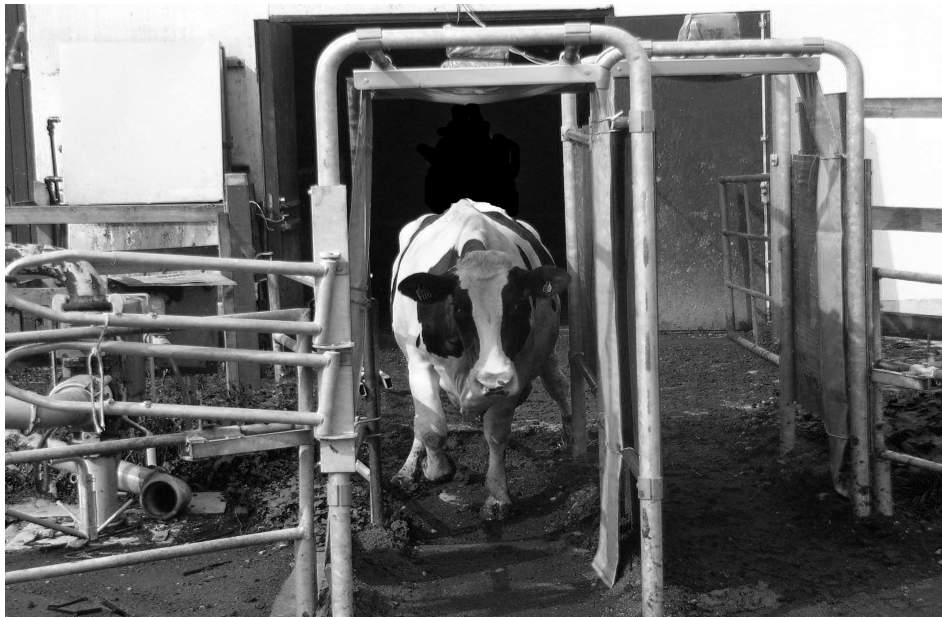
3.1 Djurmaterial och gårdsbeskrivning

Försöket utfördes på Alnarps Mellangård 24 juli till 11 augusti sommaren 2004. Korna i försöket gick i en lösdrift med kraftfoderautomater. Under hela perioden gavs i stallet full giva av grovfoder som var tillgänglig för korna i stort sett dygnet runt förutom under eftermiddagen då korna stängdes från foderbordet. Kraftfoderstationerna var alltid tillgängliga i lösdriften. Vatten fanns tillgängligt i lösdriften vid drivväg och på betet. Efter morgonmjölkning och då korna ätit släpptes korna ut genom två antennportaler vilka ses i figur 6. Korna var därefter fria att välja om de ville vistas inne i stallet eller ute på betet. Vid eftermiddagsmjölkning drevs korna in från betet och hölls inne under natten. Vid regn eller vid höga temperaturer hölls korna inne även under dagen.

Djurmaterialet bestod av en grupp 126 högmjolkande kor av rasen Svensk Låglandsboskap (SLB), samtliga av dessa djur användes i valförsöket. För studier av ytemperaturer och andningsfrekvenser utvaldes 10 stycken ur gruppen som fokaldjur. Fokaldjuren hade en varierande mjölkavkastning mellan 20 och 50 kg/dygn och samtliga hade en god benhälsa. Av fokaldjuren var en helt vit och en helt svart, dessa djur hade ungefär samma mjölkavkastning under perioden. Fokaldjuren märktes med märkspray och tejp för att lättare identifieras.

3.2 Val mellan inne och ute samt uppsökande av kraftfoder

Djurens val registrerades automatisk genom två antennportaler vid in- och utgång till stallet (figur 11) med De Lavals program (Alpro Logg Applicaton 2.4.0.0©). När en ko passerade portalen registrerades tid och transpondernummer. Vidare registrerades på samma sätt besök i kraftfoderautomat.



Figur 6. Automatisk registrering genom två antennportaler vid in och utgång till stallet.

Vid bearbetning av registreringar i portaler och kraftfoderstationer antogs följande data då portalerna inte gjort korrekta registreringar och för att kunna jämföra dagar.

- 1) Kor går in frivilligt fram till kl. 14.30. Djuren togs in för kvällsmjölknings vid olika tider olika dagar. Korna togs dock inte in tidigare än denna tid.
- 2) Kor går ut frivilligt fram till 14.00. Ungefär vid denna tid stängdes korna från fodergången då nytt grovfoder lades ut. Detta gjorde att en del kor drev ut genom portalerna och därmed har de inte gått ut av eget val.
- 3) Kor som inte registrerades gå ut på morgonen antogs gå ut kl. 09.00. Från denna tid och någon timme framåt drevs korna vanligtvis ut till betet.
- 4) Kor som bara registrerats i kraftfoderautomat togs bort. Dessa har inte registrerats varken gå ut på morgonen eller gå in för att besöka kraftfoderautomat.
- 5) Kor som inte registrerats gå in antogs gå in kl. 15.00
- 6) Kor som registrerats gå ut på morgonen och inte registrerats in före ett kraftfoderautomatbesök togs bort.

3.3 Klimat, registrering inne i stall och ute på bete, behandling av mätdata

En bit söder om beteshagarna placerades en väderstation som var 10: e minut registrerade lufttemperatur, luftfuktighet, vindhastighet (3m ovan mark), vindriktning, solstrålning och nederbörd. Registreringarna sträckte sig från den 24 juli till den 11 augusti (18 dagar). Lufttemperaturen mättes med termotråd modell T (Cu/CuNi), samma termotråd mätte globtemperaturen i en svart pingisboll. Luftfuktighet mättes med en elektronisk sensor (Rotronic Hygrometer[®]-C80). Vindhastighet mättes med en fyrablads propeller och vindriktning med ett balanserat blad (Young, Model 05103). En solarimeter (Kipp & Zonen, Model CM 6) mätte solstrålningen på en horisontell yta. Nederbördsintensitet mättes med en detektor (Vaisala, DRD11A) som gav en analog signal beroende av intensitet. Vid väderstationen placerades även en enhet (Tinytag Plus RH) som ett komplement för registrering av lufttemperatur och luftfuktighet. Inne i stallet registrerades temperatur och luftfuktighet av två separata enheter (Tinytag Plus RH). För behandling i PC användes EasyWiev.5 och Excel.

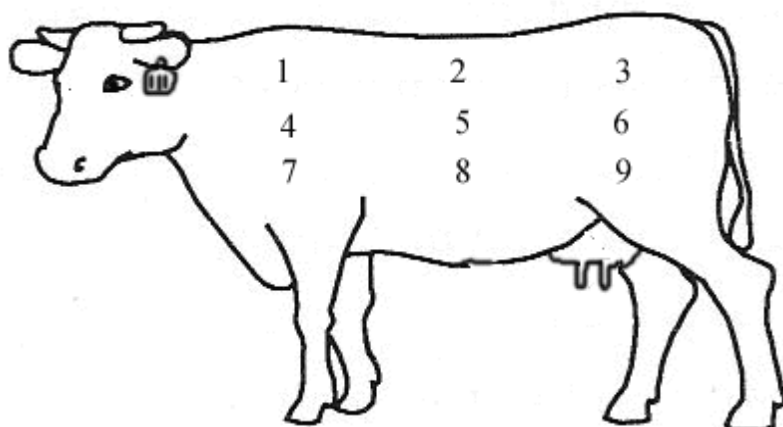
Vid behandling av mätdata sorterades dessa så att en dag antogs sträcka sig från kl.09.00 till kl. 15.00. Medelvärden för olika mätdata under dessa tider beräknades.

De studier som gjordes på fokaldjuren tog ungefär en timma i anspråk för varje mättillfälle att utföra. Medelvärden för de ca 6 klimatregistreringar som skett under varje av dessa mätningar beräknades som ett representativt värde för klimatet.

3.4 Studie på fokaldjur

Andningsfrekvensen hos fokaldjuren mättes visuellt under 20 sekunder och multiplicerades med 3 för att få fram andningsfrekvens per minut. Två mätningar genomfördes för ett genomsnittligt värde. Vid mätning registrerades om kon var ute eller inne i stallet. Mätningarna utfördes vid 13 tillfällen och inom tidsintervallet 10.30 till 14.00. En del av dessa mätningar skedde under samma dag men då med någon timmes mellanrum mellan mätningarna.

Hudtemperaturen mättes med en IR-termometer på nio punkter (figur 7) för att få en medel ytemperatur på djuret (Ehrlemark 1991).



Figur 7. Punkter där IR temperatur mättes för att beräkna ytemperatur hos djuret (Ehrlemark 1991).

Vikten hos djuren bestämdes med ett vikt-måttband denna mätning genomfördes efter mätperiodens slut.

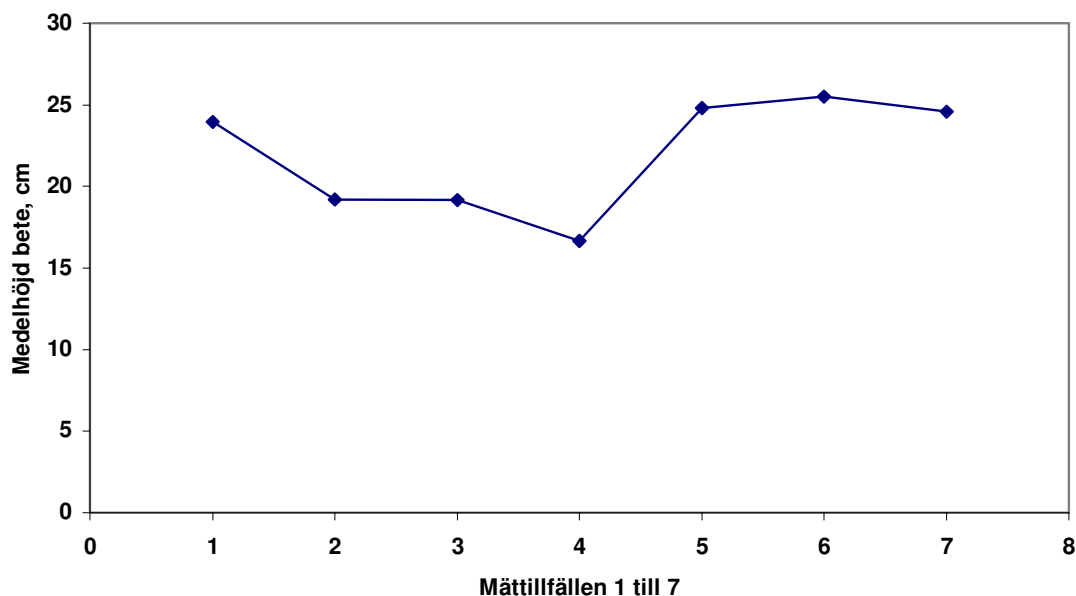
3.5 Bete, förutsättningar och uppskattningsmetod.

Tre stycken betesfållor växelbetades av högmjölkggruppen. Ingen av dessa fållor hade någon skugga i större utsträckning. Betessystemet utgjordes av att högmjölkggruppen alltid erbjöds bra bete genom att de gick någon dag i en fålla flyttades till en ny fålla och lågmjölkggruppen släpptes då på den fålla som högmjölkggruppen betat lite av. Samtliga beten låg relativt nära stallet. Avståndet till betet längst bort var ca 200m. Betestillgången uppskattades genom att gå i en W-form över betesfållan med en tumstock. Betets höjd mättes på 20 platser, medelvärdet av de 20 mätvärdena beräknades (Frankow-Lindberg et al, 1991). Mätningarna utfördes totalt vid 7 tillfällen. Dessa låg utspridda under mätperioden.

4. RESULTAT

4.1 Bete

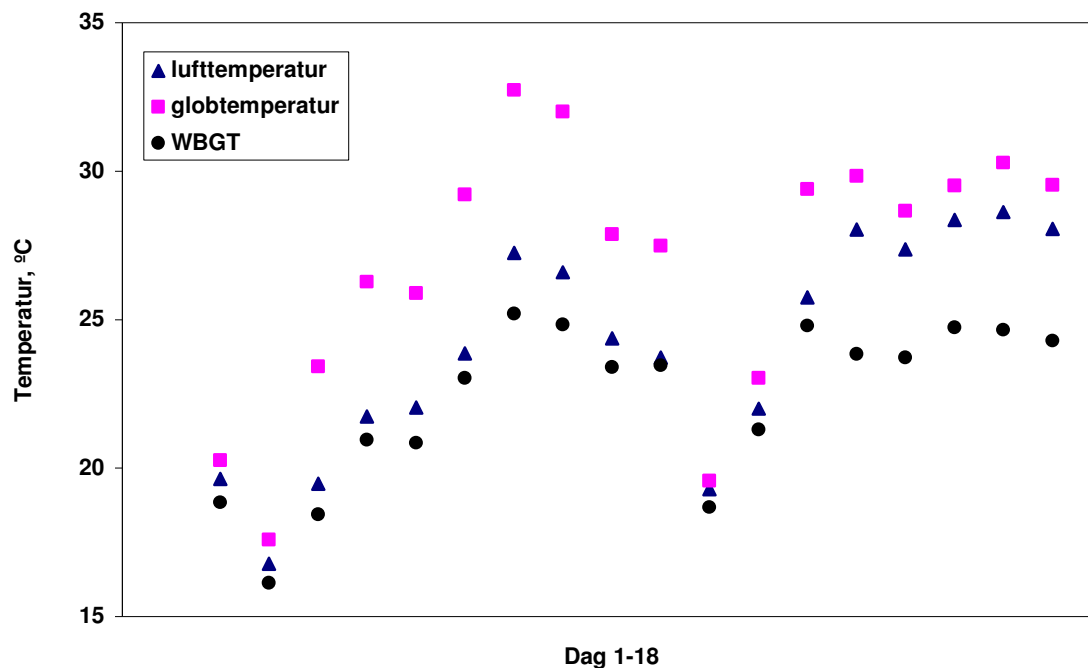
Tillgången på bete var under samtliga dagar god då medelhöjden av mätningarna aldrig understeg de rekommendationer som finns (>12 cm) vilket visas i figur 8. Detta berodde på att högmjölkgargruppen aldrig betade ned höjden innan de fick byta fålla.



Figur 8. Medelhöjden av betet vid 7 mättillfällen utspridda under hela mätperioden.

4.2 Klimat

Under perioden 24 juli till 10 augusti varierade globtemperaturen dagtid kl. 09-15 mellan 22,4 till 34,7°C. Medelglobtemperaturen för hela perioden var 27,7°C. Lufttemperaturen registrerades ytterligare 6 dagar då korna var ute. Lufttemperaturen för de 24 dagar dessa registrerades låg i intervallet 15 till 33°C. Förhållandet mellan lufttemperatur, globtemperatur och WBGT visas i figur 9 där medeltemperaturer för varje dag under perioden 24 juli till 10 augusti beräknats. I jämförelse med arbetarskyddsstyrelsens regler ligger WBGT över den gräns som är satt (< 23°C) för den effektutveckling som korna har (200–330 W/m²) i 55 % av mätningarna.

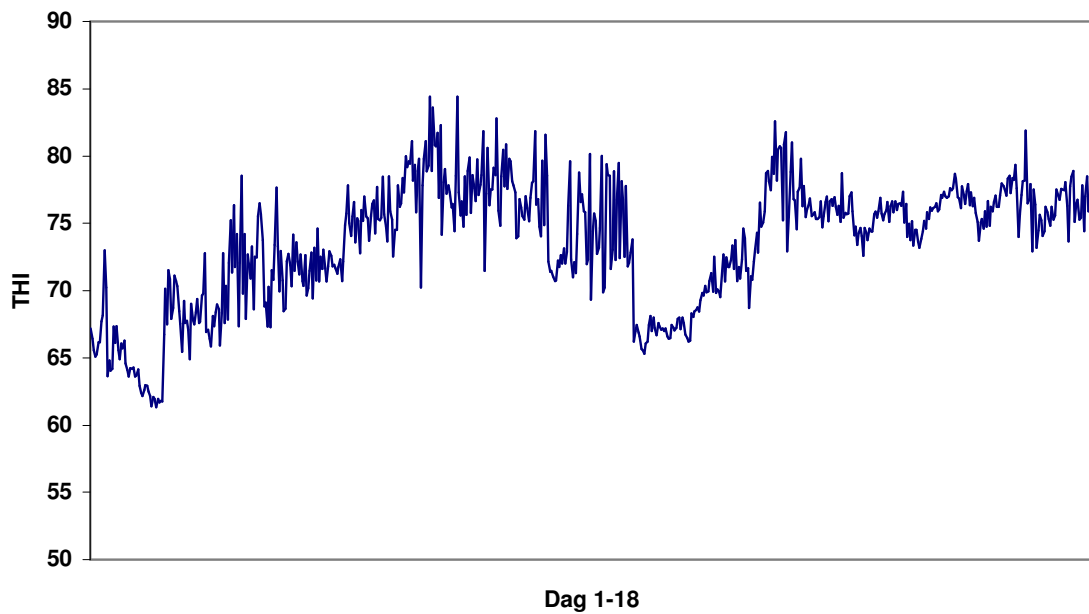


Figur 9. Medeltemperaturer ute dagtid (09-15) för lufttemperatur, globtemperatur samt WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) för mätperioden 24 juli till 11 augusti (18 dagar).

THI beräknades för hela perioden på två sätt dels med globtemperaturen som den torra temperaturen samt med lufttemperaturen som den torra temperaturen som brukligt. Daggpunkten beräknades för lufttemperaturen. THI varierar under perioden vilket visas i figur 10. När THI resultaten analyseras visar detta att THI med globtemperaturen som bas når klassen Akut fara i 1 % av mätningarna, klassen fara upptar 6 % av tiden, klassen varning föreligger i hela 49 % av fallen. Om THI beräknas med lufttemperaturen ligger 73,4 % av värdena i den normala klassen. En sammanställning över resultaten visas i tabell 3. Inne i stallet under samma period ligger THI i alla mätningar under 72 dvs. i den normala klassen.

Tabell 3. THI beräknade med globtemperatur och lufttemperatur som bas, Andel mätningar i varje klass i %.

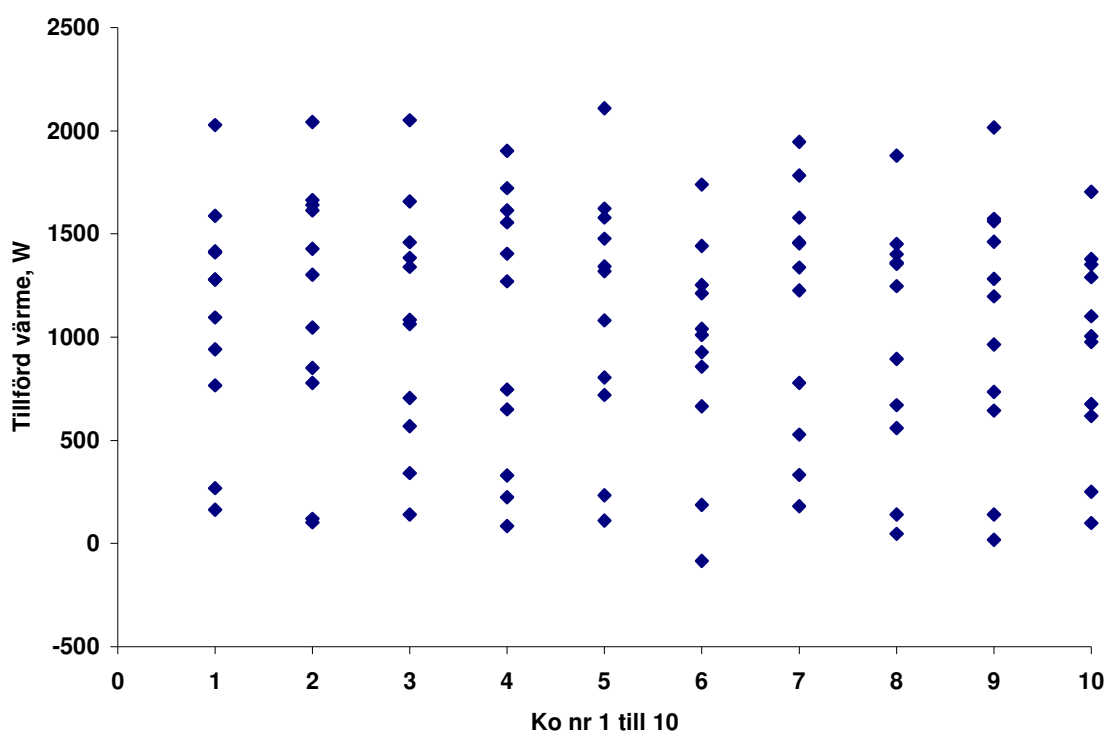
	Akut fara	Fara	Varning	Normalt
THI globtemperatur	1 %	6 %	49 %	44 %
THI lufttemperatur	0 %	0,6 %	26 %	73,4 %



Figur 10. THI med globtemperatur som bas beräknad var 10 minut dagtid (09-15) under mätperioden (18 dagar).

4.3 Sensibel värme, tillförsel respektive förlust.

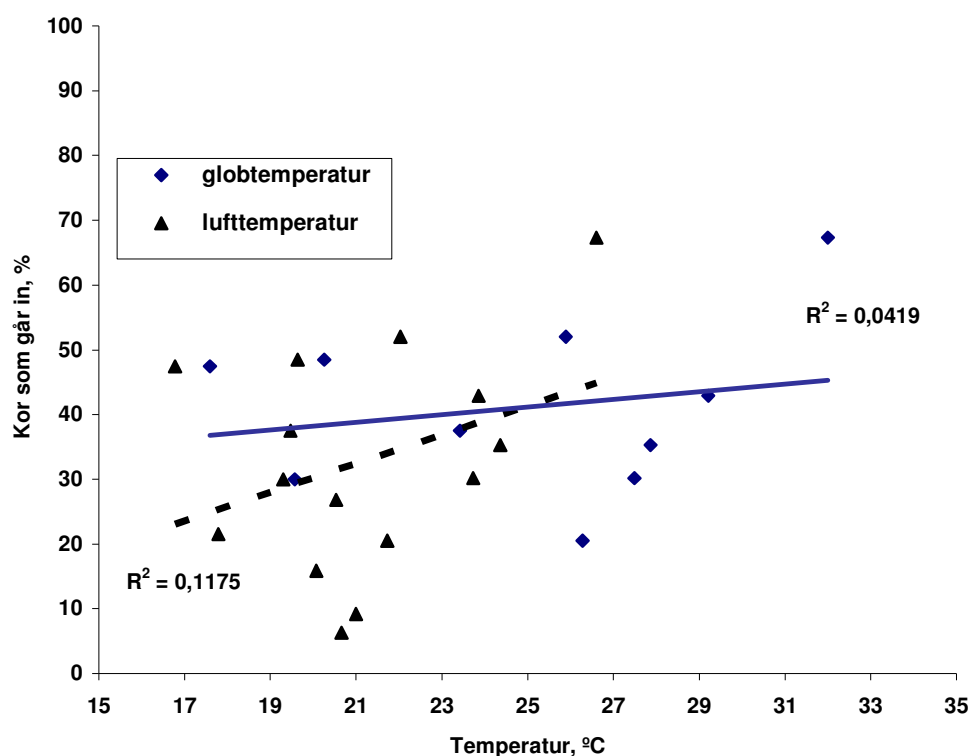
Vindhastigheter under mätperioden varierade mellan 0 och 7 m/s vilket påverkar konvektionsförlusterna. Solinstrålningen varierade mellan 140 och 1040 W/m². Konvektionsförlusterna ute kan bli stora mest varierande pga. vindhastighet, men om man jämför dessa förluster med den tillförsel som sker via solinstrålning visar sig ett mönster, nämligen att konvektionsförlusterna mycket sällan balanserar den värme som tillförs via solinstrålningen. Vid beräkning antogs att solens instrålning når 50 % av kons totala kroppsyta. Ingen hänsyn har tagits till pälsens reflektions, respektive emmissionsegenskaper. På betet sker även värmeavgivning eller värmeförlust via ledning. Denna har inte beräknats. Figur 10 visar den totala tillförseln av energi, beräknat som tillförd strålningsenergi minskad med konvektionsförlust för de 10 fokaldjuren vid de mättillfällena då dessa vistades ute.



Figur10. Sensibel värme netto som når djuret, strålningsenergi från solen minskad med konvektionsförluster för 10 kor vid olika mättillfällena då korna vistats på betet.

4.4 Kor som går in från betet

Uttemperaturens inflytande på var kon befinner sig visas i figur 11. Uttemperaturen redovisas som globtemperatur och lufttemperatur för att se om det fanns någon skillnad. Globtemperaturen registrerades 10 dagar då korna var ute, lufttemperaturen ytterligare 6 dagar. Figuren visar att stora variationer och att temperaturen ute inte har någon inverkan på hur många kor som går in från betet tidigare. Figuren visar dock att oavsett temperatur så väljer alltid några kor att gå in av någon anledning.



Figur 11. Andel kor som går in före kl. 14.30 vid olika uttemperaturer, globtemperatur respektive lufttemperatur. Heldragna trendlinjen gäller för globtemperaturen, den streckade för lufttemperaturen. Globtemperaturen har färre mätdagar än lufttemperaturen.

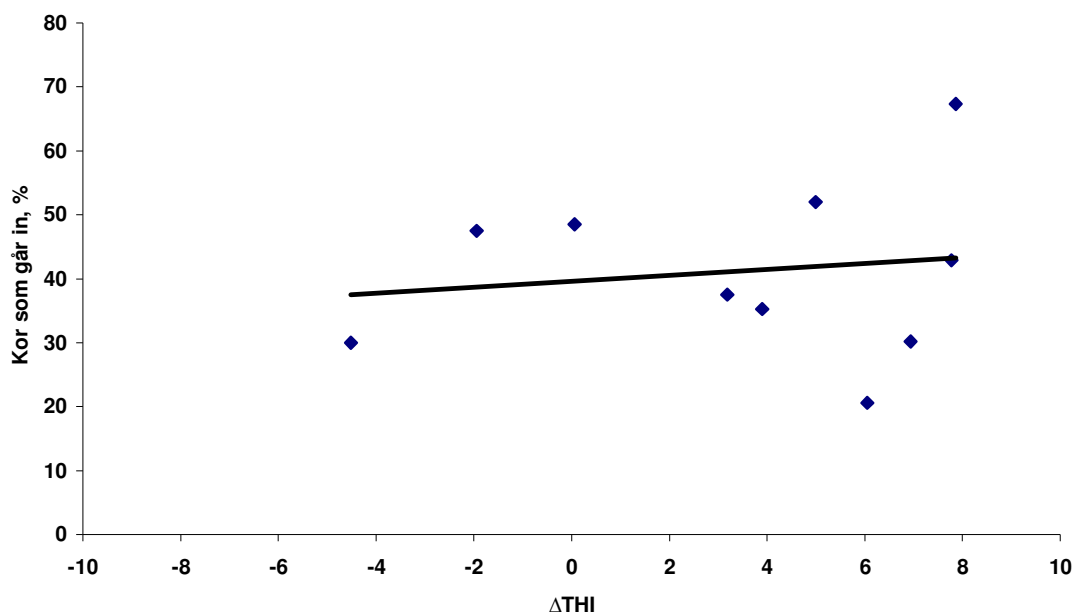
För att jämföra klimatet inne i stallet och ute på betet togs ett ΔTHI fram enligt ekvation (10).

$$\Delta\text{THI} = (t_{\text{gtu}} + 0,36t_{\text{dpu}} + 41,2) - (t_{\text{dbi}} + 0,36t_{\text{dpi}} + 41,2) \quad (10)$$

där

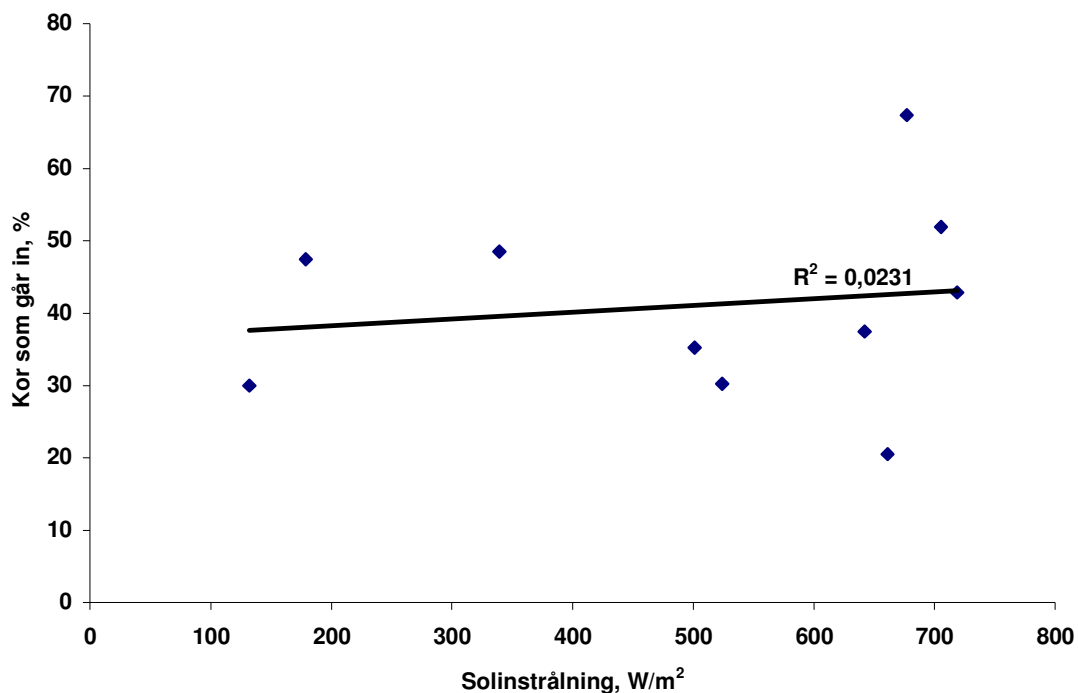
- t_{gtu} = globtemperatur ute
- t_{dpu} = daggpunkt ute
- t_{dbi} = torra temperaturen inne
- t_{dpi} = daggpunkt inne

Ett negativt ΔTHI visar att klimatet i THI är bättre ute än inne. Ett positivt ΔTHI visar på ett mer påfrestande klimat ute än inne. Hur stor andel av korna som går in innan kl. 14.30 vid olika ΔTHI visas i figur 12. Figuren visar inte att korna går mer in om klimatet är bättre inne än ute. Figuren visar att ofta är klimatet i THI mer påfrestande ute jämfört med inne.



Figur 12. Andel kor som går in före kl.14.30 vid olika ΔTHI . Negativt ΔTHI innebär högre THI inne än ute.

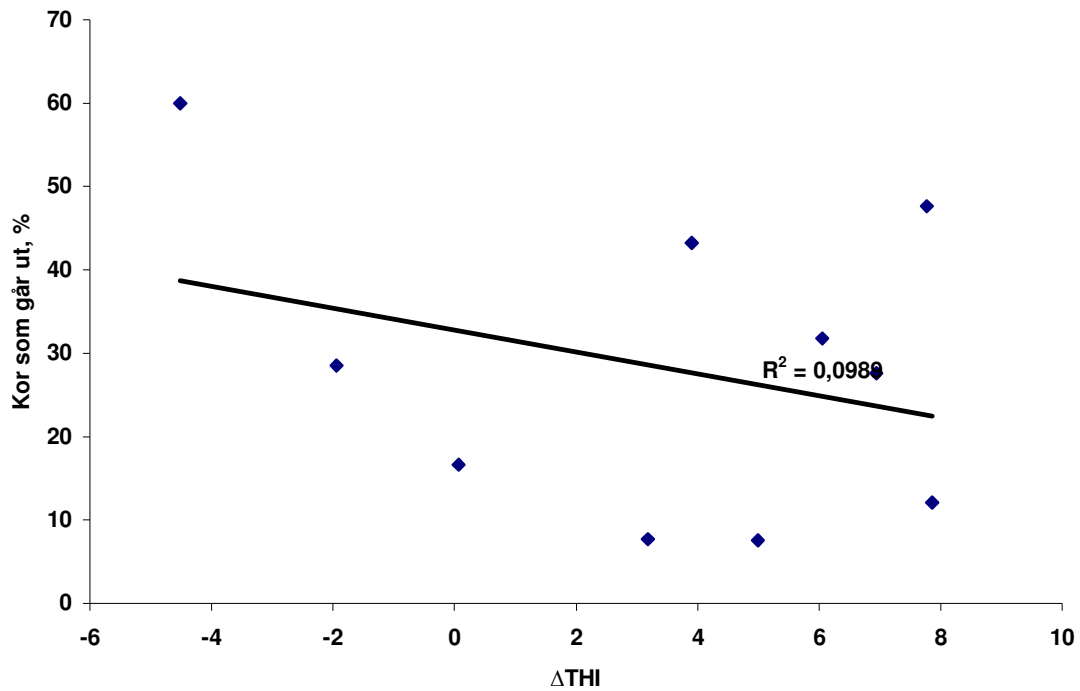
Även solinstrålningens betydelse över kornas val undersöktes resultatet visas i figur 13 Även denna faktor ger en stor spridning av kornas val vid samma instrålning. Hur mycket solen skiner påverkar inte korna att gå in.



Figur 13. Andel kor som går in före kl. 14.30 vid olika solinstrålning.

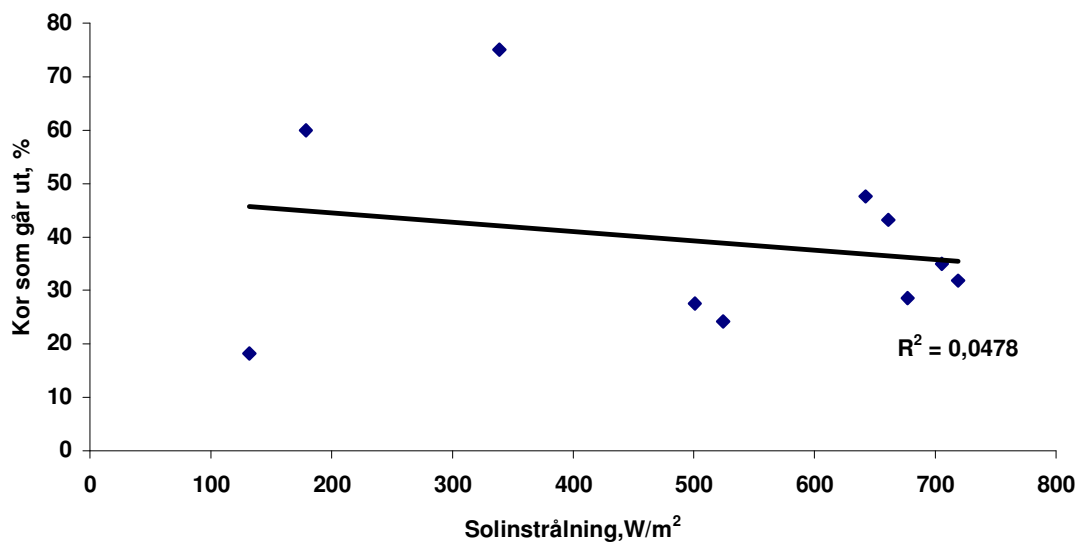
4.5 Kor som går ut igen efter att varit inne

De kor som går in kan gå ut igen i figur 14 visas hur stor andel av de korna som gått in som väljer att gå ut igen inom 1 timme vid olika Δ THI. Figuren visar en stor spridning och inget samband mellan hur länge kon stannar inne i det sämre respektive bättre klimatet.



Figur 14. Andel kor som går ut inom 1 timma av de kor som gått in vid olika Δ THI. Negativt Δ THI innebär ett högre THI inne än ute.

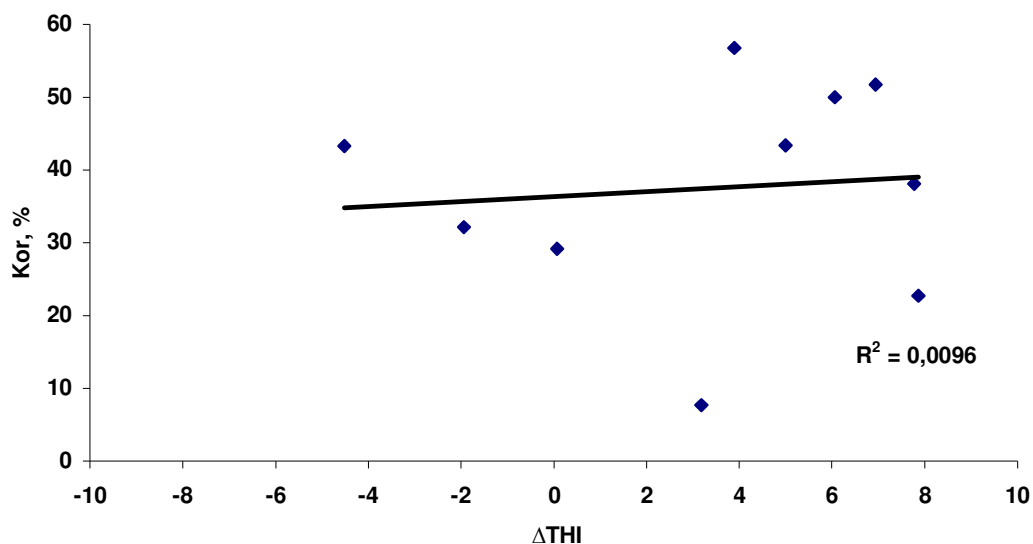
Solinstrålningens inverkan separat på hur korna väljer att gå ut igen visar inte heller den något samband, detta visar figur 15. Trenden visar på att fler kor stannar inne längre om solen skiner mycket men R^2 värdet är mycket lågt.



Figur 15. Andel kor som går ut inom 1 timma vid olika solinstrålning.

4.6 Kor som går in för att äta kraftfoder

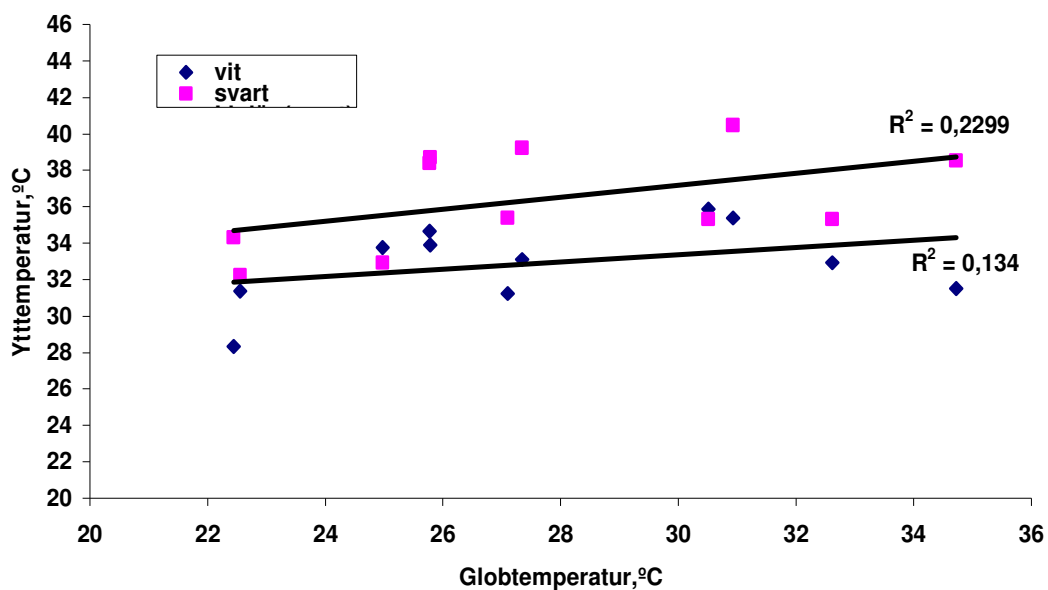
Kor som går in för att äta kraftfoder visas i figur 16. Figuren visar andelen kor som besöker kraftfoderautomat inom 10 minuter efter det hon gått in i stallet. Den totala andelen som besöker kraftfoderautomat är högre men de som besöker automaten inom 10 minuter kan anses gått in för att primärt konsumera kraftfoder. Figuren visar att klimatet inte påverkar om kon går och äter. Figuren visar att många av de kor som går in äter inom en kort tid.



Figur 16. Andel kor som besöker kraftfoderautomat inom 10 minuter efter det kon gått in i stallet vid olika ΔTHI .

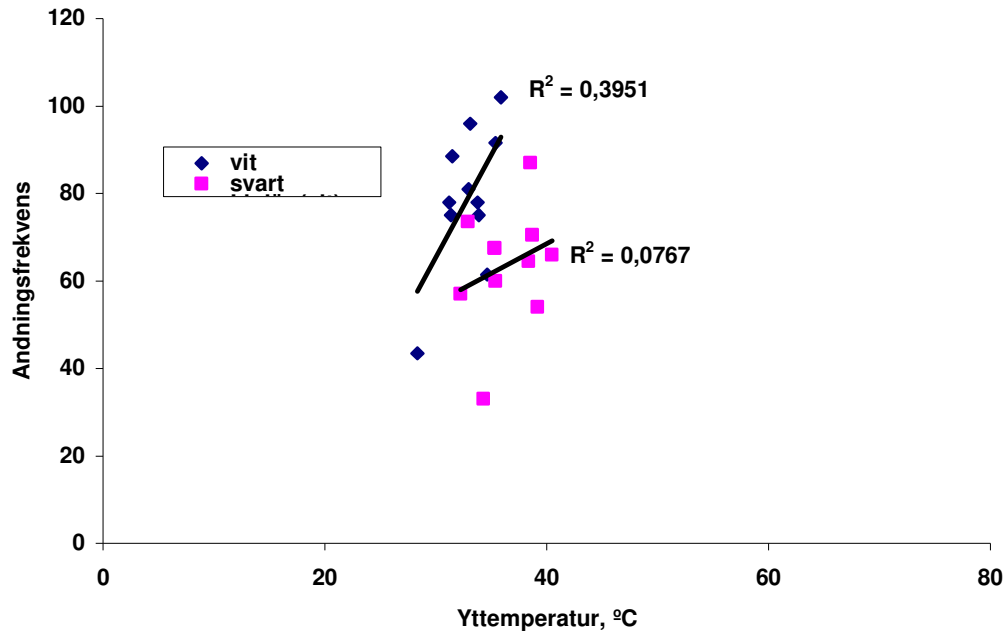
4.7 Pälsfärgens inflytande på värmebelastning

Av fokaldjuren var en helt svart och en helt vit. Båda mjölkade under perioden som mest över 50 kg. Medelavkastningen för den vita kon var under perioden 46.6 kg och för den svarta kon 43,3 kg. Den svarta var i början av sin dräktighet och vägde 640 kg vilket var 90 kg mer än den vita. I figur 17 ser man tydligt att den svarta kon har högre yttemperaturer än den vita kon. Figuren visar även att yttemperaturen stiger med en ökande globtemperatur.



Figur 17. Uppmätt yttemperatur på svart och vit ko vid olika globtemperatur vid 11 mättillfällen.

När globtemperaturen stiger och med den yttemperaturen påverkar detta den latent värmeavgivningen detta illustreras i figur 18. vilken visar att den svarta kon har lägre andningsfrekvens vid samma yttemperatur. Båda korna har höga andningsfrekvenser (>80). vid flera mätningar och visar en stark värmestress Den vita kon har lägre yttemperaturer men uppvisar högre andningsfrekvenser jämfört med den svarta kon.

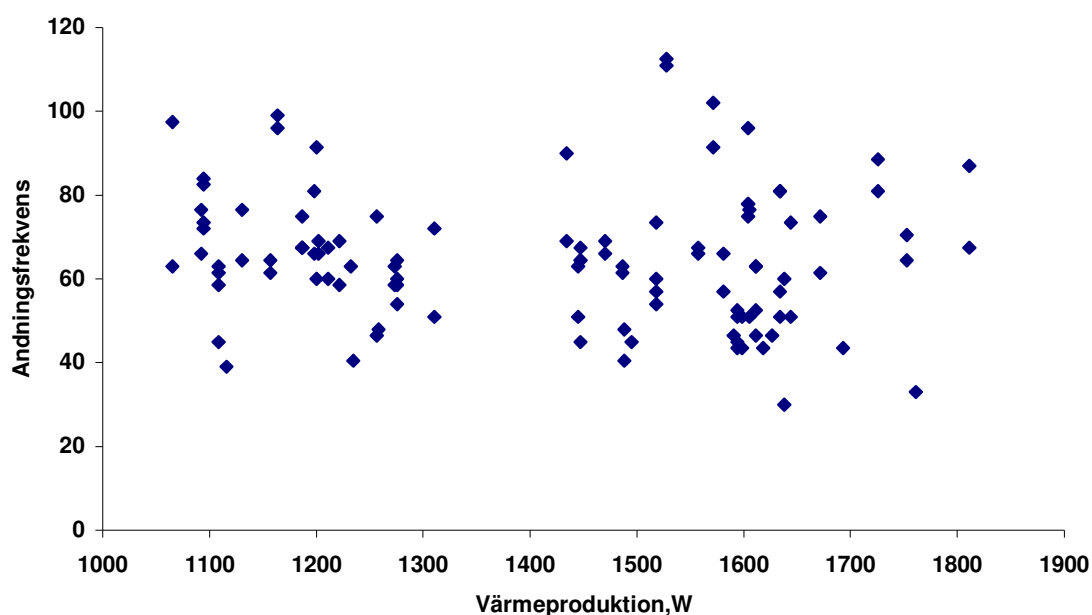


Figur 18. Uppmätta andningsfrekvenser på vit och svart ko som funktion av yttemperatur vid 10 mättillfällen.

4.8 Andningsfrekvensen som mått på värmestress

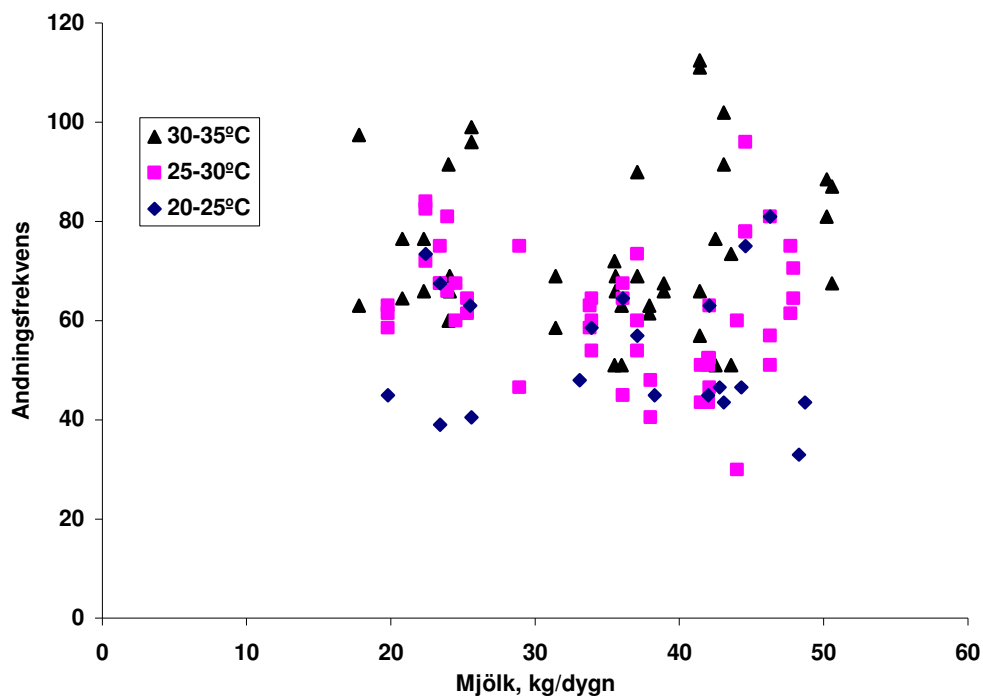
Inne i stallet var i flera fall korna starkt värmestressade. Andningsfrekvenserna varierade mellan 45 och upp till 99 andetag/minut. Medelvärdet beräknades till 63 andetag/minut.

På betet var den högsta andningsfrekvensen som registrerades hela 112 andetag/minut. I 17 % av mätningarna var korna starkt värmestressade (>80 i andningsfrekvens). Fokaldjurens värmeproduktion beräknades för varje mätfälle och dessa jämförs i figur 19. mot de registrerade andningsfrekvenserna. Figuren visar en stor spridning av andningsfrekvenser för samma beräknade värmeproduktion samt att en ko med relativt låg beräknad värmeproduktion kan ha mycket hög andningsfrekvens.



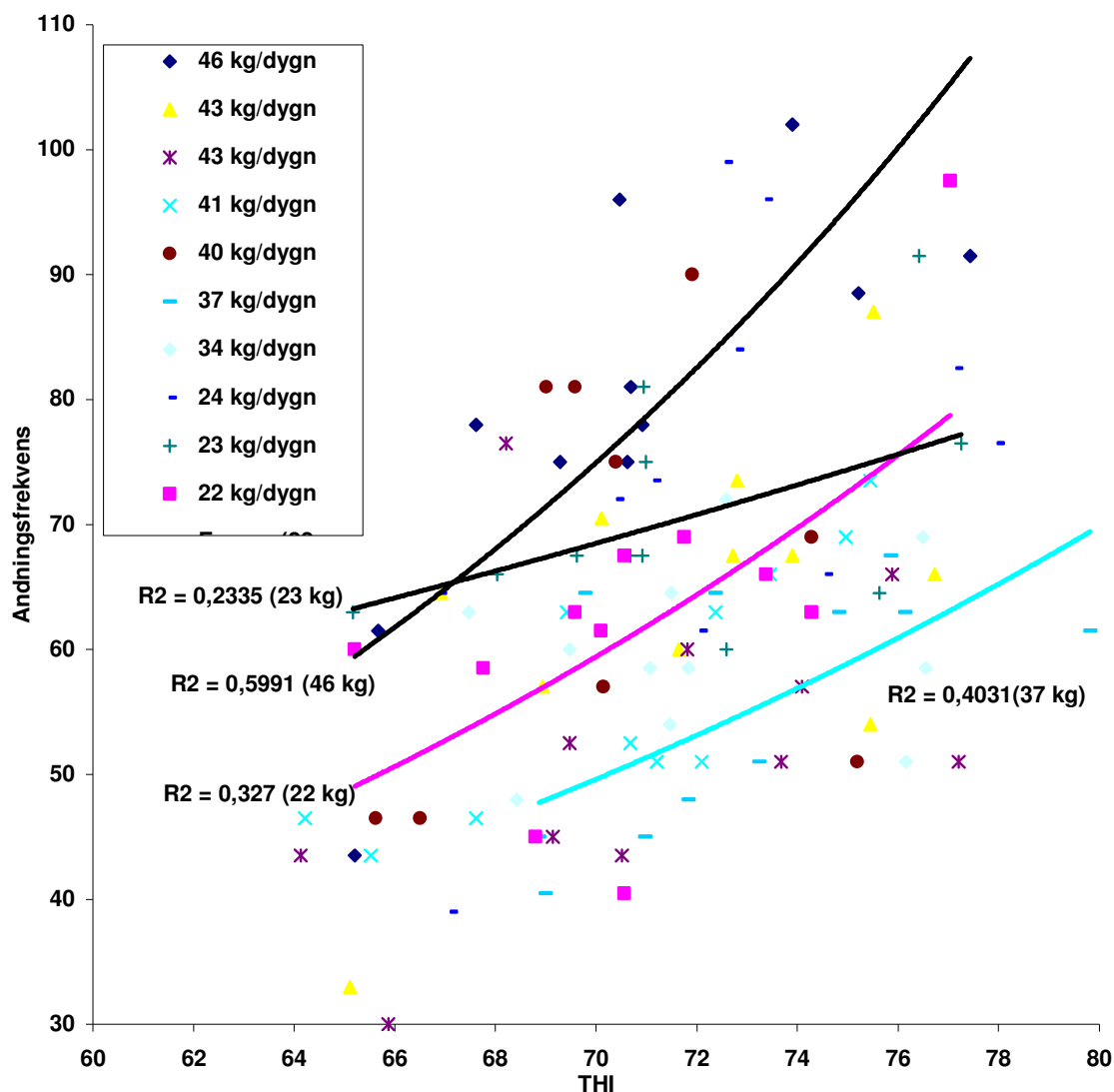
Figur 19. Uppmätta andningsfrekvenser som funktion av beräknad värmeproduktion hos 10 kor vid olika mätfällen då korna vistas ute.

Avkastningsnivån påverkar värmeproduktionen och när data analyseras för olika avkastningsnivåer gentemot andningsfrekvenser vid olika globtemperatur intervall (20-25°C), (25-30°C) samt (30-35°C) visar detta klart att ju högre globtemperatur desto högre andningsfrekvenser vilket visas i figur 20. Även här finns en stor spridning då mätningarna är utförda på 10 olika djur vid flera olika mättillfällen då dessa vistats på betet.



Figur 20. Andningsfrekvenser hos 10 olika djur vid flera mättillfällen de vistats ute som funktion av deras mjölkavkastning per dygn i olika globtemperaturintervall.

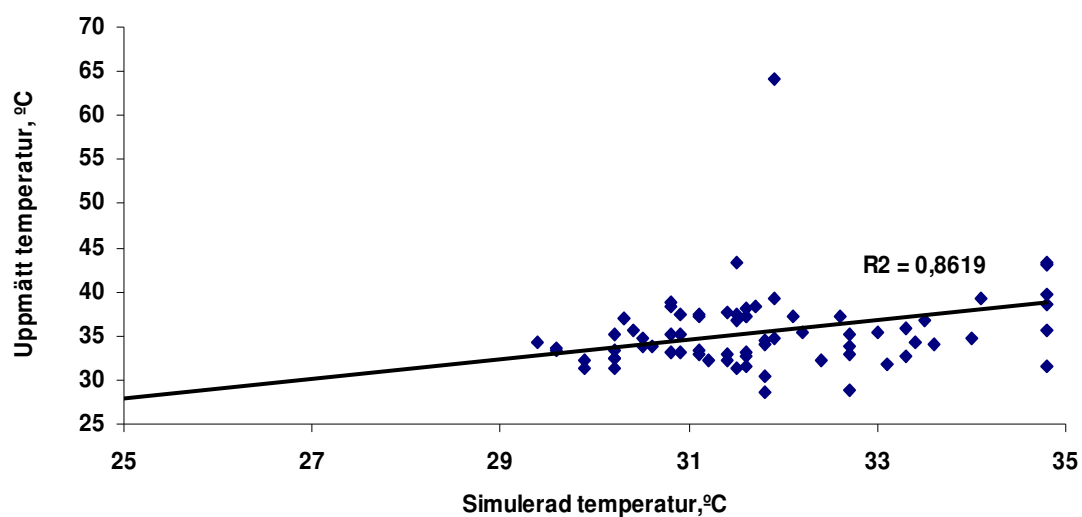
Då man behandlar varje fokaldjurs data för sig och beräknar medelavkastningen under perioden och ställer detta mot de uppmätta andningsfrekvenserna och det THI som råder (med lufttemperaturen som bas) ute får man fram ett intressant mönster som ses i figur 21. Man ser att det råder en stor spridning mellan kor och att som tidigare att en högproducerande ko inte nödvändigtvis har svårast att göra sig av med värme. Dock kan man se att för varje enskild ko så gäller att när THI ute ökar ökar andningsfrekvensen med denna. Ökningen har antagits vara exponentiell.



Figur 21. Andningsfrekvens som funktion av THI för enskilda kor med olika mjölkavkastning.

4.9 Hudtemperaturer

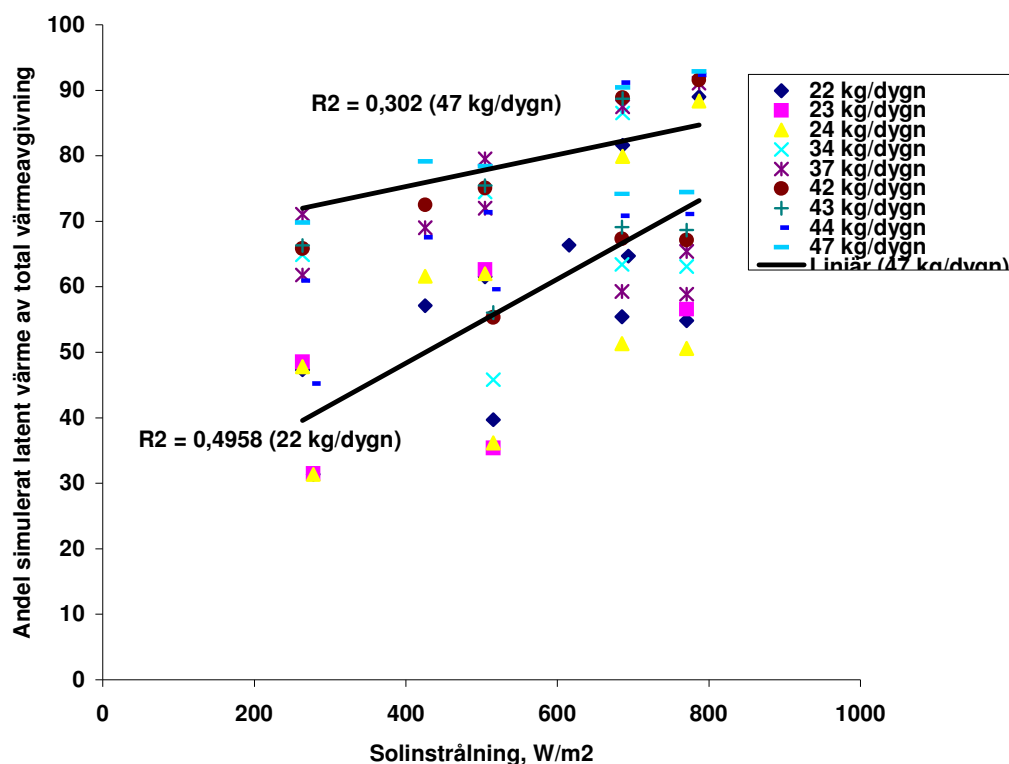
Dataprogrammet ANIBAL är ett simuleringsprogram som kan användas för att bestämma värmeavgivning och yttemperatur under stallförhållanden. Här användes programmet för att jämföra uppmätta yttemperaturer med de som ANIBAL beräknade vilket visas i figur 22. Det visar att i 30 % av fallen är den uppmätta temperaturen högre än 2 C° från det simulerade värdet. I 5 % av fallen visar den simulerade temperaturen ett högre värde än den uppmätta.



Figur 22. Uppmätt yttemperatur jämfört med simulerad yttemperatur med ANIBAL.

4.10 Andel latent värmeavgivning av total värmeavgivning

I ANIBAL kan man simulera kons värmeavgivning med hänsyn till omgivande temperatur och lufthastighet som andelen latent värmeavgivning av den totala värmeavgivningen. Dessa simulerade värden ställs mot solinstrålning i figur 23 där man kan utläsa att den latent värmeavgivningen ökar med en ökande solinstrålning för de olika avkastande korna. Det finns dock en stor spridning även här inom ko vilket gör att R^2 blir lågt. En högproducerande ko har en större andel latent värmeavgivning av total värmeavgivning än en lågproducerande ko.



Figur 23. Andel simulerad latent värmeavgivning av total värmeavgivning som funktion av solinstrålning för enskilda kor med olika avkastning.

5 DISKUSSION

5.1 Brist i registreringar och indata

Vid bearbetningen av registrerade data försvårades detta mycket av att registreringen i portalerna inte fungerat tillfredställande. Många passeringar registrerades inte överhuvudtaget av någon okänd anledning. Programmet Alpro Logg saknade en automatisk sparning av data vilket gjorde systemet mycket känsligt. Tillsammans bidrog detta till gjorde att en del indata för den fortsatta bearbetningen fick baseras helt på antaganden. Vidare fick jag anta att korna gick in frivilligt innan kl.14.30 på grund av att korna togs in vid mycket oregelbundna tider. En större andel kor än den redovisade kan därmed faktiskt ha gått in frivilligt dagar då korna togs in senare på eftermiddagen. Vid ett par tillfällen stängdes Alpro-log programmet ner av personal vid Mellangård och flera mät dagar försvann på detta sätt. På portalerna monterades från början envägsgrindar, den ena portalen skulle vara en ingång den andra en utgång. Tidsbrist gjorde att korna inte kunde tränas att passera dessa grindar. Samtidigt så underlättades passeringar vilket är positivt. Sorterandet av data försvårades dock något då en registrering kunde vara antingen in eller ut. Vidare slogs dataloggern vid klimatstationen ut den 11 augusti av troligt blixtnedslag. I stallet registrerades inneklimatet från början av två miniloggrar, en av dessa försvann.

5.2 Jämförelse av olika sätt att mäta temperatur

När temperaturen mätt på olika sätt jämfördes var globtemperaturen högst i alla mätningar lufttemperaturer ligger lägre och lägst ligger WBGT, såsom man skulle kunna förvänta sig. Skillnaden mellan lufttemperaturen och globtemperaturen är olika stor. Detta beror på solinstrålningens intensitet. WBGT beräkningarna visade på en hög värmebelastning hos kon. Man bör dock inte dra för stora slutsatser eftersom gränserna WBGT är satta för människor. Skillnaden i människan och kons förmåga att avge värme är mycket stor. I förmåga att svettas är människan överlägsen kon och människan kan hålla sin kroppstemperatur i 50°C omgivningstemperatur. Människan har till och med förmågan att kunna avge mer värme genom svettning än hon producerar (Ingram & Mount, 1975). Då människor och kors biologiska förutsättningar för att avge värme är så stora bör man utarbeta andra gränser för WBGT där man tar hänsyn till kons förmåga att avge värme.

5.3 Söka skugga

Djurskyddsanvisningarna ger möjlighet att hålla korna inne vid extrem väderlek. Det finns dock inget som definierar vad som menas med extrem väderlek. Dessutom kan det förhålla sig så att klimatet kan vara mer påfrestande inne i stallet än ute på betet. Resultatet visar att klimatet inte styrde kon att gå in i stallet eller stanna ute på bete. Under mätperioden, som blev mycket kort, kunde inte effekten av nederbörd eller vind undersökas. I undersökningen togs inte heller hänsyn till avståndet till betet vilket skulle kunna påverka resultatet. Det kunde inte visas att en ökande solinstrålning och ökande THI gjorde kon mer benägen att gå

in i stallet för att söka skugga och därmed underlätta sin värmeavgivning. I ett annat försök med Holstein kor visades att när kor fick välja valde de hellre att vistas i skugga under soliga förhållanden. Samma försök visade att kor som vistades i sol (lufttemperatur (27,5°C, globtemperatur 36,7 °C) hade högre andningsfrekvens ($P > 0,01$) och högre kroppstemperaturer ($P < 0,01$) än de som vistades i skugga (Roman-Ponce et al, 1977). I detta försök var skuggan dock inte ett stall utan en skuggkonstruktion ute på betet. Om skugga skulle kunna erbjudas korna på betet skulle vi kunna skydda korna mot onödigt lidande vilket är en av djurskyddslagens paragrafer.

5.4 Val av uppehållsplats

Vad som kunde ses var, att oberoende av klimat så sökte sig alltid en del kor till stallet. Detta är en viktig iakttagelse om vi vill ta hänsyn till kons vilja att av någon anledning gå in i stallet under dagen. Anledningen till att kon söker sig till stallet skulle kunna vara att klimatet är bättre i stallet, att hon vill äta kraftfoder eller av någon annan anledning som inte undersökts i denna studie. Övriga anledningar skulle kunna vara att de brunstiga korna rör sig mera, nykalvade kor kan vara mer oroliga och vid portalerna kunde korna höra kalvarna om de råmade. Flockbeteendet och det mer synkroniserade beteendet som råder på bete har inte heller undersökts.

En studie visade att tid på betet ökar ju längre in på betessäsongen man når (Rook & Huckle, 1996). Detta betyder att om försöket lagts tidigt på betessäsongen eller sträckt sig över en längre period skulle resultatet kunna bli annorlunda. Resultatet skulle även kunna bli annorlunda om betestillgången hade varit en begränsande faktor. Om det råder brist på bete söker sig troligen fler kor in till stallet för att konsumera foder.

THI i stallet jämfört med THI ute visade att i stor utsträckning var klimatet bättre i stallet. Att klimatet var bättre i stallet berodde på flertalet faktorer däribland att det råder skugga, men även byggnadskonstruktion, ventilationsprincip, ventilationskapacitet och beläggningsgrad påverkar. Detta betyder att det inte är för alla stallar som klimatet faktiskt är bättre inne än ute. Kon på betet utsätts för annorlunda belastningar än de inne i stallet. Även om konvektionsförlusterna blir högre pga. högre vindhastighet uppväger detta sällan den energi som tillförs kon via solinstrålning. I beräkningarna av solinstrålning antogs att 50 % av kons area var solbelyst. Denna andel påverkas om kon står eller ligger ner, hur djuret står riktat mot solen, samt om djuret ligger med benen utstäckta eller inte (Ingram & Mount, 1975). Vid beräkningarna av konvektionsförluster antogs att samma vindhastighet råde som den registrerade. Ingen hänsyn togs till om djuret stod i lä från något föremål eller djur. Ekvationen för konvektionsförlusten förutsätter även att kon står upp. När kon står upp är ledningsförlusterna försumbara, men hänsyn till dessa borde tas om kon ligger ner på betet. På Mellangård känner man i vissa delar av stallet ammoniakuppslag från spaltgolvet. Även denna faktor skulle kunna påverka om kor går in i stallet eller inte. Att klimatet var bättre i stallet påverkade inte korna att gå in i högre utsträckning. Trenden visar dock att de kor som gick in stannar inne längre, men spridningen var så stor att det inte på något sätt kunde fastslås.

Av de kor som gick in fanns en stor spridning över hur stor andel som uppsökte kraftfoderautomat. Det finns dock alltid de som uppsökte kraftfoderautomat. Detta kan vara

viktigt att notera, då kor som inte får tillräckligt mycket kraftfoder under de första laktationsveckorna löper större risk att drabbas av acetonemi vilket leder till förutom ett lidande för kon risk för en lägre avkastning även till längre kalvningsintervall (Plyhm Forshell, 1997). Det betyder att dessa kor äter mer utspridda kraftfodergivor vilket i sin tur gynnar mikroorganismerna i våmmen. Vidare så kommer konkurrensen om kraftfoderautomaterna bli mindre under den tid korna inte får gå ut. Det skulle även kunna vara så att det är kor av en viss rang eller i ett visst laktationsstadium som väljer att äta kraftfoder under dagen.

5.5 Konstruktion av THI

I litteraturen används ofta THI som enda klimatfaktorn. I alla undersökningar används lufttemperaturen (torra temperaturen) för att beräkna THI. I denna studie har vi valt att istället använda globtemperaturen. Denna borde ge en rättvisare bild över hur klimatet faktiskt uppfattas av djuren. Detta gör att i mina beräkningar ligger THI i mycket höga klasser till och med i klassen akut fara efter USDC-ESSA,(1970). När man jämför de olika THI beräkningarna nås klassen varning och däröver i 26 % av mätningarna när lufttemperaturen används som bas, motsvarande andel när globtemperaturen används som bas är hela 56 %. I stallet ligger THI under hela perioden i den normala klassen. Det betyder att i stallet skulle korna inte vara värmestressade, vilket inte stämmer då höga andningsfrekvenser uppmätts inne i stallet. Dock bör tilläggas att vid dessa mätningar kan korna nyss komma in från betet och därför uppvisa värmestress. I en studie som gjordes i ett tropiskt klimat visades att korna inte hade en förhöjd andningsfrekvens i normal THI klass (Qvarnström, 2002). Detta motsäger mitt resultat. Förklaringen kan ligga i att dessa kor inte var lika högproducerande samt i att de vant sig till det rådande klimatet.

Vad som är viktigt att nämna är att om vi väljer att ha inne korna under dagtid för att undkomma högt THI ute, så skulle THI inne i stallet öka pga. den värme och fuktavgivning som korna bidrar med till stallklimatet dvs. ökad temperatur och höjd relativ luftfuktighet. Detta ställer höga krav på en god ventilationskapacitet i stallet.

5.6 Andningsfrekvens och foderintag

Korna uppvisade klar värmestress vid mätning av andningsfrekvenser. Stark värmestress uppmättes i hela 17 % av mätningarna ute.på betet Det finns dock inga klara gränser vad gäller andningsfrekvenser vid olika THI klasser dvs. ett visst intervall av andningsfrekvenser som kan översättas till ex. klassen fara. Mina resultat visar en klar tendens att om THI ökar så ökar även andningsfrekvensen. Andningsfrekvensen ökar även då yttemperaturen ökar. Qvarnström (2002) visar samma resultat i sin studie. Då andningsfrekvenser registrerades noterades var kon var men jag vet inte hur länge djuret vistats i den miljön. Detta kan förklara de höga andningsfrekvenser som registrerades i stallet där THI alltid var i normal klass. Om korna försetts med andningsfrekvensmätare så skulle man kunna följa kon på ett bättre sätt.

Vid beräkning av kons värmeproduktion antas att hon konsumerar foder efter utfodringsnorm, har en viss metabolism, att mjölken innehåller en viss mängd energi och att en viss bestämd mängd energi åtgår för dräktighet. Detta betyder att en ko som skiljer sig från normen har en verklig värmeproduktion skiljd från den teoretiska. Detta är en förklaring till att en ko som producerar mycket mjölk kan ha en lägre andningsfrekvens än en ko med låg avkastning vid samma THI. Det kan även förklara spridningen för andningsfrekvenser vid olika temperaturintervall för lika avkastande kor.

5.7 Yttemperatur hos korna

Vid simuleringar med ANIBAL hade programmet svårigheter att kombinera lite högre vindhastigheter med en hög mjölkavkastning. ANIBAL är programmerat för att användas i de förutsättningar som finns i ett stallklimat och detta kan vara orsaken till att ANIBAL i många fall simulerar en lägre hudtemperatur än den uppmätta. ANIBAL har ingen faktor för solinstrålning och tar inte hänsyn till kons färg på päls. Vidare antas kon stå upp i beräkningarna.

Pälsens färg visade sig i enlighet med litteratur ha en stor betydelse för andningsfrekvenser och yttemperatur. En svart ko är mer värmebelastad än en vit då den svarta kon har högre yttemperaturer än den vita. När man tidigare jämfört raser med olika färg på päls visar det att de ljusare korna inte ökade sin andningsfrekvens lika mycket som de mörka vid höga temperaturer (Mount, 1979). I denna studie har den vita kon har högre andningsfrekvenser än den svarta vid alla mätningar. Mitt annorlunda resultat kan förklaras av att deras individuella värmeproduktion kan vara olika även om de är ungefär lika stora och avkastar lika mycket mjölk.

6 SLUTSATSER

De klimatfaktorer som undersökts i påverkade inte andelen av kor som gick in i stallet. Oavsett klimat så söker sig alltid en del kor in. Detta kan vara en viktig aspekt ur djurskyddssynpunkt. Studien representerade globtemperatur inom intervallet 22,4 till 34,7°C.

Människan är helt överlägsen kon vad gäller förmåga att svettas. Detta betyder att vid beräkningar med WBGT och värmeavgivning per kroppsytta blir bilden inte rättvis om man likställer en människa med en ko. Ett system för att kunna värdera samma temperaturer för en ko vore mycket intressant att göra och torde även kunna vara användbart i många sammanhang.

THI är inte alltid ett bra mått för att bestämma hur korna mår. Korna i mätningen indikerade en stark värmestress i mätningar av andningsfrekvenser, men enligt beräkningar av THI och de klassindelningar för olika stressnivåer som finns definierade skulle korna i mätningen inte vara värmestressade i stallet.

Att beräkna THI med globtemperaturen i stället för torr temperatur som bas skulle kunna ge en rättvisare bild över hur kon påfrestras av klimatet ute på betet. Man skall nog dock vara försiktig med att översätta detta index med de klassgränser som finns beskrivna för olika nivåer av värmestress.

När THI stiger ökar den latent värmeavgivningen vilket stöds av resultatet med ökande andningsfrekvenser under dessa förhållanden. En ökad ytemperatur som följd av högre solinstrålning gör att andningsfrekvensen ökar. Detta beror på att den latent värmeavgivningen ökar även här.

ANIBAL som verktyg klarar inte av att simulera utomhusförhållanden tillfredställande och om man vill simulera detta bör ANIBAL vidareutvecklas så att man kan ta hänsyn till ett flertal faktorer såsom solinstrålning, kons yta exponerad mot sol, färg på päls, om kon står eller ligger. Om kon ligger kan inte värmeöverföring genom ledning bortses från. Kombinationer av höga vindhastigheter och hög mjölkavkastning måste kunna kombineras i ett simuleringsprogram som ANIBAL.

En svart ko är mer värmebelastad än en vit ko. Den vita kon visade dock högre andningsfrekvenser dvs. var mer värmestressad än den svarta vid samma temperaturer. Korna hade en ungefär lika teoretisk värmeproduktion. Resultatet visar att den teoretiska värmeproduktionen med dess antaganden inte alltid ger en rättvis bild över hur djuret som individ fungerar. En förklaring kan vara det aktuella foderintaget. Samma resonemang vad gäller värmeproduktion stöder det resultat som visade att en högproducerande ko kan ha lägre andningsfrekvenser än en lågproducerande vid samma THI. Teoretiskt borde den med högst beräknade värmeproduktionen (högst avkastande) uppvisa högre andningsfrekvens så är alltså inte fallet.

Mättagarna i försöket blev av olika anledningar mycket få. 10 dagar då korna var ute för registrerade mätvärden från klimatstationen och ytterligare 6 betesdagar med mätvärden endast från en minilogger. Det vore att föredra att låta försöket gå under hela betesperioden. Portalernas registreringar måste vara mer tillförlitliga än vad de är nu. Registreringar bör inte ske med gårdens dator. Programmet måste byggas ut så att en automatisk sparning av data

sker för att minska systemets känslighet. Envägsgrindar underlättar bearbetning av data, men samtidigt så minskar kapaciteten i portalerna. Om en ko blockerar portalen kan ingen annan passera. I försöket kunde alla passeringar även in och utsläpp med en hög trafik ske genom portalerna. Finns bara en portal försvåras detta. Bearbetning av portaldata skulle underlättas mycket om kona togs in samma tid varje dag.

Det vore intressant att ha andningsfrekvensmätare på korna för att se hur andningen påverkas av olika klimat och var de befinner sig. Om andningsfrekvensmätningar utförs visuellt som i denna studie bör man ta hänsyn till hur länge kon vistats i miljön där mätningen utförs.

Vid vidare studier inom området borde man även titta närmare på de kor som går in för att äta kraftfoder, vilka de är och om de i högre utsträckning äter hela sin kraftfodergiva.

7 REFERENSER

7.1 Litteraturförteckning

Albright J.L, Arave C.W. 1997. The behaviour of cattle. Wallingford: CAB International.

Anderholm L. 1985. Distriktsveterinärens erfarenhet av innevistelse för kor sommartid. Svensk Veterinärtidning. 10, 419-420

Andersson J.L, Bøe K, Castrén H, Krohn C.C, Lidfors L, Michanek P, Simensen E. 1998. Nötkreaturens beteende- litteraturkompendium. The nordic group for cattle ethology.

Bennet I.L, Finch Virginia A, Holmes C.R. 1995. Time spent in shade and its relationship with physiological factors of thermoregulation in three breeds of cattle. Applied Animal Behavior 13 (3), 227-236

Berry R.C, Shankling M.D, Johnson H.D. 1964. Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity. Trans. ASAE 7:329-331

Bianca W. 1965. Reviews of the progress of dairy science. Section A. Physiology. Cattle in a hot environment. Journal of. Dairy Res. 32, 291-345

Bond T. E, Kelly C. F. 1955. The globe thermometer in agricultural research. Agricultural Engineering. 36:251.

Brody S. 1945. Bioenergetics and Growth. Reinhold Pupliching Corp. New York.

Bruce, J.M. and Clark J.J. 1979. Models of heat production and critical temperature for growing pigs. Animal Production 28, 353-369.

Burstedt E, Magnusson G. 1991. Djuren och betet. I: Carlsson A (Red) Betesbok för nötkreatur. 37-42. Stockholm LTs förlag

Carlsson A. 1991. Djuren och betet. I: Carlsson A (Red) Betesbok för nötkreatur. 91-102. Stockholm LTs förlag

Cena K. 1966. Acta Agr. Silv., 6, 93. I Cena K. 1973 Heat loss from Animals and Man, Ed Monteith L, Mount L.E. Kap 3 (33-58) (London, England: Butterworth

Ehrlemark A. 1988. Calculation of sensible heat and moisture loss from housed cattle using a heat balance model. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik (LBT), Rapport 60, Uppsala

Ehrlemark A. 1991. Heat and moisture dissipation from cattle measurements and simulation model. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik (LBT), Rapport 77, Uppsala

Eigenberg R.A, Hahn J.A, Nienaber J.A, Brown-Brandl T.M, Spiers D.E. 2000. Development of a New Respiration Rate Monitor for Cattle. Transactions of the ASAE 43 (3) 723-728

- Frankow-Linberg B, Djurberg L, Råsberg A. 1991. Odling och skötsel av betesvallar. I: Carlsson A (Red). Betesbok för nötkreatur. 9-37. Stockholm LTs förlag
- Fraser, A.F 1980. Farm animal behaviour. 2 ed. London
- Hahn G, Mader T.L. 1997. Heat waves in relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle. Proc. 5th Intl. Lvstk. Environ. Symp. 563-571
- Ingram D.L, Mount L.E. 1975. Man and Animals in Hot Environments. Springer- Verlag New York. 185 s
- Jensen P. 1993. Djurens beteende och orsakerna till det. LTs förlag. Stockholm.
- Krohn ,C.C, Munksgaard,L, Jonasen, B. 1992. Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments 1. Experimental procedure, facilities, time budgets- diurnal and seasonal conditions, Applied Animal Behaviour Science. 34, 37-47.
- Lataste J.C.D. 1991. Studies of the relationship between a ryegrass (*Lolium perenne*)- white clover (*Trifolium repens*) sward and grazing cows. PhD thesis, University of Reading, Reading, UK
- Lewis I, Weniger J.H. 1986. The behavior of lactating cows under temperature stress in stallhousing. Luechtungskundem 58, 102-123.
- Miller K, Wood-Gush D.G.M. 1991. Some effects on housing on the social behaviour of dairy cows. British Society of Animal Production. 53, 271-278.
- Mount L.E. 1979. Adaptation to Thermal Environment man and his productive animals.London. Edward Arnold (Publishers) Limited
- O'Connell J, Tiller P.S, Meaney W. 1989. A comparison of dairy cattle behavioural patterns at pasture and during confinement. Irish Journal of Agricultural Research. 28, 65-72
- Plym Forshell, K. 1997. Mjölkornas hälso- och sjukvård. I: Mjölkkor. LTs förlag. Stockholm. 163-165
- Qvarnström, M. 2002. Estimation of production losses and measures to reduce thermal stress in dairy production under tropical conditions- results of a field investigation. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Jordbrukets Biosystem och Teknik, Examensarbete 9. Alnarp
- Roman-Ponce H, Thatcher W .W, Buffington D.E, Wilcox C.J, Van Horn H.H. 1977. Physiological and Production Responses of Dairy Cattle to a Shade Structure in a Subtropical Environment. Journal of Dairy Science 60, 424-430
- Rook A.J, Huckle C.A. 1996. Sources of variation in the grazing behaviour of dairy cows. Journal of Agricultural Science 126, 227-233

Seath D.M, Miller G.D, 1946. Effect of warm weather on grazing performance of milking cows. Journal of Dairy Science 29, 199-206

Spörndly E, Wredle E, Wiktorsson H.2004. I: Automatic milking and grazing. Grazing strategies and their effect on animal welfare and system performance.Rapport I EU projekt Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms (QLK5-2000-31006). www.automaticmilking.nl.

Statens Jordbruksverk. 1993. Motionens och betesgångens betydelse för mjölkkor. Rapport 1993:16

Stowell R.R. 2000. Heat stress relief and supplemental cooling. Dairy housing and Equipment Systems Conf. Proc. Publ. No 129 of the natural Resource, Agriculture, and Engineering Service (NRAES). Agricultural and Biological Engineering Department, Cornell University, Ithaca, NY.

Svensk Standard. 1992. Lantbruksbyggnader-Ventilation, uppvärmning och klimatanalys i värmeisolerade djurstallar- Beräkningsregler. Standaliseringskommisionen i Sverige, Byggnadsstandaliseringen, SS 95 10 50, Stockholm

Sällvik, K. 2001. Husdjurens värmebalans och termiska närmiljö. Sveriges Lantbruksuniversitet. Undervisningskompendium, Institutionen för Jordbrukets Biosystem och Teknologi.

USDC-ESSA. 1970. Livestock hot weather stress. Central Regional Operations Manual Letter 70-28. Environmental Sciences Services Admin., U.S. Dep. Of Commerce. Silver Spring, MD. I Hahn G L, Nienaber J A. XXX. Engineering and Management Practices to Ameliorate Livestock Heat Stress. USDA-ARS U.S. Meat Animal Research Center. USA.

7.2 Personliga referenser

Sällvik Krister, Professor, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Jordbrukets Byggnads Teknik, JBT. Alnarp. Samtal 2004-10-07

7.3 Elektroniska dokument

Djurskyddslagen (1988:534)
<http://rixlex.riksdagen.se> (12 januari 2004)

Djurskyddsförordningen (1988:539)
<http://rixlex.riksdagen.se> (15 oktober 2004)

KRAV ekonomisk förening. 10 augusti 2004.
<http://www.krav.se/regler.asp?ID=5.2> (10 augusti 2004)

Djurskyddsmyndigheten.
<http://djurskyddsmyndigheten.se/jahia/Jahia/lang/sv/pid/73> (15 oktober 2004)