



# Mjölkkors behov av att ligga och att sova

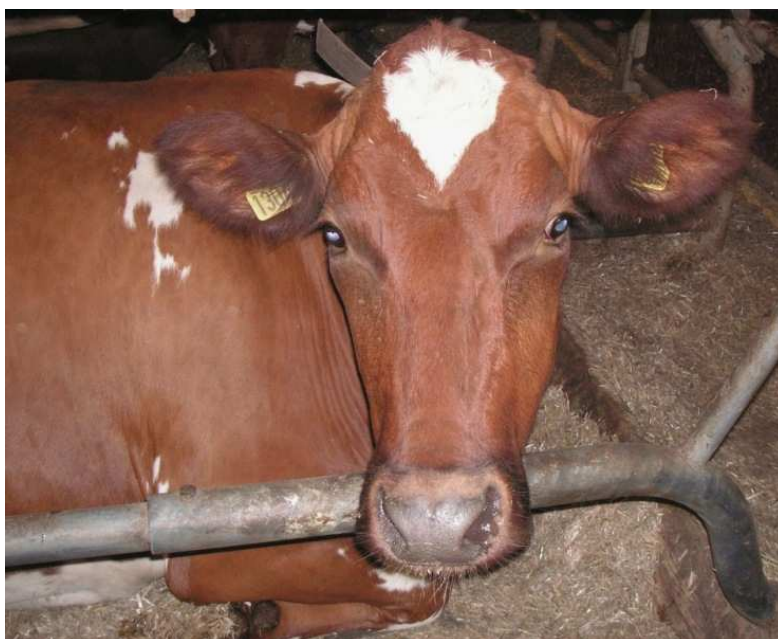


Foto: Emma Nilsson, 2009

Av  
Emma Nilsson

Engelsk titel: The need for dairy cows to lie down and to sleep

Handledare: Sigrid Agenäs

Inst. för husdjurens utfodring och vård

Examinator: Per Peetz Nielsen

---

Husdjursvetenskap - Examensarbete 15hp

Litteraturstudie

SLU, Uppsala 2009

## **Sammanfattning**

Syftet med denna litteraturstudie var att utreda om den moderna mjölkkon har den tid hon behöver för att ligga och att sova och vad brist på dessa beteenden kan leda till. Dagens forskning är samstämmig om att sömnen är livsnödvändig men det finns ingen enhetlig förklaring till sömnens funktion, trots att det finns många teorier. Det är känt att sömn har en viktig koppling till immunsystemet och sömnen ökas vid infektion. Sömnbrist orsakar många negativa effekter som nedsatt funktion hos immunförsvaret, ökad metabolisk aktivitet, undernäring och ökad hjärtfrekvens. Det har även visat sig att sömnbrist kan orsaka ökad dödlighet. Få studier har fokuserat på kors behov av att sova och ligga, och följer av brist på dessa beteenden. Kor har hög motivation för att ligga och de sover 4 timmar av dygnet enligt den enda studien som kunde hittas angående hur lång tid kor sover. Tidsbudget är ett uttryck som beskriver hur lång tid kor använder till olika beteenden som att ligga, äta och idissla. Kornas tidsbudget kan användas som en välfärdsindikator i kobesättningar och tidsbudgeten påverkas av många faktorer. Det finns inget välutvecklat verktyg för att beräkna om kor under speciella förhållanden har tillräckligt med tid till att ligga och att sova. Detta tillsammans med att det finns begränsad information om kors sömn- och liggbeteende gör det omöjligt att utesluta att kor lider av sömn- och liggbrist. Denna litteraturstudie antyder att sömnbrist skulle kunna vara en bidragande orsak till de problem med juverhälsa och metaboliska störningar som är vanliga hos mjölkkor. Mer forskning inom ämnet behövs.

## **Abstract**

The aim of this literature review was to investigate whether the modern dairy cow has the time she needs to lie down and to sleep and what deprivation of these behaviors could lead to. Current research seems to agree on the fact that sleep is essential but there is no uniform explanation of the function of sleep, even though there are many theories. It is known that sleep has an important impact on the immune system and that sleep is increased in case of an infection. Sleep deprivation causes many negative effects including reduced function of the immune defense, increased metabolic activity, malnutrition and increased heart rate. It has also been found that deprivation of sleep could cause increased mortality. In cows very few studies have focused on the need of sleep and time to lie down, and deprivation of these behaviors. Cows have a strong motivation to lie down and they sleep 4 hours a day according to the only study found on duration of sleep in cows. Time budget is an expression that tells how much time cows use for different behaviors, such as lying down, eating and ruminating. The cow's time budget can be used as a welfare indicator on the farms and the time budget could be influenced by many things. There is no well-developed tool to predict whether cows under specific conditions get enough time to lie down and to sleep. This together with the fact that there is limited information about cows sleeping- and lying behavior makes it impossible to exclude that the cows are suffering of sleep- and lying deprivation. Based on this literature review it is suggested that mastitis and metabolic disorders, which are common in dairy cows, could have a connection to sleep deprivation. More research on this subject is needed.

## **Introduktion**

Mjölkkor har länge avlats för bra foderomvandlingsförmåga och hög mjölkavkastning. Resultatet har blivit den högvakastande mjölkkon som producerar avsevärt mycket mer mjölk än vad hennes tidigare släktingar gjorde. Den höga mjölkproduktionen har gjort att korna är utsatta för hög metabolisk belastning och leder till att de lättare drabbas av sjukdomar. När energikonsumtionen är större än energiintaget behöver korna mobilisera sina fettdepåer och

de kan drabbas av negativ energibalans, något som är speciellt vanligt i tidig laktation (Mulligan et al., 2006). Det är vanligt att kor tas ur produktion och avlivas på grund av ett sjukdomsrelaterat tillstånd (Beauveau et al., 2000) och i många kopopulationer har kornas livslängd förkortats (Essl, 1998). Förutom risken för metaboliska problem löper de högproducerande korna stor risk att drabbas av infektionssjukdomar. Juverinflammation är exempel på en vanligt förekommande bakteriesjukdom hos mjölkkor (Barkema, et al., 1998; McDougall et al., 2009) som orsakar stora ekonomiska förluster (Hagnestam-Nielsen & Ostergaard, 2009) och utsätter korna för stort lidande (Broom & Fraser, 2007).

Det diskuteras att den höga mjölkavkastningen konkurrerar med djurens välfärd och olika sätt att värdera kornas välfärd har utvecklats. Kornas tidsbudget är ett mått på hur lång tid korna använder för olika fundamentala beteenden som att gå, äta, dricka, stå, mjölka och ligga och kan användas som ett mått på djurens beteendevälfärd (Lexer et al., 2009). Typ av inhysningssystem, hur kotrafiken är organiserad, foderkvalitén och beläggningsgraden är exempel på faktorer som påverkar korns tidsbudget. En viktig faktor för välfärden anses vara att ha tillräcklig tid för att ligga ner (Jensen et al., 2004). Det finns många anledningar till att dagens mjölkkor kan hindras från att ligga och tillsammans med de faktorer som påverkar tidsbudgeten kan det leda till att korna inte hinner sova och ligga den tid de behöver.

Olika arter har olika sömnbehov och vanor, bytesdjuret sover kortare perioder i jämförelse med rovdjuret som ofta sover långa sammanhängande sekvenser. Beroende på art och rådande miljö anpassas djurens sömnvanor, vissa sover huvudsakligen på natten andra på dagen. Variationen i kvantiteten sömn som krävs hos olika arter är anmärkningsvärd, den varierar från 3 till 20 timmar per dygn hos däggdjuren (Capellini et al., 2008). Det finns flera olika teorier om orsaken till skillnaden i sömnbehov hos däggdjur men det finns ingen fullständig förklaring till varför däggdjurens sömnbehov varierar i så stor utsträckning.

För däggdjuren är den funktionella vinsten med att sova inte lika självklar som nyttan med att äta, para sig och söka skydd. Att bli dödad eller att missa ett tillfälle att para sig är exempel på stora risker som däggdjuren utsätter sig för när de sover. Trots det sover djuren vilket tyder på att sömnen har viktiga funktioner som överväger farorna. Det är allmänt känt att sömnen är livsnödvändig och det bedrivs omfattande forskning om dess funktion.

På samma sätt som det pågår forskning i stor skala om sömnens funktioner bedrivs det även betydande forskning på vilka problem sömnbrist kan ge upphov till. Trots många troliga teorier finns inget enigt svar på frågeställningen. Det är dock känt att sömn har betydande inverkan på bl.a. immunologi, endokrinologi och metabolism (Åkerstedt & Nilsson 2003). Det har länge varit omtalat att sömnbrist kan orsaka sjukdom och Kripke et al. (2002) är en av dem som med sina studier har visat att brist på sömn leder till ökad dödlighet.

Denna litteraturstudie utreder var forskningen står idag när det gäller sömnens funktioner och vilka komplikationer sömnbrist kan medföra. Syftet med studien var att undersöka om den moderna mjölkkon har den tid hon behöver för att sova och ligga samt vilka konsekvenser eventuell brist på detta kan leda till.

## **Sömn**

### **NREM- och REM-sömn**

De senaste decennierna har elektroencefalogram (EEG) varit en grundsten för sömnforskningen. Ett EEG mäter spänningsförändringar i hjärnan med hjälp av elektroder

som placeras på utsidan av huvudet (Allada & Siegel, 2008). Sedan 1960-talet har sömn delats in i två huvuddelar; ortosömn (NREM-sömn) och parasömn (REM-sömn). REM-sömn kallas även paradoxal sömn (Staunton, 2005).

Baserat på EEG-mätningar delas NREM-sömn in i fyra generella faser från 1 till 4. Faserna avspeglar ökat sömndjup, där fas 4 motsvarar den djupaste sömnen (Staunton, 2005). Ökning i sömndjup medför fallande metabolisk aktivitet och minskad muskelaktivitet i nervsystemet (Åkerstedt & Nilsson, 2003). Fas 3 och 4 summeras under namnet djupsömn och kännetecknas av lågt cerebralt blodflöde samt sänkt andnings- och hjärtfrekvens (Åkerstedt & Nilsson, 2003). Dessa tillstånd orsakas av ökad parasympatikusaktivitet (Staunton, 2005). Hos människa motsvarar NREM-sömn normalt 80 % av den totala sömnen (Bryant et al., 2004).

REM-sömnens karaktär skiljs avsevärt från NREM-sömnens, nervaktiviteten till musklerna är avstängd och hjärnan är i hög grad vaken (Åkerstedt & Nilsson, 2003). EEG mätning under REM-sömn ger resultat som liknar det av en uppvaknande individ (Allada & Siegel, 2008) och hjärnans metaboliska aktivitet är hög (Siegel, 2005). Blodtryck, kroppstemperatur, hjärt- och andningsfrekvens ökar till över uppvakningsnivåer (Åkerstedt & Nilsson, 2003). Drömmar är vanligt förekommande under REM-sömn, men förekommer även i andra sömnstadier (Åkerstedt & Nilsson, 2003).

## **Sömnbehov**

Det finns många faktorer som påverkar hur länge djur behöver sova t.ex. ålder, kroppsstorlek och samspelet med miljön de lever i (Siegel, 2005). Variation i sömnmängd beror även på olika näringsbehov. Djur med högt energibehov i förhållande till sin storlek behöver lång tid för att äta och hitta föda, vilket gör att de har kortare tid över för att sova (Elgar et al., 1988; Capellini et al., 2008). Elgar et al. (1988) fann att det, oberoende av kroppsstorlek, finns en negativ korrelation mellan energiåtgång och sovtid hos däggdjur. Hög energiåtgång är således förknippat med kortare sovtid.

Både NREM- och REM-sömn är kortare hos herbivorer än hos andra djur (Capellini et al., 2008). Herbivorerens kortvariga sömn kan dels förklaras med att de ägnar mycket tid till att äta den näringsfattiga dieten (Siegel, 2005) och dels med att de normalt är utsatta för högre predationsrisk än ickeherbivorer (Allison & Cicchetti, 1976). Capellini et al. (2008) menar att arter som sover kort tid kan kompensera detta med att sova djupare och snabbare tillgodogöra sig nyttan med sömnen. Det finns dock undersökningar som, genom bedömning av EEG och tröskelvärden för sinnesrespons, tyder på att arter som har kort sovtid inte kan kompensera för det genom att sova djupare (Siegel, 2005).

## **Kor ligger, sover och dåsar**

Jensen et al. (2005) tränade kvigor till att trycka på en knapp för att få ligga ner. Kvigorna hade fri tillgång att ligga under ett antal timmar per dygn och hade möjlighet att få ytterligare tid att vila genom att utföra ett arbete; trycka på knappen. Kvigor som hade fri tillgång till att ligga 9 timmar per dygn var motiverade att arbeta för ytterligare 4 timmars liggtid, medan kvigor med 5,5 timmars fri tillgång på vila arbetade för ytterligare 7 timmars liggtid. Kvigor är således motiverade att ligga 12-13 timmar per dygn (Jensen et al., 2005).

Munksgaard et al. (2005) studerade hur kor i lösdrift prioriterade olika beteenden. Studien visade att ju mindre tid korna hade till att utföra sina naturliga beteenden desto större andel av den tiden användes till att ligga. Tid för att ligga prioriterades högre än att äta och utföra

sociala beteenden. Även Metz (1985) visade att vila går före att äta, kor som varit utan möjligheten att ligga och äta valde att kompensera för den förlorade liggtiden framför att inta foder.

Ruckebusch (1972) gjorde under 5 vintrar (november till mars) EEG-mätningar på 3 vuxna kor som var uppstallade i lagårdsmiljö. Korna låg ner 14 timmar per dygn och sov totalt 4 timmar per dygn. 45 minuter av den totala sömnen bestod av REM-sömn och förekom endast under natten. Varje individ hade sin speciella cykel för sömn och vakenhet, endast liten variation observeras mellan dygnen (Ruckebusch, 1972). Ruckebusch (1972) fann att 97 % av kornas totala sömn förekom nattetid uppdelat under 2 eller 3 olika tillfällen. Vid varje tillfälle övergick de från NREM-sömn till REM-sömn 3 eller 4 gånger.

När däggdjur dåsar befinner de sig i ett vaket stabilt tillstånd som skiljer sig från den vanliga uppmärksamma vakenheten. Det förekommer en liten sänkning av hjärt- och andningsfrekvens när däggdjur övergår från vanlig vakenhet till att dåsa. Kor spenderar ungefär en tredjedel av den vakna tiden med att dåsa. När kor idisslar är det vanligt att de dåsar men de idisslar även under den vanliga vakenheten (Ruckebusch, 1972).

### **Sömnens funktion**

Funktionen av NREM-sömn och REM-sömn har förklarats med en mängd teorier. NREM-sömnens funktion anses av många studier vara att spara energi och ge återhämtning till nervsystemet (Siegel, 2005). Åkerstedt & Nilsson (2003) visade att sömn ger återhämtning till hela det fysiologiska systemet och inte bara till det centrala nervsystemet som tidigare var känt. Under djupsömnen sker den dagliga återhämtningen och djupsömnens längd är kopplad till hur länge individen varit vaken (Åkerstedt & Nilsson, 2003). Berger & Phillips (1995) hävdar också att energisparande är en viktig funktion med sömnen, om energiförrådet minskar kan energi sparas genom att den dagliga mängden sömn ökar eller att kroppstemperaturen under sömnen sänks.

Genom brist på REM-sömn har ett stort antal studier försökt utreda REM-sömnens funktion, något som inte lyckats fullt ut (Staunton, 2005). REM-sömn anses emellertid av många vara nödvändig för hjärnan och ha en funktion för inlärning och minne (Capellini, 2008) men detta är dock omdiskuterat (Siegel, 2001). Teorierna om NREM- och REM-sömnens funktion är inte generellt accepterade (Bryant et al., 2004).

Trots att det bedrivs omfattande forskning inom området är sömnens fulla funktion en biologisk gåta och det råder ingen samstämmighet om anledningen till varför sömnen är livsnödvändig (Siegel, 2005; Preston et al., 2009). Få slutsatser om sömnens funktion håller vid en jämförelse mellan studier (Capellini, 2008).

### **Sömnens funktion för immunsystemet**

Det finns tydliga fysiologiska samband mellan immunförsvar och sömn (Bryant et al., 2004; Preston et al., 2009). Toth & Krueger (1989) och Toth et al. (1995) visade i försök på kaniner respektive möss att djupsömnen ökade när djuren infekterades av bakterier. Liknande upptäckter gjordes av Lancel et al. (1995) som fann ökning i NREM-sömn hos råttor som utsattes för infektion.

Immunsystemets aktivitet ökar under sömnen då det förkommer höga plasmakoncentrationer av prolaktin, melatonin och tillväxthormon, hormoner som gynnar T-cellstyrda immunofunktioner och låga plasmakoncentrationer av det immunonedsättande hormonet

kortisol. Dessa olika hormonkoncentrationer bidrar till immunförsvarets aktivering (Åkerstedt & Nilsson, 2003).

Preston et al. (2009) använde antalet vita blodkroppar som en indikator på immunkompetens och kunde konstatera att arter som sov länge hade fler vita blodkroppar i blodet än de som sov kortare tid. Resultatet från Preston et al. (2009) kan kopplas samman med Moldofsky et al. (1989) som fann ökad celledelning av lymfocyter under sömn. Preston et al. (2009) visade även att däggdjursarter som sov längre perioder fick färre parasitinfektioner.

## **Sömnbrist**

Det är allmänt känt att sömnbrist är ohälsosamt. Det finns dock ingen enhetlig förklaring till hur sömnbrist påverkar kroppens fysiologiska funktion men det finns många teorier (Everson, 1995).

Everson (1995) visade att sömndeprivering hos råttor ger ökad metabolisk aktivitet, symtom på undernäring, lägre plasmakoncentrationer av tyroideahormon, nedsatt funktion hos hjärnan och nedsatt immunförvar. Liknande upptäckter gjordes av Bergmann et al. (1989) som fann ökad metabolisk aktivitet, viktnedgång, sänkt kroppstemperatur, ökade plasmakoncentrationer av katekolaminer och sänkta nivåer av tyroideahormon i blodet hos råttor som utsatts för sömndeprivering. Bergmann et al. (1989) visade att råttornas foderomvandlingsförmåga inte försämrades under sömndepriveringen, det förekom ingen ökning av outnyttjad energi i urin eller feces och att andelen ratat foder inte ökade. Den förlängda vakenheten kunde inte förklara den ökade energianvändningen. Sänkningen i råttornas kroppstemperatur var förvånande då det var mer förväntat att temperaturen skulle gå upp tillsammans med den ökade metaboliska aktiviteten. Den sänkta kroppstemperaturen ledde till hypotesen att den metaboliska aktiviteten ökade till följd av den sänkta kroppstemperaturen. Studien visade även att viktnedgången inte berodde på dehydrering och att råttornas kroppsfettsdepåer minskade.

Rechtschaffen et al. (1983) fann att sömndeprivering hos råttor ledde till förhöjd katabolism och sänkt anabolism, råttorna förlorade vikt trots att deras foderintag ökade. Även Everson (1995) visade att råttor som utsattes för sömndeprivering förändrade sina foderintag. Foderintaget ökade med 200-300 % hos sömndepriverade råttor som fick ett fett och kaloririkt foder, utan att råttorna ökade i vikt. Råttor som fick ett proteinriktfoder förändrade däremot inte sitt foderintag när de blev utsatta för sömndeprivering, de förlorade dock mer än 16 % av sin kroppsvikt.

Flera studier gjorda på människa har visat att sömndeprivering leder till förhöjt blodtryck (Tochikubo et al., 1996; Kato et al., 2000; Meier-Ewert et al., 2004). Tochikubo et al. (1996), fann, dagen efter en natts ofullständig sömn, utöver det ökade blodtrycket, förhöjda koncentrationer av noradrenalin i urinen. Av detta drogs slutsatsen att sömndeprivering kan orsaka ökad sympatikusaktivitet som i sin tur ger det förhöjda blodtrycket. I motsats till Tochikubo et al. (1996) fann Kato et al. (2000) inte någon plasmakoncentrationsförändring av katekolaminer hos människor som utsattes för sömndeprivering. Kato et al. (2000) visade även att ökad sympatikusaktivitet inte var huvudorsaken till det förhöjda blodtrycket i samband med sömndeprivering. Förhållandena under vilka sömndepriveringen framkallas påverkar resultatet av huruvida blodtryckshöjningen orsakas av påslag hos det sympatiska nervsystemet eller inte (Mullington et al., 2009).

## **Nedsatt immunfunktion**

Som Bryant et al. (2004) beskriver i sin litteratursammanställning är det allmänt känt att mottagligheten för infektioner ökar vid sömndeprivering. Kroppsvävnader som i normala fall är sterila har redan efter några dagars sömndeprivering hos råttor invaderats av patogena bakterier, vilket är ett tydligt tecken på nedsatt immunförsvar. Efter en längre tids sömndeprivering förekommer onormal tillväxt av bakterier i tarmar och kroppsvävnader utanför tarmarna. Tillväxten av bakterier leder till försvagat lokalt immunförsvar men även till nedsatt totalimmunförsvar och ökad exponering för endotoxiner. Den onormala bakterietillväxten kan ske på grund av att sömnbristen sänker immunförsvaret (Everson & Toth, 2000). Moldofsky et al. (1989) fann nedsatt aktivitet av naturliga mördarceller och även försenad lymfocytrespons vid immunförsvarsangrepp hos människor som utsattes för sömndeprivering.

## **Ökad dödlighet**

Rechtschaffen et al. (1983) visade att råttor som utsattes för kraftig sömndeprivering dog eller visade tydliga tecken på att vara döende inom 2 till 3 veckor av sömndeprivering. Inträffad död är ett icke-specifikt symptom (Rechtschaffen & Bergmann, 2002) och ingen enskild orsak till rättornas död kunde fastställas (Rechtschaffen et al., 1983). Dödsfallen bekräftade att sömnens funktion är livsnödvändig men gav ingen entydig information om varför (Rechtschaffen et al., 1983).

Sömnstörningar leder till förkortad livslängd hos människa (Kripke et al., 1979; Nilsson et al., 2001; Kripke et al., 2002). I studien utförd av Kripke et al. 2002 berodde den ökade dödligheten på sömnstörningar i kombination med andra riskfaktorer som ofta är förknippade med sömnsvårigheter som depression, brist på motion, hjärtsjukdomar och cancer. Nilsson et al. (2001) fann även att sömnbrist leder till ökad risk för hjärtsjukdomar.

## **Brist på sömn och liggtid hos kor**

Kor som hindras från att ligga uppvisar genom att stampa med benen och väga från sida till sida ett beteende som tyder på att de upplever obehag och frustration (Cooper et al., 2007). Cooper et al. (2007) visade att dessa negativa effekter uppkommer redan när kor hindras ligga under en period av 2 timmar per dygn och kan på lång sikt leda till sämre välbefinnande för korna. Däremot upptäcktes ingen förändring i mjölkavkastning hos kor som varit hindrade att ligga 2 eller 4 timmar av dygnet under 18 dygn (Cooper et al., 2007).

Munksgaard & Lovendahl (1993) visade att kor som hindrades från att ligga under 14 timmar per dygn efter 23 dygn hade sänkta plasmakoncentrationer av tillväxthormon. Tillväxthormon påverkar många celler i kroppen och är en väldigt viktig komponent för att upprätthålla idisslarens mjölksyntes (Sjaastad et al., 2003a; Sjaastad et al., 2003b). Studien pågick under 23 dygn vilket ansågs för kort tid för att de sänkta tillväxthormonnivåerna skulle kunna ha inverkan på mjölksyntesen och någon minskning i mjölkproduktion observerades inte. Vid injektion av tillväxthormon till lakterande kor ökar dock mjölkproduktionen redan efter några dagar (Peel & Bauman, 1987). Mekanismerna bakom de sänkta plasmanivåerna av tillväxthormon hos kor som hindras ligga återstår att undersökas (Munksgaard & Lovendahl, 1993).

## **Kors aktivitet**

### **Kors tidsbudget**

Kors tidsbudget anger hur mycket tid de använder för olika basala beteenden (Lexer et al., 2009) och påverkas av kors beteenderespons på miljön (Grant, 2009). Studier utförda i Europa och Nordamerika har visat att kor i varierande laktationstadiet som hålls uppbundna, i lösdrift eller i boxar har en tidsbudget som under ett dygn består av att de ligger 12-14 timmar (Wierenga & Hopster, 1990; Albright, 1993; Bencsik et al., 2004; Munksgaard et al., 2005; Fregonesi & Leaver, 2001; DeVries et al., 2005), äter 4-6 timmar (Wierenga & Hopster, 1990; Albright, 1993; Dado & Allen, 1994; Fregonesi & Leaver, 2001; Hill et al., 2009) och idisslar 7,5-9 timmar (Albright, 1993; Dado & Allen, 1994; Fregonesi & Leaver, 2001). Dado & Allen (1994) visade att kor i varierande laktationsstadiet under vintern använde 18 minuter per dygn till att dricka.

Wierenga & Hopster (1990) visade att kor i lösdrift som var tvungna att lämna lösdriften för att mjölkas vid speciella tillfällen fick ca 1,5 timme kvar av dygnet efter att ha spenderat tid vid foderstationen, stående i gångytorna och i liggbåset. Den överblivna tiden gick åt i och omkring mjölkningsstationen.

### **Tidsbudget som mått på djurvälstånd**

För att kunna bete sig naturligt är kor beroende av den miljön de lever i och den skötsel de får (Grant, 2009). Intensiv mjölkproduktion kan leda till tidsbegränsningar för korna. Hur länge kor utför ett beteende anpassas till miljön, anpassningen behöver inte leda till dålig välfärd men om viktiga beteenden påverkas kan det leda till negativa följder för korna (Munksgaard et al., 2005). Kors tidsbudget kan vara ett mått på djurvälstånd (Grant, 2009). I dagens mjölkproduktion finns det många anledningar till att korna hindras från att ligga och till att deras tidsbudget störs (Grant, 2009).

Undersökningar har visat hur lång tid kor normalt spenderar på olika aktiviteter under ett dygn. Dessa utvärderingar används som riktmärke för hur mycket tid kor behöver för olika beteenden. När tidsbudgeten för en eller flera aktiviteter skiljer sig från detta riktmärke anses det som en avvikelser från kors naturliga beteende och indikerar dålig miljö och/eller skötsel. När kornas tidsbudget störs kan det leda till minskad produktivitet, och fertilitet samt försämrad hälsa (Grant, 2009). Grant (2009) anser att tidsbudgeten kan vara en bas för att skatta eventuella ekonomiska förluster som orsakas av dålig miljö och djurvälstånd.

### **Vad påverkas tidsbudgeten av?**

#### ***Foderkvalité och antal utfodringar per dag***

Vid utredning av hur produktionsnivån och foderstaten påverkar kornas tidsbudget visade Nielsen et al. (2000) att tiden som finns tillgänglig för vila beror mer på foderkvalitén än på kons mjölkavkastning. Kor som fick ett energifattigt foder spenderade mer tid stående än kor som fick ett mer energirikt foder. Skillnaden berodde på högre foderintag och mer stående idissling hos korna som åt den energifattiga foderstaten. Tiden för att ligga inaktivt, utan att idissla, var betydligt kortare för kor som fick foderstaten med lågt energiinnehåll. DeVries et al. (2005) visade att antalet utfodringar per dag i en lösdrift inte påverkade kors totala liggtid.



## **Överbeläggning**

Överbeläggning uppkommer när antalet kor överstiger antalet liggbås i en lösdrift och eftersom inte alla kor kan ligga samtidigt kan deras beteende påverkas (Fregonesi et al., 2007). Vid beläggningsgrader på 150 % spenderar korna mindre tid liggande (Wierenga & Hopster, 1990; Fregonesi et al., 2007). Hill et al. (2009) fann samma sak vid beläggningsgrader över 113 %. Friend et al. (1977) visade dock att beläggningsnivåer på 130 % generellt inte leder till att kors produktion eller beteende förändras. Fregonesi et al. (2007) fann att vid 150 % beläggningsgrad tog det i genomsnitt 13 minuter kortare tid för korna att lägga sig ner efter mjölkning jämfört med vid en 100-procentig beläggningsgrad. Konkurrensen om liggbåsen var högre och därför valde vissa kor att lägga sig direkt efter mjölkning istället för att äta.

## **Inhysningssystem**

Olika inhysningssystem påverkar tiden som korna använder till att ligga (Wierenga & Hopster, 1990; Haley et al., 2000). Vid en jämförelse mellan ströbäddssystem och lösdrift med avskiljda båsplatser fann Fregonesi & Leaver (2001) att kor i ströbäddssystem idisslade och låg under längre tid av dygnet än kor i lösdrift med avskiljda båsplatser. Haley et al. (2000) undersökte två andra inhysningssystemens inverkan på kors beteende, studien visade att kor som var lösa i individuella boxar låg 40 % mer än uppbundna kor. Inhysningssystemen skiljde sig inte åt vad det gällde foderintag och tiden korna använde till att äta. Korna som hölls i individuella boxar bytte position mellan att ligga och stå oftare än uppbundna kor, vilket resulterade i att de stod oftare men kortare tid varje gång.

## **AMS och sociala interaktioner**

Kornas tidsbudget påverkas av hur kotrafiken i ett automatiskt mjölkningssystem (AMS) är organiserad (Ketelaar-de Lauwere et al., 2000). Detta får även stöd från andra studier (Winter & Hillerton, 1995; Ketelaar-de Lauwere et al., 1998). I AMS påverkar inte kornas rangordning den totala tidsbudgeten för att äta och ligga, däremot influeras tidpunkten för mjölkning och väntetiden vid mjölkningsstationen av kornas rang (Ketelaar-de Lauwere, 1996). Kor med hög rang äter och går till mjölkningsstationen vid vissa tidpunkter under dagen medan kor med låg rang anpassar sina besök efter ranghöga kor. Kor med låg rang spenderar mer tid vid mjölkningsstationen i väntan på att bli mjölkade än andra kor (Ketelaar-de Lauwere, 1996; Melin et al., 2006). Melin et al. (2006) fann även att kor med låg social rang spenderade kortare tid vid liggbåsen än ranghöga kor. I lösdriftssystem påverkar kornas rang tiden för att ligga endast vid överbeläggning (55 %). Kor med hög rang ligger då mer än de ranglåga (Wierenga, 1990).

## **Väntetider**

Tidsbudgeten påverkas av långa väntetider i samband med mjölkning och inhysningssystem som gör att kor kan vara fastlåsta vid foderbordet under lång tid (Grant, 2009). Även väntan, innan och efter, olika rutinbehandlingar som dräktighetsundersökning, veterinärundersökning och klövverkning kan störa tidsbudgeten (Cooper et al., 2007).

## **Temperatur**

Overton et al. (2002) visade att andelen liggande kor minskade när temperatur i ladugården ökade, vilket överensstämmer med Shultz (1984) som fann att andelen kor som stod upp

ökade med temperaturen. Även Cook et al. (2007) visade att kornas liggtid förkortades kraftigt när temperaturen i omgivningen ökade.

## Diskussion

Denna litteraturstudie har behandlat sömnens funktioner och vilka komplikationer sömnbrist kan medföra. Syftet med studien var att undersöka om den moderna mjölkkon har den tid hon behöver för att sova och ligga samt vilka konsekvenser eventuell brist på detta kan leda till.

I litteraturen redovisas många teorier men inget enhetligt svar till vad som är sömnens fulla funktion, det råder dock inget tvivel om att sömnen är livsnödvändig. Kor sover enligt Ruckebusch (1972) endast 4 timmar per dygn vilket tillsammans med studier som visat att kor är högt motiverade till att ligga (Metz, 1985; Munksgaard et al., 2005) tyder på att inte bara sömnen är viktig för korna utan att liggtiden i sig har betydande funktion. Det finns dock väldigt begränsad forskning på korns sömn och funktionen av att ligga. Enligt denna litteraturstudie har endast Ruckebusch (1972) publicerat uppgifter om hur länge kor sover, vilket gör det nödvändigt att undersöka saken närmare för att kunna dra slutsatser om hur länge kor behöver sova. Man skulle även behöva undersöka vilken koppling som finns mellan hur länge kor ligger och hur länge de sover. Litteraturen redovisar inte hur länge kor minst behöver ligga för att hinna sova tillräckligt.

Eftersom kor behöver en viss tid per dygn för att ligga är det viktigt att de inte hålls borta från den möjligheten under för lång tid av dygnet (Grant, 2009). Litteraturen redovisar dock ingen enhetlig tid för hur länge kor kan vara borta från möjligheten att ligga utan att deras totala beteende störs. I vissa inhysningssystem måste korna gå iväg för att bli mjölkade, vilket tillsammans med själva mjölkningen och väntetiden i samband med mjölkningen kan bidra till att korna under lång tid hindras att ligga. Även väntan innan och efter rutinbehandlingar kan göra att korna inte har möjlighet att ligga. I ett AMS stall påverkas kornas tidsbudget bland annat av hur kotrafiken är organiserad (Ketelaar-de Lauwere et al. 2000), man måste därför anpassa systemet för att undvika onödiga väntetider. Att ranglåga kor får vänta längre vid mjölkningsstationen och anpassa sina besök efter ranghöga kor skulle kunna vara ett problem för korns liggtid trots att Ketelaar-de Lauwere (1996) inte fann någon signifikant påverkan på den totala tidsbudgeten för att ligga. Detta kan misstänkas eftersom Melin et al. 2006 visade att ranglåga kor i ett AMS spenderade kortare tid vid liggbåsen än ranghöga vilket indikerar att det ändå kan finnas en koppling mellan långa väntetider vid mjölkningsstationen och mindre tid till att ligga.

Wierenga & Hopster (1990) och Fregonesi et al. (2007) visade att kor vid överbeläggning ligger ner kortare andel av tiden de är i stallet, vilket skulle kunna betyda att kor vid överbeläggning inte kan vara borta från möjligheten att ligga lika länge som kor vid 100 % beläggning. Hur länge kor kan hindras från att ligga verkar variera beroende på rutiner och inhysningssystem. Det finns emellertid inga tydliga riktlinjer eller välutvecklade verktyg för att i en viss besättning beräkna korns tidsbudget och hur lång tid de kan vara borta från möjligheten att ligga utan att behöva göra avkall på liggtiden. Ett sådant verktyg skulle kunna vara väldigt användbart för att få djurägarna att uppmärksamma hur länge man kan hindra kor från att ligga. Med mer forskning inom området skulle korns tidsbudget kunna bli ett bättre och mer välanvänt välfärdsåtgång i besättningarna.

Det är ingen tvekan om att sömnbrist medför negativa konsekvenser för många viktiga fysiologiska funktioner hos däggdjur. Det finns emellertid väldigt begränsad forskning om hur

kor påverkas av att inte få ligga och sova tillräckligt. Enligt denna litteratursammanställning är Munksgaard & Lovendahl (1993) en av få studier som behandlar negativa fysiologiska effekter av bristande liggtid hos kor. Studien visade att kor som hindras från att ligga under 14 timmar per dygn efter 23 dygn hade sänkta plasmakoncentrationer av tillväxthormon. I samband med de sänkta halterna av tillväxthormon observerades ingen minskning i mjölkproduktion, något som är förvånande eftersom kor som injiceras med tillväxthormon enligt Peel & Bauman (1987) får ökad mjölkproduktion redan efter några få dagar. Att Munksgaard & Lovendahl (1993) fann sänkta halter av tillväxthormon hos kor som hindrats från att ligga gör det intressant att titta närmare på hur snabbt denna koncentrationsförändring uppkommer, hur det påverkar korna och produktionen. Det väcker även intresse för att undersöka om plasmakoncentrationerna av andra hormoner förändras vid ligg- och sömndeprivering hos kor.

Enligt både Everson (1995) och Bergmann et al. (1989) ökar den metaboliska aktiviteten vid sömndeprivering hos råttor. Om sömnbrist har samma effekt på mjölkkor skulle det kunna orsaka allvarliga konsekvenser för korna eftersom de redan är utsatta för hög metabolisk belastning. Sömnbristen skulle då kunna bidra till att korna lättare drabbas av sjukdomar till följd av hög metabolisk aktivitet. Everson (1995) och Rechtschaffen et al. (1983) visade att foderintaget hos råttor ökar under sömndeprivering. Detta tyder på att råttor som utsätts för sömndeprivering får högre näringsbehov till följd av den ökade metaboliska aktiviteten. Om detsamma gäller kor skulle de vid brist på sömn behöva öka sitt foderintag. Metz (1985) och Munksgaard et al. (2005) visade dock att kor vid brist på liggtid prioriterar att ligga framför att äta. Kor drabbas lätt av negativ energibalans (Mulligan et al., 2006) och om sömnbrist leder till minskat foderintag hos korna skulle sömnbristen kunna vara en bidragande orsak till den negativa energibalansen.

Man vet att sömnbrist orsakar nedsatt immunförsvar (Everson & Toth, 2000; Bryant et al., 2004) vilket bland annat orsakar försenad lymfocytrespons vid immunförsvarsangrepp (Moldofsky et al., 1989). Med stöd av detta skulle sömnbrist hos kor kunna leda till att de blir mer mottagliga för bakterieangrepp och vara en bidragande orsak till den höga frekvensen av juverinflammation i kobesättningarna. Eftersom immunförsvaret försvagas vid brist på sömn skulle sömnbrist indirekt kunna vara en bidragande orsak till att så många kor enligt Beaudeau et al. (2000) tas ur produktion och avlivas på grund av sjukdomsrelaterade tillstånd och att kornas livslängd har förkortats (Essl, 1998).

## **Slutsats**

Det finns många faktorer som påverkar kors tidsbudget och som kan hindra dem från att ligga. Några enhetliga uppgifter på hur länge kor kan vara borta från tillgång till att ligga tycks inte finnas och det verkar variera för olika inhysningssystem och skötselrutiner. Det finns heller inget välutvecklat verktyg som kan anpassas för att få veta hur tidsbudgeten för korna i en specifik besättning ser ut och på så sätt ta reda på om korna har tillräckligt med tid till att ligga och sova. Dessa faktorer tillsammans med att forskningen på området är tunn gör det omöjligt att utesluta att korna inte utsätts för sömnbrist.

Få studier är gjorda på kor för att undersöka vad som händer när de drabbas av sömnbrist. Sjukdomstillstånd som är vanliga hos kor kan dock sammankopplas med effekterna som sömnbrist orsakar hos andra djur. Allt tyder på att det behövs mer forskning på kors ligg- och sömnbehov, om de får ligga och sova tillräckligt och vad som händer om de drabbas av sömnbrist.

## Referenser

- Albright, J.L. 1993. Feeding-behavior of dairy-cattle. *Journal of dairy science* 76, 485 -498.
- Allada, R., Siegel, J.M. 2008. Unearthing the phylogenetic roots of sleep. *Current Biology* 18, R670-R679.
- Allison, T., Cicchetti, D.V. 1976. Sleep in mammals – Ecological and constitutional correlates. *Science* 194, 732-734.
- Barkema, H.W., Schukken, Y.H., Lam, TJGM., Beiboer, M. L., Wilmink, H., Benedictus, G., Brand, A. 1998. Incidence of clinical mastitis in dairy herds grouped in three categories by bulk milk somatic cell counts. *Journal of Dairy Science* 81, 411-419.
- Beaudeau, F., Seegers, H., Ducrocq, V., Fourichon, C., Bareille, N. 2000. Effect of health disorders on culling in dairy cows: a review and a critical discussion. *Annales De Zootechnie* 49, 293-311.
- Bencsik, I., Pacala, N., Theilen, T., Stanculet, J., Bencsik, A. 2004. Behaviour of high producing Holstein-Friesian cows during three months of lactation. *Biotechnology in Animal Husbandry* 20, 1-4.
- Berger R.J., Phillips, N.H. 1995. Energy conservation and sleep. *Behav Brain Res* 69, 65-73.
- Bergmann, B.M., Everson, C.A., Kushida, C.A., Fang, V.S., Leitch, C.A., Schoeller, D.A., Refetoff, S., Rechtschaffen, A. 1989. Sleep-deprivation in the rat .5. Energy use and mediation. *Sleep* 12, 31-41.
- Broom, D.M., Fraser, A.F. 2007. Welfare of dairy cows. In: *Domestic Animal Behaviour and Welfare*, 267-271. CAB International, Cambridge University Press, Cambridge.
- Bryant, P.A., Trinder, J., Curtis, N. 2004. Sick and tired: Does sleep have a vital role in the immune system? *Nature Reviews Immunology* 4, 457-467.
- Capellini, I., Barton, R.A., McNamara, P., Preston, B.T., Nunn, C.L. 2008. Phylogenetic analysis of the ecology and evolution of mammalian sleep. *Evolution* 62, 1764-1775.
- Cook, N.B., Mentink, R.L., Bennett, T.B., Burgi, K. 2007. The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90, 1674-1682.
- Cooper, M.D., Arney, D.R., Phillips, C.J.C. 2007. Two- or four-hour lying deprivation on the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90, 1149-1158.
- Dado, R.G., Allen, M.S. 1994. Variation in and relationships among feeding, chewing and drinking variables for lactating dairy-cows. *Journal of Dairy Science* 77, 132-144.
- DeVries, T.J., von Keyserlingk, M.A.G., Beauchemin, K.A. 2005. Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 88, 3553-3562.
- Elgar, M.A., Pagel, M.D., Harvey, P.H. 1988. Sleep in mammals. *Animal Behaviour* 36,1407-1419.
- Essl, A. 1998. Longevity in dairy cattle breeding: a review. *Livestock Production Science* 57, 79-89.
- Everson, C.A. 1995. Functional consequences of sustained sleep-deprivation in the rat. *Behavioural Brain Research* 69, 43-54.
- Everson, C.A., Toth, L.A. 2000. Systemic bacterial invasion induced by sleep deprivation. *American Journal of Physiology-Regulatory Integrative and Comparative Physiology* 278, R905-R916.
- Fregonesi, J.A., Leaver, J.D. 2001. Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. *Livestock Production Science* 68, 205-216
- Fregonesi, J.A., Tucker, C.B., Weary, D.M. 2007. Overstocking reduces lying time in dairy cows *Journal of Dairy Science* 90, 3349-3354.
- Grant, R. 2009. Creating the right environment: Behavioral requirements and management of mature dairy cows. In: *Proceedings of the 7 th Mid-Atlantic Nutrition Conference*, University of Maryland, March 25-26 2009.

- Hagnestam-Nielsen, C., Ostergaard, S. 2009. Economic impact of clinical mastitis in a dairy herd assessed by stochastic simulation using different methods to model yield losses. *Animal* 3, 315-328.
- Haley, D.B., Rushen, J., de Passille, A.M. 2000. Behavioural indicators of cow comfort: activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. *Canadian Journal of Animal Science* 80, 257-263.
- Hill, C.T., Krawczel, P.D., Dann, H.M., Ballard, C.S., Hovey, R.C., Falls, W.A., Grant, R.J. 2009. Effect of stocking density on the short-term behavioural responses of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 117, 144-149.
- Jensen, M.B., Pedersen, L.J., Munksgaard, L. 2004. The effect of reward duration on demand functions for rest in dairy heifers and lying requirements as measured by demand functions. *Applied Animal Behaviour Science* 90, 207-217.
- Kato M., Phillips B.G., Sigurdsson G., Narkiewicz K., Pesek C.A., Somers V.K. 2000. Effects of sleep deprivation on neural circulatory control. *Hypertension* 35, 1173-1175.
- Ketelaar-de Lauwere, C.C., Devir, S., Metz, J.H.M. 1996. The influence of social hierarchy on the time budget of cows and their visits to an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science* 49, 199-211.
- Ketelaar-de Lauwere, C.C., Hendriks, M.M.W.B; Metz, J.H.M., Schouten, W.G.P. 1998. Behaviour of dairy cows under free or forced cow traffic in a simulated automatic milking system environment. *Applied Animal Behaviour Science* 56, 13-28.
- Ketelaar-de Lauwere, C.C., Hendriks, M.M.W.B; Zondag, J., Ipema, A.H., Metz, J.H.M., Noordhuizen, J.P.M.T. 2000. Influence of routing treatments on cows' visits to an automatic milking system, their time budget and other behaviour. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A-Animal Science* 50, 174-183.
- Kripke, D.F., Garfinkel, L., Wingard, D.L., Klauber, M.R., Marler, M.R. 2002. Mortality associated with sleep duration and insomnia. *Archives of General Psychiatry* 59, 131-136.
- Kripke, D.F., Simons, R.N., Garfinkel, L., Hammond, E.C. 1979. Short and long sleep and sleeping pills. Is increased mortality associated? *Archives of General Psychiatry* 36, 103-116.
- Lancel, M., Crijnlein, J., Peter Müller-Preuss, P., Holsboer, F. 1995. Lipopolysaccharide increases EEG delta activity within non-REM sleep and disrupts sleep continuity in rats. *American Journal of Physiology* 268, R1310-R1318.
- Lexer, D., Hagen, K., Palme, R., Troxler, J., Waiblinger, S. 2009. Time budgets and adrenocortical activity of cows milked in a robot or a milking parlour: interrelationships and influence of social rank. *Animal Welfare* 18, 73-80.
- McDougall, S., Parker, K.I., Heuer, C., Compton, C.W.R. 2009. A review of prevention and control of heifer mastitis via non-antibiotic strategies. *Veterinary Microbiology* 134, 177-185.
- Meier-Ewert, H.K., Ridker, P.M., Rifai, N., Regan, M.M., Price, N.J., Dinges, D.F., Mullington, J. M. 2004. Effect of sleep loss on C-reactive protein, an inflammatory marker of cardiovascular risk. *Journal of the American College of Cardiology* 43, 678-683.
- Melin, M., Hermans, G.G.N., Pettersson, G., Wiktorsson, H. Cow traffic in relation to social rank and motivation of cows in an automatic milking system with control gates and an open waiting area. *Applied Animal Behaviour Science* 96, 201-214.
- Metz, J.H. M. 1985. The reaction of cows to a short-term deprivation of lying. *Applied Animal Behaviour Science* 13, 301-307.
- Moldofsky, H., Lue, F.A., Davidson, J.R., Gorczynski, R. 1989. Effects of sleep-deprivation on human immune functions. *Faseb Journal* 3, 1972-1977.
- Mulligan, F.T., O'Grady, L., Rice, D.A., Doherty, M.L. 2006. A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. *Animal Reproduction Science* 96, 331-353.

- Mullington, J.M., Haack, M., Toth, M., Serrador, J.A., Meier-Ewert, H.K. 2009. Cardiovascular, inflammatory, and metabolic consequences of sleep deprivation. *Progress in Cardiovascular Diseases* 51, 294-302.
- Munksgaard, L., Jensen, M.B., Pedersen, L.J., Hansen, S.W., Matthews, L. 2005. Quantifying behavioural priorities-effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Applied Animal Behaviour Science* 92, 3-14.
- Munksgaard, L., Lovendahl, P. 1993. Effects of social and physical stressors on growth-hormone levels in dairy-cows. *Canadian Journal of Animal Science* 73, 847-853.
- Nielsen, B.L., Veerkamp, R.F., Lawrence, A.B. 2000. Effects of genotype, feed type and lactational stage on the time budget of dairy cows. *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science* 50, 272-278.
- Nilsson, P.M., Nilsson, J.A., Hedblad, B., Berglund, G. 2001. Sleep disturbance in association with elevated pulse rate for prediction of mortality--consequences of mental strain? *Journal of Internal Medicine* 250, 521-529.
- Overton, M.W., Sisco, W.M., Temple, G.D., Moore, D.A. 2002. Using time-lapse video photography to assess dairy cattle lying behavior in a free-stall barn. *Journal of Dairy Science* 85, 2407-2413.
- Peel, C.J., Bauman, D.E. 1987. Somatotropin and lactation. *Journal of Dairy Science* 70, 474-486.
- Preston, B.T., Capellini, I., McNamara, P., Barton, R.A., Nunn, C.L. 2009. Parasite resistance and the adaptive significance of sleep. *BMC Evolutionary Biology* 9, article no 7.
- Rechtschaffen, A., Bergmann, B.M. 2002. Sleep deprivation in the rat: An update of the 1989 paper. *Sleep* 25,18-24.
- Rechtschaffen, A., Gilliland, M.A., Bergmann, B.M., Winter., J.B. 1983. Physiological correlates of prolonged sleep deprivation in rats. *Science* 221, 182-184.
- Ruckebusch, Y. 1972. The relevance of drowsiness in the circadian cycle of farm animals. *Animal Behaviour* 20, 637-643.
- Shultz, T.A. 1984. Weather and shade effects on cow corral activities. *Journal of Dairy Science* 67, 868-873.
- Siegel, J.M. 2001. The REM sleep - Memory consolidation hypothesis. *Science* 294, 1058-1063.
- Siegel, J.M. 2005. Clues to the functions of mammalian sleep. *Nature* 437, 1264-1271.
- Siegel, J.M. 2008. Do all animals sleep? *Trends in Neurosciences* 31, 208-213.
- Sjaastad, O.V., Hove, K., Sand, O. 2003a. Growth hormone. In: *Physiology of Domestic Animals*, 214-215. Scandinavian Veterinary Press, Oslo.
- Sjaastad, O.V., Hove, K., Sand, O. 2003b. Lactation curves. In: *Physiology of Domestic Animals*, 692-693. Scandinavian Veterinary Press, Oslo
- Staunton, H. 2005. Mammalian sleep. *Naturwissenschaften* 92, 203-220.
- Tochikubo, O., Ikeda, A., Miyajima, E., Ishii, M. 1996. Effects of insufficient sleep on blood pressure monitored by a new multibiomedical recorder. *Hypertension* 27, 1318-1324.
- Toth, L.A., Krueger, J.M. 1989. Effects of microbial challenge on sleep in rabbits. *Faseb Journal* 3, 2062-2066
- Toth, L.A., Rehg, J.E., Webster, R.G. 1995. Strain differences in sleep and other pathophysiological sequelae of influenza-virus infection in naive and immunized mice. *Journal of neuroimmunology* 58, 89-99.
- Wierenga, H.K. 1990. Social-dominance in dairy-cattle and the influences of housing and management. *Applied Animal Behaviour Science* 27, 201-229.
- Wierenga, H.K., Hopster, H. 1990. The significance of cubicles for the behavior of dairy-cows. *Applied Animal Behaviour Science* 26, 309-337.

- Winter, A., Hillerton, J.E. 1995. Behaviour associated with feeding and milking of early lactation cows housed in an experimental automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science* 46, 1-15.
- Åkerstedt, T., Nilsson, P.M. 2003. Sleep as restitution: an introduction. *Journal of Internal Medicine* 254, 6-12.