

# Belysning

– i stallar för mjölkkor

## Lighting

-In houses for dairy cows

*Linda Haraldsson och Hampus Henrysson*



## Belysning

*Linda Haraldsson och Hampus Henrysson*

**Handledare:** Torsten Hörndahl, LBT, SLU

**Examinator:** Kristina Ascard, LBT, SLU

**Omfattning:** 10 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G1E

**Kurstitel:** Examensarbete för lantmästarprogrammet inom lantbruksvetenskap

**Kurskod:** EX0619

**Program/utbildning:** Lantmästarsprogrammet

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2011

**Omslagsbild:** Linda Haraldsson

**Serietitel: nr:** Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Belysning, Rekommendationer, Mjölkkostall, Lux, Ljus



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap  
Lantbrukets byggnadsteknik

## FÖRORD

Lantmästarprogrammet är en tvåårig universitetsutbildning vilken omfattar 120 högskolepoäng (hp). En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 6,7 veckors heltidsstudier (10 hp).

Idén till studien kom från Torsten Hörndahl som även varit handledare för arbetet. Vi har själva varit intresserade av hur belysning kan påverka djuren och ville därför undersöka och fastställa hur ljuset ser ut i dagens moderna mjölkstallar.

Ett varmt tack riktas till Mattias Östervee, Fam. Wiringe, Christian Bertilsson och Johnny Mårtensson som har låtit oss göra mätningar i deras stallar och varit till hjälp vid frågor om bl.a. armaturer och lysrör. De har även delat med sig av sina planritningar. Ett varmt tack riktas även till vår handledare Torsten Hörndahl som alltid svarat på frågor och har hjälpt oss ta fram instrument för mätningarna. Ett tack riktas även till Lely Center Kristianstad, Lely Center Lidköping och DeLaval Sales AB som har varit behjälpliga med material. Samt till SLU som bidragit med resersättning.

Alnarp maj 2011

Linda Haraldsson och Hampus Henrysson

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD .....	3
SAMMANFATTNING .....	5
SUMMARY .....	6
INLEDNING .....	7
BAKGRUND .....	7
AVGRÄNSNING .....	7
LITTERATURSTUDIE .....	8
LJUSKÄLLA .....	8
HUR PÅVERKAS KON AV LJUSET? .....	10
REKOMMENDATIONER .....	11
MATERIAL OCH METOD .....	12
BESKRIVNING AV STALLARNA .....	13
RESULTAT .....	17
MÄTNING VID KALVNINGSBOX OCH ROBOT .....	22
NATTBELYSNING .....	22
DISKUSSION .....	24
SLUTSATS .....	25
REFERENSER .....	26
SKRIFTLIGA .....	26
MUNTLIGA .....	27
BILAGOR 1 .....	28
BILAGA 1:1 - PLANRITNING STALL 1 .....	28
BILAGA 1:2 - PLANRITNING STALL 2 .....	29
BILAGA 1:3 - PLANRITNING STALL 3 .....	30
BILAGA 1:4 - PLANRITNING STALL 4 .....	31

## SAMMANFATTNING

Dagens rekommendationer på belysningsstyrka i liggbåsavdelningen och på foderbordet är 75 lux. Vid mjölkningsavdelningen bör det vara 300 lux. Nattbelysning bör ligga på ca 5 lux (Sundahl, 1974). Överensstämmer ljuset i nybyggda mjölkstallar med de rekommendationer som finns?

Vi har valt att inrikta oss på mjölkstallar där det bedrivs mjölkning med robot. Mätningarna gjordes på kornas vistelseyta samt på foderbord. Man mäter belysningsstyrka genom att se hur stort ljusflöde som träffar en viss yta. Enheten mäts i lux. I dagens moderna stallar använder man sig av olika sorters ljuskällor som lysrör, metallhalogenlampa och högtrycksnatriumlampa. Armaturerna i stallarna är dammskyddade, vattentäta och spolningssäkra.

Kon påverkas positivt av ljus vad beträffar fertilitet. Studier har visat att antalet insemineringar per dräktighet minskar när korna får högre belysningsstyrka. Enligt Bucklin (1994) ger högmjolkande kor mest avkastning om stallet är upplyst 16-18 timmar och nedsläckt 6-8 timmar. Sommarens långa dagar passar högmjolkande kor bäst och då behöver man inte använda så mycket tilläggsbelysning. Däremot under vinterns korta dagar är det viktigt att man förlänger dagen genom belysning inne i stallet (Mossberg & Andersson 1981).

När man placerar armaturerna är det viktigt att undvika skuggade och mörka områden. I dessa områden stannar gärna korna, vilket leder till att koflödet hämmas, framförallt vid in- och utgångar. Armaturerna ska placeras öppet så ljuset inte skuggas av foderslingor eller bärlinor. Man bör minimera skuggor och mörka partier även vid roboten, för att minska risk för kö.

Mätningarna har gjorts i fyra stallar i liggbåsavdelningen och på foderbordet vid fyra tidpunkter på dygnet. Klockan 8:00, 12:00, 16:00 samt 20:00, mätningen vi gjort vid kl 20:00 har skett med nattbelysning. Belysningsstyrkan har vi mätt på två höjder, 90cm och 120cm. Vi har även gjort mätningar i kalvningsboxarna och vid roboten eftersom vi tycker att belysningsstyrkan spelar en viktig roll ur arbetsmiljösynpunkt här.

Vi har mätt och beräknat fram medelvärde på belysningsstyrkan i stallets längsgående riktning. Våra resultat pekar på att belysningen i dagens djurstallar är mycket högre än de rekommendationer som finns, våra lägsta belysningsstyrkor ligger runt 300. Studien visar också att ljusinsläpp inock och längs väggarna har en stor betydelse för belysningsstyrkan i stallet. Det visar att stallmiljö och belysningsstyrkan har blivit mycket bättre för korna än när Sundahl (1974) skrev rekommendationerna. Man har även fått en bättre arbetsmiljö. Man orkar arbeta betydligt mycket mer om man har bra belysning.

## SUMMARY

Today's recommendations for illuminance in the houses for dairy cows is 75 lux. By the milking section there should be 300 lux. Night lighting is approximately 5 lux. Does the lighting in newly built milk-cow stables correspond with the current recommendations?

This study is made in 4 different houses for dairy cow, where the milking is done with automatic milking system. The measurements are done in the cubicles of the cows and on the feeding tables. In stables of today several different fixtures are used, as fluorescent lamps, metal halide and high pressure sodium lamp. In the stables must the fixtures be dust protected water proof and flush safe.

The fertility of the cow is positively affected by the light. Studies have shown that the number of inseminations/gestations used decrease when the cow is subjected to higher illuminance. According to Bucklin (1994) the high producing cows give higher milk yield if the stable is lit 16-18 hours and darkness 6-8 hours. The long days in the summer are best fit for the high producing cows and at that time very little extra lighting is needed. However, for the long winter days, prolonging the day in the stable is needed.

When placing the fixtures it is important to avoid shadowing and dark areas. The cows prefer staying in these areas which means that the flow of cows is slower, above all by the entrances and exits. The fixtures should be placed openly, so that the light is not shaded in the string of feeding stuff or the carrying lines. One should minimize shadows and dark sections also by the milking station, this to minimize the risk for queuing.

The measurements have been performed in four different stables at four dates. At 8.00, 12.00, 16.00 and 20.00, the latest measurement of the day was done using night lighting. The light was measured at two heights, 90 cm and 120 cm. We have also done measurements in the calving boxes and by the robot, because we think the illuminans plays an important role from a work environment perspective here.

We have measured and calculated a mean value for the illuminance in the lengthways direction of the stable. Our results point to that the lighting in the animal stables of today is higher than the recommendations that exist, our lowest lux values are around 300 lux. The illuminance seems to be great influenced by the natural light. Both the stable environment and the lighting strength have greatly improved since the recommendations were presented by Sundahl (1974). The work environment has also improved. One can work for a longer period of time when there is good lighting.

# INLEDNING

## Bakgrund

Ljuset påverkar både djur och människor. Det är viktigt att man har rätt belysning på sin arbetsplats. Man ska kunna läsa en dagstidning i stallet utan att bli trött eller få ont i huvudet (Hulsen, 2008). De senaste decennierna har det hänt mycket med miljö inne i mjölkstallarna. Byggnaderna har fått mer rymd och inger känsla av öppenhet och luftighet. De belysningsrekommendationer som finns idag i djurstallar är från tidigt 70-tal och dessa skulle eventuellt behövas uppdateras.

Syftet med vår studie är att undersöka belysningsstyrkan och dess variation i stallar för mjölkkor. Målet med vår studie är att öka kunskapen om belysningsstyrkan i nybyggda mjölkstallar och om belysningsstyrkan överensstämmer med de rekommendationer som finns.

## Avgränsning

Vi har valt att inrikta oss på mjölkstallar där det bedrivs mjölkning med robot. I studien ingår endast mätningen av belysningsstyrka i kornas vistelseyta, på foderbordet samt i kalvningsboxen och vid roboten.

## LITTERATURSTUDIE

Ljus är en form av optisk strålning. Våglängd och ljusflöde är sätt att beskriva strålning. Man mäter våglängd i nanometer (nm). Strålningens våglängd avgör ögats känslighet och beskrivs med en såkallad  $V(\lambda)$ -kurva ( $\lambda$  uttalas lambda). Ljusflödet är mängden ljus från en lampa. Man mäter ljusflödet i lumen. En bordslampa som har en glödlampa på 40W har ljusflöde på 430 lumen. Använder man sig av ett lysrör på 36W får man ett ljusflöde på 3350 lumen. Det betyder att lysröret har ett högre ljusutbyte än glödlampan. Hur stort ljusutbyte man har spelar roll för energiåtgången. Ljusstyrkan beskriver hur mycket ljusflöde det är i en viss riktning och mäts i candela (cd). 1 candela= ett stearinljus i ett mörkt rum. Man mäter belysningsstyrka genom hur stort ljusflöde som träffar en viss yta. Enheten mäts i lux och kallas för illuminans = lumen/m<sup>2</sup> (Wall, 2009).

Färgåtergivning är en annan viktig parameter när man pratar om ljus. Den delas upp i två begrepp, färgåtergivningsindex och färgtemperatur. Färgåtergivningsindex (renhetsindex - Ra) bedömer kvalitén på färgåtergivningen. När man har 100 Ra räknas det som perfekt färgåtergivning. Solen har ett Ra-index på 100. Man vill minst uppnå 85 Ra i lokaler där människor vistas (Wall, 2009).

Färgtemperaturen beskriver karaktären på ljuset. Man mäter temperaturen i Kelvin (K) den går på samma skala som Celsius. Det som skiljer skalorna åt är att 0 K är lika med -273°C. Har man en färgtemperatur över 3300K räknas den som kall. Solen har en färgtemperatur på 6000 K. Ju högre upp på skalan desto blåare ljus blir det. Den varma tonen är den mest förekommande i Sverige (Wall, 2009).

På lampor och lysrör återfinns en tre siffrig kod, till exempel 840, där 8 står för att Ra-indexet är högre än 80 och 40 anger att färgtemperaturen är ca 4000K (Ljuskultur, 2011).

### Ljuskälla

I dagens stallar använder man sig av olika sorters armaturer. Det som är gemensamt för armaturerna i stallarna är att de är dammskyddade, vattentäta och spolningssäkra. Man betecknar detta med koden IP 65 (Wall, 2009).



Industriarmaturen som visas i figur 1 är anpassad för två lysrör från 18 till 58W. Ljuskällan har den viktiga uppgiften att omvandla elektrisk energi till ljus. Ett lysrör innehåller ädelgas och lite kvicksilver. I ändarna på lysröret sitter en elektrod som får strömmen att flöda genom gasen i röret. Lysrörets väggar är täckta av ett fluorescerande lyspulver. När strömmen av elektroner kolliderar med kvicksilveratomerna uppstår ultraviolett ljus. När ultravioletta strålar träffar lyspulvret ger detta ett vitt och synligt ljus. Lysröret använder 25-30% av energin till ljus, resten går till värme. En vanlig glödlampa använder 5-10% av energin (Linden, 2005).



Figur 1. Industriarmatur med lysrör.

DeLaval sales AB har en armatur som innehåller en metallhalogenlampa, se figur 2. Metallhalogenlampor är kvicksilverlampor men med tillsatta metalliska halogenider. Detta gör att uv-strålningen minskas och då höjs effektiviteten. Metallhalogenlampor har högre färgåtergivning än natriumlampor. Lamporna avger ett vitt ljus (Dalenstam, 2009).



Figur 2. DeLaval Sales AB armatur med metallhalogenlampa.

Lely Center i Sverige säljer en armatur från AgriLight BV som visas i figur 3. Den innehåller en högtrycksnatriumlampa med en styrka på 400W. Den har ett ljusbågrör som innehåller natrium, xenon och lite kvicksilver. Xenongasen joniseras lätt och gör att det blir tändning i ljusbågen. Värmen gör att kvicksilver och natrium förgasas. Kvicksilvergaset gör så att trycket i ljusbågen ökar och natriumgasen börjar producera ljus när trycket är tillräckligt stort. Det är natriumgasen som gör att det blir ett gulvitt ljus. Det finns även modeller som är fria från kvicksilver. Högtryckslampan använder 29 % av energin till ljus (Ljuskultur, 2011).



Figur 3. Armatur från Agrilight BV med högtrycksnatriumlampa.

## Hur påverkas kon av ljuset?

Idag är fruktsamhetsproblemet en utav de största utslagsorsakerna i Sverige (Sandgren, 2010). Kon påverkas positivt av ljus vad beträffar fertilitet. Studier har visat att antalet insemineringar/dräktighet minskar när korna får mer ljus. Man får fler dräktiga per insemination och man använder 125 lux istället för 45 lux. Däremot påverkas kons fertilitet negativt om hon utsätts för ljus under hela dygnet (Andersson & Mossberg 1981).

Om kor får för lite ljusstimmar per dygn ökar melatoninhalten, detta ger en sämre aptit och produktionsnivå (Carlsson, 2008). Man brukar beskriva melatonin som ett sömnhormon. Hormonet bildas i tallkottkörteln i huvudsak under dygnets mörka timmar. Tallkottkörteln är en liten körtel i hjärnan. Med ögat uppfattas ljus och mörker, som sedan sänds vidare till tallkottkörteln via nervsignaler i ryggraden. Mörkret sätter fart på melatoninproduktionen (Lindmark, 1996). Genom att öka antalet dagstimmar ökar man också mjölmängden (Carlsson, 2008). Det har visat sig att högmjolkande kor ger mest avkastning om stallet är upplyst 16-18 timmar och nedsläckt 6-8 timmar (Bucklin, 1994). Sommarens långa dagar passar högmjolkande kor bäst och då behöver man inte använda så mycket tilläggsbelysning. Däremot under vinterns korta dagar är det viktigt att man förlänger dagen inne i stallet (Mossberg & Andersson 1981). Vintern passar bäst för sinkor och dräktiga kvigor som bör ha upplyst kortare tid på dygnet för att efterföljande laktation ska maximeras. Under sinitiden dras halterna av melatonin upp för att sedan sänkas kraftigt under början av laktationen om hon utsätts för mer ljus (Carlsson, 2008).

Att uppfatta olika färger är för många djurarter chansen till överlevnad. Färg påverkar hur vi uppfattar oss själva och vår omgivning. Färg beror på hur ljus med viss våglängd reflekteras mot ett föremål. Det som händer i ögonen och i hjärnan är det som avgör hur färgen uppfattas. Människor och vissa apor har tre olika sorters tappor i näthinnan och gör att vi uppfattar färger som grön, röd och blå. Detta kallas att vi är trikromater. Om alla tappor aktiveras samtidigt uppfattar vi det som en vit färg. Däremot är korna som de flesta andra däggdjur bara dikromater och kan bara uppfatta färg som grön och blå, de har ingen möjlighet att se rött. Vid tjurfäktning kan inte tjuren se det röda skynket. (Wallin 2002).

När man placerar armaturerna är det viktigt att undvika skuggade och mörka områden. I dessa områden stannar gärna korna, vilket leder till att koödem hämmas, framförallt vid in- och utgångar. Man bör minimera skuggor och mörka partier även vid roboten för att minska risk för kö. Armaturerna ska placeras öppet så ljuset inte reflekteras mot foderslingor eller bärlinor (Kevin, 2000).

## **Rekommendationer**

Jordbruksverkets (2011) rekommendationer är ”*Stallet ska ha belysning som inte orsakar dina nötkreatur obehag. Belysningen ska vara fast monterad och göra det möjligt för dig att se till dina djur utan svårighet.*”

Dagens rekommendationer på belysningsstyrka är 75 lux i liggbåsavdelningen och på foderbordet. Vid mjölkningsavdelningen bör det vara 300 lux. Nattbelysning bör vara på ca 5 lux (Sundahl, 1974).

De Laval AB rekommenderar minst 180 lux (Andersson, pers medd., 2011) och Lely Center har en lägre rekommendation på minst 150 lux (Carlsson, pers medd., 2011).

Det är viktigt att det finns tillräckligt med ljus och att belysningsstyrkan är korrekt vid arbetsplatsen. Med rätt ljus på rätt plats minskar man belastningen på kroppen. Detta påverkar trivseln, ökar säkerheten och ser till att arbetskapaciteten hålls uppe (AFS 2009). Det finns rekommendationer för olika arbetsplatser. Man kan jämföra typ av arbete som utförs i ladugårdar med det som utförs i verkstäder. I verkstäder ska arbetsbelysningen ligga runt 500 lux och i övrigt runt 300 lux. (Wall, 2009)

## MATERIAL OCH METOD

Mätningarna har gjorts i fyra stallar, vid fyra tidpunkter på dygnet. Klockan 8:00, 12:00, 16:00 samt 20:00. 20:00 mätningen har skett med nattbelysning. Ljuset har vi mätt på två höjder, 90cm och 120cm. Vi har även gjort mätningar där vi tycker att ljuset spelar en viktig roll ur arbetsmiljösynpunkt. Därför har vi valt att göra mätningar i kalvningsboxarna och vid roboten.

På planritningarna mättes och ritades mätpunkterna ut i ett ruttmönster. Mätpunkterna sitter med fyra meters mellanrum, se bilaga 1-4. Dessa är placerade så de inte sammanfaller med armaturerna. Mätpunkterna är placerade minst 4m från ytterväggen. I stall 3 är mätlinjen vid foderbordet närmare 1,5m från väggen, detta är på grund av den smala huskroppen.

Väl ute i stallarna mättes punkterna fram och markerades med tejp. Till hjälp använde vi en ställning, se figur 4, för att säkerställa rätt höjd. Belysningsstyrkan mättes med en Screen Master, Hagner. Protokoll fördes efter hand. Innan och efter mätningarna mättes även ljusintensiteten utomhus.



Figur 4. Screen Master och mätstativet inställt på 90cm.

Då det eventuellt har uppkommit ett extremvärde på någon mätlinje har vi tagit bort detta. Det kan vara för just den mätpunkten har påverkats av en foderautomat eller starkt ljus utifrån. Vi har plockat bort 12 av totalt 800 mätvärden på 90 cm, men max ett värde per mätlinje. Mätaren är inställd för att mäta vitt ljus ur människans perspektiv. Detta bör beaktas när man mäter på rött ljus.

## Beskrivning av stallarna

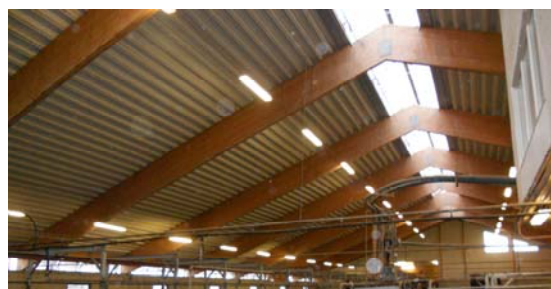
Stall 1 är beläget öster om Karlstad, Värmland. Det är byggt under 2007 och produktionen påbörjades januari 2008. Mjölkoavdelningen består av 81st liggbås och mjölkningen sker med en robot. Stallet har omålade betongväggar och har en öppen nock med ljusinsläpp. Man använder sig av kutterspån som strö. Som figur 5 visar har man fyra belysnings slingor som är markerade med A, B, C och D. Siffrorna 1-5 markerar våra mätlinjer. Armaturerna sitter med ett c-c avstånd på 3,30m. I tabell 1 presenteras hur många och på vilken höjd armaturerna sitter för respektive belysnings slinga. Man använder lysrörsarmatur IP65 med klart glas med 2\*36W/840 lysrör som ger 3350 lumen/st.



Figur 5. Planritning över stall 1. K1 och K2 är kalvningsboxar, R står för robot.

Tabell 1. Antal armaturer och höjd över golvytan.

	Antal armaturer	Höjd över golvytan
A	8 st	4 m
B	9 st	6,20 m
C	11 st	6,20 m
D	11 st	4 m



Figur 6. Översikt stall 1

Stall 2 är beläget öster om Karlstad, Värmland. Det är byggt under 2008 och produktionen påbörjades januari 2009. Mjölkoavdelningen består av 144 st liggbås och mjölkningen sker med två robotar. Stallet har omålade betongväggar och har en öppen nock med ljusinsläpp. Man använder sig av torv som strö. Som figur 5 visar har man fem belysningslingor som är markerade med A, B, C, D och E. Siffrorna 1-5 markerar våra mätlinjer. Armaturerna sitter med ett c-c avstånd på 4,80m. I tabell 2 presenteras hur många och på vilken höjd armaturerna sitter för respektive belysningslinga. Man använder lysrörsarmatur IP65/66/67 med frostat glas enligt figur 1 med 2\*58W/840 lysrör som ger 5200 lumen/st.



Figur 7. Planritning över stall 2. K1 och K2 är kalvningsboxar, R står för robot.

Tabell 2. Antal armaturer och höjd över golvytan.

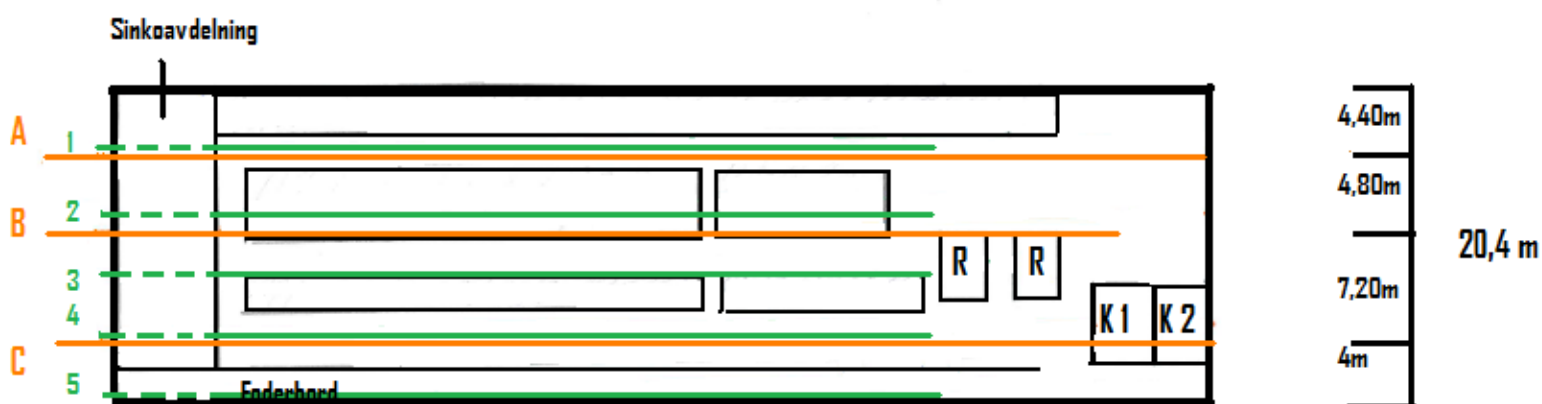
	Antal armaturer	Höjd över golvytan
A	13 st	4 m
B	12 st	5 m
C	12 st	5,70 m
D	9 st	5,70 m
E	11 st	4 m



Figur 8. Översikt stall 2



Stall 3 är beläget norr om Jönköping, Småland. Det är byggt under 2010 och produktionen påbörjades oktober 2010. Mjölkköavdelningen består av 151st liggbås och mjölkningen sker med två robotar. Stallet har omålade betongväggar (höjd 120cm) med ljusinsläpplig panel och nocken är sluten. Man använder sig av kutterspån som strö. Som figur 7 visar har man tre belysnings slingor som är markerade med A, B och C. Siffrorna 1-5 markerar våra mätpositioner. Armaturerna sitter med ett c-c avstånd på 6m. I tabell 3 presenteras hur många och på vilken höjd armaturerna sitter för respektive belysnings slinga. Man använder De Laval IP 65 armatur enligt figur 2 med 1\*250W metallhalogenlampa.



Figur 9. Planritning över stall 3. K1 och K2 är kalvningsboxar, R står för robot.

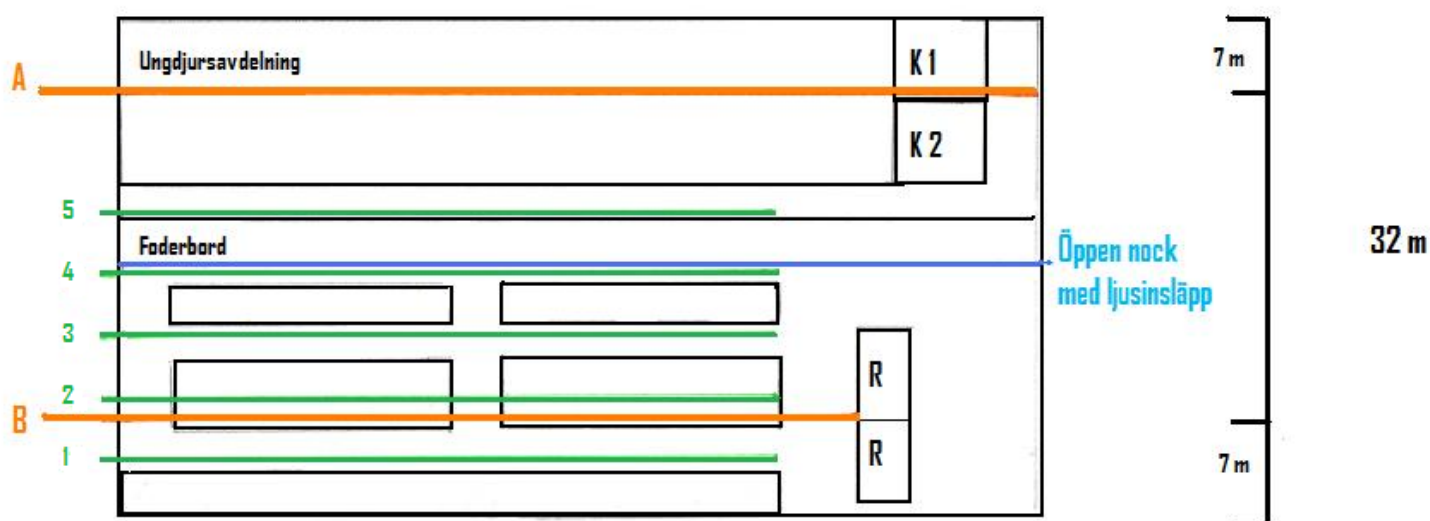
Tabell 3. Antal armaturer och höjd över golvytan.

	Antal armaturer	Höjd över golvytan
A	11 st	4 m
B	11 st	6 m
C	12 st	4 m



Figur 10. Översikt stall 3

Stall 4 är beläget i Tomelilla, Skåne. Det är byggt under 2010 och produktionen påbörjades december 2010. Mjölkoavdelningen består av 133st liggbås och mjölkningen sker med två robotar. Stallet har omålade betongväggar och har en öppen nock med ljusinsläpp. Man använder sig av kutterspån som strö. Som figur 7 visar har man två belysnings slingor som är markerade med A och B. Siffrorna 1-5 markerar våra mätpositioner. Armaturerna sitter med ett c-c avstånd på 7m. I tabell 4 presenteras hur många och på vilken höjd armaturerna sitter för respektive belysnings slinga. Man använder Lely IP 65 armatur enligt figur 3 med 1\*400W högtrycksnatriumlampa.



Figur 11. Planritning över stall 4. K1 och K2 är kalvningsboxar, R står för robot.

Tabell 4. Antal armaturer och höjd över golvytan.

	Antal armaturer	Höjd över golvytan
A	8 st	5,50 m
B	7 st	5,50 m



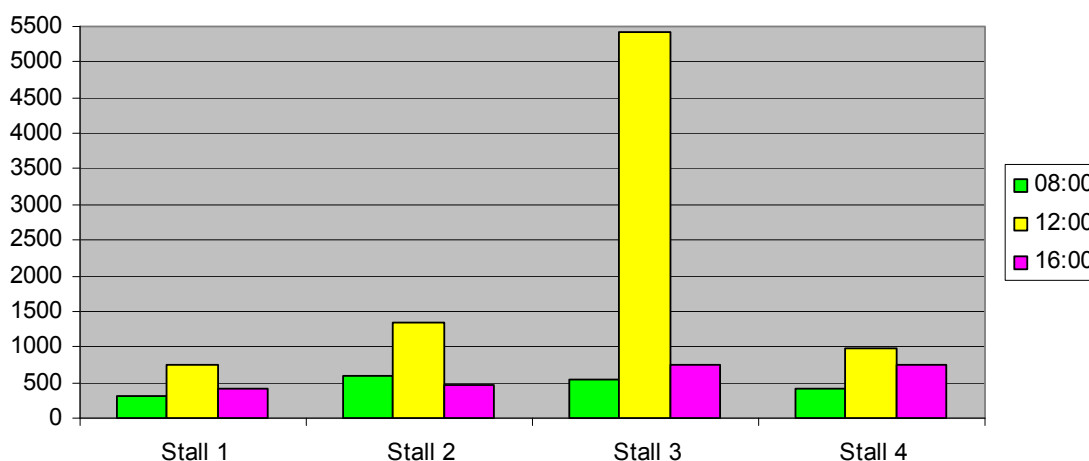
Figur 12. Översikt över stall 4



## RESULTAT

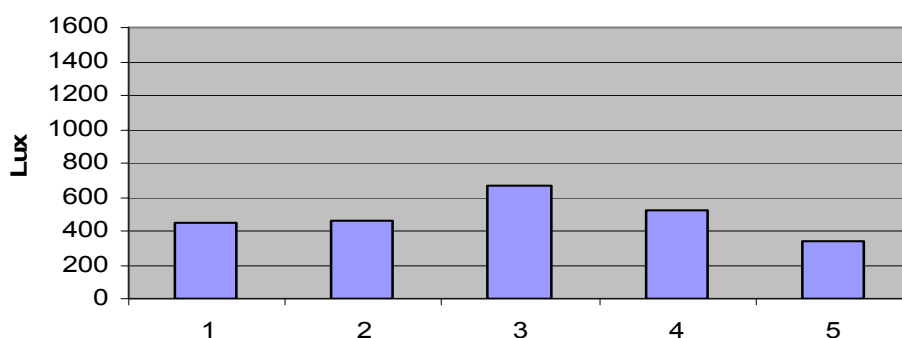
Det har varit små skillnader på belysningsstyrkorna mellan 90cm och 120cm. Därför har vi valt att presentera mätvärdena som vi har mätt på 90cm. Vi har beräknat medelvärde på belysningsstyrkan i stallets längsgående riktning. Rad 1 har ett medelvärde, rad 2 ett medelvärde och så vidare. Vi har valt att sammanställa raderna på det här viset därför att variationen inom raden inte är så stor. Belysningsstyrkan skiljer sig däremot mellan de olika raderna, detta är på grund av ljuskällornas placering och ljus utifrån. I de fyra olika stallen återfanns fyra olika armaturer. Det varierade mycket hur många armaturer man använde sig av.

Våra resultat pekar på att belysningsstyrkan i dagens djurstallar är högre än de rekommendationer som finns. Det som har en stor betydelse för stallens belysningsstyrka är ljusinsläppen i nock och längs väggarna vilket kan utläsas utav figur 13. Därför är stapeln som visar klockan 12:00 högst då solen är som skarpast.



Figur 13. Diagrammet visar ljusvariationen över dagen.

Figur 14 visar ett medelvärde över mätningarna i stall 1 klockan 8:00, 12:00 och 16:00 i olika delar av stallen. Stall 1 har öppen nock med ljusinsläpp. Stapel 3 är högst eftersom den mätningen ligger nära nocköppningen. Stapel 1-4 är i kornas vistelseyta och stapel 5 är på foderbordet. I tabell 5 kan man utläsa medelvärde av belysningsstyrka och standardavvikelse inne i stallen samt lux ute före och efter mätningarna.

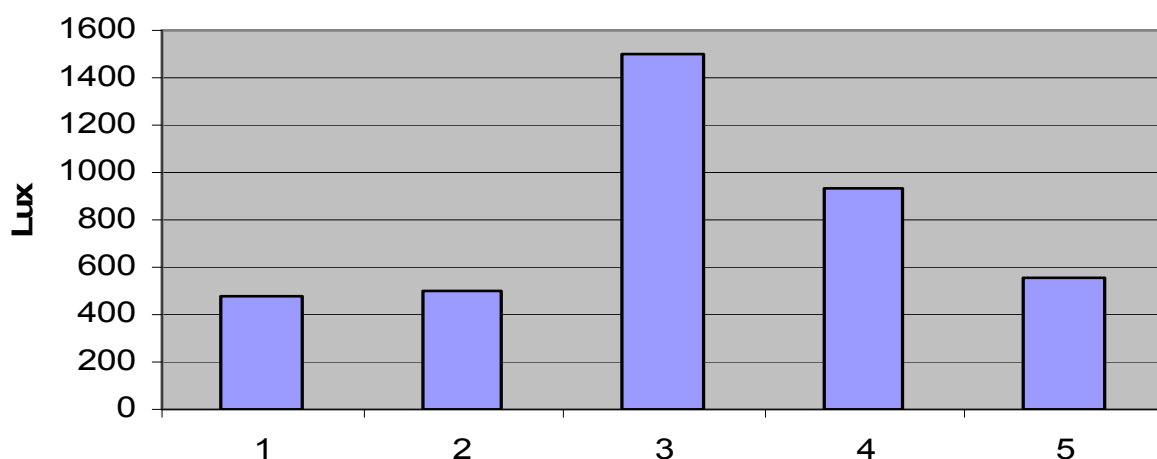


Figur 14. Medelvärde på belysningsstyrkan under en dag i stall 1.

Tabell 5. Belysningsstyrka inne och ute för stall 1.

Tid:	08:00-09:00		12:00-13:00		16:00-17:00		20:00-21:00	
90 cm	<b>Medelvärde</b>	Stdav	<b>Medelvärde</b>	Stdav	<b>Medelvärde</b>	Stdav	<b>Medelvärde</b>	Stdav
Linje 1	<b>215</b>	13	<b>534</b>	98	<b>309</b>	57	<b>46</b>	26
Linje 2	<b>253</b>	26	<b>626</b>	77	<b>487</b>	90	<b>37</b>	13
Linje 3	<b>462</b>	81	<b>1206</b>	118	<b>421</b>	78	<b>35</b>	10
Linje 4	<b>386</b>	63	<b>872</b>	114	<b>345</b>	40	<b>19</b>	7
Linje 5	<b>178</b>	19	<b>592</b>	74	<b>265</b>	39	<b>27</b>	21
Ute före	2800		27000		18000		0	
Ute efter	9800		50000		5000		0	

Figur 15 visar ett medelvärde över mätningarna i stall 2 klockan 8:00, 12:00 och 16:00 i stallets olika delar. Stall 2 har öppen nock med ljusinsläpp. Stapel 3 är högst. Ljus utifrån har även höjt belysningsstyrkan på stapel 4. Stapel 1-4 är i kornas vistelseyta och stapel 5 är på foderbordet. I tabell 6 kan man utläsa medelvärde av belysningsstyrka och standardavvikelse inne i stallet samt lux ute före och efter mätningarna.

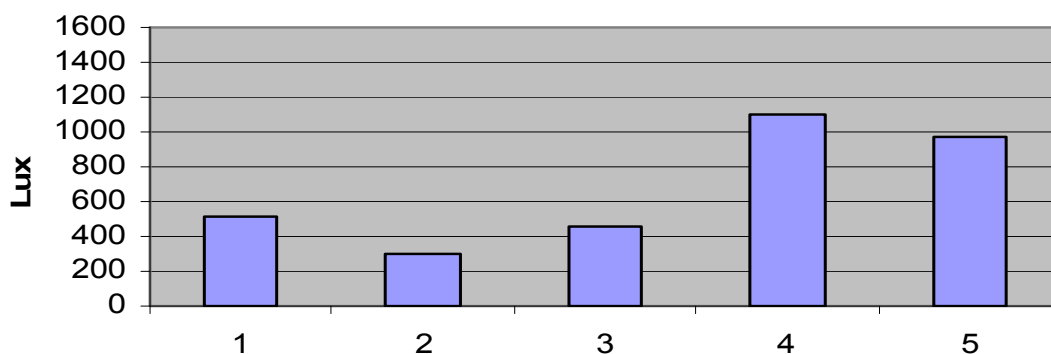


Figur 15. Medelvärde på belysningsstyrkan under en dag i stall 2.

Tabell 6. Belysningsstyrka inne och ute för stall 2.

Tid:	08:00-09:00		12:00-13:00		16:00-17:00		20:00-21:00	
90 cm	<b>Medelvärde</b>	Stdav	<b>Medelvärde</b>	Stdav	<b>Medelvärde</b>	Stdav	<b>Medelvärde</b>	Stdav
Linje 1	<b>635</b>	64	<b>468</b>	70	<b>290</b>	37	<b>49</b>	57
Linje 2	<b>726</b>	57	<b>660</b>	112	<b>199</b>	46	<b>27</b>	20
Linje 3	<b>642</b>	52	<b>3498</b>	401	<b>377</b>	70	<b>24</b>	13
Linje 4	<b>652</b>	44	<b>1578</b>	85	<b>584</b>	20	<b>29</b>	15
Linje 5	<b>375</b>	32	<b>530</b>	46	<b>454</b>	34	<b>36</b>	17
Ute före	13000		53000		13000		0	
Ute efter	24000		54000		4700		0	

Figur 16 visar ett medelvärde över mätningarna i stall 3 klockan 8:00, 12:00 och 16:00 i stallets olika delar. Stall 3 har betongväggar med ljusgenomsläpplig panel det är därför stapel 1, 4, och 5 är högst. Det grundade sig på ljuset som kommer in genom den ljusgenomsläppliga panelen. Stapel 1-4 är i kornas vistelseyta och stapel 5 är på foderbordet. I tabell 7 kan man utläsa medelvärde av belysningsstyrka och standardavvikelse inne i stallet samt lux ute före och efter mätningarna.

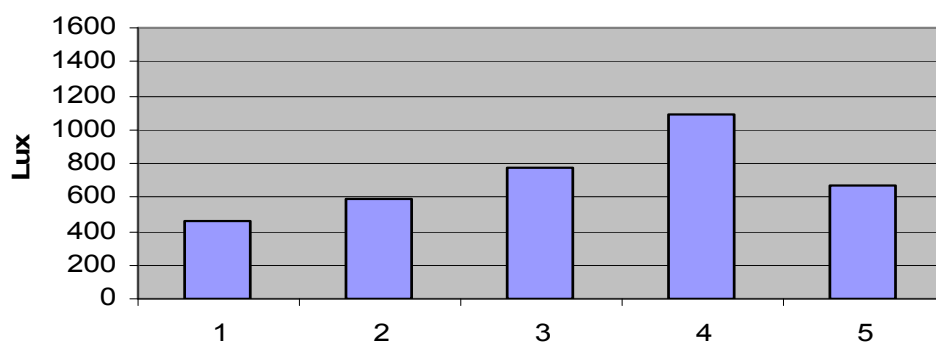


Figur 16. Medelvärde på belysningsstyrkan under en dag i stall 3.

Tabell 7. Belysningsstyrka inne och ute för stall 3.

Tid:	08:00-09:00		12:00-13:00		16:00-17:00		20:00-21:00	
90 cm	<b>Medelvärde</b>	Stdav	<b>Medelvärde</b>	Stdav	<b>Medelvärde</b>	Stdav	<b>Medelvärde</b>	Stdav
Linje 1	<b>508</b>	95	<b>594</b>	97	<b>483</b>	85	<b>3</b>	6
Linje 2	<b>268</b>	89	<b>398</b>	79	<b>280</b>	60	<b>2</b>	1
Linje 3	<b>337</b>	47	<b>565</b>	44	<b>497</b>	38	<b>25</b>	18
Linje 4	<b>672</b>	87	<b>1039</b>	50	<b>1441</b>	347	<b>82</b>	90
Linje 5	<b>957</b>	144	<b>24600</b>	8584	<b>990</b>	96	<b>25</b>	23
Ute före	7000		53000		17000		0	
Ute efter	20000		48000		9600		0	

Figur 17 visar medelvärde över mätningarna i stall 4 klockan 8:00, 12:00 och 16:00 i de olika delarna av stallet. Stall 4 har öppen nock med ljusinsläpp. Stapel 4 är högst eftersom den mätningen ligger nära nock öppningen. Stapel 1-4 avspeglar kornas vistelseyta och stapel 5 foderbordet. I tabell 8 kan man utläsa medelvärde av belysningsstyrka och standardavvikelse inne i stallet samt lux ute före och efter mätningarna.



Figur 17. Medelvärde på belysningsstyrkan under en dag i stall 4.

Tabell 8. Belysningsstyrka inne och ute för stall 4.

Tid:	08:00-09:00		12:00-13:00		16:00-17:00		20:00-21:00	
90 cm	<b>Medelvärde</b>	Stdav	<b>Medelvärde</b>	Stdav	<b>Medelvärde</b>	Stdav	<b>Medelvärde</b>	Stdav
Linje 1	<b>280</b>	26	<b>564</b>	43	<b>550</b>	63	<b>1,1</b>	0,2
Linje 2	<b>444</b>	54	<b>771</b>	88	<b>578</b>	84	<b>1,4</b>	0,2
Linje 3	<b>421</b>	22	<b>1154</b>	80	<b>758</b>	62	<b>1,2</b>	0,1
Linje 4	<b>611</b>	28	<b>1448</b>	88	<b>1198</b>	171	<b>0,7</b>	0,1
Linje 5	<b>351</b>	32	<b>1013</b>	70	<b>662</b>	57	<b>0,8</b>	0,2
Ute före	2900		16600		13000		0	
Ute efter	3400		28000		19000		0	

## Mätning vid kalvningsbox och robot

Det var god belysning i kalvningsboxarna. Medelvärdet på belysningsstyrkan var mellan 444-735 lux. Vid roboten hade alla stallar över 400 lux som visas i tabell 7.

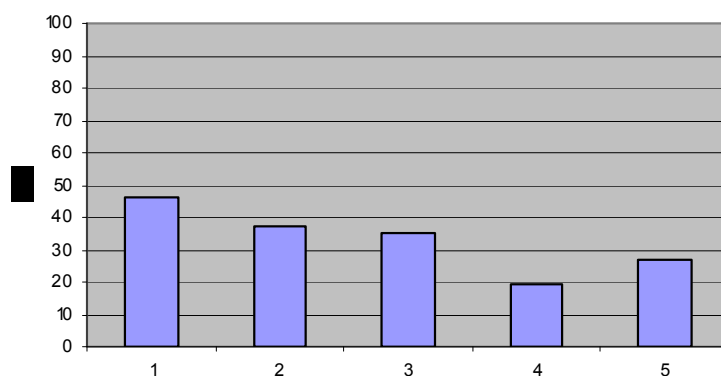
Stall 1, 2 och 3 hade samma belysning vid roboten hela dygnet. Däremot i stall 4 användes nattbelysning med rött ljus även vid roboten. Där uppmättes belysningsstyrkan till 0,2 lux.

Tabell 7. Medelvärde och standardavvikelse på belysningsstyrka i kalvningsboxarna och vid roboten.

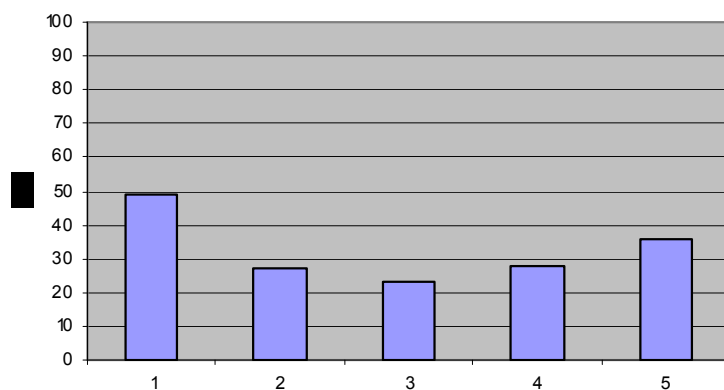
	Kalvningsbox		Robot	
	Medelvärde	Stdav	Medelvärde	Stdav
Stall 1	735	28	482	62
Stall 2	444	17	490	85
Stall 3	540	62	483	15
Stall 4	571	4	406	33

## Nattbelysning

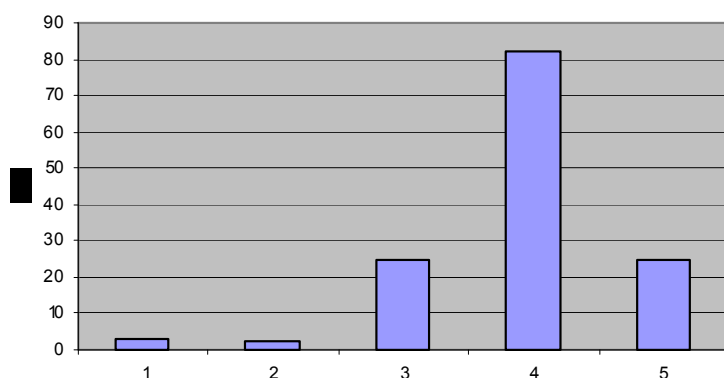
I stall 1, 2 och 3 varierade nattbelysningen en del, beroende på var i stallet man befann sig, framförallt i stall 3. I dessa stall använde man de vanliga armaturerna och släckte vissa lampor under natten. Resten fungerade som nattbelysning. Figur 18-21 visar medelvärde på nattbelysning i de olika stallarna. Stapel 1-4 kornas vistelseyta och stapel 5 är på foderbordet.



Figur 18. Nattbelysning i stall 1 mätt på 90 cm.

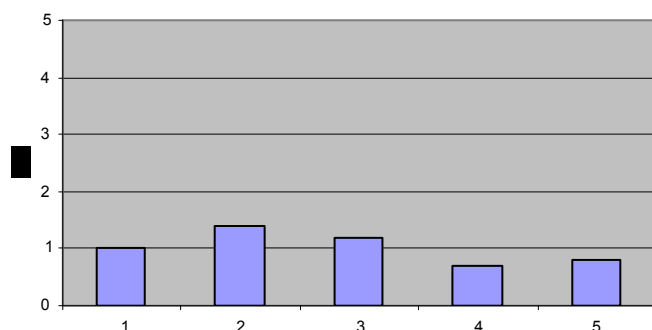


Figur 19. Nattbelysning i stall 2 mätt på 90 cm.



Figur 20. Nattbelysning i stall 3 mätt på 90 cm.

Stall 4 var det enda stallet som använde speciella lampor till nattbelysningen. Belysningen gav ett rött sken med låg belysningsstyrka, med en jämn fördelad styrka över hela stallytan. Enligt litteraturstudien verkar korna ha svårt att uppfatta rött ljus (Wallin, 2002). Vi har valt att presentera stall 4 nattbelysningsstyrka i en annan skala eftersom dessa värden är mycket lägre än i de övriga stallarna.



Figur 21. Nattbelysning i stall 4 mätt på 90 cm. (Obs! Annan skala än i figur 18-20)

## DISKUSSION

Ljuset påverkar både djur och människor därför är det viktigt med tillräcklig belysningsstyrka i djurstallar. Enligt vår undersökning har det varit ljusinsläppen utifrån som haft stor betydelse för hur belysningsstyrkan blir i stallen. Gör man mätningar där ljuset lyser rakt in eller där ljuset reflekteras in, kan man få mycket hög belysningsstyrka på den punkten. I stall 1, 2 och 4 som har ljusinsläpp i nocken har detta varit den klart ljusaste platsen i stallet medan i stall 3 där ljusinsläppet kommer ifrån väggarna har detta givit den platsen med högst belysningsstyrka i stallet. Utifrån våra mätningar använder stallarna sig utav likvärdig belysningsstyrka under dagtid. Inom mätraden har det inte varit någon större variation på belysningsstyrkorna, däremot har belysningsstyrkan varierat mellan de olika raderna på grund av belysningskällornas placering och ljus utifrån.

Stall 2 är det stall som har högst medelvärde i liggbåsavdelningen, men vi upplevde stallet som det mörkaste. Det var störst lokal, men hade stolpar som bar upp takstolarna. Detta tror vi påverkade hur vi upplevde ljuset. Det var även enda stallet som strör med torv. Stall 3 upplevde vi som det ljusaste stallet men i våra resultat skiljer detta stallet sig inte mycket ifrån de andra i liggbåsavdelningen. Vi tror att detta beror på att det inte fanns några foderslingor eller andra ljusfällor i taket, samt att ljuskällan var en metallhallogenlampa som gav ett vitt sken.

Vi har inte sett någon större skillnad på belysningsstyrkan i stallarna, detta trots att man använder olika slags ljuskällor. Det som skiljer är att man behöver färre lampor med metallhallogenlampor och högtrycksnatriumlampor än med lysrörsarmaturer.

Det vi har kunnat se på våra mätningar är att alla stall har högre belysningsstyrka än vad rekommendationerna säger. Alla stall har haft över 300 lux Sundahl (1974) rekommenderar 75 lux. Vi har inte sett några skuggningar eller mörka partier i stallarna som skulle vara något hinder för kotrafiken. Enligt litteraturen har korna svårt att uppfatta rött ljus och vi är fundersamma på om kotrafiken flyter lika bra i stall 4 där man använder röd nattbelysning. För korna är det nog det bästa alternativet eftersom korna vill ha mörkt 6-8 timmar/dygn. Det är en klurig fråga eftersom man vill ha ett ständigt flöde av kor genom roboten. Därför tror vi att alternativet i stall 3 kan vara det mest effektiva. Att bara ha upplyst vid roboten och foderbordet medan det är nästan mörkt över liggbåsavdelningen.

Armaturlerna har överlag varit rena. Det man kan se som en fördel på Lely Center och DeLaval Sales AB:s armaturer är att det blir mindre ytor att hålla rena. De lampor som lyser dygnet runt visade sig vara mer angripna av flugor.

Belysningsstyrkan i kalvningsboxarna och vid roboten har varit bättre än vad vi hade förväntat oss. Belysningsstyrkan vid roboten var lika hela dygnet i tre av fyra stallar, detta tror vi är bra för arbetsmiljön och kotrafiken. Däremot tror vi att det skulle underlätta om man hade en lampa som gick att tända för arbete vid juvret i roboten för att då minska de oekonomiska arbetsställningar som uppkommer av för dålig belysningsstyrka. Belysningsstyrkan är tillräcklig för kon, men skulle kunna vara bättre ur arbetsmiljösynpunkt.



Mätinstrumentet som vi har använt för mätningarna har passat vår undersökning bra. Den är lätt att arbeta med. Ställningen som vi har använt har varit nödvändig för att säkerställa ett gott resultat. Den har hjälpt oss att vara på exakt rätt höjd, 90 cm och 120 cm. Alla mätlinjer har varit på ungefär samma ställe i alla i stallar, därför tycker vi att mätningarna blivit rättvisa trots att vi inte kompenserat för nivåskillnaderna i stallarna.

De mätningar vi har gjort har varit i stallar med en eller två robotar. Vid framtida mätningar skulle det vara intressant att göra mätningar i större besättningar med andra mjölkningssystem. Det vore även intressant att titta på hur man kan utveckla belysningens placering inne i roboten, för att på så vis kunna förhindra oergonomiska ställningar. En annan intressant fråga är hur sinkor och dräktiga kvigors belysning är ute i stallarna idag. Eftersom man enligt litteraturen kan förbättra kommande laktation med rätt belysningsstyrka. Det skulle vara intressant att undersöka om god belysning ökar lönsamheten i företaget.

## **SLUTSATS**

Det är god belysning i dagens djurstallar. Våra lägsta belysningsstyrkor ligger runt 300 lux. Det visar att stallmiljö och belysningsstyrkan har blivit mycket bättre för korna än när Sundahl (1974) skrev rekommendationerna. Man har även fått en bättre arbetsmiljö och man orkar arbeta betydligt mycket mer om man har bra belysning.

Genom att fortsätta studera hur kor upplever ljus kan vi på så vis få ännu bättre mjölkproduktion. Framför allt kan vi kanske hitta enkla lösningar på en av dagens största utslagningsorsak, fertilitetsproblem.

## REFERENSER

### Skriftliga

AFS, (2009) – Arbetsmiljöverkets författarsamling, 2009:02. Hemsida. [online] (2011-04-04) Tillgänglig: [http://www.av.se/dokument/afs/afs2009\\_02.pdf](http://www.av.se/dokument/afs/afs2009_02.pdf) [2011-04-11]

Bucklin, R. (1994). *Dairy Systems for the 21st Century*: Proceedings of the Third International Dairy Housing Conference: Orlando, Florida.

Carlsson, M. (2008). *Ljusa idéer för mjölkproduktionen* [online]. Kristianstad: HS. Tillgänglig: <http://hs-l.hush.se/attachments/69/1023.pdf> [2011-04-11]

Dalenstam, E. (2009). *Förstudie utomhusbelysning* [online]. Tillgänglig: [http://www.msr.se/Documents/rapporter/MSR\\_2009\\_1.pdf](http://www.msr.se/Documents/rapporter/MSR_2009_1.pdf) [2011-05-07]

Hallen Sandgren, C; Oskarsson, M; Roth A. (2010) *Låt inte kvigorna mota korna*. [online] Tillgänglig: [http://svenskmjolk.se/Global/Dokument/EPi-tr%C3%A4det/Mj%C3%B6lk%C3%A5rden/Tidningen%20Husdjur/Kostnadsjakten/Husdjur\\_0110.pdf](http://svenskmjolk.se/Global/Dokument/EPi-tr%C3%A4det/Mj%C3%B6lk%C3%A5rden/Tidningen%20Husdjur/Kostnadsjakten/Husdjur_0110.pdf) [2011-05-08]

Hulsen, J (2008). *Kosignaler* omarbetad uppl. Svensk mjölk, Stockholm

Jordbruksverket.(2011-03-24) Tillgänglig: Jordbruksverket <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/notkreatur/stallmiljo.4.1cb85c4511eca55276c80001191.html> [2011-04-11]

Kevin, J. (2000) *Lighting Dairy Facilities*, University of Wisconsin-Extension [online]. Tillgänglig: <http://www.uwex.edu/ces/dairymod/cowhousing/documents/LightingDairyFacilities.pdf> [2011-04-11]

Lindén, J. (2005) *Hur fungerar lysrör egentligen?* [online]. Tillgänglig: <http://www1.naturvetenskap.lu.se/examensarbeten/fysikastro/050906joli.pdf> [2011-04-28]

Lindmark Månsson, H. (1996). *Melatonin*. Svensk mjölk. (Swedish Dairy Association:4950)

Ljuskultur. Hemsida. [online](2009) Tillgänglig: Ljuskultur <http://www.ljuskultur.se> [2011-05.01]

Mossberg, I & Andersson, M. (1981). *Ljusets betydelse i animalieproduktionen*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (SLU/HUV; 82) 91-576-0760-5

Sundahl, A (1974). *Belysning i lantbruksbyggnader*. Aktuellt från lantbrukshögskolan nr

243

Wall, L (2009). Lärobok i belysningsteknik. Stockholm: Ljuskultur

Wallin, M (2002) *Naturens paletter, hur djur och människor får färg*. [online].  
Tillgänglig: [http://www.bioscience-explained.org/SEvol1\\_2/pdf/palettSE.pdf](http://www.bioscience-explained.org/SEvol1_2/pdf/palettSE.pdf) (2011-04-20)

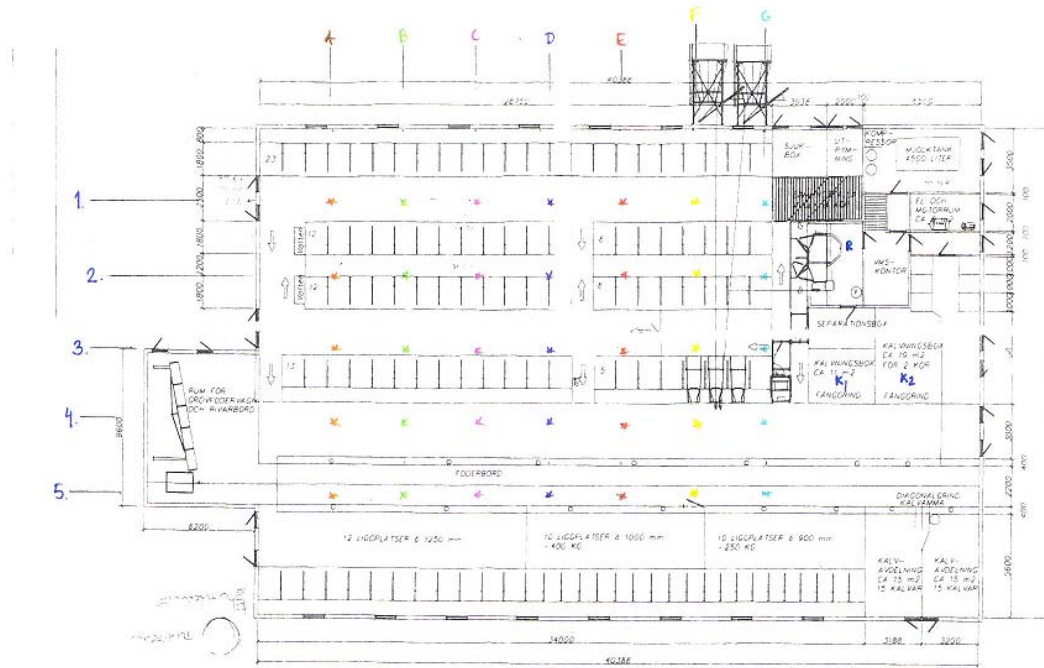
## **Muntliga**

Andersson, H., Ljusprogram De Laval. Samtal 2011-03-30

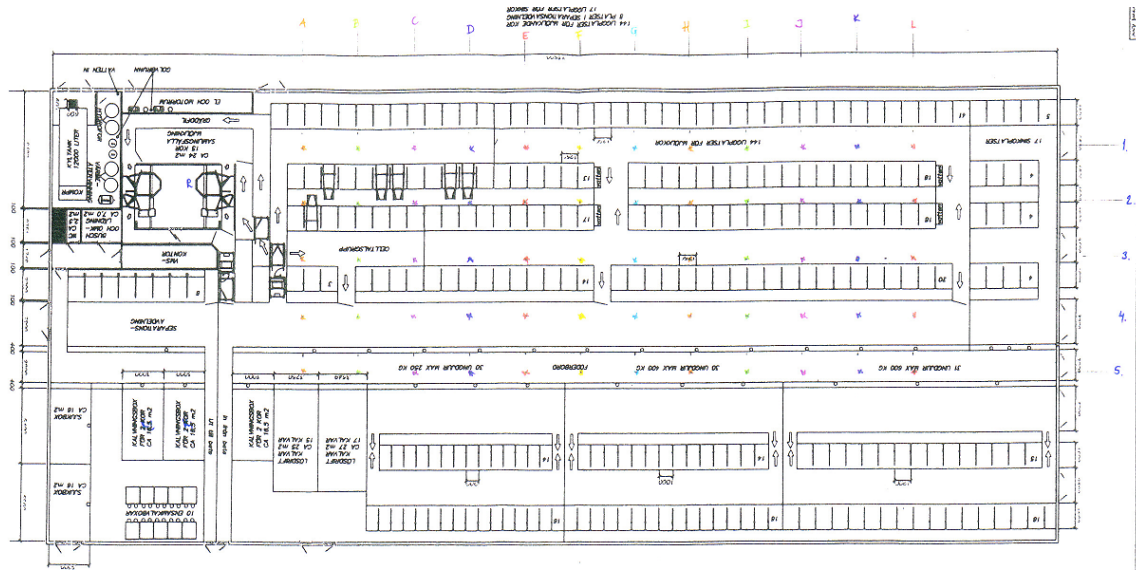
Carlsson, C., Försäljare Lely Center Lindköping. Samtal 2011-03-31.

# BILAGOR 1

## Bilaga 1:1 - Planritning stall 1



# Bilaga 1:2 - Planritning stall 2



**Bilaga 1:3 - Planritning stall 3**

