



Institutionen för husdjursgenetik

Analys av juverhälsodata från kärnbesättningen Viken

av

Emelie Tufvesson

Handledare:

Susanne Eriksson

Katja Grandinson

Hans Stålhammar

Examensarbete 294

2007

Examensarbete ingår som en obligatorisk del i utbildningen och syftar till att under handledning ge de studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Föreliggande uppsats är således ett elevarbete och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund. Examensarbete på D-nivå i ämnet husdjursgenetik, 20 p (30 ECTS).



Institutionen för husdjursgenetik

Analys av juverhälsodata från kärnbesättningen Viken

av

Emelie Tufvesson

Agrovoc: Dairy cattle, nucleus herd, udder health, scc, test-day model, genetic evaluation
Mjölkkor, kärnbesättning, juverhälsa, celltal, testdagsmodell, avelsvärdering

Handledare:

Susanne Eriksson

Katja Grandinson

Hans Stålhammar

**Examensarbete 294
2007**

Examensarbete ingår som en obligatorisk del i utbildningen och syftar till att under handledning ge de studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Föreliggande uppsats är således ett elevarbete och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund. Examensarbete på D-nivå i ämnet husdjursgenetik, 20 p (30 ECTS).

FÖRORD

Detta examensarbete är utfört vid Institutionen för husdjursgenetik, Sveriges Lantbruksuniversitet, i samarbete med Svensk Avel och Nötcenter Viken.

Ett stort tack till mina handledare Susanne Eriksson och Katja Grandinson på Institutionen för husdjursgenetik som har hjälpt mig oerhört mycket under arbetets gång. Susanne har spenderat många timmar i SAS tillsammans med mig och Katja har fått svara på många frågor om testdagsmodell. Tack även till Hans Stålhammar på Svensk Avel som har handlett på distans från Skara och som gav mig möjligheten att göra detta examensarbete.

Stort tack även till följande personer: Anita Frick på Svensk Avel som tagit fram all data från Vikendata, Ann Tidström som visade mig runt på Nötcenter Viken samt gav mig en snabb inblick i programmet Vikendata, Kjell Johansson på Svensk Mjolk som hjälpte mig att plocka fram provmjölkningsdatum ur kokontrollen samt Ingrid Brodin från Skara Semin som visade mig hur en exteriörbedömning går till.

Emelie Tufvesson
Uppsala, juni 2007

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

REFERAT	1
ABSTRACT	2
INLEDNING	3
Bakgrund	3
Nötcenter Viken	3
Syfte	3
LITTERATURSTUDIE	4
Mastit	4
Direkt och indirekt selektion för mastitresistens	5
Celltal	5
Juverexteriör	7
Mjölklöshastighet	8
Elektrisk konduktivitet	9
Juverhälsoklass	9
Avelsarbete i Norden	10
Definitioner av egenskaper i NAV	10
Laktationsmedeltal och testdagar	11
MATERIAL OCH METODER	12
Data och egenskapsdefinitioner	12
Statistiska modeller	14
RESULTAT	15
DISKUSSION	21
Medeltal	21
Korrelationer	23
Jämförelse av laktationsmedeltalsmodell och testdagsmodell	23
Registreringar av data	24
SLUTSATS	25
REFERENSER	26
Litteratur	26
Internet	29

REFERAT

Vid Nötcenter Viken individprövar man tjurmoderkandidater. Där registreras bland annat cellhalt i mjölken en gång i månaden, förekomst av klinisk mastit och juverexteriöregenskaper. När man idag selekterar kor för juverhälsa använder man sig av härstamningsindex, baserat på far och morfars avelsvärden för juverhälsa, samt egen fenotypdata. I denna studie har avelsvärden skattats med djurmodeller vilket gör att kornas egna resultat inkluderas.

Syftet med denna studie var att kartlägga vilken juverhälsodata som fanns tillgänglig från kärnbesättningen Nötcenter Viken, samt att undersöka hur avelsvärden för celltal för kor i kärnbesättningen kan skattas med en testdagsmodell respektive en laktationsmedeltalsmodell. Korrelationer skattades mellan dessa båda avelsvärden, kons härstamningsindex från dagens avelsvärdering, samt olika fenotypmått för juverhälsa.

Syftet med litteraturdelen var att kartlägga vilka olika mått som kan användas vid avelsvärdering för bättre juverhälsa. De vanligaste måtten idag är mastit, antal celler i mjölken och juverexteriör. Andra tänkbara mått är mjölkens elektriska konduktivitet och flödes hastighet.

Data hämtades från Nötcenter Vikens stalljournalsprogram Vikendata där det fanns uppgifter om kornas härstamning, kalvningar, celltal vid provmjölkning, juverexteriörbedömning, flödes hastighet samt sjukdomsregistreringar. Korna i studien var jämnt fördelade över raserna SRB och holstein. Korna var födda efter 2002 och hade registrerade provmjölkningar i första laktation. Avelsvärden för båda modellerna kunde skattas för 261 kor som hade laktationer som var längre än 90 dagar. Ytterligare 45 kor hade registreringar från sin första laktation men vars laktation av olika anledningar var kortare än 90 dagar. För dessa kor kunde endast avelsvärden för celltal skattas med testdagsmodell.

Geometriskt medeltal för celltal för korna som deltog i kokontrollen 2005/2006 var 183 000 celler/ml mjölk. För korna på Viken i denna studie var det geometriska medeltalet 91 000 celler/ml. Kor som haft mastit någon gång under en laktation hade signifikant högre celltal än de kor som inte haft mastit. Senare laktationer gav högre celltal och kor som kalvat under sommaren hade signifikant lägre celltal än kor som kalvat övriga säsonger. Högst celltal fanns bland kor som kalvat under hösten. Det fanns ingen signifikans för ras, inkalvningsår eller ålder vid kalvning.

Korrelationen mellan avelsvärden skattade med de två olika modellerna var hög: 0,92. Korrelationen med härstamningsindex var mycket lägre: -0,16 för avelsvärdet skattat med laktationsmedeltalsmodell och -0,26 för avelsvärdet skattat med testdagsmodell. Dessa värden var negativa men gynnsamma då olika skalor använts för härstamningsindex och avelsvärden skattade i denna studie. En hög fenotypisk korrelation skattades mellan främre juveranfästning och juverdjup (0,56).

Härstamningsindex är ett begränsat hjälpmedel då man vill rangera kor i en kärnbesättning. Detta index är framräknat med hjälp av kons fars och morfars avelsvärde. Därav får helsyskon samma härstamningsindex. Det är önskvärt att även kunna rangera korna i en kärnbesättning efter avelsvärden skattade med en djurmodell då hänsyn tas till kons egna fenotypvärden.

ABSTRACT

Nötcenter Viken is a Swedish nucleus herd for dairy cattle. The goal for the farm is to select suitable mothers for the next top generation of bulls. Today the selection for udder health is based on a pedigree index and phenotype data. The pedigree index is based on the cow's father and grandfathers breeding values. In this study breeding values have been estimated with animal models which also account for the cows own performance.

Breeding values in Sweden today are based on lactation averages. To be able to estimate a breeding value for a cow she needs to have a complete 305 days lactation. A mean value that represents the whole lactation is used to estimate a breeding value. An alternative to this method is to estimate breeding values with a test-day model. With a test-day model a breeding value can be estimated without registrations from a whole lactation. The aim of this study was to estimate breeding values with these two models for somatic cell count. A correlation with pedigree-index was also compiled. One other important part of this study was to see how available data collected at Nötcenter Viken was and how the data could be used in further research. The aim of the literature review was to survey different ways to measure and improve udder health in dairy cattle. Most common today is to use mastitis registrations, somatic cell count and udder type traits. Other possible measurements of udder health are electric conductivity in the milk and milking speed.

All data were collected from Vikendata which is an on-farm-recording data system used at Nötcenter Viken. From Vikendata information about: pedigree, calving, cell counts, udder type trait, health and milking speed were collected. Half of the cows in this study were Swedish Red and the other half were Swedish Holstein. All cows were born after 2002 and had registrations for somatic cell count in their first lactation. Only 261 cows had a first lactation longer than 90 days. For these cows breeding values were estimated with the lactation average model and test-day model. An additional 45 cows had registrations for somatic cell count in their first lactation but for different reasons their lactation were shorter than 90 days. These 45 cows only obtained breeding values estimated with test-day model.

The geometric average somatic cell count for cows in Sweden 2005/2006 was 183 000 cells/ml milk. In this study the geometric average for the 306 cows participating was 91 000 cells/ml. Effects of mastitis, lactation, number and calving season were all significant factors. Cows that have had mastitis at some point during a lactation had significantly higher cell counts than those that have not had mastitis. Calving during the summer resulted in moderately lower cell counts compared to other calving seasons. It is important to note that this study did not take into consideration breed, calving year or age at calving.

The correlation between the two estimated breeding values were high: 0.92. Both estimated breeding values had a much lower correlation with the pedigree index -0.16 for breeding value estimated with the lactation average model and -0.26 for breeding value estimated with test-day model. The breeding values and pedigree index are based on different scales which explain the negative but favourable correlations. Highest phenotypic correlations were found between the udder type traits fore udder attachment and udder depth (0.56).

Pedigree index has a limited use as an aid for selection in a nucleus herd. Cows with the same father and grandfather receive the same pedigree index and their own results are not taken into account. It is better to select and rank a cow of a nucleus herd based on breeding values estimated with an animal model.

INLEDNING

Bakgrund

Juversjukdomar och höga celltal är tillsammans de vanligaste orsakerna till att kor skickas till slakt. Den enda enskilda utslagningsorsak som är större är nedsatt fruktsamhet eller utebliven dräktighet (Svensk Mjolk, 2007). Ensidig avel för ökande produktion leder till fler fall av kliniska mastiter och ökade antal celler i mjölken, på grund av ogynnsamma genetiska korrelationer (Pösö och Mäntysaari, 1996). Genom att minska andelen av kor som slås ut på grund av mastit i en besättning kan man öka medelavkastningen och således den ekonomiska vinningen. Även kornas välfärd ökas och en bättre livsmedelssäkerhet kan fås på grund av minskad antibiotikaanvändning.

I det nordiska avelsmålet för mjölkkor finns flera hälsoegenskaper inkluderade. En av dessa är juverhälsa. Målet är att genom genetisk selektion kunna minska fallen av mastiter hos våra mjölkkor. Mastit är en egenskap med låg arvbarhet vilket försvårar avelsarbetet. Genom att ta hjälp av andra egenskaper som är genetiskt korrelerade med mastit kan avelsframsteget förbättras, detta kallas för indirekt selektion. För att en egenskap ska kunna användas vid indirekt selektion måste den ha högre arvbarhet än egenskapen man vill mäta. Det måste även finnas en hög genetisk korrelation mellan det indirekta måttet och egenskapen man är intresserad av, och det indirekta måttet bör vara lättare att mäta och registrera (Mrode och Swanson, 1996). Antal celler i mjölken är en egenskap som uppfyller alla dessa krav. I dagens avelsvärdering används det direkta måttet mastit samt de indirekta måtten celltal och juverexteriör. De flesta svenska mjölkobesättningar är idag anslutna till kokontrollen. Alla kor som är anslutna till kokontrollen provmjölkas en gång i månaden. Då skickas mjölk från varje ko för analys. Analysen ger svar på mjölkens fetthalt, proteinhalt, laktos, antal celler och ureahalt. Kokontrollen är ett viktigt redskap i all avelsvärdering av mjölkkor.

Dagens avelsvärdering för celltal bygger på en laktationsmedeltalsmodell. För att en enskild kos laktationsmedeltal för celltal ska kunna utnyttjas i avelsvärderingen krävs att hon har hunnit en bra bit in i laktationen. Ett alternativ till dagens avelsvärdering är testdagsmodell. Med en testdagsmodell skattas avelsvärden för varje provmjölkning (testdag) och en kos resultat kan på så sätt användas i avelsvärderingen tidigt i laktationen.

Nötcenter Viken

På Nötcenter Viken i Falköping bedrivs individprovning för tjurmödrar i en öppen kärnbesättning, Viken ägs av Lantmännen och Svensk Avel. Att besättningen är öppen betyder att delar av rekryteringen köps in från besättningar i hela landet. Jämfört med slutna kärnbesättningar minskar man på så sätt risken för inavel. Besättningen består av ca 300 kor, jämnt fördelat över raserna SRB och holstein. Varje år rekryteras 100 kvigor per ras. Korna mjölkas tre gånger dagligen i en karusell med 24 platser. På Viken används sedan 2003 stalljournalsprogrammet Vikendata. Här lagras kontinuerlig information om alla djur på Viken. Säkerheten i selektionen är hög, eftersom tjurmödrarna prövas i en och samma miljö. På Viken använder man sig av embryoöverföringar vilket förkortar generationsintervallet med ca två år. Därmed ökar det genetiska framsteget (Nötcenter Vikens hemsida, 2007).

Syfte

Syftet var att använda data från Vikendata för att se hur tillgängliga data är och hur det kan användas i forskning samt att pröva två olika genetiska modeller, laktationsmedeltalsmodell

och testdagsmodell, för avelsvärdering av korna på Viken. Fenotypiska korrelationer mellan olika mått för juverhälsa för korna skattades också. Ett delsyfte med detta examensarbete var att göra en kortare litteraturstudie om olika tänkbara mått på juverhälsa.

LITTERATURSTUDIE

Mastit

Mastit är en inflammation i juvret och är en av de mest komplexa och kostsamma sjukdomarna inom mjölknäringen (Sewalem *et al.*, 2006). Det är allmänt accepterat att det finns en ogynnsam korrelation mellan mastit och hög avkastning. Om mastit ignoreras i ett avelsprogram kommer den stora vikt som läggs på produktion att bidra till att mastitresistens påverkas negativt (Heringstad *et al.*, 2000).

Mastit orsakas vanligtvis av en bakterieinfektion eller mycotoxiner. De vanligaste bakterierna som orsakar mastit är streptococci, staphylococci och stavbakterier. En infektion kan spridas från djur till djur eller via djurens gemensamma miljö (Kahn, 2005). Varaktigheten för mastiter kan variera från några dagar upp till flera veckor eller månader (Heringstad *et al.*, 2000). Även om de flesta mastiter är infektiösa börjar de ofta med mekaniska skador som gör juvret mer mottagligt för patogener (Andersson *et al.*, 1991).

Mastiter klassas som kliniska eller subkliniska. Vid klinisk mastit kan man med syn och känsel iaktta symptom såsom mjölkförändringar, svullnad, rodnad, värme och smärta. Om man inte kan iaktta några symptom och måste använda laboriemetoder för att upptäcka mastiten är den subklinisk (Andersson *et al.*, 1991). Ett vanligt sätt att diagnostisera subkliniska mastiter är att analysera antalet celler i mjölken (Kahn, 2005). I Sverige behandlas mastit hos kor med injektioner av antibiotika i halsmuskulaturen (Ekman *et al.*, 1995).

I samband med en mastit förstörs ett varierande antal mjölkproducerande alveoler i juvret (Funke, 1989). Risken för en ko att drabbas av mastit ökar i takt med laktationsnummer. I en studie av Carlén *et al.* (2005) var risken för en ko att drabbas av mastit i första laktation 10 %, i andra laktation 12 % och i tredje laktation 15 %.

Ur en ekonomisk synpunkt medför mastit stora kostnader för dagens mjölkproducenter i form av veterinärkostnader, behandlingskostnader, reducerad mjölkproduktion, kasserad mjölk, utslagning, extra arbetskraft och försämrad mjölkvalité (Heringstad *et al.*, 2000; Sewalem *et al.*, 2006). Det är även en extra utgift att ersätta utslagna kor med nya friska kor (Heringstad *et al.*, 2000).

Mastit är en egenskap med låg arvbarhet. I litteraturen varierar arvbarheten för mastit från 0,01 till 0,06 (Pösö och Mäntysaarri, 1996; Nielsen *et al.*, 1997; Hansen *et al.*, 2001; Carlén *et al.*, 2005; Negussie *et al.*, 2006). Dessa arvbarheter är skattade med hjälp av linjära modeller och i alla utom i studien av Hansen *et al.*, (2001) skattades arvbarheter för de tre första laktationerna. Det var ingen stor skillnad mellan arvbarheter skattade i olika laktationerna. Då man inkluderar information om eventuell mastit dagarna innan kalvning ökar arvbarheten jämfört med om man börjar registrera mastiter dagen för kalvning (Heringstad *et al.*, 1997). Man kan även få högre arvbarhetsskattningar genom att inkludera utslagsorsaker, som rapporteras från kokontrollen, i avelsvärderingen för mastitresistens (Koenen *et al.*, 1994). Detta görs idag i Sverige och Finland (Heringstad *et al.*, 2000).

Direkt och indirekt selektion för mastitresistens

Avel för ökad mastitresistens kan göras genom direkt selektion, indirekt selektion eller genom en kombination av de båda. Vid direkt selektion använder man enbart klinisk mastit som mått. Det vanligaste och mest användbara indirekta måttet på mastit är celltal eller log-celltal (Pösö och Mäntysaari, 1996; Heringstad *et al.*, 2000). Andra egenskaper som kan vara av intresse är juverexteriör, mjökläckage, flödes hastighet och elektrisk konduktivitet (Heringstad *et al.*, 2000).

Indirekt selektion enbart baserad på celltal är inte lika effektiv som direkt selektion för kliniska mastiter (Heringstad *et al.*, 2000). I länder där direkt selektion inte är en möjlighet är det bättre att använda sig av celltal än att utesluta mastitresistens ur avelsmålet. Effektiv direkt selektion för mastitresistens kan endast uppnås om man kan garantera ordentliga registreringar av sjukdomsförekomster samt använder sig av stora dottergrupper (Heringstad *et al.*, 2000). I en studie av Philipsson *et al.* (1997) fann man att säkerheten ökade med 18-24 % om man kombinerade information om celltal och klinisk mastit vid selektion för bättre mastitresistens, jämfört med att bara utnyttja celltalsdata.

Celltal

Celltalet är ett mått på hur många celler det finns per ml mjölk (Pösö och Mäntysaari, 1996) och registreras vid provmjölkningen. Alla besättningar som är anslutna till kokontrollen ska utföra provmjölkning en gång per månad, med undantag för en semestermånad (vanligtvis juli). Intervallet mellan två efter varandra följande provmjölkningar ska vara 22-38 dagar. Provmjölkningen ska omfatta ett dygn och normalt avslutas med morgonmjölkning. Under ett provmjölkningsdygn ska mängden mjölk bestämmas vid varje mjölkning (Svensk Mjolk, 2001). Totalt analyseras ett prov som består av 18 ml mjölk med mjölk från två olika provmjölkningar från varje ko. Analysen ger svar på mjölkens fetthalt, proteinhalt, laktos, antal celler och ureahalt. Celltal redovisas för besättningar i 1000-tal celler/ml och för enskilda kor i 10 000-tal celler/ml. Det är valfritt om man vill få celltalet korrigerat eller okorrigerat. De korrigerade celltalen korrigeras för ras, laktationsnummer, laktationsstadium och till en 20 kg dygnsavkastning. Alla celltal transformeras till logaritmvärden innan korrigerings sker (Svensk mjölk, 2004).

De celler som man mäter i mjölken är främst vita blodkroppar. Vita blodkroppar är en viktig komponent i den fysiologiska försvarsmekanismen mot infektioner eftersom de kan förgöra bakterier. Vid inflammatoriska processer i juvret ökar därför antalet celler kraftigt i de inflammerade områdena. Eftersom celler är lätta att mäta och har en stor individuell variation har celltal blivit en vanlig metod för att skatta förekomsten och graden av mastit (Funke, 1989). I mjölk finns alltid en viss halt av celler oavsett om kon är sjuk eller inte (Andersson *et al.*, 1991).

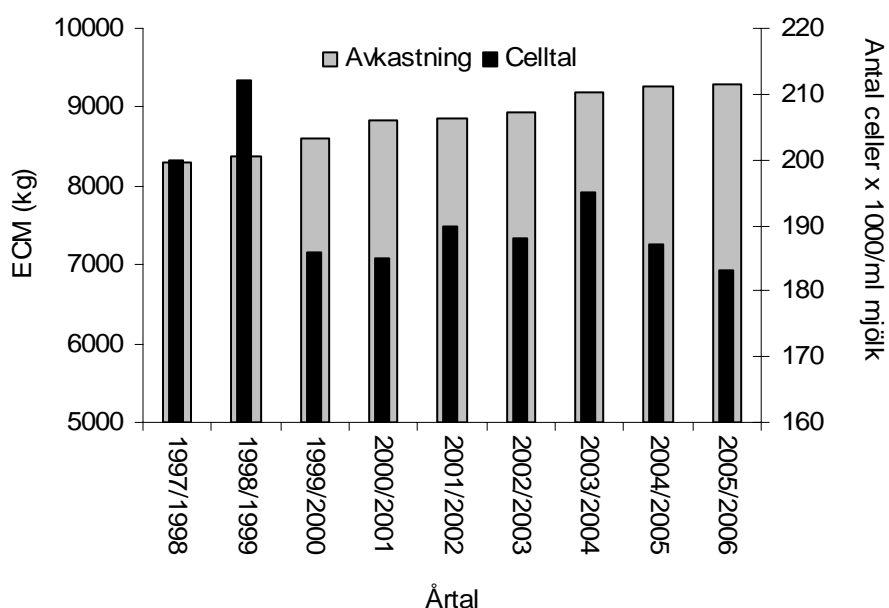
De vita blodkropparna är främst neutrofiler, makrofager, lymfocyter och eosinofiler. I ett friskt juver är det makrofager och lymfocyter som dominerar medan det i ett infekterat juver är neutrofiler från blodet som dominerar till 95 % (Kehrlin och Shuster, 1994). Ett friskt juver ska ha ett lågt celltal (Schukken *et al.*, 1997). Celltal kan användas både som en indikator på mastit och som ett mått på hur allvarlig infektionen är (Heringstad *et al.*, 2006). För att förbättra de statistiska egenskaperna för celltal som mått på juverhälsa används ibland ett logarimerat värde av det faktiska celltalet (log-celltal) (Pösö och Mäntysaari, 1996).

Sewalem *et al.* (2006) fann att direkt efter kalvning ökar antalet celler i mjölken. De fann även att det var vanligast med höga celltal under sommarmånaderna juli, augusti och september. Lägst värden fann man på vintern och våren. Skillnader under året i celltal indikerar att temperatur och luftfuktighet kan påverka antalet celler i mjölken.

Vid provmjölkning en gång i månaden kan man missa höga celltal orsakade av kliniska mastiter hos kor som haft ett snabbt tillfrisknande (Heringstad *et al.*, 2000). Enligt Shook och Schutz (1994) fångar månadsvis provmjölkningar bara upp 10-20 % av korna som har kliniska mastiter i en besättning.

Celltal är en egenskap som kan ses både som ett mått på mastitresistens och som ett mått på känslighet/mottaglighet för mastit. Det finns därför argument för att kor med väldigt låga celltal skulle vara mer mottagliga för mastitinfektioner eftersom det antas att de har en lägre förmåga att försvara sig mot patogener (pga. färre vita blodkroppar). Men analyser av tjurars avelsvärden för klinisk mastit och celltal indikerar att lägre medeltal för celler i en laktation ger färre mastiter, och det finns studier som visar att avel för lägre log-celltal kan minska mastitfrekvenserna i första laktationen utan risk för en sämre immunrespons vid eventuell infektion (Nash *et al.*, 2003; Negussie *et al.*, 2006).

Medeltalet för celler i mjölken från svenska kor har sjunkit de senaste åren. Förra året var medeltalet för celler för svenska kor 183 000 celler. För tidigare år se Figur 1 (Svensk Mjolk, 2007).



Figur 1. Aritmetiskt medeltal av samtliga besättningsars geometriska medeltal för celltal i 1000-tal de senaste åren för svenska kor anslutna till kokontrollen (Svensk Mjolk 1998-2007).

För celltal är arvbarheten lite högre än för mastit. I litteraturen förekommer värden från 0,10 till 0,18 (Pösö och Mäntysaarri, 1996; Chardeddine *et al.*, 1997; Nielsen *et al.*, 1997; Negussie *et al.*, 2006). Dessa arvbarheter är skattade med hjälp av linjära modeller och arvbarheter skattades för de tre första laktationerna. Inte heller här sågs någon stor skillnad mellan arvbarheterna beroende på i vilken laktation de uppskattats.

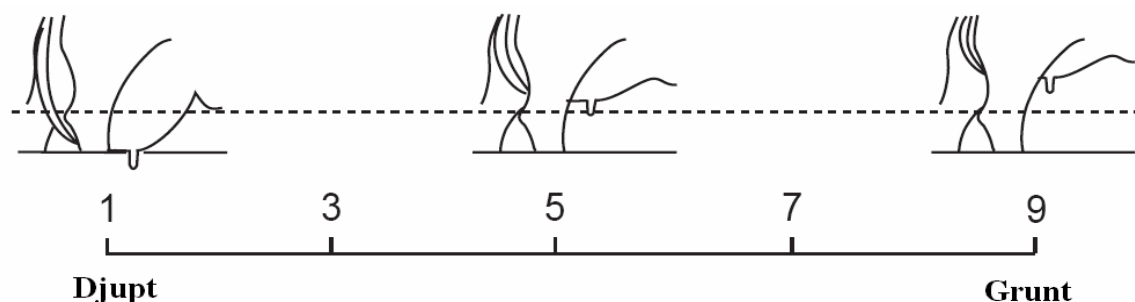
I litteraturen förkommer höga till medelhöga skattade genetiska korrelationer mellan mastit och celltal. Pösö och Mäntysaari (1996) skattade de genetiska korrelationerna mellan log-celltal och klinisk mastit i intervallet 0,37-0,68 beroende på laktationsnummer. Lägst var korrelationen i första laktation och högst i tredje laktation. Det finns dock studier som visar motsatsen, att korrelationen skulle var högst i första laktation (Negussie *et al.*, 2006). Den medelhöga korrelationen mellan mastit och celltal indikerar att gener som påverkar låga celltal också ger färre mastiter (Negussie *et al.*, 2006). Studier av Rogers (1997) och Nash *et al.* (2003) visade på att tjurar som har döttrar med lågt log-celltal också är de tjurar som har döttrar med lägst mastitfrekvens. Charfeddine *et al.* (1997) fann att höga celltal var vanligare bland döttrar till tjurar som nedärvde hög mjölkproduktion.

För celltal är den genetiska korrelationen hög mellan laktationer. Generellt har celltal något högre korrelation mellan laktationer än mastiter. De högsta korrelationerna finner man mellan andra och tredje laktationen 0,94-0,98. De lägsta korrelationerna finner man mellan första och tredje laktationen 0,77-0,84 (Pösö och Mäntysaari, 1996; Nielsen *et al.*, 1997; Negussie *et al.*, 2006).

Juverexteriör

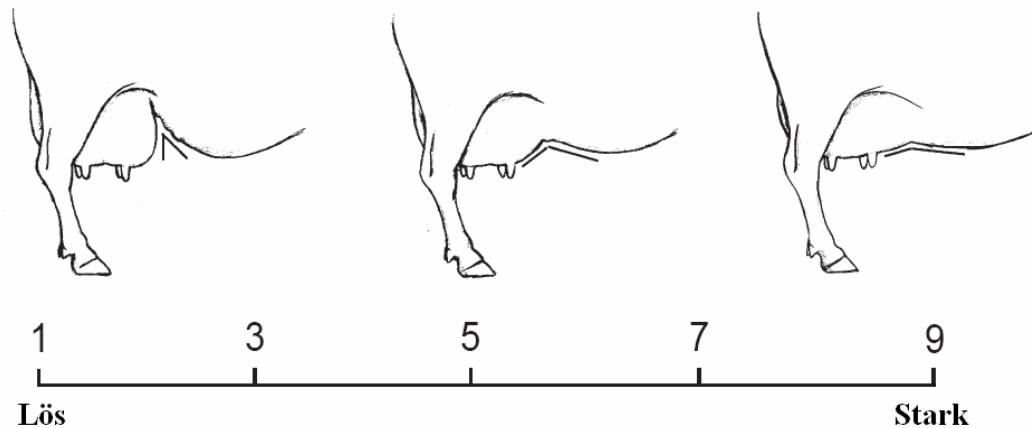
Juverexteriör kan bidra med information om klinisk mastit utöver den man får från celltal och uppgifter om avkastning (Rogers *et al.*, 1998). Exteriörbedömning av mjölkkor görs enligt en linjär skala. Juvret bedöms med sex olika mått: främre anfästning, bakjuverhöjd, bakjuverbredd, juverligament, juverdjup samt juverbalans (Svensk Mjök 2003). I en studie av Boettcher *et al.* (1998) var djupa juver och svaga främre juveranfästningar associerade med höga celltal. En anledning till att djupa juver gav högre celltal kan vara att juvret och därmed spenarna är placerade närmre golvet och på så sätt blir mer exponerade för patogener samt en ökad risk för spent tramp eller andra mekaniska skador (Rogers *et al.*, 1998). I dagens avelsvärdering i Sverige, Danmark och Finland inkluderar man information om juverdjup och främre juveranfästning då avelsvärdet för mastitresistens skattas (Johansson *et al.*, 2006). Nedan följer en mer detaljerad beskrivning av hur dessa två exteriöra mått bedöms.

Då man bedömer juvrets djup tittar på man förhållandet mellan juverbotten och hasspets (Figur 2). Om dessa är i nivå med varandra ges poäng 3. Ett juver som hänger under hasspetsen anses som djupt. För att få poäng 9, som är optimum, krävs att juvret är 18 cm ovanför hasspetsen (Nordisk Avelsvärderings hemsida, 2007).



Figur 2. Bedömningsgrunder för hur ett grunt respektive djup juver ser ut och vilka exteriörpoäng som ges. Optimum är 9 (Nordisk Avelsvärderings hemsida, 2007).

En jämn övergång mellan bål och juver med en vid vinkel anses optimalt och ger poäng 9 (Figur 3). Kon har då en så kallad stark främre juveranfästning. Om vinkeln är liten har kon en svag anfästning och får låga poäng. Juvrets längd och form ingår inte i denna bedömning (Nordisk Avelsvärderings hemsida, 2007).



Figur 3. Bedömningsgrunder för hur en lös respektive stark anfästning ser ut och vilka exteriörpoäng som ges. Optimum är 9 (Nordisk Avelsvärderings hemsida, 2007).

Arvbarheten för juverexteriöregenskaperna juverdjup och främre juveranfästning är medelhöga. I litteraturen finns skattade arvbarheter för juverdjup i intervallet 0,26-0,44 och för främre anfästning 0,19-0,33 (Boettcher *et al.*, 1998; Nielsen *et al.*, 2000; Sørensen *et al.*, 2000).

I en studie av Sørensen *et al.* (2000) skattades höga negativa genetiska korrelationer mellan mastit i första laktationen och de båda exteriörmåtten juverdjup (-0,46 till -0,53) och främre juveranfästning (-0,35 till -0,42). Dessa korrelationer indikerade att kor med genetiska anlag för djupa, löst anförda juver också har genetiskt sämre mastitresistens. I länder där man inte rutinemässigt har någon inrapportering av mastiter kan information om juverexteriör vara mycket användbart i avelsarbetet för att minska mastitfrekvensen. Boettcher *et al.* (1998) studerade genetiska korrelationer mellan juverexteriör och log-celltal. Medelhöga korrelationer fanns både mellan log-celltal och juverdjup (-0,26) samt mellan log-celltal och främre juveranfästning (-0,24). Djupa juver med lös främre anfästning var genetiskt associerade med högre log-celltal.

Mjökflödes hastighet

Det finns inte så många studier gjorda om mjökflödes hastighet och dess förhållande till juverhälsa. De få som finns har inte resultat som stödjer varandra. Luttinen och Juga (1997) fann att flödes hastighet är en egenskap som har ett optimum. Långsam flödes hastighet var associerad med fler mastitbehandlingar och hög flödes hastighet var associerad med ökat celltal.

Arvbarheter för flödes hastighet har funnits i intervallet 0,14 till 0,22 beroende på egenskapsdefinition och modell (Boettcher *et al.*, 1998; Wiggans *et al.*, 2006).

Boettcher *et al.* (1998) fann att flödes hastighet har en medelhög positiv genetisk korrelation (0,41) med celltal, vilket stödjer deras teori att om mjölken har lätt för att komma ut ur juvret är det även lätt för patogener att komma in i juvret. Lund *et al.* (1994) fann också en positiv genetisk korrelation (0,27) mellan celltal och flödes hastighet men i samma studie uppskattades korrelationen mellan klinisk mastit och flödes hastighet till -0,29. Wiggans *et al.* (2006) fann en medelhög negativ korrelation (-0,40) mellan avelsvärdet för flödes hastighet och avelsvärdet för celltal. En möjlig orsak till att låga flödes hastigheter skulle ge högre log-celltal är att kor med låga flödes hastigheter inte hinner mjölkas ur och därför får stigande celltal. En annan teori är att kor med höga celltal kan ha en infektion i juvret som reducerar flödes hastigheten.

Elektrisk konduktivitet

Elektrisk konduktivitet mäter en vätskas förmåga att leda ström mellan två elektroder. En ko med mastit har mjölk med ett högre värde för elektrisk konduktivitet än en frisk ko. Arvbarheter för elektrisk konduktivitet har funnits vara i intervallet 0,12-0,36 beroende på egenskapsdefinition och modell. Elektrisk konduktivitet kan i robotbesättningar lätt mätas och registreras för varje enskild ko vid varje mjölkning. Enligt en studie av Norberg *et al.* (2004) gav elektrisk konduktivitet inte en korrekt uppdelning av sjuka eller friska kor. Egenskapen tros ändå vara potentiellt användbar i ett avelsprogram, men mer forskning inom området krävs. Den genetiska korrelationen mellan elektrisk konduktivitet och mastit har skattats till 0,65-0,80 (Norberg, 2005).

Juvehälsoklass

Juvehälsoklass är ett svenskt mått på juvehälsan hos en enskild ko. Det finns 10 olika juvehälsoklasser. Vilken klass en ko tillhör skattas med hjälp av individuella celltalsuppgifter och uttrycker sannolikheten att en ko har mastit i en eller flera juverdelar vid en given provmjölkning. Juvehälsoklass 0 innebär till exempel att sannolikheten är 0-9 % att kon har mastit (Tabell 1). Celltalsuppgiften som avgör i vilken klass kon hamnar är en sammanslagning av de två till tre senaste provmjölkningarna, där information från den senaste provmjölkningen väger tyngst och de tidigare har lägre vikt (Funke, 1989). Efter varje kalvning nollställs juvehälsoklassberäkningen. Ju högre juvehälsoklass desto större är risken för subklinisk mastit som har längre varaktighet, att mastiten orsakats av aggressiva bakterier eller att flera juverdelar är drabbade och att mjölkavkastningen sänks och mjölk kvaliteten försämras (Svensk Mjolk, 2004).

Tabell 1. Indelningen i juverhälsoklasser för kor baserat på celltal från senaste provmjölkningarna, samt förmodad sannolikhet för mastitförekomst (Andersson et al, 1991)

Genomsnittligt celltal för de senaste provmjölkningarna	Sannolikhet att infektiös mastit föreligger (%)	Juverhälsoklass	
0 - 80 000	0-9	0	De flesta friska
80 000 - 100 000	10-19	1	Några kor milda, kortvariga mastiter
100 000 - 130 000	20-29	2	Om infektion – i allmänhet endast en juverdel
130 000 - 180 000	30-39	3	En del friska
180 000 - 230 000	40-49	4	Många sjuka med måttliga reaktioner i en – två juverdelar
230 000 - 300 000	50-59	5	
300 000 - 400 000	60-69	6	Varaktigheten måttlig – lång
400 000 - 500 000	70-79	7	Få friska (=tidigare sjuka)
500 000 - 600 000	80-89	8	Måttliga reaktioner, en – fyra juverdelar
> 600 000	90-100	9	infekterade

Avelsarbete i Norden

Avelsorganisationerna i Sverige, Danmark och Finland har tillsammans utvecklat en ny gemensam avelsvärdering för mjölkkraserna inom organisationen NAV (Nordisk Avelsvärdering). Ett av målen med NAV är att stärka selektionen för hälsoegenskaper (Johansson *et al.*, 2006). En hälsoegenskap som anses mycket viktig är mastitresistens. Sverige, Danmark, Finland och Norge är de enda länderna i världen som idag inkluderar klinisk mastit i sina avelsmål. Dessa länder är även de enda länder som har ett väl etablerat inrapporteringssystem för data som rör djurhälsa. En bidragande orsak till att inrapporteringen fungerar bra är att endast veterinärer har tillstånd att administrera antibiotika i de nordiska länderna (Heringstad *et al.*, 2000).

I Sverige har ett nationellt system för rapporter av veterinära behandlingar av nötboskap funnits sedan 1984, i Finland sedan 1982, i Danmark sedan 1990 och i Norge sedan 1975. I Sverige och Finland används även data från kokontrollen där lantbrukarna angett mastit som utslagsorsak. Kor som slagits ut på grund av mastit inom en definierad period räknas till dem som varit sjuka även om de inte fått någon veterinärbehandling på grund av kliniska mastiter (Heringstad *et al.*, 2000).

Genom NAV blir alla avelsvärden inom respektive ras direkt jämförbara mellan länderna. Något som är nytt för svensk del är att varje laktation kommer att räknas som en egen egenskap. Tidigare har andra och tredje laktationen bara varit en upprepning av den första. Tjurar som endast har döttrar i första laktation kommer att få avelsvärden för senare laktationer med hjälp av genetiska samband mellan laktationerna (Stålhammar, 2006).

Definitioner av egenskaper i NAV

Klinisk mastit mäts som olika egenskaper beroende på när och i vilken laktation mastiten inträffat. De olika egenskaperna vägs sedan med olika vikter samman till en egenskap. Störst vikt får mastiter som inträffar i första laktationen och lägst vikt får mastiter som inträffar i laktation tre. Även celltal mäts som tre olika egenskaper, en mätning för varje laktation.

Juverexteriöregenskaper som man tar hänsyn till är främre juveranfästning samt juverdjud (Johansson *et al.*, 2006). Se Tabell 2 för alla egenskaper.

Tabell 2. Definitioner för egenskaper som används i NAV (Johansson *et al.*, 2006)

Egenskap	Definition
Klinisk Mastit 1:1	Förekomst av klinisk mastit minst en gång -15 dagar före första kalvning till 50 dagar efter första kalvning.
Klinisk Mastit 1:2	Förekomst av klinisk mastit minst en gång 51 dagar efter första kalvning till 300 dagar efter första kalvning.
Klinisk Mastit 2	Förekomst av klinisk mastit minst en gång -15 dagar före andra kalvning till 150 dagar efter andra kalvning.
Klinisk Mastit 3	Förekomst av klinisk mastit minst en gång -15 dagar före tredje kalvning till 150 dagar efter tredje kalvning.
Celltal 1	Celltal 5-170 dagar efter första kalvning.
Celltal 2	Celltal 5-170 dagar efter andra kalvning.
Celltal 3	Celltal 5-170 dagar efter tredje kalvning.
Främre Juveranfästning	Enligt exteriörbedömning i första laktationen.
Juverdjud	Enligt exteriörbedömning i första laktationen.

Den definierade perioden för klinisk mastit skilde sig innan NAV från land till land. I Sverige var definitionen 10 dagar före kalvning till 150 dagar efter, i Danmark var det 10 dagar före kalvning till 180 dagar efter och i Finland var det 7 dagar före till 150 dagar efter kalvning (Heringstad *et al.*, 2000). I Sverige och Finland togs hänsyn till både kliniska mastiter och celltal i avelsvärderingen men i Danmark användes celltal bara som en extra informationskälla utöver den direkta selektionen. I Norge använder man sig av stora dottergrupper och enbart direkt selektion för mastitresistens (Heringstad *et al.*, 2000).

Laktationsmedeltal och testdagar

Traditionellt sett sammanfattas all provmjölkingsdata från en laktation till ett medelvärde som representerar hela laktationen. Det är vanligt att man standardiserar laktationerna till 305 dagar (Swalve, 1995). Avelsvärden skattas sedan baserat på detta medeltal.

Ett alternativ till laktationsmedeltalsmodellen är avelsvärdering med en testdagsmodell. I en testdagsmodell tas hänsyn till varje enskild provmjölkning. Inga medelvärden räknas ut och ingen standardisering av laktationslängd behöver användas (Swalve, 1995). Detta gör att testdagsmodellen är mer flexibel och lättare att använda då man vill jämföra data från olika registreringssystem (Swalve, 2000). Testdagsmodellen ger en möjlighet att använda all tillgänglig information och samtidigt ta hänsyn till enskilda miljöeffekter som kan påverka specifika provmjölkingsdagar (Swalve, 1995). Med en testdagsmodell kan man säkrare förutsäga vad den totala produktionen kommer att bli innan laktationen är slut. Detta gör att man kan få kortare generationsintervall och snabbare avelsframsteg. Den största fördelen med en testdagsmodell är denna direkta korrigerings för fixa effekter, speciellt de fixa effekter som ändras över tiden, det vill säga ser olika ut under en laktation (Swalve, 2000).

I en studie av Schaeffer *et al.* (2000) jämfördes rangeringen av tjurar som fått avelsvärden skattade med en laktationsmedeltalsmodell med motsvarande rangering baserad på avelsvärden från en testdagsmodell. För celltal fann man en korrelation på 0,90 för rangeringen av tjurarna med de olika modellerna. Det betyder att det sker en viss omrangering av tjurarna men avelsvärdena från de olika modellerna är ändå ganska lika.

Arvbarheter skattade från individuella testdagar blir inte lika höga som arvbarheter skattade med laktationsmedeltalsmodell, men för testdagar mitt i en laktation stämmer de ganska bra överens med varandra (Swalve, 1998). I en studie av Pösö *et al.* (1997) skattades lägre arvbarheter för log-celltal då man använde sig av en testdagsmodell jämfört med en laktationsmedeltalsmodell. Pösös *et al.* (1997) slutsats är att även med fler observationer per ko och bättre skattade miljöeffekter har man inte lyckats få avelsvärden för log-celltal med avsevärt bättre säkerhet. En klar fördel med testdagsmodellen är dock att man kan använda den innan kon i fråga har en hel 305-dagars laktation (Pösö *et al.*, 1997).

MATERIAL OCH METODER

Data och egenskapsdefinitioner

All data förutom uppgifter om datum för provmjölkningar kommer från Nötcenter Vikens stalljournalsprogram Vikendata. Uppgifter om datum för provmjölkning är hämtade från kokontrollen. Från Vikendata hämtades uppgifter om härstamning, kalvningar, celltal vid provmjölkning, juverexteriörbedömning, flödeshastighet samt sjukdomsregistreringar.

Kor som saknade uppgifter om provmjölkningar från första laktationen uteslöts. Utöver detta krävdes att korna skulle vara födda efter 2002-01-01, vara av raserna SRB eller holstein samt vara elitdjur. Ett elitdjur är en ko som anses lämplig som tjurmoder. Totalt uppfyllde 306 kor dessa kriterier. Före selektionen fanns registreringar för 663 kor, störst andel selekterades bort på grund av att de var födda innan 2002. Fördelningen över raserna var 149 SRB- kor och 157 holsteinkor. För de flesta kor fanns även uppgift om juverexteriörbedömning, flödeshastighet och sjukdomsregistreringar, se Tabell 6 för antal kor för varje egenskap. För skattning av avelsvärden med laktationsmedeltalsmodell krävdes en laktation på minst 90 dagar. Detta krav gjorde att 45 kor var tvungna att uteslutas från den analysen. Korna har kalvat mellan 2004 och 2006.

Med hjälp av data från Vikendata och kokontrollen beräknades kalvningsintervall samt medeltal för de olika egenskaperna. För celltal räknades fyra olika medeltal fram:

- Aritmetiskt medeltal. Detta medeltal är baserat på det faktiska antalet celler i mjölken från provmjölkningar som är gjorda fem dagar efter kalvning till 170 dagar efter.
- Geometriskt medeltal. Detta medeltal är uträknat genom att först logaritmera alla faktiska celltal från provmjölkningar som är gjorda fem dagar efter kalvning till 170 dagar efter med basen 10 och räkna ut medeltal för varje ko per laktation. Sedan är dessa medeltal konverterade tillbaka till faktiskt antal celler, för att få ett medeltal där enskilda höga celltal inte får lika stort genomslag som hos ett aritmetiskt medeltal. Det geometriska medeltalet användes för jämförelser av kor med olika juverexteriör poäng och kalvningssäsonger.
- Medeltal för det logaritmerade celltalen från provmjölkningar som är gjorda 5 dagar efter kalvning till 170 dagar efter. Detta medeltal användes för att skatta avelsvärden med laktationsmedeltalsmodellen.
- Aritmetiskt medeltal för antalet celler för kornas tre första provmjölkningar efter kalvning. Detta medeltal användes för att dela in korna i celltalsklasser motsvarande juverhälsoklasser.

Egenskaperna har i detta arbete definierats för att vara så lika de som idag används i NAV för mastit och celltal, se Tabell 2. För egenskapen mastit klassades kor som friska om de inte haft något fall av klinisk mastit inom de definierade perioderna samt om de var lakterande under de definierade perioderna. Kor som kalvade i november och december 2006 hade inte hunnit laktera i 50 dagar och klassades då varken som sjuka eller friska för egenskapen mastit 1:1. För mastit 1:2 krävdes en laktation på 300 dagar och för mastit 2 en andra laktation på 150 dagar. Kor som av olika anledningar hade kortare laktationer klassades varken som friska eller sjuka. För kor som hade flera juverexteriörbedömningar i sin första laktation användes den första bedömningen om den var gjord inom 6 månader efter kalvning. Tidigare bedömningar i första laktation tog inte med. Utöver egenskaperna som används i NAV fanns tillgång till flödes hastighet för aktuella provmjölkningss dagar. Flödes hastighet mäts i liter per minut vid varje mjölkning, tre gånger per dygn för korna på Viken. I denna studie har ett medeltal för aktuella provmjölkningss dagar använts.

För att bättre kunna analysera data grupperades kor som var få i sina klasser med närliggande klasser. Detta var aktuellt för inkalvningsålder, främre juveranfästning och juverdjup. Kalvningsmånaderna delades in i säsonger (vinter: december-februari, vår: mars-maj, sommar: juni-augusti och höst: september-november). Alla kor som kalvat in vid en lägre ålder än 25 månader räknades till klassen 25 månader. De kor som kalvat in vid en ålder högre än 34 månader räknades till klassen 34 månader. I andra laktation sattes gränser på samma sätt vid 37 månader samt 46 månader. För främre juveranfästning hamnade kor med poäng 1-3 i samma klass, samt kor med poäng 8-9 i en klass, kor med poäng 4,5,6 eller 7 bildade egna klasser. För egenskapen juverdjup blev klasserna 1-3, 4,5,6 samt 7-9.

Härstamningsindex för celltal beräknades med hjälp av kons far och morfars avelsvärden: $\text{Kons härstamningsindex} = 0,50 \times \text{fars avelsvärde} + 0,25 \times \text{morfars avelsvärde}$. Alla kor rangerades efter sitt härstamningsindex, avelsvärde skattat med laktationsmedeltalsmodell och avelsvärde skattat med testdagsmodell.

Korna delades in i celltalsklasser baserat på de tre första provmjölkningarna efter första kalvning. Denna indelning är en modifiering av juverhälsoklasserna som används idag. I denna uppdelning är celltalen inte korrigerade och alla tre provmjölkningarna väger lika tungt (Tabell 3).

Tabell 3. Aritmetiska medeltal av de första tre provmjölkningarna samt indelning i celltalsklasser

Celltal	Celltalsklass
0 - 80 000	0
80 000 - 100 000	1
100 000 - 130 000	2
130 000 - 180 000	3
180 000 - 230 000	4
230 000 - 300 000	5
300 000 - 400 000	6
400 000 - 500 000	7
500 000 - 600 000	8
> 600 000	9

Statistiska modeller

Signifikansnivåer för olika fixa effekter (ras, säsong, kalvningsår, kalvningsålder, laktationsnummer, juverdjup, främre anfästning och mastitförekomst under laktationen) för laktationsmedeltal för celltal analyserades med SAS PROC MIXED (SAS, 1999). Två olika analyser gjordes: dels en analys där bara förstalaktationsuppgifter ingick och dels en där celltal i första och andra laktationen betraktades som upprepade observationer av samma egenskap. I den senare analysen inkluderades en slumpmässig permanent miljöeffekt av djur. Alla genetiska analyser i denna studie innehåller endast data från kor i första laktationen på grund av att väldigt få kor hade fullständiga andra laktationer.

Följande djurmodell användes för att skatta en arvbarhet och avelsvärden för laktationsmedeltal för celltal i första laktationen:

$$y_{ijkl} = \text{säsong} \cdot \text{år}_i + \text{ålder}_j + \text{ras}_k + \text{id}_l + e_{ijkl}$$

där: y_{ijkl} är observerat laktationsmedeltal för celltal vid första laktationen, säsong-år_i är en fix effekt av kombinationen kalvningssäsong och år i, ålder_j är en fix effekt av kalvningsåldersgrupp j, ras_k är en fix effekt av ras k, id_l är den slumpmässiga additiva genetiska effekten av djur l och e_{ijkl} är den slumpmässiga residualeffekten.

Avelsvärden för celltal skattades även med följande testdagsmodell, även det en djurmodell:

$$y_{ijkl} = \text{testdag}_i + \text{ålder}_j + \text{ras}_k + \sum_{m=0}^{10} b_m D^m + \sum_{n=0}^3 p e_n D^n + \sum_{q=0}^3 a_q D^q + e_{ijkl}$$

där: y_{ijkmnq} är observerade provmjölkningresultat för celltal vid en viss dag D under första laktation, testdag_i är en fix effekt av provmjölkningsdagen i, ålder_j är en fix effekt av kalvningsåldersgrupp j, ras_k är en fix effekt av ras. Den första regressionen beskriver en medellaktationskurva för celltal, de två följande beskriver kons laktationskurva för celltal där den första beskriver den icke-genetiska permanenta miljövariationen och den andra den genetiska variationen för celltal. För att beskriva laktationskurvorna användes s.k. Legendre-polynom med tre regressionskoefficienter.

De slumpmässiga effekterna förutsattes vara normalfördelade med medel 0 och variansen $A\sigma_a^2$ för den genetiska effekten och $I\sigma_e^2$ för residualen, där A är en släktskapsmatris och I är en identitetsmatris. För avelsvärden skattade med testdagsmodell gäller ålderklasser som angavs ovan. För laktationsmedeltalsmodellen var åldern i månader i indelad i sex klasser: <26 månader, 26-27, 28-29, 30-31, 32-33 eller >33 månader vid första kalvning.

Avelsvärden för laktationmedeltalsmodellen och testdagmodellen skattades med BLUP-metodik i DMU (DMU4). För skattning av avelsvärden med testdagsmodellen användes omräknade parametrar skattade från en farmodell på svenskt material. Parametrarna motsvarade en genomsnittlig arvbarhet på 0,13 från dag 5-305 i laktationen. För skattning av avelsvärden med laktationsmedeltalsmodellen användes samma arvbarhet för celltal som i NAVs avelsvärdering (0,14). För att se om detta var en rimlig arvbarhet även för kärnbesättningen gjordes även ett försök att skatta varianskomponenter med DMU-AI (Madsen and Jensen, 2000) baserat på data i studien.

RESULTAT

Medeltal, standardavvikelser, max- och minimumvärden för egenskaper som ingick i denna studie visas i Tabell 4. På grund av få kor med fullständiga andra laktationer infattar de flesta analyser endast första laktation. Av olika anledningar hade 45 kor laktationer som var kortare än 90 dagar. För dessa kor kunde avelsvärde bara skattas med testdagsmodell, inte med laktationsmedeltalsmodell. Det gick att skatta avelsvärden för celltal med båda modellerna för 261 kor. Observera det låga antalet kor för vissa egenskaper speciellt i andra laktation. Det geometriska medeltalet för alla kor i studien var 91 000 celler/ml mjölk och det aritmetiska medeltalet var 133 000 celler/ml.

Tabell 4. Medelvärden för olika egenskaper i första och andra laktation. De grå fälten visar medeltal för celltal för de kor som ingick i laktationsmedeltalsanalysen. Celltalen visas i 1000 celler/ml mjölk

Egenskap	SRB och Holstein					SRB			Holstein		
	N	Medel	STD	Min	Max	N	Medel	STD	N	Medel	STD
Laktation 1											
Log-celltal	306	1,70	0,33	1,11	3,63	149	1,71	0,36	157	1,70	0,29
Antal celler	306	114	307	13	4288	149	118	371	157	110	231
Celltal ¹	306	83	262	13	4288	149	102	369	157	65	65
Log-celltal	261	1,68	0,29	1,14	2,63	129	1,67	0,30	132	1,69	0,27
Antal celler	261	89	127	15	1494	129	80	75	132	98	163
Celltal ¹	261	61	55	14	425	129	61	54	132	61	57
Mastit 1:1	299	0,09	0,28	0	1	145	0,09	0,29	154	0,08	0,28
Mastit 1:2	200	0,08	0,27	0	1	96	0,03	0,17	104	0,13	0,33
Mastit 1:1	261	0,08	0,27	0	1	129	0,09	0,28	132	0,08	0,27
Mastit 1:2	196	0,08	0,27	0	1	93	0,03	0,18	103	0,13	0,33
Inkalvningsålder ²	306	29,9	2,8	22,0	38,0	149	29,7	2,7	157	30,0	2,9
Juverdjup	255	5,2	1,0	2,0	8,0	127	5,0	1,0	128	5,5	1,0
Främre anfästning	255	6,0	1,2	2,0	9,0	127	6,0	1,0	128	6,0	1,3
Toppflöde (l/min)	305	3,5	1,0	0,1	6,4	149	3,4	1,0	156	3,7	1,0
Laktation 2											
Log-celltal	110	1,86	0,38	1,18	2,89	54	1,86	0,40	56	1,87	0,35
Antal celler	110	185	277,91	15	2067	54	178	229	56	192	320
Celltal ¹	110	111	122,98	15	774	54	115	138	56	106	107
Log-celltal	85	1,88	0,38	1,20	2,71	41	1,87	0,39	44	1,89	0,36
Antal celler	85	195	288	17	2067	41	170	193	44	219	355
Celltal ¹⁾	85	113	114	16	512	41	112	115	44	113	114
Mastit 2	84	0,17	0,37	0	1	40	0,08	0,27	44	0,25	0,44
Mastit 2	84	0,17	0,37	0	1	40	0,08	0,27	44	0,25	0,44
Ålder andra kalvning ²	129	41,6	3,0	33,0	55,0	62	41,3	3,1	67	41,7	3,0
Kalvningsintervall ²	129	12,6	2,0	10,0	22,1	62	12,4	2,0	67	12,9	2,01
Juverdjup	70	3,8	1,0	2,0	6,0	32	3,5	1,0	38	4,1	0,9
Främre anfästning	70	5,3	1,3	2,0	7,0	32	5,1	1,4	38	5,5	1,2
Toppflöde (l/min)	110	4,1	1,0	1,9	6,1	54	3,9	1,0	56	4,3	0,9

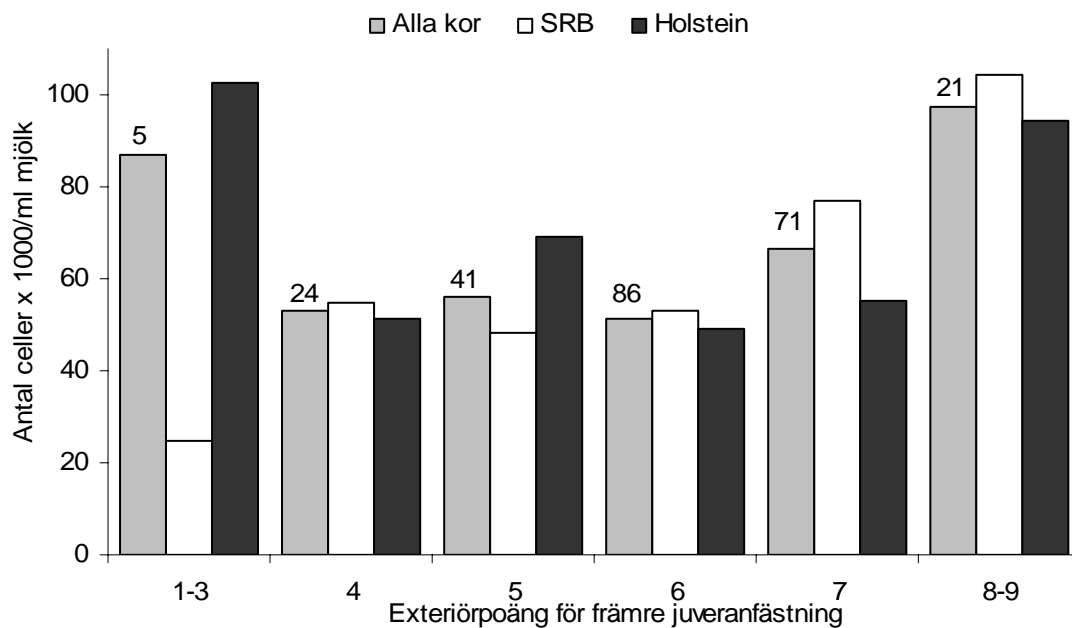
¹geometriskt medelvärde

²månader

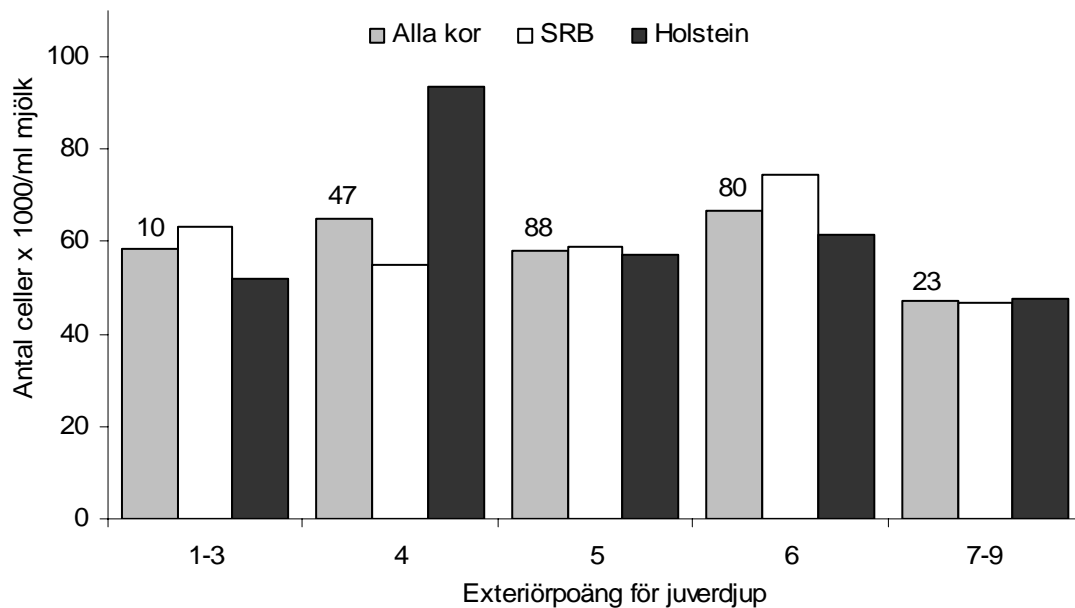
I Figur 2 och 3 åskådliggörs laktationsmedeltal för celltal för djur med olika exteriörpoäng för främre anfästning och juverdjup. Flest kor hade poäng 6 eller 7 för främre anfästning. För juverdjup hade flest kor poäng 5 eller 6. Det fanns ingen tydlig trend som visade att kor med

högre exteriörpoäng för främre anfästning eller juverdjup skulle ha lägre celltal än kor med lägre poäng.

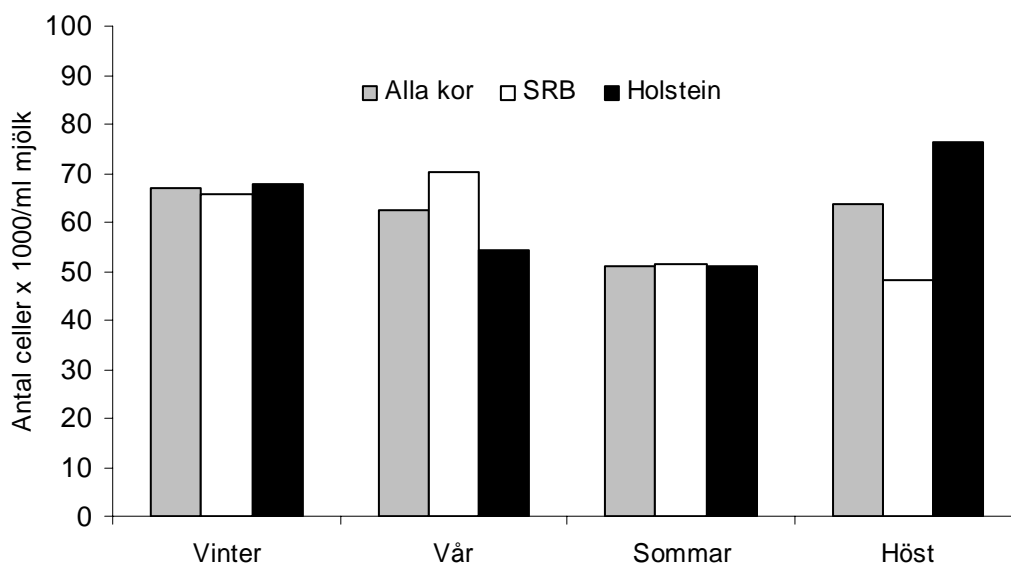
Kor som kalvat under sommaren hade signifikant lägre celltal än kor som kalvat övriga säsonger, se Figur 4. I denna studie fanns det inte någon tydlig årsvariation för celltal, se Figur 5.



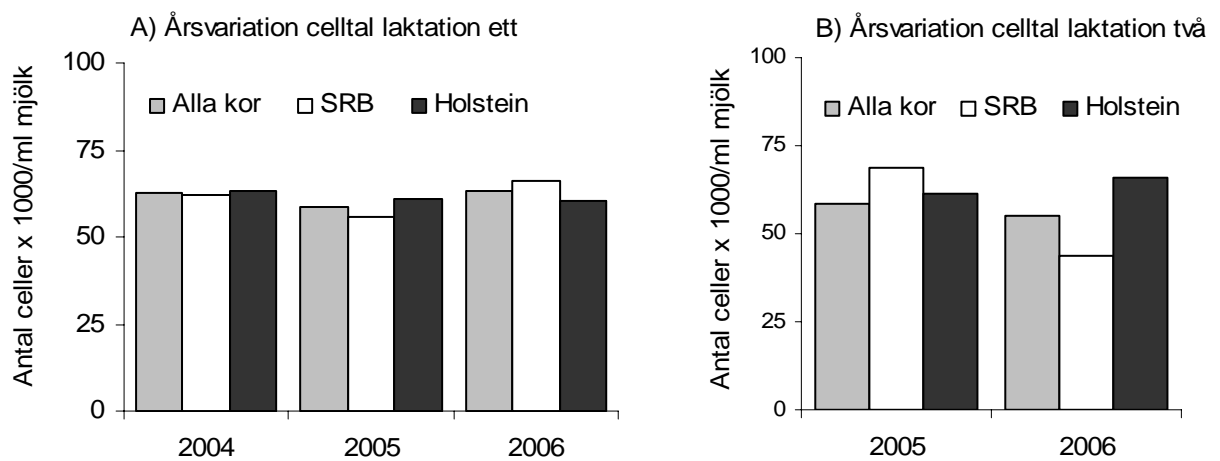
Figur 2. Geometrisk laktationsmedeltal för celltal i första laktation relaterat till exteriörpoäng för främre juveranfästning och ras. Endast kor som hade en laktation på minst 90 dagar är representerade i denna figur. Siffran ovanför den grå stapeln anger hur många kor det fanns med respektive poäng.



Figur 3. Geometriska laktationsmedeltal för celltal i första laktation relaterat till exteriörpoäng juverdjup och ras. Endast kor som hade en laktation på minst 90 dagar är representerade i denna figur. Siffran ovanför den grå stapeln anger hur många kor det fanns med respektive poäng.

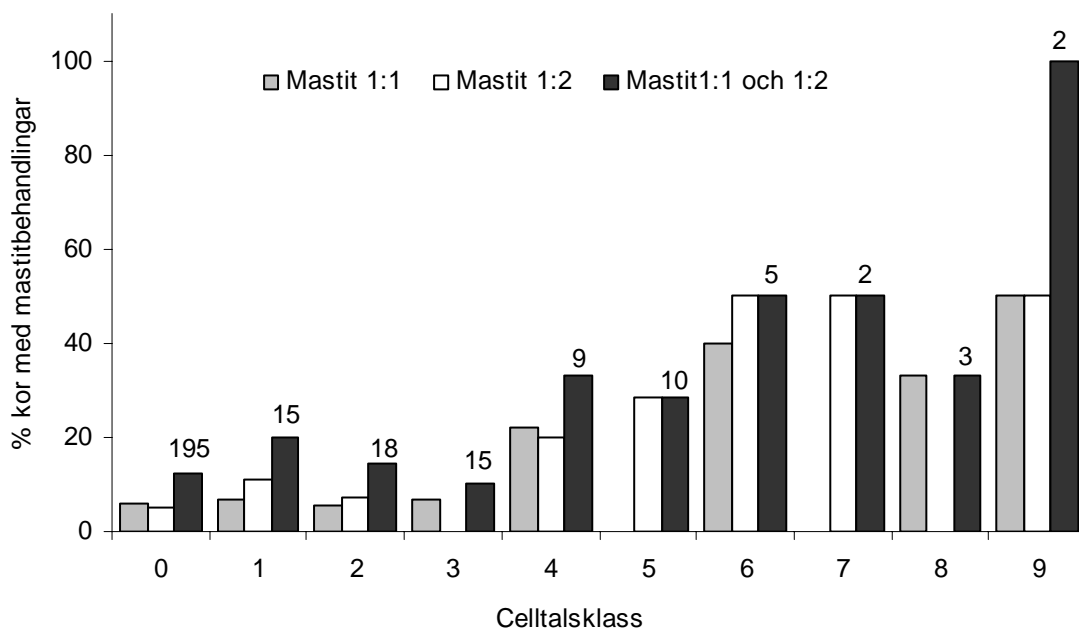


Figur 4. Geometriskt medeltal för celltal i första laktationen för kor med olika kalvningssäsong. Endast kor som hade en laktation på minst 90 dagar är representerade i denna figur. Siffran ovanför den grå stapeln anger hur många kor det fanns med respektive poäng.



Figur 5 Geometrisk medeltal för celltal under olika kalvningsår och i första (A) och andra (B) laktation. Endast kor som hade en laktation på minst 90 dagar är representerade i denna figur.

Flest kor fanns i celltalsklass 0. Mastitfrekvensen var som väntat högre i klass 5-9 jämfört med klass 0-4 (Figur 6). Medeltalet för celltal i klass 0-4 var 76 000 celler/ml mjölk. I klass 5-9 var medeltalet för celler 179 000 celler/ml mjölk. I celltalsklass 0 hade endast 12,5% av korna behandlats för mastit.



Figur 6. Mastitfrekvenser för kor i olika celltalsklasser. Siffran ovanför indikerar antalet djur i respektive klass.

Endast främre juveranfästning och mastit påverkade celltalet i första laktationen signifikant (Tabell 5). Kor som inte haft mastit hade signifikant lägre celltal. För främre anfästning sågs ingen logisk trend i hur det påverkade celltalet.

Vid analys av celltal i första och andra laktation som upprepade observationer av samma egenskap var säsong, laktationsnummer och mastit signifikanta effekter (Tabell 6). I denna analys inkluderades inte ålder vid kalvning, istället tog laktationsnummer med i analysen. Kor som kalvat under sommaren hade signifikant lägre celltal än övriga kalvningsår, högt celltal hade kor som kalvat under hösten. Celltalen var signifikant högre i andra laktation jämfört med första laktation. Även i denna körning hade kor som inte haft mastit signifikant lägre celltal. Upprepbarheten för celltal mellan laktationer var 0,69.

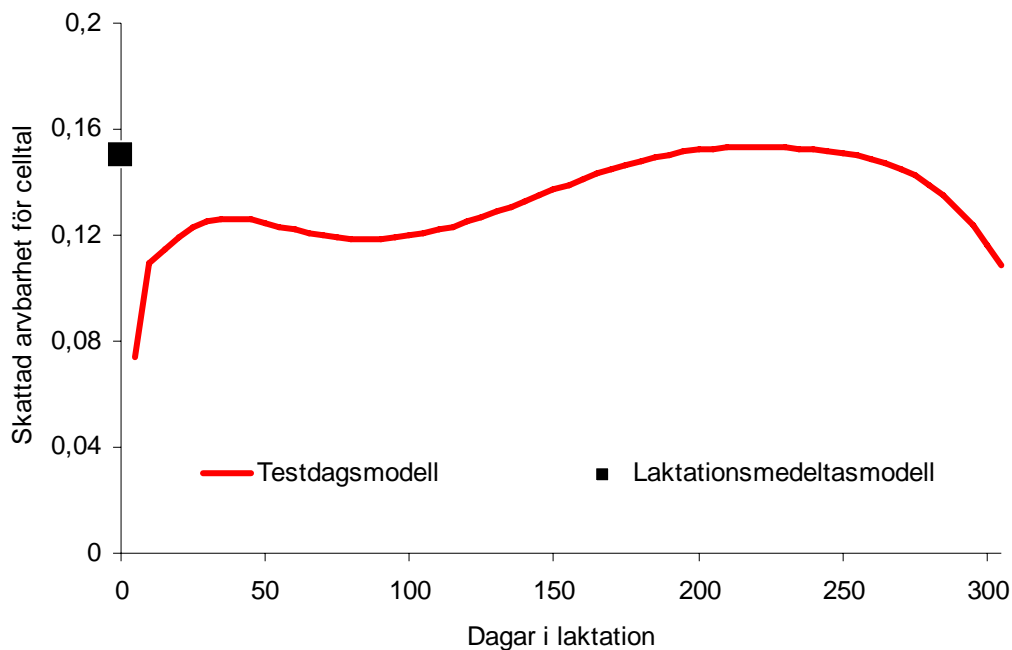
Tabell 5. Variationsorsaker för celltal i första laktation, frihetsgrader (DF), F-värde, upprepade samt signifikansnivå ($P>F$)

Egenskap	DF	F-värde	P>F
Ras	1	0,55	0,4611
Säsong	3	1,08	0,3583
Kalvningsår	2	0,69	0,5026
Ålder vid kalvning	9	0,76	0,6566
Juverdjup	4	0,99	0,4139
Främre Anfästning	5	2,80	0,0177
Mastit	1	9,03	0,0030

Tabell 6. Variationsorsaker för celltal i första och andra laktation som observationer, frihetsgrader (DF), F-värde, samt signifikansnivå ($P>F$)

Egenskap	DF	F-värde	Pr>F
Ras	1	0,07	0,7858
Säsong	3	3,57	0,0214
Kalvningsår	2	1,42	0,2536
Laktationsnummer	1	11,17	0,0017
Juverdjup	5	1,69	0,1579
Främre Anfästning	6	1,21	0,3177
Mastit	1	11,74	0,0013

Med hjälp av laktationsmedeltalsmodellen skattades den genetiska variansen för celltal till 0,012 och residualvariansen till 0,069. Arvbarheten skattades till 0,15 och hade en standardavvikelse på 0,15. Arvbarhet i testdagsmodellen varierade under laktationen, se Figur 7.



Figur 7. Arvbarhet skattade med testdagsmodell varierar beroende på var i laktationen den är skattad. Arvbarhet skattade med laktationsmedeltalsmodell är markerad på y-axeln.

Som framgår i Tabell 7 var spridningen stor både för de skattade avelsvärdena och för härstamningsindex. De skattade fenotypiska korrelationerna mellan egenskaper visas i tabell 8 och 9. Korrelationen mellan avelsvärden skattade med laktationsmedeltalsmodell och testdagsmodell var hög (0,92). Korrelationen mellan kornas rangering efter de olika avelsvärdena var något lägre men fortfarande hög (0,88). Båda skattade avelsvärdena för celltal hade medelhöga korrelationer med härstamningsindex. För härstamningsindex är höga värden bra medan det för de skattade avelsvärdena är bra med så låga värden som möjligt. Därför är korrelationerna med härstamningsindex och avelsvärden skattade med djurmodellerna negativa.

Tabell 7. Spridning, min- och maxvärden för avelsvärden skattade för celltal samt härstamningsindex

Variabel	Antal	Medel	STD	Min	Max
EBV _{lm}	261	0,01	0,05	-0,08	0,16
EBV _{td}	306	1,15	7,19	-16,09	26,69
H.index	298	77,41	5,41	62	92

EBV_{lm} = avelsvärde för celltal baserat på laktationsmedeltal EBV_{td} = avelsvärde för celltal baserat på testdagsinformation;
H.index = härstamningsindex för celltal.

Tabell 8. Fenotypiska korrelationer mellan de olika avelsvärdena och härstamningsindex med avseende på celltal. Då symbolen # står framför har rangering av djuren efter avelsvärden använts istället för avelsvärdet direkt

Variabler	Korrelation
EBV _{lm} – EBV _{td}	0,92
# EBV _{lm} – # EBV _{td}	0,88
EBV _{lm} – H. index	-0,16
# EBV _{lm} – # H. index	-0,19
EBV _{td} – H. index	-0,26
# EBV _{td} – # H. index	-0,32

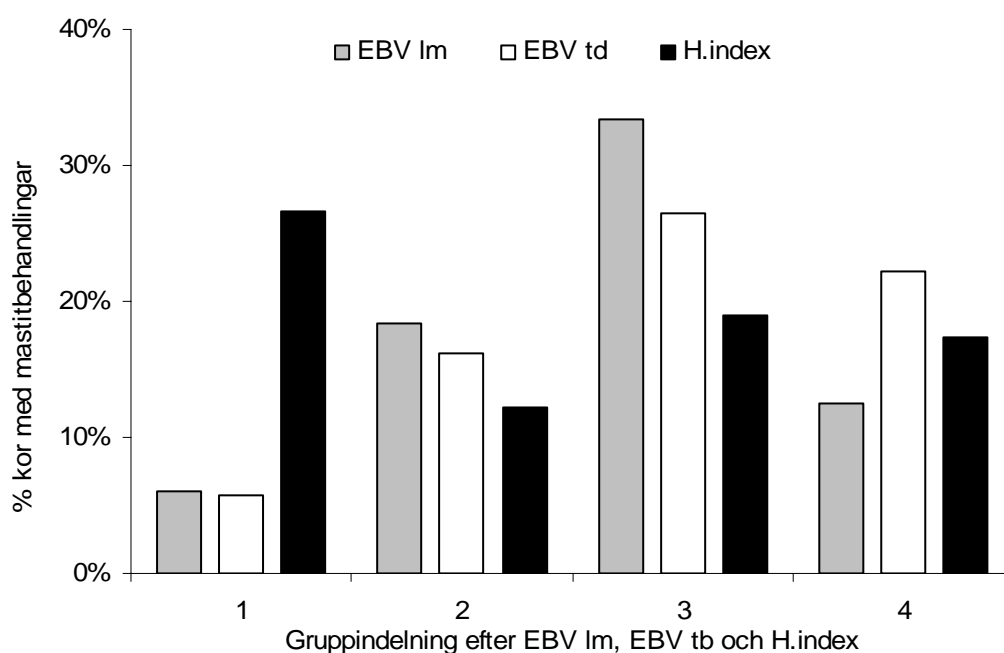
EBV_{lm} = avelsvärde för celltal baserat på laktationsmedeltal;
EBV_{td} = avelsvärde för celltal baserat på testdagsinformation;
H.index = härstamningsindex för celltal.

De två juverexteriörmåtten främre anfästning och juverdjup hade en hög fenotypisk korrelation (0,56) (tabell 9). Främre juveranfästning hade generellt högre korrelationer med övriga egenskaper jämfört med juverdjup. Flödeshastighet hade högst korrelation med härstamningsindex (-0,17) men korrelationer fanns även för avelsvärdena, celltal och främre juveranfästning.

Tabell 9. Fenotypiska korrelationer mellan olika egenskaper

Variabel	Log-Celltal	Flödeshastighet	Fr. juveranfästn.	Juverdjup
EBV _{lm}	0,79	0,13	0,09	-0,03
EBV _{td}	0,77	0,11	0,11	-0,02
H. index	-0,10	-0,17	0,16	0,14
Log-Celltal		0,12	0,06	-0,01
Flödeshastighet			-0,14	0,00
Fr. juveranfästn.				0,56

EBV_{lm} = avelsvärde för celltal baserat på laktationsmedeltal EBV_{td} = avelsvärde för celltal baserat på testdagsinformation;
H.index = härstamnings index för celltal; Log-Celltal = medeltal för logaritmerade celltal; Fr. juveranfästn. = främre juveranfästning.



Figur 8. Kor grupperade efter sina avelsvärden för celltal samt härstamnings index. Grupp ett innefattar kor med bäst avelsvärden/härstamnings index och grupp 4 innefattar kor med sämst avelsvärden/härstamnings index (se Tabell 10).

Tabell 10. Indelningen av kor i grupper efter avelsvärde för figur 8

Grupp	EBV lm		EBV td		H-index	
	Intervall	Antal kor	Intervall	Antal kor	Intervall	Antal kor
1	(-0,08) - (-0,02)	73	(-16,7) - (-5,4)	35	84,6 - 92,0	23
2	(-0,03) - 0,04	93	(-5,5) - 5,3	123	77,1 - 84,5	74
3	0,05 - 0,10	28	5,4 - 16,0	35	69,6 - 77,0	90
4	0,11 - 0,16	8	16,1 - 26,7	9	62,0 - 69,5	15

DISKUSSION

Viken är en ny kärnbesättning och datainsamlingen har bara pågått sedan 2002. Därmed var djurmaterialet i denna studie begränsat och de flesta resultaten relativt osäkra. Detta kan även ha bidragit till att jag har haft svårt att påvisa signifikanta effekter. Jag har inte haft tillgång till utslagsorsaker som ingår i dagens avelsvärdering. Att korna skulle vara födda efter första januari 2002 sattes som gräns eftersom målet var att vi ville studera den moderna elitdjursverksamheten på Viken.

Medeltal

Medelinkalvningsåldern för korna på Viken i denna studie var 30 månader, detta är ca två månader äldre än medeltalet för korna som deltog i kokontrollen 2005/2006 (Svensk Mjolk, 2007). Denna något högre inkalvningsålder för korna på Viken kan förklaras av embryosamlingarna. Alla kvigor spolås på embryon två gånger innan de insemineras för egen dräktighet. Intervallet mellan första och andra kalvning för korna på Viken var 12,6 månader vilket är kortare än de 13,3 månader som var medeltalet för korna som deltog i kokontrollen 2005/2006 (Svensk Mjolk, 2007). SRB hade något lägre inkalvningsålder än holsteinkorna,

samt även kortare kalvningsintervall. Skillnaden i kalvningsintervall mellan raserna var 0,5 månader vilket stämmer väl överrens med korna som deltog i kokontrollen 2005/2006. Där var kalvningsintervallet för SRB var 13,1 månader och för holstein 13,6 månader (Svensk Mjolk, 2007). Holsteinkorna hade även vid andra kalvning en något högre ålder.

Geometriskt medeltal för celltal för korna som deltog i kokontrollen 2005/2006 var 183 000 celler/ml mjölk. För korna på Viken i denna studie var det geometriska medeltalet 91 000 celler/ml. Det aritmetiska medeltalet var 202 000 celler/ml för kor i kokontrollen 2005/2006 och 133 000 celler/ml för Vikenkorna i denna studie. Medeltal för celler från kokontrollen är baserade på kor i alla laktationer. Celltal från Viken korna i denna studie kommer enbart från kor i första och andra laktation. Detta kan till viss del förklara varför Vikenkorna har avsevärt lägre celltal. De låga celltalen ska även ses som en indikation på att juverhälsan på Viken är god.

För de 306 kor som fick skattade avelsvärden med testdagsmodell hade SRBkorna något högre celltal än holsteinkorna, både i första och andra laktationen. Men då kor som av olika anledningar inte hade laktationer längre än 90 dagar togs bort försvann denna skillnad. Bland de 261 korna som fick avelsvärden skattade med båda modellerna fanns ingen skillnad i celltal för raserna. Det var inte väntat att SRBkorna skulle ha högre celltal. En orsak till de högre celltalen för SRBkorna kan vara det begränsade koantalet i studien.

Frekvensen av kor som haft mastit i första laktation var 8 % för SRB respektive 9 % för holstein beroende på när i laktationen man mastiterna inträffat. SRB-korna hade generellt lägre frekvens av mastitbehandlingar. För korna som deltog i kokontrollen 2005/2006 hade 15,5 % av korna någon gång under året behandlats för mastit. Denna procentsats inkluderar kor från alla laktationer. Procentsatserna som nämndes ovan för korna på Viken inkluderar endast kor från första laktation.

Fördelningen av juverexteriörpoäng var väldigt skev. Detta kan förklaras av att djuren på Viken är förselektade. En effektiv individavel bedrivs på Viken och alla djur som köps in till Viken gör det på grund av sina höga härstamningsindex. En annan bidragande andledning till den skeva fördelningen kan vara att exteriörbedömarna inte till fullo använder sig av den linjära skalan, generellt delas extrempoäng väldigt sällan ut.

För främre juveranfästning hade 63 % av korna poäng 6 eller 7, medeltalet för svenska kor var 5,4 för SRB och 6,0 för holstein 2006. För juverdjup hade 68 % av korna poäng 5 eller 6. Enligt Boettcher *et al.* (1998) är högre exteriörpoäng associerade med färre celler i mjölken. Detta stämmer inte för korna i denna studie. För SRB var det ett omvänt förhållande, kor med låga poäng för främre anfästning hade lägst celltal och kor med höga poäng hade högst celltal. Medeltalet för exteriörpoäng för juverdjup var 5,23. Om man ser till de olika raserna hade holsteinkorna något högre poäng (5,48) jämfört med SRB (5,0). Men båda raserna hade lägre poäng än svenska kor förra året då SRBs medeltal för juverdjup var 5,8 och holsteins 5,9. För främre juveranfästning var medeltalet i min studie 6,02 och ingen skillnad fanns mellan raserna. För svenska kor var medeltalen för främre juveranfästning 5,8 för SRB och 5,9 för holstein förra året.

Flödes hastigheten var något högre för holstein, både i första och andra laktation. Totalt sett ökade flödes hastigheten med laktationsnummer. Detta kan ha möjligtvis ha en fysiologisk förklaring. Under första laktationen växer kon fortfarande och juvret utvecklas. Då kon påbörjar sin andra laktation är juvret större än i första laktation. Detta gör att mer volym mjölk

får plats i juvret. En förklaring till den ökade flödes hastigheten kan vara att trycket ökar på grund av att det finns mer mjölk i juvret.

En förklaring till att få effekter var signifikanta för celltal kan vara att materialet var väldigt litet, endast 261 kor. En annan möjlig förklaring kan vara att alla kor kommer från samma kärnbesättning och därav får miljöeffekter mindre inflytande. Kor som kalvat under sommarmånaderna hade signifikant lägre celltal än kor som kalvat övriga säsonger. I en studie av Sewalem *et al.* (2006) hade korna högst celltal under sommarmånaderna vilket inte sammanfaller med mina resultat. En förklaring kan vara att studien är gjord i Kanada och deras årstidsdefinition är inte de samma som den jag gjort i denna studie.

Korrelationer

Härstamningsindex är skattat enbart med hjälp av fars och morfars avelsvärden för celltal, ingen hänsyn till kons egna resultat tas. Avelsvärden skattade med laktationsmedeltalsmodellen och testdagsmodellen hade betydligt högre korrelationer med varandra än med härstamningsindex. Båda modellerna är djurmodeller och innehåller information om kons egna resultat. Jag tycker att det vore mer lämpligt att använda en djurmodell i kombination med härstamningsindex då man rangerar korna på Viken. Om man använder sig av laktationsmedeltalsmodell eller testdagsmodell verkar inte spela så stor roll då de har en hög korrelation med varandra. Fördelen med testdagsmodell är att man kan få skattade avelsvärden tidigare i laktationen.

Av juverexteriörmåtten hade främre juveranfästning generellt starkare samband med andra egenskaper jämfört med juverdjup. I denna studie var främre juveranfästning en bättre indikator för juverhälsa jämfört med juverdjup som hade låga korrelationer med övriga egenskaper. Eftersom korna är förselektade för bland annat exteriör kan detta göra att korrelationerna för juverexteriör är underskattade.

Flödes hastighet hade högst korrelation med härstamningsindex (-0,17) och en låg men dock påvisbar korrelation med de skattade avelsvärdena för celltal 0,13 respektive 0,11. Dessa korrelationer stämmer väl med vad Luttinen och Juga (1997) kom fram till i sin studie, högre flödes hastigheter ger ett ökat celltal. På Viken finns goda möjligheter att mäta flödes hastighet och dessa korrelationer kan ses som en indikation på att dessa registreringar är användbara i selektionen för bättre juverhälsa och lägre celltal.

Jämförelse av laktationsmedeltalsmodell och testdagsmodell

En klar fördel med att skatta avelsvärden med testdagsmodell är att man kan få avelsvärden redan innan laktationen är klar. I mitt material gjorde detta att jag kunde skatta avelsvärden med testdagsmodell för 45 kor som inte hade fullständiga laktationer. För dessa 45 kor gick det inte att skatta avelsvärden med laktationsmedeltalsmodell. Ett avelsvärde baserat på endast en testdag innehåller lite information och ger ett avelsvärde som är mindre säkert jämfört med avelsvärden som är baserade på fler testdagar, men det är bättre än att inte ha något avelsvärde alls.

Då korna grupperades efter sina avelsvärden för celltal (Figur 8) ser man en tydlig trend i ökande mastitförekomst vid ökande celltal för de tre första grupperna. I den sista gruppen, grupp 4, var dock mastitfrekvensen låg vilket kan förklaras av att ett mycket lågt antal kor i denna grupp. Då korna grupperades efter härstamningsindex sågs ingen trend i mastitförekomst.

Den skattade arvbarheten för celltal med laktationsmedeltalsmodell var 0,15. Idag använder NAV sig av en arvbarhet på 0,14. Skattningen i denna studie är osäker på grund av få kor i studien, men stämmer alltså väl överens med NAV. Det fanns dock inga indikationer på att arvbarheten skulle vara högre vilket man hade kunnat förvänta sig på grund av kornas gemensamma miljö. Detta kan bero på att korna på Viken har ett lägre medeltal för celltal och bättre juverhälsa än kor ute i konventionella besättningar, vilket ger en mindre spridning vilket påverkar skattningen av arvbarheten.

I NAV använder man sig av flera laktationer och ”multi-trait” när man skattar avelsvärden. I denna studie har en förenkling av NAVs tillvägagångssätt gjorts. Orsaken till detta är att mastit är en egenskap med låg arvbarhet, vilket gör det svårt att skatta avelsvärden då djurmaterialet är begränsat. Det var även få djur som hade registreringar från sin andra laktation vilket gjorde det omöjligt att använda flera laktationer.

Registreringar av data

Registreringar är grundstenen i allt avelsarbete. Ju bättre och säkrare registreringar som finns desto mer precisa avelsvärden och desto större avelsframgång får man. Säkerheten för en tjurs avelsvärde stiger med ökat antal döttrar i avkommegruppen. Osäkra och felaktiga registreringar medför mindre exakta avelsvärden och mindre säkra val av tjurfäder och brukstjurar vilket slutligen resulterar i ett mindre avelsframsteg (Aamand och Sörensen, 2006). Vikendata är ett relativt nytt system och under editeringen av data därifrån stötte jag på en del problem samt felaktiga registreringar. I mina slutsatser presenterar jag en lista på förslag som förhoppningsvis kan underlätta framtida användning av datan.

SLUTSATS

Avelsvärden skattade med laktationsmedeltalsmodell och testdagsmodell var starkt korrelerade men båda avelsvärdena hade mycket lägre korrelation med härstamningsindex. Båda modellerna är djurmodeller där kons egna resultat spelar roll. Det vore att föredra att använda sig av en djurmodell då man rangerar korna på Viken. Denna studie visar att det är möjligt att skatta avelsvärden för celltal för korna på Viken med hjälp av en testdagsmodell.

Förslag på förändringar till Nötcenter Viken:

- Registrera och lagra exakt datum för provmjölkkningsdag (testdag). Använd inte ett schablondatum.
- Inför en ny kalvkod som står för tvillingar.
- Spara avelsvärden i ett arkiv, skriv inte över dem med nya när uppdateringar görs.
- Inför en variabel för laktationsnummer. Eftersom kor ibland får tvillingkalvar räcker inte dagens kalvnummer för att veta vilken laktation kon är i.
- Använd enhetligt format på ID och datumregistreringar.

REFERENSER

Litteratur

- Aamand, G. P. & Sørensen, M. K. 2006. Säker avkommeprövning kräver säkra registreringar. Avelskuriren nr 1, 32-33.
- Andersson, L., Bratt, G., Everitt, B., Funke, H., Gustafsson, A.H., Gustafsson, H., Lindhage, C., Olsson, S-O., Pettersen, K. & Widebeck, L. 1991. Mjölkkor. LTs förlag. 177-192.
- Boettcher, P.J., Dekkers, J.C.M. & Kolstad, B.W. 1998. Development of an udder health index for sire selection based on somatic cell score, udder conformation, and milking speed. *Journal of Dairy Science* 81, 1157-1168.
- Carlén, E., Schneider, M. del P. & Standberg, E. 2005. Comparison between linear models and survival analysis for genetic evaluation of clinical mastitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 88, 797-803.
- Charfeddine, N., Alenda, R., Groen, A.F. & Carabaño, M.J. 1997. Genetic parameters and economic values of lactation somatic cell score and production traits. In: Proc. International workshop on genetic improvement of functional traits in cattle health. *Interbull Bulletin* 15, 84-91.
- Ekman, T., Franklin, A., Hallén Sandgren, C. & Jonsson, P. 1995. Förslag till behandling av klinisk mastit hos ko. *Svensk Veterinärtidning* 47, 713-718.
- Funke, H. 1989. Juverinflammationer – Cellhalt. *Svensk Husdjurskötsel, Djurhälsoavdelningen, Eskilstuna. Meddelande nr 156.*
- Hansen, M., Lund, M.S., Sørensen, M. K. & Christensen, L.G. 2001. Genetic parameters of dairy character, protein yield, clinical mastitis and other Diseases in the Danish Holstein cattle. *Journal Dairy Science* 85, 445-452.
- Heringstad, B., Gianola, D., Chang, Y.M., Ödegård, J. & Klemetsdal. 2006. Genetic associations between clinical mastitis and somatic cell score in early first-lactation cows. *Journal Dairy Science* 89, 2236-2244.
- Heringstad, B., Klemetsdal, G. & J. Ruane. 2000. Selection for mastitis resistance in dairy cattle: A review with focus on the situation in the Nordic countries. *Livestock Production Science* 64, 95-106.
- Heringstad, B., Karlsen, A., Klemetsdal, G. & Ruane, J. 1997. Preliminary results from a genetic analysis clinical mastitis data. *Interbull Bulletin* 15, 45-49.
- Jensen J, Mäntysaari EA, Madsen P. & Thompson R. 1997. Residual maximum likelihood estimation of (co)variance components in multivariate mixed linear models using average information. *Journal of Indian Society of Agricultural Statistics* 49, 215-236.

- Johansson, K., Eriksson, S., Pösö, J., Toivonen, M., Sandeler Nielsen, U., Eriksson, J.-Å. & Persersen Aamand, G. 2006. Genetic evaluation of udder health traits for Denmark, Finland and Sweden. *Interbull Bulletin* 35, 92-96.
- Ed Kahn, C.M. 2005. *The merck veterinary manual*. 9th edition. Reproductive system 1121-1129.
- Kehrli, M.E. & Shuster, D.E. 1994. Factors affecting milk somatic cells and their role in health of the bovine mammary gland. *Journal of Dairy Science* 77, 619-627.
- Koenen, E., Berglund, B., Philipsson, J. & Groen, A. 1994. Genetic parameters of fertility disorders and mastitis in the Swedish Friesian breed. *Acta agriculturae Scandinavica* 44, 202-207.
- Lund, T., Miglior, F., Dekkers, J.C.M. & Burnside, E.B. 1994. Genetic relationships between clinical mastitis, somatic cell count and udder conformation in Danish Holsteins. *Livestock Production Science* 39, 243-251.
- Luttinen, A. & Juga, J. 1997. Genetic relationship between milk yield, somatic cell count, mastitis, milkability and leakage in finnish dairy cattle population. *Interbull Bulletin* 15, 78-83.
- Madsen, P. & Jensen, J. 2000. *A user's guide to DMU*. Version 6, release 4. Danish Institute of Agricultural Sciences, Research Centre Foulum, Denmark, 18.
- Mrode, R.A. & Swanson, G.J.T. 1996. Genetic and statistical properties of somatic cell count and its suitability as an indirect means of reducing the incidence of mastitis in dairy cattle. *Animal Breeding Abstracts* 64, No 11.
- Nash, D. L., Rogers, G. W., Cooper, J. B., Hargrove, G. L. & Keown, J. F. 2003. Heritability of intramammary infections at first parturition and relationships with sire transmitting abilities for somatic cell score, udder type traits, productive life, and protein yield. *Journal of Dairy Science* 86, 2684-2695.
- Negussie, E., Koivula, M. & Mäntysaari, E.A. 2006. Genetic parameters and single versus multi-trait evaluation of udder health traits. *Acta agriculturae Scandinavica* 56, 73-82.
- Nielsen, U. S., Aamand Pedersen, G., Pedersen, J. & Jensen, J. 1997. Genetic correlations among health traits in different lactations. *Interbull Bulletin* 15, 68-77.
- Nielsen, U. S., Aamand Pedersen, G. & Mark, T. 2000. National genetic evaluation of udder health and other health traits in Denmark. *Interbull Bulletin* 25, 143-150.
- Norberg, E., Hogeveen, H., Korsgaard, I. R., Friggens, N. C., Sloth, K. H. M. N. & Løvendahl, P. 2004. Electrical conductivity of milk: Ability to predict mastitis status. *Journal of Dairy Science* 87, 1099-1107.
- Norberg, E. 2005. Electrical conductivity of milk as a phenotypic and genetic indicator of bovine mastitis: A review. *Livestock Production Science* 96, 129-139.

- Philipsson, J., Ral, G. & Berglund, B. 1997. Relationship between somatic cell counts and clinical mastitis in Sweden dairy breeds. *Interbull Bulletin* 15, 61-62.
- Pösö, J. & Mäntysaari, E.A. 1996. Relationship between cliniccil mastitis, somatic cell score, and production for the first three lactations of Finnish ayrshire. *Journal of Dairy Science* 79, 1284-1291.
- Pösö, J., Mäntysaari, E.A. & Kettunen, A. 1997. Estimates of genetic parameters for test day and lactation average SCS of finnish ayrshire. *Interbull Bulletin* 15, 50–53.
- Rogers, G. W., Banos, G., Nielsen, U. S. & Philipsson, J. 1998. Genetic correlations among somatic cell scores, productive life, and type traits from the United States and udder health measures from Denmark and Sweden. *Journal of Dairy Science* 81, 1445-1453.
- SAS. 1999. The SAS system for Windows. Release 8.01. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Schaeffer, L.R., Jamrozik, J., Kistemaker, G.J. & Van Doormaal, J. 2000. Experience with a test-day model. *J Dairy Sci* 83: 1135-1144.
- Schukken, Y.H., Lam, T.J.G.M. & Barkema, H.W. 1997. Biological basis for selection on udder health traits. In: Proc. International workshop on genetic improvement of functional traits in cattle health. *Interbull Bulletin* 15, 27–32.
- Sewalem, A., Miglior, F., Kistemaker, G. J. & Van Doormaal, J. 2006. Analysis of the relationship between somatic cell score and functional longevity in Canadian dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89, 3609-3614.
- Shook, G.E. & Schutz, M.M. 1994. Selection on somatic cell score to improve resistance to mastitis in the United States. *Journal of Dairy Science* 77, 648–658.
- Stålhammar, H. 2006. NAV ger oss nya avelsvärden för mjölkavkastning. *Husdjur* 59, 76.
- Swalve, H. H. 1995. Test day models in the analysis of dairy production data – a review. *Arch. Tierz.* 38, 591-612.
- Swalve, H.H. 1998. Use of test day records for genetic evaluation. Proc. 6th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. (WCGALP), Armidale, Australia. 23, 295-302.
- Swalve, H. H. 2000. Theoretical basis and computational methods for different test-day genetic evaluation methods. *Journal of Dairy Science* 83, 1115-1124.
- Svensk Mjolk. 1998-2007. Husdjursstatistik 1998-2007. Svensk Mjolk, Eskilstuna, Sverige.
- Svensk Mjolk. 2001. Kontrollverksamhet, nötkreatur 2.1.
- Svensk Mjolk. 2003. Exteriörprotokoll.
- Svensk Mjolk. 2004. Utdata från Kodatabasen Handledning.

Sørensen, M. K., Jensen, J. & Christensen, L.G. 2000. Udder conformation and mastitis resistance in Danish first-lactation cows: Heritabilities, Genetics and environmental correlations. *Acta agriculturae Scandinavica* 50, 72-82.

Wiggans, G.R., Thornton, L.L.M., Neitzel, R.R. & Gengler, N. 2006. Short Communication: Genetic evaluation of milking speed for brown swiss dairy cattle in the United States. *Journal of Dairy Science* 90, 1021-1023.

Internet

Nötcenter Vikens AB hemsida: www.notcenterviken.se/avelsarbetet.asp 2007-02-19

Nordisk Avelsvärdering (NAV) hemsida: www.lr.dk/kvaeg/diverse/kar_tekst_incl_tegn_mlk-eng.pdf 2007-05-24