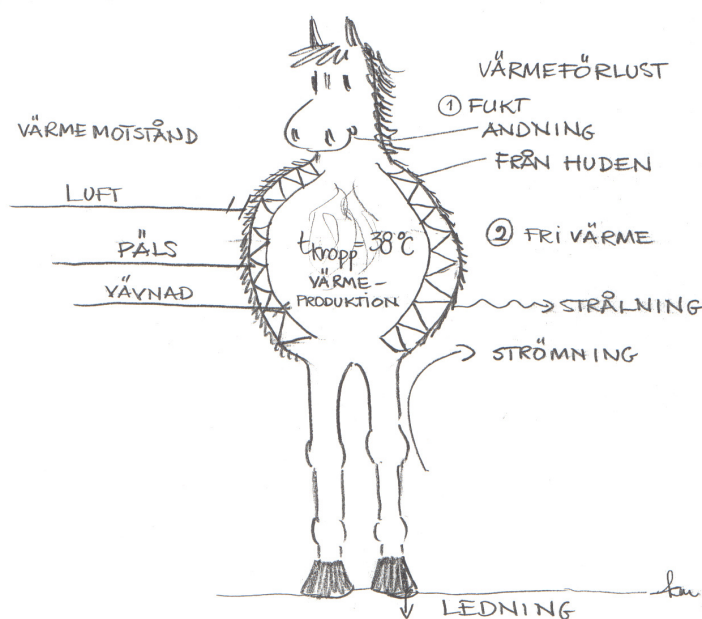




Hästens reglering av kroppstemperatur och dess värmebalans



Undervisningskompendium

av

AgrD Karin Morgan, Ridskolan Strömsholm, 2007.

Inledning

Det är ofta lätt att förmänskliga våra kära husdjur, pga att vi vet för lite om djurets byggnad och funktion. Om jag som människa fryser, ger jag min häst ett extra täcke. Kan man verkligen jämföra så? Hästen är ett flock- och flyktdjur utvecklat för att klara stora skillnader i klimat och att göra sig av med sin värmelast, när den flyr. Människan är gjord för att sitta under en palm i tropikerna med små klimatförändringar och njuta av tillvaron. Det vi har gemensamt är att båda djurslaget är jämnvarma däggdjur, som är goda svettare. Många regleringsfunktioner i kroppen är också lika. Det som skiljer är att hästen är ett större djur med förhållandevis mindre omslutningsyta. Hästen har päls och tjockare hud. Människan är naken och börjar normalt sett frysa vid 20°C. Syftet med detta undervisningskompendium är att beskriva hur hästen reglerar sin kroppstemperatur, vilka faktorer som påverka temperatur- och värmeregleringen samt öka förståelsen för hur skötaren kan främja hästens välbefinnande.

Enligt Djurskyddsmyndighetens föreskrifter (DFS 2007:6, Saknr L101) i 3 kap 14§ att "Stall ska ha ett klimat som är anpassat till de hästar som vistas där, (termisk komfort)." Vad är då termisk komfort? Det definieras i 1 kap 3§ som

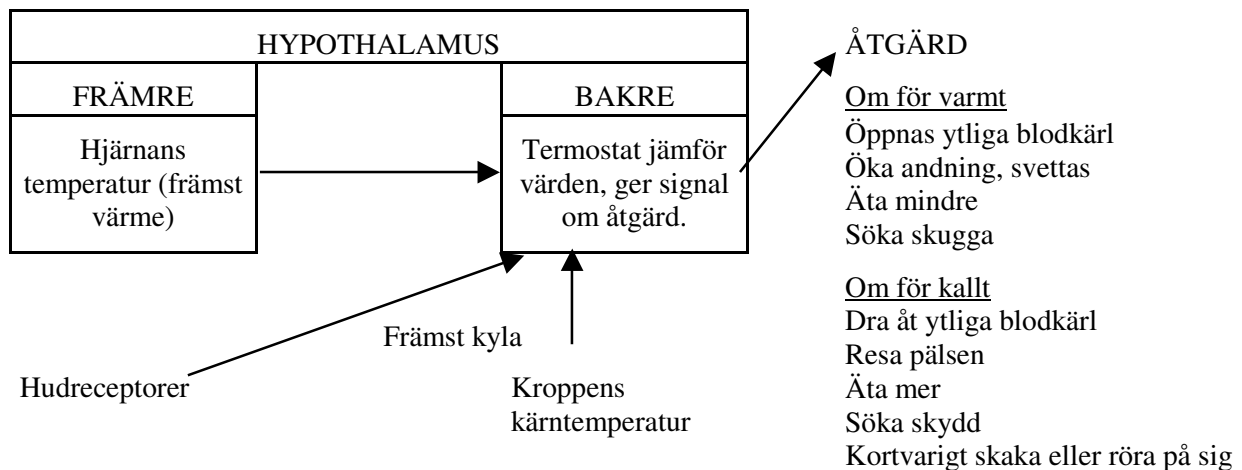
"Hästarna har termisk komfort inom den sk termoneutrala zonen. I denna zon kan hästarna utan svårigheter upprätthålla sin värmebalans. Den termoneutrala zonen begränsas nedåt av den nedre kritiska temperaturen och uppåt av den övre kritiska temperaturen. När omgivningen har en temperatur under den undre kritiska temperaturen måste hästarna öka sin ämnesomsättning och äta mer foder för att behålla sin kroppstemperatur. Vid temperaturer över den övre kritiska temperaturen kommer djurens kroppstemperatur att stiga på grund av att de av fysikaliska skäl inte kan bli av med sin överskottsvärme. Temperaturgränserna påverkas av en mängd faktorer såsom hästarnas vikt, hästarnas hälsa, utfodringsintensitet, lufthastighet, luftfuktighet, liggytor, strö, antal hästar i gruppen och hästarnas möjlighet till rörelse."

Kroppstemperatur och dess reglering

Hästen är ett jämnvarmt (homeoterm) djur, dvs den håller sin kroppstemperatur konstant oberoende av omgivningens väder- och vindförhållande. Hästens kroppstemperatur är normalt mellan 37,2°C och 38,2°C. Den normala kroppstemperaturen kan variera för olika individer. Det finns hästar som har 36,5°C i normal rektaltemperatur och en annan kan ha 38,3°C. Därför är det viktigt att veta normalvärdet för varje enskild individ. Föl och unghästar har ofta högre normal temperatur, eftersom de har högre ämnesomsättning. Rektaltemperaturen kan också variera över dygnet med ca 0,5°C. Den går tex upp efter utfodring.

Att hålla konstant temperatur är en reglerteknisk utmaning för kroppen, se figur 1. Centrum för reglering av kroppstemperatursitter i hypothalamus i hjärnan. I bakre delen av hypothalamus finns termostaten. Den tar emot signaler från receptorer i kroppen och jämför dem emot ett börvärde. Om det avkända värdet skiljer sig från börvärdet, skickas signaler ut i kroppen så att den antingen gör sig av med eller spara på värme. Om kroppen blir för varm, riskeras att hjärnan förstörs och djuret dör av värmeslag. Därför är receptorerna för värme främst placerade i hjärnan, främre delen av hypothalamus, men även i viss utsträckning i huden. När det är kallt är det viktigt att inte bli för nedkyld och att hålla ämnesomsättningen igång. Därför är receptorerna på kyla placerade i huden samt central i kroppen runt vener och inre organ. Receptorerna är inte termometrar som känner av en specifik temperatur utan de registrerar förändring i temperatur.

Kroppen har olika sätt att reagera beroende på om det är kallt eller varmt omgivande klimat (Cymbaluk & Christison, 1990). Om det är kallt söker den skydd, ändrar ställning och ökar temporärt sin aktivitet (tillfällig värmeökning), för att sedan minska sin aktivitet för att spara på energi. Hästen kan på temporärt minska blodflödet till huden och resa pälsen och på längre sikt öka pälsens längd och täthet. Hästen ökar sitt foderintag, sin ämnesomsättning och sin fibersmältning samt dricker mindre. Vid varmt väder söker hästen skugga minskar aktiviteten. Den äter på morgonen. Hästen ökar blodflödet i huden och sin andningsfrekvens samt svettas vid behov. Pälsen blir finare och tätheten minskar. Foderintaget och fibersmältbarheten minskar. Hästen dricker mer, för att kompensera vätskeförluster genom ökad andning och svettning.

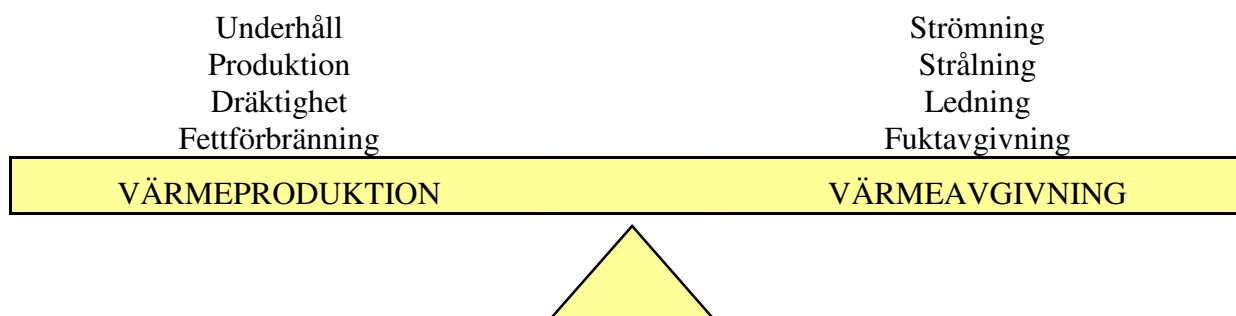


Figur 1. Schematisk illustration som visar avkänning och reglering av kroppstemperatur.

Värmebalans

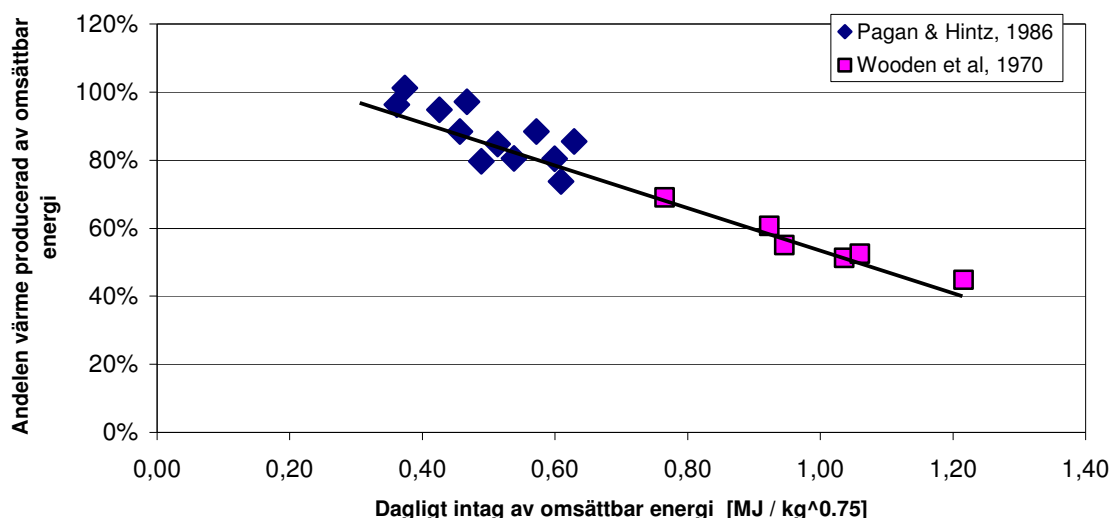
Kroppstemperaturen hålls konstant genom att kroppen balanserar producerad värme mot avgiven värme. Hästen är ett relativt stort däggdjur. Det gör att den vanligtvis att den producerar mer värme än den behöver. Man kan säga att den "eldar för kråkorna". På detta sätt kommer hästen att avge sin överskottsvärme, för att reglera ner temperaturen till sin normala kroppstemperatur. Vid arbete kan mängden producerad värme överstiga den mängd som av fysikaliska skäl kan avges. Då lagras värme och kroppstemperaturen stiger. Efter arbetet är avslutat kommer värmelasten att avges successivt och kroppstemperaturen kan åtgå till normalt. Så höga muskeltemperaturer som 43,5°C har uppmätts under arbete och det kan ta mer än två timmar efter arbete innan de återgår till det normala.

$$\text{VÄRMEPRODUKTION} = \text{VÄRMEAVGIVNING} + \text{LAGRING}$$



Värmeproduktion

Värmen produceras som spillvärme från ämnesomsättningen. Större delen av den omsättbara energin blir värme, ca 50-95%, se figur 2. Hur stor andelen blir beror på hur mycket hästen arbetar. En häst i mycket hård träning 50% och en häst på underhåll 95%. En ökning i värmeproduktion sker även tillfälligt vid arbete/träning eller när hästen skakar.



Figur 2. Diagrammet visar uppskattningen av andelen värme som produceras i förhållande till hästens intag av omsättbar energi i MJ per den metaboliska vikten i $\text{kg}^{0.75}$.

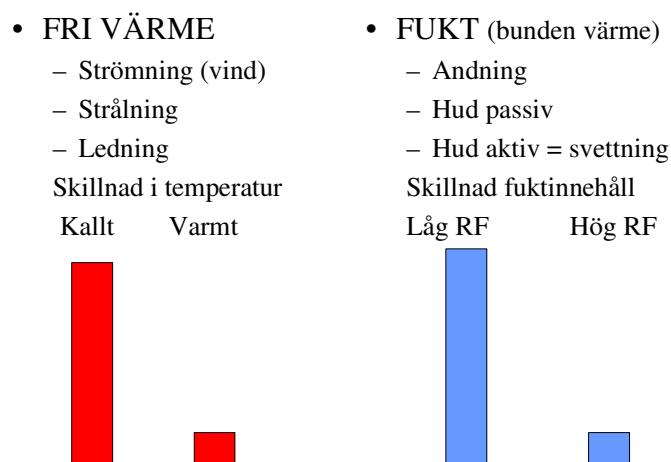
Värmeavgivning

Värme avges i form av fri värme (strömning, strålning och ledning) och bunden värme genom fuktavgivning från avdunstning från andningsvägar och hud. Hästen kan aktivt öka sin fuktavgivning genom svettning.

- **Strömning:** Strömningsförlusten sker mellan hudytan och luft (eller annat omgivande medium). Hur stora strömningsförlusterna blir beror på skillnad i temperatur och luftens hastighet. Strömningsförlusterna ökar snabbt med ökad vind (proportionellt mot vindhastigheten upphöjt till tre).
- **Strålning:** Värmeöverföringen med strålning styrs av skillnad i strålningstemperatur. Om det är kallt, går värme från den varma hästen till den kalla omgivningen. Om det är stark solstrålning och hästen inte har skugga, går strålningen till hästen och värmer den.
- **Ledning:** Värmeöverföring med ledning kan endast ske mellan två ytor, som har kontakt med varandra, och styrs av temperaturskillnaden mellan ytorna. För en häst som står upp blir denna försumbar. Däremot om hästen ligger ner, har ca 20% av hästens kroppsytan kontakt med underlaget.
- **Fuktavgivning:** Värmeavgivning med hjälp av avdunstning (evaporation) beror på att det åtgår energi att överföra vatten till ånga. Hur mycket ånga som avges och hur stor avkylningen blir beror på skillnad i ångtryck mellan hudytan och omgivande luft. Vid hög relativ luftfuktighet kan lite fukt och därmed värme avges. Är luften torr kan stor mängd fukt och därmed värme avges.

Vad händer när omgivningens temperatur ändras?

När temperaturen i omgivningen ökar, minskar temperaturskillnaden mellan hästen och omgivningen. Avgivningen av fri värme kommer då att minska och hästen måste öka sin fuktavgivning, för att vara i värmebalans och hålla kroppstemperaturen konstant. Om det är hög luftfuktighet kan hästen inte kylas av så mycket genom fuktavgivningen, se figur 3. Faktorer i omgivningen som styr värmeavgivningen är inte bara temperatur utan även vind, fuktighet, nederbörd, solstrålning och temperatur på ytor runt om hästen.

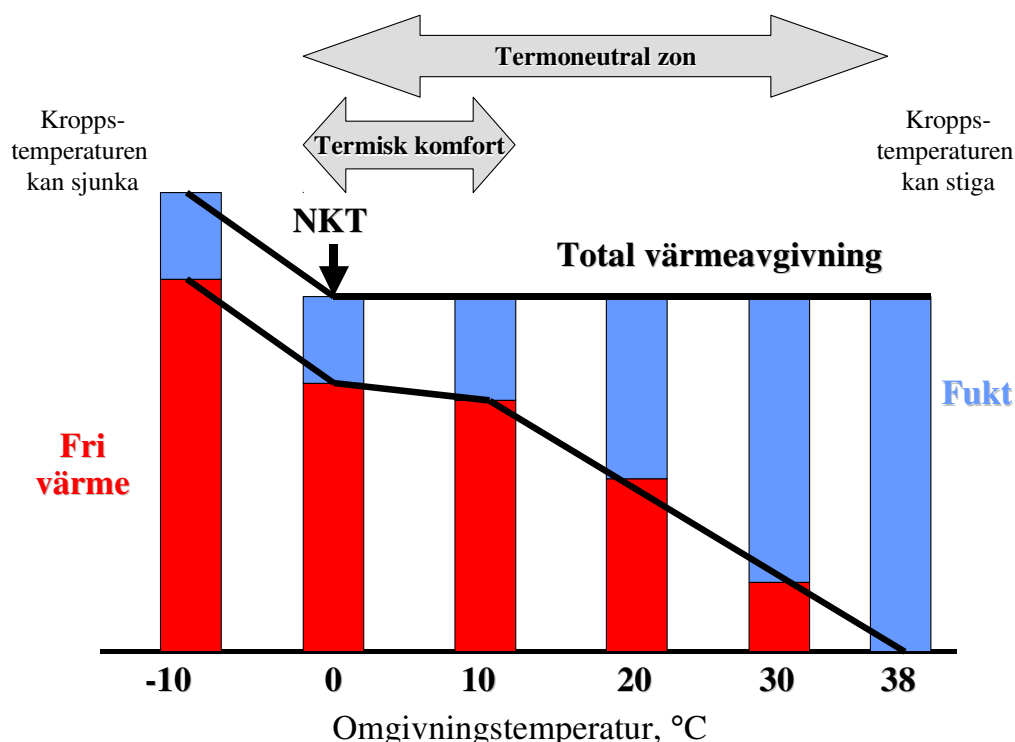


Figur 3. Illustration av hur mycket värme som kan avges vid olika temperatur eller relativ luftfuktighet.

När kan det bli problem för hästen att göra sig av med överskottsvärme? Om man tittar på illustrationen i figur 3, ser man att när det är hög lufttemperatur (varmt) och hög relativ luftfuktighet blir värmeavgivningen liten. Detta var det man var orolig för vid OS-Atlanta 1996. Dessutom kunde man också få mycket solstrålning där, vilket kunde bidra till hästens värmelast. För att kunna aktivt kyla hästarna, ordnade man med skuggtält samt fläktar som blåste kall vattenånga på hästarna, vilket ökade strömningsförlusterna och avkylning genom fuktavgivning. Det var speciellt viktigt att kunna kyla ned i samband med att hästarna hade arbetat och hade en extra hög värmelast.

Hästen har olika fysiologiska svar för hur den reglerar sin värmebalans. Detta har sammanställts av en forskare som heter Mount i ett sk termoneutralt diagram. En förenklad form av det diagrammet ses i figur 4. Varje stapel i diagrammet visar den totala värmeavgivningen, vilken man normalt brukar ange i watt (W). När kroppstemperaturen är konstant på sitt normalvärde, kommer den över linjen total värmeavgivning vara lika stor som hästens totala värmeproduktion. Den bestämmer därmed stapelns totala storlek. Hästen anpassar sin fuktavgivning upptill max för den aktuella fria värmeavgivningen. Det temperaturområdet, där hästen är i värmebalans med givna förutsättningar, tex utfodring och isolering, kallas termoneutral zon. Vad händer vid olika temperaturer? När omgivningens temperatur är lika med kroppstemperaturen (38°C), är temperaturskillnaden till omgivningen noll och ingen fri värme avges. All värme avges då som fukt. Man ser att hästen har ökat antal andetag per minut och svettas. När omgivningstemperaturen sjunker, ökar temperaturskillnaden till omgivningen och därmed även den fria värmeavgivningen. Inom ett temperaturområde märkt med termisk komfort, kan hästen reglera blodflödet till huden. Den

kan på så sätt hålla temperaturskillnaden till omgivningen rätt konstant. Detta är det sätt hästen kan regleras sin värmebalans på med minst energiåtgång. Därför kallas denna zon ”termisk komfort zon”. Vid den brytpunkt när hästen inte kan öka sin isolering genom att minska blodflödet till huden och resa sin päls samt att fodrets spillvärme inte täcker värmeförlust, säger man att hästen nått sin nedre kritiska temperatur (NKT). Vid omgivningstemperaturer under NKT måste hästen äta mer, söka skydd eller tillfälligtvis skaka eller röra på sig, för att upprätthålla sin kroppstemperatur. Varför har hästen fuktavgivning under NKT? Då behöver den väl inte svettas? Nej, denna fuktavgivning beror inte på svettning, men fukt avges från luftvägarna vid andning samt lite passivt från huden hela tiden. Den fuktavgivningen kan minimeras men inte stängas av.



Figur 4. Illustration visar ett exempel på fördelningen av fri värme- och fuktavgivning hos hästen när omgivningens temperatur ändras. Andra klimat faktorer än temperatur spelar in, men i förenklad form relateras detta till endast temperatur. Det är individuellt för olika hästar var temperaturgränserna är. Detta beror på utfodringsintensitet, isolering, storlek, ålder mm. För att hästen ska vara i värmebalans är total värmeavgivning (övre linjen) = total värmeproduktion. NKT = nedre kritisk temperatur, under vilken hästen måste äta mer för att hålla sin kroppstemperatur konstant.

Vilka exempel finns i litteraturen på NKT för häst? I en litteraturoversikt av Cymbaluk & Christison (1990) rapporterade de NKT inom ett spann från -15°C till 10°C och poängterade att de flesta värdena i litteraturen då inte var styrkta av experimentella studier. I en svensk studie i klimatkammare (Morgan, 1998) på travhästar respektive Shetlandsponny var NKT ca 5°C (utfodrade för underhåll). Dessa resultat stämmer med Young & Coote (1973) som fann NKT till 0°C -5°C hos unghästar hästar på stall. McBride *et al* (1985) utfodrade sina Quarterhästar 1,5 gång mer energi än underhåll och uppskattade NKT till -15°C. I en finsk studie indikerade resultaten för åringar på lösdrift NKT mellan -9°C och -16°C (Autio *et al*, 2007). Engelska forskare har studerat föl, vilka hade NKT mellan 13°C och 26°C med ett medel av 20°C (Ousey *et al*, 1992). Vidare fann de att sjuka föl hade högre NKT, i medel 24°C och att ämnesomsättningen var 25% lägre än friska föl av motsvarande ålder. Aspång

och Holmgren (2006) simulerade ridhästars NKT och fann en variation i NKT för ponnyn från 1,4°C till 10,8 °C, för fullblodet från -2,1°C till 7,9 °C och för halvblodet från -3,4°C till 7,4°C. De lägre värdena är för tävlande häst med vinterpäls och de högre för klippt häst på underhåll.

Hästens isolering

Hästens isolering består av tre lager ¹⁾ yttersta lagret kroppsvävnad, ²⁾ pälsen samt ³⁾ tunt omgivande luftlager, som finns med inte syns. Hästen kan inom vissa gränser isoleringen i det yttersta lagret kroppsvävnad genom att reglera blodflödet till huden från maximalt flödet till cirka en tredjedel av det maximala. Blodflödet stängs inte av helt, eftersom hudens celler behöver syre, näring och borttransport av restprodukter. När blodkärlen öppnas kallas det vasodilation. När blodkärlen dras åt kallas det vasokonstriktion. Isoleringen i huden kan ökas genom fettansättning. Fett isolerar tre gånger bättre än muskulatur och hud. Pälsens isolering kan ändras lite tillfälligtvis genom att resa håren i pälsen. Då ökas lagret med stillastående luft i pälsen och därmed ökar isoleringen. På sikt kan hästen ändra pälsens längd och täthet. På hösten när vinterpälsen växer är det i första hand ljuset med avtagande dagslängd som simulerar tillväxt och i andra hand låga temperaturer. Det gör att man kan använda ljusprogram med 16 timmar ljus per dygn på hösten och vintern, om du vill ha kort hårrem. Högre utfodringsintensitet kan också bidra till kortare päls. Vid fällning på våren är det i första hand temperaturen som styr.

Hur mycket ett lager kan isoleras uttrycks i ett värmemotstånd som anges i enheten $\text{m}^2\text{°CW}^{-1}$. Dessa värden kan användas när man ska uppskatta hästens nedre kritiska temperatur. I försök i Sverige på travhästar och Shetlandspionny har vi mätt upp ett maximalt värmemotstånd för en häst med vinterpäls för de tre lagren till vävnaden $0,10 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$, pälsen $0,12 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$ och luftskiktet $0,14 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$. Tillsammans blir det ett sammanlagt värmemotstånd $0,36 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$. De minimala värdena (om varmt) kan uppskattas till vävnaden $0,015 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$, pälsen $0,045 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$ och luftskiktet $0,08 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$, ger sammanlagt $0,14 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$. I Kanada har forskare (Young & Coote, 1973) mätt värmemotstånd på utgångshästar (ett avelssto och en åring) med 18-23 mm päls vintertid som inte ryktades till $0,43\text{-}0,56 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$. McBride *et al* (1985) mätte värmeproduktionen hos sex vuxna Quarterhästar, som fick 12 kg hö per dag, Resultatet visar att värmeproduktionen ökar, när omgivningstemperaturen sjunker under den nedre kritiska temperaturen, vilken uppskattades i detta försök till -15°C . Från detta försök kan det totala värmemotståndet uppskattas till $0,31 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$. I England har forskare (Ousey *et al*, 1992) mätt det totala värmemotståndet hos ponnyförl till $0,20\text{-}0,35 \text{ m}^2\text{°CW}^{-1}$.

Hästens fuktavgivning

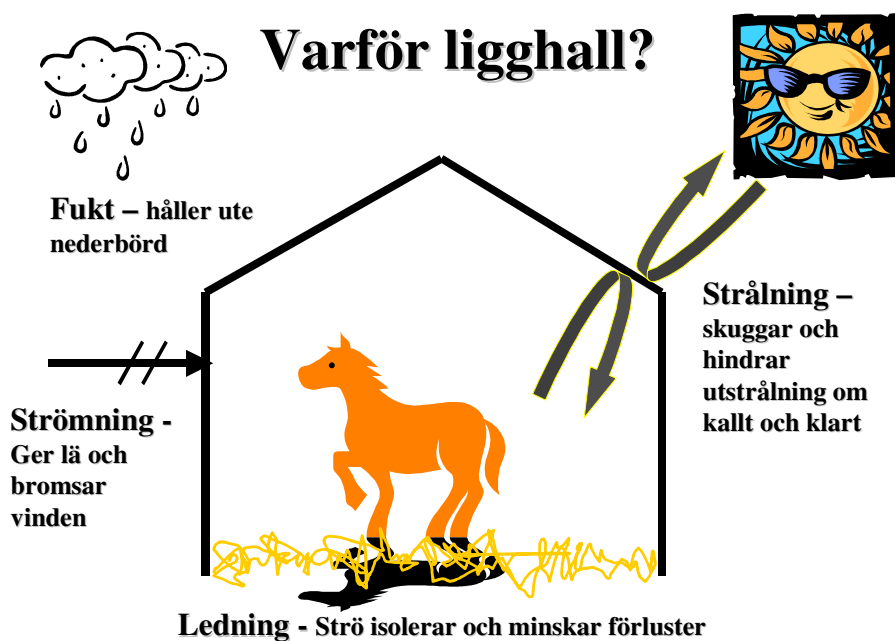
Avdunstningen av fukt från andningsvägarna och från huden är mycket viktiga för att hästen ska kunna reglera sin kroppstemperatur i värme. Hästar har liksom människor god förmåga att svettas. Detta ger en aktiv möjlighet till ökad avkylning genom avdunstning. När det blir varmt, ökar hästen i första hand andningsfrekvensen från normalt i vila 8-16 andetag per minut till 30-40 (upp till 60) andetag per minut i vila. När hästen måste öka sin fuktavgivning ytterligare ökar svettningen. I omgivningstemperaturer runt $35\text{-}38^\circ\text{C}$ kan fuktavgivningen uppgå till $200\text{-}250 \text{ W/m}^2$, vilket motsvarar $295\text{-}370 \text{ g vatten/m}^2\text{ och timme}$. När det är kallt minimeras fuktavgivningen till $30\text{-}45 \text{ W/m}^2$ ($45\text{-}65 \text{ g vatten/m}^2\text{ och timme}$). Vid den nedre kritiska temperaturen är fuktavgivningen minimal och man brukar uppskatta den till 20 % av den totala värmeavgivningen. Under den nedre kritiska temperaturen antas fuktavgivningen sedan vara konstant.

Praktiska aspekter

Väder och vind

Omgivningen är den viktigaste klimatfaktorn, men hur klimatet påverkar individen beror även på luftfuktighet, vind, regn, snö och solstrålning. Vinden har betydelse för pälsens isolerande förmåga. När det blåser 8 m/s leder pälsen bort två till tre gånger mer värme än om det är vindstilla. Regn ökar förlusterna av värme på två sätt; dels pga ökad fuktavgivning och dels genom att pälsens isolerande förmåga minskar. Det finns rapporter om utgångshästar som i kallt och blött väder förlorade vikt, trots att de gavs 1,5 gång rekommenderad fodergiva. Snö kan vara mindre avkylande än regn för hästar med tät vinterpäls, vilken isolerar och hindrar snön från att smälta. Solstrålning och värmestrålning från omgivningen kan minska värmeförlusterna eller t.o.m. ge en värmelast. Genom att söka skydd eller ändra kroppsställning kan värmeförlusterna vid vind och nederbörd minska. Att stå intill en annan häst i flocken gör att två lika varma ytor strålar mot varandra. Då avger hästen ingen värme genom strålning, eftersom dessa två ytor har samma strålningstemperatur och temperaturskillnaden blir därmed noll. Den totala mängden värme hästen förlorar kommer då att minska.

Enligt Djurskyddsmyndighetens föreskrifter (DFS 2007:6, Saknr L101) i 5 kap 10§ att ”Utgångshästar ska under den kalla årstiden när betestillväxt inte sker ha tillgång till ligghall eller annat stall som ger dem skydd mot väder och vind samt en torr och ren ligglats.” Varför är det så viktigt att hästen har tillgång till en ligghall, så att man måste lagstifta om detta? Jo, ligghallen ger hästen möjlighet att välja en omgivning med olika fysikaliska förutsättningar. Då kan den på detta sätt ändra hur stora de olika delarna av värmeavgivningen blir, se figur 5. Byggnaden håller hästen torr, så att fuktavgivningen kan minimeras. Väggar ger lä, så att vindhastigheten och därmed förlusten genom strömning kan minskas. Den ströade liggytan isolerar mot underlaget och minskar ledningsförlusterna, när hästen ligger ned. Tak och väggar skuggar när det är stark sol, så inte värmelasten ökar. Vintertid kalla nätter begränsar taket utstrålningen mot en kall och klar vinterhimmel och fungerar ungefär som en carport.



Figur 5. Illustrationen visar en häst i en ligghall och hur ligghallen kan hjälpa hästens termiska komfort.

Utfodring

I omgivningsklimat under den nedre kritiska temperaturen måste hästen öka sin värmeproduktion för att hålla sin värmebalans och en konstant kroppstemperatur. Hästen behöver äta mer, framförallt grovfoder, för att öka sin värmeproduktion och täcka den extra värmeförlusten. Hur mycket extra foderenergi hästen behöver beror på dess totala egna isolering. På detta sätt kan man uppskatta hur mycket extra foder en häst måste ha under NKT, eftersom energibehovet är indirekt proportionellt mot det totala värmemotståndet. Om hästen nu ska få mer grovfoder vad betyder det då omsatt i kg hö per dag? Antag att hästen väger 500 kg och äter ett hö som innehåller 8 MJ/kg. Resultatet av uppskattningen visas i tabell 1. Detta förutsätter att det är vindstilla, så att strömningsförlusterna inte ökar, samt att hästen inte påverkas av sol eller nederbörd.

Förändringar i utfodring, t.ex. vid konvalescens, påverkar NKT. För en häst som blir skadad och ska vila, minskas utfodringen i allmänhet genom att kraftfodret minskas eller tas bort helt. Hästen får då en minskad mängd foderenergi, vilket minskar värmeproduktionen. Hästen blir då mer klimatkänslig och NKT förskjuts till en högre omgivningstemperatur.

Tabell 1. Uppskattning av hästens behov av extra foderenergi under hästens nedre kritiska temperatur, även omräknas till kg hö per dygn för en 500 kg häst

Hästhållning	Total egen isolering $\text{m}^2\text{°C}\text{W}^{-1}$	Extra energibehov	Extra grovfoder
		MJ/dag för varje °C under NKT	Kg hö (8 MJ/kg) för varje °C under NKT
Häst på stall och daglig utevistelse	0,35	1,23	0,15
Utgångshäst	0,50	0,86	0,11

Klippning och täckning mm

Skötaren kan påverka hästens isolering genom att täcka och/eller klippa hästen. Skötaren får då ta ansvar för och en mer aktiv del i hästen förutsättningar för att kunna reglera sin värmebalans. Ett täcke ger hästen extra isolering och gör därmed att NKT förskjuts nedåt. När du klipper hästen, tar du bort en del av den totala isoleringen och NKT förskjuts till en högre temperatur. Generellt kan man säga att ett termotäcke motsvarar samma isolering du tar bort genom att klippa en häst med normal vinterpäls. Lönar det sig att lägga på hästen flera täcken? Detta har Perman (2000) studerat och kom fram till att isoleringen ökade bara ca 10% genom att ha dubbla täcken. Detta beror på att tyngdkraften trycker ihop täckena och gör att det stillastående isolerande luftlagret minskar. Vill du lägga dubbla täcken på din häst, kan det därför vara bättre att ha ett värmande ylltäcke under det stoppade vintertäcket.

Varför upplever man som kusk och ryttare att hästen blir piggare och orkar arbeta mer när man klipper den? Detta har vi undersökt i en studie med sex travhästar (Morgan *et al*, 2002). Hästarna fick göra en maximal prestation på rullmatta. Resultatet visade att den klippta hästen kunde göra samma arbete men med mindre energiförbrukning, vilket uppskattades genom att mäta hästen syreupptag. De klippta hästarna arbetade med en signifikant lägre blodtemperatur. Efter arbetet återfick de klippta hästarna sin normala andningsfrekvens i vila fortare. Tolkningen av dessa resultat för att förklara skillnaden var att de klippta hästarna fick en underlättning i värmeavgivning och inte aktivt behövde använda lika mycket energi, för att göra sig av med sin värmelast. Ett annat intressant fynd var att det tog nästa två timmar för muskeltemperaturen, 5 cm under hudytan, att återhämta sig till vilovärdet. Det kan tyda på att det efter hårt arbete tar lång tid för hästen att återställa sin värmebalans pga av den värmelast hästen har.

Ventilation

Målet vid dimensionering av en ventilationsanläggning skall vara att klimatet i stallen faller inom de gränser där hästen med minsta ansträngning kan reglera sin värmebalans och kroppstemperatur. Sommartid görs ventilationens reglering så att stalltemperaturen ska hållas nere. Vintertid regleras ventilationen för att kontrollera luftens fuktighet och koncentration av koldioxid. Vintertid kan det vara optimalt att hålla stalltemperaturen strax över den temperatur som motsvarar hästens NKT. Då kommer hästen att avge minsta mängden fukt till omgivningen och mesta mängden fri värme (vilken värme och "torkar upp" stalluften). Dock måste stalltemperaturen anpassas efter vatteninstallationerna, så att vattenledningarna i stallen inte fryser. Vintertid har många stallar problem med fukt och kondens. Det beror på att kall luft inte kan bära lika mycket vattenånga och att fukt faller ut som kondens på kalla ytor. För att komma tillrätta med detta problem behövs ofta tillsatsvärme. Genom att klippa hästen vintertid kan tillförsel av fukt till stalluften minska. För den klippta hästen förskjuts NKT till en högre temperatur. På så sätt minimeras hästens fuktavgivning och maximeras den fria värmeavgivningen till stalluften, om luftens temperatur är nära den klippta hästens NKT.

Referenser

- Aspång, L. och Holmgren, S. 2006. Tävlingshästens nedre kritiska temperatur. Fördjupningsarbete nr 301. Enheten för hippologisk högskoleutbildning, SLU. Uppsala.
- Autio, E., Heisanen, M. L. and Mononen, J. 2007. Thermographic evaluation of lower critical temperature in weanling horses. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* **10** (3): 207-216.
- Cymbaluk, N. F. och Christison, G. L. 1990. Environmental effects on Thermoregulation and Nutrition of Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. **Vol. 6**. No. 2, August.
- McBride, G. E., Christopherson, R.J. and Sauer, W. 1985. Metabolic rate and thyroid hormone concentrations of mature horses in response to changes in ambient temperature. *Can. J. Anim. Sci.* **65**. s. 375-382.
- Morgan, K. 1998. Thermoneutral zone and critical temperatures of horses. *J. therm. Biol.* Vol **23** (1): 59-61.
- Morgan, K., Funkquist, P. och Nyman, G. 2002. The effect of coat clipping on thermoregulation during intense exercise in trotters. *Equine vet. J. Suppl.* **34** (2002) s. 564-567.
- Mount, L. E. 1973. the concept of thermoneutrality. In: Heat loss from animals and man – assessment and control. Ed. J. L. Monteith and L. E. Mount. Butterworth, London, sid 425-435.
- Ousey, J.C., McArthur, A.J., Murgatroyd, P.R., Steward, J.H. and Rosedale, P.D. 1992. Thermoregulation and total body insulation in the neonatal foal. *J. therm. Biol.* **17** (1) s 1-10.
- Ousey, J. C., McArthur, A. J. and Rosedale, P. D. 1997. Thermoregulation in sick foals aged less than one week. *Vet. J. Mar*; **153** (2): 185-196.
- Perman, J. 2000. Behöver hästen täcke på vintern? Fördjupningsarbete nr 111. Enheten för hippologisk högskoleutbildning, SLU. Uppsala.
- Young, B.A. and Coote, J. 1973. Some effects of cold on horses. Horse Report at Feeder's Day. University of Alberta, department of Animal Science.