



**Bilagor till:**

**Utformningen av hundkojor för utelevande  
draghundar**

– **en kvalitativ intervjustudie**

---

*Julia Hofman*  
2014

**Miljö- och hälsoskydd**

Examensarbete för kandidatexamen 15 hp

Lunds universitet



# Innehållsförteckning

## Bilaga 1

1. Enkät till draghundsverksamma i Norrbottens Län - samt svarsfördelning..... s.5

## Bilaga 2

### 2. Beräkningar och värmebalans

- 2.1 Inledningz.....s.27
- 2.2 Den nedre kritiska temperaturen..... s.27
- 2.2.1 Beskrivning av beräkningsmetodik.....s.27
- 2.2.2 Fastställande av rektaltemperatur..... s.28
- 2.2.3 Beräkning av  $P_{tot}$ .....s.28
- 2.2.4 Beräkning av kontaktytan mot omgivande luft.....s.31
- 2.2.5 Beräkning av det inre- och yttre värmemotståndet i hundens kropp.....s.31
- 2.2.6 Beräkning av kroppsytan.....s.33
- 2.2.7 Beräkning av den bundna värmeavgivningen.....s.33
- 2.2.8 Beräkning av den nedre kritiska temperaturen.....s.33
- 2.3 Isoleringens funktion i hundkojan..... s.37
- 2.3.1 Inledning.....s.37
- 2.3.2 Beskrivning av scenariona.....s.37
- 2.3.3 U-värdesberäkning..... s.38
- 2.3.4 Kondensrisk.....s.41
- 2.3.5 Värmeflödet från hundkoja.....s.43
- 2.5 Värmebalans.....s.44
- 2.5.1 Beskrivning av beräkningsmetodik.....s.44
- 2.5.2 Värmeavgivning genom andning..... s.45
- 2.5.3 Värmeavgivning genom konduktion.....s.45
- 2.5.4 Värmeavgivning genom strålning och konvektion.....s.46
- 2.5.5 Sammanfattning värmebalans.....s.47



## Bilaga 1: Enkät till draghundsverksamma i Norrbottens Län – samt svarsfördelning

### *Till er som bedriver draghundsverksamhet i Norrbottens län*

#### Bakgrund

Mitt namn är Julia Hofman och jag kommer från Skellefteå. För närvarande arbetar jag med mitt avslutande kandidatexamensarbete inom miljö- och hälsoskydd vid Lunds Universitet och det är i samband med detta som jag nu kontaktar er. Denna enkätundersökning är en del av examensarbetet och har som mål att förbättra kunskapen kring hur hundkojor bör utformas så att utelevande draghundar kan ges goda möjligheter att må bra och hålla sin kroppstemperatur. Då ni nu håller detta pappersark i handen har ni getts möjligheten att medverka i denna viktiga uppgift. Ni är utvald eftersom ni är hållare av draghundar i Norrbottens län. .

**Denna enkät är givetvis helt anonym.** För att kunna utföra nödvändiga beräkningar så kommer frågor rörande foder och vikter för enskilda individer ställas till er. Resultatet kommer sedan sammanföras till ett medelvärde för samtliga hundbesättningar som deltar i undersökningen.

#### Begränsningar

För att få ett representativt resultat och ett avgränsat arbete så har följande villkor ställts upp för vilka draghundar som denna enkätundersökning omfattar. Dessa är:

- ♣ Mankhöjden ska ligga mellan 53-65 cm
- ♣ Pälsen ska vara medeltjock. Ej så tjock päls som en renrasig polarhund, men ändå inneha en del underull under täckhåren.
- ♣ Draghundens vikt ska ligga mellan 17-25 kg

**Övriga hundar (samt hundkojor avsedda för de hundar) som ej uppfyller dessa villkor ska därmed utelämnas då ni besvarar frågorna i den här enkäten.**

Det maximala antalet hundar från respektive hundbesättning som kan ingå i denna enkätstudie är 10. Ifall ni har fler hundar får ni välja ut 10 av era hundar som passar bäst in på villkoren ovan. Var noga med att inte blanda ihop de individspecifika uppgifterna mellan de olika frågorna. Individ 1 i fråga 1 ska vara densamma som individ 1 i fråga 2. Det är okej att skriva namn istället för individ 1, individ 2 ... osv. ifall det underlättar ifyllandet av enkäten.

Denna undersökning är givetvis helt frivillig att delta i, men eftersom svarsfrekvensen ökar kvalitén på undersökningen så är det för mig av yttersta vikt att ni svarar på samtliga frågor och skickar in svaren i tid. Ifall ni har frågor rörande undersökningen eller enkäten så är ni välkomna att ringa eller maila till undersökningsledaren Julia Hofman.

**Jag hoppas få dina svar så fort som möjligt, men senast DD/MM -13.**

Tack på förhand för din medverkan.

Julia Hofman

*Undersökningsledare:*

Julia Hofman, Lunds Universitet  
070-6770229, julia\_hofman@hotmail.com

*Handledare:*

Krister Sällvik, Sveriges Lantbruksuniversitet

## Enkät: Hundkojor avsedda för draghundar

### Individspecifika frågor

1. Hur många år har ni bedrivit draghundsverksamhet/ägt draghundar? (Svarsfrekvens: 100 %)
- 0 % 1-5 år  
43 % 6-10 år  
14 % 11-15 år  
29 % 16-20 år  
14 % Mer än 20 år

2. Ungefär hur många draghundar har ni er besättning? (Svarsfrekvens: 100 %)
- 29 % 1-10 st  
13 % 11-20 st  
0 % 21-30 st  
29 % 31-40 st  
29 % Mer än 40 st

3. Vilket kön har era draghundar? (Svarsfrekvens: 100 %)

	Tik	Hanhund
Individ 1:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Individ 2:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Individ 3:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Individ 4:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Individ 5:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Individ 6:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Individ 7:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Individ 8:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Individ 9:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Individ 10:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Totalt: 57 individer, könsfördelning: 48 % tikar, 52 % hanhundar

4. Är någon/några av de draghundar som deltar i enkätundersökningen dräktiga?  
Om ja, vilken/vilka individer? och hur långt gångna är dessa (dagar)? (Svarsfrekvens: 100 %)
- 0 % Ja,.....  
100 % Nej

5. Hur många år är era draghundar? (Svarsfrekvens: 100 %)

Individ 1:.....år  
Individ 2:.....år  
Individ 3:.....år  
Individ 4:.....år  
Individ 5:.....år  
Individ 6:.....år  
Individ 7:.....år  
Individ 8:.....år  
Individ 9:.....år  
Individ 10:.....år

Medelvärde: 4,6 år (Median: 4år), Min: 9 månader och Max: 9 år.

6. Ifall ni känner till det; vad är det sammanlagda **energiinnehållet** (MJ/dag eller kcal/dag) i det fodret ni utfodrar era draghundar med dagligen under **sommarmånaderna**? (om denna fråga besvaras kan fråga 7 och 8 hoppas över) (Svarsfrekvens: 43 %)

Individ 1:.....  
Individ 2:.....  
Individ 3:.....  
Individ 4:.....  
Individ 5:.....  
Individ 6:.....  
Individ 7:.....  
Individ 8:.....  
Individ 9:.....  
Individ 10:.....

66% O Jag känner ej till energiinnehållet

Efter sammanställning av uppgifterna i fråga 7 och 8 kunde översiktliga värden på energiinnehållet i efterhand beräknas för de 6 draghundsägare som ej angett energiinnehållet i fodergivan. Följande värden kunde erhållas för de 57 hundarnas genomsnittliga energiintag (enhet: MJ) under sommarmånaderna:

Medelvärde: 5,9MJ (Median: 6,3MJ), Min: 3,8MJ och Max: 9,3MJ

7. Hur stor **mängd** foder (kg/hund) utfodrar ni era draghundar med dagligen under **sommarmånaderna** (i snitt)? Våtfoder uppskattas i den mängd som den har i torrt tillstånd, eller ange torrsubstanshalten i %. (Svarsfrekvens: 57 %)

Individ 1:.....  
Individ 2:.....  
Individ 3:.....  
Individ 4:.....  
Individ 5:.....  
Individ 6:.....  
Individ 7:.....  
Individ 8:.....  
Individ 9:.....  
Individ 10:.....

Övriga kontaktades i efterhand för komplettering av uppgifter → 100 %

8. Vilken **typ av foder** (torr/våt-foder, skriva gärna ut vilket märke det handlar om) utfodrar ni era draghundar med dagligen under **sommarmånaderna** (i snitt)? (Svarsfrekvens: 71 %) Ange proportioner av respektive foder-typ framför ifall det är flera.

- Individ 1:.....
- Individ 2:.....
- Individ 3:.....
- Individ 4:.....
- Individ 5:.....
- Individ 6:.....
- Individ 7:.....
- Individ 8:.....
- Individ 9:.....
- Individ 10:.....

Övriga kontaktades i efterhand för komplettering av uppgifter → 100 %

9. Ifall ni känner till det; vad är det sammanlagda **energiinnehållet** i det fodret ni utfodrar era draghundar med dagligen under **vintermånaderna** (i snitt)? (Svarsfrekvens: 57 %) (om denna fråga besvarats kan fråga 10 och 11 hoppas över)

- Individ 1:.....
- Individ 2:.....
- Individ 3:.....
- Individ 4:.....
- Individ 5:.....
- Individ 6:.....
- Individ 7:.....
- Individ 8:.....
- Individ 9:.....
- Individ 10:.....

50%  Jag känner ej till energiinnehållet

Efter sammanställning av uppgifterna i 10 och 11 kunde översiktliga värden på det genomsnittliga energiinnehållet i efterhand beräknas för de 5 draghundsägare som ej angett energiinnehållet i fodergivan. Följande värden kunde erhållas för de 57 hundarnas energiintag (enhet: MJ) under vintermånaderna:

Medelvärde: 10,08 MJ (Median: 10,05MJ), Min: 6,45MJ och Max: 15,56MJ



10. Hur stor **mängd** foder (kg/hund) utfodrar ni era draghundar med dagligen under **vintermånaderna** (i snitt)? Våtfoder uppskattas i den mängd som den har i torrt tillstånd, eller ange torrsubstanshalten i %. (Svarsfrekvens: 57 %)

Individ 1:.....  
Individ 2:.....  
Individ 3:.....  
Individ 4:.....  
Individ 5:.....  
Individ 6:.....  
Individ 7:.....  
Individ 8:.....  
Individ 9:.....  
Individ 10:.....

Övriga kontaktades i efterhand för komplettering av uppgifter → 100 %

11. Vilken **typ av foder** (torr/våt-foder, skriva gärna ut vilket märke det handlar om) utfodrar ni era draghundar med dagligen under **vintermånaderna** (i snitt)? (Svarsfrekvens: 71 %) Ange proportioner av respektive foder-typ framför ifall det är flera.

Individ 1:.....  
Individ 2:.....  
Individ 3:.....  
Individ 4:.....  
Individ 5:.....  
Individ 6:.....  
Individ 7:.....  
Individ 8:.....  
Individ 9:.....  
Individ 10:.....

Övriga kontaktades i efterhand för komplettering av uppgifter → 100 %

12. Vad väger era draghundar? (Svarsfrekvens: 100 %)

Individ 1:.....kg  
Individ 2:.....kg  
Individ 3:.....kg  
Individ 4:.....kg  
Individ 5:.....kg  
Individ 6:.....kg  
Individ 7:.....kg  
Individ 8:.....kg  
Individ 9:.....kg  
Individ 10:.....kg

Medelvärde: 22,6kg (Median: 23kg), Min: 17kg, Max: 26,5kg

13. Vilka rektaltemperaturer (temperatur mätt i ändtarmen) brukar era hundar ha i vila – vid friskt tillstånd? Ungefärligt värde är godtagbart. (Svarsfrekvens: 71 %)

- Individ 1:..... °C
- Individ 2:..... °C
- Individ 3:..... °C
- Individ 4:..... °C
- Individ 5:..... °C
- Individ 6:..... °C
- Individ 7:..... °C
- Individ 8:..... °C
- Individ 9:..... °C
- Individ 10:..... °C
- 20 %  Osäker, men kring.....38,5 °C
- 20 %  Osäker, men kring.....38 °C
- 20 %  Osäker, men kring.....37 °C
- Osäker, men kring.....°C
- 40 %  Vet ej

### ***Frågor angående hundkojorna***

14. Vars kommer era draghundars hundkojor ifrån?

(Flera val möjliga, om det varierar mellan hundkojorna)

- 25 %  Köpt begagnad
- 8 %  Beställd från en återförsäljare. Namnet på denna återförsäljare:.....
- 25 %  Byggd av ägaren eller någon annan privatperson enligt mall
- 34 %  Byggd av ägaren eller någon annan privatperson med erfarenhet av att bygga hundkojor
- 8 %  Byggd av ägaren eller någon annan privatperson utan tidigare erfarenhet eller mall
- Annat:.....

15. Anpassar ni hundkojorna efter de individer som ska använda dom?

(ex. bygger olika storlek på kojorna och byter sinsemellan allt eftersom de växer ut)

- Ja
- 83%  Nej
- 17%  Annat: Vi bygger lagom storlek så att de passar alla då vi vill kunna flytta runt på hundarna
- Annat:

Kommentar: Jag hade gärna gjort det, men alla är ändå för stora

16. Vilka mått har era hundkojor? (Svarsfrekvens: 71 %)  
 (Ifall olika mellan hundkojorna, välj den hundkoja som bäst representerar medelvärdet för era hundkojor för de aktuella hundarna)

Höjd:.....m, ifall olika höjd: Fram:.....m, bak:.....m  
 Bredd:.....m  
 Djup:.....m

Tabell 1: Visar de olika måttangivelser som enkättagarna angav för draghundarna hundkojor.

Yttermått (m)	Höjd (antal)	Bredd (antal)	Djup (antal)
0,50 - 0,59			1
0,60 - 0,69	2	1	
0,70 - 0,79	2	1	
0,80 - 0,89		1	2
0,90 - 0,99	1	1	
1,00 - 1,09			1
1,10 - 1,19		1	1

Tabell 2: Visar medelvärde och median för de i fråga 16 angivna måtten på dörröppningarnas höjd, bredd, djup. Volymen har även räknats ut från medelvärde. Standardavvikelsena för respektive parameter har beräknats för att se vars osäkerheten i svaren var som störst.

	Höjd (m)	Bredd (m)	Djup (m)	Volym (m <sup>3</sup> )
Medelvärde	0,72	0,85	0,87	0,55
Median	0,70	0,85	0,85	0,51
Standardavvikelse	0,13	0,32	0,211	0,21

17. Är era hundkojor anpassade för att en eller flera hundar ska bo i dom?  
 (Ifall olika mellan hundkojorna, välj den hundkoja som bäst representerar medelvärdet för era hundkojor för de aktuella hundarna) (Svarsfrekvens: 100 %)

- 43 %  En
- 29 %  Flera: 2 st
- Flera:.....st
- 14 %  Annat: En koja per varje hund, men 2-3 kojor i vare "hus"
- 14 %  Annat: Vissa ja, vissa nej
- Annat: .....

18. Är era hundkojor upphöjda från marken (kojorna står på ben)? I så fall varför?  
(Ifall olika mellan hundkojorna, välj den hundkoja som bäst representerar medelvärdet för era hundkojor för de aktuella hundarna) (Svarsfrekvens: 100 %)

- 100 %     Ja,.....  
           Nej  
           Annat: .....

Kommentar: Rastgårdarna byggda på trädäck (altan) ca 50 cm ovan mark,

Motiveringar till svaren på fråga 18:

- Minska risken för fukt, minska markkylan.
- För att undvika att hundarna kissar på hundkojorna, komma upp från snön samt ge en liggplats under.
- Pga. snön och att det ska vara luft mellan, både för värmen och att materialet ska hållas i bra skick.
- Minimera snö och väderlek i kojor
- Bättre skydd mot blöt snö/kyla etc. Lättare att hantera

19. Vilken typ av ventilation har ni i era hundkojor (Ifall olika mellan hundkojorna, välj den hundkoja som bäst representerar medelvärdet för era hundkojor för de aktuella hundarna)  
(Svarsfrekvens: 100 %)

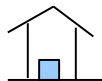
- Mekanisk (en fläkt installerad i taket som alstrar över- eller undertryck inne i hundkojan)
- 11 %     Självdrag endast (drag skapas i hundkojan genom att luft släpps ut genom taket)
- 22 %     Självdrag med ventil i hundkojans borte ände.
- 67 %     Endast genom dörröppningen
- Annan.....

20. Om ”mekanisk” ventilation, vilken **diameter** har fläkten? (Svarsfrekvens: 0 %)

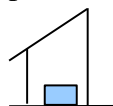
- Följande: .....cm
- Vet ej

21. Hur är ert tak på hundkojan utformat? (Svarsfrekvens: 100 %)  
(Ifall olika mellan hundkojorna, välj den hundkoja som bäst representerar medelvärdet för era hundkojor för de aktuella hundarna)

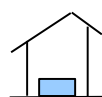
11 %  Sadeltak



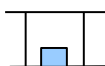
22 %  Pulpettak



Blandning mellan sadel- och Pulpettak



67 %  Platt



Annat:.....

22. Hur är dörröppningarna på era hundkojor utformade? (Svarsfrekvens: 100 %)  
(Ifall olika mellan hundkojorna, välj den hundkoja som bäst representerar medelvärdet för era hundkojor för de aktuella hundarna) (flera val möjligt)

7 %  Cirkulära

7 %  Halvcirkelformade

40 %  Kvadratisk

33 %  Utrustad med ett vindskydd för dörröppningen

6 %  Utrustad med lucka för dörröppningen

7 %  Annat: De har förrum i hundkojorna innan de går in där de ligger och sover.

23. Hur anser ni att ett vindskydd eller en lucka för dörröppningen påverkar hundens närmiljö (med avseende på temperatur eller drag) i hundkojan? (Flera val möjligt)  
(Svarsfrekvens: 100 %, de 7 deltagarna hade tillsammans 9 markeringar)

De förbättrar hundens närmiljö och är avgörande för att hunden ska trivas i kojan

45 %  De förbättrar hundens närmiljö men är inte avgörande för att hunden ska trivas i kojan

11 %  De förbättrar inte hundens närmiljö

44 %  Jag tror många hundar brukar föredra att ha en god utsikt framför en lucka/vindskydd för dörröppningen.

Vet ej

Vill inte uttala mig

Annat:.....

24. Ungefär hur stor är hundkojornas dörröppning? (Svarsfrekvens: 71 %)  
 (Ifall olika mellan hundkojorna, välj den hundkoja som bäst representerar medelvärdet för era hundkojor för de aktuella hundarna)  
 Följande:.....m<sup>2</sup>  
 Vet ej

Tabell 3: Visar de areor som enkättagarna angav att deras hundkojors dörröppningar har.

Area (m <sup>2</sup> )	Antal
>0,15	
0,01 - 0,05	
0,06 - 0,10	4
0,11- 0,15	
>0,15	1

Tabell 4: Visar medelvärde och medianstorlek på den dörröppning som enkättagarna angav att de har till draghundarnas hundkojor.

	Area (m <sup>2</sup> )
Medelvärde	0,09
Median	0,075
Standardavvikelse	0,036

25. Har ni isolering i någon del av era hundkojor? (Svarsfrekvens: 100 %)  
 100 %  Ja  
 Nej

Om ”Nej”, gå direkt vidare till fråga 30

26. Vilka delar av hundkojorna är isolerade? (Svarsfrekvens: 100 %)  
 (Ifall olika mellan hundkojorna, välj den hundkoja som bäst representerar medelvärdet för era hundkojor för de aktuella hundarna)  
 100 %  Väggar  
 100 %  Tak  
 100 %  Golv  
 Jag är osäker om det finns isolering i.....

27. Vilken eller vilka **typer av isolering** har ni i **väggarna** på era hundkojor och **hur tjocka** (mm) är dessa isoleringar? Ange även ifall det finns en luftspalt mellan inner/ytterväggen och isoleringen. (Ifall olika mellan hundkojorna, välj den hundkoja som bäst representerar medelvärdet för era hundkojor för de aktuella hundarna) (Svarsfrekvens: 100 %)  
 100 %  Följande:.....,  
 Vet ej

Tabell 5: Visar de olika isoleringstyper och tjocklekar som enkättagarna angav att de har i väggarna på draghundarnas hundkojor i fråga 27.

Tjocklek isolering (mm)	Frigolit (antal)	Mineralull (antal)
1 – 20	1	
21 – 40	2	
41 – 60	1	1
61 – 80		
Ej angiven	2	

Tabell 6: Visar medelvärde, median och standardavvikelse för de fem tjocklekar som enkättagarna angivit för isoleringsmaterialet i hundkojornas väggar.

	Tjocklek isolering (mm) - Frigolit
Medelvärde	37,5
Median	40
Standardavvikelse	10.89

28. Vilken eller vilka **typer av isolering** har ni i **taket** på era hundkojor och **hur tjocka** (mm) är dessa isoleringar? (Ifall olika, välj den hundkoja som bäst representerar medelvärdet för era hundkojor för de aktuella hundarna) (Svarsfrekvens: 100 %)

100 %  Följande:.....,  
 Vet ej

Tabell 7: Visar de olika isoleringstyper och tjocklekar som enkättagarna angav att de har i taken på draghundarnas hundkojor i fråga 28.

Tjocklek isolering (mm)	Frigolit (antal)	Mineralull (antal)
1 – 20	1	
21 – 40	2	
41 – 60	2	1
61 – 80		
Ej angiven	1	

Tabell 8: Visar medelvärde, median och standardavvikelse för de fem tjocklekar som enkättagarna angivit för isoleringsmaterialet i hundkojornas tak.

	Tjocklek isolering (mm) - Frigolit
Medelvärde	40
Median	40
Standardavvikelse	10,95

29. Vilken eller vilka **typer av isolering** har ni i **golvet** på era hundkojor och **hur tjocka** (mm) är dessa isoleringar? (Ifall olika, välj den hundkoja som bäst representerar medelvärdet för era hundkojor för de aktuella hundarna) (Svarsfrekvens: 100 %)

100 % O Följande:.....,.....,  
O Vet ej

Tabell 9: Visar de olika isoleringstyper och tjocklekar som enkättagarna angav att de har i golven på draghundarnas hundkojor i fråga 29.

Tjocklek isolering (mm)	Frigolit (antal)	Mineralull (antal)
1 – 20	1	
21 – 40	1	
41 – 60	2	1
61 – 80	1	
Ej angiven	1	

Tabell 10: Visar medelvärde, median och standardavvikelse för de fem tjocklekar som enkättagarna angivit för isoleringsmaterialet i hundkojornas golv.

	Tjocklek isolering (mm) - Frigolit
Medelvärde	46
Median	45
Standardavvikelse	17,65



30. Ange de vanligaste beteendena som era draghundar kan uppvisa vid **väldigt varmt** väder?

(Svarsfrekvens: 100 %, de 7 deltagarna hade tillsammans 26 markeringar)

- 4 %  Tar skydd längst in i hundkojan
- 11 %  Tar skydd inne i hundkojan, men närmare dörröppningen
- 19 %  Tar skydd bakom hundkojan
- 19 %  Tar skydd i annan del av rastgården
- 8 %  Gräver ner sig och låter fuktig jord/sand svalka
- 15 %  Ligger på kojan
- 8 %  Beter sig som vanligt
- Rör sig mer än normalt
- 12 %  Rör sig mindre än normalt
- Vet ej
- 4 %  Annat: Ligger under kojan
- Annat:.....

31. Ange de vanligaste beteendena som era draghundar kan uppvisa vid **väldigt kallt** väder?

(flera val möjligt) (Svarsfrekvens: 100 %, de 7 deltagarna hade tillsammans 17 markeringar)

- 17 %  Tar skydd längst in i hundkojan
- 17 %  Tar skydd inne i hundkojan, men närmare dörröppningen
- Tar skydd bakom hundkojan
- Tar skydd i annan del av rastgården
- Gräver ner sig i snö/jord/sand
- 24 %  Ligger sig tätt intill andra hundar inne i kojan
- 6 %  Ligger sig tätt intill andra hundar utanför kojan
- 6 %  Ligger på kojan
- 12 %  Beter sig som vanligt
- Rör sig mer än normalt
- 18 %  Rör sig mindre än normalt
- Vet ej
- Annat:.....

32. Ange de vanligaste beteendena som era draghundar kan uppvisa vid **fuktigt/regnigt** väder?

(flera val möjligt) (Svarsfrekvens: 100 %, de 7 deltagarna hade tillsammans 13 markeringar)

- 23 %  Tar skydd längst in i hundkojan
- 38%  Tar skydd inne i hundkojan, men närmare dörröppningen
- Tar skydd bakom hundkojan
- Tar skydd i annan del av rastgården
- Gräver ner sig i snö/jord/sand
- 8 %  Ligger på kojan
- 8 %  Beter sig som vanligt
- Rör sig mer än normalt
- 23 %  Rör sig mindre än normalt
- Vet ej
- Annat:.....

33. Har ni märkt av att någon av dina hundar vid något tillfälle sett ut att vara besvärad av vädret/klimatet då denna/dessa vistas i hundrastgården? (Då de har varit friska och ej svettiga i övrigt) (Svarsfrekvens: 100 %)

14 %  Ja, ett flertal av hundarna

14 %  Ja, enstaka hundar

72 %  Nej

Kanske, då .....

34. Om ”ja” eller ”kanske” på fråga 33, ungefär hur ofta har det inträffat att någon av dina hundar sett ut/kanske sett ut att vara besvärad av vädret/klimatet då denna/dessa vistas i hundrastgården? (Då de har varit friska och ej svettiga i övrigt) (Svarsfrekvens: 28 %)

Färre än en gång per år

Ett par gånger per år, förhållandevis jämt fördelat över året.

Ett par gånger i månaden, förhållandevis jämt fördelat över året.

50 %  Ett par gånger per år, under specifika månader.

50 %  Ett par gånger i månaden, under specifika månader.

Annat:.....

35. Om ”ja” eller ”kanske” på fråga 33, har någon särskild situation föranlett till att hunden verkade vara besvärad av vädret/klimatet? (Då de har varit friska och ej svettiga i övrigt) (ex. särskilda temperaturer? Kraftig blåst? Fuktighet/regn?) (Svarsfrekvens: 28 %)

50 %  Ja, beskriv situationen: Extrem kyla eller värme (under -30 eller över +25)

50 %  Ja, beskriv situationen: Väldigt kallt väder, de korthårigaste hundarna

Ja, beskriv situationen:.....

Nej

Vet ej

36. Händer det ibland att ni tar in era hundar i huset på grund av dåligt väder?

(Svarsfrekvens: 100 %)

71 %  Ja

29 %  Nej

Annat:.....

Kommentarer:

- Vid stark kyla
- Inte bara för dåligt väder, även för att umgås eller om hunden är sjuk

37. Om ja på fråga 36, vid ungefär vilken väderlek tar ni in dom i huset? (Svarsfrekvens: 71 %) (ifall de varit friska och ej svettiga i övrigt) (flera val möjligt)

- 20 %  Om det är kallare än -30°C (under flera dagar)
- 20 %  Om det är kallare än -40°C
- 20 %  Om det är kallare än -20°C
- 20 %  Om det är kallare än -20°C (de korthåriga hundarna endast)
- 20 %  Annat: Inte bara för dåligt väder, även för att umgås eller om hunden är sjuk
  - Om det är kallare än.....°C
  - Om det blåser mer än.....m/s
  - Om det regnar eller snöar mycket
  - Om det är hög luftfuktighet
  - Annat:.....

Kommentar:

- Vi tar inte in dom för att det behövs, de trivs ute, men det känns bra för oss.

38. Vars anser ni att isolering av hundkojan borde vara viktigast? (flera val möjligt) (Svarsfrekvens: 100 %, de 7 deltagarna markerade tillsammans 12 punkter)

- 54 %  I botten
- 15 %  I väggarna
- 31 %  I taket
- Isolering behövs inte i hundkojor avsedd för draghundar av den här typen
- Vet ej
- Annat:.....

39. Hur lämpliga anser ni att dessa isoleringsmaterial är vid isolering av en hundkoja avsedd för utomhuslevande draghundar, ur hälso-, ekonomisk- samt effektivitetssynpunkt? (Svarsfrekvens: 100 %)

Tabell 11: Visar varje enkättagare samlade åsikter och erfarenhet kring olika isoleringsmaterials lämplighet med avseende draghundarnas hälsa.

Hundarnas hälsa					Vet ej/ vill ej uttala mig (%)
	Mycket dåligt (%)	Dåligt (%)	Bra (%)	Mycket bra (%)	
Cellplast (ex frigolit)		14		71	14
Sågspån	29	14	14		43
Papper	29	14	14		43
Halm	14	14	29		43
Trä	14		14	29	43
Luftspalt	14		29		57
Mineralull		29	43	14	14

Tabell 12: Visar varje enkättagare samlade åsikter och erfarenhet kring olika isoleringsmaterials lämplighet ur ekonomisk synpunkt

Ekonomi

	Mycket dåligt (%)	Dåligt (%)	Bra (%)	Mycket bra (%)	Vet ej/vill ej uttala mig (%)
Cellplast (ex frigolit)		14	29	43	14
Sågspån	14		14	14	57
Papper	14	14		14	57
Halm		14	14	14	57
Trä			29	14	57
Luftspalt			14	14	71
Mineralull		29	29	29	14

Tabell 13: Visar varje enkättagare samlade åsikter och erfarenhet kring olika isoleringsmaterials lämplighet ur effektivitets synpunkt.

Isolerande förmåga

	Mycket dåligt (%)	Dåligt (%)	Bra (%)	Mycket bra (%)	Vet ej/vill ej uttala mig (%)
Cellplast (ex frigolit)			14	71	14
Sågspån	14	43	14		43
Papper	29	14	14		43
Halm		29	29		43
Trä	14	14	29		43
Luftspalt	14		14		71
Mineralull	14		29	43	14

Vet inte

Vill inte uttala mig

Tabell 14: Visar de olika svaren har poängsatts för att gradera och summera svaren på fråga 39

Mycket dåligt	Dåligt	Bra	Mycket bra	Vet ej, vill ej uttala mig
1	2	3	4	0

Tabell 15: Visar vilka poäng som representerar respektive bedömning

Gradering	Bedömning
0 - 21	Mycket dåligt
21 - 42	Dåligt
43 - 63	Bra
63 - 84	Mycket bra

Tabell 16: Visar vilka poäng som respektive isoleringsmaterial erhöill och hur bra eller dåliga dessa var med avseende på samtliga tre aspekter (hälsa, ekonomi och effektivitet). Ju lägre svarsfrekvens desto sämre säkerhet utgör svaren vilket även sänker poängen och därigenom den samlade bedömningen för det aktuella isoleringsmaterialet.

Isoleringsmaterial	Summa	Bedömning	Svarsfrekvens
Cellplast (ex frigolit)	65	Mycket bra	86 %
Mineralull	54	Bra	86 %
Trä	31	Dåligt	52 %
Halm	28	Dåligt	52 %
Sågspån	20	Mycket dåligt	48 %
Papper	19	Mycket dåligt	52 %
Luftspalt	18	Mycket dåligt	33 %

40. Vilken av isoleringstyperna i fråga 39 anser ni skulle passa bäst vid byggandet av hundkojor med avseende på hundarnas hälsa, ekonomi respektive effektivitet? Varför?

(Svarsfrekvens: 86 %)

67 %  Följande: Cellplast (ex frigolit)

33 %  Följande: Trä

Följande:.....

33 %  Vet ej

Vill inte uttala mig

Kommentarer:

- Frigolit tycker jag är bäst. Isoleringförmåga 500 (Tryckpåkänningen kPa ökar med högre densitet - ju högre ju bättre), okänsligt för fukt. Lätt att använda.
- Frigolit, bra k-värde, lätt att få fatt, drar inte till sig fukt.
- Halm i botten, frigolit
- Cellplast, helst markisoleringsskivor, vilka klarar väta och torka. Lätta att använda och hantera.
- Trä är harmlöst för hundarna + det är billigare + hundar har en bra underpäls – och hur mäter du vad som är bra eller effektivt?

41. Vad använder ni som liggunderlag i hundkojan? (flera val möjligt)

(Svarsfrekvens: 100 %, de 7 deltagarna markerade tillsammans 14 punkter)

43 %  Halm (1: 15 – 20cm).....cm

21 %  Hö (1: 15 – 20cm).....cm

Gummimatta.....cm

Filttyg.....cm

Skummadrass.....cm

”Bia-madrass” eller liknande.....cm

14 %  Sågspån.....cm

14 %  Annat: Träull (1: 15 – 20cm).....cm

8 %  Annat: Kutterspån

Annat:.....

Det behövs inga liggunderlag i hundkojor avsedda för draghundar

42. Bland de liggunderlag ni har använt, vilket anser ni varit det bästa (för hundens välbefinnande, ekonomiskt och lätt att sköta)? Och ungefär hur tjockt var detta? (Svarsfrekvens: 100 %, de 7 deltagarna markerade tillsammans 9 punkter)

- 56 %  Halm.....cm
- 11 %  Hö.....cm
- Gummimatta.....cm
- Filtyg.....cm
- Skummadrass.....cm
- ”Bia-madrass” eller liknande.....cm
- 22 %  Sågspån.....cm
- 11 %  Annat: Träull.....cm
- Annat:.....cm
- Det behövs inga liggunderlag i hundkojor avsedda för draghundar

Tabell 17: Visar vilka liggunderlag och tjocklekar som enkättagarna angav att de använder inne i hundkojorna till sina draghundar.

Liggunderlagets tjocklek (cm)	Halm (antal)	Hö (antal)	Sågspån (antal)	Träull (antal)
1 – 5	1		2	
6 – 9	1			
10 – 15	2			1
16 – 19	1			
20 – 25				
Ej angiven		1		

Tabell 18: Visar medeltjocklek, median och standardavvikelse för de fem tjocklekar som enkättagarna angav att de använder som liggunderlag i sina hundkojor

	Liggunderlagets tjocklek (cm) - halm
Medelvärde	10,5
Median	10
Standardavvikelse	4,48

Medelvärde och median för de övriga materialen beräknades ej eftersom för få referenspunkter fanns att tillgå för dessa.

43. Vid vilka tjocklekar hade ni ansett att följande material skulle vara godtagbara att använda som liggunderlag i hundkojor avsedda för utelevande draghundar (om detta material var det enda liggunderlaget)? Om materialet inte är lämpligt att använda som liggunderlag alls, skriv "ej" istället. (Svarsfrekvens: 86 %, de 6 deltagarna markerade tillsammans 34 punkter)

- 18 %  Halm.....cm
  - 12 %  Hö.....cm
  - 9 %  Gummimatta.....cm
  - 9 %  Filtyg.....cm
  - 12 %  Skummadrass.....cm
  - 12 %  "Bia-madrass" eller liknande.....cm
  - 18 %  Sågspån.....cm
  - 3 %  Annat: Kutterspån
  - 9 %  Annat: Träull
- Det behövs inga liggunderlag i hundkojor avsedda för draghundar

Tabell 19: Visar de tjocklekar som enkättagarna ansåg vara godtagbara för att de olika liggunderlagen ifall de avsåg utgöra homogena bäddar åt draghundarna.

Tjocklek (cm)	Halm (antal)	Hö (antal)	Sågspån (antal)	Gummimatta (antal)	Filtyg (antal)	Skummadrass (antal)	Bia-madrass (antal)	Kutterspån (antal)	Träull (antal)
1 – 5	1		2						
6 – 9	1								1
10 – 15	2	2	1		1		1	1	1
16 – 19	1	1							
20 – 25									
25 – 30			1						
Ej lämplig			1	4	3	4	3		
Ej angiven	1	1	1						1

Tabell 20: Visar medeltjocklek, median och standardavvikelse för de fem tjocklekar som enkättagarna angett vara godtagbara för liggunderlag till draghundar.

	Liggunderlag tjocklek (cm) – hö	Liggunderlagets tjocklek (cm) – Sågspån	Liggunderlagets tjocklek (cm) – halm
Medelvärde	16,7	10,88	10,5
Median	17,5	6,75	10
Standardavvikelse	3,11	10,02	4,48

Medelvärde och median för de övriga materialen beräknades ej eftersom för få referenspunkter fanns att tillgå för dessa.

44. Hur har ni utformat er hundkoja så att insynen är god samt tillgängligheten är bra för rengöring (även inuti)? (Svarsfrekvens: 100 %)

.....

.....

.....

.....

#### Kommentarer till fråga 44:

- Hundkojorna är byggda i plywood och regelvirke (45x45mm)
- De är isolerade runtom med frigolit.
- Innertaket sitter fast i yttertaket.
- Taket går att lyfta bort.
- Taket går att lyfta av.
- Kunna öppna taket
- Avtagbara tak.
- Taket går att lyfta av
- De är lackerade för att vara släta och hålla bra.
- Öppningen sitter på ena sidan av framväggen (långsidan)
- Dörröppningar som man kan kolla in genom.
- Alla dörröppningar på hundkojorna är vända mot huset så att vi även kan se dem inifrån köket/vardagsrummet.
- Möjligheter att rengöra hundkojorna är okej
- Kan öppna/ta bort taket

45. Har ni några övriga idéer eller synpunkter om hur hundkojor för utelevande draghundar kan/bör utformas (ex. isolering, taklutning, sätt att förbättra arbetsmiljön, om dörröppning bör vara upphöjd i förhållande till marken, om golvet bör vara upphöjt från marken, eller om det bör finnas någon särskild inredning i hundkojan). Beskriv även för- och nackdelar med dessa. (Svarsfrekvens: 71 %)

.....  
.....  
.....  
.....

#### Svar på fråga 45:

- Dörröppningen bör vara en bit från marken (ca 30 cm) så att hundarna lätt kommer in i hundkojorna även vintertid när snö lagt sig.
- Upphöjd dörröppning hindrar kyla från att komma in.
- Kojöppningen ska vara upphöjd så att ströet stannar kvar i kojan.
- Kojan ska vara upphöjd.
- Isolering runtom tycker jag är självklart.
- Isolering i golv obligatoriska, ej i väggar och tak.
- Hundkojan ska ej vara större än att hundarna kan värma upp den med sin egen kroppsvärme.
- Det viktigaste är att liggunderlaget är torrt och att det är vindskyddat.
- Viktigast av allt, EJ för stora hundkojor. Dagens mått är alldeles för stora vilket gör att hundar kan pissa inne i hundkojorna, detta är EJ bra. Ju längre norrut (kallare klimat) desto mindre behöver kojorna vara.



46. Vad anser ni om den här undersökningen? (flera val möjligt)

(Svarsfrekvens: 100 %, de 7 deltagarna markerade tillsammans 8 punkter)

- 86 %  Bra
- Dålig
- 14 %  Behövs
- Onödig
- Jag har saknat lättillgängliga tips på hur man kan/bör utforma sina hundkojor
- Skulle behövas en annan typ av undersökning än den här
- Annat:.....

47. Vad anser du om den här enkäten? (flera val möjligt)

(Svarsfrekvens: 100 %, de 7 deltagarna markerade tillsammans 9 punkter)

- 66 %  Bra
- 11 %  Dålig
- 11 %  Frågorna skulle ställts annorlunda
- Struktureringen av frågorna skulle ha gjorts annorlunda
- 11 %  Annat: En del frågor är svåra att svara på då de är så utförliga, så risken är att svaren inte blir fullständiga
- Annat:.....

Övriga kommentarer: (Svarsfrekvens: 29 %)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Svar 1:

Det är bra med en undersökning om hundkojor för utelevande draghundar. De kojor som vi har tagit med är de som vi har flest av och som vi tycker har bra storlek. Vi har också kojor som är större och byggda enligt de mått som Jordbruksverket anger. Vi har haft många sådana stora kojor men har bytt ut dem allt eftersom till mindre som ger hundarna större komfort. Innan vi började byta ut dem minskades de invändigt genom att höja golven, sänka ner taken och minska i längden genom att sätta in en ny vägg. De flesta kennlar har byggt kojor enligt de nya reglerna och jag tror att många hundar kommer att frysa. Hundarna ligger hoprullade när det är kallt och skulle de vara vilda djur skulle de sova i hålor som var så små att de med lätthet kan hålla värmen. Sträcka ut sig kan de göra på vår och sommar. Stora hundkojor är negativt för hundarnas komfort.

Svar 2:

Om du verkligen vill göra skillnad för vad som är bäst för hundarna så finns det så många andra faktorer att ta i beaktande. Ex. hundarnas arbete, vilka hundar som delar bur, sociala interaktioner mellan hundarna är också viktigt. Denna undersökning är bara baserad på åsikter och fakta. Hundar har personlighet och reagerar olika i olika situationer. Vissa hundar sover utomhus även i -35. Vi har gjort vissa undersökningar här med 4 hundar i en rastgård med 3 hundkojor, en isolerad, en utan isolering och en gammal liten halvt uppäten hundkoja. Hundarna är sociala, tränas 5ggr i veckan och är enligt mig en bra sammansatt grupp. Det slutar med att de börjar bråka med varandra om den lilla och halvt uppätta hundkojan istället för den isolerade. 3 hundar sågs ligga på varandra i den mindre kojan istället för den isolerade. Det är såklart inte alla som har den lyxen att kunna välja typ av hundkoja. Men vad säger inte detta om hundkojors storlek och isolering?

***Tack för din medverkan!***

***Enkäten ska vara inskickad senast DD/MM -13***

## Bilaga 2

### 2. Beräkningar och värmebalans

#### 2.1 Inledning

Vid utformandet av hundkojor finns många välfärdsaspekter som behöver tas i beaktande, exempelvis isoleringstjocklek, luftomsättning, hundkojans storlek och lokalisering samt val av byggnadsmaterial. Varje välfärdsaspekt är viktig av olika anledningar, och av denna anledning bör aldrig en aspekt prioriteras framför en annan. Syftet med detta avsnitt är att undersöka hur värmeavgivningen från hundar av typen Alaskan Husky påverkas då hunden antas vara i termisk komfort. Utifrån detta ska sedan slutsatser dras för hur olika faktorer påverkar hundarnas termiska komfort, och vad man då bör ha i åtanke vid utformandet av en hundkoja. De värden som har använts i modellen grundas i de uppgifter som inkommit från de deltagande draghundsägarna. Men som alla modeller och teoretiska beräkningar måste viss hänsyn tas att de kan avvika en aning från de verkliga förhållandena.

För att få en inblick i hur mycket olika närmiljöfaktorer påverkar hunden och dess termiska komfort i hundkojan så kommer påverkan från ett par sådana beräknas teoretiskt. Målet är att erhålla en värmebalans för en genomsnittlig draghund av typen Alaskan Husky enligt de uppställda kriterierna (pälstjocklek, mankhöjd och vikt). Förhållandena som antas föreligga vid dessa värmebalansberäkningar är de som de flesta av draghundarna i enkätstudien angavs leva under. Värmebalansen ger en övergripande inblick i vilken form (strålning, konvektion, konduktion och andning) och proportion som den kroppsligt producerade värmen avges i då en draghund vilar i sin hundkoja. Eftersom en hunds värmebalans beror av den omgivande temperaturen kommer beräkningarna utföras vid en viss omgivningstemperatur. Omgivningstemperaturen kommer vara vid hundarnas LCT och därmed så låg som möjligt, men ändå inom hundarnas termoneutrala zon (TNZ). LCT varierar mellan olika individer och situationer. Därmed kommer aspekterna pälstjocklek, energiintag och kontaktytans storlek mot liggunderlaget (vid liggande och sittande hund) varieras för att se hur LCT kommer förändras beroende på situation.

Samtliga av de deltagande draghundarna är inom viktområdet 17-25 kg för att försäkra att de är byggda på ungefär samma sätt. Könsfördelningen mellan hundarna var jämn och ingen av de deltagande tikarna angavs vara dräktiga enligt enkätsvaren. Detta utesluter att de vid tillfället skulle haft förhöjd kroppsvikt och värmeavgivning. Vid beräkningarna kommer medianvärdena för de deltagande hundarna användas i stället för medelvärdena eftersom effekter från eventuella extremvärden vill undvikas.

Andra relevanta närmiljöfaktorer som påverkar hundarnas termiska komfort är väggar, golv och taks isoleringstjocklek, samt risken för kondensbildning på hundkojas väggar och tak. Dessa parametrar kommer därmed också beräknas översiktligt i denna bilaga.

#### 2.2 Den nedre kritiska temperaturen (Lower Critical Temperature, LCT)

##### 2.2.1 Beskrivning av beräkningsmetodik

LCT beräknades enligt de beräkningsmetoder som Sällvik (1999) presenterat i sitt utbildningskompendium "Husdjurens värmebalans och termiska närmiljö". Endast ett beräkningsexempel på LCT presenteras i detta avsnitt. De övriga beräkningarna kommer utföras på samma sätt i ett kalkylblad för att på ett enkelt sätt kunna variera olika närmiljöfaktorer (lufthastighet och kontaktyta mot golv/omgivande luftrum) och fysiologiska parametrar (varierande pälstjocklek, energiintag)

Beräkningsmodellen som använts för LCT förutsätter att djurkroppen är uppbyggd på ett mer

generellt sätt, som en cirkulär cylinder med en kärna och ett lager isolerande fettvävnad och päls runt om. Värmeavgivningen antas vara jämt fördelad över djurets kropp. Detta ger en förenklad bild av verkligheten, men trots detta en rimlig uppskattning om hur verkligheten förhåller sig. Metoden beskrivs även av Speakman och Król (2010).

Vid LCT har kroppens processer anpassats för att vara så energisparande som möjligt. Ett värmemotstånd byggs på så vis upp inuti djuret. Detta inre värmemotstånd kallas  $R_1$  vid beräkningarna av  $t_{LCT}$ . Mellan djurets pälskikt och den omgivande luften finns ett skikt som även det fungerar som ett övergångsmotstånd utanför djuret. Detta yttre värmemotstånd anges vid beräkningarna av  $t_{LCT}$  som  $R_0$ . Den latent värmeavgivningen kommer vid LCT vara vid sin lägsta nivå, i detta fall 15 % av  $P_{tot}$  (Sällvik, 2013). Med utgångspunkt i detta kan förhållandet mellan  $P_{fri}$  och  $P_{bunden}$  möjliggöra beräkning av hundarnas LCT. För att denna beräkningsmetod ska kunna användas förutsätts dock att all tillförd energi kommer omsättas och avges i form av värme. Dessa förhållanden kan dock anses föreligga eftersom draghundars energiomsättning är hög på grund av deras höga muskelaktivitet och värmeproduktion vintertid.

Den fria värmeavgivningen till omgivningen beror enligt ekvation 1 dels av kroppsarean och kroppens inre och yttre värmemotstånd, dels av skillnaden mellan rektaltemperatur (temperatur mätt i ändtarmen) och omgivningens temperatur. Omgivningens temperatur kommer vara samma som LCT då latent värmeavgivningen är vid sin lägsta nivå. På så vis kan sedan den nedre kritiska temperaturen härledas från ekvation 1.

$$(t_{djur} - t_{LCT}) \cdot A_{kropp} \cdot (1/(R_0 + R_1)) = P_t - P_l \text{ (W)} \quad (1)$$

Där:

$t_{djur}$  = rektaltemperaturen (°C)

$t_{LCT}$  = undre kritiska temperaturen (°C)

$A_{kropp}$  = djurets yta ( $m^2$ )

$A_{kont}$  = djurets kontaktyta mot omgivande luft vid liggande,  $0,75 \cdot A_{kropp}$ , ( $m^2$ )

$R_0$  = Värmemotståndet utanför djuret ( $m^2 \cdot °C/W$ )

$R_1$  = Värmemotståndet inuti djuret ( $m^2 \cdot °C/W$ )

$P_{tot}$  = Totala värmeflödet (W)

$P_{bunden}$  = Den bundna värmeavgivningen från hunden (W)

(Sällvik, 1999)

Från ekvation 1 kan sedan  $t_{LCT}$  brytas ut för att erhålla ekvation 2:

$$t_{LCT} = t_{djur} - ((P_{tot}/A_{kont}) \cdot (R_0 + R_1)) + ((P_{bunden}/A_{kropp}) \cdot (R_0 + R_1)) \text{ (°C)} \quad (2)$$

Enligt ekvation 2 behöver rektaltemperaturen ( $T_{djur}$ ), total värmeproduktion ( $P_{tot}$ ), djurets kontaktyta mot omgivande luft ( $A_{kont}$ ), värmemotståndet utanför djuret ( $R_0$ ), kontaktyta inuti djuret ( $R_1$ ), den bundna värmeavgivningen från hunden ( $P_{bunden}$ ) samt den totala kroppsytan vara kända för att  $t_{LCT}$  ska kunna beräknas.

### 2.2.2 Fastställda av rektaltemperatur ( $T_{djur}$ )

Rektaltemperaturen hos hundar med arktiskt ursprung ligger enligt Irving och Krog (1955) mellan 37,2-40,0°C. Eftersom draghundsägarna själva inte var säkra på hundarnas rektaltemperaturer så kommer medelvärde 38,6°C (från Irving och Krog, 1955) antas vid beräkningarna av  $t_{LCT}$  för dessa draghundar.

### 2.2.3 Beräkning av $P_{tot}$

Den totala värmeproduktionen ( $P_{tot}$ ) för en kropp kan enligt Sällvik (1999) beräknas enligt ekvation 3:

$$P_{tot} = (E_m + E_p \cdot (1 - K_p) + E_f \cdot (1 - K_f) + E_t \cdot (1 - K_t)) \cdot 11,57 \text{ (W)} \quad (3)$$

Där:

$E_m$  = Total värmeproduktion hos ett djur i termoneutral omgivning (W/djur)

$E_p$  = Omsättningsbar energi för produktion (MJ/dag)

$K_p$  = Effektivitetsfaktor för produktion

$E_f$  = Omsättningsbar energi för fostertillväxt (MJ/dag)

$K_f$  = Effektivitetsfaktor för fostertillväxt

$E_t$  = Omsättningsbar energi för tillväxt (MJ/dag)

$K_t$  = Effektivitetsfaktor för tillväxt

Vid beräkning av den energimängd som avges från draghundarna i form av värme så kommer här antas att draghundarna enbart används för att dra slädar så effektivt som möjligt och inte användas för vare sig för kött-, mjölk- eller fosterproduktion (vid beräkningarna). Då produktionsfaktorerna ( $E_p$ ,  $E_f$  och  $E_t$ ) därmed antas vara 0 för de deltagande draghundarna så exkluderas dessa ur ekvation 3. Det medför att  $P_{tot}$  i detta fall kommer vara densamma som den totala värme som produceras vid djurets basala metabolism ( $P_m$ ):

$$P_m = E_m \cdot 11,57 \text{ (W)}$$

Där:

$E_m$  = Total energimängd som går åt till ett djurs basala metabolism vid termoneutral omgivning (W/djur)

11,57 = Faktor som den basala energin multipliceras med för att erhålla svaret mätt i effekt per tidsenhet (Watt)

Den energi som omsätts för kroppens underhåll, basala metabolismen, beräknas med Kleiber's lag, enligt ekvation 4. Denna beror av metaboliska aktiviteten och djurets kroppsytta vilket uttrycks på följande vis:

$$E_m = a \cdot m^b \text{ (J)} \quad (4)$$

Där

$m$  = Vikten (kg),

$a$  = Variabel som beror av den metaboliska aktiviteten hos djuret.

$b$  = Variabel som beror av förhållandet mellan djurets kroppsytta och yta.

Eftersom  $E_m$  har en stor inverkan för hundens LCT behöver denna bestämmas så noggrant som möjligt. Forskare har ännu inte kommit fram till allmänt vedertagna värden för variablerna  $a$  och  $b$ . Det finns två förslag på exponenten  $b$ , dessa är  $3/4$  och  $2/3$ . Många forskare förespråkar användandet av exponenten  $3/4$  eftersom det stämmer bäst med de mätta värdena för djur i allmän mening. Heusner är en av de forskare som förespråkar exponenten  $2/3$  vid beräkning på djurs metaboliska aktivitet eftersom denna exponent stämmer bättre överens med mätningar och jämförelser inom varje djurart (River och Burger, 1989). Eftersom hundarnas viktspann proportionellt är betydligt bredare än andra djurarter så skulle det medföra missvisande värde på  $E_m$  (River och Burger, 1989). Enligt Rivers & Burger (1989) finns ett allometriskt förhållande mellan djurets  $E_m$  och den med fodret tillförda energin. Detta förhållande ser något olika ut beroende på individens aktivitetsgrad samt undersökningsmetodik. Den intagna energin kan uppskattas som hundens basala metaboliska aktivitet multiplicerad med en faktor mellan 1,5 - 2,0 beroende på foderåtgång och aktivitetsnivå (Rivers & Burger, 1989).

I tabell 21 presenteras tre exempel på uttryck för hundars  $E_m$  och hundarnas energiintag i dessa studier. Energiintagen är från Heusner (1982) och Abrams (1977) beräknade från uttrycken på  $E_m$  som de angett. NRC (1985) har istället angett de deltagande hundarnas energiintag vilka har använts för att beräkna variabeln  $a$  och därigenom erhålla uttrycket för  $E_m$ .

Tabell 21: Visar tre uttryck för hundarnas basala metabolism ( $E_m$ ) som beräknats fram utifrån hundars energiintag, vid insättning av vikten 23kg. Energiintaget angavs både utifrån att denna utgjorde 150 % respektive 200 % av  $E_m$  ( $1,5 \times E_m$  respektive  $2 \times E_m$ ).

$E_m$ (MJ)	$E_m$ -vid 23 kg (MJ/dag)	Energiintag = $1,5 \times E_m$ (MJ)	Energiintag = $2 \times E_m$ (MJ)	Data från:
$0,44 \cdot m^{0,67}$	3,62	5,43	7,20	Heusner (1982); se Beer and Hjort (1938)
$0,41 \cdot m^{0,655}$	3,16	4,74	6,30	Abrams (1977)
$0,21 \cdot m^{0,879}$	3,30	-	6,60	Rivers & Burger (1989); se: NRC (1985)
$0,28 \cdot m^{0,879}$	4,40	6,60	-	Rivers & Burger (1989); se: NRC (1985)

Mina egna värden på  $E_m$  var här högre (1,41-1,71MJ/dag) än forskarnas värden på  $E_m$ . De deltagande hundarna i Abrams (1977) och NRC:s studier (1985) omfattar en bredare urvalsgrupper med fler hundar än de i min studie, vilket medför att en skillnad i resultatet var väntad. Hundarnas energiintag i Abrams (1977), NRC (1985) och Heusners (1982) studie visar sig utifrån dessa beräkningar vara lägre de i min studie (10,05 MJ/dag) vid vikten 23kg, vilket tyder att hundarnas levnadssituation är annorlunda. Antingen intar dessa hundar mer energi eller hålls under varmare klimatförhållanden så att underhållsbehovet är lägre. Eftersom jag inte kunnat finna uppgifter kring vilka förhållanden som råder vid NRC (1985) studie, så har det energiintaget för en hunds som väger 23kg applicerats både vid 150 och 200 % underhållsfoder i tabell 22.

Tabell 22: Visar de deltagande draghundarnas basala metabolism ( $E_m$ ), vid medianvikten 23kg under vintermånaderna. Den tillförda energin angavs både utifrån att den utgjorde 150 % respektive 200 % av  $E_m$  ( $1,5 \times E_m$  respektive  $2 \times E_m$ ) för att illustrera hur stor effekt detta skulle ha för de deltagande hundarnas  $E_m$ .

$E_m$ (MJ)	$E_m$ -vid 23 kg (MJ/dag)	Energiintag = $1,5 \times E_m$ (MJ)	Energiintag = $2 \times E_m$ (MJ)
$0,61 \cdot m^{0,67}$	5,03	-	10,05
$0,82 \cdot m^{0,67}$	6,7	10,05	-

För att illustrera underhållsbehovets påverkan på de deltagande draghundarnas LCT ställdes detta förhållande upp i tabell 25 (figur 10 i huvudrapporten). För en aktiv draghund, med vikten 23 kg som utfodras ett fåtal tillfällen under dygnet, antogs 200 % underhållsfoder ( $E_{\text{intag}} = 2 \cdot E_m$ ) vara lämplig att använda vid denna studie. De deltagande draghundarna angavs i genomsnitt inta energin 10,05 MJ/dag (116,27 W) under vintermånaderna. Enligt förhållande mellan  $E_m$  och energiintaget kunde de deltagande draghundarnas  $E_m$  kunna beräknas till:

$$E_m = 10,05/2 = 5,025 \text{ MJ/dag}$$

Jag kommer därmed att använda mig av värdet 5,025 vid beräkning av LCT och anta att hundarna utfodras med en fodermängd som representerar hundarnas genomsnittliga energiintag under vintermånaderna.

Eftersom den totala värmeavgivningen ( $P_{tot}$ ) från hunden vid vila antas vara densamma som den alstrade värmen vid den basala metabolismen ( $P_m$ ) så beräknas  $P_{tot}$  till:

$$P_{tot} = P_m = 5,025 \cdot 11,57 \text{ (W)}$$

$$P_{tot} = 58,1 \text{ W}$$

Då de flesta innehållsförteckningarna för enkättagarnas hundfoder angav energiinnehållet i omsättningsbar energi, så kunde energiförlusterna via fekalier och urin bortses ifrån. Den energi som avges via fekalier och urin är dessutom låga, endast 4-5% av den omsättningsbara energin enligt Burger (1994). Även i de enstaka fall innehållsförteckningarna inte specificerade om fodrets energiinnehåll var angivet i omsättningsbar eller tillförd energi så borde denna felkälla inte påverka resultatet nämnvärt.

Det innebär således att 58,1 W av den med fodret tillförda energin går till kroppens basala metabolism.

#### 2.2.4 Beräkning av kontaktytan mot omgivande luft ( $A_{kont}$ )

Den bundna värmeavgivningen från hunden är vid sitt minimum vid LCT. Därmed borde den fria värmeavgivningen (ledning, strålning och konvektion) vara den som påverkar en hunds termiska komfort mest. För att beräkna hur stor andel av hundens hud som deltar i hundarnas värmeavgivning behöver kontaktytan mot omgivande luft och liggunderlag bestämmas.

Den golvyta som är i direkt kontakt med djurets hud antogs vid dessa beräkningar vara 25 % av  $A_{kropp}$  vid liggande och 10 % av  $A_{kropp}$  vid sittandes (Sällvik, 2013). Om hunden ligger ner antas kontaktytan till omgivande luft och strålningsytor vara 75 % av hundens totala kroppsytta respektive 90 % vid sittande.

#### 2.2.5 Beräkning av det inre- och yttre värmemotståndet i hundens kropp ( $R_1$ och $R_0$ )

Med värmemotståndet inuti djuret ( $R_1$ ) avses det totala värmemotståndet från kroppens vävnader och pälsen. Denna kan beräknas enligt ekvation 5.

$$R_1 = R_{vävnad} + R_{päls} \quad (5)$$

Värdet för pälsens värmemotstånd ( $R_{päls}$ ) beror av värmeledningstalet ( $\lambda_{päls}$ ) vilket beskriver pälsens fysiologiska beskaffenhet såsom täthet och uppbyggnad. Förhållandet mellan pälsens värmemotstånd och värmeledningstalet kan ställas upp enligt ekvation 6:

$$R_{päls} = d / \lambda_{päls} \text{ (m}^2 \cdot \text{°C/W)} \quad (6)$$

Där:

$d$  = pälsens tjocklek (m)

$\lambda_{päls}$  = Pälsens värmeledningstal (W/m·K)

(Gustafsson, 1988)

Ett värde för draghundars  $\lambda_{päls}$  har inte hittats vid genomgång av tidigare studier. Därmed behövde ett värde uppskattas och ifrån studier utförda på andra andra pälsdjurs. Tidigare studier tyder på att rödrävarnas päls har värmeledningstalet 0,04 W/m·K, och fårens päls har 0,07-0,08 W/m·K (Sällvik, 1999). Värmeledningstalet för de deltagande draghundarnas päls antogs vara högre än rödrävarnas, men lägre än får. Draghundarnas  $\lambda_{päls}$  bestämdes då i samråd med Sällvik (2013) till 0,05 W/m·K vid dessa beräkningar av LCT. Pälsens tjocklek varierades, men vid beräkningsexemplet i detta avsnitt antas päls tjockleken vara 15 mm (0,015 m) vilket av en av

enkättagarna jämfördes vid en Alaskan Husky med kort päls längd. För långhårigare Alaskan Huskys ansågs pälsjockleken i samråd med en av de draghundsverksamma vara upp mot 25 mm (0,025 m).  $R_{p\ddot{a}ls}$  för en korthårig Alaskan Husky beräknades enligt ekvation 6 till:

$$R_{p\ddot{a}ls} = 0,015/0,05 \text{ (m}^2 \cdot \text{°C/W)}$$

$$R_{p\ddot{a}ls} = 0,30 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

Ett uttryck ställdes i samråd med Sällvik (2013) upp för vävnadens värmemotstånd ( $R_{v\ddot{a}vnad}$ ) hos draghundar, av typen Alaskan Husky, enligt ekvation 7.

$$R_{v\ddot{a}vnad} = 0,035m^{0,40} \text{ (m}^2 \cdot \text{°C/W)} \quad (7)$$

Där

$m$  = kroppsvikt (kg)  
(Sällvik, 2013)

Med insättning av medianvikten för de deltagande draghundarna i ekvation 7 beräknades  $R_{v\ddot{a}vnad}$  till:

$$R_{v\ddot{a}vnad} = 0,035 \cdot 23^{0,40} \text{ (m}^2 \cdot \text{°C/W)}$$

$$R_{v\ddot{a}vnad} = 0,12 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

Vid insättning av  $R_{p\ddot{a}ls}$  och  $R_{v\ddot{a}vnad}$  i ekvation 5 beräknades  $R_1$  till:

$$R_1 = 0,12 + 0,3 = 0,42 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

Värmemotståndet utanför djuret ( $R_0$ ) är i detta fall den samma som det yttre övergångsmotståndet ( $R_{se}$ ). Det yttre övergångsmotståndet beror av de rådande strålnings- och konvektionsförhållandena på platsen. Strålningsutbytet beror av djurets storlek, temperatur, emissionstal samt ytstruktur.  $R_{se}$  kan beräknas med ekvation 8:

$$R_{se} = 1/(a_r + a_c) \text{ (m}^2 \cdot \text{°C/W)} \quad (8)$$

Där:

$a_r$  = Värmeöverföringstalet för strålning ( $\text{W/m}^2 \cdot \text{°C}$ )

$a_c$  = Värmeöverföringstalet vid påtvingad konvektion ( $\text{W/m}^2 \cdot \text{°C}$ )

(Sällvik, 1999)

Värmeöverföringstalet vid påtvingad konvektion ( $a_c$ ) beror av konvektionsytans egenskaper och vindhastighet.  $a_c$  kan beräknas med ekvation 9:

$$a_c = f_c \cdot \sqrt{v} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{°C)} \quad (9)$$

Där:

$f_c$  = formfaktor som beror av konvektionsytans storlek och yt-egenskaper (djurets form).

$v$  = vindhastighet (m/s)

(Sällvik, 1999; se Sällvik, 1979)

Genom att utnyttja formfaktorns ( $f_c$ ) beroende av djurets storlek så har Bruce & Clark (1979) ställt upp följande empiriska uttryck för beräkning av värmeöverföringstalet vid påtvingad konvektion ( $a_c$ ). Med ekvation 10 bestäms  $a_c$  vid en vindhastighet av 0,05 m/s och hundarnas medianvikt på 23 kg.

$$a_c = 15,5 \cdot v^{0,6} / m^{0,13} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{°C)} \quad (10)$$



$$a_c = 15,5 \cdot 0,05^{0,6} / 23^{0,13} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{°C)}$$

$$a_c = 1,69 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

Gustavsson (1988) har analyserat strålningsförhållandena vid normala stallförhållanden och föreslagit att värmeöverföringstalet vid strålning ( $a_r$ ) är  $5,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$ .

Vid insättning av  $a_c$  och  $a_r$  i ekvation 8 kan  $R_{se}$  beräknas till:

$$R_{se} = 1 / ((5,4) + (15,5 \cdot v^{0,6} / m^{0,13})) = 1 / (5,4 + 1,7) \text{ (m}^2 \cdot \text{°C/W)}$$

$$R_{se} = 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

### 2.2.6 Beräkning av kroppsytan ( $A_{kropp}$ )

Den totala kroppsytan ( $A_{kropp}$ ) behöver kännas till vid beräkning av  $t_{LCT}$  och  $P_{fri}$ . Den kan beräknas genom att använda en för djur allmän ekvation för beräkning av kroppsytan, ekvation 11:

$$A_{kropp} = 0,09 \cdot m^{0,67} \text{ (m}^2) \quad (11)$$

Där

$m$  = Djurets vikt (kg)

(Ehrlemark, 1988; se: ARC, 1980 och Bruce, 1986)

Vid insättning av medianvikten 23 kg i ekvation 11 beräknades de deltagande hundarnas mediankroppsytan:

$$A_{kropp} = 0,09 \cdot 23^{0,67} \text{ (m}^2)$$

$$A_{kropp} = 0,73 \text{ m}^2$$

### 2.2.7 Beräkning av den bundna värmeavgivningen ( $P_{bun}$ )

Den bundna energiavgivningen via andning är vid LCT på sin lägsta nivå, dvs. 15 % av hundens totala värmeavgivning ( $P_{tot}$ ). Tack vare detta förhållande kan den bundna värmeavgivningen beräknas med ekvation 12:

$$P_{bun} = 0,15 \cdot P_{tot} \text{ (W)} \quad (12)$$

Där:

$P_{tot}$  = termoneutral total värmeproduktion hos djuret (W)

(Gustafsson, 1988; Sällvik, 1999)

$P_{tot}$  beror av det teoretiska underhållsbehovet ( $E_m$ ), och var i detta fall samma som  $P_m$  dvs. 41,93 W. Med insättning av  $P_{tot}$  i ekvation 12 kan  $P_{bun}$  beräknas till:

$$P_{bun} = 0,15 \cdot 58,1 \text{ (W)}$$

$$P_{bun} = 8,7 \text{ W}$$

### 2.2.8 Beräkning av den nedre kritiska temperaturen ( $t_{LCT}$ )

Vid insättning av  $t_{djur}$ ,  $0,75 \cdot A_{kropp}$  (vid liggande),  $R_0$  (vid 0,05 m/s),  $R_1$ ,  $P_{tot}$  samt  $P_{bun}$  i ekvation 2 kan  $t_{LCT}$  beräknas till:

$$t_{LCT} = 38,6 - 58,1 / 0,56 \cdot (0,14 + 0,42) + 8,7 / 0,73 \cdot (0,14 + 0,42)$$

$$t_{LCT} = -12,8^\circ\text{C, vid liggande (0,75} \cdot A_{kropp}); 0,05 \text{ m/s; 15 mm päls}$$

Beräkningar utfördes på samma sätt med varierande pälstjocklek (15 mm och 25 mm), vindhastighet (0,05 m/s och 0,2 m/s) och kontaktyta mot luftutrymmet ( $0,9 \cdot A_{\text{ kropp}}$  och  $0,75 \cdot A_{\text{ kropp}}$ ) i ett kalkylblad. Samtliga resultat från LCT beräkningarna presenteras i tabell 23-29 och baseras på beräkningarna utförda i kalkylbladet. Värdet från beräkningsexemplet ovan är ca 1 °C lägre än värdet i kalkylbladet. Detta beror på att kalkylbladet tar fler decimaler i beaktande och därmed ger ett säkrare svar än detta beräkningsexempel. Vindhastigheterna inne i hundkojan antas vara låg (0,05 m/s) tack vare vindskydd. 0,2 m/s representerar en högre lufthastighet ifall hundkojan har konstruerats mindre tät än det första exemplet.

För att illustrera hur stor påverkan som hundarnas basala metabolism ( $E_m$ ) har på LCT ställdes följande förhållande upp vid varierande underhållsbehov (200 % respektive 150 %). Resultatet presenteras nedan i tabell 23 och i Figur 10 i rapporten.

Tabell 23: Visar hur LCT sänks för en hund vid ett lägre behov av underhållsfoder. Detta sker eftersom ett lägre behov av underhållsfoder (150 %) medför att mer omsättningsbar energi kommer finnas kvar efter underhållet av de kroppsliga processerna (vid ett och samma energiintag). Draghundar antas ha ett högre behov av underhållsfoder (200 %) då deras aktivitetsnivå medför en ökad basal metabolism. Hunden antas här väga 23kg ha pälstjockleken 15 mm och utsätts för en vindhastighet på 0,05 m/s.

Energiintag (MJ/dag)	LCT (°C), 200 % underhållsfoder	LCT (°C), 150 % underhållsfoder
14	-31,67	-54,93
13	-26,64	-48,34
12	-21,68	-41,81
11	-16,64	-34,37
10	-11,39	-28,7
9	-6,78	-21,32
8	-1,54	-14,73
7	3,43	-8,13
6	8,46	-1,61

De resterande LCT beräkningarna nedan utfördes då hundarna antogs inta energin 200 % av underhållsfodret.

Tabell 24 nedan och i rapporten sammanfattar hur LCT varierade ifall de deltagande draghundarna vars vikt varierade mellan 17 kg och 26,5 kg, men en median på 23 kg. Hundarna antogs ha en pälstjocklek på 15 mm och vindstilla förhållande antogs föreligga då hundarna låg ner i vila.

Tabell 24: Visar hur LCT för de deltagande draghundarna varierade då de antogs ha **15 mm** tjock päls och exponeras för en vindhastighet av **0,05 m/s** då de **ligger ner**.

	Vikt (kg)	LCT (°C)
Min	17	-10,03
Median	23	-11,39
Max	26,5	-12,08

Resultaten som erhöles för LCT då vindhastighet, hundens kontaktyta mot luftrummet, samt vikten varierades presenteras nedan och rapporten i tabell 25.

*Tabell 25: Visar hur LCT beror på hundens pälstjocklek, ifall den sitter eller ligger i hundkojan, samt lufthastigheten (0,05 m/s resp. 0,2 m/s) i hundkojan. Hunden antas i samtliga fall väga 23kg.*

*Beteckningar i tabell:*

*L/S = Hundens kontaktyta mot omgivande luft vid  
Liggande ( $0,75 \cdot A_{kropp}$ )/Sittande ( $0,90 \cdot A_{kropp}$ )*

*15/ 25 = Hundens pälstjocklek (mm)*

	LCT, 0,05 m/s	LCT, 0,2 m/s
L, 25	-29,15	-26,17
S, 25	-17,86	-15,38
L, 15	-11,39	-8,42
S, 15	-3,06	-0,58

Hundarnas vikt varierades för att se hur hundens storlek påverkar LCT. Resultatet presenteras nedan i tabell 26 och i Figur 11 under rubriken ”5.5 Värmebalans och nedre kritisk temperatur för Alaskan Husky” i rapporten.

*Tabell 26: Visar hur en LCT varierar beroende på hundens vikt och pälstjocklek.*

Vikt (kg)	LCT (°C), 15 mm	LCT (°C), 25 mm
10	-7,97	-25,72
15	-9,51	-27,26
20	-10,74	-28,5
25	-11,8	-29,55
30	-12,72	-30,47
35	-13,55	-31,3

Lufthastigheten varierades för att se vilken inverkan det hade på LCT. Resultatet kan presenteras nedan i tabell 27 och 28 och i Figur 12 och 13 under rubriken ”5.5 Värmebalans och nedre kritisk temperatur för Alaskan Husky” i rapporten.

Tabell 27: Visar hur LCT beror av lufthastigheten och pälstjockleken för de deltagande hundarna.

Lufthastighet (m/s) - vid sittande	LCT (°C), 15 mm	LCT (°C), 25 mm
1	2,64	-12,16
2	3,83	-10,97
3	4,42	-10,37
4	4,8	-10
5	5,06	-9,73
6	5,26	-9,53

Tabell 28: Visar hur LCT beror av lufthastigheten och pälstjockleken för de deltagande hundarna.

Lufthastighet (m/s) - vid liggande	LCT (°C), 15 mm	LCT (°C), 25 mm
1	-4,55	-22,31
2	-3,13	-20,88
3	-2,41	-20,17
4	-1,96	-19,72
5	-1,64	-19,4
6	-1,4	-19,16

För att få en uppfattning om hur stor påverkan som djurets exponering mot omgivande luftrum har för hundens termiska komfort jämfördes kroppsytan vid liggande ( $A_{kropp} \cdot 0,75$ ) med den vid sittande ( $A_{kropp} \cdot 0,90$ ). Resultatet presenteras i Tabell 29 nedan och i Figur 14 under rubriken ”5.5 Värmebalans och nedre kritisk temperatur för Alaskan Husky” i rapporten.

Tabell 29: Visar hur stor påverkan som kontaktytan mot omgivande luftrum har för LCT då hunden väger 23 kg, och lufthastighet är 0,05 m/s.

Andel av $A_{kropp}$	Pälstjocklek, 15 mm	Pälstjocklek, 25 mm
75,0	-3,2	-20,3
77,5	-1,8	-19,0
80,0	0,2	-16,5
82,5	1,7	-14,4
85,0	3,1	-12,6
87,5	4,3	-10,9
90,0	5,3	-9,5

## 2.3 Isoleringens funktion i hundkojan

### 2.3.1 Inledning

En hundkoja får varken vara för fuktig eller kall eftersom det ökar risken för sjukdomsspridning, där har isoleringen en avgörande betydelse. Hundens fuktavgivning beror på de rådande klimatförhållandena på platsen, dessa måste därmed tas i beaktande vid konstruktionen av hundkojan.

Isoleringen har vintertid den primära funktionen att minska risken för kondens på innerväggar och tak i hundkojan, och sommartid skyddar den istället mot solens värmestrålning och överhettning. Isoleringen har dock en mindre betydelse för temperaturen i hundkojan vintertid ifall dörröppningen är helt öppen. Ifall hunden skulle värma upp luften i hundkojan skulle en högre lufttemperatur öka drivkraften för den naturliga ventilationen genom dörren vilket då ökar värmeavgivningen. Isoleringen minskar risken för kondens eftersom att värmen får svårare att avges genom transmission genom hundkojans väggar och tak. Ifall man har för avsikt att höja temperaturen inne i hundkojan ytterligare kan vindskydd och luckor installeras för dörren, men då kan ytterligare ventilering bli nödvändig för att luftkvaliten ska upprätthållas.

För att illustrera hur isoleringen kan förbättra välbefinnandet för en hund kommer kondensrisken beräknas för en hundkoja under särskilda omständigheter. Metoderna för beräkning är hämtade från Krister Sällviks utbildningskompendium ”Husdjurens värmebalans och termiska närmiljö” från 1999. Många av dessa kommer ursprungligen från Svensk Standard 95 10 50. För att beräkningar av hundarnas värmeavgivning samt kondensrisken i hundkojor ska kunna utföras behöver hundkojans genomsnittliga U-värde bestämmas. Närmiljöförhållandena på platsen är en aspekt som då är stor betydelse. Två scenarion har därför ställts upp för vilka dessa beräkningar gäller för.

### 2.3.2 Beskrivning av scenariorna

Den enda skillnaden mellan de två scenariorna är att golv, väggar och tak i scenario 1 antas vara konstruerad med 40 mm frigolit eller mineralull mellan två 12 mm plywoodskivor. I scenario 2 består golv, väggar och tak enbart av en 12 mm plywoodskiva, och anses därmed vara oisolerad. Scenario 1 baseras på hur majoriteten av enkättagarna framfört att de utformar sina hundkojor. Scenario 2 har uppställts för att jämföra hur närmiljön i hundkojan skulle påverkas ifall isoleringsskiktet skulle saknas.

Isoleringsmaterialet i scenario 1 antas vara torr och oskadad vid beräkningarna. Hundkojorna i de båda scenariorna antas vara byggda upphöjda på ben och efter de mått och storlek på dörröppningen som majoriteten av enkättagarna angett att de har i sina hundkojor. Vid scenario 1 och 2 antas att inga ytterligare värmekällor finns utöver djurets egen värmeproduktion.

De flesta enkättagarna angav att de har hundkojornas dörrar helt öppna vilket medför att uteluften kan röra sig i stort sett obehindrat in och ut ur hundkojan. Uppskattningsvis antas temperaturen inne i hundkojan kunna hållas 1-5°C över omgivningens temperatur på grund av den höga luftomsättningen. Det innebär att lufttemperaturen inne i hundkojorna kommer vara -11,5°C vid draghundens LCT (hunden antas väga 23 kg, ha pälstjockleken 15 mm och exponeras för lufthastigheten 0,05 m/s) och utomhustemperaturen antas vara -16,5°C.

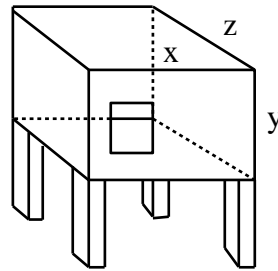
Från tabell 2 hämtas medianmått som enkättagarna angett på deras hundkojors storlekar. Dessa var 0,70 m, 0,85 m respektive 0,85 m. På hundkojornas framsida finns en kvadratisk dörröppning som enligt tabell 4 har en storlek på 0,073 m<sup>2</sup>.

$$x = 0,85 \text{ m}$$

$$y = 0,70 \text{ m}$$

$$z = 0,85 \text{ m}$$

$$A_{\text{dörröppning}} = 0,073 \text{ m}^2$$



Hundkojornas totala kontaktyta (A) mot omgivande luft beräknades enligt ekvation 13:

$$A = ((2 \cdot (x \cdot y)) - A_{\text{dörröppning}}) + (2 \cdot (x \cdot z)) + (2 \cdot (z \cdot y)) \text{ (m}^2\text{)} \quad (13)$$

$$A = 3,75 \text{ m}^2$$

Den största delen av värmen borde enligt fysikens lagar lämna kojans genom dörröppningen. Ett mindre värmefflöde uppstår, trots detta, alltid genom väggar, golv och tak. Då hundkojans väggar, golv och tak är likadant konstruerade antas värmeavgivningen genom dessa vara i stort sett lika fördelade. Värmeavgivningen genom hundkojans taksegment kan i praktiken vara en aning högre än de genom golv och väggar då värmen stiger uppåt och en högre temperatur infinner sig på takets insida än vid väggarnas insida. Denna temperaturskillnad antas vara marginell och bortses därmed ifrån vid dessa beräkningar.

### 2.3.3 U-värdesberäkning

U-värdet är en beteckning som används för ett byggnadsskiktets värmegenomgångs koefficient. U-värdet beskriver hur stor värmemängd som passerar vinkelrätt genom ett homogent byggnadsskikt som är 1 m tjock, har ytan 1 m<sup>2</sup> samt en temperaturdifferens på 1°C. Ett lägre U-värde innebär en bättre värmeisolerande förmåga och därmed att mindre värme avges genom byggnadsskiktet.

De U-värdes beräkningar som utförts i detta avsnitt baseras på de uppgifter som Lennart Bengtssons presenterat i kompendiet "U-värdesberäkning", SLU. Beräkningarna grundas enligt Lennart Bengtsson på anvisningar från Boverkets rapport "Värmeisolering" samt Svensk standard SS 02 42 02. Värdena på värmekonduktiviteten är de som Swedisols presenterar i deras isoleringsguide från 2006. Swedisols är landets ledande isoleringsföretag med lång erfarenhet av isoleringsrelaterade frågor.

Enligt Bengtsson (2001) har kompendiet utformats för att avse djurstallar för lantbrukets djur. Det kan tilläggas att uppvärmda lagringsutrymmen med fri luftomsättning (såsom hundkojor) skiljer sig från välisolerade och täta stallbyggnader med avseende på kondens och värmeavgivning. Beräkningarna avser att erhålla övergripande resultat för det exempel som uppställts. Det för att illustrera vilken effekt isoleringen kan ha för hundarnas termiska närmiljö.

En enklare och mer översiktlig metod för U-värdesberäkning kommer användas, och eventuella felkällor rörande konstruktion och de ingående materialens kondition kommer inte tas i beaktande. Metoder finns för att beräkna ett mer praktiskt tillämpbart U-värde, vilket skulle stämma bättre överens med de verkliga förhållandena. Dessa korrigeringsvärden ansågs dock göra liten skillnad på det slutgiltiga resultatet, och inte nödvändiga vid denna övergripande U-värdesberäkning.

Det finns två metoder för att beräkna det totala värmemotståndet genom en vägg. Den första kallas U-värdesmetoden och den lämpar sig för de byggnadsdelar som består av homogena byggnadsskikt. Den andra kallas λ-värdesmetoden och lämpar sig för sammansatta byggnadsskikt (Swedisol, 2006). De scenarier som ställts upp avser hundkojor som saknar regelvirke inuti tak, väggar eller golv.

Därmed ansågs U-värdesmetoden den mest tillämpbara metoden eftersom hundkojorna i de två scenarierna väntas vara så simpelt uppbyggda som möjligt och därmed inte består av sammansatta skikt.

U-värdet (U) beräknas genom att invertera materialets värmemotstånd enligt ekvation 14:

$$U = 1/R_{tot} \text{ (W/m}^2\cdot\text{°C)} \quad (14)$$

Där:

R = Skiktets värmemotstånd ( $\text{m}^2\cdot\text{°C/W}$ )

Det totala värmemotståndet ( $R_{tot}$ ) kan i sin tur beräknas med ekvation 15, ifall man vet det värmekonduktiviteten i de ingående isoleringsskikten, samt övergångsmotstånden för inner- och ytterväggen.

$$R_{tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_{se} \text{ (m}^2\cdot\text{°C/W)} \quad (15)$$

Där:

$R_{1,2,3,\dots osv}$  = Värmemotståndet för varje homogen lagerföljd 1, 2, 3... osv, i byggnadsskiktet.

$R_{si}$  = Inre övergångsmotståndet ( $\text{m}^2\cdot\text{°C/W}$ ),  $0,13 \text{ m}^2\cdot\text{°C/W}$

$R_{se}$  = Yttre övergångsmotståndet ( $\text{m}^2\cdot\text{°C/W}$ ),  $0,04 \text{ m}^2\cdot\text{°C/W}$

Värmemotstånden ( $R_{1,2,3,\dots}$ ) för varje homogen lagerföljd beror av byggnadsdelens beskaffenhet såsom värmekonduktivitet och fuktinnehåll, men även skiktets tjocklek.  $R_1$  kan beräknas enligt ekvation 16.

$$R_1 = d_1/\lambda_1 \text{ (m}^2\cdot\text{°C/W)} \quad (16)$$

Där:

d = Byggnadsdelens tjocklek (m)

$\lambda$  = Värmekonduktiviteten, den värmemängd som passerar väggen ( $\text{W/m}\cdot\text{°C}$ )

För att beräkna U-värdet behöver värmekonduktiviteten för de ingående materialen vara känd. Dessa har inhämtats från Swedisols "Isolerguiden - Bygg 06". Valet av plywoodskiva gjordes efter vad som verkade vara den vanligaste tjockleken vid byggnationer av denna konstruktionstyp (lantbruksbyggnader). Plywooden antas vara ytbehandlade antingen med färg eller någon annan vattenavstötande beläggning för att skydda mot fukt. Värmemotståndet för denna beläggning har i samråd med byggnadskonsult bortsetts från vid beräkningarna eftersom dess påverkan på resultatet ansågs vara marginell.

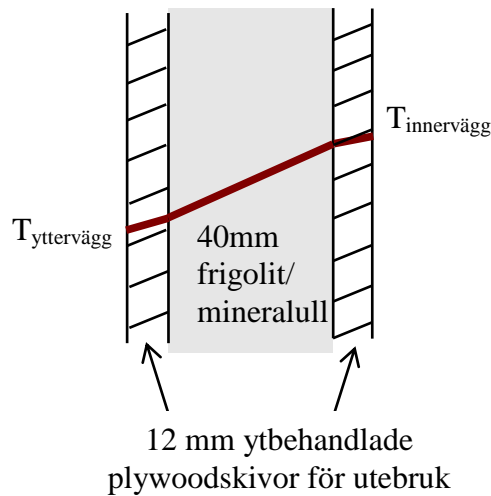
Tabell 30 visar de material som antas användas som byggmaterial och isolering vid de 2 scenarierna samt deras materialegenskaper.

Tabell 29: Visar de olika materialegenskaperna som kommer användas vid U-värdesberäkningar för de två scenarierna nedan (Isolerguiden, Swedisol).

Material	Värmekonduktivitet, $\lambda_{kl}$ : ( $\text{W/m}\cdot\text{°C}$ )	Tjocklek, d, (m)	Anmärkning:
Plywood	0,140	0,009-0,012	Lantbruksplywood
Cellplast	0,037	0,04	Ex. Frigolit
Mineralull	0,037	0,04	-

### Scenario 1

Väggar, golv och tak i den första hundkojan är byggd med två stycken 12 mm ytbehandlade plywoodskivor som inner- och yttervägg, samt ett isolerande skikt med 40 mm frigolit eller mineralull mellan.



*Figur 10 visar hur värmeflödet förändras genom hundkojans vägg beroende på de ingående materialens värmeledande egenskaper. Plywoodskivor utgör ett mindre motstånd än det isolerande skiktet som i detta fall är 40 mm frigolit.*

För att beräkna U-värdet behöver värmemotståndet i de olika skikten bestämmas med ekvation 16:

$$R = d/\lambda \text{ (m}^2 \cdot \text{°C/W)}$$

Med insättning av uppskattade isoleringstjocklekarna och de tillämpbara värmemotstånden i de olika skikten kunde det beräknade värmemotståndet sedan erhållas med ekvation 15:

$$R_{tot} = R_{si} + (d_1/\lambda_{p1}) + (d_2/\lambda_{p2}) + (d_3/\lambda_{p3}) + \dots + R_{se} \text{ (m}^2 \cdot \text{°C/W)}$$

$$R_{tot} = 0,13 + 0,012/0,13 + 0,04/0,055 + 0,012/0,13 + 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{°C/W)}$$

$$R_{tot} = 1,08 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

U-värdet kan beräknas enligt ekvation 14 genom att invertera det totala värmemotståndet ( $R_{tot}$ ):

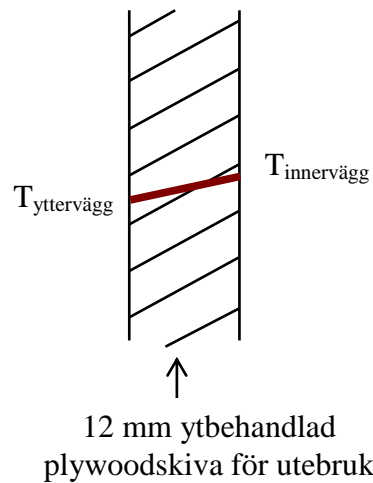
$$U = 1/1,08 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{°C)}$$

$$U = 0,93 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$



## Scenario 2

Den andra hundkojan antas vara likadant konstruerad som hundkojan i scenario 1 förutom att golv, väggar och tak i hundkojan saknar isolering och endast består av en plywoodskiva.



Figur 12 visar hur värmeflödet förändras genom väggen som i scenario 2 består av en 12mm tjock plywoodskiva.

För att beräkna U-värdet måste det ingående skiktets värmemotstånd ( $R$ ) bestämmas. Skiktets tjocklek dividerades med materialets värmekonduktivitet ( $\lambda$ ) för att beräkna värmemotståndet enligt ekvation 16.

$$R = d/\lambda \text{ (m}^2\cdot\text{°C/W)}$$

Där

$d$  = det isolerande skiktets tjocklek (m)

$\lambda$  = värmekonduktiviteten ( $\text{W/m}\cdot\text{°C}$ )

Med insättning av det uppskattade skiktets värmekonduktivitet beräknades värmemotståndet med ekvation 15:

$$R_{tot} = R_{si} + (d_1/\lambda_{p1}) + (d_2/\lambda_{p2}) + (d_3/\lambda_{p3}) + \dots + R_{se} \text{ (m}^2\cdot\text{°C/W)}$$

$$R_{tot} = 0,13 + 0,012/0,14 + 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{°C/W)}$$

$$R_{tot} = 0,25 \text{ m}^2\cdot\text{°C/W}$$

U-värdet beräknades genom att invertera det totala värmemotståndet ( $R_p$ ) enligt ekvation 14:

$$U = 1/0,25 \text{ (W/m}^2\cdot\text{°C)}$$

$$U = 3,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$$

### 2.3.4 Kondensrisk

Kondens uppstår då luft med ett visst fukthinnehåll kommer i kontakt med en yta med lägre temperatur. Risken för kondens inne på väggar och tak ökar ju större temperaturskillnaden mellan ute och inne är. I en hundkoja med en helt öppen dörröppning borde temperaturskillnaden vara liten mellan ute och inne, då luftomsättningen är hög. Risken för kondens är svår att beräkna teoretiskt

eftersom den till stor del beror av hundkojans luftombyte (ventilation) samt hundens värmeavgivning. Beräkningar kan endast utföras övergripande och med stora restriktioner. Detta kommer dock göras för att illustrera isoleringens betydelse för risken för kondensbildning. Förhållanden har antagits föreligga för en av de deltagande draghundarna (23kg) i termisk neutral omgivning (vid hundens LCT). Hunden antas maximalt kunna höja uteluftens temperatur 5°C inne i hundkojan med sin kroppsvärme. I praktiken skulle dock inte uteluften kunna värmas upp lika mycket vid en oisolerad hundkoja som vid en isolerad, eftersom det skulle medföra en större värmeavgivning från hunden och därmed ett större energibehov för att upprätthålla denna.

Värmeflödet (Q) genom en vägg beror av temperaturskillnaden mellan ute och inne, samt väggens värmemotstånd. Det kan generellt beskrivas som ekvation 17:

$$Q = \Delta T/R \text{ (W/m}^2\text{)} \quad (17)$$

Där:

$\Delta T$  = Temperaturskillnaden mellan temperaturen inne hundkojan och utanför (°C)

R = Väggens värmemotstånd ( $\text{m}^2 \cdot \text{°C/W}$ )

Temperaturskillnaden som uppstår mellan ute och inne, medför vintertid att innerväggen kommer kylas. Det leder till att kondens kan bildas på insidan av hundkojans väggar och tak. Temperaturen på insidan av väggen beror av väggens värmemotstånd samt temperaturskillnaderna mellan ute- och inne i hundkojan, och kan beräknas enligt ekvation 18:

$$t_{yi} = t_i - (R_{si}/R_{tot}) \cdot (t_i - t_u) \text{ (°C)} \quad (18)$$

Där:

$t_{yi}$  = Temperatur vid innerväggen

$t_i$  = Innetemperaturen (°C)

$R_{si}$  = Övergångsmotståndet ( $\text{W/m}^2 \cdot \text{°C}$ )

$R_p$  = Det tillämpbara värmemotståndet i hundkojans väggisolering ( $\text{W/m}^2 \cdot \text{°C}$ )

$t_u$  = Utetemperaturen (°C)

(Anderlind och Johansson, 1980)

Hur det maximala fukttinnehållet varierar beroende på temperatur kan beräknas med de tabellvärden som återfinns i Svensk standard SS 95 10 50.

Den relativa fuktigheten (RF) i luften är förhållandet mellan det aktuella fukttinnehållet i luften och det maximala fukttinnehåll som kan förekomma i luft vid en given temperatur. Detta förhållande kan ställas upp enligt ekvation 19:

$$RF = \text{Aktuellt fukttinnehåll/Maximalt fukttinnehåll (\%)} \quad (19)$$

Genom att jämföra den aktuella luftfuktigheten vid en viss temperatur och relativ fuktighet kan det maximala fukttinnehållet vid innerväggens temperatur bestämmas. Ifall den aktuella luftfuktigheten överskrider den maximala för yttemperaturen på innerväggarna riskerar kondens att bildas.

### Scenario 1

Vid insättning av temperaturerna  $t_i = -11,5$  och  $t_u = -16,5$  samt värmemotstånden  $R_{si} = 0,13$  och  $R_p = 1,08$  kan innerväggarnas temperatur ( $t_{yi}$ ) beräknas enligt ekvation 18:

$$t_{yi} = -11,5 - (0,13/1,08) \cdot (-11,5 - -16,5) \text{ (°C)}$$

$$t_{yi} = -12,1\text{°C}$$

Förhållanden inne i hundkojan:

$RF_i = 90 \%$

temp =  $-11,5^\circ\text{C}$

Maximalt fuktinnehåll,  $x_i = 1,545 \text{ g/kg}$  (tabellvärde)

$$t_{yi} = -12,1 \rightarrow \text{max fuktinnehåll } 1,36\text{g/kg (tabellvärde)}$$

$RF_i (\text{max}) = \text{aktuellt fuktinnehåll vid innerväggarnas temperatur } (-12,1^\circ\text{C})/\text{maximala fuktinnehållet vid inne-luftens temperatur } (-11,5^\circ\text{C})$

$$RF_i (\text{max}) = 1,36 / 1,545 = 88 \%$$

Ifall hundkojan isolerats med 40mm frigolit eller mineralull som i scenario 1 kommer kondens riskera uppstå vid 88 % RF om temperaturen höjs från  $-16,5^\circ\text{C}$  till  $-11,5^\circ\text{C}$ . Samma beräkning utfördes vid en lägre temperaturhöjning ( $-12,5^\circ\text{C}$  till  $-11,5^\circ\text{C}$ ), då riskerade kondens inträffa först vid 95 % RF inne i hundkojan. Därmed riskerar kondens endast bildas ifall hundkojan har tillförts fukt ekvivalent 5 % RF.

### Scenario 2

Vid insättning av temperaturerna  $t_i = -10$  och  $t_u = -15$  samt värmemotstånden  $R_{si} = 0,13$  och  $R_p = 1,32$  kan innerväggarnas temperatur ( $t_{yi}$ ) beräknas enligt ekvation 18:

$$t_{yi} = -11,5 - (0,13/0,25) \cdot (-11,5 - -16,5) (\text{°C})$$

$$t_{yi} = -14,1^\circ\text{C}$$

Förhållanden inne i hundkojan:

$RF_i = 90 \%$

temp =  $-11,5^\circ\text{C}$

Maximalt fuktinnehåll,  $x_i = 1,545 \text{ g/kg}$  (tabellvärde)

$$t_{yi} = -14,1 \rightarrow \text{max fuktinnehåll } 1,14\text{g/kg (tabellvärde)}$$

$RF_i (\text{max}) = \text{fuktinnehållet vid innerväggen temperatur } (-14,1^\circ\text{C})/\text{maximala fuktinnehållet i luften } (-11,5^\circ\text{C})$

$$RF_i (\text{max}) = 1,14 / 1,545 = 74 \%$$

Ifall hundkojan är helt oisolerad får RF maximalt vara 74 % inne i hundkojan innan kondens riskerar bildas om temperaturen höjs från  $-16,5^\circ\text{C}$  till  $-11,5^\circ\text{C}$ . Det innebär att kondens med stor säkerhet kommer att bildas på hundkojans innerväggar i scenario 2, ifall RF inne i hundkojans är 90 %. Samma beräkning utfördes vid en lägre temperaturhöjning ( $-12,5^\circ\text{C}$  till  $-11,5^\circ\text{C}$ ), då riskerade kondens bildas först vid 87 % RF inne i hundkojan. Risk för kondens förelåg därmed även vid  $1^\circ\text{C}$  ökning ifall hundkojan var helt oisolerad.

### 2.3.5 Värmeflödet från hundkojan

Isoleringstjockleken avgör även det genomsnittliga värmeflödet från hundkojan beror av byggnadsdelens värmemotstånd, temperaturskillnaden mellan ute och inne, samt kontaktytan mot omgivningen. Värmeflödet genom en vägg kan ställas upp som ekvation 22.

$$Q = U \cdot \Delta T \cdot A (\text{W/m}^2) \quad (22)$$

Där:

$U$  = Hundkojans värmemotstånd ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ )

$\Delta T$  = Skillnaden mellan ute- och innetemperatur ( $^\circ\text{C}$ )

$A$  = Hundkojans totala kontaktyta ( $\text{m}^2$ )

(Sällvik, 1999; energihandboken.se)

### Scenario 1

Med insättning av värmemotståndet ( $U = 0,93 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ), kontaktytan ( $A = 3,75$ ) och en temperaturskillnad på  $5^\circ\text{C}$ , i ekvation 22 blir värmetransporten från hundkojan:

$$Q = U \cdot \Delta T \cdot A \text{ (W)}$$

$$0,93 \cdot 5 \cdot 3,75 = 17,44 \text{ W}$$

### Scenario 2

Med insättning av värmemotståndet ( $U = 3,9 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ), kontaktyta ( $A = 3,75$ ) och en temperaturskillnad på  $5^\circ\text{C}$ , i ekvation 22 blir värmetransporten från hundkojan:

$$Q = U \cdot \Delta T \cdot A \text{ (W)}$$

$$Q = 3,9 \cdot 5 \cdot 3,75 = 73,125 \text{ W}$$

Det innebär att en väl utförd isolering kan minska värmeavgivningen från en hundkoja till 1/4.

## 2.5 Värmebalans

Värmeavgivningen via strålning och konvektion från en hundkoja beräknades för att ge en inblick i vilka hur den totala värmeavgivningen är fördelad mellan strålning, konvektion, ledning och andning då en hund ligger och vilar i en hundkoja.

### 2.5.1 Beskrivning av beräkningsmetodik

Vid värmebalansen antas att all den tillförda energin kommer att lämna kroppen i form av värme. Eftersom beräkningen görs vid hundarnas LCT antas den tillförda energin även vara tillräcklig för att  $E_m$  ska tillgodoses samt att hundarnas jämna kroppstemperatur kommer kunna upprätthållas. Hunden som beräkningen görs på antas vila mer varaktigt (sova eller söka skydd vid dålig väderlek) i hundkojan och därmed inte värmas upp nämnvärt av tidigare utförd muskelarbete. När omgivningstemperaturen börjar närma sig LCT kommer värmemotståndet inuti djuret vara så stort som möjligt.

Den totala värmeproduktionen beror av hur mycket värme som avges fritt och bunden från hunden. Den totala värmeavgivningen från hunden ( $P_{tot}$ ) bestäms vid beräkningen av den nedre kritiska temperaturen. Därmed antas att  $P_{tot}$  vara lika stor som den värme som alstras vid underhållet av hundens basala metabolism ( $P_m$ ) vilken därmed ger ett förhållande enligt ekvation 23:

$$P_{tot} = P_m = P_{fri} + P_{bunden} (+P_{lagring}) \text{ (W)} \quad (23)$$

Där:

$P_{fri}$  = Fri värmeavgivning genom konduktion, konvektion och strålning (W)

$P_{bunden}$  = Bunden värmeavgivning genom hundarnas andning (W)

$P_{lagring}$  = Aktiverad energi från lagringen (W)

(Gustavsson, 1988; Sällvik, 1999)

$P_{fri}$  kan beskrivas som summan av den värme som avges via konvektion, konduktion och strålning från ett djur till omgivande luft, kontakt- och strålningsytor. Detta kan beskrivas enligt ekvation 24:

$$P_{fri} = P_{konvektion} + P_{konduktion} + P_{strålning} \text{ (W)} \quad (24)$$

Då förhållandet mellan  $P_{fri}$  och  $P_{bunden}$  är känt ska de olika formerna av värmeavgivning bestämmas nedan beroende på hur stor kroppsytan som den fria värmeavgivningen sker ifrån.

Kroppsytan från vilken värmeavgivningen sker varierar mellan konduktion, konvektion och strålning. Vid konduktion leds värmen från kroppen ner i golvet. Därmed är det endast huden som är i direkt kontakt med golvet som kommer förlora värmeenergi genom konduktion. Värmeavgivning genom konvektion sker endast från hud som exponeras för luftströmmar. Dess kontaktyta väntas då vara densamma som  $A_{kropp}$  minus den hudytan som ligger an mot golvet. Strålning sker från djurets hud till de omgivande ytor som har en lägre strålningstemperatur. Storleken på denna kroppsytan är således lika stor som den vid konvektionen, med skillnaden att värmeavgivningen sker till omkringliggande strålningsytor vars strålningstemperaturer kan variera sinsemellan. Det medför exempelvis att värmeavgivningen genom strålning kan sänkas om flera hundar ligger i samma hundkoja. Strålningen som avges till den andra individen är lägre än den strålning som skulle avgetts mot väggen om hunden legat ensam. Hunden antas vid denna värmebalans ligga ensam.

### 2.5.2 Värmeavgivning genom andning

Eftersom värmeavgivningen antas ske vid LCT (-11,5°C) för de i studien deltagande draghundarna så kommer den bundna värmeavgivningen vara vid sin lägsta nivå, dvs. 15 % av  $P_{tot}$  (Sällvik, 2013). Då  $P_{tot}$  beräknats till 57,6 W för de i studien deltagande draghundarna av typen Alaskan Husky, så skulle det innebära att 8,6 W avges via andningen LCT.

### 2.5.3 Värmeavgivning genom konduktion

Värmeavgivningen genom konduktion (ledning) ner i bäddmaterial och golv är svårt att beräkna precist eftersom djuret successivt värmer upp golvytan med sin kroppsvärme. Det medför att värmeavgivningen till golvet avtar med tiden eftersom temperaturskillnaden mellan djurets hud och liggunderlagets yt-temperatur minskar.

Värmeavgivningen som sker från ett djur via konduktion ( $P_{konduktion}$ ) till golvet kan vid första kontakt beräknas med ekvation 25 vilken är en modifiering av Fouriers lag:

$$P_{konduktion} = k_k \cdot (t_a - t_g) \cdot A_k \text{ (W)} \quad (25)$$

Där:

$k_k$  = Golvets värmeledningskoefficient (W/m<sup>2</sup>·°C)

$A_k$  = Kontaktytans storlek (m<sup>2</sup>)

$t_a$  = Djurets hudtemperatur (°C)

$t_g$  = Golvtemperaturen (°C)

(Sällvik, 1999; se Speakman och Król, 2010)

Pälstjockleken är även vid konduktion avgörande för hur mycket värme som avges via ledning till underlaget. Hundarnas hudtemperatur varierar dessutom beroende på vilken av hundens kroppsdelar som exponeras av en viss temperaturskillnad. Eftersom hundarna antas ligga med magen mot golvet är hudtemperaturen mätt vid bukområdet anses vara rimlig att använda vid beräkningarna av värmeavgivningen genom konduktion.

Vid beräkningen av värmeavgivningen till golvet antogs detta bestå av två 12 mm tjocka plywoodskivor med en 40 mm isolering (frigolit/mineralull) mellan dessa. Innerväggens yttemperatur beräknades för scenario 1 (s.43 i bilaga 2) vara  $-12,1^{\circ}\text{C}$  vid utomhustemperaturen  $-16,5^{\circ}\text{C}$ . Då hundkojan i scenario 1 är upphöjd så antas golvet värmeledningskoefficient (U-värde) vara densamma som väggar och tak, dvs.  $0,92 \text{ W/m}^2\text{C}$  (s.40 i bilaga 2).

Eftersom inga egna beräkningar av hudtemperatur har utförts vid draghundarnas bukområden så kommer ungefärliga värden hämtas från tidigare studier. Enligt de temperaturmätningar som Irving och Krog (1955) utförde på arktiska hundars flanker vid en utetemperatur på  $-30^{\circ}\text{C}$ , varierade hudtemperaturerna mellan  $26,5^{\circ}\text{C}$  och  $35,0^{\circ}\text{C}$  (medeltemperaturen:  $30^{\circ}\text{C}$ ). Utetemperaturen har vid denna undersökning antagits vara  $-16,5^{\circ}\text{C}$  och omfatta korthårigare draghundar än de i Irving och Krogs (1955) studie. Därmed kommer hudtemperaturen antas vara något högre än medelvärdet för de mätningar som Irving och Krog (1955) gjorde. Hudtemperaturen kommer därmed antas vara  $36^{\circ}\text{C}$  vid dessa beräkningar.

Enligt ekvation 11 var medianen för deltagande hundarnas totala kroppsarea ( $A_{\text{kropp}}$ )  $0,73 \text{ m}^2$ , vilket medför att kontaktytan mot golvet vid sittande hundar:  $0,073 \text{ m}^2$ , och vid liggande hundar:  $0,18 \text{ m}^2$ .

#### Vid liggande

Vid insättning av  $k_k = 0,93$  (scenario 1),  $A_k$  vid liggande ( $0,25 \cdot A_{\text{kropp}}$ ),  $t_a$ ,  $t_t$  i ekvation 25 kan värmeöverföringen via ledning direkt vid första kontakt beräknas till:

$$P_k = 0,93 \cdot (36 - 18) \cdot 0,18 \text{ (W)}$$

$P_k = 3 \text{ W}$ , för att sedan avta med tiden.

#### Vid sittande

Vid insättning av  $k_k = 0,93$  (scenario 1),  $A_k$  vid sittande ( $0,10 \cdot A_{\text{kropp}}$ ),  $t_a$ ,  $t_t$  i ekvation 25 kan värmeöverföringen via ledning direkt vid första kontakt beräknas till:

$$P_k = 0,93 \cdot (35 - 23) \cdot 0,073 \text{ (W)}$$

$P_k = 1,22 \text{ W}$ , för att sedan avta med tiden.

#### 2.5.4 Värmeavgivning genom strålning och konvektion

Enligt ekvation 26 kan förhållandet mellan fri- och bunden värmeavgivning i förhållande till den totala värmeavgivningen ( $P_{\text{tot}}$ ) ställas upp på följande vis:

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{fri}} + P_{\text{bunden}} \text{ (W)} \quad (26)$$

Där:

$P_{\text{fri}}$  = Den fria värmeavgivningen i form av konvektion, konduktion och strålning (W)

$P_{\text{bunden}}$  = Den bundna värmeavgivningen som avges med vattenångan i utandningsluften (W)

$P_{\text{bunden}}$  beräknades vid ekvation 12 till  $8,6 \text{ W}$  vid LCT ( $-11,5^{\circ}\text{C}$ ) vilket vid insättning i ekvation 26 ger ett  $P_{\text{fri}}$  på:

$$57,6 = P_{\text{fri}} + 8,6 \text{ (W)}$$

$$P_{\text{fri}} = 49 \text{ W}$$

Enligt ekvation 27 är  $P_{\text{fri}}$  summan av den värme som avges från djuret via konvektion, konduktion

och strålning.

$$P_{fri} = P_{konvektion} + P_{konduktion} + P_{strålning} \quad (27)$$

Där:

$P_{konvektion}$  = Värmeavgivningen via konvektion, luftrörelser (W)

$P_{konduktion}$  = Värmeavgivningen via ledning (W)

$P_{strålning}$  = Värmeavgivningen via strålning till omgivande ytor (W)

Den övriga värmen avges därmed genom konvektion och strålning.  $P_{konduktion}$  beräknades till 3,0 W vid liggande och 1,2 W vid sittande.  $P_{fri}$  kommer vara 85 % av  $P_{tot}$ . Det innebär att  $P_{fri}$  är 48,96 W, vilket kan utbytjas för att beräkna  $P_{strålning + konvektion}$ .

#### Vid liggande

Vid insättande av  $P_{fri}$  och  $P_{konduktion}$  i ekvation 27 kan  $P_{strålning+konvektion}$  vid liggande hund beräknas till:

$$48,96 = P_{strålning+konvektion} + 3,0 \text{ (W)}$$

$$P_{strålning} + P_{konvektion} = 45,96 \text{ W}$$

#### Vid sittande

Vid insättande av  $P_{fri}$  och  $P_{konduktion}$  i ekvation 27 kan  $P_{strålning+konvektion}$  vid sittande hund beräknas till:

$$48,96 = P_{strålning+konvektion} + 1,2 \text{ (W)}$$

$$P_{strålning} + P_{konvektion} = 47,94 \text{ W}$$

### 2.5.5 Sammanfattning värmebalans

#### Vid liggande

Enligt de beräknade värmeavgivningarna från hundkojan (rubrikerna 2.5.1 till 2.5.4 i bilaga 2) avges den största delen kroppsvärmen främst till luftrum och omgivande väggar och tak genom strålning och konvektion vid hundens LCT. Endast en mindre mängd kroppsvärme leds ner i golvet vid kontaktögonblicket, för att sedan avta ytterligare allt eftersom underlaget värms upp.

För att få en bättre överblick över hur stor andel av den totala värmeavgivningen (57,6 W) som avges som strålning + konvektion, ledning och andning då draghundarna precis lagt sig i vila så har dessa summerats. Denna sammanfattning presenteras nedan som tabell 31, samt som figur 15 i rapporten.

*Tabell 31: Visar en sammanfattning över värmeavgivningen som sker från draghundar (15 mm pälsjocklek), vid **termiskt neutralt tillstånd** då hunden precis har **lagt sig** för att vila i en hundkoja (lufthastighet: 0,05 m/s). Det framgår även i vilka former värmen avges och hur stor proportion som dessa värmeavgivningar utgör av den totala.*

Värmeavgivning	Värmemängd (W)	Proportion av $P_{tot}$ (%)
Andning	8,6	15
Strålning +konvektion	46	80
Ledning	3	5

### Vid sittande

Även då hunden sitter tenderar värmen främst avges till luftrum och omgivande väggar och tak genom strålning och konvektion (rubrik 2.5.1 och 2.5.2). Dock kan man se att en viss mängd kroppsvärme kommer ledas ner i golvet just vid kontaktögonblicket. Denna mängd är lägre då hunden sitter än ligger eftersom kontaktytan mot golvet minskats. Summeringen av hundarnas värmeavgivning vid sittande i vila presenteras som tabell 32 nedan, och som figur 16 i rapporten.

*Tabell 32: Visar en sammanfattning över värmeavgivningen som sker från draghundar (15 mm pälstjocklek), vid **termiskt neutralt tillstånd** då hunden precis **satt sig** för att vila i en hundkoja (lufthastighet: 0,05 m/s). Det framgår även i vilka former värmen avges och hur stor proportion som dessa värmeavgivningar utgör av den totala.*

Värmeavgivning	Värmemängd (W)	Proportion av $P_{\text{tot}}$ (%)
Andning	8,6	15
Strålning +konvektion	47,8	83
Ledning	1,2	2





LUNDS UNIVERSITET

Miljövetenskaplig utbildning  
Centrum för klimat- och miljöforskning  
Ekologihuset  
22362 Lund