



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2016, 30 stp

Institutt for husdyr og akvakulturvitenskap

Unge søyers preferanser for golvtyper ved lave temperaturer

Flooring preferences in young ewes
at low temperatures

Juni Rosann Engelién Johansen

Husdyrvitenskap



Unge søyers preferanser for golvtyper ved lave temperaturer

Flooring preferences in young ewes at low temperatures

Mastergradsoppgave 13.05.2016



Juni Rosann Engelién Johansen

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Fakultet for veterinærmedisin og biovitenskap
Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet ved Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) på Ås, våren 2016. Nå er fem år med husdyrstudier over, og jeg kunne ikke vært mer fornøyd med valg av studie, med bachelorgrad på Høgskolen i Nord-Trøndelag (nå Nord universitet) og toårig mastergrad med studieretning etologi på NMBU.

Det var vanskelig å skulle bestemme seg for masteroppgave-tema. Helst ville jeg ha om noe innenfor etologi men det meste som var foreslått der var om hund eller katt, og jeg ønsket og bli sivilagronom. Jeg ville aller helst ha om geit, men da Knut E. Bøe fortalte at jeg kunne ha et forsøk om golvtyper til sau i samarbeid med NIBIO, ville jeg selvfølgelig det.

Jeg fikk reise til Helgelandskysten for første gang, og være hos NIBIO Tjøtta i over tre uker i januar for å gjennomføre forsøket. Det var utrolig vakkert da jeg kom dit og jeg kommer aldri til å glemme det. Vil takke alle hos NIBIO Tjøtta for at jeg fikk egen hybel og eget kontor, alle var kjempehyggelige, jeg fikk god hjelp, og jeg fikk være med på NIBIO's nyttårsball! Jeg trivdes godt med å være der, og ble ganske glad i de skjønne forsøkssøyene som jeg stelte hver dag.

Jeg vil spesielt takke min hovedveileder Knut E. Bøe, og tilleggsveileder Grete M. Jørgensen som har hjulpet meg gjennom arbeidet med oppgaven. Takk til Knut Evensen (Fjøsssystemer AS) som skaffet oss strekkmetallrister, gummimatter og plastrister med bæring til en god pris i anledning forsøket. Takk til de som tok seg tid til korrekturlesing av oppgaven. Takk til familie og venner for at dere har støttet meg, oppmuntret meg og ønsket meg lykke til gjennom studiene mine.

Til slutt en stor takk til verdens beste venn, hunden min Gina, som aldri har klaget til tross for mange kjedelige dager.

Institutt for Husdyr- og Akvakulturvitenskap, NMBU

Ås, 13.mai 2016

Juni Rosann Engelién Johanssen

Sammendrag

Formålet med masteroppgaven var å undersøke unge søyers preferanser for ulike golvtyper ved hjelp av valgforsøk ved lave temperaturer. I tillegg ble golvtypenes varmetekniske egenskaper undersøkt. Valgforsøket ble gjennomført hos Norsk Institutt for Bioøkonomi i Tjøtta med 30 unge, uparede søyer av rasen Norsk Kvit Sau, fra 7. januar 2016 til 28. januar 2016, 6 til 9 uker etter klipping av søyene. Søyene ble delt inn i 10 grupper med tre søyer i hver gruppe, og gruppene ble rotert mellom 10 binger med to golvtyper per bing. Totalt fem golvtyper ble testet parvis: kompositt, strekkmetall, plastspaltegolv, tett golv av tre og tett golv av gummimatte. Det ble gjort atferdsobservasjoner, og dataene ble deretter analysert ved hjelp av en mixed modell i SAS. Det ble gjort målinger av overflatetemperaturer på golv og dyr, målinger av varmetap til golv for de fem golvtypene, samt for tregolv og gummimatte med sagflis, og for halm (på tregolv).

Det var stor variasjon i søyenes overflatetemperaturer, men små forskjeller i overflatetemperaturer for golvtypene. Tette golv uten strø ga høyest varmetap til golv med målingen som ble utført, og halm ga lavest varmetap til golv. Det var liten forskjell mellom tregolv og gummimatte, både uten og med sagflis. Av de drenerende golvtypene ga kompositt høyest og plastspaltegolv lavest varmetap til golv. Tette golv med sagflis ga et varmetap til golv som var likt som for strekkmetall.

Resultatene fra valgforsøket viste at søyene hadde en klar preferanse for tett golv fremfor drenerende golv ved at de både sto, gikk og lå mer på tett golv enn drenerende golv gjennom hele forsøket. Liggetid i hver av de ulike bingene viste at søyene lå signifikant mer på tregolv og gummimatte fremfor strekkmetall, kompositt og plastspaltegolv. Dessuten viste søyene en tendens til å ligge mer på gummimatte enn tregolv i bingen med kun tett golv. Det var ulike temperaturer gjennom forsøket, og søyene lå mindre, sto og gikk mer, spiste og drakk mer, og hadde mer kroppskontakt ved de laveste omgivelsestemperaturene. De ti kaldeste døgnene lå de signifikant mindre i bingene med kun drenerende golv enn i bingene med tilgang til tett golv.

Abstract

The aim of this master thesis was to investigate flooring preferences in young ewes at low temperatures using paired choice tests. In addition, heat technical characteristics of the floors were investigated. The paired choice test was conducted at the Norwegian Institute of Bioeconomy Research in Tjøtta with 30 young, barren ewes of the breed Norwegian White Sheep, from 7th January 2016 to 28th January 2016, 6 to 9 weeks after shearing of the ewes. The ewes were divided into 10 groups consisting of 3 ewes per group, and the groups were rotated between the 10 pens with two types of floor in each pen. The five floor materials were: slatted floor of composite material, expanded metal floor, plastic slatted floor, floor of solid wood, and floor of solid rubber mats. Behavioral observations were done, and the data were then analyzed with a mixed model in SAS. Measurements of surface temperatures of animals and floor were performed. In addition to this, we also measured heat loss to floor for the five flooring types, as well as floor of solid wood and rubber mats with a layer of saw dust, and for straw (on floor of solid wood).

There was wide variation in the surface temperatures of the ewes, but minor differences in the surface temperatures of the floors. Solid floors without saw dust gave the highest heat loss to floor with the measuring method used, and straw gave the lowest heat loss to floor. There was little difference between floor of solid wood and rubber mat, without and with saw dust. Composite material gave the highest and plastic slatted floor the lowest heat loss to floor of the draining floor types. Solid floors with saw dust gave a heat loss to floor which was similar to expanded metal.

The results of the choice test showed that the ewes had a clear preference for solid floors to draining floors since they were standing, walking and resting more on solid floor than on draining floor through the whole period of the experiment. Lying time in each of the different pens showed that the ewes lie resting significantly more on wooden floor or rubber mat than on expanded metal, composite and plastic slatted floors. Furthermore, the ewes showed a tendency for lying more on rubber mats than on wooden floor in the pen with just solid floors. There were various temperatures throughout the experiment, and the ewes laid less, stood and walked more, ate and drank more, and had more body contact at the lowest ambient temperatures. In the ten coldest days, they were laying significantly less in pens with only draining floors than in pens with access to solid floor.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	II
Abstract	III
1. Innledning	1
1.1 Varmetap til golv	3
1.2 Omgivelsestemperatur	4
1.3 Nedre kritiske temperatur	5
1.4 Termoregulering	6
1.4.1 Termoregulering og liggeunderlag til sau	6
1.5 Isolert vs. uisolert fjøs	8
1.6 Forskrift, liggeunderlag	8
1.6.1 Krav om tett liggeunderlag til små lam	9
1.7 Tallefjøs	9
1.8 Tett liggeunderlag til sau	10
1.8.1 Studier med tiknytning til kravet om tett liggeunderlag	10
1.9 Liggepaller og køyesenger, alternativer til talle som tett golv	10
1.10 Preferanse for golvtyper	12
1.11 Formål, hypoteser og prediksjoner	15
2. Materiale og metode	16
2.1 Forsøksopplegg – fjøset og golvtypene	16
2.2 Dyrene og tilvenningen	19
2.3 Forsøkets start og slutt	19
2.4 Stell og føring av søyene under forsøksperioden	19
2.5 Videoovervåkning	20
2.6 Atferdsobservasjoner	20
2.7 Temperatur inne og ute	22
2.8 Overflatetemperaturer	23
2.9 Varmetap til golv	23
2.10 Statistisk metode	24
3. Resultater	25
3.1 Overflatetemperatur dyr og golv	25
3.2 Varmetap til golv	26
3.3 Atferd	27

3.3.1 Preferanse for golvtyper.....	27
3.4 Andre observasjoner	32
3.5 Renhet	32
4. Diskusjon	33
4.1 Tett golv vs. drenerende golv - Atferd.....	33
4.2 Tett golv vs. drenerende golv – Varmetap til golv	34
4.3 Tett golv – Preferanse og varmetap til golv	34
4.3.1 Strø på tett golv.....	35
4.3.2 Halm	35
4.4 Effekt på liggeatferd	35
4.5 Drenerende golv.....	36
4.5.1 Grufforskjeller.....	36
4.6 Tidligere erfaring	37
4.7 Effekt av individavstand	37
4.8 Oppsummering.....	38
5. Konklusjon	39
6. Referanser	40

1. Innledning

Talle som er en blanding av gjødsel og strø (Källström 2008), var tidligere det mest vanlige underlaget til sau innendørs i Norge (Bergøy 1976; Gjestang et al. 1999; Sæland 1930). Sæland skrev i sin bok fra 1930 at «Sauen bør gå på talle. Dette vert minst arbeid og gjev best møyk. Gjev ein berre turrfôr, vil sauene halda det turt på tallen utan strøy» (Sæland 1930). Han mente at det var best med jordgolv under tallen fordi tregolv råtner bort og sementgolv var for dyrt. Før i tiden var det vanlig å ha noen få sauer i bygninger sammen med andre husdyr (Bell 1955). Det ble tatt lite hensyn til småfe ved planlegging av bygningene. Sauen og geita måtte som regel nøye seg med den plassen som var ledig. Det kunne være et eget rom, et annet sted i bygningen eller i et hjørne i et av de andre husdyrrommene. Disse bygningene var gjerne for mørke og for varme for sauene. I tillegg var det trangt og dårlig innredd for sauene, slik at arbeid med fôring og tilsyn gjerne ble tungvint. Høy ble gitt rett på golvet før det etter hvert ble laget fôrhekk for sau. I 1930 skrev Sæland at «Krybbe (tro, etc) bør det vera i alle sauehus. Stundom ser ein enno at fôret berre vert kasta på tallen. Dette er både ulønsamt og lite helseamt. Mykje høymod og anna fint fôr vert trødt ned i tallen på den måten og ymse sjukdomar kan lett verta spreidde når maten skal pilast opp millom lorten» (Sæland 1930).

Etter hvert ble det mer vanlig med spaltegolv til sau. Bergøy skrev i sin bok i 1976 at «Hus med talle er fullt brukende der over halvparten av grovfôret er høy, der det er god tilgang på strø og lett å holde det tørt i og utenfor bygningen. Hus med talle bør helst være uisolerte. Slike hus passer dårlig i fuktig klima. Der surfôr er det viktigste grovfôrslaget og forholdene ellers gjør det vanskelig å bruke talle, må man rå til å bruke spaltegolv av tre, eventuelt strekkmetall. På steder med stabilt vinterklima og ikke for sterk vind kan spaltegolvhushus gjerne være uisolert» (Bergøy 1976). På denne tiden var det mest vanlig med trespaltegolv med planker eller bord av tre. Noen brukte betongspaltegolv men ifølge Bergøy var dette dyrt og passet dårlig for sau. På 70-tallet ble strekkmetall (figur 1) tatt i bruk som golv i sauefjøs. Bergøy skrev dette om strekkmetall i 1976: «Man har også prøvd galvanisert strekkmetall istedenfor spaltegolv. Hittil har man bare gode erfaringer med dette materialet. I første omgang er det dyrere enn treplank, også om denne er polyesterforsterka. Enda har man ikke lang nok erfaring med levetiden til å kunne



Figur 1: Søyer som ligger på strekkmetall.

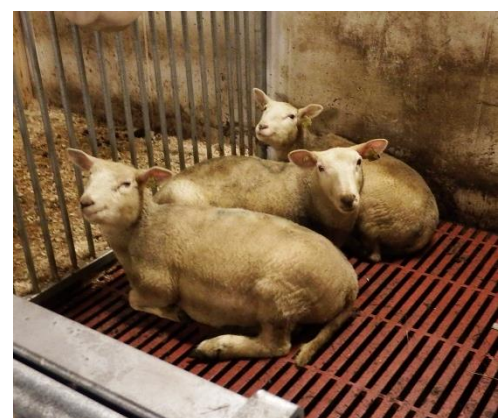
dømme hva som blir rimeligst i lengden. Drenerende golv blir brukt som samlebetegnelse for spaltegolv, rister og lignende som lett slipper gjødsel og urin gjennom».

Golvtypene som benyttes til sau i dag kan deles inn i talle, andre tette golv, og drenerende golv inkludert spaltegolv. Strø til talle kan være halm, sagflis og kutterspon, bark, torv, grov flis, papp og papir. Andre tette golv kan være tett tregolv, liggepaller av tre, gummimatter og madrasser. Drenerende golv til sau er strekkmetall, trespaltegolv, plastspaltegolv, kompositt, hullrister av metall og betongspaltegolv. I Norge er det i dag mest vanlig å bruke strekkmetall som golv til sau, deretter er det antagelig plastspaltegolv som er mest vanlig, og av talle er halmtalle det mest vanlige. Kompositt har blitt et mer populært golv de siste årene, spesielt i Nord-Norge (Berge 2009).

I en spørreundersøkelse besvart av 195 saueprodusenter var det 59 % som hadde strekkmetall, 23 % hadde plastspaltegolv og 10 % hadde talle (Helle & Johansen 2014). En spørreundersøkelse med 650 sauebesetninger viste at 70,6 % hadde strekkmetall, 8,3 % hadde talle, og 21,1 % hadde spaltegolv eller en kombinasjon (Bøe & Simensen 2003). Resultater fra en annen spørreundersøkelse med 327 besetninger viste at 78,3 % hadde drenerende golv, 16,6 % hadde tett golv, og 6,1 % hadde en kombinasjon (Simensen et al. 2014).

Viktige faktorer for valg av golvtype til sau er at sauene holder seg tørre og rene, og at det er mulig å vaske og desinfisere golvet på en god måte, at det ikke krever mye tid eller arbeidskraft for å holde golvet rent, at varmetap fra sau til golv ikke er for stort, at golvet ikke er så glatt at sauene sklir og skader seg, at golvet ikke er så hardt at det gir skader og liggesår, og at det helst bør være holdbart og samtidig ikke for dyrt (Ådne 2009). En annen faktor å ta hensyn til er klauvslitasjen. En viss klauvslitasje vil være en fordel, men dårlig klauvslitasje kan kompenseres med hyppigere klauvskjæring.

Plastspaltegolv MIK stepper (figur 2) har blitt produsert i 20 år, og innholdet i golvet er hemmelig (personlig meddelelse Knut Evensen). Det hevdes at plastspaltegolv er svært enkelt å rengjøre fordi det har lett gjødselgjennomgang (Sørbøen 2016). Levetiden til plastspaltegolv sies å være nærmest ubegrenset, og det skal dessuten være et «varmt» golv for sauene, hvilket



Figur 2 og 3: Søyer som ligger på plastspaltegolv (øverst) og kompositt (nederst).

gjør det til et godt golv når sauene er nyklippet (Ådne 2009). Lisbeth Hektoen fra Animalia hevdet at plastspaltegolv er bedre enn strekkmetall med tanke på varmetap, fordi det ikke leder bort like mye varme fra dyra, men at det likevel ikke er bra nok som golv til små lam (Ådne 2009).

Komposittgolv ved navn Lognvikgolvet (figur 3) består av fiberkompositt og har sin opprinnelse fra offshoreinstallasjoner (personlig meddelelse, Kristine Wee). Fiberkompositt har egenskaper som gjør at det passer i både offshoreinstallasjoner og til sau. Det er en type fiberplast som er armert og veldig slitesterk, har lav egenvekt, tåler godt mange typer ytre påvirkninger, og er like sterk ved de fleste utetemperaturer i Norge (personlig meddelelse, Kristine Wee). Kompositt hevdes dessuten å være et varmt golv som ikke blir kaldt i vinterkulden, og som er mykere og tryggere for sauene enn strekkmetall (Nordaas 2007). Det hevdes at dyra ikke setter seg fast i spalteåpningene, men at spalteåpningene fortsatt er slik at møkk og fôrrester sklir gjennom, så det kreves minimalt med rengjøring (Mellemstrand 2012). Til tross for at kompositt hevdes å ha gode varmetekniske egenskaper finnes det ingen resultater fra tidligere forsøk hvor kompositt er utprøvd (Berge 2009).

1.1 Varmetap til golv

Nygaard (1966), utviklet en metode for å måle varmetap til golv. Metoden gikk ut på å måle temperatur i en vannpose inne i en isolert varmekasse fra vannet var 37 °C og deretter hvert 5. minutt frem til 60 minutter. Dette ble gjort for å sammenligne varmetap fra vannposen med varmetap fra juret til ei ku som ligger på golvet. Nygaard (1966), mente at varmetap ved direkte berøring til tett golv ville være avhengig av om golvet var dekket med strø, hvor tykt strølaget var, hvilken isolasjonsevne det hadde og om strøet var vått eller tørt. Ved utvikling av metoden ble varmetap til golv målt på tregolv og betonggolv med ulike mengder strø. Resultatene viste at tregolv ga lavere varmetap enn betonggolv, og jo mer sagflis som ble brukt, jo lavere var varmetapet. Det var dessuten høyere varmetap når strøet var tørt enn når strøet var vått. Det ble også gjort en undersøkelse med varmetapmålinger i 179 melkekufjøs. De fleste av fjøsene i undersøkelsen hadde tett betonggolv eller tett tregolv, men seks av fjøsene hadde betongspaltegolv, og resultatene viste at betongspaltegolv ga et lavere varmetap enn tett betonggolv.

Egenskapene renhet, friksjonsforhold, klauvslitasje og dyrs varmetap ble undersøkt for ulike drenerende golvtyper til sau (strekkmetall, hullrist av stål, trespaltegolv med 25 mm spalteåpning, trespaltegolv med plastprofil, trespaltegolv med epoksybelegg, trespaltegolv med gummiprofil og trespaltegolv med 18 mm spalteåpning) (Bøe 1985). Dyrenes varmetap ble undersøkt ved hjelp av metoden utviklet av Nygaard (1966). Resultatene fra forsøket viste at strekkmetall var det reneste golvet. Strekkmetall og trespalt med epoksy ga best friksjon og størst klauvslitasje, og skjæring av klauvene var unødvendig på disse to golvtypene. Varmetap til golv ble målt på strekkmetall, hullrist

og trespaltegolv i uisolert fjøs, og hullrist i isolert fjøs. Varmetap til golv var høyest for hullrist, nest høyest for strekkmetall, og lavest for trespaltegolv (tabell 1).

Tabell 1: Temperaturfall (°C) i en liter vann med starttemperatur 39 °C som uttrykk for varmetap til golvtypene (Bøe 1990).

Tid min.	Uisolert hus (-2 °C)			Isolert hus
	Trespaltegolv	Strekkmetall	Hullrist	Hullrist
0	39,0	39,0	39,0	39,0
15	34,8	31,0	29,4	33,5
30	32,2	27,0	24,2	29,0

Avvente grisunger som ble satt i forskjellige binger med ulike golv (strødd betonggolv, bart betonggolv, strekkmetall og hevet gummibelagt metall) og temperaturer fra 14 til 24 °C kunne trykke på en bryter som slo på varmelamper som hang over golvet (Morrison et al. 1987). Resultatene viste at grisene krevde minst tilført varme på strødd betong og mest varme på strekkmetall. Resultater fra et forsøk hvor varmetap til golv ble målt for ulike spaltegolv til gris, viste at varmetapet var høyere på betongspaltegolv enn på spaltegolv av plast eller støpejern, og betongspaltegolv ble vurdert som for kaldt å ligge på for grisene (Pedersen & Ravn 2008).

1.2 Omgivelsestemperatur

Sæland (1930) skrev i sin bok at «8-10 grader er høvelig temperatur i sauehuset, men um det vert kaldare, så gjer ikkje det noko, berre det er turt på tallen. Um det er kuldegradar heilt upptil både 20 og 30 grader (eller meir), so skadar ikkje det, berre sauene gjeng med sumarsulli og ikkje vert våt. Då frys han ikkje. Og i kalde hus et han betre upp enn i varme hus der maten fort vert kassen og vond».

Ved temperaturer innenfor dyrets termonøytrale sone, vil dyrets varmeproduksjon være konstant og uavhengig av temperaturen i miljøet (Monteith & Mount 1973). Dyret vil da tape like mye energi som den tilføres. Når det blir kaldere for dyret enn det som er ideell omgivelsestemperatur, innenfor termonøytral sone, vil det begrense varmetapet sitt ved hjelp av fysiologiske og atferdsmessige mekanismer (Curtis 1983). Fysiologiske mekanismer kan være at blodårene trekker seg sammen og hindrer varmetap til hudoverflate, det kan være ufrivillig muskelskjelving, og piloereksjon ved at hårene på kroppen reiser seg ved utsettelse for kulde. På lengre sikt kan laget av underhudsfett øke og pels vokse seg lenger og tettere. Atferdsmessige mekanismer for å redusere varmetapet for sau kan være at den endrer kroppspositur (Hutchinson & McRae 1969), endrer hvordan den står mot vinden og sola (Done-Currie et al. 1984), søker ly for å unngå regn og vind (Lynch & Alexander 1977),

og at den står eller ligger tett sammen med andre sauer (Bøe 1990). Inne i et fjøs er mulighetene for å redusere varmetapet mer begrenset. Sauen kan da bruke alternative strategier som å endre liggetid, endre liggstilling og endre tid på døgnet som den ligger.

1.3 Nedre kritiske temperatur

Når alle de fysiologiske og atferdsmessige mekanismene for å redusere varmetap virker for fullt, sier man at dyret har oppnådd sin nedre kritiske temperatur (NKT) (Curtis 1983). NKT er den nedre grense for den termonøytrale sonen, og når lufttemperaturen faller nedenfor NKT, må dyret samtidig øke varmeproduksjonen for å opprettholde en stabil indre kroppstemperatur (homeotermi) (Webster 1976).

Det er flere ulike faktorer knyttet til miljø og til dyret selv som har betydning for sauens kuldetoleranse og dermed for dens NKT. Faktorer knyttet til miljøet, spesielt utendørs, er lufthastighet, fuktighet og solstråling (Young 1981). Det er ikke selve lufttemperaturen som er viktig, men den samlede avkjølingseffekten. Ifølge Blaxter (1964) kan kulde, vind og regn til sammen skape et varmetap som er to-tre ganger større enn normalt. Viktige faktorer som påvirker dyrets NKT er alder, hold/vekt og dyrets isolasjon av ull/pels og overflateev (Young 1981). Dessuten vil NKT variere med fôring (fôrtilgang, -kvalitet, -opptak) og produksjon (som tilvekst, fosterproduksjon, melkeproduksjon) (Ekesbo 2011). NKT vil også avhenge av type fjøs og innredning, slikt som golvtype innendørs (Stephens 1971; Verstegen & Van der Hel 1974; Young 1981).

Et forsøk med griser viste at det å dekke et tett betonggulv med et 10 cm tykt lag med halm i et miljø med en omgivelsestemperatur på 10 °C, ga den samme effekten som å øke omgivelsestemperaturen til 18 °C (Stephens 1971). Et annet forsøk med griser, viste at den effektive kritiske temperaturen for dyr som veide 40 kg, var 11,5 til 13 °C på halm, 14 til 15 °C på asfalt og 19 til 20 °C på betongspaltegulv (Verstegen & Van der Hel 1974). Fordi det er mer luftbevegelse ved golvnivå over et drenerende gulv enn over et tett gulv, blir den effektive omgivelsestemperaturen lavere over et drenerende gulv dersom alle andre faktorer er like (Curtis 1983).

Ifølge Webster (1976) er NKT avhengig av metabolismen (forbrenning av næringsstoffer), isolasjon av hud og overflateev, ytre isolasjon av ull, luft inni ulla og luft som ulla blir utsatt for, altså lufthastighet rundt sauene. Den viktigste enkeltfaktoren som bestemmer NKT er metabolismegraden fordi varmeproduksjon øker ved økning av metabolismen, og metabolismen vil øke med økende fôropptak, samt at den vil øke ved eksponering for vind og nedbør. Metabolismegrad, eller energiutveksling, kan måles ved hjelp av direkte og indirekte kalorimetri, det vil si måling av varmetap og varmeproduksjon for dyret. Webster (1976) laget en tabell hvor omtrentlig NKT var på

-40 °C for en uklippet voksen sau med en ull-lengde på 4 cm og fri tilgang til fôr innendørs, og 13 °C for en klippet sau med en ull-lengde på 1 cm og vedlikeholdsføring utendørs. Ifølge Alexander (1974) kan NKT for nyklipt sau variere fra 30 °C og ned til 10 °C avhengig av sauens næringsopptak. Etter klipping varierer altså NKT blant annet med ull-lengde og føring, og Graham et al. (1959) undersøkte NKT for sau med en ull-lengde på bare 1 mm ved ulik føring innendørs ved bruk av to værere som ble holdt i lukket respirasjonskammer, hvor NKT ble bestemt etter det som var omgivelsestemperaturen korrespondert til minimal varmeproduksjon. Et lavt fôrnivå ga NKT på 39 til 40 °C, ved føring til vedlikehold ble NKT på 33 °C, og ved mer føring enn til vedlikehold ble NKT på 24 til 27 °C. Vanlig ull-lengde etter klipping er på 3 – 3,5 mm, avhengig av hvilken kam en velger på klippemaskinen (Jørgensen et al. 2015).

1.4 Termoregulering

Sauens vannopptak minker ved lave temperaturer (Westra & Christopherson 1976). Wheeler et al. (1963), fant ut at sauers fôropptak økte signifikant etter klipping på grunn av kuldestress, som resulterte i et større energibehov og dermed et høyere fôropptak. Elvidge og Coop (1974), så at uklipte sauer ikke fikk et økt fôropptak ved 7-10 °C, mens nyklipte sauer økte fôropptaket med 46 % da de ble holdt inne, og med 76-78 % da de ble holdt ute uten ly. Westra og Christopherson (1976) gjorde to forsøk, hvor de fant ut at fordøyeligheten av tørrstoff ble lavere dersom sauene ble utsatt for lavere temperaturer (0,8 vs. 17,7 °C, og 1,3 vs. 21,2 °C).

Done-Currie et al. (1984), undersøkte termoreguleringsstrategier for sauer holdt utendørs. Dersom sauene sto med siden mot vinden hadde de 14 % høyere varmetap enn dersom de sto med hodet eller halen mot vinden. Dersom sauene sto stille i sola, gjorde varmen fra sola at varmetapet fra sauen ble redusert med 33 %. Sauer som var i midten av en tett gruppe, med 16 klipte sauer fikk redusert sitt varmetap med 14 %. Selv om sauer vanligvis foretrekker en viss individavstand (Jørgensen et al. 2011), velger de det å stå tett sammen som en termoreguleringsstrategi for å redusere varmetapet når det er kaldt.

1.4.1 Termoregulering og liggeunderlag til sau

Bøe (1990), undersøkte termoreguleringsatferd hos sau og lam, holdt i isolert og i uisolert fjøs (totalt 132 dyr). Rundt 90 % av sauene lå med alle beina under kroppen før klipping, det var da ingen forskjell i isolert og i uisolert fjøs. Det var mer sammenklynging ved at sauer lå inntil hverandre med kroppskontakt i uisolert fjøs. Etter klipping økte denne atferden i begge fjøstypene, og var mer utpreget i uisolert enn i isolert fjøs, men ikke signifikant. Den totale liggetiden før klipping var lenger i isolert enn i uisolert fjøs. I uisolert fjøs økte liggetiden med økning i utetemperatur. Liggetiden ble redusert med 39 % den første dagen etter klipping, men etter tre uker var liggetiden på samme nivå

Kroppskontakt ble utnyttet i noen grad, men strategiene med å endre liggestilling eller med å ligge mer om dagen og mindre om natten ble ikke vist i resultatene.

1.5 Isolert vs. uisolert fjøs

I Norge er det krav om at sau skal ha et liggeområde med minimum tre tette vegger, og tak som skal gi tilstrekkelig beskyttelse mot vind og nedbør (Lovdata 2005). Det er mest vanlig å holde sau i isolerte fjøs. Resultater fra spørreundersøkelser har vist at 63,4-89,0 % har isolert fjøs, 5,1-25,7 % har uisolert fjøs, og 5,9 – 13,9 % har en kombinasjon (Helle & Johansen 2014; Simensen & Hauge 2003; Simensen et al. 2010; Simensen et al. 2014). Selv om isolerte fjøs er vanligst i Norge, tåler sauen godt og holdes i uisolerte fjøs med naturlig ventilasjon. Det kan tenkes at uisolert fjøs kan medføre et dårligere arbeidsmiljø for bonden, men en spørreundersøkelse fra 2012 viste ingen forskjell i hvor godt bøndene vurderte arbeidsmiljøet i isolert og i uisolert fjøs (Simensen 2012). Bygging av enkle, uisolerte fjøs gir 10-30 % lavere bygningskostnader enn isolerte fjøs (Ruud 2003). Ifølge Ruud (2003), har det store luftskifte med ren luft og lav bakteriemotstand i uisolerte fjøs, bidratt til robuste dyr med god helse og produksjon når det gjelder storfe. I forsøk hvor sauehold i isolert kontra uisolert fjøs er sammenlignet, er det ikke funnet signifikante forskjeller på fôropptak (Bøe et al. 1991), reproduksjonsegenskaper hos søyer (Bøe et al. 1991; Simensen et al. 2014), eller slakteegenskaper og tilvekst hos lam (Pouliot et al. 2009; Vachon et al. 2007). Bøe og Gjestang (1984) fant imidlertid ut at etetid etter klipping økte mer (18 %) i uisolert fjøs enn i isolert fjøs (7,5 %).

1.6 Forskrift, liggeunderlag

En utfordring med uisolert fjøs er at det kan bli svært kaldt for nyklipte sauer og for nyfødte lam, ettersom temperaturen inne følger utetemperaturen. I forskrift om hold av småfe (Lovdata 2005) står det under «§ 17. Driftsformer med enkle dyrerom og utegang» om liggeunderlag til sau: «Dyrene skal ha tilgang på liggeunderlag med tilfredsstillende varmetekniske egenskaper der alle dyrene kan ligge samtidig. Det er ikke tillatt med metall eller betong som liggeareal.». Samtidig står det under «§ 11. Oppstalling» at «Småfe skal ha adgang til bekvem, tørr og trekkfri liggeplass, hvor alle dyrene kan ligge samtidig. Små lam og kje skal ha tilgang til tett liggeunderlag med tilfredsstillende varmetekniske egenskaper.»

1.6.1 Krav om tett liggeunderlag til små lam

Små lam defineres av mattilsynet som lam opptil 2 ukers alder, men med hovedvekt på de tre første levedøgnene (Mattilsynet 2010). Lam som er spesielt små, svakfødte eller syke, bør tilbys tett liggeunderlag i en lenger periode. I en tilsynskampanje som mattilsynet gjennomførte i 719 sauebesetninger i 2007, kom det fram at 45 % ikke oppfylte kravet om tett liggeunderlag til små lam (Mattilsynet 2010). Ut i fra dette kan man anta at bestemmelsen om tett liggeunderlag til små lam er den bestemmelsen i forskrift om velferd for småfe som oftest brytes. Strekkmetall, som er den vanligste golvtypen, blir sett på som et kaldt golv med stor varmeledningsevne (Jørgensen et al. 2015), hvilket antagelig kan gi store utfordringer med varmetap hos nyfødte lam. Det iverksettes forskjellige tiltak for å gi små lam tett liggeunderlag; Mange sauebønder bruker et tykt lag med halm i de avgrensede lammebingene. Noen bruker en fiberduk som rulles ut på det drenerende golvet og dekker denne med strø. Andre legger inn en papplate/eske, gummimatte eller lignende. Uansett bør strøet eller det tette liggeunderlaget som legges inn, være tykt nok til å kunne isolere tilstrekkelig mot eventuell avkjøling fra det drenerende golvet.

1.7 Tallefjøs

Talleløsninger (figur 5) gjør det mulig å bygge enklere og billigere driftsbygninger til husdyr (Hansen et al. 2012). Samtidig gir det et tett golv til dyra, noe som kan være en fordel etter klipping og ved lamming. En talle bygges opp over tid ved hjelp av strø og gjødsel, som dyra tramper ned. Det spres nytt strø jevnlig, og gjennom aerob nedbrytning med mikroorganismer brytes tallen sakte ned ved kompostering, og det produseres varme (Källström 2008). For at tallen skal bli kompostert og produsere varme er det en forutsetning å tilsette tilstrekkelige med strø, slik at tallen ikke blir våt og kald. Den største ulempen med talle er at det krever store mengder strømateriale (Hansen & Strøm 2003). Hele strå av halm er det mest passende for talle, men halm er kostbart, og siden kornproduksjonen i stor grad er lokalisert til Østlandet og Trøndelag (SSB 2015), er det dårlig tilgang på halm resten av landet, spesielt i Nord-Norge (Hansen et al. 2012).



Figur 5: Lam på tett liggeunderlag av halm i tallefjøs.

1.8 Tett liggeunderlag til sau

I regelverk for økologisk drift er det krav om at minst halvparten av det samlede golvarealet i husdyrrom skal være tett, det vil si ikke bestå av spalte- eller strekkmetallgolv (Mattilsynet 2005). Dette kravet skulle gjelde for alle økologiske sauefjøs i Norge fra 2011, men selv om kravet gjelder i hele EØS (EU 1991), har Norge fortsatt unntak for regelen når det gjelder sau. I forskriften står det dermed «Se unntak for sau, punkt 4.11.3.» deretter står det under «4.11.3 Husdyrrom: spesielt for sau» at «Sau er unntatt fra kravet om tett liggeunderlag. Det vil si at strekkmetall eller spaltegolv kan brukes over hele bingen. Dyra skal likevel ha tilgang til en bekvem, tørr og trekkfri liggeplass. Det er også krav om at lam skal ha tilgang til tett liggeunderlag med tilfredsstillende varmetekniske egenskaper.»

I Sverige er det fra 1. august 2017 ikke lenger tillatt å ha liggeunderlag som består av drenerende golv til sau (Jordbruksverket 2014), dette gjelder både økologisk og konvensjonell saueproduksjon. I den svenske «Djurskyddsbestämmelsen» står det at sau og geit som holdes i et utendørs-lignende klima, under den kalde årstiden, bør ha tilgang til halm eller annet beskyttende materiale på liggeplassen. Strøet skal være av egnet type og ha god hygienisk kvalitet.

1.8.1 Studier med tilknytning til kravet om tett liggeunderlag

I økologisk produksjon skulle det settes krav om å ha minst 1,5 m² per søye, hvorav minst 0,75 m² skulle være liggeareal med tett golv (Grøva et al. 2004). Dette skulle gjelde umiddelbart i nye bygninger fra 2005, og fra 1.1.2011 for bygninger bygget før denne datoen. I tilknytning til kravet ble det gjort studier om sauers preferanser for golvtyper (Færevik et al. 2005), om køyesenger til sau i økologisk drift (Hansen & Lind 2004) og om utforming av liggepall for sau i binger med drenerende golv (Bøe & Nyhammer 2004).

1.9 Liggepaller og køyesenger, alternativer til talle som tett golv

Fordi halm som strømateriale til talle er kostbart, og det er liten tilgang til halm i store deler av Norge, ble det gjort forsøk med køyesenger og liggepaller som alternativer for tett liggeunderlag til sau. Bruk av liggepaller som tett golv på liggearealet til uklippede søyer på søyenes liggeatferd og bingens renhet, ble undersøkt ved å teste liggepaller i tre ulike besetninger, to med strekkmetall og en med trespaltegolv (Bøe & Nyhammer 2004). Det var ulik utforming av liggearealet med liggepallene: U-formet i bakkant av bingen, L-formet (figur 6), eller liggepaller bakerst i bingen og ved fôrfront. Arealet hadde en helning på 0 %, 5 % eller 10 % fall, bredde på liggepallene var 0,50 m eller 0,60 m, renhold ble gjennomført en gang om dagen eller annenhver dag, og liggepallene var av tre (rupanel, kryssfiner eller høvlede bord).

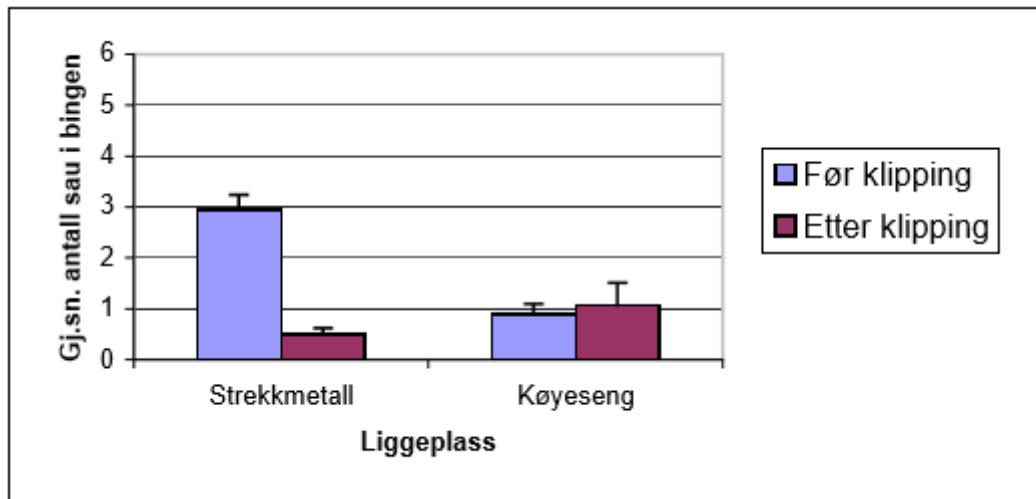


Figur 6 Binge med L-formet liggepall på strekkmetall i den ene besetningen i forsøket til Bøe (2004).

Liggearealet med liggepaller var ikke stort nok til at alle søyene kunne ligge der samtidig (Bøe & Nyhammer 2004). Søyene i binger med liggepaller ble ikke mer skitne enn søyene i de andre bingene, men dette var antagelig fordi avføringen var relativt tørr. Søyene skled på liggepallene i to av besetningene, men ikke i den tredje. Det å ha drikkenipler over liggepallene ble en ulempe fordi det førte til vannsøl på liggepallene. Den ene bonden la merke til at flere av søyene byttet på om de lå på liggepall eller strekkmetall, han mente derfor at søyene ikke hadde noen sterk preferanse for å ligge på liggepallene. To av bøndene mente det var behov for rengjøring av liggepallene hver dag, mens den tredje mente det var tilstrekkelig med rengjøring annenhver dag. Den ene bonden påpekte at rengjøring av liggepallene var arbeidskrevende, men at det å bruke tid på rengjøring samtidig ville ha en fordel med at søyene ble mer vant til mennesker. Det var ulemper med å ha liggepall foran fôrbrett fordi det samlet seg fôrrester og møkk i enden av liggepallen, samtidig må fôrbrett og eventuell nakkebom tilpasses hvis liggepall ved fôrbrett gjør at søyene står høyere når de eter.

Studiet med køyesenger (treplater som liggeunderlag i to etasjer) ble gjort i et uisolert fjøs hvor laveste temperatur var på $-6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ i forsøksperioden (Hansen & Lind 2004). I det første forsøket ble bruk av køyesenger testet med voksne, drektige søyer som foretrakk å ligge på strekkmetall fremfor køyesengene. Fordi tidligere erfaring med strekkmetall kunne være en viktig årsak for denne preferansen ble det deretter gjort et nytt forsøk, med et halvt år gamle livlam uten tidligere erfaring med golv inne. Målet med forsøkene var å finne kostnadseffektive, bygningstekniske løsninger som skulle imøtekomme kravene fra Debio. Delmål var å dokumentere om ungsøyene faktisk brukte køyesengene og finne fram til best mulig utforming av køyesengene.

De unge søyene foretrakk i likhet med de voksne og ligge på strekkmetall fremfor begge etasjene av køyesenga, men de unge søyene brukte køyesenga mer enn de voksne søyene (Hansen & Lind 2004). Før klipping hadde de unge søyene en signifikant preferanse for å ligge på strekkmetall fremfor køyeseng, men etter klipping var det ingen signifikant forskjell (figur 7). Klipping førte til en reduksjon i bruken av strekkmetall som liggeunderlag, men det resulterte ikke i en tilsvarende økning i bruken av køyeseng. Rett etter klipping valgte søyene å redusere varmetapet ved å stå tett sammen på strekkmetallet fremfor å ligge på treplatene i køyesenga.

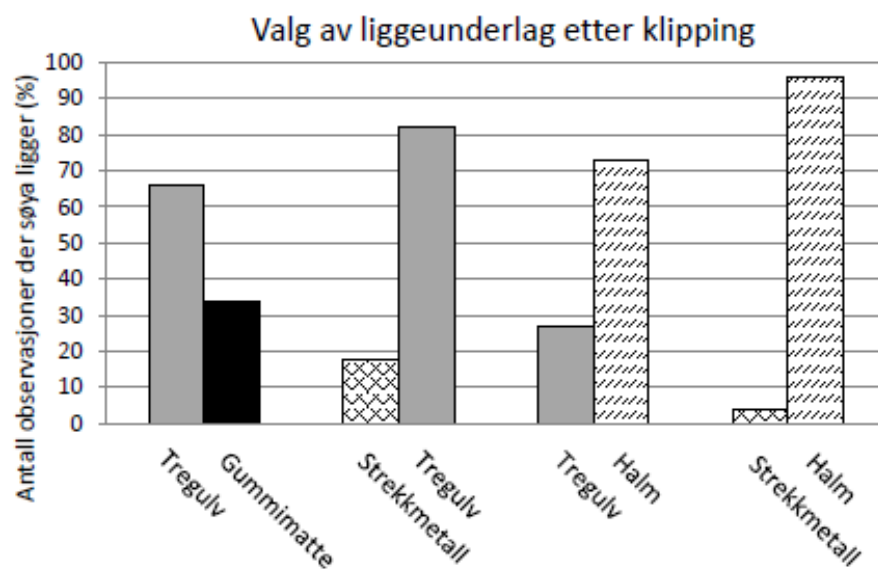
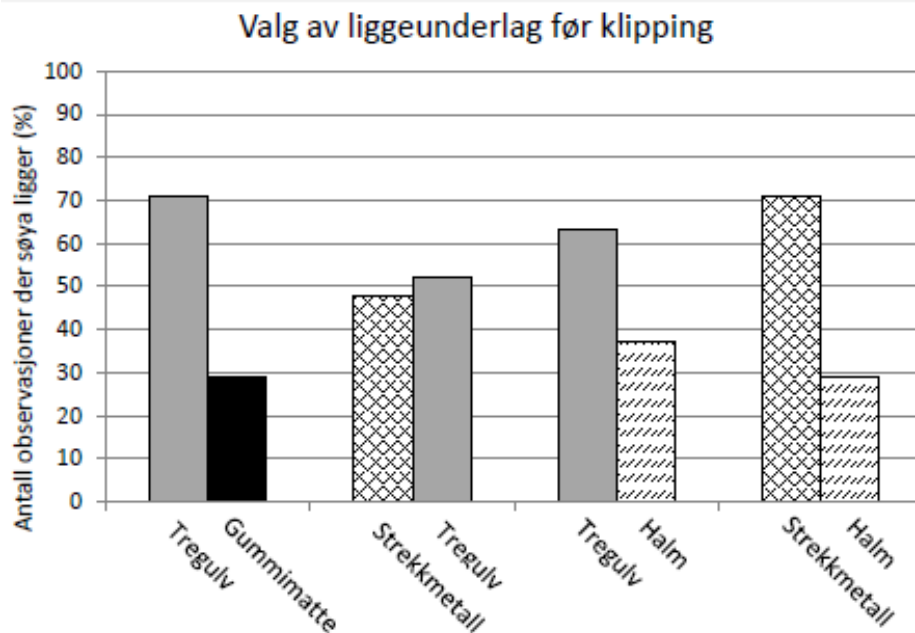


Figur 7: Gjennomsnittlig bruk per bingje av strekkmetallet og køyesenga som liggeunderlag, før og rett etter klipping, unge søyer (Hansen & Lind 2004).

1.10 Preferanse for golvtypen

I studien til Færevik et al. (2005) om sauers preferanser for golvtypen ble det gjort to valgforsøk. I det ene forsøket ble 17 uklipte søyer delt inn i fire grupper og utsatt for fire ulike bingjetypen hvor søyene kunne velge mellom to liggearealer med ulike golvtypen: (1) Tett tregolv vs. gummimatter, (2) strekkmetall vs. tett tregolv, (3) tett tregolv vs. halm, og (4) strekkmetall vs. halm. De uklipte søyene, som ble holdt i grupper, viste ingen signifikant preferanse for liggeareal. I det andre forsøket ble 8 søyer individuelt utsatt for de samme behandlingene, først med full ull og deretter nyklipt. De uklipte søyene, som ble holdt individuelt, foretrakk tregolv fremfor gummimatter (figur 8). De hadde også en tendens til å foretrekke strekkmetall fremfor halm, men det var ingen signifikante preferanser mellom de andre golvtypene. Etter klipping foretrakk søyene tregolv fremfor strekkmetall, halm fremfor tregolv, og halm fremfor strekkmetall (figur 9), men det var ingen signifikant preferanse mellom gummimatter og tregolv. Gjennomsnittlig liggetid for uklipte søyer var 64,7 %, og gjennomsnittlig liggetid de første 2-3 dagene etter klipping var 43 %. For søyer som ikke hadde tilgang til halm, var det signifikante forskjeller mellom liggetid før og etter klipping, men dersom

søyene var i binger med tilgang til halm, var det ingen signifikant forskjell. Resultatene tyder på at søyene foretrakk halm etter klipping, fordi halm er et tett golv med lav varmeledningsevne. Siden det var mindre reduksjon av liggetid etter klipping når søyene hadde tilgang til halm, mente Færevik et al. (2005) at tilgang til halm de første ukene etter klipping kan forbedre sauers velferd.



Figur 8 og 9: Preferanse for golvtype hos søyer holdt individuelt før og etter klipping (Færevik et al. 2005).

Forsøk med golvtypen til geit ved moderate (10 til 12 °C) og ved lave temperaturer (-8 til -12 °C), viste at geitene hadde kortere liggetid da det var kaldt (63,8 % og 65,4 % liggetid) enn da det var moderat temperatur (73,2 % og 73,7 % liggetid) (Bøe et al. 2007). Under lave temperaturer reduserte geitene liggetiden, samtidig som de økte tiden de brukte på å være aktive og på å spise. Ved moderat temperatur var halm det minst prefererte golvet. Strekkmetall var preferert fremfor tett tregolv, men det var ingen signifikant forskjell for tett tregolv og madrass, eller for strekkmetall og madrass. I den kalde perioden var madrass og tett tregolv de mest prefererte golvtypene, men det var ingen signifikant forskjell mellom madrass og strekkmetall. Halm ble ikke oppfattet som et attraktivt golvmateriale i noen av periodene. Som i forsøket til Færevik et al. (2005), med sauers preferanser for golvtypen, kan det at geitene bare hadde erfaring med strekkmetall fra før ha påvirket resultatene.

Sauers atferd på trespaltegolv og halm, ble undersøkt av Gordon og Cockram (1995) i Skottland, for å vurdere hva som var dyrevelferdsmessig best å ha som golv for sauer på slakteri før slakting. Dette ble undersøkt fordi The Farm Animal Welfare Council (1984) foreslo at alle dyr på slakterier skulle ha ren halm tilgjengelig som liggeunderlag. Resultatene viste at sauene (16 Suffolk-værer) hadde en preferanse for å ligge på halm fremfor trespaltegolv, men siden sauene også lå på trespaltegolvet mente Gordon og Cockram (1995) at de hadde lite bevis for at spaltegolv ikke var et godt nok golv for sauer på slakteri. I denne studien er det ikke oppgitt noe om omgivelsestemperatur eller ull-lengde.

I et forsøk med avvente grisunger valgte grisene plast-belagt strekkmetall fremfor andre drenerende golv. Grisenes golvpreferanser var korrelert med hvor glatte golvtypene var, hvor store åpninger det var i golvene, og golvenes overflatetemperaturer (Farmer & Christison 1982). Grisene valgte golvtypene som var minst glatte, som var mest behagelig å ligge på, og som hadde høyest overflatetemperatur. Pouteaux et al. (1983), så også at avvente grisunger valgte plastbelagt strekkmetall fremfor andre drenerende golv, samt at grisene la seg senere ved en omgivelsestemperatur på 18 °C enn på 27 °C. Avvente grisungers preferanse for halm kontra bart betonggolv ved 18-21 °C og ved 25-27 °C, ble undersøkt av Fraser (1985). Ved 18-21 °C hadde grisene en sterk preferanse for å ligge på halm, mens ved 25-27 °C lå de vanligvis på bart betonggolv. Disse resultatene indikerte at grisers preferanser for liggeunderlag er sterkt avhengig av omgivelsestemperatur.

Det er gjort flere forsøk for å undersøke melkekyrs preferanser for ulike liggeunderlag. Resultater fra forsøk har vist at kyr foretrekker madrass fremfor betonggolv (Haley et al. 2001), myk gummimatte fremfor betonggolv og vanlig gummimatte (Herlin 1997), betonggolv med mye halm fremfor gummimatte med litt halm og sand uten halm (Manninen et al. 2002), og myk gummimatte med strø

fremfor betonggolv med strø og sand med strø (Norrington et al. 2010). Disse resultatene tyder på at kyr foretrekker det underlaget som er mykest og mest behagelig å ligge på. Kastraters preferanser for ulike golvtypene (fullspaltegolv, fullspaltegolv med gummimatte, tett golv med sagflis, tett golv med halm) ble undersøkt av Lowe et al. (2001). Halm var den mest prefererte golvtypen, deretter sagflis, gummimatter og til slutt fullspaltegolv.

Forsøk med kyr har vist at kyr foretrekker tørt strø på liggeplassen fremfor fuktig strø (Fregonesi et al. 2007; Reich et al. 2010). Det er altså viktig for kyrs preferanser at underlaget er både tørt og mykt. Økt strømengde som gir mer tørt strø fører samtidig til renere dyr (Ruud et al. 2011), og mykt underlag har vist seg å føre til lavere celletall, høyere melkeytelse, mindre speneskader og redusert utrangering for melkekyr (Ruud et al. 2010).

1.11 Formål, hypoteser og prediksjoner

Formålet med denne masteroppgaven var å undersøke unge søyers preferanser for ulike golvtypene (strekmetall, kompositt, plastspaltegolv, tett golv av tre og tett golv av gummimatter) i parvise valgforsøk ved lave temperaturer.

Det er utarbeidet to hypoteser for de praktiske forsøkene:

H1: De ulike golvmaterialene som ble utprøvd i forsøket har svært forskjellige varmetekniske egenskaper.

H2: Ved lave temperaturer viser søyene preferanser for å ligge på enkelte golvtypene fremfor andre.

Basert på eksisterende litteratur fra tidligere forsøk ble det satt opp følgende prediksjoner:

H1 – P1: Av de drenerende golvtypene gir strekkmetall høyest varmetap til golv.

H1 – P2: Det er liten forskjell i varmetap til golv for plastspaltegolv og kompositt.

H1 – P3: De tette golvtypene gir lavere varmetap med strø enn uten strø.

H2 – P1: Ved lave temperaturer i fjøset velger søyene å ligge på tette golv fremfor drenerende golv.

H2 – P2: Søyene har preferanser for kompositt og plastspaltegolv fremfor strekkmetall.

H2 – P3: Det er ingen forskjell i søyenes preferanser for plastspaltegolv og kompositt.

H2 – P4: Søyene viser ingen forskjell i preferanser for tett golv av tre og tett golv av gummimatter.

2. Materiale og metode






Et valgforsøk med ulike golvtyper til søyer ble gjennomført i forsøksfjøset til Norsk Institutt for Bioøkonomi NIBIO Tjøtta og foregikk over en periode på 21 dager, fra 7. januar 2016 til 28. januar 2016.

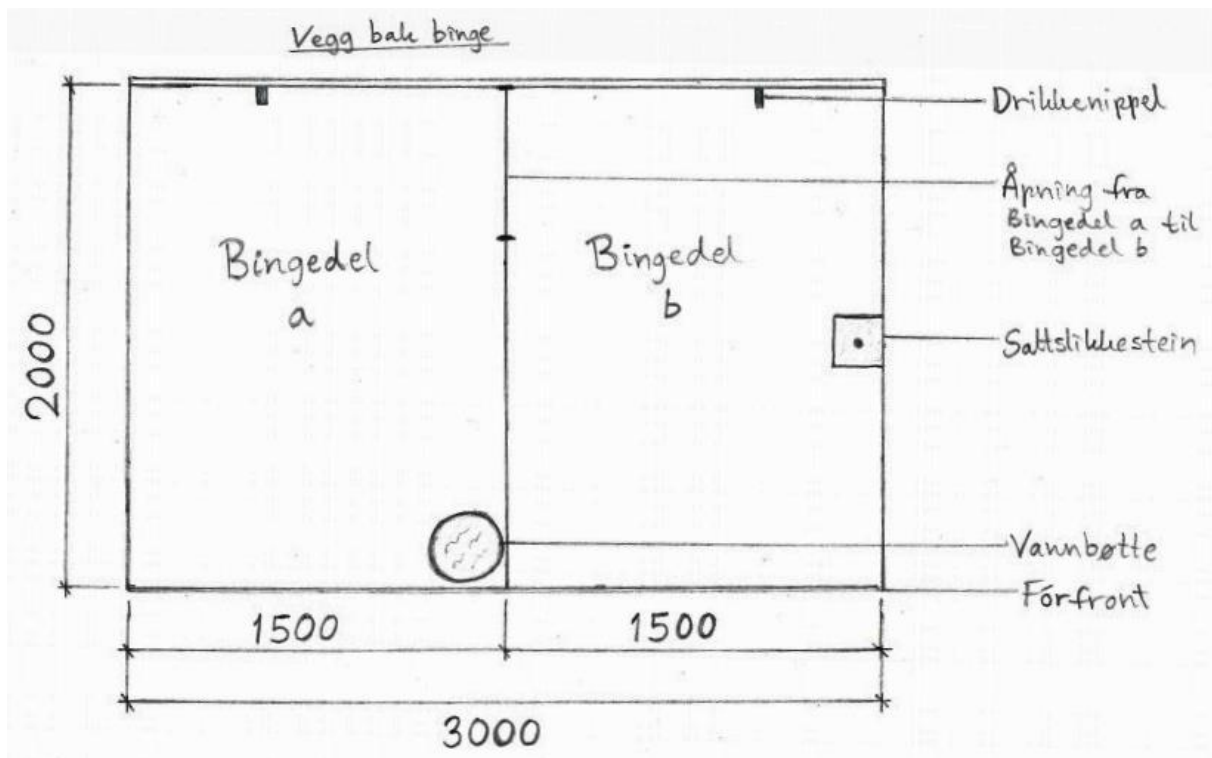
2.1 Forsøksopplegg – fjøset og golvtypene

Fjøset var uisolert med naturlig ventilasjon via sprekkpanel. Forsøksområde i fjøset hadde to yttervegger med sprekkpanel, for å unngå trekk og eventuell nedbør på søyene under forsøket ble den sørvendte veggen dekket med presenning, og den vestvendte veggen hadde vindbremseduk innenfor strekkpanelet og presenning utenfor. De ti bingene i forsøksområde hadde fra før et komposittgolv av typen Lognvikgolvet (tabell 2, golvtipe 2). Før tilvenningsperioden til forsøket ble det kjøpt, tilpasset og lagt inn fire andre golvtyper (tabell 2), slik at det ble to ulike golvtyper i hver bing, en i hver bingehalvdel (tabell 3 og figur 11).

Det var en skillevegg med en åpning mellom de to delene av hver bing, og hver bingedel målte 1,5 m * 2 m = 3 m² (figur 10), noe som ga et totalareal på 6 m² per bing og et areal per søye på 2 m². Foran i bingen var det en 3 m lang etefront per bing, 1 m eteplass per søye, med langsgående åpning til fôrbrettet. Siden hver bingedel med en golvtipe i hver bing ga et golvareal på 1 m² per søye og en eteplassbredde på 0,5 m per søye, var en bingedel stor nok til at søyene kunne vært der hele tiden, ettersom det er vanlig at voksne søyer har 0,35-0,45 cm eteplass (Bøe & Andersen 2010) og mindre en 1 m² plass er søye (Bøe & Simensen 2003).

Tabell 2: De ulike golvtypene i forsøksbingene.

Golvtipe	Produsent	Materiale/merke	Utseende	Åpning/overflate
1. Strekkmetall	Brødrene Midthaug AS	Stål, Midthaug strekkmetall		1,7 cm åpning
2. Kompositt	Wee Marine AS	Fiberkompositt, Lognvikgolvet		1,8 cm åpning, m. antisklibelegg
3. Plastspalt	MIK International	(Hemmelig mat.), MIK stepper		1,4 cm åpning, m. knotter
4. Tett tregolv	Lokalt grantrevirke	Gran		M. litt sagflis
5. Gummimatte	Kraiburg	Ren gummi, KEN		1,5 cm tykk, m. litt sagflis



Figur 10: Illustrasjon av bingee-utforming (mål i mm).

Tabell 3: De ulike behandlingene alle søyene i forsøket ble utsatt for, altså de ulike bingene, hver med bingedel a og b som er de to ulike golvtypene i hver bingee.

Binge	Bingedel a	Bingedel b
1	Kompositt	Strekkmetall
2	Strekkmetall	Plastspaltegolv
3	Plastspaltegolv	Tett golv av tre
4	Tett golv av tre	Kompositt
5	Kompositt	Tett golv av gummimatter
6	Kompositt	Plastspaltegolv
7	Plastspaltegolv	Tett golv av gummimatter
8	Tett golv av gummimatter	Strekkmetall
9	Strekkmetall	Tett golv av tre
10	Tett golv av tre	Tett golv av gummimatter



Figur 11: Bingene fra binge 1 øverst til venstre, til binge 10 nederst til højre.

2.2 Dyrene og tilvenningen

Dyrene i forsøket var 36 (inkludert 6 reserve-dyr) tilfeldig valgte, uparede, unge søyer (åringer) av rasen Norsk Kvit Sau født våren 2015. Ved innsett fra høstbeite ble søyene satt inn i en stor fellesbinge med halmtalle. De ble klippet 24. november 2015 og sortert i binger med strekkmetall før de ble satt inn i forsøksdelen av fjøset hvor det ble gjennomført en tilvenningsperiode fra 26. november til 15. desember. 16. desember ble de veid og hadde en gjennomsnittlig vekt på 40,9 kg. Søyene ble da tilfeldig delt inn i grupper og holdt i to døgn i hver av ti forsøksbinger for habituering til ulike golvtypen. På samme måte som det skulle gjøres i forsøket ble gruppene rotert mellom binger annenhver dag, slik at hver gruppe var to døgn i hver binge. I tiden mellom tilvenningen og selve forsøket ble søyene holdt i en tallebinge, annen enn den de hadde vært i før, med fri tilgang til surfôr fra rundballehekk, og 600 g kraftfôr per søye per dag.

2.3 Forsøkets start og slutt

6. januar 2016 ble søyene flyttet fra tallebingen og inn i forsøksbingene. Søyene ble allokert inn i de samme gruppene som de sto i gjennom tilvenningsperioden, 10 grupper med 3 søyer i hver, og en reserve-gruppe med 6 søyer. Ved flytting 6. januar ble søyene ledet inn i en elektronisk vekt, BioControls Veie- og Sorteringssystem WSS3000. Her ble øremerkene deres ble avlest, vekten registrert og hver søye ble merket med sitt gruppenummer på ryggen (1-10) ved hjelp av en standard merkespray av merke Jetmark fra Felleskjøpet. Gruppenummer ble satt etter hvilken binge av binger 1 til 10 som hver søye skulle være i ved starten av forsøket.

Lengden på ulla ble målt på 13 tilfeldige søyer ved starten og 21 tilfeldige søyer ved slutten av forsøket. Ved starten var søyenes ull-lengde $1,8 \pm 0,2$ cm, og ved slutten var den $2,3 \pm 0,4$ cm. Søyenes vekt var $40,8 \pm 3,8$ kg ved forsøkets start og $44 \pm 3,7$ kg ved forsøkets slutt.

2.4 Stell og fôring av søyene under forsøksperioden

Stell av søyene ble gjennomført to ganger per dag, omtrent klokken 08.00 om morgenen og klokken 15.00 om ettermiddagen. Hvert fjøsstell varte vanligvis 1,5 til 2 timer, og innebar rengjøring (raking og skraping) av binger, strøing av sagflis på tette golv, fôring med nytt grovfôr og kraftfôr, samt rengjøring og fylling av nytt vann i bøtter. Morgenstellet innebar i tillegg fjerning av fôrrester.

Søyene hadde fri tilgang til grovfôr, fikk 600 g kraftfôr per søye per dag (300 g per stell), og hadde tilgang til saltslikkestein hengende på bingeskillene.

2.5 Videoovervåkning

Over bingene var det satt opp 10 videokameraer, derav 4 stk. runde overvåkningskameraer og 6 stk. spionkameraer (Overvåkningsbutikken). Videokameraene var koblet opp mot et digitalt overvåkningssystem (MSH videosystem fra M. Shafro & co, www.shafro.lv). Ved hvert stell ble det sjekket at videoene ble tatt opp som de skulle, og hver morgen ble video fra siste døgn lagret. Søyene skulle bli filmet i totalt 20 døgn, men på grunn av strømbrydd natt til 27.januar ble de filmet et døgn ekstra. Gruppene med søyer ble rotert systematisk annenhver dag, slik at hver gruppe fikk to døgn i hver binge hvorav et døgn ble filmet for hver gruppe i hver binge. Det var ikke mulighet til å filme alle ti binger samtidig, derfor ble fem grupper/binger filmet av gangen, og hver gruppe og binge ble dermed filmet i ti døgn totalt. Kameraene som filmet ble byttet om de dagene det ikke var rotering, slik at halvparten av gruppene per binge ble filmet første døgnet i bingen, og den andre halvparten ble filmet andre døgnet i bingen.

2.6 Atferdsobservasjoner

Observasjon av videoene ble gjort ved hjelp av dataprogrammet S-VIDIA Client MegaPixel, hvor video fra fem binger ble observert av gangen. Det ble foretatt øyeblikksobservasjoner og registrert hva alle de tre søyene i hver binge gjorde ved hjelp av et fast definert etogram (tabell 4) hvert 10.minutt i løpet av 20 timer per døgn, fra kl. 12.00 en dag, til kl. 08.00 neste morgen. Øyeblikksobservasjonene av søyenes atferd ble registrert i et Excel-ark, og det ble notert ned antall dyr som gjorde hver av de tre atferdene «Ligger», «Går/står», eller «Eter/drikker».

Tabell 4: Etogram med type atferd og beskrivelse av atferdene som ble registrert ved atferdsobservasjoner.

Type atferd	Beskrivelse
Ligger	Om søyene ligger og hvilket golv de ligger på, om det er på kompositt, tregolv, strekkmetall, gummimatter eller på plastspaltegolv
Står/går	Om søyene står stille eller er i bevegelse og ikke eter eller drikker, og hvilket golv de «står/går» på, om det er på kompositt, tregolv, strekkmetall, gummimatter eller på plastspaltegolv
Eter/drikker	Om søyene står med hode ut gjennom fôrfronten («eter») eller med hode rett over eller nedi vannbøtte («drikker»)

I tillegg ble det notert antall (2 eller 3) som lå eller sto stille med kroppskontakt. Kroppskontakt ble definert som når søyene ligger eller står stille med maks 10 cm avstand mellom minst 1/3 av kroppen fra hode til hale (utenom når en eller flere av dem står stille og «eter/drikker»). Det ble også notert med ord om noen av de som sto/gikk gjorde noe spesielt, slikt som at de stanget eller at de slikket på saltslikkesteinen som de kun har tilgang til i en av bingedelene.

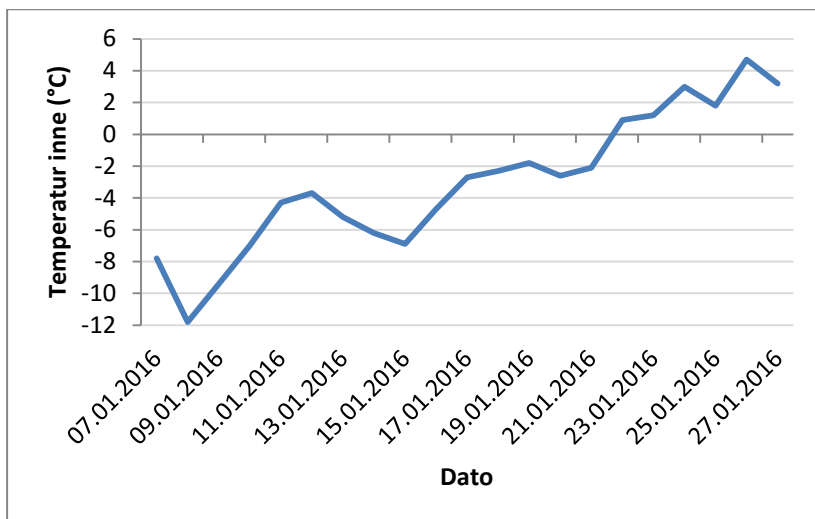
Figur 12 viser seks ulike bilder fra atferdsobservasjonene.



Figur 12: Eksempler på atferdsobservasjoner. Øverst til venstre: Ligger uten kroppskontakt, to på strekkmetall og en på tregolv. Øverst i midten: Ligger med kroppskontakt på gumمیمatte fremfor plastspaltegolv. Øverst til høyre: Står med kroppskontakt på kompositt fremfor plastspaltegolv. Nederst til venstre: Ligger uten kroppskontakt på kompositt fremfor plastspaltegolv. Nederst i midten: Ligger med kroppskontakt på plastspaltegolv fremfor gumمیمatte. Nederst til høyre: Eter.

2.7 Temperatur inne og ute

Det ble daglig gjort målinger av temperatur inne og ute. Temperaturen inne i fjøset ble registrert ved hjelp av et Prologue digitalt termometer. I tillegg ble detaljerte måleverdier for utetemperatur, vindhastighet, vindretning og eventuell nedbørsmengde hentet fra NIBIO's målestasjon på Tjøtta via databasen AgroMetBase (NIBIO 2016). Det var liten forskjell på temperaturene inne og ute. Den registrerte temperaturen inne i fjøset varierte fra -11,8 °C på det kaldeste til 4,7 °C på det varmeste (figur 13). Den høyeste temperaturen som ble målt på 4,7 °C ble derimot ikke med i atferdsobservasjonene på grunn av strømbrydd. Lufttemperatur i fjøset ble delt inn i temperaturkategorier (tabell 5) for de statistiske analysene.



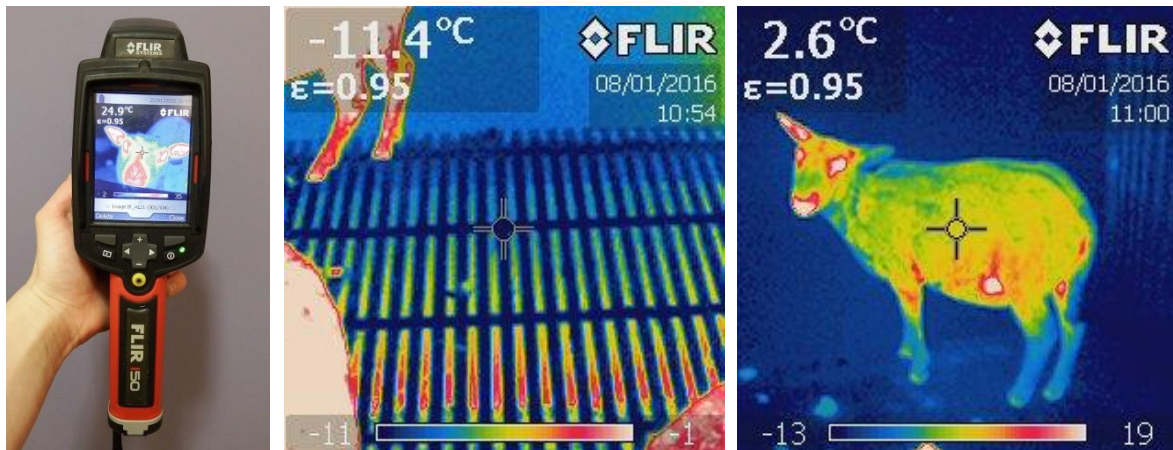
Figur 13: Lufttemperatur inne i fjøset fra døgn 1 til 21.

Tabell 5: Temperaturkategorier brukt i resultater.

Temperaturkategori	Lufttemperatur i fjøset
1	-11 til -9 °C
2	-8 til -6 °C
3	-5 til -3 °C
4	-2 til 0 °C
5	1 til 3 °C

2.8 Overflatetemperaturer

Et infrarødt kamera, FLIR i50 fra FLIR Systems, ble brukt for å måle overflatetemperatur på golv og dyr (figur 14, 15 og 16). Det ble målt overflatetemperaturer på alle dyrene og begge golvtypene i hver av bingene på seks ulike dager gjennom forsøksperioden (fire målinger per golv per dag). Det ble forsøkt å måle overflatetemperatur på omtrent samme sted på hvert dyr fordi den varierte mye ulike steder på samme dyret.



Figur 14, 15 og 16: FLIR i50 (t.v.), og eksempelbilder av golv (kompositt) (i midten) og sau (t.h.) ved en innetemperatur på - 11,8 °C.

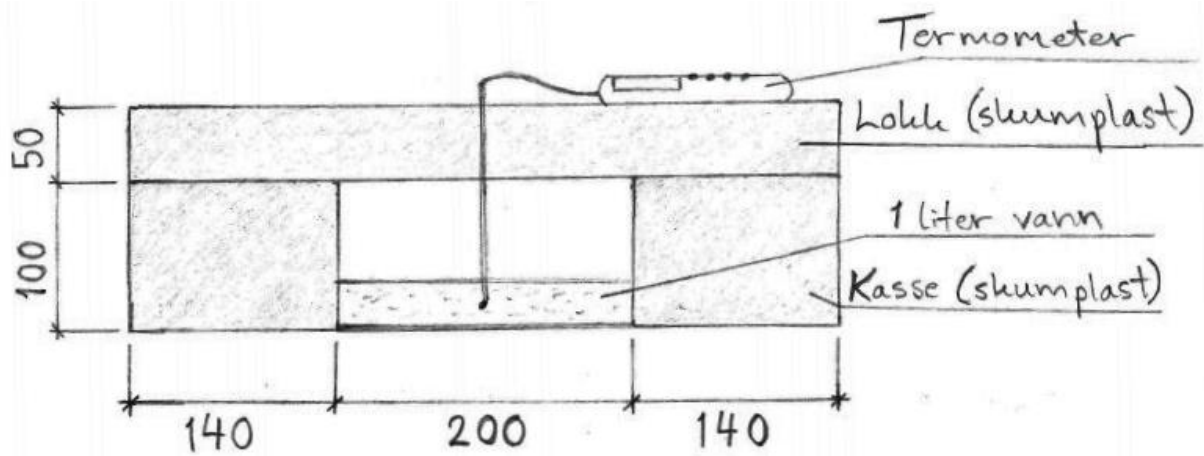
2.9 Varmetap til golv

26.januar 2016 ble det foretatt målinger av varmetap til golv for alle de fem golvtypene beskrevet i tabell 2, ved en lufttemperatur på rundt 4 °C. Målingene av tett golv av tre og tett golv av gummimatte ble gjennomført uten og med et lag med ca. 0,5 cm sagflis. I tillegg ble det gjort måling på et lag med ca. 3 cm halm på tett golv av tre.

Varmetap til golv ble målt for å finne ut hvilke golvtyper som leder mest varme bort fra sauene, og målingene ble gjennomført ved hjelp av metodikk beskrevet av Nygaard (1966). For målingen ble det brukt en varmekasse av isopor med vegger og lokk (figur 17). På undersiden av varmekassen var det et lag med tynn plast mot golvet, på plasten ble det lagt en pose med 1 liter vann og lokket ble lagt over. Temperaturen i vannposen ble målt med et Tenma 72-7712 termometer som i tillegg målte temperaturen utenfor varmekassen.

Varmekassen med vannposen ble lagt på et tregolv frem til temperaturen viste 39 °C. Deretter ble varmekassen flyttet raskt til golvet for å måle hvor fort temperaturen sank i vannposen. Temperatur ble målt 4 sekunder etter varmekassen var satt på golvet (0 minutter), og deretter etter 5 minutter, 10 minutter, 15 minutter, 20 minutter, 25 minutter og til slutt etter 30 minutter. Målingen av kompositt foregikk i en tom bing ved søylene, mens de andre målingene foregikk på et sted med

tregolv, rett nedenfor bingene. Løse plater av plastspaltegolv og strekkmetall ble lagt over en stor, tom bønne. En løst del av en gummimatte ble lagt på tregolvet.



Figur 17: Illustrasjon av varmekassen (mål i mm).

2.10 Statistisk metode

Det ble gjennomført tosidige, parvise t-tester i Microsoft Excel 2010 for å finne ut om det var signifikante forskjeller i atferden «ligger» på de to golvtypene i hver av bingene, og mellom atferd ved ulike temperaturer i forsøksperioden. Datasettet ble omgjort og kjørt i statistikkprogrammet Statistical Analysis System (SAS) versjon 9.4, hvor det ble kjørt en mixed modell (Proc Mixed) for å finne ut om det var signifikante effekter av hovedfaktorene. Faktorene ble vektet mest med fokus på golvtype, deretter temperaturkategori og samspillseffekten mellom temperaturkategori og golvtype. Forklaringsvariablene i datasettet var temperaturkategori (1 til 5, se tabell 5), døgn (1 til 20), golv (1 til 5, se tabell 2) og gruppe (1 til 10). Responsvariablene var alle atferdene i etogrammet (tabell 4), og «kroppskontakt står» og «kroppskontakt ligger». Responsvariablene var faste effekter og gruppe var tilfeldig effekt. Lufttemperatur (i °C) ble satt som en kovariat i modellen. Forskjeller mellom gjennomsnitt ble testet ved hjelp av en Tukey-Kramer-test av «least square means».

3. Resultater

3.1 Overflatetemperatur dyr og golv

Søyenes overflatetemperatur økte med økende lufttemperatur, og varierte mye blant søyene (tabell 6).

Tabell 6: Overflatetemperatur i °C (gjennomsnitt ± SE) målt på alle søyene i forsøket.

Dato	Lufttemperatur (°C)	Overflatetemperatur dyr (°C)
08.01	-11,8	1,0 ± 0,6 (range: -5,5 til 8,2)
13.01	-5,2	4,5 ± 0,4 (range: 1,7 til 11,4)
17.01	-2,7	9,5 ± 0,4 (range: 6,7 til 15,5)
22.01	0,9	10,9 ± 0,3 (range: 8,0 til 16,1)
24.01	3,0	11,8 ± 0,3 (range: 9,7 til 17,3)
26.01	4,7	12,4 ± 0,3 (range: 9,7 til 15,8)

Det var liten forskjell i overflatetemperatur blant de ulike golvtypene i forsøket, og det varierte hvilke golvtyper som hadde høyest og lavest overflatetemperatur (tabell 7). Strekkmetall hadde lavest og tett tregolv høyest overflatetemperatur ved målingen de tre kaldeste dagene. Kompositt hadde lavest overflatetemperatur, lavere enn for strekkmetall ved målingen de tre siste, og varmeste, dagene. Gummimatte hadde høyest overflatetemperatur to av disse dagene, og en av de varmeste dagene (24.01), var det svært liten forskjell i overflatetemperaturene for strekkmetall, tett tregolv og gummimatte.

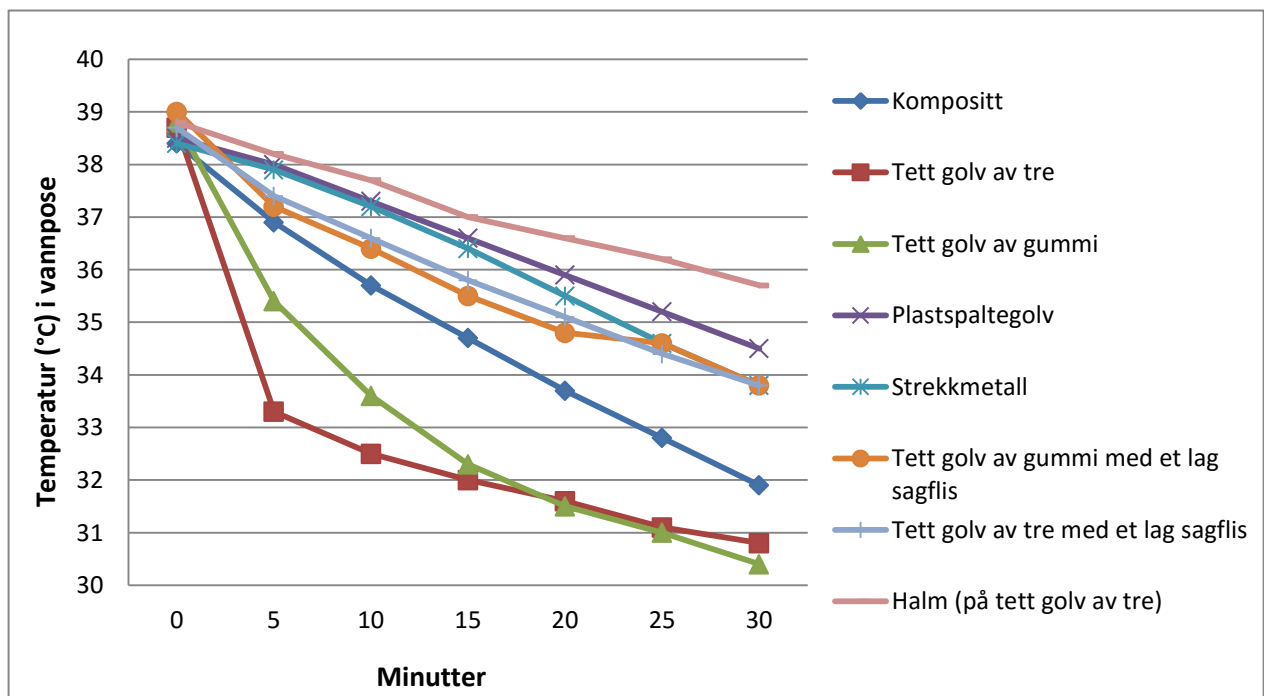
Overflatetemperaturen til golvtypene, økte med økende lufttemperatur (tabell 7). På de to kaldeste dagene for måling av overflatetemperatur, med lufttemperaturer på -11,8 og -5,2 °C, var golvenes overflatetemperaturer lavere enn lufttemperaturen. Dagene da lufttemperaturen var -2,7, 0,9 og 3,0 °C var golvenes overflatetemperaturer høyere enn lufttemperaturen. Den dagen da det var varmest, med en lufttemperatur på 4,7 °C var golvenes overflatetemperaturer ganske lik lufttemperaturen.

Tabell 7: Overflatetemperatur i °C (gjennomsnitt ± SE) målt på golvtypene i alle bingene (fire målinger per gulv per dag).

Dato	Overflatetemperatur (°C) gulv:					
	Lufttemp. (°C)	Strekkmetall	Kompositt	Plastspalt	Tett tregolv	Gummimatte
08.01	-11,8	-13,3 ± 0,3	-12,6 ± 0,4	-13,2 ± 0,4	-12,3 ± 0,3	-12,5 ± 0,3
13.01	-5,2	-7,2 ± 0,3	-7,1 ± 0,2	-7,0 ± 0,4	-6,9 ± 0,3	-7,1 ± 0,4
17.01	-2,7	-1,4 ± 0,1	-0,9 ± 0,2	-0,4 ± 0,4	-0,3 ± 0,1	-0,7 ± 0,3
22.01	0,9	2,4 ± 0,3	1,9 ± 0,1	2,3 ± 0,4	2,2 ± 0,1	3,1 ± 0,8
24.01	3,0	3,9 ± 0,3	3,0 ± 0,1	3,2 ± 0,0	4,0 ± 0,2	3,9 ± 0,1
26.01	4,7	4,6 ± 0,2	3,9 ± 0,1	4,4 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,7 ± 0,3

3.2 Varmetap til gulv

Tette gulv uten strø ga høyest, og halm ga lavest varmetap til gulv av alle golvtypene i målingen (figur 18). Tette gulv med sagflis ga et varmetap til gulv, som var mer likt det for de drenerende golvtypene, mellom halm og tette gulv uten strø. Tett gulv med strø ga samme varmetap til gulv som strekkmetall. I motsetning til det som var forventet ga kompositt høyest, strekkmetall nest høyest og plastspaltegulv lavest varmetap til gulv, av de drenerende golvtypene.



Figur 18: Varmetap til gulv for ulike golvtypene.

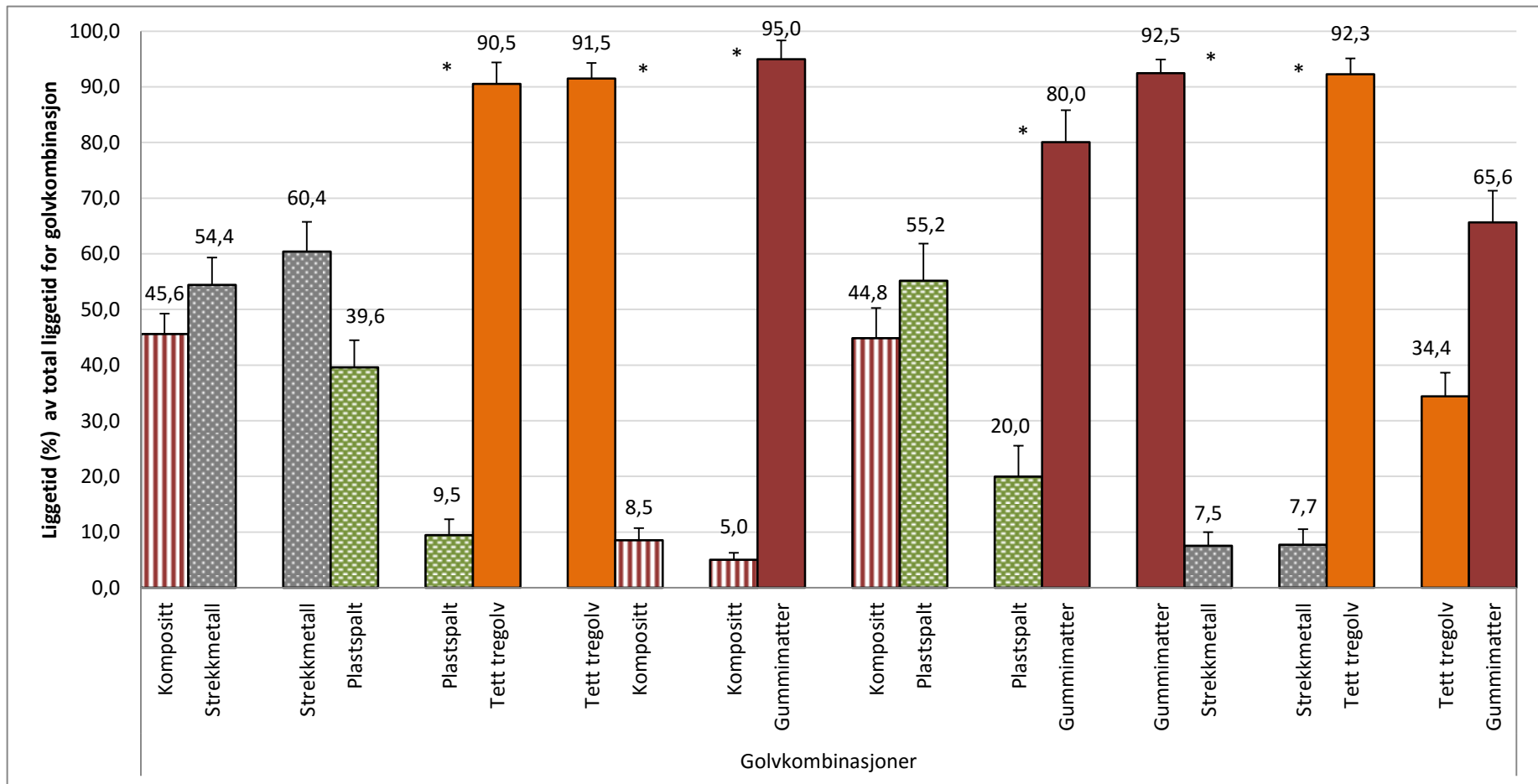
3.3 Atferd

Søyene lå 58,1 % av tiden (11,6 av 20 timer per døgn), de sto og gikk 23,3 % av tiden (4,7 av 20 timer per døgn), og de spiste og drakk 18,6 % av tiden (3,7 av 20 timer per døgn) (tabell 10 side 31). Av den totale tiden de lå, lå de med kroppskontakt 47,9 % av tiden, og av tiden de sto eller gikk sto de stille med kroppskontakt bare 2,5 % av tiden.

3.3.1 Preferanse for golvtyper

Søyene viste klar preferanse for å ligge på tette golv fremfor drenerende golv (figur 19). De viste en klar preferanse for å ligge på tett tregolv fremfor plastspaltegolv, tett tregolv fremfor kompositt, tett golv av gummimatte fremfor kompositt, tett golv av gummimatte fremfor strekkmetall og tett tregolv fremfor strekkmetall. De viste også en preferanse for å ligge på tett golv av gummimatte fremfor plastspaltegolv, men her ser ikke preferansen ut til å være like stor som mellom de andre kombinasjonene av tette golv mot drenerende golv. Søyene viste en tendens til å preferere gummimatte fremfor tett tregolv, men preferansen var ikke signifikant ($P=0,09$). De lå dessuten litt mer på strekkmetall fremfor kompositt og plastspaltegolv, og litt mer på plastspaltegolv fremfor kompositt, men disse forskjellene var heller ikke signifikante.

Preferansen for gummimatte fremfor plastspaltegolv ser ikke ut til å være like stor som for de andre kombinasjonene med tett golv vs. drenerende golv fordi gruppe 10 lå mest på plastspaltegolv i bingen med disse to golvtypene. Med 84,5 % av liggetiden på plastspaltegolv, og 15,5 % av liggetiden på gummimatte. Gruppe 10 var den eneste søyegruppen som viste preferanse for drenerende golv fremfor tett golv, i en bing med en slik kombinasjon. Det var ingen søyer som lå på drenerende golv i binger med tett golv vs. drenerende golv de fire kaldeste døgnene, og ingen søyer som lå på strekkmetall i binger med tett golv vs. strekkmetall de ti kaldeste døgnene i forsøksperioden. Av 60 kombinasjoner med de ti ulike søyegrupper i de seks bingene med tett golv vs. drenerende golv var det i 28 av kombinasjonene søyer som bare lå på tett golv. I 21 av de 32 kombinasjonene hvor det var ligging på drenerende golv i disse bingene, var det bare ei søye som lå litt på drenerende golv, mens de to andre søyene i gruppa kun lå på tett golv. Av total liggetid i bingene med tett golv vs. drenerende golv, var det gjennomsnittlig 6,4 % ligging på drenerende golv hvor ei søye lå alene på drenerende golv, og 2,9 % hvor to eller tre søyer lå sammen på drenerende golv.



Figur 19: Liggetid i prosent (gjennomsnitt ± SE) av total liggetid for hver av de ulike golvkombinasjonene (bingene) når alle søyegrupper og døgn er samlet (* P < 0,01).

I bingene hvor det ikke var noen signifikante forskjeller i liggetid på de to golvtypene og søyene dermed ikke så ut til å vise noen preferanser, var det derimot store forskjeller mellom søyegruppene (tabell 8). Dersom preferanse defineres som over 70 % liggetid på det ene golvet fremfor det andre, var det to grupper som viste preferanser for kompositt fremfor strekkmetall, og tre grupper som viste preferanser for strekkmetall fremfor kompositt i bing 1. I bing 2 var det fem grupper som viste preferanser for strekkmetall fremfor plastspaltegolv, og en gruppe som viste preferanser for plastspaltegolv fremfor strekkmetall. I bing 6 var det fire grupper som viste preferanser for kompositt fremfor plastspaltegolv, og to grupper som viste preferanser for plastspaltegolv fremfor kompositt. I bingen 10 med tette golvtyper var det en gruppe som viste preferanser for tregolv fremfor gummimatte og fire grupper som viste preferanser for gummimatte fremfor tregolv.

Tabell 8: Gruppeforskjeller i binger hvor det ikke er noen signifikant forskjell mellom hvor mye søyene lå på de ulike golvtypene i hver bing. Liggetid i prosent av total liggetid er oppgitt for hvert golv i hver av disse fire bingene og for hver av de ti søyegruppene i disse bingene.

	Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Binge	Golvtype										
1	Komp.	81,1	73,7	5,4	68,5	57,7	18,7	57,8	44,6	29,5	42,7
	Strekk.	18,9	26,3	94,6	31,5	42,3	81,3	42,2	55,4	70,5	57,3
2	Strekk.	56,6	73,3	39,2	37,9	70,3	86,7	87,3	77,0	65,0	16,7
	Plast.	43,4	26,7	52,8	62,1	29,7	13,3	12,7	23,0	35,0	83,3
6	Komp.	100,0	79,7	80,4	65,9	12,2	57,8	63,6	32,8	79,0	3,8
	Plast.	0,0	20,3	19,6	34,1	87,8	42,2	36,4	67,2	21,0	96,2
10	Tre.	59,3	46,3	0,0	32,2	23,4	3,5	57,7	32,9	76,1	26,4
	Gummi.	40,7	53,7	100,0	67,8	76,6	96,5	42,3	67,1	23,9	73,6

Når en ser på atferd per golvtype, uavhengig av binge, er det signifikante forskjeller i hvor mye søyene sto, gikk og lå på de ulike golvtypene gjennom forsøksperioden. Søyene oppholdt seg signifikant mer på tett golv fremfor drenerende golv, ikke bare når det gjelder ligging men også når det gjelder ståing og gåing. Det er ingen forskjeller i hvor mye de oppholdt seg på de ulike drenerende golvtypene; kompositt, strekkm metall og plastspaltegolv eller på de ulike tette golvtypene; tregolv og gummimatte.

Tabell 9: Viser «ligger» og «står/går» per golvtype i prosent av total atferd per binge (gjennomsnitt ± SE), for alle søyer, binger og døgn samlet. Forskjellige bokstaver, a og b, indikerer signifikant forskjell på 5 % nivå.

Atferd	Behandling, golvtype					F-verdi	P-verdi
	Strekkm metall	Kompositt	Plastspalt	Tett tregolv	Gummimatte		
Ligger	17,8 ± 2,9 ^a	14,3 ± 2,4 ^a	17,6 ± 2,9 ^a	46,9 ± 3,0 ^b	48,7 ± 2,4 ^b	32,76	<0,001
Står/går	11,2 ± 0,9 ^a	10,3 ± 1,0 ^a	9,3 ± 0,8 ^a	13,2 ± 0,8 ^b	14,3 ± 1,0 ^b	9,14	<0,001

Søyene hadde en tendens til å ligge mer med økende temperatur etter temperaturkategori (tabell 10). De sto/gikk, og åt/drakk signifikant mer, og hadde signifikant mer kroppskontakt ved de laveste temperaturene.

For å sammenligne atferd i forhold til golvtyper med temperatur, ble forsøksperioden delt i to med de ti kaldeste døgnene vs. de ti varmeste døgnene, og bingene delt i to bingetyper, den ene med de tre bingene hvor det kun var drenerende golv, og den andre med de syv bingene hvor søyene hadde tilgang til tett golv (den ene kun med tett golv) (tabell 11). Det var signifikante forskjeller for alle atferdene i binger med drenerende golv de kaldeste ti døgnene vs. de varmeste ti døgnene, og for alle atferdene i binger med tilgang til tett golv de ti kaldeste døgnene vs. de ti varmeste døgnene. De ti kaldeste døgnene lå søyene signifikant mindre og sto/gikk signifikant mer i bingene med kun drenerende golv, enn i bingene hvor de hadde tilgang til tett golv. Forskjellen var derimot ikke signifikant mellom de to bingetyperne, de ti varmeste døgnene. Det var ingen signifikante forskjeller i eting/drikking eller for kroppskontakt mellom de to ulike bingetyperne de ti kaldeste døgnene eller de ti varmeste døgnene.

Tabell 10: Viser gjennomsnittlig andel «ligger», «står/går og «eter/drikker» i prosent av total atferd, samt gjennomsnittlig andel «står» og «ligger» med kroppskontakt i prosent av totalt «står/går» og «ligger» ved fem ulike temperaturkategorier.

Atferd	Behandling, temperaturkategori					F-verdi	P-verdi	Gj.sn. for hele perioden
	1 (-11 til -9 °C)	2 (-8 til -6 °C)	3 (-5 til -3 °C)	4 (-2 til 0 °C)	5 (1 til 3 °C)			
Ligger	47,3 ± 2,4	52,4 ± 2,6	57,7 ± 1,3	59,1 ± 1,8	67 ± 0,7	0,83	0,50	58,1 ± 1,6
Står/går	29,1 ± 1,9	27,4 ± 2,4	22,8 ± 1,3	24,4 ± 1,6	17,3 ± 0,8	2,05	0,09	23,3 ± 0,4
Eter/drikker	23,7 ± 0,8	20,5 ± 0,4	19,1 ± 0,4	16,5 ± 0,5	15,7 ± 0,3	3,67	<0,05	18,6 ± 0,4
Står, kroppsk.	8,3 ± 1,3	4,8 ± 1,2	2 ± 0,3	0,6 ± 0,1	0,3 ± 0,1	2,43	<0,05	47,9 ± 2,5
Ligger, kroppsk.	62 ± 3,6	57,9 ± 3,8	53,7 ± 2,8	40,9 ± 5,3	31,6 ± 2,8	2,81	<0,05	2,5 ± 0,5

Tabell 11: Andel av atferdene «ligger», «står/går» og «eter/drikker» av total atferd, og andel total kroppskontakt av «står/går» pluss «ligger», for de ti kaldeste døgnene vs. de ti varmeste døgnene, og for bingene med kun drenerende golv vs. bingene med tilgang til tett golv.

Ligger	Kun drenerende golv	Tilgang til tett golv	P-verdi
10 kaldeste døgn	47,4	55,3	<0,01
10 varmeste døgn	62,0	64,2	0,27
P-verdi	<0,001	<0,001	
Står/går	Kun drenerende golv	Tilgang til tett golv	P-verdi
10 kaldeste døgn	31,2	24,1	<0,01
10 varmeste døgn	21,7	19,5	0,25
P-verdi	<0,05	<0,001	
Eter/drikker	Kun drenerende golv	Tilgang til tett golv	P-verdi
10 kaldeste døgn	21,4	20,6	0,42
10 varmeste døgn	16,3	16,3	0,97
P-verdi	<0,001	<0,001	
Kroppskontakt tot.	Kun drenerende golv	Tilgang til tett golv	P-verdi
10 kaldeste døgn	64,1	61,3	0,56
10 varmeste døgn	42,5	36,4	0,42
P-verdi	<0,05	<0,001	

3.4 Andre observasjoner

Ved atferdsregistreringene og ved stell av søyene ble det observert aggressiv atferd som blant annet stanging. Det ble observert lite aggressiv atferd de kaldeste døgnene, men mer de varmeste døgnene. En del av denne atferden så ut til å være da ei søye skulle bevege seg fra den ene bingedelen til den andre, og ei annen søye sto i veien.

3.5 Renhet

Det ble ikke gjennomført systematiske observasjoner av golvtypenes renhet. Fra erfaringer basert på rengjøring av de fem ulike golvtypene daglig, var kompositt det golvet som krevde desidert minst arbeid å holde rent. Plastspaltegolv og strekkmetall var mer skitne enn kompositt, dog var det svært liten forskjell på renheten til disse to. De tette golvene ble fort skitne, og det ble vurdert som nødvendig å skrape og strø disse to ganger daglig.

4. Diskusjon

I dette forsøket viste de unge søyene klare preferanser for tette golvtyper fremfor drenerende golvtyper. De sto, gikk og lå mer på de tette golvtypene; tre og gummimatte, fremfor de drenerende golvtypene; kompositt, strekkmetall og plastspaltegolv, gjennom hele forsøksperioden. Det var ingen klar forskjell i preferanser mellom de ulike drenerende golvtypene. I bingen med bare tett golv viste søyene en tendens til å preferere gummimatte fremfor tregolv i bingen med bare tett golv.

I hypotese 1 ble det antatt å være svært forskjellige varmetekniske egenskaper for de ulike golvmaterialene i forsøket. Varmetap til golv var forskjellig for de ulike golvtypene, men forskjellene i golvtypenes overflatetemperaturer var små og kan ikke bidra til å forklare søyenes preferanser. Det var heller ikke forventet særlige forskjeller i overflatetemperaturer ettersom lufttemperaturen var den samme for alle golvtyper.

4.1 Tett golv vs. drenerende golv - Atferd

Søyene prefererte som forventet i hypotese 2, å ligge på enkelte golvtyper fremfor andre. Prediksjon 1 (H2) om at søyene ville velge å ligge på tette golv fremfor drenerende golv var korrekt.

Ifølge Nilsson (1988), er den termiske ledningsevnen og mykheten til golvet ofte korrelert, ved at myke golv vanligvis vil være isolerende og lede lite varme bort fra dyret. Storfe (Haley et al. 2001; Herlin 1997; Lowe et al. 2001; Manninen et al. 2002; Nilsson 1988; Norring et al. 2010) og gris (Farmer & Christison 1982; Pouteaux et al. 1983) foretrekker golv som er myke og behagelige å ligge på. I forsøket til Fraser (1985) valgte grisunger derimot bart betonggolv fremfor halm, men var da utsatt for høy omgivelsestemperatur. Dette kan sammenlignes med tendensen til at de uklipte søyene i forsøket til Færevik et al. (2005) prefererte strekkmetall fremfor halm.

I dette forsøket prefererte søyene tregolv og gummimatte (med litt sagflis) fremfor kompositt, strekkmetall og plastspaltegolv. Dette kan sammenlignes med resultatene i forsøket til Færevik et al. (2005), der de nyklipte søyene valgte tregolv og halm fremfor strekkmetall, og halm fremfor tregolv. Det virker som at dyr først og fremst vil velge golv etter komfort, golv som er myke og behagelige å ligge på. Dette vil samtidig være en fordel ved lave temperaturer, dersom mykhet er korrelert med termisk ledningsevne. Ved høye temperaturer derimot, vil en kunne se at dyrene heller legger seg på golv som oppleves som kaldere å ligge på, og dette vil gjerne være golvtyper som er hardere og som isolerer dårligere. Dyrenes omgivelsestemperatur, samt pels eller ull-lengde vil kunne ha stor effekt på dyrenes valg av golvtype. Et dyr med mye pels eller ull, spesielt ved høye temperaturer, vil legge seg på et kaldere golv for å kunne øke varmetapet.

4.2 Tett golv vs. drenerende golv – Varmetap til golv

Målingen for varmetap til golv viste at tette golv uten strø ga høyest varmetap til golv. Nygaard (1966), fikk lignende resultater ved at betongspaltegolv ga et lavere varmetap til golv enn tett betonggolv. Det ble da poengtert at det var få fjøs med betongspaltegolv sammenlignet med antall fjøs som hadde tett betonggolv eller tett tregolv.

Tette golvtyper gir et høyt varmetap med målemetoden som ble brukt i dette forsøket, dette kan skyldes at tette golv har en større kontaktoverflate som vannposen i varmekassen kan miste varme til. Eventuell kald luft og trekk fra åpningene i de drenerende golvtypene har ikke like stor effekt på varmetapet. Luft stjeler normalt mindre varme fra dyret enn det golvet gjør, så lenge det ikke er trekk. Samtidig vil dette antagelig variere med lufttemperaturen og om denne er høyere eller lavere enn overflatetemperaturen til golvet. Dette varierer ifølge resultatene for golvtypers overflatetemperaturer. Tette golv vil antagelig gi et høyere varmetap til golv etter 30 minutter på grunn av mer overflate enn drenerende golv, men når det tette golvet først er varmet opp av en sau som har lagt seg, kan det tenkes at det holder det seg varmere på tette golv enn på drenerende golv fordi tette golv vil isolere bedre enn golv med spalter eller hull.

4.3 Tett golv – Preferanse og varmetap til golv

I prediksjon 4 (H2) ble det forventet ikke å være noen forskjell i preferanse mellom tett tregolv og gummimatte for søyene forsøket. Søyene viste derimot en tendens til å preferere gummimatte fremfor tett tregolv dersom de fikk valget mellom disse to golvtypene. Det var liten forskjell i varmetap til golv for tett tregolv og gummimatte, både med og uten sagflis. Gummimatte ga et litt høyere varmetap til golv enn tregolv. Materialer av grantre og ren gummi har omtrent den samme varmeledningsevnen, men varmekapasiteten er høyere for grantre enn for gummi (www.norskebacker.no). Gummi har høyere tetthet, og tar dermed lenger tid å varme opp. Det er vanskelig å vite hvordan søyene oppfatter forskjeller i varmeledning og varmekapasitet for ulike golvtyper. Årsaken til at søyene tenderte til å preferere gummi kan være at de opplevde gummimattene som mykere og mer behagelige enn tregolvet, til tross for at dette ikke gjorde gummimatte «varmere» enn tregolv.

I forsøket til Færevik et al. (2005), viste søyene en preferanse for tregolv fremfor gummimatte før klipping. Etter klipping viste de derimot ingen signifikant preferanse mellom tett tregolv og gummimatte. Færevik et al. (2005), brukte ikke sagflis på de tette golvtypene i forsøket, og mente at søyenes preferanse for tregolv fremfor gummimatter kunne forklares av at gummimattene fort ble våte og skitne. Dette på grunn av dårlig absorpsjonskapasitet for gummimattene. Det ble antatt at renheten til golvet kunne være en viktig faktor for sauen i preferanse mellom ulike golvtyper.

4.3.1 Strø på tett golv

I vårt forsøk ble det brukt litt sagflis på de tette golvene, og det ble ikke observert noen forskjell i renhet mellom tregolv og gummimatte. Søyene i forsøket valgte å ligge på tett golv fremfor drenerende golv, også om morgenen da de tette golvene kunne være spesielt våte og skitne. Forsøk med melkekyr har vist at de foretrekker å ligge på tørt strø fremfor vått strø (Fregonesi et al. 2007; Reich et al. 2010). Om dette også er tilfellet for sauer, er det at de valgte å ligge på tette golv til tross for at de var våte og skitne, med på å understreke den sterke preferansen for tett golv.

Tette golv uten strø ga et høyere varmetap til golv enn tette golv med strø. Dette samsvarer med resultatene for tett tregolv og betong med og uten strø i forsøket til Nygaard (1966), der det ble registrert lavere varmetap til golv ved økt strømengde. I forsøket til Morrison et al. (1987), krevde grisene mest tilført varme på strekkmetall, mer enn på tett betonggolv uten strø, og minst tilført varme på tett betonggolv med strø. Dette tyder på at det drenerende strekkmetallgolvet ga høyere varmetap enn tett betonggolv både med og uten strø, noe som motsier resultatene fra målingen av varmetap til golv med målemetoden som ble brukt i forsøket her. De motstridende resultatene kan komme av en forholdsvis høy omgivelsestemperatur hos grisene, som kan ha ført til at konvensjonsstrømmer og trekk gjennom drenerende golv blir viktigere. Samtidig er metodene som ble brukt forskjellige.

4.3.2 Halm

Resultatene fra atferdsobservasjonene tyder på at søyene opplevde at det var kaldt selv om forsøket foregikk 6 til 9 uker etter klipping. Om søyene hadde hatt tilgang til halm (eventuelt et tykkere lag med sagflis på de tette golvtypene), kan det tenkes at de ville valgt halm fremfor alle de andre golvtypene. Mer strø, eller eventuelt halm, ville redusert varmetap til golv ytterligere sammenlignet med golvtypene i forsøket. Halm ga lavest varmetap til golv i målingen her, og Nygaard (1966) fant at økt strømengde ga lavere varmetap. Samtidig gjør dette golvet mykere. I et tidligere forsøk hvor temperatur og ull-lengde ikke var oppgitt, viste sauer preferanse for halm fremfor trespaltegolv (Gordon & Cockram 1995). De klypte søyene i forsøket til Færevik et al. (2005) viste preferanse for halm fremfor andre golvtyper, inkludert tett tregolv.

4.4 Effekt på liggeatferd

De kaldeste døgnene lå søyene i forsøket signifikant mindre i bingene med kun drenerende golv enn i bingene med tilgang til tett golv. Dette samsvarer ikke med forsøket til Øyrehagen (2015), hvor det ikke ble funnet noen forskjell i liggetid mellom halmtalle og strekkmetall. Det ble ikke oppgitt informasjon om ull-lengde, men søyenes omgivelsestemperatur var gjennomsnittlig 11,3 °C.

I dette forsøket hadde tilgangen til tett golv en viktig og positiv effekt på søyenes liggetid ved lave temperaturer. Samtidig lå søyene signifikant mindre i begge bingetyperne ved kalde døgn enn ved varmere døgn. I forsøket til Færevik et al. (2005) lå søyene mindre etter klipping, men liggetiden var ikke signifikant mindre hos de med tilgang til halm. Dette kan tyde på at søyene i dette forsøket ville ligget mer da det var kaldt om de hadde hatt tilgang til halm, også mer enn da de hadde tilgang til tett golv av tre eller gummimatte.

4.5 Drenerende golv

Det var forventet at strekkmetall skulle gi høyest varmetap til golv av de drenerende golvtypene i forsøket (H1-P1), samt at søyene ville preferere strekkmetall fremfor kompositt og plastspaltegolv (H2-P2). Det var ikke forventet å være noen forskjell i varmetap til golv eller søyenes preferanse mellom kompositt og plastspaltegolv (H1-P2 og H2-P3). Til tross for ulikt varmetap til golv for de drenerende golvtypene viste søyene ingen forskjell i preferanse mellom disse. Kompositt ga høyest og plastspaltegolv ga lavest varmetap til golv av de drenerende golvtypene. Jørgensen et al. (2015) antok, etter tall fra www.norskebacker.no at materialet i kompositt og plastspaltegolv har svært like varmeledningsegenskaper. Samtidig er det vanskelig å vite det nøyaktige materialet i plastspaltegolvet, da dette er hemmelig (personlig meddelelse Knut Evensen).

Det at målingen for komposittgolvet foregikk i en bing, mens målingene for strekkmetall og plastspaltegolv foregikk et annet sted, og ved at løse plater ble lagt over en stor bømte, kan muligens ha hatt en liten effekt på resultatet. Om alle de tre drenerende golvtypene ble målt ved samme forhold, kan det tenkes at det ikke ville vært like stor forskjell mellom kompositt og de to andre drenerende golvtypene. Samtidig lå søyene mindre på kompositt enn på strekkmetall og plastspaltegolv selv om det ikke var noen signifikante forskjeller. En årsak kan være at det var litt kaldere å ligge på kompositt i forsøket, fordi det var mer åpent under kompositt enn under de andre golvtypene som var lagt over kompositt, som var i bingene fra før. Uansett ga dette såpas liten effekt at det ikke ble signifikante forskjeller i søyenes preferanse.

4.5.1 Gruffeforskjeller

Det var store gruffeforskjeller i bingene med kun drenerende golv selv om søyene samlet, ikke viste noen preferanser i disse bingene. Forskjellene var uavhengig av lufttemperatur. Den store variasjonen i søyenes overflatetemperaturer kan være en faktor for individuelle forskjeller og dermed også gruffeforskjeller i bingene med drenerende golv. Variasjon i søyenes overflatetemperaturer kan skyldes at søyenes ull-lengde varierte noe, til tross for at søyene var klippet samtidig. Ull-lengde ble ikke målt på alle søyene, og overflatetemperatur ble ikke registrert sammen med søyenummer. Det er derfor ingen bevis for at varierende overflatetemperatur har

sammenheng med variasjon i ull-lengde. Overflatetemperatur varierte mye på ulike steder på hvert dyr. Dersom overflatetemperaturen ikke ble målt på akkurat samme sted på hvert dyr, kan dette også være en årsak til variasjonen.

Forskjeller i vekt og ull-lengde kan ha påvirket valg av golvtype og dermed gruppeforskjeller i bingene med drenerende golv, men valgene i disse bingene kan også ha vært tilfeldig. Når ei søye la seg ned i den ene bingedelen kan det være at de andre søyene også la seg der, og at de deretter fortsatte å legge seg der det meste av tiden i denne bingen. Andre grupper lå derimot omtrent like mye på hver av bingedelene i disse bingene.

4.6 Tidligere erfaring

Erfaring med golvtyper tidligere i forsøket kan ha påvirket søyenes valg og dermed gruppeforskjellene i bingene med kun drenerende golv. Tidligere erfaring med et spesifikt miljø påvirker sterkt valgene som gjøres av dyr (Tucker et al. 2003). Søyene i dette forsøket hadde mest erfaring med halmtalle fra tiden før forsøket, og dette kan være en annen faktor til at de muligens ville valgt halm fremfor de andre golvtypene. I tidligere forsøk valgte søyer (Færevik et al. 2005; Hansen & Lind 2004) og geiter (Bøe et al. 2007) strekkmetall fremfor andre golvtyper, når de hadde mest erfaring med strekkmetall fra tidligere.

I bingene med tilgang til tette golv, var det kun en gruppe som skilte seg ut fra resten, ved å velge plastspaltegolv fremfor gummimatte i binge 7. Søyene i denne gruppen ble filmet første døgnet de var i binge 7. I binge 6 hvor de ble filmet døgnet før, brukte de 96,2 % av liggetiden sin på plastspaltegolv fremfor kompositt med 3,8 % av liggetiden. Når de kom i binge 7 valgte de plastspaltegolv, antagelig fordi det var dette de prefererte å ligge på i binge 6. Selv om det andre alternativet på dette tidspunktet var gummimatte og ikke kompositt.

4.7 Effekt av individavstand

Selv om søyene viste klare preferanser for tette golv fremfor drenerende golv, ble det brukt noe tid på å ligge på drenerende golv i alle bingene med tett golv vs. drenerende golv. Ved disse tilfellene var det som regel ei søye som lå alene på det drenerende golvet, mens de to andre lå på det tette golvet. Dette forekom sjeldent de kaldeste døgnene (ingen søyer lå på drenerende golv i disse bingene de fire kaldeste døgnene), men oftere de varmere døgnene. Ved undersøkelse av preferanse for golvtyper for søyer som holdes i grupper, bør det tas hensyn til det at sauer vanligvis foretrekker en viss individavstand ved hvile og beiting (Lynch et al. 1985), at de har en rangorden og at de kan vise aggresjon ved begrenset tilgang til ressurser (Bøe et al. 2006). Selv om søyene i forsøket hadde god

plass og eteplass slik at hver gruppe kunne levd i en bingehalvdel, ble det observert aggressiv atferd blant søyene, ved blant annet stanging, som ble notert under «annet».

De kaldeste døgnene var det viktig for søyene å bruke lite energi og å holde på varmen, blant annet ved å ligge med kroppskontakt. Når det ble varmere kunne søyene bruke mer energi på annet, som sosiale interaksjoner, og dette kan ha gjort at ei søye av lavere rang valgte å holde mer avstand til to søyer med høyere rang, og at den ene søya derfor lå alene i den ene bingedelen. Det kan tenkes at liggetiden på drenerende golv ville vært enda lavere, dersom søyene var oppstallet individuelt. Søyene i det ene forsøket i studien til Færevik et al. (2005) viste faktisk ingen preferanser da de ble oppstallet i grupper, men disse ble da bare observert før klipping og ikke etter. I det andre forsøket til Færevik et al. (2005), ble søyene oppstallet individuelt, og de viste da preferanser, mest etter klipping, men også før klipping.

4.8 Oppsummering

Et dyrs omgivelsestemperatur, og dets størrelse og isolering, spesielt pels/ull-lengde er viktige faktorer for preferanse for golvtype, men faktorer som tidligere erfaring, velbehag, mykhet, og sosial atferd, vil også være av betydning. Siden søyene i forsøket viste klare preferanse for tette golv fremfor drenerende golv, kan det tenkes at sauer bør ha tilgang til tette golv. Det er viktig å bemerke seg at søyene i forsøket var unge og små, med forholdsvis kort ull, og at de ble utsatt for lave temperaturer.

Søyers preferanser og golvtypers varmetekniske egenskaper, som denne masteroppgaven tar for seg, er faktorer som bør tas hensyn til i valg av golvtype til sau. Som nevnt i innledningen er det samtidig mange andre viktige faktorer å ta hensyn til, som kostnader, renhet på både golvet og dyrene, arbeidsmengde/behov for renhold, holdbarhet, glatthet, mykhet, eventuelle skader og liggesår, klauvslitasje, og eventuelt strøbehov med tilgang og pris på strø. Når det gjelder renhet, bør en tenke på merarbeid enkelte løsninger av drenerende golv kan medføre. Av egen erfaring fra forsøket var plastspaltegolv og strekkmetall vanskeligere å holde rene enn kompositt av typen Lognvikgolv. Tette golv krever mye arbeid med daglig skraping av golvne.

Dyrevelferdsmessig vil det antagelig være en fordel og tilby sau tett golv på liggearealet i perioder med kort ull. Med bakgrunn i resultatene fra forsøket i denne masteroppgaven, kan dette gjelde i opptil minst 9 uker etter klipping for unge søyer i uisolerte fjøs og ved lave temperaturer.

Dyrevelferd er individets subjektive opplevelse av sin fysiske og mentale tilstand som følge av sitt forsøk på å mestre sitt miljø (NFR 2005).

5. Konklusjon

Det var små forskjeller i overflatetemperaturer for de ulike golvtypene, men forskjellene i varmetap til golv var større. Av de drenerende golvtypene ga kompositt høyest, strekkmetall nest høyest, og plastspaltegolv lavest varmetap til golv. De tette golvtypene ga lavere varmetap til golv med enn uten strø. Halm ga lavest varmetap til golv.

De unge søyene viste klare preferanser for tette golvtyper fremfor drenerende golvtyper ved lave temperaturer gjennom hele forsøket fra 6 til 9 uker etter klipping. De viste ingen preferanse mellom de drenerende golvtypene kompositt, plastspaltegolv og strekkmetall, men de viste en tendens til å preferere tett golv av gummimatte fremfor tett golv av tre i bingen med disse to golvtypene.

Tilgang til tett golv ved lave temperaturer og kort ull, virket å være viktig for de unge søyene, ettersom de lå mindre i bingene med bare drenerende golv enn i bingene med tilgang til tett golv de kaldeste døgnene, i tillegg til den klare preferansen for tett golv.

6. Referanser

- Alexander, G. (1974). Heat loss from sheep. *Heat Loss from Animals and Man: Assessment and Control*: 173-203.
- Bell, S. (1955). *Sauen. Handbok i al, foring og stell av sau*: Eirik Gjøstein Boktrykkeri.
- Berge, K. (2009). *Bygningskrav i økologisk sauehold*. Norsk sau og geit, Nr. 6 2009. Tilgjengelig fra: https://www.fag.nsg.no/artikkel_vedlegg_serve.cfm?artikkel_id=38 (lest 16.03.16).
- Bergøy, Ø. (1976). Sauehold med framtid ['Sheep husbandry with a future']. *Oslo: Landbruksforlaget*.
- Blaxter, K. (1964). Utilization of the metabolizable energy of grass. *Proceedings of the Nutrition Society*, 23 (01): 62-71.
- Bøe, K. E. & Gjestang, K.-E. (1984). Feeding behaviour in confinement sheep production. *IBT-Rapport (Norway)*.
- Bøe, K. E. (1985). *Drenerende gulv for sau*. IBT-rapport (Ås : trykt utg.), b. 218. Ås: Institutt for bygningsteknikk.
- Bøe, K. E. (1990). Thermoregulatory behaviour of sheep housed in insulated and uninsulated buildings. *Applied Animal Behaviour Science*, 27 (3): 243-252.
- Bøe, K. E., Nedkvitne, J. J. & Austbø, D. (1991). The effect of different housing systems and feeding regimes on the performance and rectal temperature of sheep. *Animal Production*, 53 (03): 331-337.
- Bøe, K. E. & Simensen, E. (2003). *Simple buildings for sheep—with emphasis on health and welfare*. Proc. of the seminar "Low-cost housing for ruminants", Sørmarka, Norway, 13th to 14th October.
- Bøe, K. E. & Nyhammer, K. (2004). Forsøk med ulik utforming av liggepall for sau i spaltegulvbinger. *NHL-rapport 10/2004*, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Norges landbrukshøgskole
- Bøe, K. E., Berg, S. & Andersen, I. L. (2006). Resting behaviour and displacements in ewes—effects of reduced lying space and pen shape. *Applied Animal Behaviour Science*, 98 (3): 249-259.
- Bøe, K. E., Andersen, I. L., Buisson, L., Simensen, E. & Jeksrud, W. K. (2007). Flooring preferences in dairy goats at moderate and low ambient temperature. *Applied Animal Behaviour Science*, 108 (1): 45-57.
- Bøe, K. E. & Andersen, I. L. (2010). Competition, activity budget and feed intake of ewes when reducing the feeding space. *Applied Animal Behaviour Science*, 125 (3): 109-114.
- Curtis, S. E. (1983). *Environmental management in animal agriculture*: Iowa State University Press, University of Michigan. 409 s.

- Done-Currie, J. R., Wodzicka-Tomaszewska, M. & Lynch, J. (1984). The effects of thermoregulatory behaviour on the heat loss from shorn sheep as measured by a model ewe for micro-climate integration. *Applied Animal Behaviour Science*, 13 (1-2): 59-70.
- Ekesbo, I. (2011). *Farm animal behaviour: characteristics for assessment of health and welfare*: CABI. 240 s.
- Elvidge, D. & Coop, I. (1974). Effect of shearing on feed requirements of sheep. *New Zealand journal of experimental agriculture*, 2 (4): 397-402.
- EU. (1991). *Økologiforordningen* Rådets forordning (EØF) Nr. 2092/91 av 24.juni 1991 om økologisk produktionsmetode for landbrugsprodukter og om angivelse heraf på landbrugsprodukter og levnedsmidler. Tilgjengelig fra: http://www.debio.no/_upl/forordning_2092-1991.pdf (lest 10.03.16).
- Farmer, C. & Christison, G. (1982). Selection of perforated floors by newborn and weanling pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 62 (4): 1229-1236.
- Fraser, D. (1985). Selection of bedded and unbedded areas by pigs in relation to environmental temperature and behaviour. *Applied animal behaviour Science*, 14 (2): 117-126.
- Fregonesi, J., Veira, D., Von Keyserlingk, M. & Weary, D. (2007). Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. *Journal of dairy science*, 90 (12): 5468-5472.
- Færevik, G., Andersen, I. L. & Bøe, K. E. (2005). Preferences of sheep for different types of pen flooring. *Applied Animal Behaviour Science*, 90 (3): 265-276.
- Gjestang, K., Gravås, L., Langdalen, J. & Lilleng, H. (1999). *Bygninger på gårdsbruk*: Farmstead buildings. Oslo: Landbruksforlaget.
- Gordon, G. & Cockram, M. (1995). A comparison of wooden slats and straw bedding on the behaviour of sheep. *Animal Welfare*, 4 (2): 131-134.
- Graham, N. M., Wainman, F., Blaxter, K. & Armstrong, D. (1959). Environmental temperature, energy metabolism and heat regulation in sheep. I. Energy metabolism in closely clipped sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 52 (01): 13-24.
- Grøva, L., Henriksen, B. I., Lind, V. & Nyhammer, K. (2004). *Økologisk landbruk - Sauehold*. NORSØK, Småskrift, Nr. 2/2004. Tilgjengelig fra: http://orgprints.org/6031/1/NORSOK_smaaskrift_nr2_04.pdf (lest 09.03.16).
- Haley, D., De Passille, A. & Rushen, J. (2001). Assessing cow comfort: Effects of two floor types and two tie stall designs on the behaviour of lactating dairy cows. *Applied animal behaviour science*, 71 (2): 105-117.
- Hansen, I. & Lind, V. L., Arne Johan. (2004). Køyesenger til sau i økologisk drift. *Norden*, 108 (8): 16-17.

- Hansen, I., Jørgensen, G., Lind, V. & Uhlig, C. (2012). Woodchip bedding for sheep in Northern Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A–Animal Science*, 62 (2): 102-110.
- Hansen, K. & Strøm, J. S. (2003). *Flooring surfaces, bedding, and manure handling in simple buildings for cattle*. Proc. of the seminar “Low-cost housing for ruminants”, Sørmarka, Norway, 13th to 14th October.
- Helle, J. I. & Johansen, J. R. E. (2014). Fjøsssystemer og lammetap: sammenligning av faktorer i fjøset og lammetap inne, basert på en spørreundersøkelse og sauekontroll-data fra 195 norske sauebestninger.
- Herlin, A. H. (1997). Comparison of lying area surfaces for dairy cows by preference, hygiene and lying down behaviour. *Swedish J. agric. : Res.* 27: 189-196.
- Hutchinson, K. & McRae, B. (1969). Some factors associated with the behaviour and survival of newly shorn sheep. *Crop and Pasture Science*, 20 (3): 513-521.
- Jordbruksverket. (2014). *Djurskyddsbestämmelser - Får och Get*. I: 2014, J.-. (red.). Tilgjengelig fra: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/jo14_6t.pdf (lest 09.03.16).
- Jørgensen, G. H., Andersen, I. L., Holand, Ø. & Bøe, K. E. (2011). Differences in the spacing behaviour of two breeds of domestic sheep (*Ovis aries*)—influence of artificial selection? *Ethology*, 117 (7): 597-605.
- Jørgensen, G. H. M., Hansen, I. & Bøe, K. E. (2015). Gulv til sau og alternative liggeunderlag. Utredning.
- Källström, F. (2008). *Djupströbädd-bra för miljö och djur!? Examensarbete 2008* Halmstad Högskola Miljö & hälsoskydds programmet, SET.
- Lovdata. (2005). *Forskrift om velferd for småfe*. I: matdepartementet, L.-o. (red.). Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2005-02-18-160> (lest 29.02.16).
- Lowe, D., Steen, R. & Beattie, V. (2001). Preferences of housed finishing beef cattle for different floor types. *Animal Welfare*, 10 (4): 395-404.
- Lynch, J. & Alexander, G. (1977). Sheltering behaviour of lambing Merino sheep in relation to grass hedges and artificial windbreaks. *Crop and Pasture Science*, 28 (4): 691-701.
- Lynch, J., Wood-Gush, D. & Davies, H. (1985). Aggression and nearest neighbours in a flock of Scottish Blackface ewes. *Biology of Behaviour (France)*.
- Manninen, E., de Passillé, A. M., Rushen, J., Norrington, M. & Saloniemi, H. (2002). Preferences of dairy cows kept in unheated buildings for different kind of cubicle flooring. *Applied Animal Behaviour Science*, 75 (4): 281-292.
- Mattilsynet. (2005). *Veileder B - Utfyllende informasjon om økologisk landbruksproduksjon*. Debio. Tilgjengelig fra: http://www.debio.no/upl/veileder_b_0807141.pdf (lest 10.03.16).

- Mattilsynet. (2010). *Rapport - Mattilsynets tilsynsprosjekt 2007-2010, Velferd for beitedyr, Gjennomført i regionene: Nordland - Trøndelag / Møre og Romsdal - Hordaland / Sogn og Fjordane - Hedmark / Oppland*. Tilgjengelig fra:
http://www.mattilsynet.no/dyr_og_dyrehold/produksjonsdyr/beite/velferd_for_beitedyr_sluttrapport_2011.2514/binary/Velferd%20for%20beitedyr%20-%20sluttrapport%202011
 (lest 10.03.16).
- Mellemstrand, C. (2012). *Nytt sauegulv forenkler renholdet*. Norsk Landbruk. Tilgjengelig fra:
<http://www.norsklandbruk.no/norsk-landbruk/nytt-sauegulv-forenkler-renholdet/> (lest 09.03.16).
- Monteith, J. L. & Mount, L. E. (1973). *Heat loss from animals and man: assessment and control*. Agricultural science Elsevier.
- Morrison, W., Bate, L. A., McMillan, I. & Amyot, E. (1987). Operant heat demand of piglets housed on four different floors. *Canadian Journal of Animal Science*, 67 (2): 337-341.
- NFR. (2005). *Forskningsbehov innen dyrevelferd i Norge. Rapport fra styringsgruppen for dyrevelferd, forsknings- og kunnskapsbehov*. Oslo februar 2005: Norges forskningsråd. Tilgjengelig fra:
https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/lmd/rap/2005/0002/ddd/pdfv/262078-rapp_forsningsbehov_innen_dyrevelferd_i_norge.pdf (lest 30.03.16).
- NIBIO. (2016). *AgroMetBase, Hent værdata*: Norsk Institutt for bioøkonomi. Tilgjengelig fra:
<http://lmt.bioforsk.no/agrometbase/getweatherdata.php> (lest 13.03.16).
- Nilsson, C. (1988). *Floors in animal houses. Technical design with respect to the biological needs of animals in reference to the thermal, friction and abrasive characteristics and the softness of the flooring material*. Institutionen for landbrukets byggnadsteknik (LBT). Swedish University of Agricultural Science. Report 61. .
- Nordaas, T. M. L. (2007). *Luksus for sauene på varme fjøsgulv*. Helgelendingen. Tilgjengelig fra:
<http://www.helg.no/lokale-nyheter/luksus-for-sauene-pa-varme-fjosgulv/s/1-63-2892032>
 (lest 09.03.16).
- Norring, M., Manninen, E., De Passille, A., Rushen, J. & Saloniemi, H. (2010). Preferences of dairy cows for three stall surface materials with small amounts of bedding. *Journal of dairy science*, 93 (1): 70-74.
- Nygaard, A. (1966). Måling av varmetap fra en varmepose til ulike båsgolv. *Institutt for bygningsteknikk, Norges landbrukshøgskole*.
- Pedersen, S. & Ravn, P. (2008). Characteristics of Floors for Pig Pens: Friction, shock absorption, ammonia emission and heat conduction. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*.

- Pouliot, E., Gariépy, C., Theriault, M., Avezard, C., Fortin, J. & Castonguay, F. (2009). Growth performance, carcass traits and meat quality of heavy lambs reared in a warm or cold environment during winter. *Canadian journal of animal science*, 89 (2): 229-239.
- Pouteaux, V., Christison, G. & Stricklin, W. (1983). Perforated-floor preference of weanling pigs. *Applied Animal Ethology*, 11 (1): 19-23.
- Reich, L. J., Weary, D., Veira, D. & Von Keyserlingk, M. (2010). Effects of sawdust bedding dry matter on lying behavior of dairy cows: A dose-dependent response. *Journal of dairy science*, 93 (4): 1561-1565.
- Ruud, L., Bøe, K. & Østerås, O. (2010). Associations of soft flooring materials in free stalls with milk yield, clinical mastitis, teat lesions, and removal of dairy cows. *Journal of dairy science*, 93 (4): 1578-1586.
- Ruud, L., Kielland, C., Østerås, O. & Bøe, K. (2011). Free-stall cleanliness is affected by stall design. *Livestock Science*, 135 (2): 265-273.
- Ruud, L. E. (2003). *Norwegian legislation and consequences for the building*. Proc. of the seminar "Low-cost housing for ruminants", Sørmarka, Norway, 13th to 14th October.
- Simensen, E. & Hauge, S. (2003). Evaluation of ewe performance in 795 selected sheep flocks in south-eastern Norway. *Acta Agric Scand (A)*, 53 (3): 120-126.
- Simensen, E., Valle, P. & Vatn, S. (2010). A mail survey of factors affecting performance in 627 selected sheep flocks in south-eastern Norway. *Acta Agriculturae Scand Section A*, 60 (3): 194-201.
- Simensen, E. (2012). *Arbeidsmiljø i isolerte og uisolerte sauehus*. Norsk sau og geit, Nr. 5/2012. fag.nsg.no. Tilgjengelig fra: https://www.fag.nsg.no/artikkel_vedlegg_serve.cfm?artikkel_id=155 (lest 16.03.16).
- Simensen, E., Kielland, C., Hardeng, F. & Bøe, K. E. (2014). Associations between housing and management factors and reproductive performance in 327 Norwegian sheep flocks. *Acta Vet Scand*, 56: 26.
- SSB. (2015). *Korn og oljevekster, areal og avlinger*: Statistisk Sentralbyrå. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statistikkbanken/SelectVarVal/saveselections.asp> (lest 16.03.16).
- Stephens, D. (1971). The metabolic rates of newborn pigs in relation to floor insulation and ambient temperature. *Animal production*, 13 (02): 303-313.
- Sæland, J. (1930). *Ny sauebok : lærebok i saue-ol*. Oslo: Aschehoug.
- Sørboen, S. (2016). *Gulv til sau*: Steinar Sørboen Landbruksprodukter. Tilgjengelig fra: <http://www.sorboen.com/file/02d8d6193897/Drenerende%20gulv.pdf> (lest 14.03.16).
- Tucker, C., Weary, D. & Fraser, D. (2003). Effects of three types of free-stall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows. *Journal of dairy science*, 86 (2): 521-529.

- Vachon, M., Morel, R. & Cinq-Mars, D. (2007). Effects of raising lambs in a cold or a warm environment on animal performance and carcass traits. *Canadian journal of animal science*, 87 (1): 29-34.
- Verstegen, M. & Van der Hel, W. (1974). The effects of temperature and type of floor on metabolic rate and effective critical temperature in groups of growing pigs. *Animal Production*, 18 (01): 1-11.
- Webster, A. (1976). Effects of cold on energy metabolism of sheep. *Progress in biometeorology. Division B. Progress in animal biometeorology*, Chapter 1, Section 8b (2): 218-226.
- Westra, R. & Christopherson, R. (1976). Effects of cold on digestibility, retention time of digesta, reticulum motility and thyroid hormones in sheep. *Canadian journal of animal science*, 56 (4): 699-708.
- Wheeler, J., Reardon, T. & Lambourne, L. (1963). The effect of pasture availability and shearing stress on herbage intake of grazing sheep. *Australian journal of agricultural research*, 14: 364-372.
- Young, B. (1981). Cold stress as it affects animal production. *Journal of Animal Science*, 52 (1): 154-163.
- Øyrehagen, O. (2015). Effekt av areal og golvtype på aktivitet og sosial åtferd hjå drektige søyer.
- Ådne. (2009). *Trivselen i høgsetet i nytt kombibbygg*. Bondebladet. Tilgjengelig fra: <http://www.bondebladet.no/bondebladet/trivselen-i-hogsetet-i-nytt-kombibbygg/> (lest 09.03.16).



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no