



Bachelorgradsoppgave

Grov treflis som dekkemateriale for å forebygge tråkkskader i drivgang for melkekyr

Wood chips as a ground stabilizing material to avoid trampling damage in pasture walkways



Solveig Løvø

BAC350

Bachelorgradsoppgave i Husdyrfag- velferd og produksjon

Avdeling for næring, samfunn og natur
Høgskolen i Nord-Trøndelag - 2015



SAMTYKKE TIL HØGSKOLENS BRUK AV KANDIDAT-, BACHELOR- OG MASTEROPPGAVER

Forfatter(e): Solveig Løwø

Norsk tittel: Grov treflis som dekkemateriale for å forebygge tråkkskader i drivgang for melkekyr

Engelsk tittel: Wood chips as a ground stabilizing material to avoid trampling damage in pasture walkways

Studieprogram: Husdyrfag – Velferd og Produksjon

Emnekode og navn: BAC350, Bacheloroppgave

Jeg samtykker i at oppgaven kan publiseres på internett i fulltekst i Brage, HiNTs åpne arkiv

Min oppgave inneholder taushetsbelagte opplysninger og må derfor ikke gjøres tilgjengelig for andre

Kan frigis fra: 19.05.15

Dato: 19.05.15

Solveig Løwø

underskrift



FORORD

Denne bachelorgradsoppgaven skrives som en avsluttende oppgave på en treårig utdanning innen «Husdyrfag- velferd og produksjon» ved Høgskolen i Nord- Trøndelag, avdeling Steinkjer.

Ideen bak å teste ut grov treflis som dekkemateriale i drivgang kom vinteren 2014, under et besøk i et rundfjøs for ammeku i Troms. Utenfor fjøset hadde bonden etablert en luftegård for dyra, der underlaget besto av lokalprodusert treflis. Erfaringer etter 5 år drift var utelukkende positive, beskaffenheten til langvedflisa som ble brukt bidro til at overflaten holdt seg ren i tillegg til at den hadde gode bærende og drenerende egenskaper. Lokalprodusert treflis har vært en billigere løsning for bonden, som ellers måtte ha bestilt halm fra lengre sør på landet med dyr transport. I tillegg har treflisa vist seg å være arbeidsbesparende, da han ikke har vært nødt til verken å kjøre bort eller fylle på flis de siste 3 år.

Siden grov treflis så ut til å fungere godt hos denne bonden, dro jeg likegodt parallellt til behovet for bæresterke drivganger som både drenerer og er behagelig for kyrne å gå på. Dagens besetningsstørrelse blir større og endring i regelverk om beitekrav er faktorer som byr på ytterligere utfordringer med tanke på tråkkskadet jord og logistikk rundt beiting og kanskje spesielt ved bruk av AMS. Denne oppgaven skal derfor vurdere hvor funksjonell grov treflis er som stabiliserende materiale i drivgang for melkekyr.

Prosjektet ble satt i gang relativt raskt og 1. mai var 100 m³ med grov treflis bestilt og på tur. Arbeidsmessig har det gått med mye tid, men på grunn av en interessant oppgave så kom jeg i mål til slutt.

Jeg ønsker med dette å rette en stor takk til alle som har stilt opp, spesielt forsøksvertene som stilte gård og arbeidskraft til disposisjon, min far for økonomisk støtte og glødende engasjement, og veilederne mine for konstruktive tilbakemeldinger samt veiledning i tolkning og håndtering av datamateriale.

Steinkjer, 19.05.2015

Solveig Løwø

SAMMENDRAG

Et vanlig problem på melkegårder er at drivganger blir opptråkket og gjørmete under beitesesongen. Dette kan bidra til problemer med klauv og jur helse og dårlig fungerende kutrafikk. Sundtråkket jord er også følsom for jorderosjon og næringslekkasje. For å unngå denne type problem kan jordforsterkende materialer tas i bruk på slike utsatte områder. Denne oppgaven skal vurdere hvor egna grov treflis er som dekkemateriale i drivgang til melkekyr, med tanke på bæreevne, drenering og bevegeligheten hos kyrne.

Forsøksområde med grov treflis, med mål 2x20 m ble anlagt på tre gårder. Flisa ble lagt i to ulike sjikt, 30 og 50 cm dybde på et lag av fiberduk. Forsøksområdene ble vurdert med fuktighetsmåling i flisdekket og en visuell vurdering ut ifra fotodokumentasjon. Det ble også registrert locomotion score på kyr, nedbør, temperatur og luftfuktighet. Dokumentasjon ble utført før melkekyrne tok i bruk drivgangen, henholdsvis 11 og 13 ganger under pågående beitesesong samt én gang etter beitesesongens slutt. Antall passeringer per ku over forsøksområdet ble registrert gjennom hele forsøksperioden, og ved slutten av beitesesongen varierte antall passeringer på de ulike gårdene mellom ca. 5000-11000. Ved den statistiske analysen ble det funnet sammenheng mellom antall passeringer og fuktighet i flisdekket, målt som fuktighet i treflis. Antall passeringer gav også utslag i lavere locomotion score. Temperatur og luftfuktighet er de faktorene som har størst innvirkning på fuktighet i treflisa. Resultatene viste også at møkk og leire arbeides 30 cm ned i flisdekket, som gir en anbefaling på minimum 40 cm flis ved anleggelse. Det var ingen store forskjeller mellom de tre forsøksgårdene angående tråkkskader, da dette nesten var fraværende. At tråkkskadene var generelt små og forskjellen mellom forsøksområde anlagt over og under bakkenivå ikke var større, skyldes nok at det var en relativt tørr sommer.

Konklusjonen etter studiet er at grov treflis er egna som dekkemateriale i drivgang. Den har lang holdbarhet, drenerer slik at overflaten holdes ren og tilfredsstillende kyrnes krav til mykt og fast underlag.

SUMMARY

A regular problem on dairy farms is trampling damage and muddy pasture walkways under the grazing season. This may lead to problems with claw and udder health and bad cow traffic in AMS systems. Soil that is damaged by trampling is more sensitive for soil erosion and nutrient leakage. To avoid this type of problem, soil reinforcement materials can be used in deprived areas. This task should assess how suited coarse woodchips are as a cover material in pasture walkways for dairy cows, with focus on carrying capacity, drainage and locomotion on cows.

Testarea with woodchips measuring 2 x 20 meter, and was built in the pasture walkways on three farms. The woodchips was put in two layers, 30 cm and 50 cm depth on a layer of geotextile. The attempts were assessed by measuring moisture in the toplayer of the woodchips and a visual assessment on the basis of photography. It was also logged locomotion score of cows, precipitation, and temperature and air humidity. Documentation was performed before dairy cows began using the pasture walkways, respectively 11 and 13 times during under the grazing season and immediately after grazing season's end. Number of passages per cow over the test area was recorded throughout the experimental period at the end of the grazing season varied number of passages on the various farms between appr. 5000 to 11000. By statistical analysis it was found coherence between the number of passages and moisture in the tile covered measured as moisture in the woodchips. A higher number of passages gave lower locomotion score. Temperature and air humidity is the factors with the greatest impact on moisture in the woodchips. The results showed that dirt and clay works 30 cm into the woodchips, providing a recommendation of at least 40 cm deep layer of woodchips. It was not found significant different between the farms regarding trampling damage, when this was almost absent. That trampling damage were generally small and the different between testareas landscaped above and below ground level was not bigger, mainly because it was a relatively dry summer.

The conclusion by the study is that wood chips are suited as cover material in pasture walkways. It has a long shelf life, drains so that the surface is kept clean and meets cow requirements for soft and firm ground.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD.....	III
SAMMENDRAG	IV
SUMMARY.....	V
INNHOLDSFORTEGNELSE.....	VI
1. INNLEDNING	1
2. TEORI.....	2
2.1. Beitedrift	2
2.2. Lovfestet beitedrift	3
2.3. Tråkkskader på hardt belastede områder	3
2.3.1. Høy belastning og nedbør fører til tråkkskader.....	3
2.3.2. Økt overflateavrenning.....	4
2.3.3. Erosjon og tap av næringsstoffer	4
2.4. Påvirkning på dyrehelse	5
2.4.1. Mastitt	6
2.4.1. Klauv og beinproblemer	6
2.5. Bevegelse	7
2.5.1. Locomotion score.....	7
2.6. Utforming av drivgang.....	8
2.6.1. God kutrafikk og utforming av drivgang	8
2.6.2. Gjødselbelastning	9
2.6.3. Drenering	10
2.6.4. Dekkematerialer til drivgang	10
2.7. Tidligere forskning	13
2.8. Hensikt og hypoteser	14
2.8.1. Problemstilling.....	14
2.8.2. Hypoteser	14
3. MATERIALE OG METODE	15
3.1. Plass og design for feltforsøk.....	15
3.2. Utforming av forsøksområde	15
3.2.1. Grunnarbeid	17
3.2.2. Utforming av treflisa i dette studiet.....	18

3.2.3.	Metoder for vurdering av forsøksområdene.....	19
3.2.4.	Værobservasjoner	20
3.2.5.	Registrering av passeringer	21
3.2.6.	Locomotion score.....	21
3.2.7.	Fuktighetsmåling	22
3.2.8.	Dybde og varighet.....	22
3.2.9.	Fotodokumentasjon og visuell vurdering	23
3.2.10.	Statistisk analyse	23
4.	RESULTATER OG DISKUSJON.....	24
4.1.	Værobservasjon	24
4.1.1.	Nedbør	24
4.1.2.	Temperatur og relativ luftfuktighet	25
4.2.	Antall passeringer	26
4.3.	Locomotion score.....	27
4.4.	Undersøke faktorer som kan påvirke fuktighet i flisdekket	29
4.4.1.	Nedbør	29
4.4.2.	Antall passeringer	31
4.4.3.	Temperatur og luftfuktighet	32
4.4.4.	Variablenes påvirkning på fuktighet i flisdekket	34
4.5.	Fordeling av fuktighet i forsøksområdet.....	35
4.5.1.	Gård 1.....	35
4.5.2.	Gård 2.....	36
4.5.3.	Gård 3.....	37
4.6.	Visuell vurdering av dybde og varighet	39
4.6.1.	Gård 1.....	39
4.6.2.	Gård 2.....	41
4.6.3.	Gård 3.....	43
4.6.4.	Flisprøve	46
4.7.	Grov treflis som dekkemateriale i drivgang	46
4.7.1.	Lite nedbør påvirket forsøket	47
4.7.2.	Bæreevne	47
4.7.3.	Drenering	49
4.7.4.	Underlag til melkekyr	49

4.7.5.	Miljø og jordstruktur	50
5.	FORSLAG TIL UTFORMING AV NY DRIVGANG.....	51
6.	KONKLUSJON	52
7.	LITTERATURLISTE.....	53
8.	VEDLEGG	60
8.1.	Vedlegg 1- Kart over gård og forsøksområde	60
8.2.	Vedlegg 2- Skjema for registrering av nedbør	62
8.3.	Vedlegg 3- Skjema for registrering av passeringer	62
8.4.	Vedlegg 4- Skala for vurdering av locomotion score	63
8.5.	Vedlegg 5- Rutenett for fuktighetsmåling i flisdekket	64

1. INNLEDNING

For å få en optimal beitedrift med god kutrafikk og dyrehelse, er det viktig at drivganger og andre hardt utsatte områder, slik som inngang til beite, ikke blir opptråkket under beitesesongen (Lindgren og Benfalk, 2004). Våte og leirete områder kan gi problemer med dyrehelse og gir dårlig arbeidsmiljø for gårdbruker (Lindgren og Benfalk, 2004). I tillegg kan slike områder bidra til jorderosjon og forurensning til nærliggende vassdrag som er ugunstig med tanke på miljøet (Warren, 1986). Opptråkka jord kan straffe gårdbrukeren økonomisk i form av dårligere dyrehelse, ekstra arbeidsmoment og redusert melkekvalitet (Lindgren og Benfalk, 2004). Strukturutvikling i landbruket har medført at melkekubesetningene har blitt større, noe som fører til at flere dyr skal benytte drivgang og inngang til beite. Dette innebærer et større trykk på et allerede høyt belastet område. Risikoen for at disse områdene blir sundtråkket og leirete øker, noe som blir et problem under perioder med mye regn og på jord som er dårlig drenert (Hansen et al., 2002).

For å øke bæreevnen på hardt belastede områder og redusere risikoen for tråkkskader kan jorda forsterkes med ulike jordstabiliserende materialer. De jordstabiliserende materialene som kan benyttes skal fylle funksjonskrav både i henhold til dyr som dyrepasser samt være økonomisk forsvarlig for gårdbrukeren å anlegge (Lindgren og Benfalk, 2004). Hardgjorte områder, slik som betong og asfalt, er ofte dyre alternativ, de gir også en permanent anlegning, noe som gjør det vanskelig å endre utforming på beitene og for senere bruksendring av jorda (Hansen et al., 2002). Som alternativ kan man bytte ut matjordlaget mot material som drenerer og har en større bæreevne enn matjordlaget. Eksempel på dette er material som bark, flis eller grus. Disse materiale har lav anlegningskostnad men krever ofte større kostnader i vedlikehold sammenlignet med de hardgjorte områdene (Lindgren og Benfalk, 2004).

Dette studiet er ment til å kartlegge grov treflis som stabiliserende materiale i drivganger slik at den tåler tråkk fra dyr.

2. TEORI

2.1. Beitedrift

Beitedrift på produksjonsbeite kan bidra til å redusere bondens fôrkostnader da beitet ikke krever de investeringskostandene og arbeidsinnsatsen som er knyttet til grovfôr og gjødselhåndtering (Kumm og Spörndly, 2010). Flere studier viser at beitedrift har en positiv effekt på kuas helse (Thomsen et al., 2007; Somers et al., 2005), noe som er av interesse både for dyrehelsen og i økonomisk sammenheng.

Strukturutviklingen i landbruket har medført at melkekubesetningene har blitt større. Den norske middelbesetningen økte fra 14,4 årskyr fra 2000 til 24,6 årskyr i år 2014 (SSB, 2014), der enkelte er samdrifter med en besetningsstørrelse på >100 dyr. I større besetninger er det vanskeligere å praktisere ordnet beitedrift, da for mange dyr per daa kan gi utfordringer med opptråkket jord. Øker man beitearealet kan det derimot føre til en lengre transportetappe for kyrne siden de skal gå mellom beite og fjøs ved melking. Studier har vist at lengden på drivgang mellom fjøs og beite samt vedlikehold av drivgangen har en effekt på kuas bevegelse (Harris et al., 1988; Chesterton et al., 1989) og klauvhelse (Barker et al., 2009; Olmos et al., 2009).

Trenden i vest Europa er en minkende interesse for å holde melkekyr på beite, da man kan skape godt dyremiljø i større moderne løsdriftsfjøs. I tillegg er det behov for å utvikle beitesystemet når besetningsstørrelsen øker, som for mange gårdbrukere kan bli en kostbar investering. I en studie utført av Kievling (2012) ble logistikk på gården nevnt som et problem, spesielt problematisk var logistikken der det var behov for å kjøre transportmidler på eller krysse drivgangen. I besetninger med melkerobot oppstår det også utfordringer med å opprettholde høy nok melkingsfrekvens og melkemengde, da kyrne skal komme seg inn og ut på beite på egen hånd. Flere studier viser til en nedgang i melkingsfrekvens der kyrne har tilgang til beite. Spörndly og Wredle (2005) konstaterte at det oppsto 0,2 færre melkinger per ku per dag i beitesesongen. Ketelaar-de Lauwere (1999) fant at kyr som hadde ubegrenset beiting hadde 0,3-0,5 færre melkinger enn de som hadde begrenset tilgang eller ikke hadde beiting. Også Aanensen et al. (2013) fant en reduksjon i melkingsfrekvensen på dager med beiting, og mente dette hadde sammenheng med avstand fra beite til robot samt at tilgangen på beitegress var mer attraktivt enn kraftfôret i roboten. Studie av Spörndly og Wredle (2004)

fant at dersom avstanden mellom robot og beitet overstiger 260 meter, kan man få en reduksjon i melkingsfrekvensen og melkeytelse.

Tilgang til beite skal ikke gå på bekostning av melkeproduksjonen, men det krever at man har tilgang på gode beiter på bæresterk jord i rimelig nærhet til fjøset (Aanensen et al. 2013). Det er for øvrig mulig å kombinere beite og automatisk melking med god planlegging (Wiktorsson og Spörndly, 2002), og drivgang mellom fjøs og beite bør være så myk og behagelig å gå på, at kyrne går der av fri vilje (Lindgren og Benfalk, 2004).

2.2. Lovfestet beitedrift

I følge§10 i *Forskrift om hold av storfe* (FOR-2004-04-22-665) skal storfe som holdes i melkeproduksjon og er eldre enn seks måneder sikres mulighet for fri bevegelse og mosjon på beite i minimum 8 uker, primært i sommerhalvåret (Landbruksdepartementet, 2004).

Beiteperiodens lengde bestemmes av klimatiske forhold i de ulike delene av landet og kan strekke seg fra og med april til og med oktober. Melkekyrne skal ha tilgang til beiteområdet minst seks timer av døgnet for at det skal anses som daglig tilgang til beite (Mattilsynet-veileder til forskrift om hold av storfe, 2014).

2.3. Tråkkskader på hardt belastede områder

2.3.1. Høy belastning og nedbør fører til tråkkskader

Tråkkskader som oppstår ved beitedrift skyldes hovedsakelig trykkbelastning på jorda fra kuas klauver (Warren et al., 1986). I en studie ble det målt et trykk på 192 kPa per klauv for en stillestående ku (Williat og Pullar, 1984), og trykket øker betydelig når kua beveger seg siden hun da bare har tre klauver på bakken. Jordpakkingskader oppstår når jorda utsettes for trykk som er større enn jordas bæreevne (Vestoppland forsøksring, 2008). Våte jordområder har en høyere risiko for å bli berørt av tråkkskader enn tørre jordområder (Warren et al., 1986) da jordas motstandskraft mot trykk reduseres ved et høyere vanninnhold (Vestoppland forsøksring, 2008).

2.3.2. Økt overflateavrenning

Jorda er bygd opp av fast material og porer av ulik størrelse og formasjon. Porene er avgjørende for luft- og vanntransport gjennom jordlaget (Vestoppland forsøksring, 2008). Vanntransporten gjennom porene øker i takt med porenes størrelse, derfor vil transporten gå betydelig raskere på områder med store porer slik som sand, sammenlignet med områder med finere struktur slik som leire (Brady og Weil, 2002). Ved tråkk og jordpakking vil makroporene i jorda knuses til mindre porer, som igjen vil redusere vanngjennomtrengeligheten og infiltrasjonskapasitet på området (Brady og Weil, 2002). Dersom jorda er blitt vannmetta er alle porene fylt med vann og det finnes ingen mulighet for drenering gjennom jorda (Vestoppland forsøksring, 2008). Vann som ikke dreneres blir dermed stående på overflaten og man risikerer at det transporteres til nærliggende vassdrag gjennom overflateavrenning. (Brady og Weil, 2002; Vestoppland Forsøksring, 2008).

Warren et al. (1986) konstaterte at jord som er utsatt for mye tråkk samler mer overflatevann sammenlignet med uforstyrret jord. Lignende resultat ble funnet i studie av Lucci et al. (2010) der områder som ble utsatt for mye tråkk, slik som ved drikkepunkt og inngang til beite, hadde en betydelig redusert vanngjennomtrengelighet under vannmettede forhold sammenlignet med uforstyrret områder. I samme studie ble det også funnet at vanngjennomtrengeligheten i en drivgang som var i daglig bruk var nære null. Hvor omfattende tråkkskadene blir, er avhengig av blant annet hvor mange dyr som passerer over området (Warren et al., 1986). Tråkkskadet område kan føre til problem med tanke på dyrehelse og arbeidet med å drive dyra fra fjøs til beite (Lindgren og Benfalk, 2004) og er et resultat av redusert infiltrasjonskapasitet på området.

God jordstruktur med tilstrekkelig drenering vil redusere økt overflateavrenning, og er en forutsetning for at jorda skal kunne bære tunge maskiner og dyr (Vestoppland forsøksring, 2008).

2.3.3. Erosjon og tap av næringsstoffer

Ved nedbør løsrives jordpartiklene i jorda og man kan få transport av partikler til nærliggende vassdrag gjennom overflatevann. Dette bidrar til erosjon og er spesielt aktuelt på områder som ikke er bevokst med vegetasjon (Brady og Weil, 2002). I en studie av Warren et al (1986) ble tråkk fra storfe antatt å være en av årsakene til at det ble påvist høyere konsentrasjon av sedimenter i overflatevann etter beitesesongen kontra i beitesesongen. Samme studie konstaterte også at konsentrasjonen av sedimenter i overflateavrenningen var høyere fra jord

som ikke var dekt med vegetasjon enn jord som var delvis eller helt dekt med vegetasjon. Siden næring fra dyras gjødsel samler seg i det øverste jordlaget, kan overflateavrenning bidra til forurensning av vassdrag (Brady og Weil, 2002).

Salomon et al. (2008) konstaterte at drivganger og områder rundt vassdrag bidrar til høy fosforlekkasje til nærliggende vassdrag. Årsaken antas å være at jorda har et høyt fosfornivå samt at mye av gjødslingen fra dyra skjer i drivgangen. Drivgangen får dermed lavere vanngjennomtrengelighet som bidrar til overflatevann (Lucci et al., 2010).

Salomon et al. (2008) beregnet næringsbalanse på melkebruk, og konstaterte med at det oppsto høy belastning av nitrogen og fosfor i drivganger da det ikke finnes noen vekster i disse som kan ta til seg den næringen som tilføres når kyrne gjødsler der. Hvor høy gjødselbelastningen ble, påvirkes til stor del av hvor lang tid kyrne brukte på området. Studiet konstaterte at risikoen for næringslekkasje kan reduseres gjennom å ha en vekst ved siden av drivgangen som høstes og pusses. Fordelingen av gjødsel i drivgangen mellom fjøs og beite ble studert av Lindgren og Benfalk (2003), der de konstaterte at det i hovedsak ikke ble gjort noen gjødslinger i drivgangen. Gjødslinga skjedde på den hardgjorte plassen utenfor fjøset eller ut på selve beitet. Dette støttes av resultat fra en eldre studie av von Wachenfelt (1997) der feltundersøkelse hos svenske gårdbrukere påviste at de fleste gårdbrukere opplevde at en betydelig større andel kyr gjødslet inne i fjøset eller rett utenfor i stedet for i selve drivgangen.

2.4. Påvirkning på dyrehelse

I dagens melkeproduksjon er det en selvfølge at det stilles høye krav til dyrehelse og dyrevelferd. Beitedrift er den mest naturlige måten å holde kyr på, dersom man skal ta hensyn til kuas velferd (Mannetje, 2000).

2.4.1. Mastitt

Mastitt er den vanligste produksjonssykdommen i norske besetninger, og har stor økonomisk betydning for melkeprodusenter (Østerås og Lystad, 2001). Mastitt skyldes vanligvis en bakterieinfeksjon og kan opptre som klinisk eller subklinisk utgave. I sommermånedene kan man se en økning av mastitter forårsaket av miljøbakteriene *Escherichia coli*, *Actionomyces pyogenes* og *Klebsiella* (Svensk Mjølke, 2012)

Nilsson (2014) skrev i sin masteroppgave om studier (Olde Riekerink et al., 2007 i Nilsson, 2014) der kyr som har vært oppstallet innendørs under beitesesongen har betydelig færre tilfeller av mastitter forårsaket av *Streptococcus uberis*, enn kyr som har gått på beite. Det ble dratt slutninger om at bakterieinfeksjoner forårsaket av *Streptococcus uberis* har en tydelig sammenheng med beitedrift.

2.4.1. Klauv og beinproblemer

Halheth er et vanlig problem i melkekubesetninger og er en smertefull lidelse for kyrne.

Halheth kan ha stor påvirkning på velferd og produktiviteten hos kyrne, og kan bli en kostbar affære for melkeprodusenten. O'Callaghan et al. (2003) fant at redusert aktivitetsnivå og unormale positurer kunne assosieres med halheth.

Klinisk halheth er assosiert med smerte (Clarkson et al., 1996), andre sykdommer (Lucey et al., 1986; Barkema et al., 1994) og økonomisk tap (Kossaibati og Esslemont, 1997).

Flere studier viser at beiting bidrar til å redusere risikoen for halheth i besetningen (Haskell et al., 2006; Hernandez- Mendo et al., 2007), og Kievling (2012) konkluderte med at beiting har en generell positiv effekt på kuas hygiene, klauv og legghelse.

Opptråkkete drivganger og beiteområder er en sterk bidragende årsak til smittespredning av klauvsykdommer i melkebesetninger, spesielt under dårlige værforhold med mye regn (Bergsten, 2011). Forekomst av halheth hos melkekyr kan knyttes til mengde regn som var kommet to uker før William et al. (1986). Forklaringen var at beiten ble opptråkket og gjørmete, som igjen bidro til halheth hos kyrne.

Mye nedbør kombinert med bløte og gjørmete beiter og gangveier bløter opp hud og horn rundt klauven og disponerer kua for en rekke klauvlidelser. Den viktigste klauvlidelsen hos norske melkekyr på beite er *klauvspalteflegmone* (Sogstad og Fjeldaas, 2012). Lidelsen skyldes sår i klauvspalten som blir infisert av tarmbakterien *Fusobacterium necrophorum* og *Porphyromonas*. Disse bakteriene trives i fuktige og møkkete områder og kan smitte mange

dyr i løpet av få dager (Sogstad og Fjeldaas, 2012)..Oppsamlingsplasser, beiter og drivgang bør derfor holdes så tørre som mulig, og områdene bør ryddes for skarpe gjenstander som kan forårsake skader på klauvspalten (Sogstad og Fjeldaas, 2012).

Kievling (2012) beskriver i sin studie et forsøk som ble utført på melkekubesetninger i New Zealand. Gårdene praktiserte beiting hele året, og de fant at forekomsten av halthet kunne knyttes til vått vær. Antall regndager og tilfeller av halthet ble rapportert og viste seg å ha en høy signifikant sammenheng. Williams et al (1986) fant også en sammenheng mellom vått vær og halthet, der halthet så ut til å oppstå tre uker etter nedbør.

Dersom drivgangen er lang og har hardt underlag, vil slitasjen på klauvene og tilfeller av klauvskader og klauvinfeksjoner øke.

2.5. Bevegelse

2.5.1. Locomotion score

Locomotion score er en kvalitativ indeks over kuas evne til å bevege seg normalt. Locomotion score måles ved å observere kuas bevegelse i noen sekunder og deretter bedømme bevegelsesevnen hennes ut i fra en kategorisert skala. Metoden ble utviklet av Manson & Leaver (1988), og besto av 9 punkter som reflekterte små endringer i bevegelser som kunne føre til halthet. Senere utviklet Tranter og Morris (1991) en enklere utgave av systemet, som kategoriserer alvorlighetsgraden av halthet. Sprecher, Hostetler og Kaneene utviklet et nytt system der de i tillegg til ganglag, også fokuserte på kuas rygglinje (Sprecher et al. 1997). I etterkant er det utarbeidet flere varianter av sist nevnte metode. Telezhenko (2005) skreddersydde bl.a. en egen utgave for estimering av graden av halthet i hans studie, systemet besto av fire klasser.

Metoden som benyttes i denne oppgaven er systemet utviklet av Sprecher et al (1997). Systemet er oppdelt i en skala fra 1 til 5, der 1 reflekterer normal bevegelse og 5 betyr at kua ikke legger vekt på et av beina. Generelt blir kyr med score 2 og 3 betegnet som subklinisk halte, og kyr med score 4 og 5 betegnet som klinisk halte. Locomotion score høyere enn 1 gir ingen forklaring på hvorfor kua halter, men sier noe om graden av halthet (Robinson, 2001).

På grunn av stor variasjon i ganglag, blir fastsettelse av locomotion score mer representativt om man legger flere steg til grunn i analysen av gangmønsteret (Telezhenko, 2005).

Locomotion score er en relativ rask og enkel kvalitativ taksering over kuas evne til å bevege seg normalt. Det finnes imidlertid andre metoder man kan benytte ved vurdering av dyrs bevegelse, f.eks. å måle avstanden mellom klauvavtrykkene på underlaget (Benz, 2002 i Telezhenko, 2005).

2.6. Utforming av drivgang

En velfungerende drivgang er nødvendig for å holde kyrne rene, unngå opptråkka jord og opprettholde en god kutrafikk mellom fjøs og beite. Før etablering av en permanent drivgang er det nødvendig å ta stilling til hvorvidt gangen skal benyttes av bare kyr eller om den også skal tåle maskintrafikk (Lindgren og Benfalk, 2004).

2.6.1. God kutrafikk og utforming av drivgang

Det bør etterstrebnes en god kutrafikk for å unngå at for mye arbeidstid går bort på å drive kyrne. I besetninger med automatisk melking er det helt nødvendig med en god kutrafikk, da kyrne skal trafikkere mellom fjøs og beite på egen hånd. Lindgren og Benfalk, 2004).

Kyr foretrekker å gå på mykt men fast underlag (Telezhenko et al. 2007) og dette bør det tas hensyn til ved valg av materiale til drivgang.

For å unngå konfrontasjoner i drivgangen bør kyrne ha mulighet til å passere hverandre, bredden på drivgangen bør derfor være minimum 2,4 meter (Lindgren og Benfalk, 2004).

Inngangen til beite bør være bredere en drivgangen for å unngå kødannelse, samt gi lavrangerte kyr muligheten til å komme seg unna. Drikkepunkt, hjørner og blindveier som kan stoppe opp trafikken bør unngås (Lindgren og Benfalk, 2004; Svensk Mjølkk, 2012).

Det er flere faktorer som må tas hensyn til ved valg av bredde på drivgang. Antall dyr og passeringer per dyr vil gi et inntrykk av hvor stor belastning drivgangen utsettes for (Ruud et al. 2014). Brede drivganger er nødvendig i større besetninger, der kyrne drives manuelt og der drivgangen har lav holdbarhet. I besetninger der kyrne kan gå selv, og drivgangen har høy holdbarhet kan man anlegge en smalere vei (Svensk Mjølkk, 2012).

Drivganger kan konstrueres helt ned til 1 meter bredde. En så smal drivgang er imidlertid ikke å anbefale, da det er høy risiko for at kyrne drar inn jord utenfra drivgangen slik at gangen blir leirete (Svensk Mjølke, 2012). Ønsker man å redusere belastningen i drivgangen, kan en løsning også være å anlegge to parallelle ruter, en inngående og en utgående (Ruud et al. 2014).

Langs med drivgangen bør det også monteres et stengsel som leder dyra samt beskytter drivgangen mot jordinnblanding (Svensk Mjølke, 2012). Stengselet bør ikke settes lengre ut en 25 cm fra drivgangens kant, for å unngå at kyrne går på de myke sidene og trækker opp kantene (Lindgren og Benfalk, 2004).

Drivganger bør heves opp over omkringliggende terreng og ha en helling på 3-6 % slik at overflatevann og urin kan renne av (DairyCo, 2011; Ruud et al.2014). Drivgangen kan utformes med en jevn skråhelling til den ene siden eller ha høyeste punkt på midten av gangen med helling til sidene (DairyCO, 2011). Det er en fordel om gangen er eksponert for vind og sol for en kjapp opptørking (DairyCO, 2011). For øvrig bør dekkematerialet i drivgangen være fri for materialer av en slik størrelse som kan sette seg fast i klauven (DairyCo, 2011).

Overgang mellom drivgang og beite er også et risikomoment ved beitedrift, da dette området ofte får ekstra stor belastning av gjødsel, fukt og tråkk fra dyra (Lindgren og Benfalk, 2004). For å unngå tråkkskader og forbedre holdbarheten på området er det aktuelt å spre belastningen over et større område. Aktuelle tiltak kan være å lage bredere overgang fra drivgang til beite, montere flere innganger til beite som kan benyttes vekselvis eventuelt la drivgangen fortsette et stykke inn på jordet (Lindgren og Benfalk, 2004).

2.6.2. Gjødselbelastning

Å etterstrebe en lav gjødselbelastning kan bidra til å øke drivgangens holdbarhet (Lindgren og Benfalk, 2004). Hvor mye gjødsel som havner i drivgangen kommer an på om kyrne har vært i bevegelse før de når drivgangen (von Wachenfelt, 1997). Lindgren og Benfalk (2003) og Von Wachenfelt (1997) observerte i sine studier at kyrne gjødslet mest på området like utenfor fjøsdøra, som kan forklares med at de kyrne som ikke gjødslet inne gjødslet fra seg der i stedet. Det vil derfor være en fordel å la kyrne gå en stund inne i fjøset før de slippes ut til drivgang slik at de gjødsler fra seg innen de når drivgangen (Lindgren og benfalk, 2004; von Wachenfelt, 1997). Dersom kyrne må vente ved inngangen på drivgang, øker også

risikoen for at de gjødsler i drivgangen eller i beiteåpningen, dette gjelder både til og fra beite (Lindgren og Benfalk, 2004).

I henhold til norske forskrifter om dyrevelferd skal områder som er utsatt for stor tråkkbelastning ha fast dekke samt være fri for overflatevann, gjødsel og urin (veileder til forskrift om hold av storfe, 2010). Det kan derfor være aktuelt å anlegge fast dekke utenfor fjøsinnegang, da dette området er utsatt for høy gjødselbelastning. Området bør ha en helling, helst til et gjødsellager, slik at overflatevann og urin kan samles opp. Dekket bør også rengjøres jevnlig (Lindgren og Benfalk, 2004).

2.6.3. Drenering

Drenering av tråkkutsatte områder er viktig for å unngå gjørmete underlag med påfølgende helsemessige utfordringer. En velfungerende drivgang bør anlegges på et fast og veldrenerende underlag, og gjerne noe høyere enn omkringliggende jord og med fall til sidene (Lindgren og Benfalk, 2004). For å få et fast underlag bør drivgangen anlegges i flere lag, med god pakking av materialet underveis i byggeprosessen (Lindgren og Benfalk, 2004).

Flere studier har dokumentert bedre egenskaper med tanke på tråkk, for drivganger anlagt på drenerende underlag. Lindgren og Benfalk (2003) påviste i deres studie at bark som ble lagt på drenerende underlag ga bedre resultater på høyt belastede områder enn bark som ble lagt uten drenerende underlag. Samme forsøk viste også at grus på udrenert underlag leire ble raskere vannmettet ved nedbør sammenlignet med grus lagt på drenerende underlag. von Watchenfelt (1997) fant at drivganger med god drenering gav renere dyr og kortere rengjøringsstid av jur ved melking.

2.6.4. Dekkematerialer til drivgang

Det finnes flere ulike typer materialer man kan benytte som dekkemateriale for å redusere tråkkskader på et høyt belastet område. Hvilke materialer man skal velge, bør vurderes ut i fra bruksområde, innvirkning på kuas klauver, jordtype og klima (Lindgren og Benfalk, 2004). Kostnader knyttet til anleggelsen har stor betydning for utformingen av drivgangen, og kan variere mye avhengig av materialtilgang, transport, arbeids- og maskinkostnader (Lindgren og Benfalk, 2003).

Skal man anlegge en drivgang bestående av ulike sjikt av materialer, er det en fordel å benytte syntetiske produkter som Geotekstil og geonett for å hindre at det jordstabiliserende materialet man har valgt skal blande seg med underliggende jordlag (Lindgren og Benfalk, 2004; ViaCon, udatert).

I tillegg til å skille ulike sjikt, bidrar disse produktene til at trykket fra kuas klauver fordeles på et større areal slik at det bærende laget kan anlegges tynnere (Lindgren og Benfalk, 2004). Geotekstilene skal ikke anlegges som øverste lag, den bør beskyttes av et slitelag på 10-20 cm (Hansen et al., 2002).

Et annet materiale som kan benyttes som et jordstabiliserende tiltak er grasarmering som er et kraftig og slitesterkt plastnett (Lindgren og Lindahl, 2007). Flere studier viser at høyt belastede områder som var dekt med slike armeringsmatter var betydelig mindre skadd av tråkk enn områder som ikke var forsterket eller var bygd opp av bark (Lindgren og Lindahl, 2007; Nilson, 2014). Grasarmering tåler også maskintrafikk (Agronaut, 2013).

Grus er et mye brukt materiale til forsterking av høyt belastede områder. Grus drenerer bra, men har en tendens til å bli for løs og tung å gå i (Lindgren og Benfalk, 2004). I tillegg er det knyttet en viss risiko med at gruskorn kan trenge inn i klauven når kua trækker på et hardt underlag etter å ha passert et område med grus. Kua får vondt i klauvene og lede til klauvsålesår. Grovere steinmateriale fungerer bra som bærelager og for drenering. Finere grus og sand er mer behagelig å gå på, men drenerer dårlig da gjødsel blandes med materialet. Sand pakker seg, og kan ved et tykkere lag skli ut ved drenering (Lindgren og Benfalk, 2004).

Betong er et materiale med god holdbarhet og tåler mye klauvtråkk og maskintransport. Den er imidlertid veldig hard og er derfor lite egna som eneste underlag for storfe å stå og gå på. Områder lagt med betong bør skrapes regelmessig for å unngå oppsamling av gjødsel og jord, samt steiner som kan forårsake klauvsår (Lindgren og Benfalk, 2003)

Bark er et godt underlag for kua under forutsetning at barken er pakket slik at området holder seg mest mulig jevnt. Bark gir et sviktende, men også fast underlag som er lett og behagelig å gå på (Lindgren og Benfalk, 2003). Ved intensivt bruk vil et barklag på 20 cm holde en sesong, men opererer man med tykkere lag og pakker barken godt kan det holde lengre (Lindgren og Benfalk, 2003). Bark brytes ned til finere bestanddeler ved bl.a. tråkk, men selve

mineraliseringen går svært langsomt siden nitrogeninnholdet i bark er veldig lavt (Öhrn, 1998 i Lindgren og Benfalk,2003).

Grov treflis har relativt lave anlegningskostnader (Smith et al. 2010), og danner et mykere underlag sammenlignet med alternative underlag som stein og betong (Smith et al.2010). Bakdelen med flis er at den kan være veldig skarp, spesielt flis fra tørt virke. Hvor skarp flisa er varierer med utskjæringsteknikk, samt at den vil bli mindre skarp når den har ligget ute en stund. Så lenge flisa ikke blandes med gjødsel og jord, vil flisa ha en god holdbarhet da den brytes langsomt ned (Smith et al,2010).

Trevirke er for øvrig hygroskopisk, det betyr at treflisa trekker til seg fuktighet når den er omgitt av fuktighet og avgir fuktighet dersom den er omgitt av tørr luft (Norsk treteknisk institutt, 2009). Denne evnen til å absorbere vann hjelper til med å holde overflaten tørr (Smith et al, 2010). Treflis kan holde så mye som 200-300 % av dens vekt i vann, avhengig av tresort, fuktighetsinnhold og flisas størrelse. Mindre biter har større spesifikk overflate og dermed større kapasitet til å holde på vann (Aaron, 1964; Haataja et al., 1989 i Smith et al, 2010).Trevirket har generelt gode hygieniske egenskaper på grunn av treets porøse egenskaper som tørker ut overflaten, slik at forutsetningene for at bakterier skal overleve er tatt vekk.

Den økte interessen for biobrensel gir en mulighet til å kombinere produksjon av grov treflis med veddrift (Finnes, 2006). Grov treflis kan også brukes til energiformål, og det er dermed åpnet en mulighet for en bedre utnyttelse av flishoggerne og dermed reduserte enhetskostnader (Finnes, 2010).

Smith et al. (2010) anbefaler å benytte treflis med størrelse på 7-12 cm lengde og 7 cm bredde. Smalere flis kan benyttes men da må man regne med å måtte skifte ut flisdekket på et tidligere stadium. Studiet anslår en levetid på 2 vintre ved bruk av stor treflis, og knapt 1 vinter for mindre flis. Det er anbefalt en minimum dybde på 40 cm, men 30 cm dybde kan fungere dersom flisa blir lagt på et veldrenert område. (Smith et al., 2010)

2.7. Tidligere forskning

Store innhegninger med treflis er blitt stadig mer populært i de britiske øyer, og er etablert i New Zealand og Irland. Konvensjonelle fjøsbygninger er kostbare og kan for mange være uoverkommelig, spesielt for kjøttfe besetninger. Dette er trolig årsaken for interessen for å ta i bruk treflis som dekkemateriale (Smith et al., 2010).

Smith et al. (2010) viser til en studie i New Zealand der treflis bidro til mer renslighet og komfort blant storfe, som resulterte til økt liggetid. Studiet fant at melkekyr lå lengre ($p < 0,05$) på treflis enn på harde underlag og betong med halm (Stewart et al., 2002 i Smith et al., 2010).

Smith et al. (2010) fant også høy forurensning i drensvann fra flisinnhengningen, og peker på at besetningsstørrelse, størrelse på treflisa og dybde på flislaget har innvirkning på konsentrasjonen av forurensningen i drensvannet. Det ble også registrert en reduksjon av nitrogen og fosfor fra overflaten til drensvannet, som trolig er et resultat av en filtreringseffekt og en oppbevaring av næringspartikler i treflisa gjennom absorpsjon (Smith et al., 2010).

Finnes (2006) prøvde ut grov treflis (3-7 cm) og vedbiter som dekkemateriale på utekveer for sau, hest melkekyr og kjøttfe. Samtlige gårdbrukere i studiet var godt fornøyde med flisa. Dyrene hadde ingen problemer med å bevege seg, og gjødsla ble tråkket ned i flislaget etter kort tid slik at dyra holdt seg reine. En bruker hadde økt ulloppgjøret med 25 % da treflisa ikke gav vegetabilier i ulla. En senere studie av Finnes (2010) dokumenterte et tilfelle der en luftegård for kjøttfe anlagt med lokalprodusert treflis, hadde vart i tre vintersesonger uten at det hadde vært nødvendig å skifte ut massen. Flislaget var i gjennomsnitt 40 cm dypt, og besto av langvedflis av bjørk på 6-10 cm.

Når flisa først er lagt inn, er dette arbeidsbesparende og økonomisk fordelaktig (Finnes, 2006). Grov treflis forhindrer gjørme og tilgrising i barmarksperioder, og forhindrer at dyra må bevege seg på blankis i mildvårsperioder om vinteren (Finnes, 2006).

Treflis er også vanlig i bruk ved anleggelse av skogsvei. I et prosjekt av Johnsen (2000) ble oppflist trevirke benyttet som bærelager i skogsveier anlagt over et myrområde i Bergen. Treflisa ble kjørt ut med lastebil og tykkelsen på flisdekket varierte fra 0,5-1 meter avhengig av underlagets bæreevne. Flislaget ble stabilisert ved bruk av geonett, og på toppen av treflisa ble det lagt glassfiberduk og et bære- og slitelag på 0,25 meter bestående av opphakkert asfalt.

På grunn av treflisas lave egenvekt kombinert med god bæreevne, er det mulig å bygge veier som flyter oppå myrene. Bruk av tyngre fyllmasser vil gi en vei som er for tung til å kunne ligge på myra (Johnsen, 2000).

2.8. Hensikt og hypoteser

Dette studiet har til hensikt å se på funksjonen av et jordstabiliserende materiale i drivganger som er utsatt for høy tråkkbelastning av melkekyr under beitesesongen 2014. Materialet som er tatt i bruk i dette studiet er grov treflis. Vurdering av treflisas funksjon som dekkemateriale er basert på fuktighet i flislaget, værdata, antall passeringer over forsøksområdet, bevegelsesgradering av melkekyrne og visuelle forandringer gjennom forsøksperioden.

2.8.1. Problemstilling

Hvilke effekter har grov treflis som dekkemateriale i drivgang for melkekyr med tanke på bæreevne, drenering og kuas bevegelsesmønster?

2.8.2. Hypoteser

- H1- Flere passeringer gir lav locomotion score
- H2- Nedbør gir høy fuktigheten i flisdekket
- H3- Flere passeringer gir høy fuktighet i flisa
- H4- Temperatur og luftfuktighet påvirker ikke fuktighet i flisdekket

Oppgaven skal også vurdere:

- Hvor tykt flisdekket bør være
- Effekter av å anlegge drivgang over og under bakkenivå
- Bæreevne

I statistisk testing benyttes 0- hypoteser som sier at det ikke er noen sammenheng mellom variablene-- ved funn av signifikant sammenheng kan 0-hypotesen forkastes.

3. MATERIALE OG METODE

3.1. Plass og design for feltforsøk

Forsøket ble utført i tre ulike melkekubesetninger i Stjørdal kommune i Nord- Trøndelag under beitesesongen 2014, *tabell 1*. Da prosjektets hensikt var å vurdere hvor egna grov treflis var som dekkemateriale i drivgang, ble det utformet en egen prototype i og like ved eksisterende drivgang på samtlige gårder (se vedlegg).

Det som ble vurdert her var:

- Drivgang av grov treflis anlagt over bakkenivå
- Drivgang av grov treflis anlagt under bakkenivå
- Drivgang av grovtreflis med 30 cm sjikt
- Drivgang av grovtreflis med 50 cm sjikt
- Locomotion score på kyr

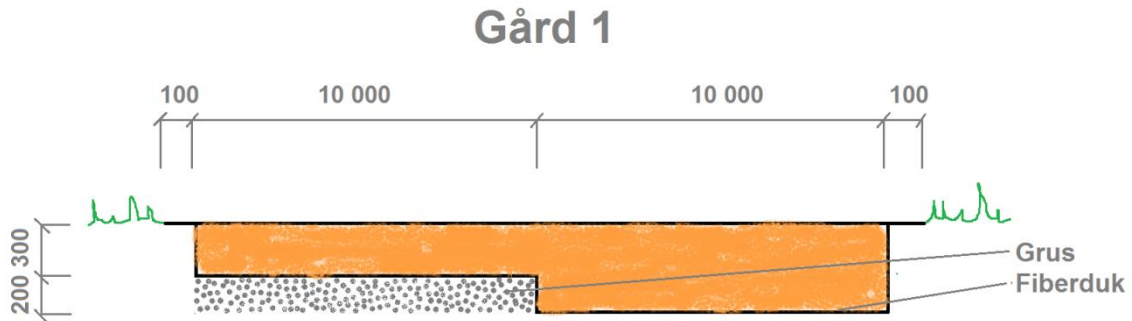
Tabell 1 Oversikt over forsøksgårdene med respektive besetningsstørrelse og tidsperiode for gjennomføring av forsøket

Gård	Besetningsstørrelse årskyr	Oppstart	Avsluttet	Beitedager
1	58	21.06.14	05.10.14	102
2	20	05.07.14	25.09.14	72
3	48	30. 06.14	02.09.14	95

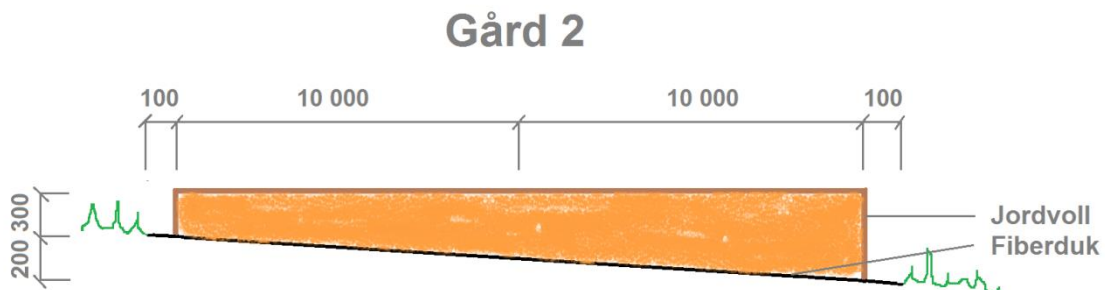
3.2. Utforming av forsøksområde

For å få et inntrykk av hvor godt egna grov treflis er som dekkemateriale i drivgang med tanke på bæreevne og varighet, er det en fordel om forsøksområdet er så langt og smalt som mulig for å oppnå større tråkkbelastning på et konsentrert område. Å komprimere forsøksområdet anses som nødvendig da dette studiet bare rekker å observere én beitesesong. Eksisterende drivganger var av ulik utforming og la en del begrensninger på omfanget av forsøksområdet. Forsøksområdet må også bidra til god dyretrafikk som innebærer at den må være så brei at to kyr kan passere hverandre (Lindgren og Benfalk, 2004; Ruud m.fl. 2014). Samtlige etablerte drivganger var 2 til 4 meter brede, og derfor ble målet at hvert forsøksområde skulle omfatte 2 m x 20 m.

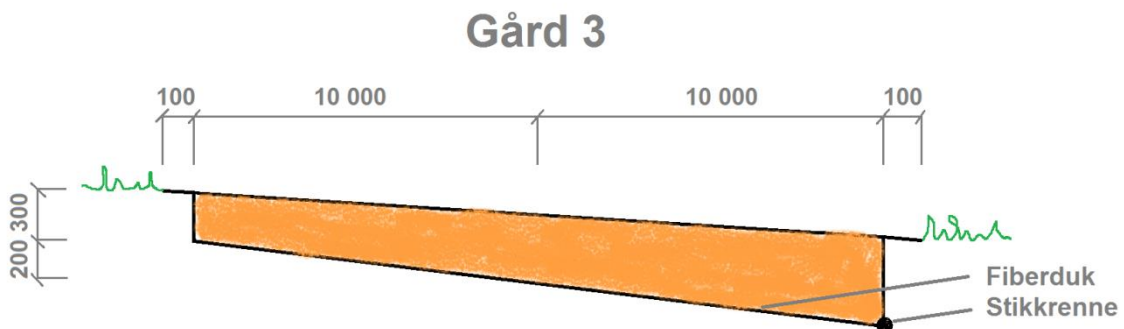
Samtlige forsøksområder ble også anlagt med to ulike sjikt med grov treflis. Dette ble gjort for å gjøre det mulig å vurdere dreneringsevne og varighet på de ulike områdene, som kan gi en indikasjon på hvilke sjikt som er å anbefale dersom man skal anlegge en slik type drivgang. Forsøksområdet ble delt tvers over på midten i dens lengderetning, der halve lengden består av et sjikt på 30 cm, og den andre halvdel en et sjikt på 50 cm (se figur 1-3).



Figur 1 Utforming av forsøksområde på gård 1. Drivgangen er anlagt under bakkenivå. Det er benyttet grus for å lage et sjikt på 30 cm dybde, og under fiberduk er det drenerende jordlag av sand.



Figur 2 Utforming av forsøksområde på gård 2. Drivgangen er anlagt over bakkenivå, der det er dandert vegger av jord. Bunnen av drivgangen følger terrenget og har en helling på ca. 5 %



Figur 3 Utforming av forsøksområde på gård 3. Drivgangen er anlagt under bakkenivå. Bunnen av drivgangen har en helling på ca. 5 %. Det er gravd en stikk renne på enden på 50 cm sjikt for å lede vekk vann, siden drivgangen er anlagt på leirjord.

3.2.1. Grunnarbeid

Ved anleggelse av forsøksområdene ble henholdsvis 30 cm og 50 cm av matjordlaget gravd bort fra forsøksområdene på 2 x 20 meter (se bilde 2, 6 og 10). Ved gård 2 ble forsøksområdet anlagt over bakkenivå, og jord ble tilført som vegger. I de preparerte hullene ble det lagt en fiberduk som tilsvarte størrelsen på hullet (se bilde 3, 7 og 11). På fiberduken ble det etterfylt ca. 30 m³ grov treflis slik at forsøksområdenes overflate ble på høyde med omkringliggende mark. Treflisa ble deretter komprimert ved hjelp av gravemaskin som kjørte over drivgangene (se bilde 8). Restene fra flishaugene ble fordelt på forsøksområdets ender, omtrent 1 meter flisdekke oppå matjorda. Dette ble gjort for at kyrne skulle trække av seg de verste jordpartiklene før de entret forsøksområdet, se figur 1-3.

At en ved anleggelse valgte å gå for at 30 og 50 cm sjikt i drivgangen kom av anbefalinger gjort i etterkant av flere studier (Finnes, 2010; Smith et al. 2010). Gård 3 var den eneste med leirjord i forsøket, og ble derfor utformet med ca. 5 % helling i forsøkets lengderetning med en avledningsgrøft før forsøksområdets inngang samt én stikk renne i enden av forsøksområdet. Dette ble anset som nødvendig da leirjord er tett og har relativt lav vanngjennomstrømming og dermed har høy risiko for å gjøre hullet til et oppsamlingskar for vann.



Bilde 1 Eksisterende drivgang gård 1



Bilde 2 Preparering av forsøksområde



Bilde 3 Plassering av fiberduk og flis



Bilde 4 Anlagt drivgang



Bilde 5 Eksisterende drivgang gård 2



Bilde 6 Preparering av forsøksområde



Bilde 7 Plassering av fiberduk og flis



Bilde 8 Anlagt drivgang



Bilde 9 Eksisterende drivgang gård 3



Bilde 10 Preparering av forsøksområde



Bilde 11 Plassering av fiberduk og flis



Bilde 12 Anlagt drivgang

3.2.2. Utforming av treflisa i dette studiet

Utforming og beskaffenheten til flisa som er produsert til dette studiet er basert på tidligere studier der grov treflis er blitt brukt som dekkemateriale i uteganger for kjøttfe (Smitt et al. 2010; Finnes, 2006).

Veden som benyttes må hogges og kløyves mest mulig på langs slik at langsgående fiber beholdes (Finnes, 2006) Til dette arbeidet krever det en spesiell flishogger med kniver, *Laimet*, som skrur flisa ut av trevirket. Flisa i dette studiet er produsert av Bøfjorden Sag AS, og består hovedsakelig av granvirke. Treflisa har en lengde på 6-10 cm, og er den største flisa å oppdrive på markedet. Større dimensjoner er mulig å produsere, men denne prosessen krever større tilleggsmaskiner til flishoggeren.



Bilde 13 Treflisa som benyttes i dette studiet

I tillegg til langsgående fiber, har flisa skråskjærte ender, se bilde 13. Denne utformingen bidrar til at flisbitene får en «vippeeffekt» når dyra trækker på dem, slik at gjødsel kan arbeides nedover i åpningen som ble til. Åpningen lukkes når dyret fjerner trykket fra flisa. På denne måten jobbes gjødsla nedover i flislaget, og overflaten holdes ren. (Smith et al 2010).

3.2.3. Metoder for vurdering av forsøksområdene

Dokumentasjon av forsøksområdene utføres ved oppstart av prosjektet (dokumentasjon 1), under pågående beitesesong (dokumentasjon 2-14) samt etter avsluttet beitesesongen (dokumentasjon 15). Under pågående beitesesong ble det utført dokumentasjon hver uke. En sammenstilling av datoer for dokumentasjonstilfeller finnes i *tabell 2*. Beitesesongen og forsøket pågikk 21. juni til 26. september. Dokumentasjon omfattet fuktighetsmåling i flisdekket, registrering av luft temperatur og relativ luftfuktig, Locomotion score på kyr og fotografering- og visuell vurdering av forsøksområdene.

Tabell 2 Datoer for studiets dokumentasjonstilfeller på forsøksgårdene

Type dokumentasjon	Gård	Dokumentasjon utført dato																		
		1	1	2	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15	15
		21/6	23/6	30/6	5/7	10/7	17/7	24/7	31/7	7/8	14/8	22/8	29/8	5/9	12/9	19/9	26/9	25/10	5/11	11/11
Graving og anleggelse av forsøksområde	1	X																		
	2				X															
	3		X																	
Locomotion score	1			X		X	X	X	X	X	X	X	X		X					
	2					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	3			X		X	X	X	X	X	X	X	X		X					
Fuktighet i flis	1	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	2					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	3			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Foto/visuell dokumentasjon	1	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
	2		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	3			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		
Dokumentert tverrsnitt av flisdekket	1																			X
	2																X			
	3																	X		

3.2.4. Værobservasjoner

For å dokumentere lufttemperatur, luftfuktighet og nedbørsmengde ble det satt opp en værstasjon ved forsøksområdene. Værstasjonen ble plassert så nær forsøksområdet som mulig uten at kyrne skulle nå den samt unngå at den kom i lee for større bygninger og vegetasjon, *se bilde 14*. Se værstasjonenes plassering på *bilde 1-3, vedlegg 1*. Nedbørsmengde ble registrert daglig av gårdbruker ved å lese av mengde nedbør i et målebeger, *se vedlegg 2*. Ved beitesesongens slutt ble registrert nedbør sammenlignet med normalvær registrert av Metrologisk institutt, basert på ett middel av observasjoner år 1961-1990 på Værnes flystasjon.

Lufttemperatur og relativ luftfuktighet ble dokumentert ved hjelp av dataloggere med innebygd sensor, *Tinytag Ultra 2 4500*. Loggeren er beregnet for innendørs bruk, men kan benyttes utendørs ved tilstrekkelig beskyttelse (*TinyTag*, udatert), samtlige



Bilde 14 Værstasjon på gård 2 med forsøksområdet i bakgrunn

loggeren ble derfor hengt opp med en beskyttende skjerm av plastikk. Loggeren ble programmert til å registrere temperatur og fuktighet med 30 minutters intervall. Overføring og behandling av data krever bruk av medfølgende USB-kabel og eget software program, *Tinytag Explorer*. Loggeren ble aktivert under dokumentasjonstilfelle 1 og avsluttet ved dokumentasjonstilfelle 14.

3.2.5. Registrering av passeringer

Melkekyrne på gård 3 gikk i en avdeling der de ble melket av en melkerobot (VMS). Denne gruppen melkekyr ble melket kontinuerlig under hele døgnet, og hadde mulighet til å gå til og fra beitet flere ganger i de tidene på døgnet da de hadde tilgang til beitet.

Kyrne på gård 1 og 2 ble melket to ganger per dag ved bestemte tider av døgnet. Melkekyrne på gård 1 hadde fri tilgang til beitet mellom morgen og kveldsstell, mens melkekyrne på gård 2 ble drevet manuelt fram og tilbake over drivgang ved hver melking. Gård 2 praktiserte også nattbeite under deler av forsøksperioden.

Omfattelsen av tråkkskadene påvirkes av antall kyr som passerer over området (Warren et al, 1986). Derfor ble det utført daglige registreringer av røkter på hvor mange kyr som ble sluppet ut på beite. Dette antallet ble deretter multiplisert med to for å få fram totalt antall passeringer over forsøksområdet, *se vedlegg 3*.

3.2.6. Locomotion score

For å vurdere hvor egna grov treflis er som underlag, skal ganglaget hos melkekyrne over forsøksområdet vurderes. Det skal vurderes 10 tilfeldige kyr på hver gård, hver uke. Dette utføres ved inn- og utslipp ved melking. For at kyrne skal få en mest mulig korrekt locomotion score, filmes kyrne under overfarten slik at ganglaget kan studeres nøye og vurderes i etterkant. Locomotion score noters i eget skjema, *se vedlegg 4*.

3.2.7. Fuktighetsmåling

Graden av dreneringseffekt i forsøksområdene under beitesesongen ble vurdert ved fuktighetsmåling. Metoden utføres ved at man måler fuktighet i treflisa ved hjelp av en elektronisk fuktighetsmåler, *Protimeter Timbermaster*. *Protimeter Timbermaster* er et instrument som baserer målingene på forandringer i den elektriske motstanden i trevirket ved varierende fuktighetsinnhold. Fuktigheten indikeres som

$$U = \frac{\text{Våtvekt} \div \text{Tørrvekt}}{\text{Tørrvekt}} \times 100\%$$

Ved måling presses hammerelektroden ca. 6 mm ned i trevirket (flisa) slik at spissene står etter hverandre i årenes retning. Deretter slås bryteren i stilling H2O, og fuktigheten kan avleses direkte (se bilde 15). Instrumentet må også stilles

inn på riktig tregruppe før måling, det vil si gran i dette studiet. I tillegg er instrumentet kalibrert for måling i tre med

temperatur 20 grader C. Den elektriske motstanden i treet varierer ganske mye med temperaturen, og det er derfor nødvendig å korrigere for dette. Dette er gjort ved å benytte en temperatur sonde i tillegg til hammer elektroden.

Det ble målt fuktighet både på overflaten av forsøksområdet og 10-15 cm ned i flisdekket. I dette studiet er det registrert fuktighetsprosent i 24 faste ruter på hvert forsøksområde, se vedlegg 5. Rutene hadde sider på 0,5 x 2,5 m, og det ble utført målinger på 3 punkt i hver rute som det siden er blitt regnet ut gjennomsnittsverdier av. For å holde kontroll på størrelsen på rutene ble det satt opp merkepinner for hver 2,5 meter gjennom hele drivgangen.



Bilde 15 Fuktighet i flisbiten leses av displayet og noteres i bok

3.2.8. Dybde og varighet

For å kunne gi en anbefaling angående dybde på sjikt samt estimere holdbarhet på drivgangen av grov treflis, skal det graves tverrsnitt av forsøksområdet, henholdsvis på 30 og 50 cm sjikt. Tverrsnittene vil illustrere hvor mye flisdekket er blitt komprimert og hvor gjødsel og jord legger seg. Tverrsnittene dokumenteres ved fotografi. Endringer i struktur på flisbitene dokumenteres også med fotografi, og legges til grunn ved vurdering av dekkematerialets varighet.

3.2.9. Fotodokumentasjon og visuell vurdering

På hvert dokumentasjonstilfelle ble forsøksområdene fotografert for at eventuelle forandringer skulle kunne vurderes visuelt etter at beitesesongen var avsluttet.

Den visuelle vurderingen er basert på bilder av forsøksområdene og bedømming av hvorvidt området var flatt eller ujevnt, hvordan kantene mot drivganen og beiteområdet så ut og om området var gjørmete eller tørt. Bedømmingen ble gjort uavhengig av det som har skjedd siden forrige dokumentasjon. Under dokumentasjonen ble det gjort anmerkinger om spesifikke detaljer som dukket opp ved dokumentasjonen, og disse er blitt brukt som hjelpemiddel ved den visuelle vurderingen.

3.2.10. Statistisk analyse

En statistisk analyse ble gjennomført for å studere hvilke faktorer som påvirker fuktighet i flislaget. For den statistiske analysen benyttes Paired samples T-test og Linear Regression i dataprogrammet IBM SPSS Statistics 21 (SPSS, 2015). Effektvariabelen (Y) er fuktighet i flis i de analysene som ble utført. Effekten av en rekke uavhengige variabler (X) ble testet for sammenheng med fuktighet i flis. De uavhengige variablene som ble testet i modellen var effekten av nedbørsmengde, antall passeringer av kyr over forsøksområdet, dybde på sjikt, luft temperatur og luftfuktighet. Signifikansnivå for de statistiske analysene er $p > 0,05$.

For de bivariate analysene ble det gjennomført paired samles t-test for å finne et tydelig svar på den enkelte variabels effekt på fuktighet i flis. P-verdien for hver analyse ble vurdert for å kunne konkludere om resultatet hadde statistisk signifikans. R^2 ble beregnet for å definere styrken på sammenhengen mellom variablene ved funn av signifikant sammenheng.

Lineær regresjon ble benyttet for å illustrere andelen av variasjon i Y som forklares av de ulike variablene i studiet. Variasjon langs linjen forklares av X og variasjon rundt linjen forklares ikke av X.

4. RESULTATER OG DISKUSJON

Gjennom dette kapittelet presenteres resultater for å besvare hypotesene som er stilt. Andre sentrale funn er også vist.

4.1. Værobservasjon

4.1.1. Nedbør

Størst nedbørfall ble registrert på gård 1 der det falt totalt 273,7 mm regn under forsøksperioden, *se tabell 3*. Dette er en lav mengde nedbør i sammenligning med nedbørsmengde som metrologisk institutt angir som normalt. Den lave nedbørsmengden bidro til at beitesesongen var veldig tørr. Avstand i luftlinje¹ mellom forsøksgårdene og Værnes flystasjon er beregnet å være 6 km for gård 1, 3 km for gård 2 og 17 km for gård 3.

Tabell 3 Værdata fra gårdene under forsøksperioden samt middelværet per måned for Værnes flystasjon.

Tidsperiode	Nedbør (mm)			Nedbør i gjennomsnitt år 1961-1990 (mm) ²
	Gård 1	Gård 2	Gård 3	
24 juni – 30 juni	16,9	-	5,2	67,7
1 juli – 31 juli	77,6	30	32,8	94,1
1 aug – 31 aug	119,7	132,5	90,8	87,2
1 sep – 26 sep	59,5	13	21,2	112,4
Totalt under forsøksperioden	273,7	175,5	150	361,4

¹ Gulesider, [13.05.2015], ²Værnes flyplass, 2015

4.1.2. Temperatur og relativ luftfuktighet

Lufttemperaturen har på samtlige gårder vært høyere under forsøksperioden til sammenligning med temperaturen som metrologisk institutt angir som normal, *se tabell 4*.

Tabell 4. Klimadata fra gårdene under forsøksperioden samt middelværet per måned for Værnes flystasjon

Tidsperiode	Relativ luftfuktighet (%)			Middeldøgns-temperatur (°C)			Middeldøgns-temperatur i gjennomsnitt år 1961-1990 (°C) ¹
	Gård 1	Gård 2	Gård 3	Gård 1	Gård 2	Gård 3	
24 juni – 30 juni	79,7	-	65,9	16	-	17,1	12,6
1 juli – 31 juli	68,9	68,7	70,2	23,7	24,4	20,9	13,9
1 aug – 31 aug	76,6	75,2	79,9	17,7	17,9	15,7	13,4
1 sep – 26 sep	66,5	80,6	88,4	14,1	14,4	11,7	9,8
Totalt under forsøksperioden	72,9	74,8	76,1	17,9	18,9	16,4	12,4

¹ Værnes flyplass, 2015

4.2. Antall passeringer

Antall passeringer skilte seg stort mellom de ulike gårdene på grunn av ulik besetningsstørrelse og ulik praktisering av nattbeiting. I *tabell 5* er det satt opp en oversikt over totalt antall passeringer som ble registrert for hver gård gjennom de 13 ukene (11 uker for gård 2) forsøket pågikk.

Som det fremgår av *tabell 5* hadde gård 1 10.420 passeringer registrert ved beitesesongens slutt, dette var betydelig mer enn de andre gårdene i forsøket. Lavest antall passeringer hadde gård 2 med 5865 registrerte passeringer.

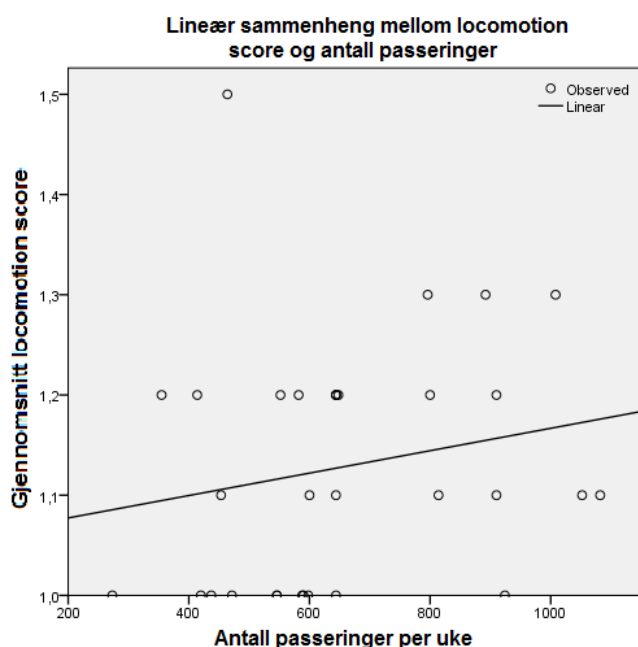
Tabell 5 Antall passeringer på hvert forsøksområde siden forsøksstart samt kumulativ frekvens

Uker etter oppstart	Passeringer totalt på hvert forsøksområde siden forsøksstart					
	Gård 1		Gård 2		Gård 3	
	Frekvens	Kumulativ frekvens	Frekvens	Kumulativ frekvens	Frekvens	Kumulativ frekvens
1	648	648	644	644	464	464
2	1.082	1.730	644	1.288	796	1.260
3	800	2.530	552	1.840	546	1.806
4	814	3.344	354	2.194	546	2.352
5	437	3.781	453	2.647	420	2.772
6	892	4.673	273	2.920	588	3.360
7	910	5.583	414	3.334	600	3.960
8	1.008	6.591	644	3.978	720	4.680
9	910	7.501	644	4.622	582	5.262
10	924	8.425	644	5.266	590	5.852
11	471	8.896	598	5.864	315	6.167
12	471	9.367	-	-	278	6.445
13	1.052	10.419	-	-	477	6.922
Etter endt beitesesong	10.419		5.864		6.922	

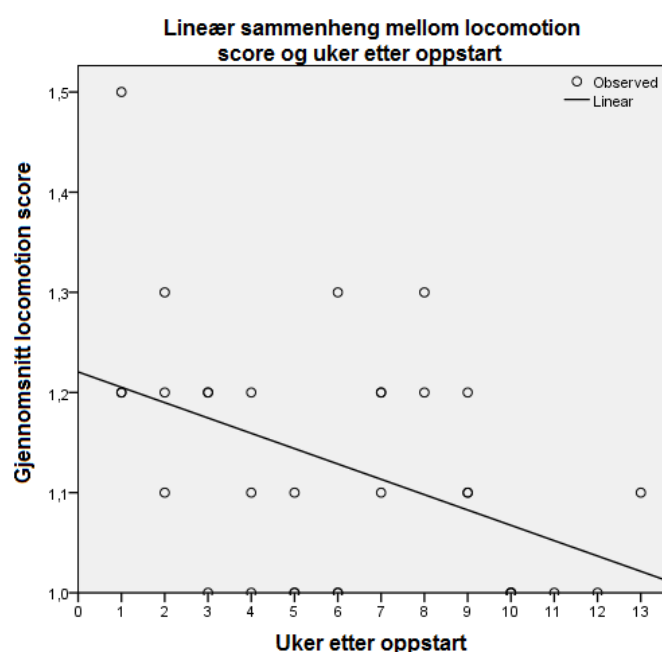
4.3. Locomotion score

Det ble gitt locomotion score til totalt 320 kyr i løpet av forsøksperioden. Samtlige kyr ble vurdert til score 1 eller 2, som gir en indikasjon på at underlaget er komfortabelt å gå på (Sprecher et al. 1997). For å undersøke hypotese 1- *Flere passeringer gir lav locomotion score*, sammenlignes antall passeringer med dokumentert locomotion score, se figur 4.

$P=0,028$ og sammenhengen er moderat, $r^2= 13,1 \%$. Jeg kan dermed forkaste 0- hypotesen om at det ikke er en sammenheng mellom locomotion score og antall passeringer.



Figur 4 Lineær regresjon, locomotion score og antall passeringer

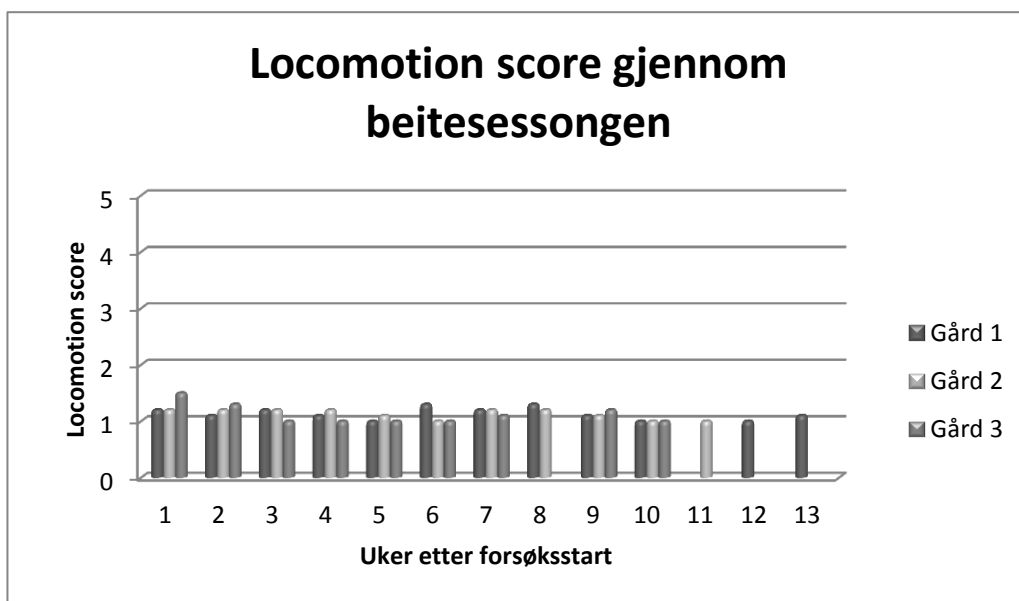


Figur 5 Lineær regresjon, locomotion score og tid etter forsøksstart

Det ble også foretatt en statistisk beregning for grad av locomotion score og antall uker etter oppstart, se figur 5. $P=0,001$ og sammenhengen er sterk, $r^2= 30,8 \%$. Beregningen viser at tid etter forsøksstart virker inn på kyrnes locomotion score, og det ser ut til at kyrne får en forbedret locomotion score gjennom forsøksperioden. Man kan anslå at denne sterke sammenhengen kan forklares av kumulativ frekvens i antall passeringer (tabell 5). For hver uke som går utsettes forsøksområdet for et visst antall passeringer og trykk, og dette trykket vil fortsatt påvirke flisdekket når neste uke kommer. Det er derfor grunn til å tro at tråkkbelastningen kommer til et punkt hvor flisdekket er blitt så komprimert at det kan kategoriseres som et fast underlag. Telezhenko et al (2007) konstaterte at kyr foretrekker å gå på mykt men fast underlag, og man kan anta at dette vil komme til syne i form av lavere locomotion score.

Høyest gjennomsnittlig locomotion score ble dokumentert den første uka etter forsøksstart. Visuelle observasjoner ble utført, og et urolig flisdekke ble konstatert til å være den utløsende faktoren for flere tilfeller av locomotion score 2. Samtlige forsøksområder ble komprimert av gravemaskin etter anleggelse, men det ble ikke utført komprimering underveis i anleggelsen slik som Lindgren og Benfalk (2004) anbefalte. Underlag i en drivgang bør være myk og behagelig (Lindgren og Benfalk, 2004), og det var nok ikke treflisa på dette tidspunktet da den bevegde mye på seg slik at kyrne tråkket i gjennom topplaget på flisdekket.

Det ble også registrert høyere locomotion score på samtlige gårder i uke 7 og 8 etter forsøksstart, se *figur 6*. Siden underlaget i forsøksområdene på dette tidspunktet var blitt komprimert og fastere etter mange passeringer fra dyra, *tabell 5*, er det rimelig å anta at det ikke er underlaget som har forårsaket den plutselige økningen i locomotion score, da denne er lavere i ukene før og etter, se *figur 6*. Nedbørsobservasjonene i *tabell 3* viser at august måned hadde mest nedbør, og det kan dermed tenkes at nedbør er faktoren som har påvirket locomotion score i uke 7 og 8. Dette samsvarer med observasjoner av William et al. (1986) der forekomst av halthet hos melkekyr ble knyttet til mengde nedbør som var kommet opp til to uker før. Hans forklaring var at beitene ble opptråkket og gjørmete, som igjen bidro til halte kyr. Det kan dermed antas at dette var tilfellet på samtlige gårder i dette studiet i uke 7 og 8.



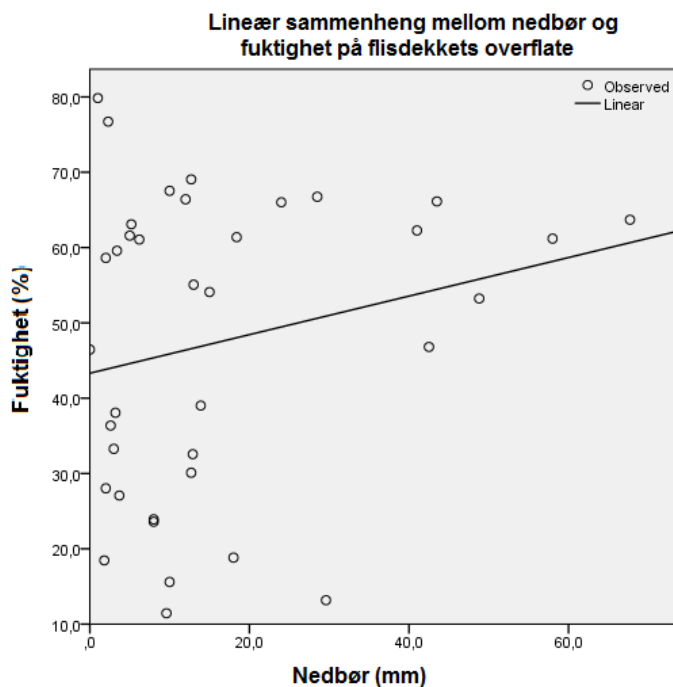
Figur 6 Locomotion score fordelt på de aktuelle gårdene gjennom beitesessongen

Statistisk signifikans ble satt til $p > 0,05$, som betyr at det er 5 % sjanse for at resultatet av utvalget er tilfeldig. En feilkilde kan i denne sammenheng være at de kyrne som ble plukket ut til vurdering av locomotion score var de eneste halte i besetningen, og dermed gir en uriktig statistisk generalisering. Haltheten kan skyldes andre faktor enn treflisa, eksempelvis brunst og type underlag fra fjøs til forsøksområdet.

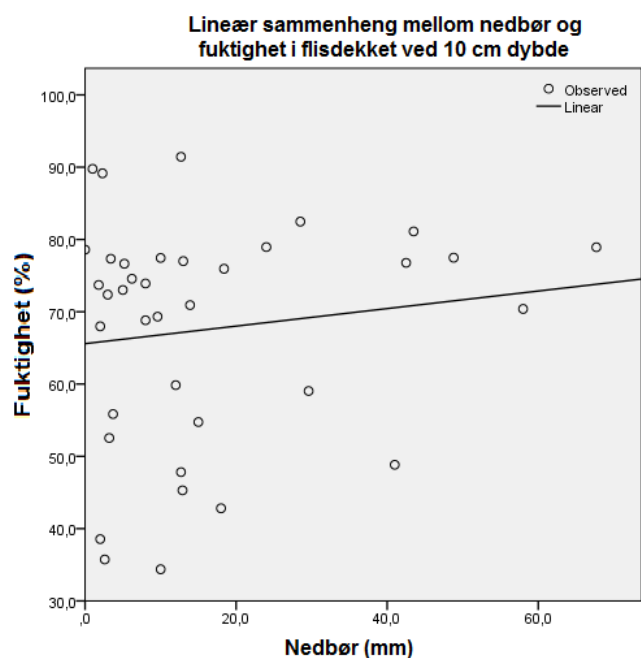
4.4. Undersøke faktorer som kan påvirke fuktighet i flisdekket

I dette avsnittet blir det sett på faktorer som er antatt å påvirke frekvensen av fuktighet i treflisa på forsøksområdet.

4.4.1. Nedbør



Figur 7 Lineær regresjon, forsøksområdets overflatefuktighet og nedbør



Figur 8 Lineær regresjon, forsøksområdets dybdefuktighet og nedbør

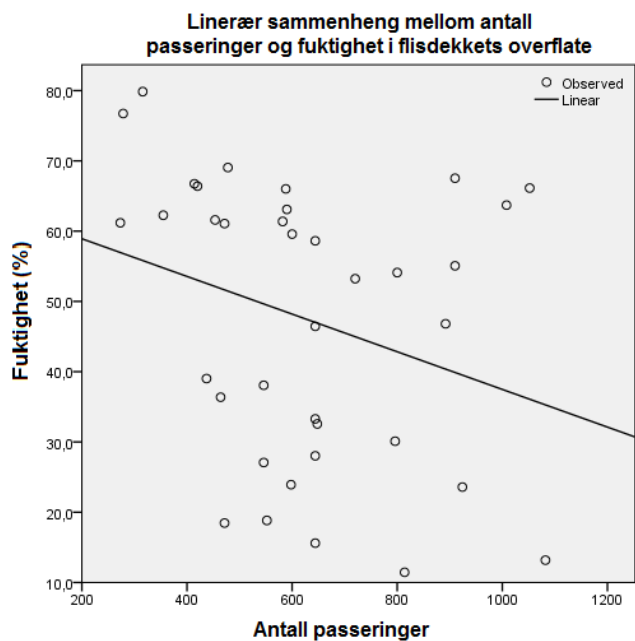
Det ble ikke funnet signifikant sammenheng mellom variablene fuktighet i flis og nedbør, $P = 0,185$ for overflatemålingene og $P = 0,424$ for dybdemålingene i forsøksområdet.

0- hypotesen som sier at det ikke er sammenheng mellom fuktighet i flisdekket og nedbør beholdes, *Hypotese 2- Nedbør gir høy fuktigheten i flisdekket* kan dermed forkastes.

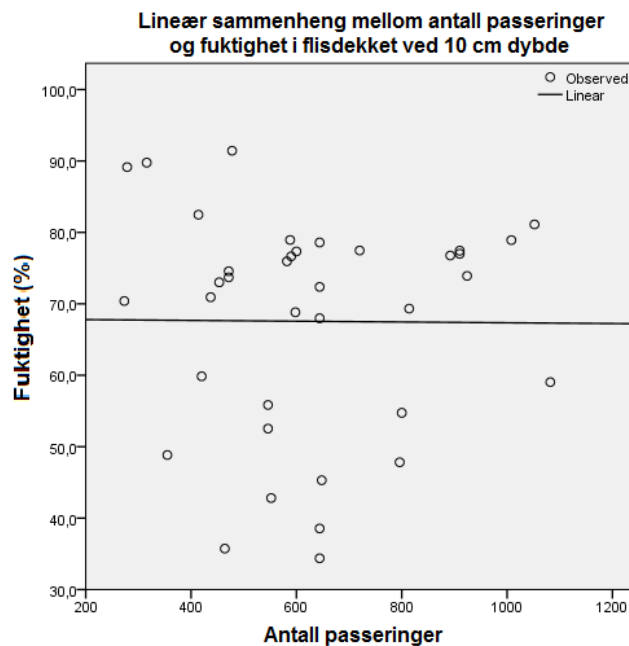
Plottene i *figur 7* er veldig spredt, som indikerer at det må være andre faktorer enn nedbør som forårsaker variasjonen i fuktighetsmålingene i treflisa på forsøksområdets overflate. Hammerelektroden som benyttes ved fuktighetsmåling presses ca. 6 mm ned i treflisa. Dette betyr at fuktighetsmålingen som registreres er basert på fuktighetsinnholdet i den indre delen av treflisa. Fuktighet trenger tid på å trekke helt inn i flisa, med andre ord så er det grunn til å tro at dersom flisa har et høyt fuktighetsinnhold i midten, kan det tyde på at det har vært nedbør dagen før. Regn som kommer om morgenen vil gjerne fordampe i løpet av dagen (Norsk treteknisk institutt). Det er dermed avgjørende når fuktighetsmålingene er utført i forhold til tid på dagen og nedbør, for hvilket resultat man får ved fuktighetsmåling.

Plottene i *figur 8* er mer samlet rundt regresjonslinjen enn plottene i *figur 7*, som kan tyde på at nedbør i større grad forklarer hvorfor det er fuktig i dybden. Dette gir mening da nedbør vil drenere mellom store porer, som i dette tilfellet er trebitene (Vestoppland forsøksring, 2008). Ettersom tre absorberer vann og kan holde på så mye som 200-300 % av egen vekt (2009; Smith et al, 2010; Aaron, 1964; Haataja et al. 1989 i Smith et. al) kan det antas at dette er en medvirkende faktor til at fuktighetsmålingene ved 10 cm dybde var betydelig høyere enn målingene gjort på overflaten. Treflis ved 10 cm dybde blir heller ikke eksponert for vind og sol, og vil også derfor ha en mye tregere opptørkingshastighet sammenlignet med treflis på overflaten.

4.4.2. Antall passeringer



Figur 9 Lineær regresjon, forsøksområdets overflatefuktighet og antall passeringer

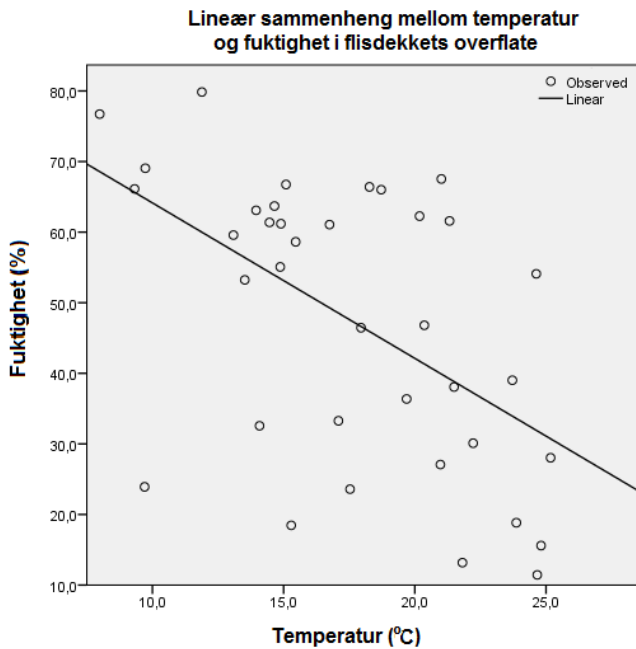


Figur 10 Lineær regresjon, forsøksområdets dybdefuktighet og antall passeringer

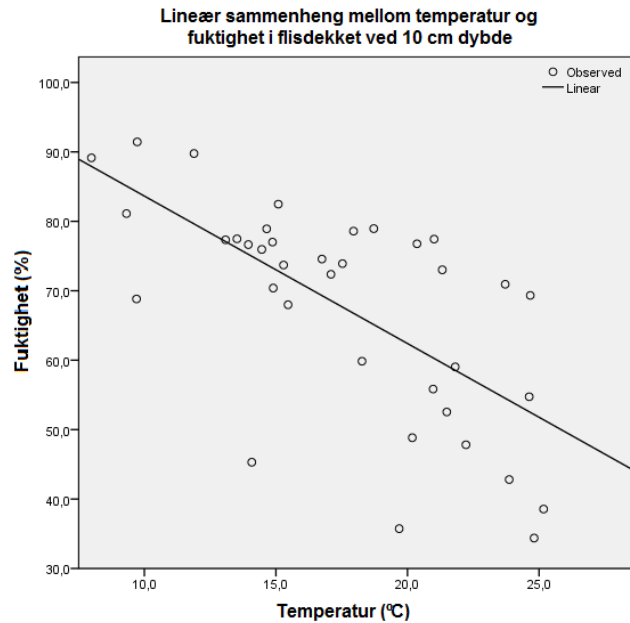
Det ble ikke funnet signifikant sammenheng mellom variablene fuktighet i flis og antall passeringer. $P=0,083$ for overflatemålingene, og $P=0,964$ for dybdemålingene i forsøksområdet. Jeg beholder 0-hypotesen som sier at det ikke er sammenheng mellom fuktighet i flisdekket og passeringer. *Hypotese 3- Flere passeringer gir høy fuktighet i flisa,* kan dermed forkastes.

Det kan imidlertid ikke utelates helt at det under andre værforhold kan finnes en sammenheng ettersom tidligere studier har påvist at flere passeringer gir større slitasje og tråkkskader på underlaget (Warren et al. 1986).

4.4.3. Temperatur og luftfuktighet



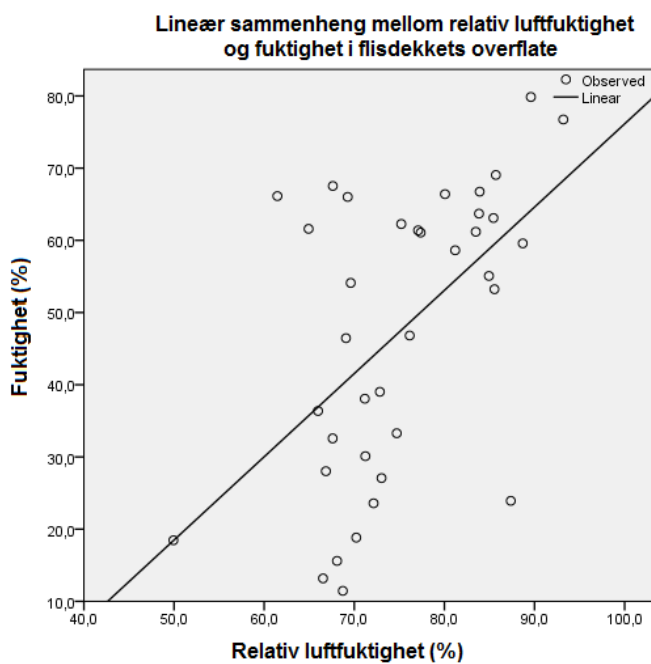
Figur 11 Lineær regresjon, forsøksområdets overflatefuktighet og lufttemperatur



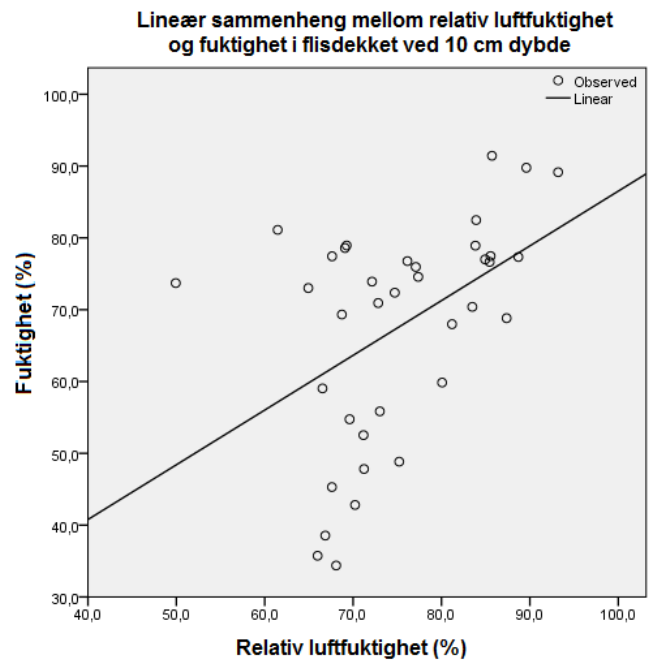
Figur 12 Lineær regresjon, forsøksområdets dybdefuktighet og lufttemperatur

Det ble funnet signifikant sammenheng mellom variablene fuktighet i flis og temperatur. $P=0,001$ både for målingene utført på overflaten og 10 cm ned i flisdekket i forsøksområdene. Jeg kan dermed forkaste 0-hypotesen om at det ikke er sammenheng mellom fuktighet i flis og temperatur. Styrken på sammenhengen er moderat for overflatemålingene, $r^2=28,3\%$ og sterk for dybdemålingene, $r^2=43,4\%$. Figur 11 og 12 viser en høyreskjev lineær sammenheng mellom fuktighet i flis og økt lufttemperatur, som betyr at fuktigheten i flisdekket reduseres ved økt temperatur.

Det ble også funnet signifikant sammenheng mellom variablene fuktighet i flis og relativ luftfuktighet. $P=0,001$ for overflatemålingene, og $P=0,004$ for dybdemålingene i forsøksområdet. Jeg kan dermed forkaste 0-hypotesen om at det ikke er sammenheng mellom fuktighet i flis og relativ luftfuktighet. Styrken på sammenhengen er moderat for både overflatemålingene, $r^2=29,2\%$ og for dybdemålingene, $r^2=21,1\%$. Figur 13 og 14 viser at fuktighet flismassen øker i takt med luftfuktighet, som betyr at flismassen ikke fordamper fuktighet ved høy luftfuktighet (Norsk treteknisk institutt, 2009). Hypotese 4- Temperatur og luftfuktighet påvirker ikke fuktighet i flisdekket må dermed forkastes.



Figur 13 Lineær regresjon, forsøksområdets overflatefuktighet og relativ luftfuktighet



Figur 14 Lineær regresjon, forsøksområdets dybdefuktighet og relativ luftfuktighet

Det kan dermed konstateres at temperatur og relativ luftfuktighet har innvirkning på fuktigheten i flisdekket. Forklaringen er at treflisa trekker til seg fuktighet når den er omgitt av fuktighet og avgir fuktighet dersom den er omgitt av tørr luft (Norsk treteknisk institutt, 2009).

4.4.4. Variablenes påvirkning på fuktighet i flisdekket

Det ble benyttet lineær regresjonsanalyse for å se hvilke variabler som har størst innvirkning på flisdekkets fuktighet. Variablene er rangert fra 1-3 etter størrelse på respektive verdi r^2 , og er framstilt i *tabell 6*. Her ser man at det utelukkende er variablene *uker etter oppstart* og *temperatur* som har størst innvirkning på fuktighetsmålinger på 10 cm dybde gjennom forsøksperioden.

Fuktighet på flisdekkets overflate ser ut til å skyldes flere ulike variabler. På venstre side av forsøksområdet ser vi at det er *temperatur* og *relativ fuktighet (RF)* som har størst innvirkning, mens i den sentrerte delen har det også stor betydning hvor mange *uker* som har gått. Høyre side mener også å ha en sammenheng mellom *fuktighet* og *gård*.

Tabell 6 Sammenfatning over variabler med størst innvirkning på fuktighet i flisdekket rangert etter r^2 , der punkt 1 har størst påvirkning.

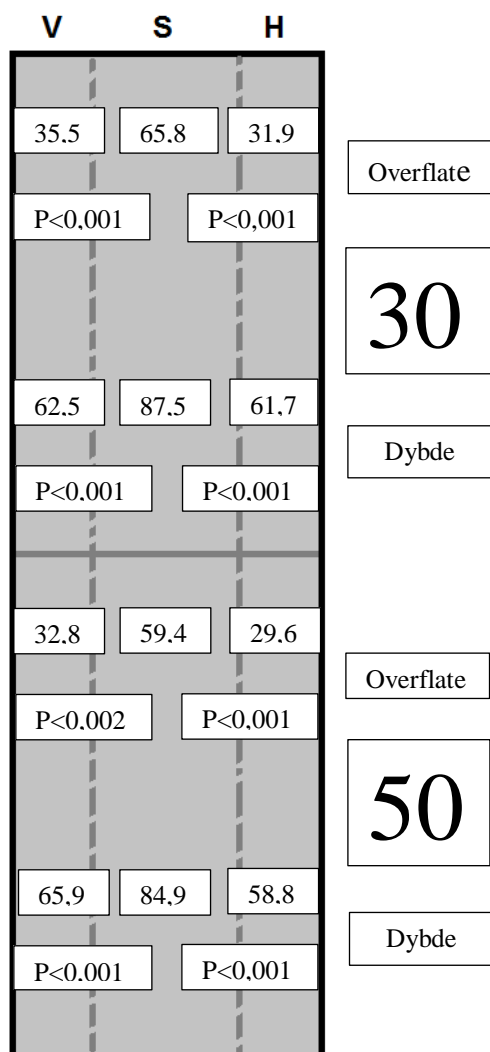
Innvirkning på fuktighet i flis	Fuktighetsmålinger overflate			Fuktighetsmålinger 10 cm dybde		
	Venstre	Sentrert	Høyre	Venstre	Sentrert	Høyre
1	RF%	Uker etter oppstart	Gård	Uker etter oppstart	Uker etter oppstart	Uker etter oppstart
2	Temperatur	Temperatur	RF %	Temperatur	Temperatur	Temperatur
3		RF %	Temperatur			RF %

4.5. Fordeling av fuktighet i forsøksområdet

Med bakgrunn i 5328 fuktighetsobservasjoner er det mulig å sammenligne gjennomsnittsverdiene av venstre eller høyre side mot sentrert område av drivgangen, for å se om de er statistisk forskjellige fra hverandre. De statistiske beregningene er beregnet ved bruk av Paired-samples t-test.

Konklusjonen i samtlige tester er at der kyrne har tråkket en sti, er det også en større sannsynlighet for et høyere fuktighetsnivå sammenlignet med resterende område i drivgangen.

4.5.1. Gård 1



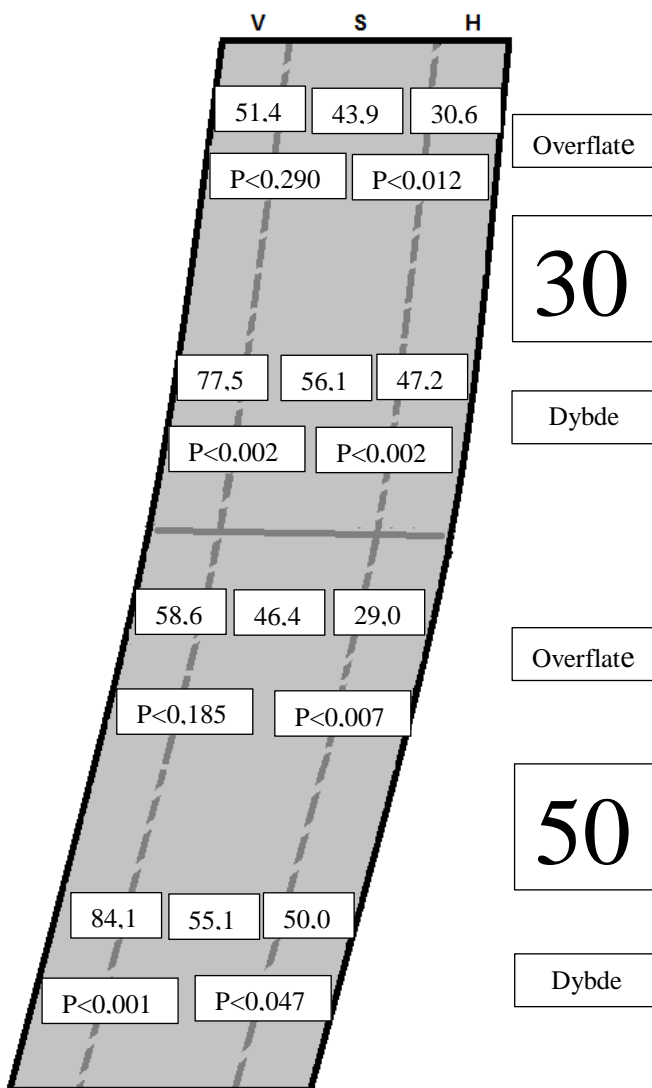
Figur 15 Gjennomsnittlig fuktighetsprosent i flisdekket ved gård 1 gjennom forsøksperioden



Bilde 16 Dokumentasjon 13, bilde av forsøksområde ved gård 1

Samtlige t-tester for fuktighet i drivgangen ved gård 1 har statistisk sammenheng. Den sentrerte delen av forsøksområdet holder et høyere fuktighetsnivå enn høyre og venstre side, se figur 15. Dette kommer godt fram i dokumentasjon 13, se bilde 16. Her ser man at kyrne har valgt å danne en sti i den sentrerte delen av drivgangen. Det ble også observert noen kyr som nappet til seg gress på venstre side ved inn og utslipp, som kan forklare variasjonen mellom fuktighet på venstre og høyre side i forsøksområdet.

4.5.2. Gård 2



Bilde 17 Dokumentasjon 14, bilde av forsøksområdet på gård 2

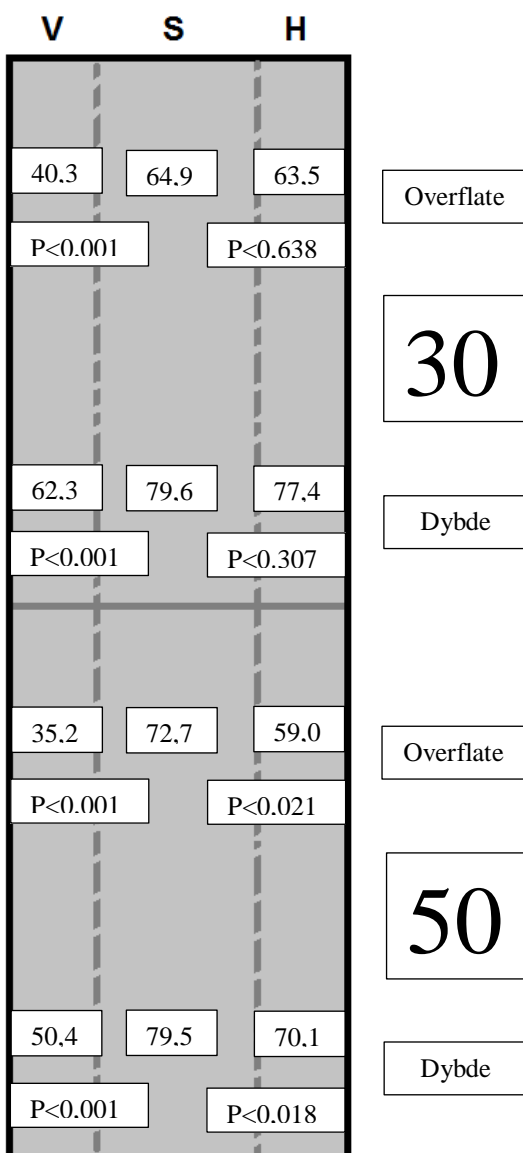
Figur 16 Gjennomsnittlig fuktighetsprosent i flisdekket ved gård 2 gjennom forsøksperioden

Ved gård 2 har kyrne tråkket opp en sti på venstre del av forsøksområdet, se *bilde 17*.

Forklaringen på denne traseen ligger trolig i den svake venstrekurven i forsøksområdet. Kyr ser ut til å følge kurver i terrenget.

T-testene viser statistisk sammenheng mellom den sentrerte delen, høyre og venstre side, med unntak av overflatemålingene på venstre side som ikke er signifikante, $P=0,290$ og $P=0,185$ (se *figur 16*). Disse avvikene kan forklares av den opptråkkede stien til kyrne, se *bilde 17*.

4.5.3. Gård 3



Bilde 18 Dokumentasjon 14, bilde av forsøksområdet på gård 3

Figur 17 Gjennomsnittlig fuktighetsprosent i flisdekket ved gård 3 gjennom forsøksperioden

T-testene for fuktighet i flisdekket på gård 3 har statistisk sammenheng, med unntak av t-testene for høyre side på området med 30 cm sjikt. Det ble observert flere tilfeller der kyr gnudde seg inntil jordvullen på høyre side, som resulterte i at jordpartikler og stein løsnet og ble liggende på forsøksområdet, *se bilde 18*. Dette kan anses å være årsaken til at høyre side har betydelig høyere fuktighet enn venstre side, og at det ikke ble funnet sammenheng på t-test for området med 30 cm sjikt, *se figur 17*.

Det er også blitt dannet en mindre tydelig sti i den sentrerte delen av forsøksområdet, som stemmer overens med t-testene, *se figur 17*.

Samtlige observasjoner og beregninger i kapittel 7.5 forsterker hypotese 3 om at *Flere passeringer gir høy fuktighet i flisa*. Det er signifikant forskjell mellom fuktighet i «ku stien» og fuktighet på resten av forsøksområdet, som betyr at antall passeringer påvirker fuktighet i flisa til en viss grad.

Gjennomsnittlig fuktighet i flisdekket er omtrent på samme nivå på samtlige bruk. Gård 2 har større avvik mellom fuktighet i ku- stien og resten av forsøksområdet enn de andre gårdene i studiet. Besetningen på gård 2 er betydelig mindre enn på de andre gårdene, 20 årskyr mot 48 og 58, det kan derfor tenkes at kyrne på gård 2 i større grad går på rekke over drivgangen. Ved utslipp på beite kan det oppstå trengsel og kappløp mellom kyrne, og derfor vil større besetninger slik som gård 1 og 3 benytte seg mer av bredden i forsøksområdet.

4.6. Visuell vurdering av dybde og varighet

4.6.1. Gård 1

Ved dokumentasjon 1 ble det gravd opp og kjørt vekk jord, for å konstruere forsøksområdet under bakkenivå. Forsøksområdet som på det tidspunktet var et langt hull i bakken på 30 og 50 cm sjikt, ble fylt igjen med grov treflis. Overflaten på forsøksområdet ble da på jevn høyde med omkringliggende mark. Ved dokumentasjon 6 var forsøksområdet (3781 passeringer) blitt trykt sammen og en sti langs senter på forsøksområdet var synlig. Samtlige deler av forsøksområdets overflate er trykt ned av kutråkk.

Ved dokumentasjon 14 (10.419 passeringer) var stien blitt ca. 10 cm dyp og kantene på stien besto av smale flisbiter og leire. På dette tidspunktet var stien både våt og leirete, men gav fortsatt et mykt og fast underlag. Dokumentasjon 15 viser at tilfellet ved dokumentasjon 14 har forbedret seg, da stien ikke lenger er våt og leirete. Dette kan tyde på at det fortsatt er en form for drenering i stien, tross i at treflisa er brutt ned til betydelig mindre bestanddeler.



Bilde 19 Dokumentasjon 2



Bilde 20 Dokumentasjon 6



Bilde 21 Dokumentasjon 15



Bilde 22 Dokumentasjon 14



Figur 23 Dokumentasjon 14

Ved dokumentasjon 15 ble det også sett på tverrsnitt på de ulike sjiktene i forsøksområdet. *Bilde 24*, viser tverrsnitt av 30 cm sjikt. Høyre og venstre side er komprimert 5 cm, og man ser tydelig at gjødsel og leire har arbeidet seg ned ca. 15 cm fra overflaten. Resterende 10 cm under den skitne flisa består av ren treflis, som har samme dimensjon som ved anleggelsen i dokumentasjon 1. I den sentrerte delen av forsøksområdet er imidlertid hele sjiktet fult av leire, og sjiktet måler nå ca. 20 cm.

Bilde 25, viser et tydelig skille i tverrsnittet tatt i 50 cm sjiktet. Sidene har sunket sammen ca. 5 cm og har skitt og leire i de øverste 15 cm. Under ligger det ren treflis med av samme dimensjon som i

dokumentasjon 1. Sentrert del av drivgangen er svært kompakt og ligger ca. 10 cm lavere enn sidene. Til tross for at området er komprimert, måler sjiktet med leire også her 15 cm.



Bilde 24 Dokumentasjon 15, Tverrsnitt av 30 cm sjikt på gård 1

Oppsummert fra gård 1 så kan det konstateres at treflisa ble trykt sammen av kyrnes passeringer som resulterte i at tykkelsen på laget ble redusert under beitesesongen. Møkk og leire samler seg de øverste 15 cm. Komprimert flis ser



ikke ut til å drenere dårligere, *Bilde 25 Dokumentasjon 15, Tverrsnitt av 50 cm sjikt på gård 1* da forholdene bedret seg mellom dokumentasjon 14 og 15.

Det er ikke spor etter vann, noe som indikerer at treflis og sandjord drenerer vann godt.

4.6.2. Gård 2

Ved dokumentasjon 1 ble ujevnheter på kommende forsøksområde slettet ut, før jord ble tilført og dandert til langsgående vegger til drivgangen. Mellom disse veggene av jord ble det fylt flis, og overflaten på forsøksområde ble på samme høyde med toppen av veggene, henholdsvis 30-50 cm over bakkenivå.

Ved dokumentasjon 7 var forsøksområdet (3334 passeringer) blitt trykt sammen og det var tråkket opp en sti langs etter gjerdet på høyre side, se *bilde 26-28*.

Ved dokumentasjon 15 (5864 passeringer) var stien blitt ca. 5 cm dyp og kantene på stien besto av smale flisbiter, jord og gjødsel. Forsøksområdet har vært forholdsvis stabilt og tørt, og har minimal slitasje.



Bilde 26 Dokumentasjon 2



Bilde 27 Dokumentasjon 7



Bilde 28 Dokumentasjon 15

Bilde 29, viser tverrsnitt på 30 cm sjikt på gård 2. Venstre side og sentrert område er komprimert ca. 5 cm, og sjiktet har jordinnblanding helt ned til fiberduken. Høyre side ble lite benyttet og er derfor ikke komprimert. Treflisa på høyre side er ren og er av samme dimensjon som ved anleggelsen i dokumentasjon 1.



Bilde 29 Dokumentasjon 15; Tverrsnitt av 30 cm sjikt på gård 2

Bilde 30 og 31, viser hvordan treflisa så ut i 50 cm sjikt. De øverste 25 cm av flisdekket hadde noe jordinnblanding (*bilde 30*) og var brutt ned til noe mindre bestanddeler enn flisa som ble lagt i dokumentasjon 1. Resten av flisdekket besto av ren flis av opprinnelig dimensjon (*bilde 31*).



Bilde 30 Dokumentasjon 15; Snitt av flismasse 50 cm sjikt på gård 2



Bilde 31 Dokumentasjon 15; Snitt av flismasse 50 cm sjikt på gård 2.

Oppsummert fra gård 2 så kan det konstateres at treflisa blir trykt sammen av kyrnes passeringer som resulterer i at tykkelsen på flisdekket ble komprimert under beitesesongen. Det ble kun observert flisbiter av mindre dimensjon i ku- stien, og det var også bare her det var jordinnblanding. Flisdekket ble komprimert knappe 5 cm, og drivgangen ser ut til å være i god stand. Det er ikke spor etter vann, som er en indikasjon på at treflis drenerer og at anleggelse av drivgang over bakkenivå fungerer optimalt.

4.6.3. Gård 3

Ved dokumentasjon 1 ble område for forsøket planert og formet ved å flytte på jordmasse. Det ble konstruert en vegg av jord, samt eksisterende voll ble brukt som stengsel på den andre siden. Ved dokumentasjon 4 var forsøksområdet (2352 passeringer) blitt trykt sammen og det var kommet mye stein og jord inn på forsøksområdet. Årsaken til dette er kyrne som klatrer, gnir seg og sleiker på jordvollen slik at stein og jordpartikler løsner. Samtlige deler av forsøksområdets overflate er trykt ned av kutråkk, og det er ikke opprettet en ku sti enda. Fiberduken var også blitt tråkket opp, og lå nå på overflata (*Bilde 33- 35*).

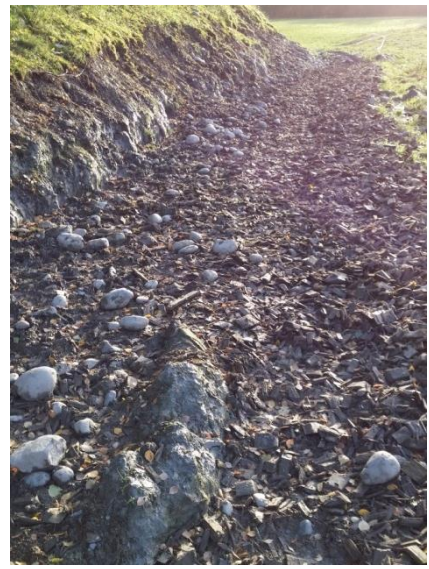
Ved dokumentasjon 15 (6.922 passeringer) var vollveggen gravd ut ytterligere og det lå enda mer stein og jord på ene langsiden av forsøksområdet. Det var også mulig å se en tendens til ku sti i den sentrerte delen av drivgangen. Fiberduken som ble tråkket opp i dokumentasjon 4, er nå tråkket sund, og det har dannet seg et tårn av leire der hullet var.



Bilde 32 Dokumentasjon



Bilde 33 Dokumentasjon 4



Bilde 34 Dokumentasjon 15



Bilde 35 Dokumentasjon 4; Opptråkka fiberduk, 30 cm sjikt

Det ble også tatt tverrsnitt av 30 cm sjikt på gård 3 (*se bilde 36*). Her ser vi tydelig vannansamling mellom to opphøyninger. Denne vannansamlingen kan knyttes til kjøresporene som ble til ved anleggelsen av forsøksområdet i dokumentasjon 1. Disse kjøresporene hindrer vannet i å nå stikkrenna på enden av forsøksområdet, som resulterer i at vannet samles opp i flisdekket. Forsøksområdet er anlagt på leirjord, og det vil derfor være liten til ingen drenering gjennom undergrunnen.

Denne vannansamlingen kan derfor også forklare hvorfor t-testene på 30 cm sjikt ikke ble statistisk signifikante.



Bilde 36 Dokumentasjon 15, Tverrsnitt av 30 cm sjikt på gård 3

Bilde 37 viser tverrsnitt av flisdekket på 50 cm sjikt. Her ser vi også vann i bunnen av forsøksområdet, som indikerer at det ikke er mulighet for videre drenering. De øverste 30 cm av flisdekket er tilgriset av leire, og under er det ren treflis med samme dimensjon som ved anleggelsen i dokumentasjon 1. Det er imidlertid bare treflisa i de øverste 10 cm som er brutt ned til mindre bestanddeler.



Bilde 37 Dokumentasjon 15, Tverrsnitt av 50 cm sjikt på gård 3

Oppsummert fra gård 3 så kan det konstateres at vollhauger må unngås å benyttes som gjerde langs drivgang, da det kan resultere i stein og jordinnblanding som reduserer drivgangens funksjon og holdbarhet. (Svensk Mjølke, 2012).

Man har også funnet ut at leire er dårlig egnet som underlag da den verken drenerer eller tåler maskintrafikk. (Vestoppland forsøksring, 2008). Flisdekket er jevnt over komprimert ca. 5 cm, og det ser ut til å ha god holdbarhet og drenerer godt. Tykkelse på flisdekket har nok hatt en innvirkning på at forsøket har gått så bra som det har gjort på denne gården.

4.6.4. Flisprøve

Ut i fra visuell bedømming var det ingen store forskjeller i flisdeling og dimensjoner på flis mellom gårdene. Samtlige flisbiter som var blitt delt, var delt med de langsgående fibrene, slik at flisa fortsatt hadde lengden og viffeeffekten intakt, den var bare blitt smalere, *se bilde 38*. Hovedandelen av de brutte flisbitene ble observert i ku stien.



Bilde 38 Illustrasjon av hvordan treflisa har blitt brutt ned til mindre bestanddeler

4.7. Grov treflis som dekkemateriale i drivgang

Hensikten med dette studiet var å prøve ut grov treflis som dekkemateriale i drivgang, og vurdere hvor egna den er med tanke på bæreevne, drenering og som underlag til melkekyr. Et dypt lag med grov treflis drenerer vekk gjødsel og urin (Finnes, 2006; Finnes, 2010; Smith et al 2010) det ble derfor ikke lagt stor vekt på utarbeiding av dreneringsgrøfter ol. ved utforming av forsøksområdet. Flere studier peker derimot på at drenering er viktig for å få et holdbart resultat, og da spesielt på bæresvake jordtyper som leire (Lindgren og Benfalk, 2003; von Wachenfeldt, 1997). Ved bedømming av resultatene i dette studiet er det derfor viktig å ha i baktanke at resultatene kunne ha vært annerledes dersom en større innsats med drenering ble lagt til grunn.

4.7.1. Lite nedbør påvirket forsøket

Nedbørsmengden under forsøksperioden var lav, *tabell 3*, som har resultert i at beite og drivgang har vært forholdsvis tørre og det har vært minimalt med tråkkskader på de ulike forsøksområdene. Statistiske beregninger viste at ku-stien på samtlige gårder hadde høyere fuktighetsinnhold enn resten av forsøksområdet. Tidligere forskning av Nie et al (2001), Warren (1986) og Vestoppland forsøksring (2008) konstaterte at vannmetta jord er mindre motstandsdyktig mot tråkk, og med denne kunnskapen kan man anta at tråkkskadene på forsøksområdene hadde blitt verre under et år med mer nedbør.

Dokumentasjon fra visuelle observasjoner viste forøvrig at de øverste 15-30 cm i flislaget var forurenset av jord og leire. Mer nedbør hadde kanskje bidratt til at mer av leiren hadde drenert videre nedover i sjiktet i stedet for å samles opp like under overflata. Konklusjonen må derfor bli at resultatene i dette studiet kan applikere til sesonger med tørt værforhold, og bør tolkes med en viss forsiktighet for år med mer nedbør.

4.7.2. Bæreevne

Ut fra observasjoner fra den visuelle bedømmingen ser samtlige forsøksområder ut til å ha klart seg relativt bra under beitesesongen. Det ble dokumentert flis som var brutt ned til mindre bestanddeler i ku-stien. Dette skyldes i hovedsak tråkk fra kyrne, og bidrar til å redusere infiltrasjonskapasiteten til drivgangen (brady og Weil, 2002). Dette kunne man se på dokumentasjon 14 ved gård 1, der kyrne dro med seg gjørme utenfra drivgangen og inn på forsøksområdet. Her var vanngjennomtrengeligheten betydelig redusert en periode, men siden det ikke ble dokumentert våte forhold ved dokumentasjon 15, kan det konstateres at treflisa fortløpende drenerer, vanngjennomtrengeligheten er ikke lik 0 som Lucci et al (2010) fant ut i sitt studie.

Forsøksområdene hadde henholdsvis 10 419, 5864 og 6922 passeringer. Treflisa i samtlige forsøksområder kan klare enda flere passeringer ettersom forsøksområdene fortsatt er i bra forfatning. Denne hypotesen kan forsterkes av dokumentasjon fra Nilson (2014) som konstaterte at lignende forsøk med bark hadde god forfatning ved 6000 passeringer, samt Lindgren og Benfalk (2003) som dokumenterte 20.000 passeringer før området med bark i deres studie, kollapset. Ingen av forsøksområdene i dette studiet hadde så mange passeringer som studiet til Lindgren og Benfalk (2003), men siden et barklag på 20 cm vil holde en

sesong ved intensivt bruk samt at den brytes ned til finere bestanddeler ved tråkk (Lindgren og Benfalk, 2003) er det rimelig å anta at treflisa i dette studiet vil holde minst 20.000 passeringer. Treflis benyttes som bærende materiale i skogsveier til maskiner (Johnsen, 2000), og tåler derfor mer belastning enn bark.

Det finnes imidlertid ikke eksakt informasjon på hvor mange passeringer grov treflis klarer eller om antall passeringer har en påvirkning på flisa. Det er behov for flere studier med et større antall passeringer for å fastsette dette. Men ut i fra dette forsøket kan man konkludere med at under forutsetninger med ca. 10.000 passeringer og en forholdsvis tørr sommer, så er grov treflis egna som bærende materiale i drivgang.

De visuelle observasjonene ved på gård 3 viser at leire som underlag kan være utfordrende, da jorda i seg selv ikke drenerer og dermed krever ekstra arbeid med å anlegge avledningsgrøft og stikkrenner. God jordstruktur med tilstrekkelig drenering er en forutsetning for at jorda skal kunne bære tunge kjøretøy og dyr (Vestoppland orsøksring, 2008), derfor kan konstruering av drivgang på leirjord by på utfordringer da den ikke tåler tung maskintrafikk som gjerne er nødvendig å benytte ved anleggelse.

Ved anleggelse av forsøksområdet på gård 3 ble fiberduken rullet ut gradvis i takt med fylling av flis, for å unngå at fiberduken skulle slites i stykker av traktorhjulene. Jordpakkingskader oppstår når jorda utettes for trykk som er større enn jordas bæreevne (vestoppland forsøksring, 2008) og derfor ble det dannet kjøresport på leirområdet som siden ble reservoar for drensvann. Dersom det ved senere anledninger er behov for å kjøre på ulaglig jord slik som leire, er geonett å anbefale som underlag ved anleggelse, da denne tåler maskintrafikk (Johnsen, 2000). For øvrig så er grov treflis et godt alternativ som dekkemateriale på bæresvake områder slik som leire, da den har lav egenvekt og god bæreevne (Johnsen, 2000). Med grunnlag i observasjoner fra dette studiet samt erfaringer fra Smith et al.(2010) og Finnes (2010) er en tykkelse på minimum 40 cm å anbefale på samtlige jordtyper, men spesielt på bæresvake områder slik som leirjord.

4.7.3. Drenering

Drenering er viktig for å unngå gjørmete underlag og for drivgangens holdbarhet. Den statistiske beregningen konstaterte at grov treflis drenerer, som også kan bekreftes av de visuelle vurderingene av tverrsnittene av flisdekket. Grov treflis drenerer godt da den er å oppfatte som store partikler (Vestoppland forsøksring, 2008). Selv ved stor tråkkbelastning og mindre bestanddeler drenerer flisa tilstrekkelig.

Selv om forsøksområdet på gård 1 ble anlagt under bakkenivå og hadde det høyeste antall passeringer under forsøksperioden, så bidro sandjorda under flisdekket til alt vann ble drenert. Dette skjedde imidlertid ikke ved gård 3, da kjørespor og leire med lite infiltrasjonsevne bidro til at vann samlet seg i bunnen av forsøksområdet. Gård 2 ble anlagt på bakkenivå, og man kan dermed anta at både overflatevann og drens vann fra flisdekket fritt kunne drenere ned gjennom flisdekket og ned i jorda eller renne gjennom massen til en oppsamlingsplass.

Konklusjonen her må være at grov treflis kan anlegges under bakkenivå og ha optimal funksjon, så lenge det er drenerende masser under. Selv vil jeg nok anbefale å anlegge drivgangen over bakkenivå, da vann i drivgangen har flere muligheter til å renne bort, samt at det stiller mindre krav til maskinpark og jordtype.

4.7.4. Underlag til melkekyr

Den ideelle størrelsen på treflis som benyttes som materiale, både for innen- og utendørs bruk er enda ikke definert (Smith et al, 2010). Flere studier har prøvd ut langvedflis (Smith et al., 2010; Finnes, 2006; Finnes, 2010) og funnet positive egenskaper ved bruk av flisstørrelse på 3 cm og opp til 12 cm. Erfaringer gjort i dette studiet er at treflis på 6-10 cm beveger mye på seg den første tida etter anleggelse, og er på dette tidspunktet ubehagelig underlag for kyrne å gå på da det ble dokumentert høyere locomotion score. Tidligere studier sier ingenting om urolig underlag.

Mine observasjoner gir grunn til å mene at treflisa burde vært av en annen dimensjon. Det er knyttet en risiko ved så mye bevegelse i flisdekket. Gård 2 observerte flere kyr som hadde kilt treflis mellom klauvene. Dette er smertefullt for kua (Clarkson et al., 1996) og kan medføre økonomisk tap (Kossaibati og Esslemont, 1997) og tilfeller av andre sykdommer (Luccey et al., 1986; Barkema et al., 1994). En større dimensjon ville gitt en større bæreflate og dermed mindre bevegelse på området, mens en mindre dimensjon ville hatt egenskaper som lignet bark- fast og lett underlag. Utfordring med å ha mindre dimensjon er at flisdekket vil mettes

og komprimeres raskere, som korter ned holdbarheten på flismassen (Smith et al, 2010). Mindre dimensjoner vil forøvrig være lettere å håndtere ved en eventuell fjerning av massen enn store dimensjoner. Treflisa i forsøksområdet ble etter hvert utsatt for så mye tråkk at den ble brutt ned til mindre bestanddeler og dermed stabiliserte seg.

4.7.5. Miljø og jordstruktur

Det ble ikke utført målinger på hvor mye avrenning som samlet seg på forsøksområdet eller hvor mye næringslekkasje som kom fra dem, men det er mulig å ta en viss diskusjon på bakgrunn av tidligere studier. For å redusere mengden næringsstoffer som følger med overflatevann til nærliggende vassdrag er det en fordel å ha mulighet til å rengjøre tråkkutsatte områder for møkk under beitesesongen (Lindgren og Benfalk, 2004). Treflis er det imidlertid ikke like enkelt å rengjøre, men i et studie av Öhrn (1998) ble det påvist at bark kan binde nitrogen og andre næringsstoffer. Dette bidrar til at næringslekkasjen reduserer siden næringsstoffene til en viss grad blir værende i treflisa.

Siden næring fra dyras gjødsel samler seg i det øverste flislaget, kan en eventuell overflateavrenning bidra til forurensning av vassdrag (Brady og Weil, 2002). Det kan derfor være aktuelt å ta bort det øverste laget ved endt beitesesong, og erstatte med ny treflis. Studier fra Finnes (2006) viser imidlertid at utekveer med treflis kan holde tre vintersesonger, så konklusjonen må bli at man kjører vekk hele eller deler av flislaget ved metning og behov.

Selv om grov treflis har vist seg å fungere godt utenfor melketall på et fellesbeite, så vil jeg anbefale at det anlegges en støpt platt utenfor fjøsinngangen da det er lettere å rengjøre den. Man bør også gjøre tiltak for å redusere gjødseltrykket i drivgangen. I følge tidligere studier kan man løse dette ved å la kyrne gå et lengre stykke før de når drivgangen samt anlegge et fast dekke utenfor fjøsinngangen der kyrne kan gjødsle fra seg før de når drivgangen (von Wachenfeldt, 1997; Lindgren og Benfalk, 2004). Man bør også unngå at kyr står og venter ved drivgangen, da kyr vanligvis begynner å gjødsle når de kommer i bevegelse.

5. FORSLAG TIL UTFORMING AV NY DRIVGANG

- Anlegg drivgangen over bakkenivå slik at dreinsvann har flere muligheter til å flykte
- Bruk fiberduk for å skill jordmasse fra flissjiktet. Benytt geotekstil dersom jorda er bæresvak
- Konstruer vegger til drivgangen slik at treflisa ikke siver utover/sparkes utover. Kan lages av jord eller f.eks. tømmerstokker (*se illustrert bilde 39*)
- Sett opp fast gjerde eller strømgjerde, unngå å bruke jordvoller
- Anlegg drivgangen så brei at man kan kjøre traktor over. Gunstig ved anleggelse samt fjerning av flismasse. Gir også muligheten til å benytte drivgangen som en anleggsvei dersom behov.
- Minimum 40 cm tykt lag
- Lag brede innganger til drivgang for å unngå ekstra tråkkbelastning i overgangen mellom beite og drivgang.



Bilde 39 Illustrasjon av drivgang konstruert med tømmerstokker og fiberduk. Treflisa holder alt på plass på grunn av vekta på flismassen.

6. KONKLUSJON

Behovet for en drivgang som både drenerer, er bæresterk og behagelig for melkekyrne å gå på blir bare viktigere. Dagens besetningsstørrelse blir større og endring i regelverk om beitekrav er faktorer som byr på ytterligere utfordringer med tanke på tråkkskadet jord og logistikk rundt beiting og kanskje spesielt ved bruk av AMS.

Flere passeringer bidrar til at treflisa komprimeres og underlaget blir fastere. Dette har bidratt til at kyrne har fått en jevnt lav locomotion score gjennom forsøksperioden, og flisdekket har fått en høyere fuktighetsprosent.

Det ble ikke funnet statistisk sammenheng mellom nedbør og fuktighet i flisdekket.

Temperatur og luftfuktighet er variablene i studiet som påvirker fuktighet i flisdekket mest, på grunn av treflisas hygroskopiske evner.

Lite nedbør under beitesesongen gav tørre forhold på beite og i drivgang, og dermed klarte samtlige konstruksjoner seg godt.

Å anlegge drivgangen over bakkenivå er å anbefale, da det stilles større krav til maskinpark og drenerende jordtype ved anleggelse av drivgang under bakkenivå. Flisdekket bør også ha en tykkelse på minimum 40 cm, da jord og skitt ble tråkket ned til 30 cm på samtlige gårder.

Oppgaven skulle gi svar på om grov treflis var egna som dekkemateriale i drivgang til melkekyr. Etter endt forsøksperiode konkluderes det med at materialet er egnet til denne bruken. Flisdekkets bære- og dreneringsevne er god, og dette gjenspeiles både i ren overflate i drivgang samt god bevegelsesevne blant kyrne.

7. LITTERATURLISTE

Artikler:

Aanensen, L., Eilertsen, S.M., Meisfjord, G.J., Hansen, I. 2013. Kyr i løsdrift med tilgang på uteareal: Atferd, velferd og produksjon. Bioforsk Nord Tjøtta. Rapport: Vol.8 Nr.184

Aaron, J.R. 1964. Wood chips as litter for cattle and poultry. Agriculture. s. 570-574

Agronaut. 2013. Mattor och nät som skyddar och stärker. Agronaut (Brosjyre)

Barkema, H. W., Westrik, J. D., van Keulen, K. A. S., Schukken, Y. H., Brand, A. 1994. The effects of lameness on reproduction performance, milk production and culling in dutch dairy farms. Preventive Veterinary Medicine 20, s. 249-259

Barker, Z. E., Amory, J. R., Wright, J. L., Mason, S. A., Blowey, R. W., Green, L. E. 2009. Risk factors for increased rates of sole ulcers, white line disease, and digital dermatitis in dairy cattle from twenty-seven farms in England and Wales. Journal of Dairy Science, 92. s. 1971-1978

Benz, 2002 i Telezhenko, 2005). Benz, B. 2002. Elastische Beläge für Betonspaltenböden in Liegeboxenlaufställen (in German). Dissertation. Universität Hohenheim, Hohenheim, Germany, 184 pp

Bergsten, C. 2011. Hurp åverkas klövhälsan av betestidens längd i förhållande till stallmiljön? Djurhälso- och Utfodringskonferensen 2011. Karlstad: Konferenstryck, s.1-2

Brady, N.C., Weil, R.W. 2002. The Nature and Properties of Soil. 13. Ed. New Jersey: Pearsons Education inc.

Chesterton, R. N., Pfeiffer, D. U., Morris, R. S., Tanner, C. M. 1989. Environmental and behavioral factors affecting the prevalence of foot lameness in New Zealand dairy herds- a case control study. New Zealand Veterinary Journal 37, 135-142.

Clarkson, M. J., Downham, D. Y., Faull, W. B. Hughes, J. W., Manson, F. J., Merritt, J. B., Murray, R. D., Russel, W. B., Sutherst, J. E., Ward, W. R. 1996. Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. *Veterinary Record* 138, s.563-567

DairyCo, 2011. Agriculture and Horticulture Development Board.UK:12 s.

Finnes, O. A. 2006. Tørt underlag til nordnorske husdyr- bruk av lokalprodusert flis og torv. *Bioforsk Rapport 1 (154): 17 s.*

Finnes, O.A. 2010. Bedre driftssystemer for husdyr basert på flisunderlag. Utpøving av lokalprodusert flis som underlag for husdyr. *Bioforsk. Rapport: Vol. 5 Nr. 89*

Haataja, H. 1989. Deciduous wood chips as bedding material: estimation of dust yield, warwe absorption and microbiological comparison. *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science*, 6 (3) pp. 105-111.

Hansen, K., Strøm, J.S, Levring, M. 2002. Stabilisering af drivveje til køer. *Grøn Viden, Husdyrbrug nr 25. Ministeriet for fødevarer, landbrug og fiskeri, Danmarks JordbrugsForskning*

Haskell, M. J., Rennie, L. J., Howell, V. A., Bell, M. J. & Lawrence, A. B. 2006. Housing System, Milk production and Zero- Grazing Effects on Lameness and Leg Injury in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 89, s. 4259-4266.

Harris, D. J., Hibburt, C. D., Anderson, G.A., Younis, P.J., Fitzpatrick, D. H., Dunn, A. C., Parsons, I. W., Mcbeath, N. R. 1988. The incidence cost and factors associated with foot lameness in dairy cattle in southwestern Victoria. *Aus. Vet. Journal* 65, s. 171-176

Hernandez- Mendo, O., von Keyserlingk, M. A. G., Veira, D. M & Weary, D. M. 2007. Effects of Pasture on Lameness in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 90, s. 1209-1214

Johnsen, G.H. 2000. Beskrivelse av miljøkonsekvenser ved bruk av treflis til bygging av skogsveier. *Rådgivende Biologer AS. Rapport 426*

Ketelaar-de Lauwere, C. C., Ipema, A. H, van Ouwerkerk, E. N. J., Hendriks, M. M. W. B., Metz, J. H. M., Noordhuizen, J. P. T. M & Schouten, W. G. P. 1999. Voluntary automatic milking in combination with grazing of dairy cows- Milking frequency and effects on behavior. *Applied Animal Behaviour Science* 64, s. 91-109.

Kivling,, S. 2012. Effects of Grazing and Housing System on Dairy Cows Hygiene, Claw and Leg Health. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för Landbrukets byggnadsteknik/Husdjursagronomprogrammet (Selvstendig arbeid ved LTJ-fakultetet).

Kossaibati, M. A., Esslemont, R. J., 1997. The costs of production diseases in dairy herds in England. *Veterinary Journal* 154, s. 41-51

Kumm, K.I, Spörndly, E. 2010. Lönar det sig med mer ensilage och bete till korna? – Ekonomiska beräkningar på gårdsnivå. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapportserie: 2010:275

Lindgren, K., Benfalk, C. 2003. Drivningsgator och rastning av ekologiska uppbundna kor- underlag, gödselbelastning, renhet och tekniska hjälpmedel. Uppsala: JTI- Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI-rapport 319)

Lindgren, K., Benfalk, C. 2004. Drivningsgator för kor- planering, material, kostnad. Uppsala: JTI- Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI- informerar 104)

Lindgren, K., Lindahl, C. 2007. Stabilisering av mark för bättre djurvälstånd och miljökartläggning av gräsarmering. Uppsala: JTI- Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI-rapport Lantbruk & Industri 354)

Lucey, S., Rowlands, G. J., Russell, A. M. 1986. The association between lameness and fertility in dairy cows. *Veterinary Record*. 118 s.628-631

Lucci, G. M., McDowell, R. W., Condon, L.M. 2010. Potential Phosphorus and Sediment Loads From Sources Within a Dairy Farm cTchment. *Soil Use and Management*, vol.26 s.44-52

Mannetje, L. 2000. The importance of grazing in temperate grasslands. In: Grazing management. Eds: Rock, A. J., Penning, P. D. Occasional symposium, British Grassland society (BGS), No. 34, s. 3-13

Manson, J. F., Leaver, J.D. 1988. The influence of concentrate amount on locomotion and clinical lameness in dairy cattle. *Brit. Soc. Anim. Prod.* 47: 185-190.

Nilson, H. 2014. Bark och armeringsmatta för att förebygga trampskador på betesytor hart belastade av mjölkkor- en utvärdering. Masteroppgave, SLU. Institutionen för husdjurens utfodring och värd, 465. Uppsala

Norsk treteknisk institutt. 2009. Treteknisk håndbok (teknisk håndbok 4) 3.utg.

O' Callaghan, K. A., Cripps, P. J., Downham, D. Y., Murray, R. D. 2003. Subjective and objective assessment of pain and discomfort due to lameness in dairy cattle. *Anim. Welfare*, 12. s. 605-610.

Olde Riekerink, R.G.M., Barkema, H.W., Stryhn, H. 2007. The Effect of Season on Somatic Cell Count and the Incidence of Clinical Mastitis. *Journal of Dairy Science*, vol.90, s.1704-1715

Olmos, G., Boyle, L., Hanlon, A., Patton, J., Murphy, J. J., Mee, J. F. 2009. Hoof disorders, locomotion ability and lying times of cubicle- housed compared to pasture- based dairy cows. *Livestock Science* 125, s. 199-207

Robinson, P. 2001. Locomotion Scoring Cows. *California Dairy*

Ruud, L.A., Stokke, T., Bøe, K.E., Hettasch, T., Skjøelberg, P.O. 2014. Hus for storfe- Norske anbefalinger. *Helsetjenesten for storfe*. 3. utgave

Salomon, E., Sundberg, M., Spörndly, E., Lindahl, C., Lindgren, K., Gustavsson, A. 2008. Flöden av kväve och fosfor på stora mjölkgårdar med olika betessystem. Uppsala: JTI- Institutet för jordbruks- och miljöteknik. (JTI-rapport Lantbruk och Industri 372)

Smith, K.A., Chadwick., D.R., Dumont, P.A., Grylls, J.P., Sagoo, E. 2010. Woodchip Pads for Out-Wintering Cattle- Technical Review of Environmental Aspects. DEFRA Sustainable Livestock LINK Research Programme (Project LK0676)

Sogstad, Å.M., Fjeldaas, T. 2012. TYRmagasinet nr. 3, s.8-11

Somers, J. G. C. J, Frankena, K., Noordhuizen- Stassen, E. N., Metz, J. H. M. 2005. Risk factors for digital dermatitis in dairy cows kept in cubicle houses in The Netherlands. Preventive Veterinary Medicine 71, 11-21

Sprecher, et al 1997 Sprecher, D.J., Hosteler, D.E., Kaneene. J.B., 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. Theriogenology 47 (6), 1179-1187

Spörndly, E., Wredle, E. 2004. Automatic Milking and Grazing- Effects of Distance to Pasture and Level of Supplements on Milk Yield and Cow Behavior. Journal of Dairy Science 87, s.1702-1712

Spörndly, E., Wredle, E. 2005. Automatic Milking and Grazing- Effects og Location of Drinking Water on Water Intake, Milk Yield, and Cow Behaviour. Journal of Dairy Science 88, 1711-1722

Stewart, M., Fisher, A.D., Verkerk, G., Matthews, I. 2002. Winter Dairy Grazing Systems: Management Practices and Cow Comfort. Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production 62. S.44-48

Svensk Mjölk. 2012. Bete- Praktiska lösningar och management. Stockholm.

Telezhenko, E., Bergsten, C. 2005. Influence of Floor Type on The Locomotion of Dairy Cows. Applied Animal Behaviour, vol. 93, s. 183-197

Telezhenko, E., Lidfors, L og Bergsten, C. 2007. Dairy Cow Preferences for Soft or Hard Flooring When Standing or Walking. Journal of Dairy Science, vol. 90, s.3716-3724

Thomsen, P.T., Østergard, S., Houe, H. og Sørensen, J.T. 2007. Loser Cows in Danish Dairy Herds- Risk Factors. Preventive Veterinary Medicine 79, s. 136-154

Tranter, W.P., Morris, R.S. 1991. A Case Study of Lameness in Three Dairy Herds. New Zealand Veterinary Journal, vol. 39, s. 88-96. Abstract.

Von Wachenfelt, H. 1997. Transport- och vistelseytor för nöt. Alnarp: Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknik (Rapport: Specialmeddelande 226)

Warren, S.D., Thurow, T.L., Blackburn, W.H., Garza, N.E. 1986. The Influence of Livestock Trampling Under Intensive Rotation Grazing on Soil Hydrologic Characteristics. Journal of Range Management, vol. 39. S.491-495

Wiktorsson, H., Spörndly, E. 2002. Grazing: An animal welfare issue for automatic milking farms. Department of Animal Nutrition and Management. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala

Willatt, S.T., Pullar, D.M. 1984. Changes in Soil Physical Properties Under Grazed Pastures. Australian Journal of Soil Research, vol. 22, s.343-348

Williams, L.A., Rowlands, G.J., Russel, A.M. 1986. Effect of Wet Weather on Lameness in Dairy Cattle. Veterinary Record, vol. 118, s.259-261

Öhrn, S. 1998. Nötkreatur på barkbädd- bäddens kemiska och biologiska egenskaper samt användbarhet som kvävegödselmedel. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för Markvetenskap (Exsomensarbete 110)

Østerås, O., Lystad, M.L. 2001. Helseutskrift- økonomi. Helsetjenesten for storfe, TINE Norske Meierier

lover:

FOR 2004-04-22-665. Forskrift om hold av storfe. Landbruks og matdepartementet 2004.

Elektronisk referanse lest 02. mai 2015. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-04-22-665>

Veileder til forskrift om hold av storfe. 2010. Mattilsynet. Elektronisk referanse lest 02. mai 2015. http://www.mattilsynet.no/om_mattilsynet/gjeldende_regelverk/veiledere/veileder_til_forskrift_om_hold_av_storfe.1853/binary/Veileder%20til%20forskrift%20om%20hold%20av%20storfe

 Internett:

Landbruksteknikk AS. Udatert. Laimet flishogger. Elektronisk referanse lest 28. april 2015.

http://www.landbruksteknikk.no/produkter/sagbruk/laimet_flishogger

Tinytag. Udatert. Tinytag Ultra 2. Elektronisk referanse lest 14. mars 2015.

<http://www.geminaloggers.com/data-loggers/tinytag-ultra-2/tgu-4500>

ViaCon. Udatert. Geotekstil. <http://www.viacon.no/geotextil.aspx>

Vestoppland forsøksring. Jordarbeiding. Medlemsskriv 2. april 2008. Elektronisk referanse lest 10. mai.2015.

http://www.google.no/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.nlr.no%2Fmedia%2Fring%2F1043%2FES%2FJordarbeiding%2520VO.pdf&ei=cANbVcKdFsyXsAHxqoGwCw&usg=AFQjCNEKjEDfICSCDE7qzPgpInLmekO_jQ&bvm=bv.93564037,d.bGg

8. VEDLEGG

8.1. Vedlegg 1- Kart over gård og forsøksområde



Bilde 1 Plassering av forsøksområde og værstasjon på gård 1



Bilde 2 Plassering av forsøksområde og værstasjon på gård 2



Bilde 3 Plassering av forsøksområde og værstasjon på gård 3

8.2. Vedlegg 2- Skjema for registrering av nedbør

Gård

Grov treflis til plastring av drivgang

Nedbørsmåling

Registrering av nedbør

Måling fra (dato og tid)	Måling til (dato og tid)	Mengde (mm)

8.3. Vedlegg 3- Skjema for registrering av passeringer

Gård

Grov treflis til plastring av drivgang

Ferdsel i drivgang

Daglige registreringer av antall dyr som slippes på beite samt mengde trafikk i drivgang (transport fram og tilbake mellom fjøs og beite, eks. mjølking morgen og kveld gir 4 passasjer).

Dato	Antall kyr som har tilgang på beite	Antall passasjer	Kommentar
13.06			
14.06			
15.06			
16.06			
17.06			
18.06			
19.06			
20.06			

8.4. Vedlegg 4- Skala for vurdering av locomotion score











Gård:

Testuke:

Dato:

BEVEGELSESGRADERING

Antall
observerte kyr:

<p>Grad 1 Ei frisk, gående ku</p> 		<p>Kua står og går normalt. Den setter ned klauvene målbevisst, bakklauv omtrent på stedet der framklauven stod.</p>
<p>Grad 2 Lettere avvikende gange</p> 		<p>Kua står normalt, men krummer ryggen når hun går. Hodet bæres lavere og lenger bort fra kroppen enn normalt. Kua går litt unormalt.</p>
<p>Grad 3 Svak halting</p> 		<p>Kua står og går med krummet rygg. Den tar korte skritt med ett eller flere bein.</p>
<p>Grad 4 Tydelig halting</p> 		<p>Kua avlaster tydelig ett eller flere bein. Den går og står med krummet rygg.</p>
<p>Grad 5 Alvorlig halting</p> 		<p>Kua har krummet rygg. Den unngår helt å belaste ett eller flere bein. Den blir liggende eller har store problemer med å reise seg.</p>

8.5. Vedlegg 5- Rutenett for fuktighetsmåling i flisdekket

Overflatefuktighet				Fuktighet ca 10 cm dybde			
2,5 m				2,5 m			
2,5 m				2,5 m			
5 m				5 m			
2,5 m				2,5 m			
2,5 m				2,5 m			
10 m				10 m			
2,5 m				2,5 m			
2,5 m				2,5 m			
5,0 m				5,0 m			
2,5 m				2,5 m			
2,5 m				2,5 m			