



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science

Bark och armeringsmatta för att förebygga trampsador på betesytor hårt belastade av mjölkkor – en utvärdering

Hanna Nilsson

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **465**

Uppsala 2014

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **465**

Examensarbete, 30 hp

Masterarbete

Husdjursvetenskap

Degree project, 30 hp

Master Thesis

Animal Science



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science
Department of Animal Nutrition and Management

Bark och armeringsmatta för att förebygga trampskador på betesytor hårt belastade av mjölkkor – en utvärdering

Methods to prevent trampling damage on pasture areas subjected to high cow traffic – an evaluation of bark chip and grass carpet

Hanna Nilsson

Handledare: Eva Spörndly, Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Eva Salomon, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Supervisor:

Examinator: Kerstin Svennersten-Sjaunja, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Examiner:

Omfattning: 30 hp

Extent:

Kurstitel: Examensarbete i Husdjursvetenskap

Course title:

Kurskod: EX0552

Course code:

Program: Agronomprogrammet - Husdjur

Programme:

Nivå: Avancerad A2E

Level:

Utgivningsort: Uppsala

Place of publication:

Utgivningsår:

Year of publication: 2014

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 465

Series name, part No:

On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>

On-line published:

Nyckelord: Bark, armeringsmatta, trampskador, markstabilisering, bete

Key words:

Stort tack till...

Stiftelsen Lantbruksforskning för att ni finansierat och därmed möjliggjort denna studie.

Eva Spörndly, Institutionen för Husdjurens utfodring och vård på SLU, och Eva Salomon, Institutet för Jordbruks- och Miljöteknik, för att ni har varit två otroligt hjälpsamma och peppande handledare som alltid funnits tillhands när jag haft frågor och grubblerier.

Anders Ringmar och Marianne Tersmeden, forskningsassistenter på Institutet för Jordbruks- och Miljöteknik, för all hjälp med utrustning och anläggning av försöksytor.

Personalen på Lövsta för ett gott samarbete. Att ni engagerat er i att driva ut korna efter varje mjölkning och hjälpt mig med registreringar av passager under sommaren underlättade mycket!

Hans Andersson, Institutionen för Ekonomi på SLU, för hjälp med att reda ut kalkylräntor, årskostnad och annat ekonomiskt som lätt kan förvirra en husdjursagronom.

Kerstin Svennersten Sjaunja, Institutionen för Husdjurens utfodring och vård, för att du som examinator tillfört kloka kommentarer och frågor som lett till relevanta förbättringar i mitt examensarbete.

Innehållsförteckning

| | |
|--|----|
| Sammanfattning | 1 |
| Abstract | 1 |
| Introduktion | 2 |
| Syfte och hypoteser | 3 |
| Litteraturstudie | 3 |
| Betesdrift | 3 |
| Lagstadgad betesdrift | 3 |
| Lantbrukares syn på betesdrift | 4 |
| Trampskador på hårt belastade ytor | 4 |
| Hög belastning och nederbörd leder till trampskador | 4 |
| Påverkan på djurhälsa | 5 |
| Påverkan på lantbrukarens ekonomi och arbetsmiljö | 6 |
| Utformning av drivningsgator och andra högt belastade ytor | 8 |
| Planering drivningsgator och grindhål | 8 |
| Anläggning och dränering av hårt belastade ytor | 9 |
| Markstabiliserande material | 9 |
| Material och Metoder | 12 |
| Plats och design för fältförsöket | 12 |
| Anläggning av försöksytor | 12 |
| Kontrollyta utan markstabiliserande åtgärd | 12 |
| Armering | 12 |
| Bark | 13 |
| Metoder för utvärdering av försöksytor | 14 |
| Fålla 11 | 14 |
| Gropindex | 14 |
| Fotodokumentation och visuell utvärdering | 15 |
| Barkstruktur | 15 |
| Registrering av passager | 15 |
| VMS-grupp | 16 |
| AMR-grupp | 16 |
| Övriga djur | 16 |
| Vegetationstäckning | 16 |
| Väderobservationer | 17 |

| | |
|---|----|
| Kostnadsberäkning | 17 |
| Statistisk analys | 17 |
| Förutsättningar som påverkade försöket | 19 |
| Betesrotation | 19 |
| Översvämmade betesfällor | 19 |
| Resultat | 20 |
| Väderobservationer | 20 |
| Gropindex | 20 |
| Antal passager och nätter med stängd grind | 21 |
| Vegetationstäckning | 22 |
| Visuell utvärdering av behandlingarna | 22 |
| Kontroll | 22 |
| Armeringsmatta | 24 |
| Bark | 25 |
| Barkprover | 27 |
| Kostnadskalkyl | 28 |
| Diskussion | 28 |
| Liten nederbörds mängd påverkade studien | 28 |
| Armeringsmattor och bark som markstabilisering | 29 |
| Armeringsmatta | 29 |
| Bark | 29 |
| Jämförelse av bark och armeringsmatta | 30 |
| Markstabilisering av utsatta ytor – lönsamt för lantbrukaren? | 32 |
| Metodik | 33 |
| Slutsats | 34 |
| Referens | 35 |
| Bilaga 1 | 39 |
| Bilaga 2 | 40 |
| Bilaga 3 | 41 |

Sammanfattning

Ett vanligt problem på mjölkgårdar är att drivningsgator, grindhål, ytor kring vattentråg och andra högt belastade ytor blir söndertrampade under betessäsongen. Detta kan bidra till problem som sänkt djurhälsa, försämrad mjölkqualität och dåligt fungerande kotrafik. De söndertrampade ytorna är även känsligare för jorderosion och näringsläckage. För att undvika denna typ av problem kan markstabiliserande material anläggas på dessa ytor. Detta examensarbete är en del av projektet Kamp mot tramp, ett projekt finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning. Projektet skall utvärdera anläggning, kostnad och funktion av två markstabiliserande material, bark och armeringsmatta, under två säsonger. Syftet med detta examensarbete var att utvärdera resultatet under första betessäsongen.

Bark och armeringsmattor anlades på ytor av ca 6 x 6 m i grindhål till betesfällor för mjölkkor, varje behandling upprepades i tre olika betesfällor. Barken anlades i ett 25-30 cm djupt lager på geotextil. Armeringsmattan anlades på marken med en geotextil limmad på undersidan av mattan och ett lager kalkgrus på ytan. Som kontroll användes ytor där ingen markstabiliserande åtgärd utfördes. Försöksytorna utvärderades med ett gropindex och en visuell utvärdering utifrån fotodokumentation. Ett lägre gropindex innebar en lägre förekomst av gropar på ytan. Dokumentationen utfördes före mjölkorna kom ut på bete på våren, tre gånger under pågående betessäsong samt en gång efter betessäsongens slut. Antalet gånger en ko passerade över varje yta registrerades under hela säsongen och vid slutet av betessäsongen varierade antalet passager i olika fällor mellan ca 2000-7000. Vid den statistiska analysen kunde man dock inte finna något statistiskt samband mellan antalet passager och antalet gropar, mätt som gropindex. Resultatet visade att ytorna med armeringsmatta hade ett signifikant lägre gropindex än både bark och kontroll samt att ytorna med bark hade ett signifikant högre gropindex än kontrollet. Den visuella bedömningen bekräftade att ytorna med armering hade minst påverkan av tramp under betessäsongen. Skillnaderna mellan de tre försöksytorna i kontrollet och två av försöksytorna med bark i fråga om trampsador var relativt små, dock uppvisade den tredje barkytan tydliga trampsador. Att trampsadorna generellt var små och skillnaderna inte var stora kan troligtvis kopplas till att det var en sommar med mycket lite nederbörd.

Slutsatsen som kan dras är att armeringsmattan gav ett bättre skydd mot trampsador då försöksytorna med detta material var i stort sett opåverkade av kornas tramp och underhållet som krävs inför kommande säsong var minimalt. Under de torra förhållanden som rådde denna betessäsong tycktes även kontrollytorna klara sig relativt bra. Två ytor med bark uppvisade också bra resultat, dock krävdes ett större underhåll inför kommande säsong eftersom delar av eller hela barklagret måste bytas ut. Den tredje ytan med bark fick tydliga trampsador, men eftersom denna yta också blev utsatt för avsevärt större belastning än alla övriga ytor är det svårt att dra några långtgående slutsatser om bark som material efter bara ett försöksår. Ekonomiska kalkyler visar att armering är betydligt dyrare att anlägga, dock har barken ett dyrare underhåll. Detta gör att armeringen efter sju säsonger totalt sett är en lägre investering. Några studier av armeringsmattornas hållbarhet har ej återfunnits i litteraturen och det är därför svårt att veta om de har en hållbarhet som överstiger sju säsonger.

Abstract

A common problem on dairy farms during the grazing period is that surfaces in pasture walkways, entrances to paddocks and around the water troughs become trampled and muddy. Problems associated with these damaged surfaces are for example lowered animal health, problems with milk quality and non-functioning cow traffic. Ground stabilizing materials can be used to avoid problems like these as they stabilize the surface and protect the ground from damage. This thesis is a part of a project with the aim to evaluate and compare the function and cost of two ground stabilizing materials, bark chips and

grass carpet, with each other and a control treatment. The aim of this thesis is to evaluate the results from the first season after establishment.

The three treatments were applied on area of a 6 x 6 m at the entrance to grazed paddocks used by dairy cows. The field study was performed in a randomized block design which included three blocks with each of the three treatments, giving a total of nine surfaces in the study. The control treatment consisted of paddock entrance surfaces that had not been subjected to any stabilizing measures. The bark chips were placed in a 25-30 cm deep layer on a sheet of geotextile. The grass carpet had a geotextile glued to the plastic mesh, it was placed on the ground and fixated with a layer of crushed limestone. The surfaces were evaluated with an index calculated from the number and size of holes in the surface, a lower index was an indication of less damage due to trampling. Visual evaluation was also performed using photos. The documentation was performed before the grazing season started, three times during grazing season and after the grazing season ended. The number of cow passages through the entrances was documented and over the entire season the number varied between approximately 2000-7000 cow passages in different paddocks. No significant effect of the number of cow passages on the surface index was seen in the statistical analysis. The results showed that the grass carpet had a significantly lower index than both the control and the bark chip surfaces. The surfaces with the bark chips on the other hand had a significantly higher index than the control. The visual evaluation confirmed that the grass carpet had the least damages caused by trampling. There was no great difference between the control and two of the bark chip surfaces while the third paddock entrance with bark chips showed clear signs of damage by trampling. However, this was also a paddock that had more passages by animals than any other paddock and it is therefore difficult to draw any definite conclusions after only one grazing season. In total the damage caused by trampling during this grazing season was very small, which was probably due to the very dry season.

The conclusions from this study is that the grass carpet showed the greatest resistance to trampling damages as they almost were not affected at all by the gazing season. Compared with the grass carpet, more maintenance will be needed for the surfaces with bark chips before the next season, as most of the bark chips will have to be replaced. Cost calculations showed that the grass carpet is a lot more expensive to invest in, but as the maintenance cost is low, the total cost of the grass carpet will be lower than the bark chip if the grass carpet can be maintained for longer than seven seasons.

Introduktion

För att få en välfungerande betesgång med smidig kotrafik och god djurhälsa är det viktigt att drivningsgator och andra högt belastade ytor, så som grindhål och ytor kring vattentråg, inte blir upptrampade under betessäsongen (Lindgren och Benfalk, 2004). Blöta och leriga ytor kan leda till problem med såväl försämrade djurhälsa som dålig arbetsmiljö (Lindgren och Benfalk, 2004). Det kan även bidra till erosion och näringsläckage till närliggande vattendrag, vilket ger en negativ miljöpåverkan (Warren, 1986). Om högt belastade ytor blir söndertrampade kan det för lantbrukaren leda till sänkta inkomster, bland annat kopplade till försämrade djurhälsa, extra arbetsmoment och sänkt mjölkqualität (Lindgren och Benfalk, 2004). Dagens besättningar blir allt större, vilket leder till att fler djur skall nyttja såväl drivningsgator som grindhål och dryckesplatser. Detta innebär ett större tryck på redan högt belastade ytor. Risken för att dessa ytor blir söndertrampade och leriga ökar, något som i synnerhet är ett problem under perioder med mycket regn och på mark som är dåligt dränerad (Hansen et al., 2002).

För att öka bärigheten på högt belastade ytor och minska risken för trampskador kan marken förstärkas med olika markstabiliserande material. De markstabiliserande material som används skall fylla

funktionskrav från såväl djur som djurskötare samt vara ekonomiskt försvarbart för lantbrukaren att anlägga (Lindgren och Benfalk, 2004). Hårdgjorda ytor, såsom betong och asfalt, är ofta dyra alternativ. Dessa material ger även en permanent anläggning, vilket gör det svårt att ändra utformning på betesfällorna och återställa marken (Hansen et al., 2002). Som alternativ finns att byta ut matjordslagret mot material som dränerar och har en större bärighet än matjorden. Exempel på detta är material som bark, flis eller grus. Dessa har en låg anläggningskostnad men kräver ofta större kostnader i underhåll jämfört med de hårdgjorda ytorna (Lindgren och Benfalk, 2004). Ett annat alternativ är att anlägga en armeringsmatta, som är motståndskraftig mot tramp, ovanpå marken. Denna typ av matta kallas ibland även gräsarmering eller gräsarmeringsmatta. Armeringsmattan fördelar trycket från klövarna över en större yta, vilket minskar trampskadorna, och gör det lätt att återställa marken då det inte blandas in något material i jordlagret (Hansen et al., 2002).

Syfte och hypoteser

Denna studie syftar till att jämföra funktionen av två markstabiliserande material på ytor som är utsatta för ett högt antal passager av mjölkkor under betessäsongen 2013. Materialen som jämförs skall vara relativt enkla att anlägga och möjliga att flyttas vid behov. De material som valts att användas i denna studie är bark och armering, som kontroll fungerar ytor där inga markstabiliserande åtgärder vidtagits. Funktionen av de markstabiliserande materialen bedöms utifrån visuella förändringar och ett gropindex. Materialen jämförs även utifrån investerings- och underhållskostnader.

Hypoteserna i studien är följande:

- 1) Armering ger ett lägre gropindex på den belastade ytan och bättre markstabilisering vid en visuell utvärdering jämfört med bark och att inte vidta några åtgärder alls.
- 2) Bark ger ett lägre gropindex på den belastade ytan och bättre markstabilisering vid en visuell utvärdering jämfört med att ej vidta några åtgärder alls
- 3) Armering är dyrare att anlägga än bark men kräver ett mindre underhåll vilket gör att de sett över två säsonger kostar lika mycket.
- 4) Antalet gropar mätt som gropindex på den belastade ytan har ett starkt samband med antalet gånger djur passerar över ytan.

Litteraturstudie

Betesdrift

En välfungerande betesdrift med produktionsbete kan leda till sänkta foderkostnader för lantbrukaren då betet inte kräver de investeringskostnader och arbetsinsatser som är kopplade till grovfoder- och stallgödselhantering (Kumm och Spörndly, 2010). Det finns även studier som dokumenterat en förbättrad djurhälsa hos kor på bete (Thomsen et al., 2007), något som är av intresse såväl rent ekonomiskt som djurhälsomässigt. Det är viktigt ur konsumentperspektiv att de svenska mjölkorna har tillgång till bete och betande mjölkkor bidrar även till att hålla de svenska betesmarkerna öppna vilket är positivt för den biologiska mångfalden (Svensk Mjölk, 2012).

Lagstadgad betesdrift

Enligt den svenska djurskyddsförordningen skall nötkreatur som hålls för mjölkproduktion och är äldre än sex månader hållas på bete sommartid (SJV, 1998). Betesperiodens längd bestäms av i vilken region gården är belägen, från två månader i norr till fyra månader i söder. Mjölkorna skall ha tillgång till betesfällan under minst sex timmar av dygnet för att anses ha daglig tillgång till bete (SJV, 2010). Betesperioden kan antingen utgöras av en sammanhängande eller en uppdelad betesperiod, men om en

uppdelad betesperiod används måste en betesplan upprättas för att fylla de lagstadgade kraven (SJV, 2013). För ekologiska gårdar anslutna till KRAV skall korna ha tillgång till bete minst 12,5 timmar av dygnet under betesperioden samt ha tillgång till utevistelse en tid både innan och efter betesdriften (Krav, 2013).

Lantbrukares syn på betesdrift

I en svensk studie av Kivling (2012) intervjuades 176 mjölkproducenter om deras syn på betesdrift. Av de intervjuade lantbrukarna var 79 % positiva till betesdriften och ansåg att den fungerade bra på den egna gården. De angav ofta ett förbättrat djurhälsoläge, i synnerhet ben- och klövhälsa, som orsak till sin positiva inställning. Men de intervjuade lantbrukarna uppgav även att det finns problem med betesdriften som påverkar produktionen. Bland annat nämndes försämrad mjölkvalité till följd av ökade celltal under betessäsongen som ett av dessa problem. Det framgick även att lantbrukarna upplevde att *Escherichia coli*-mastiter kan vara ett problem under perioder med dålig väderlek, då pölar med vatten blir stående utanför stall och på bete. Några av lantbrukarna upplevde problem med ett ökat antal klövinfektioner och angav att det finns vissa problem med att korna får upp småsten i klövarna som orsakar problem med klövhälsan. Vid intervjutillfället uppgav 70 % av lantbrukarna att de höll korna inne under några dagar av sommaren på grund av olika orsaker, 96 % av dessa lantbrukare gjorde detta på grund av dåligt väder och rädsla för att få upptrampade drivgator och beten (Kivling, 2012).

Trampskador på hårt belastade ytor

Söndertrampade ytor i drivningsgator och betesfällor kan leda till problem med såväl djurhälsa som med arbetet att ta djur till och från bete (Lindgren och Benfalk, 2004). Upptrampad mark kan även leda till omfattande ytavrinning med medföljande problem som jorderosion och näringsläckage (Warren et al., 1986).

Hög belastning och nederbörd leder till trampskador

Ökad ytavrinning

Kons klövar utsätter marken för ett stort tryck, detta är grunden till de trampskador som uppstår vid betesdrift (Warren et al., 1986). Willat och Pullar (1984) uppmätte ett tryck på 192 kPa per klöv för en stillastående ko. När kon sedan är i rörelse så ökar trycket betydligt från varje klöv eftersom kon då bara har tre klövar i marken och vanligtvis inte hela klöven utan endast spetsen på åtminstone en fot (Willat och Pullar, 1984). Markpackningsskador uppstår i marken då trycket som marken utsätts för är större än jordens bärförmåga (Håkansson, 2000). Blöta jordar, som exempelvis just utsatts för regn, har en högre risk att drabbas av trampskador än torra jordar (Warren et al., 1986) då markens motståndskraft mot tryck sjunker vid ett högre vatteninnehåll (Nie et al., 2001)

Vatten transporteras i jordlagret genom markporer, porernas storlek och formation påverkar därför till stora delar markens vattengenomsläpplighet. Vattentransporten genom porerna ökar exponentiellt med porernas storlek. Transporten sker därför betydligt snabbare i en större por än i ett flertal mindre porer med samma totala volym. Av denna anledning sker den främsta vattentransporten genom stora porer, s.k. makroporer. Sandiga jordar har vanligtvis mer makroporer än jordar med finare struktur och därför är markens vattengenomsläpplighet högre i dessa jordar (Bradly och Weil, 2002). Vid tramp och markpackning krossas makroporer till mindre porer, vilket sänker markens vattengenomsläpplighet och infiltrationskapacitet (Brady och Weil, 2002).

En sänkt infiltrationskapacitet och sämre vattengenomsläpplighet i marken sänker jordens förmåga att ta upp regnvatten (Håkansson, 2000). Att ytvatten bildas är en följd av att vatten tillförs till markytan i en större mängd än marken kan ta upp. Vattnet ansamlas då på ytan och riskerar att transporteras till

närbelägna vattendrag genom ytavrinning (Brady och Weil, 2002). Studier har visat att det ansamlas mer ytvatten på mark som utsätts för mycket tramp jämfört med på oförstörd mark, detta till följd av sänkt infiltrationskapacitet (Warren et al., 1986). Lucci et al. (2010) visade att ytor som utsätts för mycket tramp, såsom i grindhål och kring vattentråg, hade en betydligt lägre vattengenomsläpplighet under vattenmättade förhållanden jämfört med en oförstörd betesyta. Samma studie konstaterade även att markens vattengenomsläpplighet i en dagligen använd drivningsgata var nära noll, vilket innebär att allt vatten som hamnade på denna yta under mättade förhållanden blev ytavrinning då nästan inget kunde tränga genom ytan (Lucci et al., 2010). Hur omfattande trampskadorna blir beror bland annat på hur många djur som passerar över ytan (Warren et al., 1986).

Erosion och näringsläckage

Då regndroppar träffar marken lösgörs jordpartiklar. Jordpartiklarna riskerar att transporteras bort till närliggande vattendrag med ytavrinning, detta bidrar till erosion. Speciellt känsliga är ytor som inte är beväxta med vegetation (Brady and Weil, 2002). Warren et al. (1986) påvisade att ytavrinning från betesmarker hade en högre koncentration av sediment efter betessäsongen än innan, ökningen efter säsongen ansågs kopplad till att markerna trampats av nötkreatur under betessäsongen. Studien kunde även konstatera att koncentrationen av sediment i ytavrinningen var signifikant högre från mark som inte var täckt med vegetation än mark som var delvis eller helt täckt med vegetation. Eftersom näringsämnen från djurens gödsel tenderar att ansamlas i det översta jordlagret kan ytavrinning även bidra till att betydande mängder näringsämnen tillförs till närliggande vattendrag (Brady och Weil, 2002).

Lucci et al. (2010) konstaterade att de områden på betet som riskerar att bidra till högst fosforläckage till närliggande vattendrag är drivningsgator och ytor kring vattentråg. En orsak till detta var höga fosforhalter i jorden, till följd av att många gödslingar skedde där. En annan orsak ansågs vara att dessa ytor hade lägre vattengenomsläpplighet, vilket bidrog till mer ytvatten. Även grindhål kan vara ett riskområde, men det beror på hur mycket det används och trafikeras under en betessäsong. Betesfällor och drivningsgator kan även bidra till kväveläckage till närliggande vattendrag (Cuttle et al., 1998).

I en studie av Salomon et al. (2008) beräknades näringsbalanser på fiktiva gårdar med mjölkproduktion, där konstaterades att det uppstod mycket höga belastningar av kväve och fosfor i drivningsgator då det inte finns någon växtlighet i dessa som kan ta tillvara på den näring som tillförs med kornas träck och urin. Hur hög gödselbelastningen blev påverkades till stor del av hur lång tid korna spenderade i fällan. Studien konstaterade även att risken för näringsläckage kan minskas genom att ha en gröda vid sidan om drivningsgatan som skördas och putsas. Fördelningen av gödslingar i drivningsgatan mellan stall och bete studerades av Lindgren och Benfalk (2003), där konstaterades att nästintill inga gödslingar gjordes i drivningsgatan. Gödslingarna gjordes på den hårdgjorda ytan utanför stallet eller i beteshagen. Detta stöds av resultat från en äldre studie av von Wachenfelt (1997) där fältundersökning hos svenska lantbrukare påvisade att de flesta lantbrukare upplevde att en betydligt större andel kor gödslade inne i stallet eller precis utanför än i själva drivningsgatan.

Påverkan på djurhälsa

Klöv- och bensjukdomar

Upptrampade drivfällor och grindhål kan vara en starkt bidragande orsak till smittspridning av klövsjukdomar i dagens mjölkbesättningar, speciellt under dåliga väderförhållanden med mycket regn (Bergsten, 2011). En studie av William et al. (1986) påvisade att förekomst av hälta hos mjölkkor kunde kopplas till mängden regn som kommit upp till två veckor innan. Resultatet förklaras av att vistelseytorna blev upptrampade och leriga, något som bidrog till hälta hos korna. Detta stöds av en

studie av betesdrift på Nya Zeeländska gårdar, där Tranter och Morris (1991) konstaterade att dåliga väderförhållanden var en av de främsta riskfaktorerna till hälta hos kor på bete.

Det främsta klövhälsoproblemet hos svenska mjölkkor på bete är klövspaltsinflammation (Manske et al., 2002). Det orsakas av att skador uppstår i klövspaltshuden som sedan infekteras med bakterier, framförallt bakterien *Fusobacterium necrophorum*. Detta är en bakterie som trivs i gödselförorenad och blöt jord (Bergsten, 1997). Infektionen är mycket smittsam (SVA, 2013a). Långvarig kontakt med vatten, träck och urin gör huden mindre motståndskraftig mot yttre påverkan som kan orsaka skador. Därför är det viktigt att hålla ytor på beten, drivningsgator samt ät- och drickplatser torra. Det är även önskvärt att i största möjliga mån hålla beten och drivningsgator fria från vassa föremål som kan orsaka skador på klövspaltsskinnet, exempelvis stenar (Bergsten, 1997). I en studie på uppbundna kor påvisade Alban et al. (1996) en ökad förekomst av klövspaltsinflammation under betessäsongen. Orsaken till detta anges vara att stenar på bete och i drivfällorna skadade klövspaltens hud, något som bidrog till att *Fusobacterium necrophorum* bakterier lättare kunde gå upp i klöven och orsaka infektioner.

Mastiter

Mastit är en vanligt förekommande sjukdom i svenska besättningar. Den orsakas vanligtvis av en bakterieinfektion och kan vara såväl klinisk som subklinisk (SVA, 2013b). Under sommarmånaderna kan man se en ökning av mastiter orsakade av miljöbakterierna *Escherichia coli* (Olde Riekerink et al., 2007; Waage et al., 1999; Svensk Mjolk, 2012), *Streptococcus uberis* (Olde Riekerink et al., 2007; Østerås et al., 2006) och *Klebsiella* (Svensk Mjolk, 2012).

Enligt en studie av Ericsson Unnerstad et al. (2009) är *Escherichia coli* den näst vanligaste bakterien isolerad från svenska mjölkkor med kliniska mastiter, drygt 16 % av fallen. Infektioner med *Escherichia coli* leder vanligtvis till akuta mastiter (SVA, 2013b). Att man kan se ökade förekomster av mastiter orsakade av *Escherichia coli* under betesdriften tros vara till följd av värmestress och dålig vattenhygien på betet (Svensk Mjolk, 2012). Dock visade en nederländsk studie att *Escherichia coli* mastiter främst ökade under sommarmånaderna hos kor som var installade under hela betesperioden. Även de kor som släpptes på bete påvisade en topp av *Escherichia coli* mastiter i studien, men toppen var lägre än hos de installade korna. Detta tyder på att bakterieinfektionen främst är kopplade till stall och hygien under sommarmånaderna, snarare än betesdrift (Olde Riekerink et al., 2007).

Studier har visat att kor som varit installade under betessäsongen har betydligt färre fall av mastiter orsakade av *Streptococcus uberis*, än kor som gått på bete. Bakterieinfektioner orsakade av *Streptococcus uberis* har därför en tydlig koppling till betesdrift (Olde Riekerink et al., 2007). Zadoks et al. (2005) fann ökade halter av *Streptococcus uberis* i mjölkors träck under sommarmånaderna och drog slutsatsen utifrån sin studie att bakterien främst sprids mellan individer med träck på betet. Mastiter orsakade av *Streptococcus uberis* utgör ca 11 % procent av de kliniska mastiterna hos svenska mjölkkor (Ericsson Unnerstad et al., 2009). Även mastiter orsakade av bakterieinfektioner med *Klebsiella* kan spåras till miljöfaktorer såväl inne i stallet som på bete. Denna bakterie orsakar svåra inflammationer och kor som drabbas blir allvarligt sjuka. Bakterien kan återfinnas i ytvatten på bete, därför bör leriga ytor stänglas in och ytor som utsätts för högt tryck hårdgöras (Svensk Mjolk, 2012). Mastiter orsakade av *Klebsiella* är relativt ovanligt förekommande i Sverige med 4 % av fallen (Ericsson Unnerstad et al., 2009).

Påverkan på lantbrukarens ekonomi och arbetsmiljö

Kvalitetsavdrag på mjölk

För att få god lönsamhet i mjölkproduktionen är det viktigt för lantbrukaren att undvika kvalitetsavdrag på mjölkens avräkningspris. Kvalitetsavdrag kan orsakas av såväl höga sporhalter som höga bakterie- och celltal (Oskarsson, 2009).

Ett kvalitetsavdrag som tydligt kan kopplas till betesdrift och leriga ytor är avdrag till följd av höga halter av *Bacillus cereus* sporer (Zetterfeldt, 1999). *Bacillus cereus* är en sporbildande bakterie vars sporer kan orsaka allvarliga produktionsfel i konsumtionsmjölk. Därför gör de flesta mejerier avdrag på avräkningspriset till besättningar som har höga halter *Bacillus cereus* i sin levererade mjölk (Magnusson et al., 2002). Enligt siffror från 2013 gav Arla, Sveriges största mejeriföretag, avdrag upp till 4 % av råvaruvärdet (se tabell 1) för höga sporhalter i levererad mjölk (Arla, 2013). En hårdgjord yta utanför stallingången har visats leda till en sänkt förekomst av sporer i mjölken. Detta beror troligen på att korna vanligtvis gödslar närmast stallet, vilket ger en uppblött yta. Men om denna yta då är hårdgjord blir den lättare att rengöra och risken minskar för att lera och smuts stänker upp på spenarna. Även hårdgjorda ytor kring vattenkoppar gav signifikant lägre halter av sporer i mjölken (Zetterfeldt, 1999). Magnusson et al. (2002) påvisade att goda avtorkningsrutiner av spenar innan mjölkning kan bidra till kraftigt reducerade halter av *Bacillus cereus* sporer i mjölken. Studien kommenterar att goda avtorkningsrutiner är viktiga, men att det även är av största vikt att liggytor, gångar och drivningsgator hålls rena för att undvika kontaminering av spenar då goda avtorkningsrutiner inte rengör spenarna till 100 %.

Höga celltal i leveransmjölken kan ge betydande kvalitetsavdrag. Detta beror främst på att höga celltal orsakar ett sämre ostutbyte på mejerierna och även riskerar att sänka kvalitén på slutprodukten (Andersson et al., 2011). Enligt siffror från 2013 gav Arla avdrag på mellan 4 % och 10 % av råvaruvärdet (se tabell 1) för höga celltal (Arla, 2013). Höga celltal i mjölken har påvisats vara kopplat till att mjölkorna befinner sig i miljöer där smuts kan stänka upp på ben och juver (Schreiner och Ruegg, 2003). En viss ökning av celltal under sommartid kan även kopplas till en ökad förekomst av mastiter (Sandholm et al., 2005). Olde Riekerink et al. (2007) påvisade ökade celltal i leverantörmjölken från nederländska gårdar under augusti – september. Ökningen var korrelerad med ökning i celltal hos individuella kor som inte tidigare påvisat höga celltal. Detta antogs ha ett samband med att kor som under sommarmånaderna insjuknat i mastit orsakade av *Streptococcus uberis* utvecklat kronisk subklinisk mastit.

Tabell 1. Tillägg och avdrag % av råvaruvärdet för celltal och sporer i leverantörmjölk. Utdrag ur Kvalitetsprogrammet Arlagården – version 4.0 (Arla, 2013)

| Analys | Analysfrekvens | Gränser | Tillägg och avdrag, % av råvaruvärde |
|----------------|----------------|------------|--------------------------------------|
| Celltal | 1/leveransdag | < 200 | + 2 % |
| | | 201 - 300 | + 1 % |
| | | 301 - 400 | ± 0 % |
| | | 401 - 500 | - 4 % |
| | | 501 < | - 10 % |
| Sporer | 1/fyra veckor | < 400 | + 1 % |
| | | 401 - 4000 | ± 0 % |
| | | 4001 < | - 4 % |

Kostnad för sänkt hälsoläge

Kostnader för en ökad förekomst av kliniska mastiter och klövspaltsinflammationer kan kopplas till smutsiga och söndertrampade drivningsgator (Svensk Mjölk, 2012). Enligt en studie av Nielsen (2009) kostar en klinisk mastit, under nuvarande svenska förhållanden, i genomsnitt 2800 kr. Kostnaden utgörs inte enbart av veterinärbehandling utan även av reducerad mjölkproduktion, extra arbetsinsatser och ökade kostnader för rekrytering till följd av tidig utslagning av mjölkkor. Liksom för mastit bidrar klöv- och benproblem till ett flertal utgifter för lantbrukaren, såsom sänkt avkastning, veterinärundersökning och behandling, sänkt fertilitet och tidig utslagning (Oskarsson, 2008; Cha et al., 2010). Uppgifter om hur mycket en klövspaltsinflammation generellt kostar i sin helhet under svenska förhållanden har dock inte återfunnits i litteraturen.

Arbetsmiljö och kostnad för arbetskraft

En välfungerande drivningsgata är viktigt för att underlätta och effektivisera mjölkningsarbetet (Lindgren och Benfalk, 2004). Blir drivningsgatan söndertrampad leder det till smutsiga djur, vilket innebär att lantbrukaren måste lägga ner mer tid på rengöring av juvret vid mjölkning (von Wachenfelt, 1997).

Utformning av drivningsgator och andra högt belastade ytor

Planering drivningsgator och grindhål

För att hålla djuren rena, undvika söndertrampad mark och uppehålla en bra kotrafik mellan bete och stall krävs en välfungerande drivningsgata som är anpassad till såväl djurens som lantbrukarens behov. Det är även viktigt att övergångarna i grindhålen mellan betesfålla och drivningsgata fyller dessa behov. Ett flertal faktorer finns att ta hänsyn till vid planerandet av dessa ytor. Först och främst måste beslut tas om huruvida ytorna enbart skall trafikeras av kor, eller om de även måste klara maskintrafik. Sedan är det även bra att uppskatta hur många passager det blir under en betessäsong, för att få en uppfattning om hur stor belastningen blir. För att öka hållbarheten av ytorna är det viktigt att eftersträva en låg gödselbelastning (Lindgren och Benfalk, 2004).

Hur uppnås god kotrafik?

En fungerande kotrafik är viktigt för att inte allt för mycket arbetstid skall läggas på att driva korna. På gårdar med robotmjölkning är det absolut nödvändigt eftersom korna skall röra sig mellan bete och stall helt utan att bli drivna. Därför är det bra med ett underlag som tilltalar korna att gå på (Lindgren och Benfalk, 2004).

För att få en bra kotrafik bör underlaget vara mjukt men fast eftersom kor med tendens till hälta sänker takten på hårda underlag (Lindgren och Benfalk, 2004). Berry et al. (2008) påvisade att kors grad av hälta samt med vilken hastighet de går i en drivningsgata till bete påverkas av vilket underlag de går på. Korna i försöket gick betydligt snabbare och påvisade mindre hälta på ett underlag av sand och gummikulor jämfört med ett hårdare underlag av packat kalkmjöl. Svenska studier i inomhusmiljö har visat att kor, såväl halta som icke-halta, har en bättre rörlighet och går med längre steg på golv som är belagt med en gummimatta jämfört med på betong, vilket kan tyda på att de känner ett visst obehag av att gå på hårda ytor (Telezhenko och Bergsten, 2005). Andra studier har även visat att kor föredrar att gå och vistas på ett gummibeklätt golv framför att gå och vistas på ett betonggolv (Telezhenko et al., 2007).

Det skall vara lätt att passera en ko som stannat upp för att undvika aggressiva interaktioner i drivningsgatan, därför bör den vara minst 2,4 meter bred. För större besättningar kan en bredare gata ge bättre kotrafik. Det bör inte heller placeras vattenrör eller annat som kan stoppa upp trafiken och en tillräckligt bred ingång i stallet är viktigt för att undvika köbildning (Lindgren och Benfalk, 2004).

Planera övergångar i grindhål

Att planera för övergångar i grindhål mellan drivningsgatan och betesfålla är viktigt då denna yta oftast utsätts för en extra belastning. En relativt enkel åtgärd för att minska markbelastningen är att vatten- och fodertilldelning sker skiljt från betesinsläppet. Trycket på dessa ytor kan även minskas genom att göra breda övergångar, fler ingångar till betesfållan samt ordna extra dränering eller markstabilisera ytan (Wachenfelt, 1997). Andra möjliga åtgärder är att låta drivningsvägen fortsätta en bit ut i betesfållan samt placera ingången högt på torr mark (Lindgren och Benfalk, 2004).

Eftersträva en låg gödselbelastning

För att eftersträva en låg gödselbelastning bör drivningsgatan utformas så att stillastående köbildning i gatan och grindhål undviks. Det är även en fördel att låta korna gå ett stycke inne i stallet innan de når drivningsgatan, eftersom de då gödslar innan de når drivningsgatan (Lindgren och Benfalk, 2004; von Wachenfeldt, 1997). Lindgren och Benfalk (2003) och von Wachenfeldt (1997) konstaterade i sina studier att mängden gödsel som hamnar i drivningsgatorna beror på om korna varit i rörelse innan de antrar drivningsfällan. Om korna får vänta vid drivningsgatans ingång innan de börjar gå så är risken betydligt större att de gödslar i drivningsgatan eller i grindhålet, detta gäller både till och från bete. Studierna visade även att den yta utanför stallet som korna gödslade mest på var planen direkt utanför ladugården, eftersom de kor som inte hann gödsla i stallet gödslade där.

Enligt svenska djurskyddsföreskrifter skall ytor som är hårt belastade vara hårdgjorda, dränerade eller ha en motsvarande naturlig funktion (SJV, 2010). Av denna anledning är det lämpligt anlägga en hårdgjord yta utanför stallet, då denna utsätts för det högsta gödseltrycket. Denna yta bör även vara sluttande och ha en avrinning till gödselbrunn, så att regnvatten och urin samlas upp. Ytan bör även rengöras regelbundet (Lindgren och Benfalk, 2004).

Anläggning och dränering av hårt belastade ytor

Ett flertal av de studier som presenteras är studier på drivningsgator, men åtgärderna är även aktuella för andra hårt belastade ytor i betesfällorna. För att få välfungerande drivningsgator och grindhål bör dessa anläggas på fast och väl-dränerad botten där det finns ett bärande lager av grus eller kross. Eventuella håligheter där vatten kan ansamlas bör planas ut och det är även en fördel om drivningsgatan och övergången till betesfällan ligger något högre än den omgivande marken, med fall åt sidorna så att eventuellt regnvatten kan rinna bort. För att få en fast botten att anlägga på är det mycket viktigt att packa materialet väl vid anläggning samt att i största möjliga mån undvika att köra på mjuka material (Lindgren och Benfalk, 2004)

Dränering

Ett flertal studier och undersökningar har visat att anlägga drivningsgator på väl-dränerat underlag är att föredra då de blir tåligare mot tramp. Lindgren och Benfalk (2003) påvisade att bark som anlagts på dränerat underlag gav ett bättre resultat på högt belastade ytor än bark som anlagt på odränerat underlag. Försöket visade även att grus på odränerat underlag av mellan-styv lera blev vattenmättad betydligt snabbare under regniga förhållanden jämfört med grus som anlagts på dränerat underlag. I en fältstudie visade von Wachenfeldt (1997) att gårdar som anlagt sina drivningsgator på mark som har en god dränering hade renare djur och lade mindre tid på rengöring vid mjölkning. Dränering av drivningsgator och uppsamlings fällor kan rekommenderas även för att sänka *Bacillus cereus* sporhalterna i mjölken under betesperioden (Zetterfeldt, 1999).

Markstabiliserande material

De finns ett flertal olika material som kan användas på högt belastade ytor som skall skyddas mot trampsador. Hur ytan skall användas och vilken inverkan materialet har på kornas klövar är viktiga faktorer. Även naturliga förutsättningar och klimat är faktorer som skall vägas in för att få ett bra resultat. Med naturliga förutsättningar menas exempelvis vilken typ av jordart som ytan skall anläggas på samt om marken är väl-dränerad eller ej (Lindgren och Benfalk, 2004). Kostnaden av anläggningen har en stor betydelse för utformningen av den hårt belastade ytan. Kostnaden kan variera mycket beroende på materialtillgång, transport-, arbets- och maskinkostnad (Lindgren och Benfalk, 2003).

Geotextilier, markväv och geonät är lämpligt att använda för att skilja olika lager åt och förhindra att det markstabiliserande materialet sjunker ner i underliggande jordlager. Då geotextilierna medför att

trycket från djurens klövar fördelas ut på en större area kan det bärande lagret vara tunnare. Anläggs markstabiliseringen på fast mark räcker det med icke-vävda geotextilier, men är marken blöt bör vävda geotextilier eller geonät användas. Geotextilier skall inte anläggas som översta lagret utan bör skyddas med ett slitlager på 10-20 cm ovanpå textilen (Hansen et al., 2002).

Armeringsmatta

Armeringsmattan är utformad som ett kraftigt plastnät som är slitstarkt och relativt lätt att hantera (Lindgren och Lindahl, 2007). En försäljare av armeringsmattor på svenska marknaden uppger att den tål maskintrafik och en vikt av upp till åtta ton per axel (Agronaut, 2013). I en studie av Lindgren och Lindahl (2007) påvisades att högt belastad mark som var täckt med armeringsmatta var betydligt mindre skadad av tramp än mark som inte var förstärkt.

För att få ett bra resultat bör armeringsmattan anläggas på torr och väl packad mark. Om marken inte är väl packad finns risken för att marken under mattan gröps ur och armeringen sjunker ner i marken. Vill man ha en robust yta så bör geotextil placeras under armering, särskilt om det anläggs på en yta med dålig vegetation eftersom jordpartiklar då kan krypa upp och marken gröpas ur under mattan (Lindgren och Lindahl, 2007).

Då användningen av armeringsmattor är en relativt ny företeelse på djurgårdar är anläggningens hållbarhet i denna typ av miljö inte helt fastställd. Lindgren och Lindahl (2007) gjorde i sin studie fältstudier på gårdar som använde armeringsmattan upp till tre år och där påvisades att en bra anläggning kan bidra till att mattan håller betydligt längre än tre år. I studien beskrivs två mjölkgårdar där armeringen använts med gott resultat. På den ena gården var armeringen anlagd i en drivningsgata för 60 mjölkkor där korna hade tillgång till bete april-okt/nov och på den andra var armeringsmattan anlagd under vattentråget i en beteshage till 35 mjölkkor. De främsta skadorna som dokumenterades i studien var orsakade av traktorredskap som använts vid rengöring av mattan. De enda skadorna som kunde hänvisas till djuren var när armeringsmattan på en av gårdarna hade placerats under en foderhäck på en gård med ungtjurar där djuren tog spjörn mot mattan. I studien konstaterar författarna även att armeringsmattan kan skyddas genom ett täckande lager av sand, halm eller annat material.

Fördelen med armering jämfört med att byta ut matjordslagret mot ett mer stabiliserande material, såsom bark eller grus, är att det är relativt lätt att ta bort armeringsmattan då marken torkat upp om det finns behov att flytta vattentråget eller plöja upp ytan. Mattan bör rengöras innan den lyfts, annars kan den bli väldigt tung. Mattan kan göras ren genom att skrapa med traktorskopa, dock skall man vara försiktig så att skopan inte river upp armeringen (Lindgren och Lindahl, 2007).

Bark

Bark är ett funktionellt material att använda som markstabiliserare, men det är viktigt att anlägga, underhålla och trafikera det på ett korrekt sätt för att få ett bra resultat med en god hållbarhet. Materialet tål inte maskintrafik, vilket gör att det inte bör anläggas på ytor där maskiner skall köra, till exempel vid utfodringsplatser där foder levereras med maskiner. Därför kan det även vara bra att ha i åtanke att om ytan med bark görs bred så kan det vara svårt att komma åt och jämna till materialet under betessäsongen utan att köra på den. Vid anläggning är det bra att använda geotextil, eftersom bark lätt blandas med den underliggande jorden annars. Det är även bra att anlägga barken med kanter runt för att undvika att materialet flyter ut (Lindgren och Benfalk, 2003).

Lindgren och Benfalk (2003) utvärderade i en studie hur bark skall anläggas för att få ett bra resultat. Där drar de slutsatsen att det är viktigt att barklagret är tillräckligt djup och packas ordentligt vid anläggning. Ett tunt och dåligt packat lager ökar risken för att nötningen av materialet blir mer omfattande, vilket förkortar livslängden på barken. Det resulterar även i att barken luckras upp snabbt

av kornas tramp och att djupa gropar bildas. Djuren riskerar då att trampa igenom barklagret och dra upp lera, som sedan blandas med barken. För att få en bra anläggning kan det vara av intresse att dränera drivningsgatan. Studien visade att en odränerad drivningsgata på mellan/styv lera med en 30 cm djup barkbädd och ca 20 000 passager/säsong knappt klarar två säsonger. Ett barklager med detta djup på en yta med denna omfattning av passager bör därför bytas ut varje säsong. Den dränerade drivningsgatan klarade sig betydligt bättre och inget material behövde bytas ut förrän säsong fyra, dock behövde bark fyllas på under andra året.

Lindgren och Benfalk (2003) redovisar även en sammanställning av hur några olika lantbrukare upplevt användningen av bark. Där konstateras att det krävs relativt tjocka lager bark för att få en långsiktig hållbar yta. En lantbrukare upplevde att lager på 10-20 cm lätt trampas igenom av korna och att barken bör anläggas i lager på åtminstone 30-40 cm. En lantbrukare som använt bark i drivningsgatan till sina mjölkkor uppskattade materialet eftersom det hade minskat mängden grus och lera som släpas in i stallarna. Några lantbrukare som använde bark på vistelseytorna för sina köttdjur hade djupa barkbäddar, en uppgav att tjockleken på lagret inte bör vara under 60-70 cm för att fungera.

Bark som utsätts för mycket nederbörd och står under vatten under en period blir mycket uppluckrad och trampas snabbare sönder. Man skall även försöka undvika allt för mycket lerinblandning. Det tycks påverka hållbarheten negativt (Lindgren och Benfalk, 2003). Bark som utsätts för träck och urin har en högre mikrobiell nedbrytning än annan bark. Detta eftersom barken är konstant fuktig, vilket ger en gynnsam miljö för mikroorganismer, samt att träck och urin tillför näringsämnen som krävs för att mikroorganismerna skall tillväxa. Bark kan lagra in betydliga mängder kväve från träck och urin, speciellt i översta lagret där gödsel främst ansamlas. Man har även sett en ökad kalium- och fosfor profil i bark som utsatts för träck och urin under en längre period jämfört med oanvänd bark. Eftersom bark är ett organiskt material skulle det kunna spridas ut på åkern efter att ha använts som markstabiliserare. Men även om barken är full med träck och urin kan den inte användas som snabbverkande kvävegödselmedel, eftersom kvävet är hårt bundet. Däremot ger barksubstratet en positiv effekt på markens humushalt och tillför växtnäring som blir tillgängligt för grödan när barkbädden omsätts (Öhrn, 1998).

Tidigare var bark ansett som ett relativt billigt material att använda, den största utgiften var vanligtvis transportkostnaden. Nu börjar dock intresset för att använda bark till bränsle öka, vilket ökar andrahandsvärdet på spillbark. Därför drivs valet att använda bark som markstabiliserande material av hur utbudet av bark ser ut i närområdet samt vad det kostar att transportera barken. Utöver anläggningkostnaden tillkommer underhållskostnaden i att antingen byta ut eller fylla på bark varje säsong. För att slippa att fylla på barkbädden bör den vara mycket väl packad och ca en meter djup. Eftersom barklagret inte tål maskintrafik är det en fördel att byta ut det översta lagret genom att skrapa av det med traktorskopa när tjälen börjar släppa på våren (Lindgren och Benfalk, 2003).

Material och Metoder

Plats och design för fältförsöket

Försöket utfördes i betesfällor som nyttjades av mjölkobesättningen vid Lövsta, Nationellt Forskningscentrum för Lantbrukets djur, under betesperioden 2013. Då projektets syfte var att studera och utvärdera olika markstabiliserande material på hårt belastade ytor i betes- och drivfällor valdes betesfällornas grindhål som försöksytor. De tre behandlingar som utvärderades var:

- Kontroll – ingen markstabiliserande åtgärd
- Armering med matta av kraftigt plastnät och kalkgrus som dressmaterial i skarvarna
- Bark som ytlager ca 25-30 cm djupt + markduk under barkbädd

De tre behandlingarna anlades med tre upprepningar i ett randomiserat blockförsök. Nio fällor valdes därför ut till att ingå i försöket (se bild 41, bilaga 1). Dessa nio fällor delades upp i tre block (se tabell 2) utifrån hur de var lokaliserade, varje block utgjordes av fällor som angränsade till varandra. Behandlingarna slumpades till de olika fällorna inom blocken (se tabell 2).

Tabell 2. Blockfördelning av betesfällor med förteckning om behandling samt vilken mjölkko-grupp som var avsedd att nyttja fällorna.

| Block | Kontroll | Armering | Bark | Betad av djur i stallgrupp |
|-------|----------|----------|------|----------------------------|
| I | 22C | 22A | 22B | VMS |
| II | 11 | 13 | 12 | AMR |
| III | 16 | 14 | 15 | AMR |

Anläggning av försöksytor

Enligt försöksplanen skulle försöksytan motsvara ytan av en kvadrat med sidor ca 1,5 gånger grindhålets bredd. Samtliga grindhål till de betesfällor som ingick i försöket var fyra meter breda, därför var målet att varje försöksyta skulle omfatta $(4 \text{ m} \cdot 1,5) \times (4 \text{ m} \cdot 1,5) = 36 \text{ m}^2$.

Vid block II och III fanns en redan anlagd drivningsgata med ett ytlager av grus placerat på geotextil och ett dränerande lager av stenkross. Denna var anlagd några centimeter högre än marken i betesfällan. Detta försvårade anläggningen av försöksytorna något, då försöksytorna i dessa fällor fick anläggas nedanför drivningsgatan och sluttas upp mot den för att undvika att en kant bildas. Vid block I kunde försöksytorna anläggas plant med drivningsgatan som enbart bestod av trampad jord med ett tunt lager av kalkgrus. Se bild 42-44, bilaga 2, för försöksytornas placering i relation till grindhålen.

Kontrollyta utan markstabiliserande åtgärd

Som kontrolltytor användes ytor i grindhål där inga markstabiliserande åtgärder utförts.

Armering

Till försöket användes en armeringsmatta förstärkt med en fiberduk (geotextil) som var limmad på undersidan av armeringsmattan. Armeringen levererades i rullar om 2 x 20 meter, till varje försöksyta användes en rulle. Vid anläggningen jämnades marken ut genom att översta jordlagret skrapades av och ytan plattades till med en grävmaskinsskopa (se bild 1). Sedan delades en rulle armering upp på tre ca 6,5 m långa längder som placerades bredvid varandra på den preparerade ytan (se bild 2). Längderna fästes i varandra med hjälp av buntband. Sidorna vinklades och grävdes ner i marken för att fästa mattan och försäkra att den inte skulle rulla upp under försökets gång. Lindgren och Lindahl (2007) anger att

armeringsmattor skall förankras med järnbyglar som trycks ner i marken. Dessa hade dock slutat användas vid försökets start. Försäljaren uppgav att järnbyglar lossnat och åkt upp och orsakat skador på djur, därför rekommenderas dessa inte längre att användas. Istället användes kalkgrus som dressmaterial i skarvarna i detta försök (se bild 3).



Bild 1. Preparering av yta



Bild 2. Placering av matta



Bild 3. Anlagd armering

Bark

Vid anläggning av barken schaktades ca 20 cm av matjordlagret bort från en yta av ca 6 x 6 meter (se bild 4). Vid block I, fålla 22B, blev det dock något djupare då ca 25 cm schaktades bort. I det preparerade hålet placerades en geotextilduk som motsvarade ytan av hålet (se bild 5). På geotextilen placerades barken så att den fyllde upp hålet. I fålla 22B fylldes barken upp så att försöksytan var i jämnhöjd med omgivande mark, vilket gav ett totalt 25 cm djupt lager. I fålla 12 och 15 fylldes barken på så att försöksytan var ca 5-10 cm högre än omgivande yta, vilket gav ett totalt 25-30 cm djupt lager. Barkbädden packades med hjälp av grävmaskinen som tryckte till den med skopan (se bild 6).

Vid anläggning användes dokumentation från Lindgren och Benfalk (2003), där rekommendationen var att en barkyta på 30-40 cm skulle användas. Att en anläggning valdes där enbart ca 20 cm av matjordlagret schaktades bort berodde på att det ansågs vara osäkert att schakta en djupare grop på mark med hög lerhalt. Då lerjord är tät och har relativt låg vattengenomsläpplighet ansågs risken vara hög för att den schaktade gropen skulle fungera som ett öppet dike där vatten kunde ansamlas. Därför schaktades en grop som var grundare än barkytans avsedda tjocklek och barkytan anlades istället en bit högre än omgivande mark. Att barkytan i 22B inte anlades högre än omgivande mark berodde på att det då bildats en ”kulle” som korna skulle gå över eftersom drivningsgatan var jämnhög med betesfällan. Detta problem fanns inte i fålla 12 och 15 eftersom drivningsgatan var anlagd högre än betesfällan (pers. med. Salomon, 2013).



Bild 4. Preparering av yta



Bild 5. Placering av geotextil



Bild 6. Anlagd barkyta

Metoder för utvärdering av försöksytor

Försöksytorna skiljde något från varandra i storlek och form eftersom förutsättningarna skilde sig mellan blocken samt att det var svårt att ha en hög precision vid anläggningen. För att få en utvärdering av ytorna som inte påverkades av deras storlek beslutades att den ytan som utvärderades omfattade samma storlek rent areamässigt på samtliga försöksytor. Därför anpassades storleken på utvärderingsytan efter den försöksyta som var minst rent areamässigt. Detta resulterade i att en yta på 5 x 6 m = 30m² utvärderades på samtliga försöksytor.

Dokumentation av försöksytorna utfördes innan betessäsongens start (dokumentation 1), under pågående betessäsong (dokumentation 2-4) samt efter betessäsongens avslut (dokumentation 5). Under pågående betessäsong gjordes dokumentation med ca sex veckors mellanrum i början av säsongen och sedan med ca 4 veckors mellanrum i slutet av säsongen. Att dokumentationen gjordes med kortare mellanrum under slutet av betessäsongen berodde på att det förväntades komma mer nederbörd under denna period. Enligt Warren et al. (1986) resulterar mer nederbörd i förvärrade trampskador, därför var det av intresse med en högre frekvens på dokumentationen. En sammanställning av datum för dokumentationstillfällen finns i tabell 3. Betessäsongen pågick 23 maj till 9 september för VMS-gruppen samt 3 juni till 17 september för AMR-gruppen. Dokumentationen omfattade beräkning av gropindex och fotografering av försöksytor.

Tabell 3. Datum för studiens dokumentationstillfällen av försöksytorna.

| Dokumentation | Datum | Fotografering och gropindex | Vegetationstäckning |
|---------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1 | Fålla 22A-22C, 12-16 | 20-23/5 | X |
| | Fålla 11 | 17/6 | X |
| 2 | Samtliga fållor | 27-28/5 | |
| 3 | Samtliga fållor | 6-7/8 | |
| 4 | Samtliga fållor | 3-4/9 | |
| 5 | Fålla 22A-22C | 12-13/9 | X |
| | Fålla 11 – 16 | 25-27/9 | X |

Fålla 11

Fålla 11, där försöksytan var en kontroll, var inte fullständigt klar i utformning och hade ej stängslats vid försökets start. Därför är vegetationstäckningen och utvärderingen av försöksytan gjord ca två veckor senare än för de övriga fållorna. Försöksytan i fålla 11 var även annorlunda utformad än de övriga försöksytorna eftersom den markstabiliserade ytan (naturgrus) runt vattentråget sträckte sig fram till grindhålet. Därför placerades försöksytan i en nystängslad drivningsgata som djuren passerad över på väg in i fålla 11 (se bild 44, bilaga 2). Denna drivningsgata hade inte behandlats med några markstabiliserande åtgärder och kunde därför fungera som en fullgod kontrollyta.

Gropindex

Graden av deformation av försöksytorna innan, under och efter betessäsongen utvärderades med ett gropindex. Detta gropindex är tidigare beskrivet av Lindgren och Benfalk (2003) på bark samt av Lindgren och Lindahl (2007) på armeringsmattor. Metodiken utgörs av att antalet gropar med djupet 2-5 cm, 5-10 cm samt >10cm räknas på försöksytan. Sedan konverteras antalet gropar om i ett gropindex där gropar som är 2-5 cm multipliceras med faktor 1, 5-10 cm med faktor 2 och >10 med faktor 3. I denna studie räknades antalet gropar i 30 slumpmässigt utvalda rutor på varje försöksyta. Rutorna hade sidorna 0,5 x 0,5m och 30 rutor motsvarade därför 25 % av den totala ytan som utvärderas. Rutorna som

dokumenterades valdes genom lottdragning. Ny lottdragning gjordes för varje enskild försöksyta och varje enskilt dokumentationstillfälle. Vid registreringen av gropar användes en fyrkansram med sidorna 0,5 x 0,5 m, för att avgränsa den yta där gropar skulle registreras, samt en linjal som mätte djupet på roparna. I Lindgren och Benfalk (2003) registrerades endast gropar som hade mer än 50 % av sin yta innanför försöksrutan. I denna studie registrerades dock alla gropar som kunde iakttas innanför försöksrutan utan att ta hänsyn till hur stor del av gropen som var innanför. Detta eftersom man vid första dokumentationen upplevde att det var svårt att avgöra var gropar i armeringsmattan började och slutade, vilket gjorde det svårt att avgöra hur stor del av gropen som var innanför försöksrutan.

Fotodokumentation och visuell utvärdering

Vid varje dokumentationstillfälle fotograferades ytorna för att eventuella förändringar skulle kunna utvärderas visuellt efter att betessäsongen avslutats. För att tydliggöra ojämnheter i ytan placerades två pinnar på varsin sida av försöksytan vid fotograferingen. Mellan dessa pinnar fästes ett snöre 5 cm ovan mark och sedan lades ett snöre längs marken under det uppspända snöret. Detta medförde att man sedan på bild tydligt kunde se eventuella gropar genom att studera avståndet mellan snörena. Ytan fotograferades från olika vinklar för att få en bra helhetsbild.

Den visuella utvärderingen baserades på bilder av försöksytorna och bedömning av huruvida ytan var platt eller ojämn, hur kanterna mot drivningsgatan och betesfällan såg ut samt om ytan var lerig eller torr. Bedömning gjordes även om vilka förändringar som skett sedan föregående dokumentation. Även ytan i betesfällan som omgav försöksytan bedömdes utifrån fotografierna. Arean på denna yta är dock inte konstant mellan varje yta och dokumentationstillfälle eftersom inga gränsmarkeringar gjordes när fotografierna togs. Under dokumentationen gjordes anteckningar om specifika detaljer som dök upp vid dokumentationen, dessa har används som hjälpmedel vid den visuella värderingen.

Barkstruktur

Efter betessäsongen togs barkprover för att studera eventuella strukturförändringar som kunde vara en bidragande orsak till förändringar av försöksytan i sin helhet. På varje barkyta togs fem barkprover, ett i mitten av ytan och fyra ca 0,5 meter diagonalt från varje hörn. Barkproverna togs med en liten spade som gjorde ett tvärsnitt genom hela barklagret. Varje delprov innefattade därför barkfiber från såväl yt-, som mellan- och bottenlager. Varje barkprov omfattade ca 2 dl bark, totalt 10 dl bark togs därför från varje försöksyta. Barken lades ut i ett tempererat rum för torkning i en vecka. Efter att barken torkat togs ca 3 dl från varje försöksyta, dessa lades ut på ett vitt underlag och fotograferades tillsammans med ett måttband för att få en omfattning om hur fibrerna skiljde från varandra.

Registrering av passager

Samtliga betesfällor som ingick i försöket utnyttjades av mjölkbesättningen på Lövsta. Block I nyttjades av ca 60 kor som gick i en avdelning där de mjölkades av en mjölkkningsrobot (VMS). Denna grupp omnämns som VMS-gruppen i studien. Gruppen mjölkades kontinuerligt under hela dygnet, såsom brukligt på gårdar med VMS. De kunde gå till och från betet flera gånger under de tider på dygnet som de hade tillgång till betet. Under delar av sommaren pågick ett försök med denna grupp som medförde att de hade tillgång till betet olika stora delar av dygnet. Detta påverkade dock inte denna studie. Block II och III nyttjades av ca 150 kor som gick tillsammans i en betesgrupp under större delen av sommaren. Dessa kor mjölkades två gånger per dag vid bestämda tider i en robotkarusell (AMR). Denna grupp omnämns som AMR-gruppen i studien.

Trampskadornas omfattning påverkas av antalet kor som passerar över ytan (Warren et al., 1986). Därför utfördes dagliga registreringar av passager genom de grindhål som ingick i studien. Då Block I nyttjades

av korna från stallets VMS-grupp medan Block II och III nyttjades av kor från stallets AMR-grupp gjordes registreringarna på två olika sätt.

VMS-grupp

Dessa kor passerade genom en selektionsgrind som var placerad i början av drivningsgatan när korna var på väg ut till betet. Denna grind registrerade varje passage med tidpunkt och ID-nummer på ko. Informationen från grinden har sedan använts till att beräkna totala antalet passager ut till betesfällorna. Detta antal har sedan multiplicerats med två för att få fram totala antal in- och ut passager över försöksytorna.

AMR-grupp

Under större delen av betessäsongen var dessa kor inne i stallet dagtid och drevs ut till betesfällan kvällstid av personal i stallet. Grinden till betet lämnades sedan öppen, så att korna hade möjlighet att återvända till stallet när de ville under natten. Under perioden då denna betesrutin användes registrerade personalen i stallet hur många kor som drevs ut till betet kvällstid. Detta antal multiplicerades sedan med två för att få fram totala antalet in- och ut passager över försöksytorna.

Under en vecka pågick ett försök som bidrog till att korna hade möjlighet att gå in till stallet och ut till betet flera gånger under dagen. För att beräkna antalet passager under denna period användes data från en selektionsgrind som korna passerade genom när de återvände till stallet från drivningsgatan. Data från denna grind visade hur många passager det var per dag. Den visade även hur lång tid som passerat sedan det enskilda djuret passerat genom en ID-grind som var placerad precis innanför utgången från stallet, d.v.s. den visade hur länge det individuella djuret varit utanför stallet. Enligt information från personal i stallet var det flera kor som vände tillbaka in i stallet direkt utanför dörren utan att gå till betet, detta eftersom det var dåligt med foder på betet till följd av den torra sommaren. Eftersom dessa individer troligtvis vänt tillbaka till stallet utan att ha passerat över försöksytorna beslutades att alla kor som hade en passagetid mellan de två grindarna som var kortare än ett visst gränsvärde skulle sorteras bort från passageregistreringarna. Utifrån diskussioner med personal i stallet antogs därför ett gränsvärde på 60 minuter, alla kor som hade en passagetid under 60 minuter mellan ID-grind och selektionsgrind togs därför bort från passageregistreringarna. De kvarvarande registrerade passagera multiplicerades med två för att få totala antalet in- och ut passager över försöksytan.

Övriga djur

Under perioder av betessäsongen har vissa av betesfällorna nyttjats av ungdjur och sinkor eftersom det varit dålig tillgång till bete. Dessa djur har inte gått in och ut från betesfällorna och därför har inga passager registrerats dagligen. Dock har dessa djur beräknats passera över ytorna en gång om dagen då de vandrat runt i fällan.

Vegetationstäckning

För att få en bedömning av hur betesfällan påverkades i helhet under betessäsongen utfördes dokumentation av vegetationstäckning. Dokumentationen gjordes både innan och efter betessäsongen. Genom att dokumentera vegetationstäckningen i betesfällorna ges en bild av hur hårt betesyten blivit påverkad av betessäsongen.

Bedömning av vegetationstäckningen utfördes genom att en person gick tvärs över betesfällan enligt den M-formation som redovisas i bild 7. En fyrkansram, 0,5 x 0,5 m, placerades på marken var femte meter. Vegetationstäcket utvärderades sedan i varje ruta enligt följande skala: 0 = 0 % (svart jord), 1 = 1-25 % vegetationstäckning, 2 = 26-50 % vegetationstäckning, 3 = 51-75 % vegetationstäckning och 4 = 76-100 % vegetationstäckning.

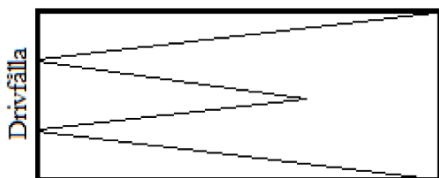


Bild. 7: M-formation efter vilken personen som utvärderade vegetationstäckets i betesfällan förflyttade sig.

Väderobservationer

För att dokumentera lufttemperatur och nederbördsmängd placerades en väderstation vid betesfällorna. Väderstationen placerades så nära betesfällorna som möjligt utan att korna skulle nå den. Under de första veckorna fanns dock ingen väderstation, därför gjordes registreringar manuellt av nederbörd och en mini-log dokumenterade dygnstemperaturen. Se väderstationens placering bild 41, bilaga 1. Vid slutet av betessäsongen togs även värden fram på hur mycket nederbörden i området generellt skiljde sig från normalvärdet. Dessa värden är tagna från Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI). Det normalvärde som används av SMHI är framtaget som ett medel av observationer år 1961-1990 i Uppsala.

Kostnadsberäkning

Vid kostnadsberäkningen användes priserna som betalats för det material som köpts in till studien. Samtliga kostnader räknades om för att omfatta en sammanhängande yta på 100 m², detta för att göra kostnadsberäkningen mer applicerbar på reella förhållanden och möjliggöra jämförelser med kostnaden för andra alternativa material och anläggningar. Kostnaden för den arbetstid som användes i kalkylerna togs fram genom resonemang kring anläggningens verkliga arbetsåtgång tillsammans samt vad arbetsteamet uppskattade att de skulle lägga på en sammanhängande drivningsgata av måttet 100 m². Dessa siffror jämfördes med siffror på arbetsåtgång som angetts i Lindgren och Benfalk (2003) för att få fram så verklighetsbaserade siffror som möjligt.

Vissa beräkningar gjordes på livslängden av försöksytorna samt vad underhållskostnaden skulle kosta under kommande år för att få en uppfattning om hur kostanden ser ut under en längre tidsperiod. Då denna studie enbart omfattade en säsong fanns inga registrerade värden på underhåll, därför är de siffror som använts i kalkylerna framresonerade utifrån försöksytornas kondition efter betessäsongen 2013, kompletterat med data från Lindgren och Benfalk (2003).

Statistisk analys

En statistisk analys genomfördes för att studera vilka faktorer som påverkat gropindex, dvs. antalet gropar som registrerats på försöksytan i varje fälla vid varje dokumentationstillfälle. Gropindex utgjorde responsvariabeln (Y) i de analyser som genomfördes. Värdet för gropindex vid den första dokumentationen (som gjordes före betessäsongens början) användes som kovariat i den statistiska analysen. Återstående fyra dokumentationstillfällen utgjorde upprepade mätningar på de nio försöksytorna (fålla) i en statistisk analys där gropindex var beroende variabel.

För den statistiska analysen användes proceduren PROC MIXED i datorprogrammet Statistical Analysis Systems (SAS, 2008) med upprepade mätningar. Proceduren PROC MIXED genererade skattningar av varianskomponenter. Programraden REPEATED / SUBJECT = fålla användes för att ta hänsyn till att flera dokumentationer gjordes i samma fälla vid olika tidpunkter (dokumentationstillfällen). För att specificera kovariansstrukturen mellan de olika dokumentationerna sattes TYPE = UN. Detta innebär att det i den statistiska analysen skapas en ostrukturerad kovariansmatris där varje varians bedöms utan

tidigare bestämda restriktioner, i detta fall lämpar det sig att använda eftersom det inte fanns några tydliga mönster i varianserna. I den slutgiltiga modellen ingick samtliga 36 observationer (9 fållor x 4 dokumentationstillfällen). En förenklad modell utan upprepade mätningar testades även i en separat analys baserat på enbart resultaten från sista dokumentationstillfället (efter säsongens slut). Den förenklade modellen gav liknande, men något mer osäkra, resultat som den valda modellen och förkastades därför.

Effekten av en rad oberoende variabler (X) på gropindex testades för samband med gropindex. Variablerna finns sammanfattade och förklarade i tabell 4. De oberoende variablerna som testades i modellen var effekten av block och dokumentationstillfälle samt olika mått på antalet passager av kor över försöksytorna, mängd nederbörd som fallit och antalet passager under regniga perioder.

Tabell 4. Sammanställning av oberoende variabler som studerades som förklaringsvariabler för gropindex i olika modeller i statistiska analyser

| Parameter | Beskrivning av x-variabel |
|------------------------------|--|
| Behandling | Vilken behandling (kontroll, armering eller bark) |
| Omgång | Mättillfälle då observationerna gjordes (2-5) |
| Block | Block där observationerna gjordes (1-3) |
| Passager totalt | Antal passager sedan försökets start på den enskilda försöksytan vid varje dokumentationstillfälle |
| Passager nya | Antal passager sedan föregående dokumentationstillfälle på den enskilda försöksytan |
| Nederbörd totalt | Mängden nederbörd sedan försökets start vid varje dokumentationstillfälle |
| Nederbörd ny | Mängden nederbörd sedan föregående dokumentationstillfälle |
| Regnpassager 1 mm tot | Antal passager på den enskilda försöksytan under dagar med mer än 1 mm nederbörd sedan försökets start. Beräknat för varje dokumentationstillfälle. |
| Regnpass 1 mm nya | Antal passager på den enskilda försöksytan under dagar med mer än 1 mm nederbörd sedan föregående dokumentationstillfälle |
| Regnpass 5 mm tot | Antal passager på den enskilda försöksytan under dagar med mer än 5 mm nederbörd sedan försökets start. Beräknat för varje dokumentationstillfälle. |
| Regnpass 5 mm nya | Antal passager på den enskilda försöksytan under dagar med mer än 5 mm nederbörd sedan föregående dokumentationstillfälle |
| Regnpass 10 mm tot | Antal passager på den enskilda försöksytan under dagar med mer än 10 mm nederbörd sedan försökets start. Beräknat för varje dokumentationstillfälle. |
| Regnpass 10 mm nya | Antal passager på den enskilda försöksytan under dagar med mer än 10 mm nederbörd sedan föregående dokumentationstillfälle |

Samtliga variabler i tabell 4 prövades i modellen och även ett antal samspel men de flesta av dessa var ej signifikanta och därför uteslöts de ur modellen. Endast variabeln behandling var signifikant. Den slutgiltiga modellen innehöll därför endast variablerna behandling (kontroll, bark och armering) och kovariat (antal gropar vid start) med fålla som upprepad mätningseenhet.

Minstakvadratmedelvärden från modellen för den fixa faktorn behandling (kontroll, bark och armering) presenteras i resultaten från den statistiska analysen med *p*-värde för test av hypotesen att medelvärdena

är lika. Om det finns en signifikant skillnad mellan de olika behandlingarnas minstakvadratmedelvärden är det således signifikant skillnad mellan behandlingarna.

Signifikansnivåer som användes för bedömning av effekter av olika variabler i de statistiska analyser som genomförts samt i rapporteringen av resultaten var: $p > 0.05 = \text{NS}$; $p \leq 0.05 = *$; $p \leq 0.01 = **$; $p \leq 0.001 = ***$

Förutsättningar som påverkade försöket

Betesrotation

Denna studie genomfördes under de normala betesrutiner som tillämpades i försöksbesättningen på Lövsta. Detta innebar att när betesförsök pågick så styrdes betesdriften av försöket. Försök pågick främst i fällorna som ingick i block I. Betesdriften för djuren i AMR, som betade block II och III, styrdes av normala driftsrutiner och utifrån de rådande förutsättningar som fanns. Under en vecka påbörjades ett försök för AMR-gruppen men försöket fick avbrytas efter en vecka och påverkade därför inte betesdriften i gruppen nämnvärt. Större delar av sommaren styrdes betesrotationen av tillväxten av bete i de olika fällorna. Då det under stora delar av sommaren var brist på bete på grund av torra så blev resultatet att korna i AMR-gruppen ofta gick i fälla 12 då den kunde bevattnas. Bristen på bete gjorde även att sinkor och kvigor flyttades till betesfällor som ingick i försöket (se tabell 5), vilket gjorde att de inte kunde användas av mjölkorna och därför sjönk antalet passager i dessa betesfällor.

Tabell 5. Fällor som periodvis betades av andra djurgrupper än de lakterande korna

| Fälla | Djurgrupp | Antal djur | Tidsperiod |
|-------|-----------|------------|------------|
| 22A | Sinkor | 10 | 6/9-12/9 |
| 11 | Kvigor | 25 | 19/8-30/8 |
| | Sinkor | 15 | 18/9-25/9 |
| 12 | Kvigor | 15 | 12/9-24/9 |
| 13 | Kvigor | 15 | 24/9-25-9 |
| 16 | Sinkor | 20 | 23/9-26/9 |

Korna i VMS-gruppen ingick i ett betesförsök under perioden 27 maj till 31 juli som styrde betesrotationen och även bidrog till att fälla 22A fick en betydligt större andel passager än fälla 22B och 22C.

Översvämmade betesfällor

Betesfällorna var översvämmade under stora delar av våren (se bild 8). Vattnet sjönk först undan cirka en vecka innan anläggning. Eftersom översvämningen hade gått hårt åt grässvålen påverkade detta med största sannolikhet såväl vegetationstäckningen som hur försöksytorna, främst kontrollytorna reagerade på tramp.



Bild 8. Översvämningar vid betesfällorna på Lövsta Forskningscentrum våren 2013

Resultat

Väderobservationer

Totalt föll 161 mm regn under försöksperioden och medeldygnsstemperaturen låg på 15,6°C, se tabell 6. Detta är en låg mängd nederbörd i jämförelse med den nederbördsmängd som SMHI anger vara normalvärdet. Den låga nederbörden bidrog till att betessäsongen var väldigt torr.

Tabell 6. Väderdata från Lövsta under försöksperioden samt medelvärden per månad för Uppsala.

| Tidsperiod | Nederbörd (mm) | Nederbörd i genomsnitt år 1981-2010 (mm) ¹ | Medeldygns temperatur (°C) | Medeldygns temperatur i genomsnitt år 1981-2010 (°C) ¹ |
|-------------------------------------|----------------|---|----------------------------|---|
| 20 maj – 31 maj | 10,0 | 38,7 ² | 15,6 | 10,8 ² |
| 1 juni – 30 juni | 44,9 | 61,0 | 16,8 | 14,7 |
| 1 juli – 31 juli | 8,3 | 65,0 | 17,5 | 17,7 |
| 1 aug – 31 aug | 60,0 | 73,6 | 16,3 | 16,2 |
| 1 sep – 27 sep | 37,8 | 52,4 ³ | 11,9 | 11,4 ³ |
| Totalt under försöksperioden | 161,0 | | 15,6 | |

¹ Uppsala Universitet, 2013; ² Värdet gäller 1 maj – 31 maj; ³ Värdet gäller 1 sep – 30 sep

Gropindex

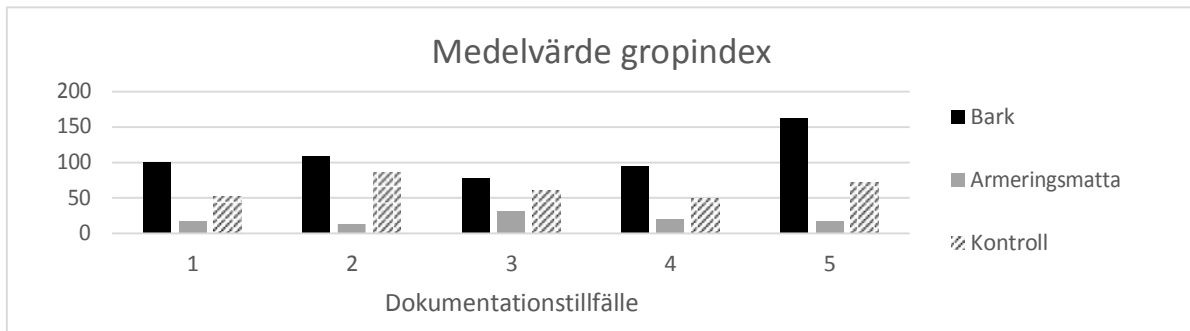
Antalet gropar som uppmättes i fällorna och som finns sammanfattade i gropindexet påverkades signifikant av behandling ($p < 0,01$). Medelvärdena av gropindex för samtliga tre behandlingar var signifikant skilda från varandra ($p < 0,01$). Armeringsmattan hade lägst medelvärde (se tabell 7), följt av kontroll och bark, som hade högst medelvärde för gropindex.

Tabell 7. Gropindex för samtliga tre behandlingar, minstakvadratmedelvärden med standardfel. Kontroll utgörs av en yta där inga markstabiliserandeåtgärder utförts.

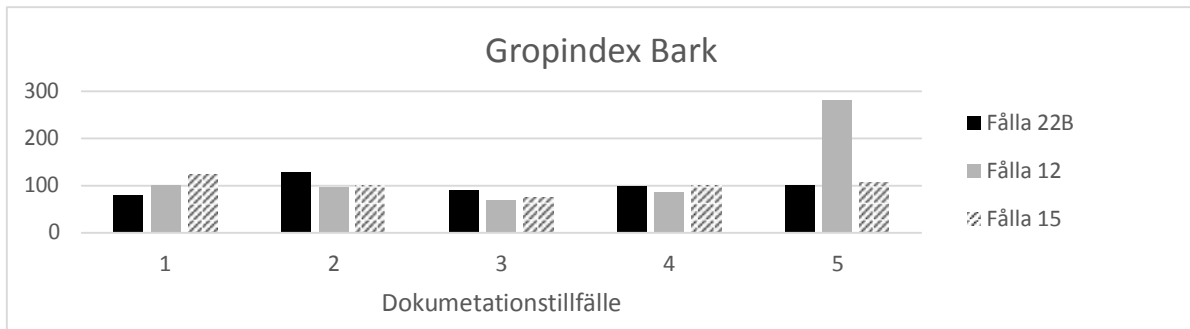
| Behandling | Gropindex | Standardfel |
|------------|------------------|-------------|
| Kontroll | 56 ^b | 3,5 |
| Armering | 16 ^c | 6,7 |
| Bark | 111 ^a | 7,4 |

^{a, b, c} Medelvärden med olika bokstäver skiljer sig signifikant från varandra $p < 0,001$.

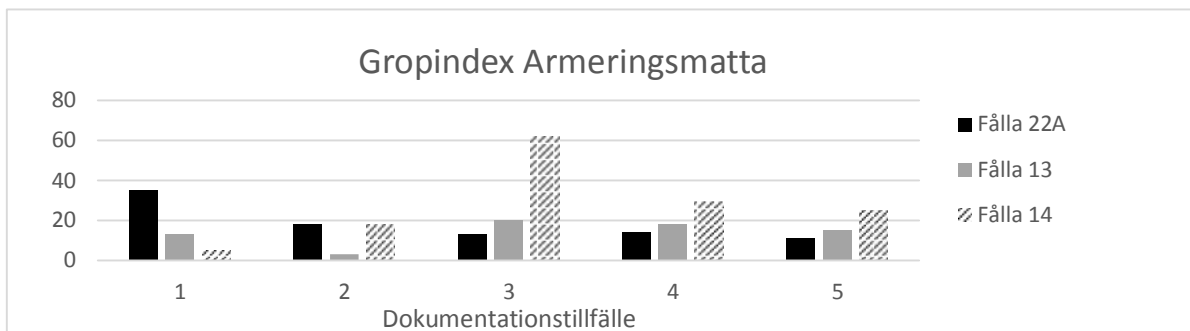
En sammanställning av medelvärde för gropindex och för varje försöksyta vid respektive dokumentation redovisas i figur 1, 2, 3 och 4. Värdena inom varje behandling följde varandra relativt nära, dock sticker några observationer ut med ett högre gropindex. För bark ligger gropindexet för 14 dokumentationer inom spannet 69-129, men dokumentation 5 för fålla 12 har ett betydligt högre värde med 280 i gropindex (se figur 2). För armering ligger 14 av dokumentationerna inom spannet gropindex 3-35, men dokumentation 3 för fålla 14 har ett betydligt högre värde med 62 i gropindex (se figur 3). För kontroll ligger 14 av dokumentationerna inom spannet 26-86, men dokumentation 2 för fålla 16 hade ett betydligt högre värde med 149 i gropindex (se figur 4).



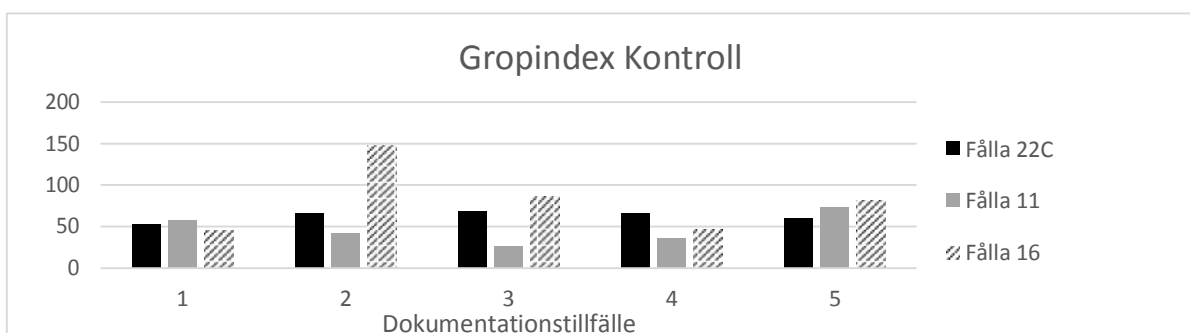
Figur 1 Medelvärde för gropindex i samtliga behandlingar.



Figur 2. Gropindex för samtliga försöksytor med bark vid alla fem dokumentations tillfällen



Figur 3. Gropindex för samtliga försöksytor med armering vid alla fem dokumentationstillfällen



Figur 4. Gropindex för samtliga kontrollytor vid alla 5 dokumentationstillfällen.

Antal passager och nätter med stängd grind

Antalet passager skiljde sig stort mellan de olika betesfällorna. I tabell 8 återfinns en sammanställning av det totala antalet passager som registrerats för varje försöksyta vid de fem olika dokumentationstillfällena. I den statistiska analysen kunde det inte påvisas att antalet passager hade en signifikant påverkan på gropindex för försöksytorna.

Som framgår av tabell 8 hade fålla 12 med bark 7283 passager registrerade vid betessäsongens slut (dokumentationstillfälle 5), detta var betydligt mer än för resterande fållor. Lägst antal passager hade fålla 22C (kontroll) med 1982 registrerade passager.

Tabell 8. Sammanställning av det totala antalet passager som registrerats för varje försöksyta från försökets start till och med de fem olika dokumentationstillfällena. Tabellen visar även de markstabiliserande åtgärderna för varje yta: armering (A) och bark (B) samt kontroll (K) där ingen åtgärd utförts. Dokumentation 1 gjordes på våren före djuren börjat beta, dokumentation 2-4 under pågående betessäsong och dokumentation 5 efter säsongens slut.

| Dokumentation | Passager totalt i varje fålla sedan försöksstart | | | | | | | | |
|---------------|--|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 22A A | 22B B | 22C K | 11 K | 12 B | 13 A | 14 A | 15 B | 16 K |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 2950 | 930 | 776 | 2306 | 1164 | 758 | 540 | 562 | 616 |
| 3 | 5120 | 1196 | 1250 | 3236 | 3706 | 1374 | 2408 | 2064 | 920 |
| 4 | 5120 | 1938 | 1982 | 3416 | 5992 | 4032 | 3284 | 4042 | 1912 |
| 5 | 5190 | 2450 | 1982 | 3536 | 7283 | 4082 | 5946 | 4706 | 1992 |

Antal nätter då mjölkorna vistades i betesfällorna med stängd grind summerades per betesfälla. Totalt hölls mjölkorna under 15 nätter i olika betesfällor med stängd grind. Utifrån vissa beteendeobservationer gjordes ett försök att skatta antalet passager över försöksytorna under dessa dagar. När man provade att inkludera dessa data i den statistiska analysen hade de ingen signifikant inverkan på resultatet och denna variabel inkluderades därför ej i den slutliga statistiska modellen.

Vegetationstäckning

Vegetationstäckningen var högre efter betessäsongens slut än innan betessäsongens början för samtliga fållor förutom fålla 11. I tabell 9 visas medelvärdena för betygsättningen för samtliga rutor studerade i respektive fålla.

Tabell 9. Medelvärde av vegetationstäkningsbedömning enligt följande skala: 0 = 0% (svart jord), 1 = 1-25% vegetationstäckning, 2 = 26-50% vegetationstäckning, 3 = 51-75% vegetationstäckning och 4 = 76-100% vegetationstäckning.

| Månad | Fålla | | | | | | | | |
|------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 22A | 22B | 22C | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Maj | 1.58 | 2.19 | 2.37 | 2.57 | 2.23 | 2.07 | 1.62 | 1.61 | 1.91 |
| September | 2.04 | 3.21 | 3.16 | 2.50 | 2.91 | 3.21 | 3.02 | 2.91 | 2.88 |

Visuell utvärdering av behandlingarna

Kontroll

Vid dokumentation 1, före betessäsongens början, skiljde sig de tre kontrollytorna åt rent visuellt. Försöksytan i fålla 22C (se bild 9-11) var en gräsbevuxen yta utan påverkan av föregående säsong eftersom grindhålet var nytt för denna säsong. Försöksytan i fålla 11 var en till stora delar gräsbevuxen yta eftersom grindhålet, likt för fålla 22C, var nytt för denna säsong (se bild 12-14). Dock fanns tydliga spår av maskiner som utfört ett grävarbete under våren. Till skillnad från de andra två kontrollytorna

hade grindhålet i fålla 16 (se bild 15-17) används tidigare betessäsöng och var tydligt påverkat av detta. Större delar av grässvålen var nedsliten och marken var full med sprickor.

För fålla 22C kunde en marginell nedslitning av grässvålen iakttagas vid dokumentation 2 (776 passager). Men vid följande dokumentationer hade gräsvegetationen återhämtat sig och vid dokumentation 5 (1982 passager) var försöksytan på fålla 22C åter en gräsbevuxen yta där enbart en smal stig från grindhålet till betesyten kunde tydas. För försöksytan i fålla 11 var förändringen mer påtaglig då större delar av grässvålen slitits ned vid dokumentation 2 (2306 passager). Till dokumentation 3 (3236 passager) ökade gräsvegetationen, dock nöttes den åter ned igen till dokumentation 4 (3416 passager). Vid dokumentation 5 (3536 passager) var grässvålen på försöksytan i fålla 11 nästan helt nedsliten, ytan var även lerig och upptrampad, dock utan att några större gropar eller ojämnheter bildats. Den mest söndertrampade kontrollytan som dokumenterades var försöksytan i fålla 16 vid dokumentation 2 (616 passager). Ytan var lerig, blöt och full med gropar, även den omgivande ytan runt försöksytan var mycket upptrampad. Till dokumentation 3 (920 passager) och 4 (1912 passager) torkade dock ytan upp och gräsvegetation växte till fläckvis på ytan, det samma gällde för den omgivande ytan. Vid dokumentation 5 (1992 passager) hade grässvålen på försöksytan i fålla 16 nötts ned något och högar med träck kunde iakttagas på ytan. Även grässvålen på den omgivande ytan hade nötts ned något.

Sammantaget kan konstateras att de visuella förändringarna av kontrollytorna var relativt små. Gräsvegetationen nöttes ned i omgångar, men växte i flera fall tillbaka. Det var enbart dokumentation 2 i fålla 16 som påvisade en söndertrampad och gropig yta. Övriga dokumentationer uppvisade ytor utan större gropar och som i de flesta fall varken var blöta eller leriga.

Bilder fålla 22C – Block I



Bild 9. Innan betessäsöng

Bild 10. Dokumentation 2

Bild 11. Efter betessäsöng

Bilder fålla 11 – Block II



Bild 12. Innan betessäsöng

Bild 13. Dokumentation 2

Bild 14. Efter betessäsöng

Bilder fålla 16 – Block III



Bild 15. Innan betessäsongen

Bild 16. Dokumentation 2

Bild 17. Efter betessäsongen

Armeringsmatta

Vid dokumentation 1 fanns inga stora visuella skillnader mellan de olika försöksytorna med armeringsmatta. Samtliga mattor var anlagda något buktande, vilket orsakade små ojämnheter i ytan. Skarvarna och kanterna runt mattorna var täckta med kalkgrus och kalkgrus hade även spritts ut i ett tunt lager över mattan. På försöksytan i fålla 14 (se bild 24-26) kunde betydligt mer kalkgrus iakttas än på ytorna i fålla 22A (se bild 18-20) och 13 (se bild 21-23). Vid följande dokumentationer var de visuella förändringarna likartade mellan de tre försöksytorna.

Vid dokumentation 2 hade mattorna plattats till av kornas passager och ojämnheter observerade i dokumentation 1 hade i stort sett helt försvunnit från samtliga tre ytor. Jord blandat med kalkgrus trampades in i mattorna under betessäsongen och vid dokumentation 5 var mattorna i stort sett helt täckta med detta. Det verkade dock inte påverka mattornas funktion eftersom det intrampade materialet var torrt och väl nedtrampat i mattan. Den geotextil som stack ut 10 cm på sidorna av armeringsmattan hade sparkats upp på försöksytan i fålla 14 (2408 passager) vid dokumentation 3. Det samma kunde iakttas vid dokumentation 4 i fålla 13 (4032 passager). Detta verkade dock inte påverka mattornas funktion negativt. Dokumentation 3 på försöksytan i fålla 14 stack ut från de andra dokumentationerna då lera blandat med kalkgrus torkat på mattans yta och bildat en mängd ojämnheter, dessa hade dock nöts bort till dokumentation 4 (3284 passager). Vid dokumentation 5 var fålla 22A (5190 passager), 13 (4082 passager) och 14 (5946 passager) visuellt relativt opåverkade sett till hur betessäsongen inverkat på mattans yta. Den största förändringen var det intrampade materialet som täckte mattorna, men det påverkade troligtvis inte mattans funktion. Under betessäsongen kunde inga större visuella förändringar av de omgivande ytorna kring försöksytorna dokumenteras. Gräsvegetationen på den omgivande ytan nöttes ned i omgångar och i samtliga fållor bildades stigar från försöksytan till betesyten, men i övrigt kunde inga skador orsakade av tramp iakttas.

Sammanfattningsvis påverkades armeringsmattorna mycket lite av betessäsongen. Inga tecken på söndertrampning kunde iakttas, mattorna var snarare plattare efter säsongen än innan eftersom buktningar tryckts till av kornas passager.

Bilder fålla 22A – Block I



Bild 18. Nyanlagd yta

Bild 19. Dokumentation 2

Bild 20. Efter betessäsong

Bilder fålla 13 – Block II



Bild 21. Nyanlagd yta

Bild 22. Uppsparkad geotextil

Bild 23. Efter betessäsong

Bilder fålla 14 – Block III



Bild 24. Nyanlagd yta

Bild 25. Dokumentation 3

Bild 26. Efter betessäsong

Bark

Vid dokumentation 1 var barken på försöksytan i fålla 22B (se bild 27-29) placerad i ett lager jämnhögt med omgivande mark. På försöksytorna i fålla 12 (se bild 30-32) och 15 (se bild 33-35) var barklagret anlagt så att det var ca 5 cm högre än markytan i betesfällan och sluttat upp mot den högre liggande drivningsgatan. Samtliga ytor var något ojämna till följd av barkens karaktär, barkbitar hade placerat sig så att små gropar och upphöjningar hade bildats. Innan dokumentation 2 fick barkytan i fålla 22B fyllas på eftersom stora gropar bildats och geotextilen blottats.

Vid dokumentation 2 hade barkytan i fålla 22B (930 passager) tryckts till och en grop hade bildats längs med ena sidan, dock var ingen geotextil blottad. Barkytorna i fålla 12 (1164 passager) och 15 (562 passager) hade vid samma dokumentation tryckts till så att de var på jämnhöjd med betesytan och en tydlig kant hade bildats mot drivningsgatan. Samtliga ytor upplevdes ha plattats till något av kornas tramp. Vid dokumentation 3 hade en flik geotextil sparkats upp i ena hörnet av barkytan i fålla 12 (3706 passager). På samma försöksyta kunde ett tunt lager lera iaktas täcka barken. Vid dokumentation 3 hade

geotextil även sparkats upp i fålla 15 (2064 passager), i detta fall var geotextilen uppsparkad där försöksytan gränsade mot drivningsgatan. Vid dokumentation 4 hade barkytan i fålla 22B (1938 passager) tryckts till så mycket att den nu var lägre än omgivande yta. Den grop som beskrevs i dokumentation 1 hade även blivit så djup att ett stort stycke geotextil var blottat. I fålla 15 (4042 passager) hade ännu mer geotextil sparkats upp där barkytan gränsar mot drivningsgatan, bark hade även sparkats in under duken och bildat en upphöjning. Torr lera kunde vid dokumentation 4 iakttas på barkytan i både fålla 12 (5992 passager) och 15. Vid dokumentation 5 hade barkytan i fålla 12 (7283 passager) totalt kollapsat. Den var blöt, lerig och söndertrampad med många relativt djupa gropar. Även den omgivande ytan var blöt och upptrampad. Barkytorna i fålla 22B (2450 passager) och 15 (4706 passager) hade dock inte påverkats visuellt sedan dokumentation 4. På samtliga ytor hade barken sparkats ut på den omgivande ytan, den var dock utsparkad betydligt längre i fålla 12 och 15 jämfört med fålla 22B. Under betessäsongen kunde i övrigt inga större visuella förändringar av de omgivande ytorna kring försöksytorna dokumenteras, bortsett från att dokumentation 5 i fålla 12, där den omgivande ytan tydligt var söndertrampad. Vid övriga dokumentationer nöttes gräsvegetationen på den omgivande ytan ned i omgångar och i samtliga fållor bildades stigar från försöksytan till betesyten, inga andra skador orsakade av tramp kunde iakttas.

Sammanfattningsvis kunde det konstateras att barkytorna trycktes till av kornas passager vilket gjorde att tjockleken på lagret minskade under betessäsongen. Barken sparkades även ut från försöksytorna, vilket kunde ha bidragit till att tjockleken på barklagren minskade. Försöksytorna i fålla 22B och 15 höll bra under säsongen, men barken bör bytas ut eller fyllas på inför nästa säsong. Fålla 12 kollapsade helt och barken bör bytas ut inför nästa säsong.

Bilder fålla 22B – Block I



Bild 27. Nyanlagd yta



Bild 28. Markduk uppsparkad



Bild 29. Efter betessäsong

Bilder fålla 12 – Block II



Bild 30. Nyanlagd yta



Bild 31. Dokumentation 3



Bild 32. Efter betessäsong

Bilder fålla 15 – Block III



Bild 33. Nyanlagd yta

Bild 34. Dokumentation 3

Bild 35. Efter betessäsongen

Barkprover

Utifrån att visuellt bedöma barkproven kan man konstatera att skillnad mellan barken från fålla 12 jämfört med fålla 15 och 22B är tydlig (se bild 36-39). Barkbitarna från barkytan fålla 12 har till större del nötts ned till betydligt mindre bitar än i fålla 15 och 22B. Man kan se att 22B och 15 skiljer sig från nytt, oanvänt barkmaterial, med mindre bitar och mer söndersmulat material, men de har inte nötts ned lika mycket som i fålla 12. Barkbitarna från fålla 12 är även helt täckta i lera, det finns inget söndersmulat material eftersom allt tycks sitta ihop i lerklumpar.



Bild 36. Kontroll (ännu ej använd bark)



Bild 37. Barkprov från fålla 22B



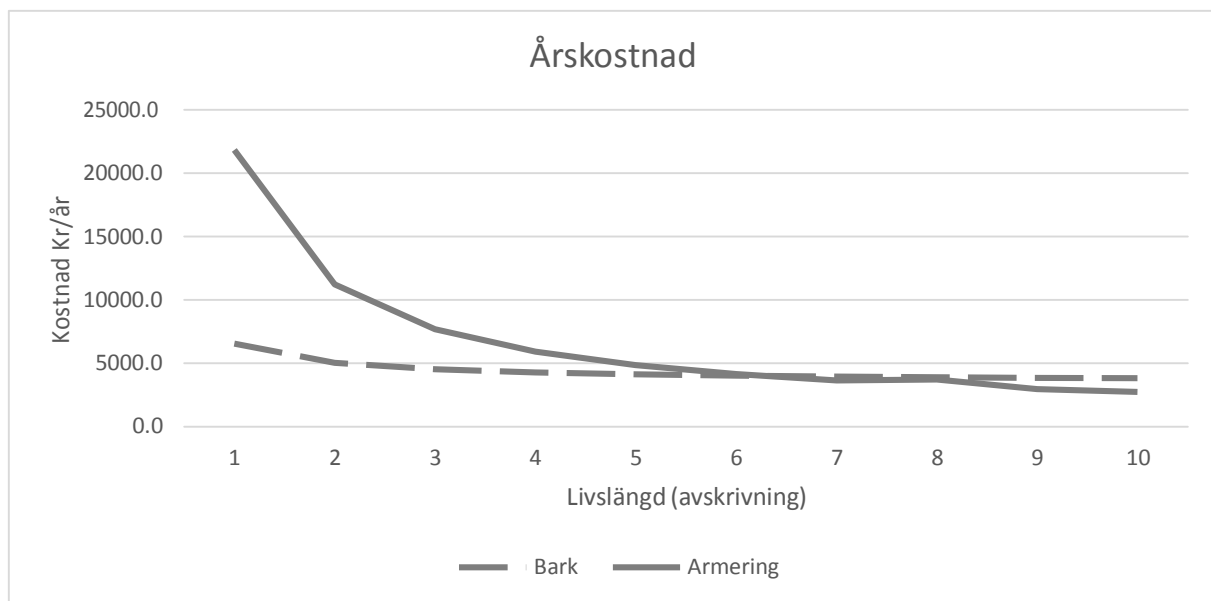
Bild 38. Barkprov från fålla 12



Bild 39. Barkprov från fålla 15

Kostnadskalkyl

Kostnadskalkylen (se bilaga 3) visar att barken har en betydligt lägre investeringskostnad än armeringen, 6539 kr respektive 21 837 kr. Enligt Lindgren och Benfalk (2003) bör odränerad bark bytas ut varje år, därför beräknas kostnaderna för att ett helt nytt lager skall läggas varje år. Enligt uppgifter från Lindgren och Lindahl (2007) samt visuell utvärdering av försöksytorna uppskattas det enda underhåll som krävs för armeringsmattan vara viss rengöring. Underhållskostnaden blir därför betydligt lägre för armeringsmattan än för barken, 600 kr/år respektive 3500 kr/år. Detta gör att investerings- och underhållskostnaden för armeringsmattan sjunker kraftigt ju fler år mattan kan användas utan att bytas ut. Vid en livslängd på 7 år är årskostnaden för investering och underhåll lägre för armeringen än barken (se figur 5)



Figur 5. Årskostnad för investering och underhåll av armeringsmatta respektive barkyta sett över 10 år.

Diskussion

Liten nederbörds mängd påverkade studien

Under betessäsongen 2013, då försöket utfördes, var nederbörds mängden låg (SMHI, 2013). Detta resulterade i en betessäsong då markerna var väldigt torra och trampskadorna blev små på de olika försöksytorna. Den statistiska analysen visade att kontrollytorna hade ett lägre gropindex under säsongen än försöksytorna med bark. Detta stred mot hypotes 2, att kontrollytorna skulle få mest omfattande trampskador under säsongen. Ett flertal tidigare publicerade studier tar dock upp problemet med att icke-stabiliserade ytor bli mycket söndertrampade (Warren, 1986; Hansen et al; Lindgren och Benfalk 2003; Lindgren och Lindahl, 2010). Därför kan slutsatsen dras att resultat i denna studie kan appliceras på säsonger med torra väderförhållanden, men bör tolkas med viss försiktighet för år med mer nederbörd. Tidigare publicerade studier av Nie et al. (2001) samt Warren (1986) konstaterar att en mer vattenmättad mark är mindre motståndskraftig mot tramp, med denna vetenskap kan man anta att trampskadorna på kontrollytorna blivit allvarigare under ett år med mer nederbörd. Detta kunde man även iaktta i fälla 16 vid dokumentation 2 (se figur 4). Ytan var då uppblött till följd av regn och eftersom den inte haft någon gräsvegetation sedan tidigare så var den troligtvis känslig mot kornas tramp, vilket ledde till att den blev lerig och gropig.

Utifrån att studera den visuella utvärderingen av kontrollytorna samt den omgivande ytan kring de andra försöksytorna kunde man konstatera att grässvålen relativt snabbt blev nednött när korna trafikerade grindhålet. Men i och med att fällorna rotationsbetades och därför fick vila med jämna mellanrum så kunde gräsvegetationen åter växa till. Detta visar på att man skulle kunna undvika trampsador genom att rotera mellan ett flertal beten eller olika grindhål eftersom både marken och gräsvegetationen verkar återhämta sig under betessäsongen.

Betesfällorna var bitvis hårt ansatta av de översvämningar som varit under våren, vilket bland annat troligen var en bidragande orsak till den dåliga vegetationstäckningen i början av sommaren. Att vegetationstäckningen förbättrades under sommaren i samtliga fällor förutom fälla 11 visar att betessäsongen generellt inte påverkade betesfällorna negativt utan snarare var gynnsam för att vegetationen skulle växa till något. Att fälla 11 hade en något bättre vegetationstäckning vid första dokumentationen kan bero på att denna dokumentation gjordes något senare än för de övriga fällorna samt att denna fälla inte betats tidigare säsong.

Armeringsmattor och bark som markstabilisering

Syftet med denna studie var att jämföra markstabiliserande material där anläggningarna skulle vara relativt enkla. Varken anläggningen eller materialen skulle ge allt för stora omkostnader och de markstabiliserande materialen skulle vara möjliga att flytta. Därför gjordes ingen dränering eller liknande åtgärder. Ett flertal andra studier pekar dock mot att dränering är viktigt för att få ett hållbart resultat, speciellt på trampkänsliga jordar som lerjordar (Lindgren och Benfalk, 2003; von Wachenfeldt, 1997). Vid bedömning av resultaten från denna studie är det därför viktigt att ha i åtanke att resultatet troligen hade blivit ett annat om en större insats med dränering gjorts.

Armeringsmatta

I denna studie var armeringsmatta signifikant bättre än både kontroll- och barkytan sett till medelvärdet i gropindex. Detta resultat bevisar att hypotes 1, att armering skulle ha ett gropindex lägre än bark och kontroll, är korrekt. Resultatet stöds av den visuella utvärderingen, där samtliga tre försöksytor med armering hade en relativt liten visuell förändring. Samtliga ytor såg ut att plattas till under betessäsongen eftersom de buktningar som fanns i mattan efter anläggning verkar ha tryckts ned av kornas passager. Dokumentation 3 på försöksytan i fälla 14 sticker ut från de andra dokumentationerna med ett relativt högt gropindex, men detta beror på att lera som blandats med kalkgrus och torkat på ytan bildat många små ojämnheter. Den visuella utvärderingen visade att själva mattan verkade helt opåverkad och gropindex för denna dokumentation kan därför anses missvisande. Kanterna med filtduk sparkades upp på samtliga tre försöksytor med armeringsmatta, men detta verkar inte ha påverkat funktionen detta år.

Anläggningen av armeringsmattor i denna studie gjordes genom att fästa ihop mattorna med buntband och sedan dressa i skarvarna med kalkgrus. Enligt resultaten från utvärdering av gropindex och visuell utvärdering så har denna metod fungerat bra och gett ett stabilt resultat. Dock bör mattorna skrapas rena när marken frusit för att rengöras från lera och träck som ligger på mattorna enligt beskrivning av Lindgren och Lindahl (2007). Inget kalkgrus behövs fyllas på inför kommande säsong.

Bark

Försöksytorna i fälla 22B och 15 konstaterades klara sig relativt bra under betesperioden utifrån observationer från den visuella bedömningen, försöksytan i fälla 12 kollapsade dock totalt till dokumentation 5. Gropindexet för fälla 12 ökade betydligt när ytan kollapsade. Den statistiska analysen visade att barken hade ett medelvärde i gropindex som låg signifikant högre än både kontroll och armeringsmattan, vilket tyder på att den hade sämre motståndskraft mot trampsador. Men eftersom studien utfördes under en torr betessäsong kan det antas att resultatet varit ett annat under en betessäsong

med mer nederbörd. Varför fålla 12 kollapsade i denna studie kan inte fastställas, men värt att notera är att denna fålla hade betydligt fler passager än någon annan försöksyta i studien. När förändringar i barkstruktur studeras kan det konstateras att barkbitarna i fålla 12 nöts ned till betydligt mindre bitar än vad bitarna gjorts i fålla 22B och 15. En trolig anledning är att det betydligt högre passageantalet har bidragit till att bitarna nöts ner mer av trycket. I kombination med att det mer intensiva utnyttjandet även medförde att ytan blev mer utsatt för träck och urin kan detta ha bidragit till att ytan totalt kollapsade. Lindgren och Benfalk (2003) beskrev samma typ av kollaps för barkytor med 20 000 passager (motsvarar ca 80 kor som får gå ut och in en gång per dag och har 3 månaders betessäsong). I studien av Lindgren och Benfalk (2003) beskrivs problematik med att korna trampar igenom den underliggande geotextilen. Detta kunde dock aldrig iaktas i denna studie.

Resultat från den visuella utvärderingen visade att barken trycktes till betydligt under betessäsongen. I fålla 22B anlades bark så att barkytan var på jämn nivå med den omgivande marken och detta resulterade relativt snabbt i att mer bark fick fyllas på. För fålla 12 och 15 anlades barken så att försöksytorna reste sig ca 5-10 cm över den omgivande marken. Detta bidrog troligen till att dessa barkytor inte behövde fyllas på. Slutsatsen man kan dra från detta är att om bark används som markstabiliserande material så bör det anläggas så att det är högre än omgivande mark för att undvika att lagret trycks ihop så mycket att ytan blir lägre än omgivande yta. Om ytan blir lägre än omgivande yta är det större risk att regnvatten rinner ner i den anlagda ytan från den omgivande marken, vilket gör att mer vatten ansamlas i barken. Dock så är det även värt att påpeka att barken tycks sparkas ut mer om barkytan är anlagd högre än den omgivande marken, vilket gör att det kan gå åt mer bark i denna typ av anläggning.

Jämförelse av bark och armeringsmatta

I den statistiska analysen kunde inget samband mellan antalet passager och gropindex fastställas. Detta påvisar att hypotes 4, att antal passager har ett samband med gropindex, är felaktig. Dock kan det inte helt uteslutas att det under andra väderförhållanden kan finnas ett samband eftersom tidigare studier tydligt påvisar att fler passager ger ett större slitage på underlaget.

Försöksytorna med armeringsmattor hade 5190, 4082 respektive 5946 passager. Detta kan jämföras med en gård med 25 kor som låter sina kor gå ut och in en gång om dagen i 3 månader (6000 passager). Utifrån denna studie kan det därför konstateras att armeringsmattan troligen skulle kunna utgöra ett lämpligt markstabiliserande material i en drivningsgata på en gård i denna storleksordning. Troligen klarar den dock fler passager eftersom försöksytorna fortfarande är i väldigt bra skick. Denna hypotes kan även stärkas av dokumentation från Lindgren och Lindahl (2007) som visar att armeringsmattan gav goda resultat på en gård med 60 kor och betydligt längre utevistelse.

Barken hade i denna studie ett ojämnt resultat med en yta som kollapsade och två ytor som höll, därför är det svårt att säga något om barkens hållbarhet. Den yta som kollapsade hade betydligt fler passager, 7283 passager, jämfört med de två andra, 2450 respektive 4706 passager. I studien av Lindgren och Benfalk (2003) klarade en liknande anläggning upp till 20 000 passager på en säsong innan de kollapsade. Ingen av ytorna i denna studie hade i närheten av så många passager. Viktigt att notera var att barkytorna i Lindgren och Benfalk (2003) kollapsade på samma sätt som fålla 12 i denna studie.

Det man kan konstatera är att det inte finns någon exakt information om hur många passager något av de två materialen klarar eller om antalet passager ens har en påverkan på dessa två material. Mer studier med ett större antal passager krävs för att fastställa detta. Men utifrån denna studie kan man dra slutsatsen att under de rådande förutsättningarna med ca 3000-6000 passager under en förhållandevis torr sommar var armeringsmattan ett något bättre alternativ för markstabilisering än bark. Den gav ett

statistiskt signifikant lägre gropindexmedelvärde än både bark och kontroll. Dessutom fick fällorna med armeringsmatta en bättre bedömning i den visuella utvärderingen.

En annan fördel med armeringsmattan är att den enligt försäljaren bör tåla maskintrafik, vilket barken inte gör. Om mycket maskintrafik förväntas är en hårdgjord yta troligtvis fortfarande det bästa alternativet, men armeringsmattan bör klara viss trafik.

Likt tidigare rekommendationer så kan man efter denna studie konstatera att barken, eller åtminstone det översta lagret av barken, bör bytas ut efter en säsong. Detta bidrar till att ett visst underhåll krävs varje år. Det enda underhåll som krävs för armeringsmattan är att skrapa den ren när marken under har frusit till.

Effekt på produktion och djurhälsa

Båda materialen uppfyller djurens krav på att vara ett mjukt men fast material att gå på. Om barken dock kollapsar så som den gjorde i fålla 12 blir underlaget blött och korna trampar igenom det. Detta ger troligtvis ett underlag som korna upplever obehagligt att gå i. Sett till både underlagets stabilitet och förekomst av lera så är armeringsmattan bättre än barken. Viktigt att kommentera i denna studie är att de anlagda ytorna är små, leran som återfanns i bark och på armeringsmatta har följt med kornas klövar från den omgivande yta, om ytorna hade anlagts som en längre sträcka i en drivningsgata hade det troligen inte varit lika mycket lera en bit in på ytan.

Effekt på miljö och markstruktur

Ingen bedömning gjordes av hur mycket ytvatten som ansamlas på ytorna eller hur mycket näringsläckage som skett från dem, men en viss diskussion kan föras utifrån tidigare studier. Under de förutsättningar som fanns i detta försök, där säsongen var ovanligt torr, så är det svårt att säga något om skillnaden i vattengenomsläppligheten. För att minska mängden näringsämnen som följer med det eventuella ytvattnet till närliggande vattendrag kan det vara bra att ha möjlighet att rengöra ytorna från högar med träck under själva betessäsongen. Eftersom armeringsmattorna skall klara maskintrafik skulle därför ytorna kunna rengöras vid behov under betessäsongen. Detta kan dock inte göras med barken eftersom denna inte går att köra på. Inga oberoende studier har återfunnits som testat armeringsmattan med avseende på dess förmåga att tåla maskintrafik och därför kan inget säkert sägas om mattans hållbarhet i detta avseende. Enligt uppgift från Lindgren och Lindahl (2007) går det att köra på armeringsmattan, men detta skall göras med viss försiktighet så att skador från traktorredskapen inte uppstår. Barken kan inte rengöras kontinuerligt, men studien av Öhrn (1998) visade att den kan binda kväve och andra näringsämnen. Detta kan bidra till ett sänkt näringsläckage eftersom näringsämnena till viss del stannar kvar i barklagret. Dock bör översta lagret tas bort i slutet av säsongen och sedan spridas på åkrarna eller på annat sätt tas omhand. Givetvis måste sedan ny bark läggas på som ersättning för det som tagits bort vilket blir en extrakostnad.

För båda materialen gäller att de troligtvis inte är lämpliga att anlägga direkt utanför ladugården. Där bör en hårdgjord yta anläggas som lättare kan rengöras. Man bör även vidta åtgärder för att generellt minska gödseltrycket i drivningsgatan. Detta gör man, enligt tidigare studier, genom att låta korna gå en längre sträcka inne i ladugården samt anlägga en hårdgjord yta utanför stallet där korna kan gödsla innan de når drivningsgatan (von Wachenfeldt, 1997; Lindgren och Benfalk, 2004). Man bör även försöka att undvika att korna står och väntar precis vid drivningsgatan för att gå ut ur eller in i betesfällan eftersom kor vanligtvis gödslar när de kommer i rörelse.

Effekt på ekonomin

I kostnads kalkyleringen konstaterades att barkytan hade en lägre årskostnad för investering och underhåll än armeringsmattan fram till och med år sju. Detta påvisar att hypotes 3 var fel, att

armeringsmattan och barken inte uppnår samma kostnad sett över två säsonger. Förutsättningarna för de beräknade kostnaderna var att barklagret byttes ut varje år och att det enda underhåll som gjordes på armeringsmattan var rengöring. Det finns inga studier som påvisar hur lång livslängd armeringsmattan har. Därför går det inte att avgöra om den håller i över sju år. Men enligt Lindgren och Lindahl (2007) så kan armeringsmattor troligen hålla i flera år om anläggningen görs korrekt. I de kalkyler som gjordes antogs även att schaktarbete gjordes på entreprenad men resterande arbete gjordes av lantbrukaren själv. Beroende på vilka förutsättningar som finns på existerande gårdar med tillgång till maskiner och arbetskraft så kan dess kostnader variera mycket, därför bör kostnadskalkyler göras för varje enskilt fall.

Det är något problematiskt att göra en generell kvantifiering av hur mycket en lantbrukare förlorar ekonomiskt genom att drabbas av söndertrampade beten och drivningsgator. Vad gäller djurhälsan så finns inga studier av hur mycket förekomsten av specifika sjukdomar ökar på grund av just söndertrampade drivningsgator, dock finns det sjukdomar som riskerar att öka i förekomst med söndertrampade drivningsgator. Klövspaltsinflammation är en av dessa, men där har inga aktuella siffror för den totala kostnaden av sjukdomen återfunnits i litteraturen. Vad gäller mastiter är det svårare att koppla någon av patogenerna direkt till söndertrampade ytor där djuren vistas. I studien av Kivling (2012) så uppgav lantbrukare att *Escherichia coli* brukar vara ett problem under leriga och blöta förhållanden på bete, men det finns andra studier som påvisat att bakterien snarare kan kopplas till hygien, såväl i stall som på bete, under sommartid. Mycket tyder dock på att dålig hygien och smutsiga djur kan leda till en förekomst av fler mastiter och ökade celltal i mjölkbesättningar, och det är därför bra att använda förebyggande arbete såsom att anlägga markstabiliserande material i drivningsgator och vid grindöppningar. En koppling till ekonomisk förlust och söndertrampade drivningsgator som publicerats är förekomsten av *Bacillus cereus* sporer i mjölken. Där kan söndertrampade drivningsgator leda till såväl ökad arbetsbörda med att rengöra spenarna som kvalitetsavdrag på mjölkens inräkningspris (von Wachenfeldt, 1997; Zetterfeldt, 1999).

Markstabilisering av utsatta ytor – lönsamt för lantbrukaren?

För att beräkna hur mycket den enskilda lantbrukaren kan tjäna på att anlägga markstabiliserande material måste man studera vilka problem som finns på gården med smutsiga djur, mastiter, klövspaltsinflammationer eller ökad arbetsbörda till följd av dåligt flytande kottrafik till och från bete. Följande två räkneexempel visar på hur kostnader för söndertrampade ytor kan kvantifieras

- En gård med 120 mjölkande kor som avkastar ca 30 kg ECM/dag och får 4 % sänkning på mjölkens avräkningspris på grund av sporer under en veckas period. Vid ett mjölkpris på 3 kr/kg ECM skulle denna gård förlora 3024 kr under en vecka.
- På en gård ökar arbetstiden med att driva djur till/från bete med 15 minuter per dag under en månad på grund av att korna inte vill passera över de söndertrampade ytorna. Vid en arbetskostnad av 300 kr/timme blir den totala kostnaden för detta arbete 2250 kr.

Detta är exempel som i verkligheten påverkas av många andra faktorer än de nämnda ovan, men det påvisar att det finns betydande kostnader som kan undvikas för gårdar med denna typ av problem. Därför att det viktigt att gårdar som upplever problem med söndertrampade ytor räknar på vilka kostnader som detta bidrar till och sedan jämför det med hur mycket det skulle kosta att anlägga markstabiliserande material på problemytorna. Följande kategorier bör utvärderas utifrån kostnader kopplade till söndertrampade ytor:

- Arbetstid: läggs mer tid på att driva kor från och till betesfällan när ytor blir söndertrampade? Läggs mer tid på juverrengöring och liknande?

- Kvalitetsavdrag: orsakar förhöjda sporhalter kvalitetsavdrag på den levererade mjölken under betesperioden?
- Djurhälsa: ökar förekomsten av klövsjukdomar med följande kostnader för veterinärbehandling, mediciner och produktionsbortfall under betessäsongen?

Metodik

Gropindex som utvärderingsmetod

Gropindex är en metod som finns beskrivet för utvärdering av söndertrampning av såväl bark (Lindgren och Benfalk, 2003) som armeringsmatta (Lindgren och Lindahl, 2007). I dessa studier utvärderades dock förändringar inom anläggningar med samma material. I denna studie uppmärksammades svårigheter med att använda gropindex för att jämföra bark och armeringsmatta, då de två olika materialen har stora skillnader i ytstruktur. Barken hade redan vid anläggning höga gropindex, detta berodde främst på att barkbitar placerade sig så att många små ojämnheter bildades. Det var även problematiskt att bedöma de bevuxna kontrollytorna med gropindex eftersom vegetationen gjorde att det var svårt att bedöma djup på ojämnheter och gropar. Att använda GropStart, gropindex för varje enskild fälla vid dokumentation 1, som kovariat i den statistiska analysen tycktes dock vara ett bra sätt att ta hänsyn till att utgångsläget var olika.

En annan problematik med att använda gropindex som en utvärderingsmetod av söndertrampning är att gropar i sig inte är ett problem utan det blir först ett problem om groparna är leriga och bidrar till att smutsa ner djuren. I barken kan till exempel en grop orsakas av att en ko sparkat upp ett hål när hon passerar, men detta behöver inte påvisa att ytan är söndertrampad. I fallet med armeringsmattan är det mycket upp till anläggningen huruvida mattan är plan eller buktande. Det kan även vara svårt att avgöra gropar i mattan om det torkat högar med lera på ytan, som i fallet med dokumentation 3 på försöksytan i fälla 14. För barken kunde man dock se att gropindexet ökade markant när den visuella utvärderingen bedömde att ytan kollapsade totalt, detta kan tyda på att gropindex är lämpligt att använda för bark då en söndertrampad yta har betydligt fler djupare gropar än en icke söndertrampad yta.

Slutsatsen man kan dra utifrån denna studie är att om gropindex används för utvärdering av söndertrampning på olika typer av material så är det viktigt att ta hänsyn till utgångsläget eftersom olika material har olika ytstruktur till att börja med. Det är även viktigt att komplettera med någon typ av visuell bedömning som kan förklara de eventuella förändringarna i gropindex som uppstår. Den visuella utvärderingen kan även svara på om groparna verkligen är orsakade av att korna sparkat omkring barken eller om det tycks vara gropar orsakade av att ytan börjar kollapsa. För att undvika problem med att det inte är gropar orsakade av intorkad lera som bedöms på armeringsmattorna kan det i framtida studier eventuellt vara värt att skrapa rent ytorna för hand innan dokumentation görs, men då är det även viktigt att fotodokumentera hur ytan ser ut innan den skrapades.

Bedömning av omgivande ytor

Dokumentationen av vegetationstäckningen användes för att ge en bild av hur betena påverkades i sin helhet under betessäsongen. Vid den visuella utvärderingen konstaterades dock att det hade varit av större intresse att beskriva förändringar på den yta som närmast omgav försöksytan för att ge en bild av hur andra högt belastade ytor påverkades av betessäsongen. För den följande säsongen som ytorna skall utvärderas bör gropindex, vegetationstäckning och visuell utvärdering göras för en yta som i bild 40 beskrivs som yta 2 (yta 1 = försöksyta), vegetationstäckning i resterande delar av fällan är relativt ointressant eftersom det inte är ytor som utsätts för lika högt tryck.

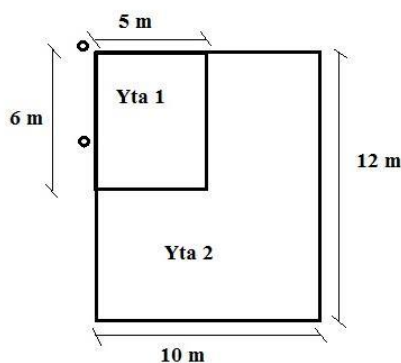


Bild 40. Exempel på vilken omgivandeyta (yta 2) som kan utvärderas vid framtida bedömning av försöksytorna.

Slutsats

- Första säsongen efter anläggning uppträdde få skador som kunde kopplas till trampsador på majoriteten av försöksytorna. Att skadorna var små och skillnaderna inte var stora kan antas vara ett resultat av en sommar med mycket lite nederbörd.
- Armeringsmattan hade en något bättre respons mot tramp än bark och kontroll, då påverkan från kornas tramp var liten och minimalt underhåll krävs inför kommande säsong
- Under dessa torra förhållanden tycktes kontrolytorna, där inga markstabiliserande åtgärder utförts, klara sig bra. Inga större omfattning av trampsador kunde dokumenteras.
- Två utav tre fållor med bark klarade sig bra, dock krävs underhåll inför kommande säsong eftersom delar av eller hela barklagret måste bytas ut.
- En barkyta uppvisade mycket gropar och trampsador efter betessäsongen. Men då den ytan utsattes för avsevärt mer tramp än någon annan försöksyta är det svårt att göra en helt rättvis jämförelse mellan försöksleden baserat bara på ett enstaka försöksår.
- Armering är betydligt dyrare att anlägga än barken, dock har barken ett dyrare underhåll. Detta gör att armeringen efter sju säsonger totalt sett är en lägre investering. Det finns dock inga studier i dagens läge på hur väl armeringsmattan klarar sju säsonger.

Referens

- Agronaut. 2013. Mattor och nät som skyddar och stärker. Agronaut [Broschyr]
- Alban, L., Agger, J.F. och Lawson, L.G. 1996. Lameness in tied Danish dairy cattle: the possible influence of housing systems, management, milk yield, and prior incidents of lameness. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 29, ss 135-149.
- Andersson, I., Andersson, H., Christiansson, A., Lindmark Månsson, H., Oskarsson, M., Persson, Y. och Widell, A. 2011. *Systemanalys celltal*. Stockholm: Svensk Mjök (Rapport nr 7091)
- Arla. 2013. Översikt över analyser, klassgränser och kvalitetsbetalning. Arla (Kvalitetsprogrammet Arlagården®) [Broschyr]
- Berry, E., Stoddart, M. och Broughan, J. 2008. Locomotion scoring of cattle using a lameness-speed index on different types of track. *Veterinary Record*, vol. 163, ss 601-602.
- Bergsten, C. 1997. Infectious Diseases of the Digits. I: Greenough, P. R. (red), *Lameness in Cattle*, 3rd edition. Philadelphia: W. B. Saunders Company, ss 89-99.
- Bergsten, C. 2011. Hur påverkas klövhälsan av betestidens längd i förhållande till stallmiljön? *Djurhälso- och Utfodringskonferensen 2011*. Karlstad: Konferenstryck, ss. 1-2.
- Brady, N. C. och Weil, R.W. 2002. *The Nature and Properties of Soil*. 13. ed. New Jersey: Pearsons Education inc.
- Cha, E., Hertl, J A., Bar, D. Gröhn, Y. T. 2010. The costs of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming. *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 97, ss. 1-8
- Cuttle, S., Scurlock, R. V. och Davies, B. M. S. 1998. A 6-year comparison of nitrate leaching from grass/clover and N-fertilized grass pastures grazed by sheep. *Journal of Agricultural Science*, vol 131, ss. 39-50.
- Ericsson Unnerstad, H., Lindberg, A., Persson Waller, K., Ekman, T., Artursson, K., Nilsson-Öst, M., och Bengtsson, B. 2009. Microbial aetiology of acute clinical mastitis and agent-specific risk factors. *Veterinary Microbiology*, vol. 137, ss. 90-97
- Hansen, K., Strøm, J. S och Levring, M. 2002. Stabilisering af drivveje til køer. Grøn Viden, Husdyrbrug nr 25. Ministeriet for fødevarer, landbrug og fiskeri, Danmarks JordbrugsForskning.
- Håkansson, I. 2000. *Packning av åkermark vid maskindrift*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen: 2000:99)
- KRAV, 2013. Regler för KRAV-certifierad produktion – utgåva 2013. (5.4.1 Utevistelse och bete för nötkreatur)
- Kivling, S. 2012. *Effects of grazing and housing system on dairy cows hygiene, claw and leg health*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för Lantbrukets byggnadsteknik/Husdjursagronomprogrammet (Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten).
- Kumm, K. I. och Spörndly, E. 2010. *Lönar det sig med mer ensilage och bete till korna?- Ekonomiska beräkningar på gårdsnivå*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Lantbruk, trädgård, jordbruk, Rapportserie: 2010:275) Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/5103/1/sporndly_e_etal_100823.pdf

- Lindgren, K. och 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 2003:319)
- Lindgren, K. och Benfalk, C. 2004. *Drivningsgator för kor – planering, material, kostnad*. Uppsala: JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI-informerar 2004:104).
- Lindgren, K. och Lindahl, C. 2007. *Stabilisering av mark för bättre djurvälstånd och miljökartläggning av gräsarmering*. Uppsala: JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI-rapport Lantbruk & Industri 2007:354)
- Lucci, G. M., McDowell, R. W. och Condrón, L. M. 2010. Potential phosphorus and sediment loads from sources within a dairy farm catchment. *Soil Use and Management*, vol. 26, ss. 44-52
- Magnusson, M., Andersson, C., Svensson, B. och Kolstrup, C. 2002. Avtorkningsrutiner i mjölkstallet: Hur minimeras risken för kvalitetsfel i mejeriprodukter orsakade av klostridie- och *Bacillus cereus* sporer i leverantörmjolk. Alnarp: Svensk Mjolk och Sveriges Lantbruksuniversitet (Svensk Mjolk rapport nr 7006-P)
- Manske, T., Bergsten, C och Hultgren, J. 2002. *Klövvård och klövhälsa hos mjölkkor*. Jordbruksverket (Jordbruksinformation 4)
- Nie, Z. N., Ward, G. N. och Michael, A. T. 2001. Impact of pugging by dairy cows on pastures and indicators of pugging damage to pasture soil in south-western Victoria. *Australian Journal of Agricultural Research* 52, 37-43.
- Nielsen, Christel (2009). *Economic impact of mastitis in dairy cows*. Diss. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Olde Riekerink, R. G. M., Barkema, H. W. och Stryhn, H. 2007. The effect of season on somatic cell count and the incidence of clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, vol. 90, ss. 1704-1715
- Oskarsson, M. 2008. Vad kostar dålig klövhälsa? *Djurhälso- och Utfodringskonferensen 2009*. Uppsala: Konferenstryck, ss. 59-62
- Oskarsson, M. 2009. Bra kvalitet på mjölken höjer avräkningspriset. *Djurhälso- och Utfodringskonferensen 2009*. Uppsala: Konferenstryck, ss. 29-31
- Østerås, O., Sølverød, L. och Reksen, O. 2006. Milk culture results in a large Norwegian Survey – Effects of season, parity, days in milk, resistance and clustering. *Journal of Dairy Science*, vol. 89, ss. 1010-1023
- Sandholm, M., Honkanen-Buzalski, T., Kaartinen, L. och Pyörälä, S. 1995. *The Bovine udder and mastitis*. Helsingfors: Faculty of Veterinary Medicine, University of Helsinki
- Salomon, E., Sundberg, M., Spörndly, E., Lindahl, C., Lindgren, K. och 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 2008:372)
- Schreiner, D. A. och Ruegg, P. L. 2003. Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, vol.86, ss. 3460-3465

- SJV. 1998. Djurskyddsförordningen. Statens Jordbruksverk. (SFS 1988:539 10§)
- SJV. 2010. Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om djurhållning inom lantbruket m.m. Statens Jordbruksverk. (SJVFS 2010:15 25-26§)
- SJV. 2013. Nötkreatur - Utevistelse och betesgång.
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/olikaslagsdjur/notkreatur/utevistelseochbetesgang.4.4b00b7db11efe58e66b8000308.html> [2013-08-26]
- SVA. 2013a. Klövsjukdom – klövspaltsinflammation.
<http://www.sva.se/sv/Djurhalsa1/Notkreatur/Endemiska-sjukdomar/Klovsjukdom---klovspaltsinflammation/> [2013-08-26]
- SVA. 2013b. Mastit hos nötkreatur. <http://www.sva.se/sv/Djurhalsa1/Notkreatur/Endemiska-sjukdomar/Mastit/> [2013-08-27]
- Svensk Mjölk. 2012. Bete - Praktiska lösningar och management. Stockholm.
- Telezhenko, E. och Bergsten, C. 2005. Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. *Applied Animal Behaviour*, vol. 93, ss. 183-197.
- Telezhenko, E., Lidfors, L. och Bergsten, C. 2007. Dairy cow preferences for soft or hard flooring when standing or walking. *Journal of Dairy Science*, vol. 90, ss. 3716-3724.
- Thomsen, P.T., Østergard, S., Houe, H. och Sørensen, J.T. 2007. Loser cows in Danish dairy herds: Risk factors. *Prev. Vet. Medicine* 79, 136-154.
- Tranter, W. P. och Morris R.S. 1991. A case study of lameness in three dairy herds. *New Zealand Veterinary Journal*, vol. 39, ss. 88-96. Abstract.
- Uppsala Universitet. 2013. Celcius – Klimattabeller Uppsala. celsius.met.uu.se. [2013-11-20]
- Waage, S., Mørk, T., Røros, A., Aasland, D., Hunshamar, A. och Ødegaard, S. A. 1999. Bacteria associated with clinical mastitis in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, vol. 82, ss. 712-719
- 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. och Garza, N. E. 1986. The influence of Livstock Trampling under Intensive rotation grazing on soil hydrologic characteristics. *Journal of Range Management*, vol. 39. ss. 491 - 495
- Willatt, S. T. Och Pullar, D. M. 1984. Changes in Soil Physical Properties under Grazed Pastures. *Australian Journal of Soil Research*, vol 22, ss. 343-348
- Williams, L. A., Rowlands, G. J. och Russel, A. M. 1986. Effect of wet weather on lameness in dairy cattle. *Veterinary Record*, vol. 118, ss 259-261.
- Zadoks, R. N., Tikofsky, L. L. och Boor, K. J. 2005. Ribotyping of *Streptococcus uberis* from a dairy's environment, bovine feces and milk

Zetterfeldt, M. 1999. Halten av Bacillus cereussporer i leverantörsmjölk – Hur inverkar rutiner och miljöfaktorer under betesperioden och vid inställning. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård (Examensarbete 118)

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

Ej publicerade källor

Salomon, E. 2013. Personligt meddelande. Senior forskare. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik.

Bilaga 1

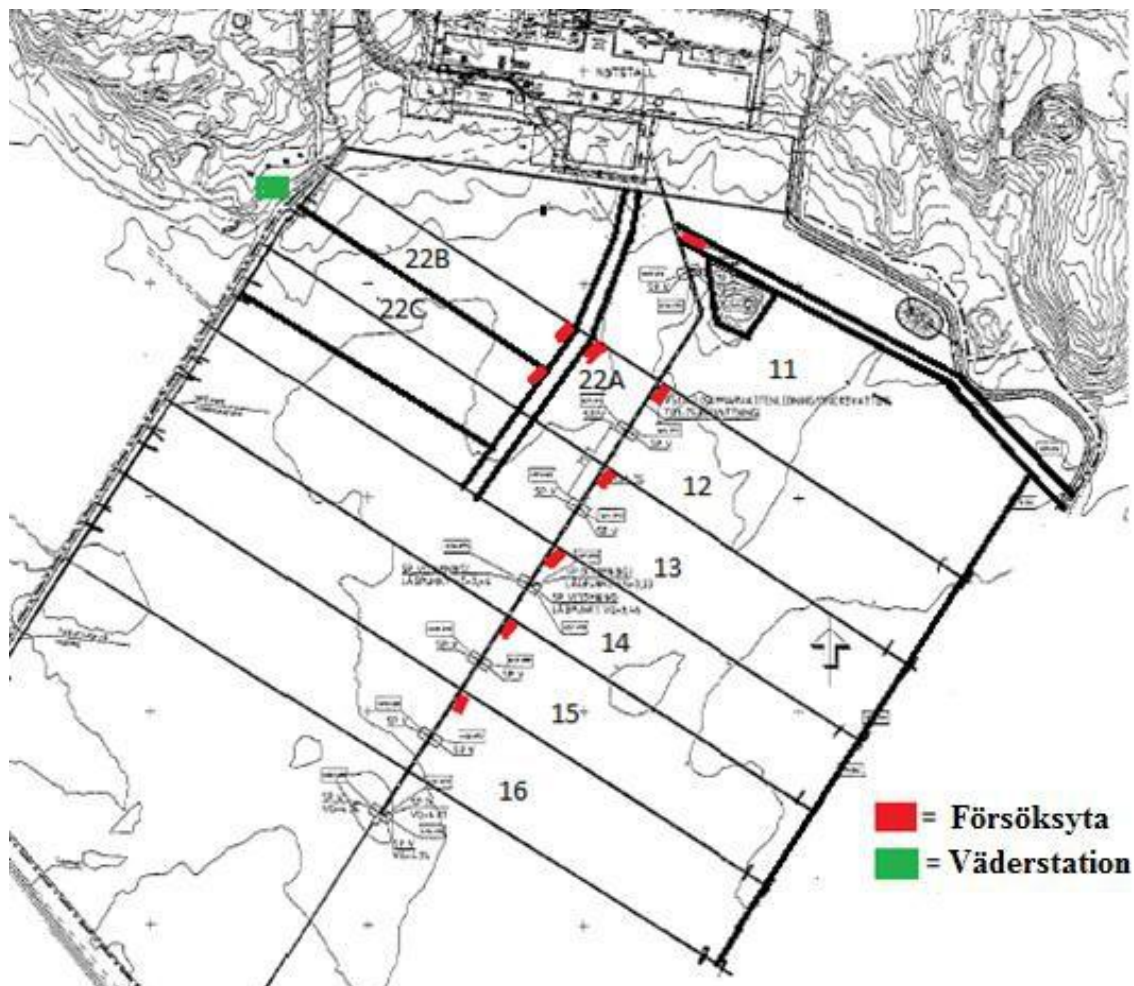


Bild 41. Betesfällornas numrering samt placering av försöksytor och väderstation

Bilaga 2

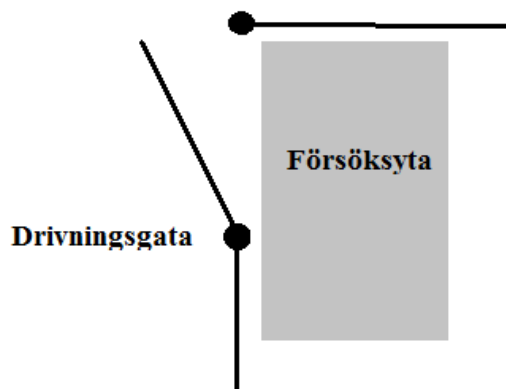


Bild 42. Placering av försöksyta i relation till grindhål i fålla 11-16 samt 22A. Svarta sträck är staket.

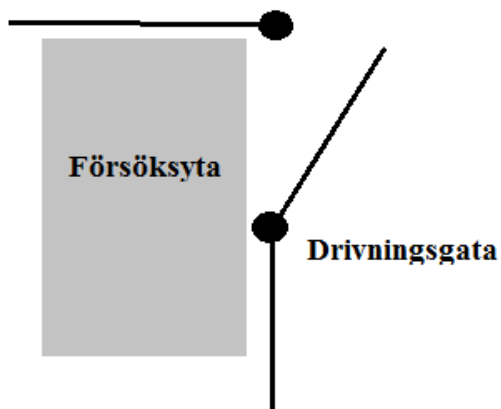


Bild 43. Placering av försöksyta i relation till grindhål i fålla 22B och 22C. Svarta sträck är staket.

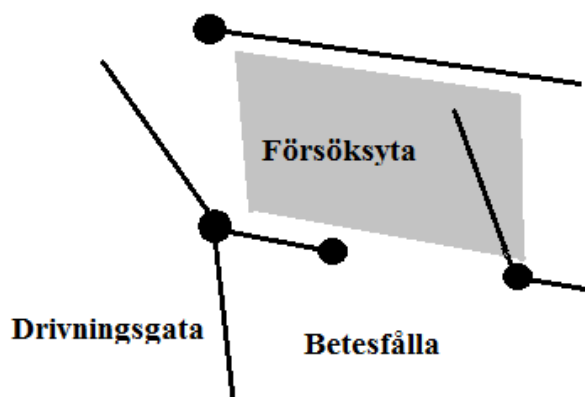


Bild 44. Placering av försöksyta i relation till grindhål i fålla 11. Försöks ytan är placerad utanför betesfällan i en drivningsgata som går längsmed betesfällan. Svarta sträck är staket.

Bilaga 3

| Kostnadskalkyl Barkyta 4x25m (20 cm djup, odränerad, med markduk) | | | | |
|---|----------------------------|-------------|----------------|--------------|
| Kostnadspost | Enhet | å-pris | Kostnad | |
| | | | 100m2 | m2 |
| Investering (år 1) | | | | |
| Bark och transport | 30m3 bark, transport 5 mil | 2800kr/40m3 | 2100 | 21 |
| Geotextil (18m) | 4.5x25m | 56.7kr/m3 | 1418 | 14.18 |
| Arbetskostnad schaktning samt läggning av bark | 4 tim | 700kr/tim | 2800 | 28 |
| Kapitalkostnad | Kalkylränta 7% | | 221.13 | 2.2113 |
| Total investeringskostnad | | | 6539.13 | 63.18 |
| Årligt underhåll (år 2-10) | | | | |
| Bark och transport | 30m3 bark, transport 5 mil | 2800kr/40m3 | 2100 | 21 |
| Arbetskostnad omläggning av bark | 2 tim | 700kr/tim | 1400 | 14 |
| Årlig underhållskostnad | | | 3500 | 35 |

| Kostnadskalkyl Armeringsmatta, yta 4x25 m | | | | |
|---|----------------|--------------------|-----------------|---------------|
| Kostnadspost | Enhet | å-pris | Kostnad (kr) | |
| | | | 100m2 | m2 |
| Investeringskostnad (år 1) | | | | |
| Armeringsmatta med geotextil inkl frakt | 4x25 m | 7400kr/rulle 2x20m | 18500 | 185 |
| Buntband | 2 frp | 99.5 kr/frp | 199 | 1.99 |
| Kalkkross | | | 500 | 5 |
| Arbetskostnad bearb. mark och tillförsel av kalkkross | 1 tim | 700kr/tim | 700 | 7 |
| Arbetskostnad läggning av matta | 4 tim | 300kr/tim | 1200 | 12 |
| Kapitalkostnad | Kalkylränta 7% | | 738.47 | 7.38 |
| Total investeringskostnad | | | 21837.47 | 218.37 |
| Årligt underhåll (år 2-10) | | | | |
| Rengjöring av matta samt ev mindre underhåll | 2 tim | 300kr/tim | 600 | 6 |
| Årlig underhållskostnad | | | 600 | 6 |

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida www.slu.se.

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. The department's degree projects are published on the SLU website www.slu.se.

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024
750 07 Uppsala
Tel. 018/67 10 00
Hemsida: www.slu.se/husdjur-utfodring-varld

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science
Department of Animal Nutrition and Management
PO Box 7024
SE-750 07 Uppsala
Phone +46 (0) 18 67 10 00
Homepage: www.slu.se/animal-nutrition-management*