

**SLUTRAPPORT  
for  
PROJEKTET:**

**Malkekøer – Præfabrikeret staldgulv med elastisk trædeflade**

**J.nr. 3401-65-03-135**

**April 2006**

**Redaktion Agri Contact**

## **PROJEKTPARTNERE:**

### Projektansøgere:

Perstrup Beton Industri A/S  
Kringlen 4-6  
8560 Kolind                      Tlf: 87 74 85 00  
Kontaktperson: Niels Søndergaard-Pedersen

Danmarks Jordbrugsforskning  
Afdelingen for Husdyrsundhed og Velfærd  
Forskningscenter Foulum, Postbox 50  
8830 Tjele                      Tlf: 89 99 13 27  
Kontaktperson: Christian Krohn

### Eksterne partnere:

Dansk Landbrugsrådgivning  
Landscentret Byggeri og Teknik  
Udkærvej 15, Skejby  
8200 Århus N                      Tlf: 87 40 50 00  
Kontaktperson: Jan Brøgger Rasmussen

Agri Contact  
Torupvejen 97  
3390 Hundested                      Tlf: 47 92 38 00  
Kontaktperson: Arne Møller

ErgoFloor ApS                      (Fra 2005)  
Østergade 17  
7160 Tørring                      Tlf: 29 46 94 27  
Kontaktperson Uffe Mølgaard

## **FORMÅL:**

Projektet har haft til formål at udvikle og afprøve præfabrikerede gulve med elastisk trædeflade til brug i stalde for malkekøer.

## **BAGGRUND:**

Udviklingen inden for stalde til malkekøer går mod løsdriftstalder, hvor køerne kan bevæge sig frit i stalden. Disse stalder fremstilles typisk med et spaltegulv i køernes gangareal, hvor gødningen trædes ned gennem spalterne og opsamles i et rum under spalterne, hvorfra gødningen føres til lagerbeholder.

I disse systemer er der ammoniakfordampning fra såvel spaltegulv som fra det underliggende gulv.

Der bygges en del med fast gulv, f.eks. beton med profilering, asfalt eller lignende. Spaltegulv har tidligere været dominerende, fast gulv udgør nu ca. 50 % ved nybygning.

Ved fast støbt gulv på stedet er det svært at udlægge et plant gulv. Der opstår typisk mange lunger hvor der samles urin, med deraf følgende fordampning.

Med henblik på at reducere ammoniakfordampningen har man i flere lande arbejdet med udvikling af alternative gulvsystemer, hvor urin ledes væk fra gulvfladen hurtigt. Der findes mange forskellige løsninger. Disse gulve renses relativt hyppigt med en skraber, så gulvet kan holdes nogenlunde rent.

Et af disse systemer blev oprindeligt udviklet ved universitetet i Wageningen (IMAG) og har funden en del udbredelse i Holland. Med udgangspunkt i disse erfaringer har Perstrup Beton Industri A/S i samarbejde med Landskontoret for Bygninger og Maskiner udviklet et noget tilsvarende gulvsystem, der blev introduceret på Agromek 2003 og er blevet solgt i et betydeligt antal.

Såvel de traditionelle spaltegulve som de nye udviklinger af alternative gulve fremstilles ofte i beton og ofte med kanter dels ved spalteåbninger og dels ved riller for opsamling af urin. Der er dog en del forskel på udformningen af spalteåbningerne, således nogle meget skarpkantede og nogle mere afrundede.

Gulvsystemer i malkekvægsstalde har stor betydning for hyppigheden af køer, der er halter, hvilket for 90 %'s vedkommende stammer fra klovskaider. Det er især betongulve, der er årsag til klovskaider og specielt betongulve forsynet med spalter og riller er meget belastende for køernes klove, idet de er årsag til sår og rifter, der danner grobund for infektioner. Det, at et skummende fodbad til bekæmpelse af klovsygdomme hos malkekøer blev tildelt Agromek prisen på udstillingen Agromek 2003, illustrerer den betydning som praksis tillægger problemerne med klovlidelser.

Ifølge Christian Krohn, DJF er klovskaider den næsthøypigste sygdomsårsag i malkekvægsbesætninger og ifølge projektfor-

sker dyrlæge Torben W Bennedsgaard, DJF er køer, der er halte / har klovskaeder et meget stort problem bl.a. i besætninger med malkeroboter, idet de pågældende køer vægre sig ved at gå hen til malkerobotten. Tilsvarende ved andre malke-systemer, hvor langsomme køer, der drives til malkning, tager meget kapacitet.

Der er en række universiteter og firmaer, der har arbejdet med udvikling af gulvmåtter for placering på betongulve herunder på gulve med spalteåbninger. På udstillingen EUROTIER, Hannover november 2002 blev det tyske firma Kraiburg, der samarbejder med universitetet i Hohenheim, således tildelt sølvmedalje for deres udvikling af gulvmåtter til gangarealet i løsdriftsstalde for malkekøer.

På konferencen "6th International Conference on Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming, Tyskland marts 2003 var klovskaeder hos malkekøer et af fokusemnerne. Bl.a. resultater fra Holland blev præsenteret.

Ved IMAG i Holland har man undersøgt hvordan forskellige gulvsystemer påvirker dannelsen af klovskaeder. Man har sammenlignet spaltegulve, spaltegulve med skrabere, fast betongulv med skrabere samt gulve med dybstrøelse.

Betongulvene giver langt flere klovskaeder end gulve med halmstrøelse. Dette gælder specielt for besætninger, der holdes på stald hele året, hvor man har en hyppighed af klovskaeder på ca. 50% for betongulvene.

For gulvsystemerne med riller, hvor rillerne renses sammen med at gulvfladen skræbes ren for staldgødning, er det ikke muligt at anvende eftermonterede måtter på gulvet. Samtidig er der konstateret betydelige problemer med fastgørelse og fastholdelse af de gummimåtter, der skrues eller på anden måde fastgøres i gulvet.

Ovennævnte er baggrunden for nogle indledende aktiviteter, der er gennemført med henblik på at kunne udvikle et præfabrikeret gulvsystem i lighed med det nuværende Perstrup gulvsystem, men med elastisk trædeflade.

Det princip, der er udviklet og afprøvet i dette projekt, er vist i fig. 1

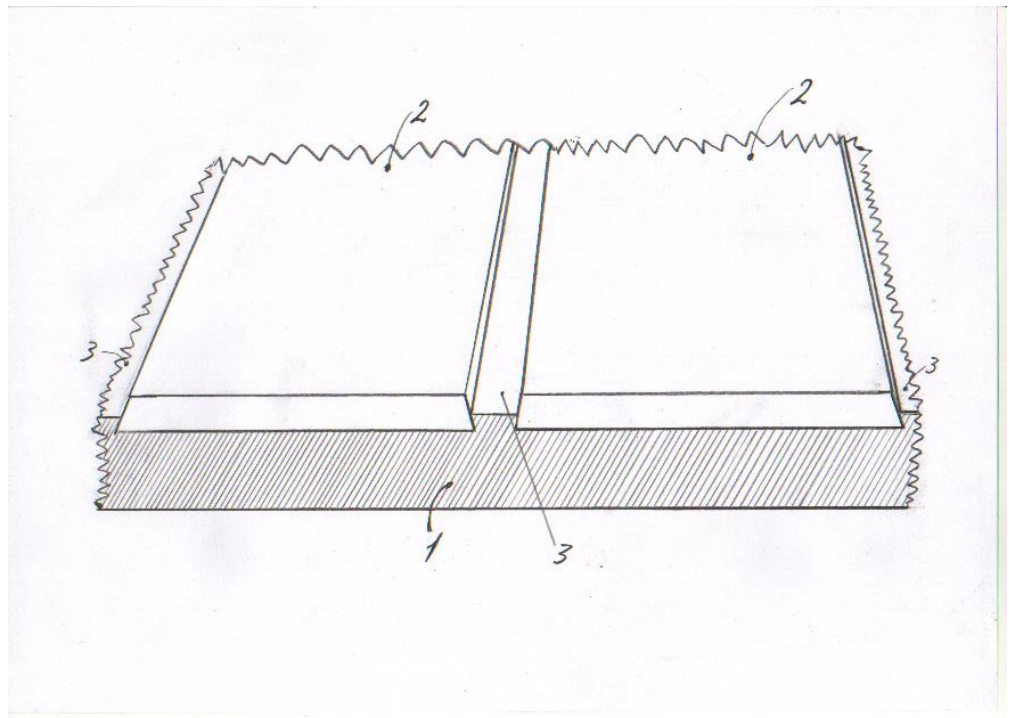


Fig. 1

Fig. 1 viser et snit af et udsnit fra et staldgulvselement. Betonen 1 er normal armeret beton støbt med opsidens mod formbunden. Formens bund er udformet med koniske indsatse, der danner rillerne 3. Før udstøbningen er de elastiske elementer 2 indlagt mellem formbundens koniske indsatse. De elastiske elementer er udformet med en svag konus på de langsgående sider. Ved udstøbningen lukker betonen sig om de elastiske elementer, som efter betonens hærkning er fikserede og delvist beskyttede. Rillerne vil typisk være væsentlig smallere end bredden af en klo, hvorfor der ikke bliver nogen kontakt mellem beton og klove.

Støbningen foretages som normalt med trædefladen vendende mod bundpladen.

Med denne konstruktion opnås en gulvflade, hvor klovene i hele trædeområdet kun vil være i kontakt med de elastiske gummielementer, medens man stadig kan afdræne urin til rillerne, der kan renses sammen med udmugningen fra stalden. Samtidig sikres, at de elastiske gummielementer, er forankret og delvis beskyttet af beton.

Det er derfor forventeligt, at en sådan konstruktion kan give et betydeligt bidrag til at mindske problemerne med klovproblemer.

## **GENNEMFØRTE AKTIVITETER:**

Jævnfør projektplanen blev der fundet en interesseret producent af gummielementer baseret på genbrugsgummi.

Der blev produceret de planlagte prøveelementer i gummi samt gulvelement med elastisk trædeflade i fuld skala.

Gulvelementet i fuld skala blev præsenteret på Agromek januar 2004, hvor det skabte en betydelig interesse, som resulterede i aftale om levering af to stalde i henholdsvis Tørring og Fårup med dele af gulvet forsynet med elastisk trædeflade.

Af de to stalde var stalden i Fårup udset til at være forsøgssvært for DJF's planlagte observationsforsøg.

Fig. 2 og 3 viser billeder fra de to stalde.



Fig. 2 Stald i Fårup



Fig. 3 Stald i Tørring

Parallelt hermed blev de to prøveelementer afleveret til de planlagte funktionstest:

1) Afprøvning af elasticitet og friktionsegenskaber i samarbejde med Professor Christer Nilsson, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi (JBT), Sveriges lantbruksuniversitet, Box 86, 230 53 Alnarp.

Rapport fra denne afprøvning er vedhæftet som bilag 1. Det fremgår af rapporten, at gulvfladen har gode friktionsegenskaber bestemt som  $\mu_R$  og  $\mu_M$ , der repræsenterer friktionskoefficienter når kloven er belastet normalt tryk. Dette set i sammenligning med traditionelle gulvbelægninger og set i forhold til kommercielt tilgængelige gummimåtter udlagt oven på gulvet.

Derimod var de såkaldte BPN målinger, der repræsenterer friktionsegenskaberne uden belastning mindre gode.

2) Afprøvning af langtidsholdbarhed i samarbejde med Dr. Bart Sonk, Department of Mechanisation, Labour, Buildings, Animal Welfare and Environmental Protection Agricultural Research Centre Ghent, Belgien.

Forsøgene gennemføres i en prøveopstilling som vist i fig. 4

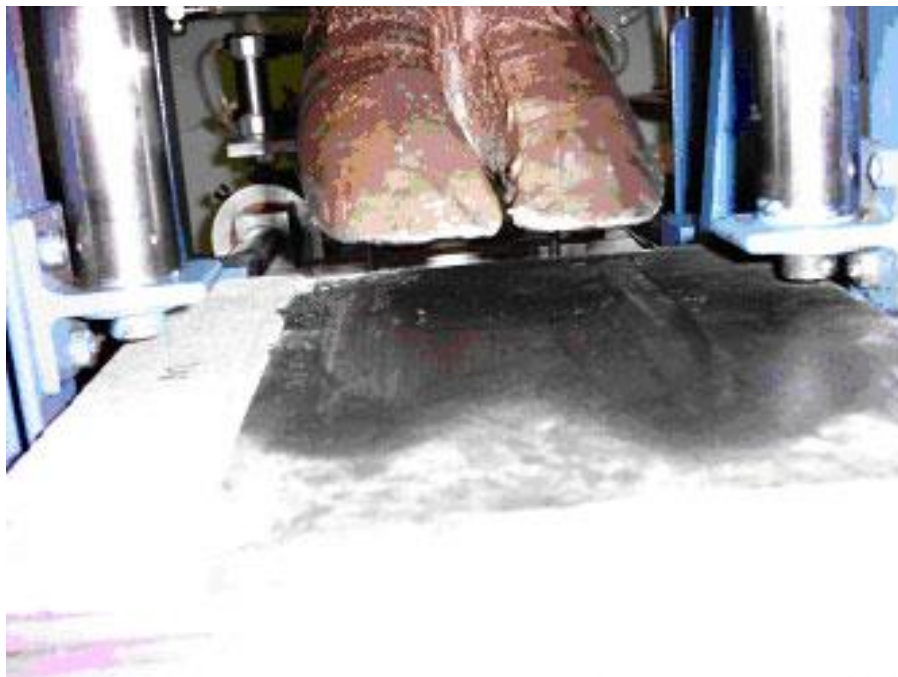


Fig. 4 Slidmåler i funktion

Resultaterne fra de accelererede målinger var meget nedslående. Som det fremgår af fig. 5 var der store beskadigelser efter 2000 påvirkninger, hvilket er væsentlig mindre end de 5-10.000 påvirkninger, som gummibelægningen ifølge oplysninger fra forsøgspersonalet bør kunne klare.

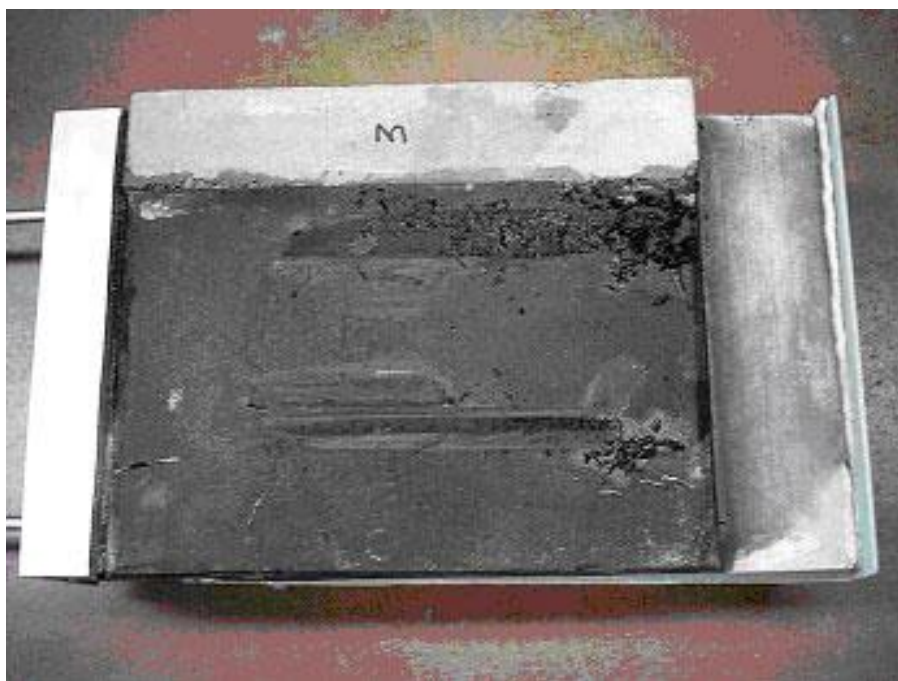


Fig. 5 Slidmærker efter 2000 påvirkninger med 1. gummitype



Ud over de nævnte problemer, var der også været problemer med gummileverandørens evne til at sikre en ensartet elasticitet og kvalitet

Den samlede konklusion efter de indledende aktiviteter frem til slutningen af 2004 at det var nødvendigt at finde en anden leverandør af gummielementer.

Projektgruppen kom i den forbindelse i kontakt med den danske virksomhed ErgoFloor ApS, der har erfaring med udvikling, produktionsstyring og kvalitetskontrol af tilsvarende produkter.

Resultaterne fra friktionsmålingerne i Alnarp sammenholdt med erfaringer fra stalden i Tørring, hvor vi konstaterede problemer, specielt når koen træder fra en højere liggende tværgang ned på gummigulvet, uden tryk på kloven, hvorved den ikke får fodfæste og glider, gjorde at vi besluttede at forsyne gummielementernes overflade med et mønster, noget vi hidtil havde været tilbageholdende med af hensyn til mulighederne for at holde gulvoverfladen ren.

Gulvbelægningen i Tørring blev ved opskæring forsynet med et mønster som vist i fig. 8. og der er ikke efterfølgende rapporteret problemer med udskridning.

Efter drøftelser i styregruppen er det besluttet at lade de planlagte DJF observationsforsøg erstatte af gangforsøg på en testbane, der blev etableret hos DJF Foulum med gummielementer forsynet med mønster svarende til Tørring stalden.

Planen var at udnytte billedanalyse til at vurdere elastiske gulvbelægninger i forhold til asfalt belægning, ved at følge køers gangbevægelser på forskelligt underlag.

Fig. 6 fra DJF Foulum viser hvor forsøgene blev gennemført.

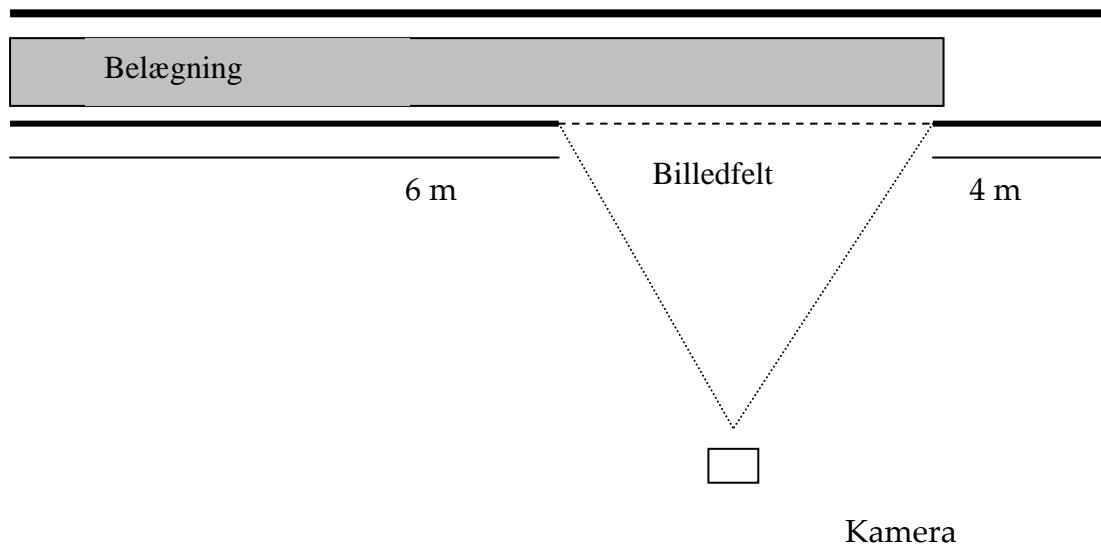


Fig. 6 Principskitse af gangforsøg ved DJF Foulum

Selve gangen og belægningen er vist i fig. 7



Fig 7 Forsøgsgang ved DJF

I fig. 8 er vist, hvorledes de markører, der benyttes til at følge køernes bevægelsesadfærd er placeret på de køer, der indgik i undersøgelsen.

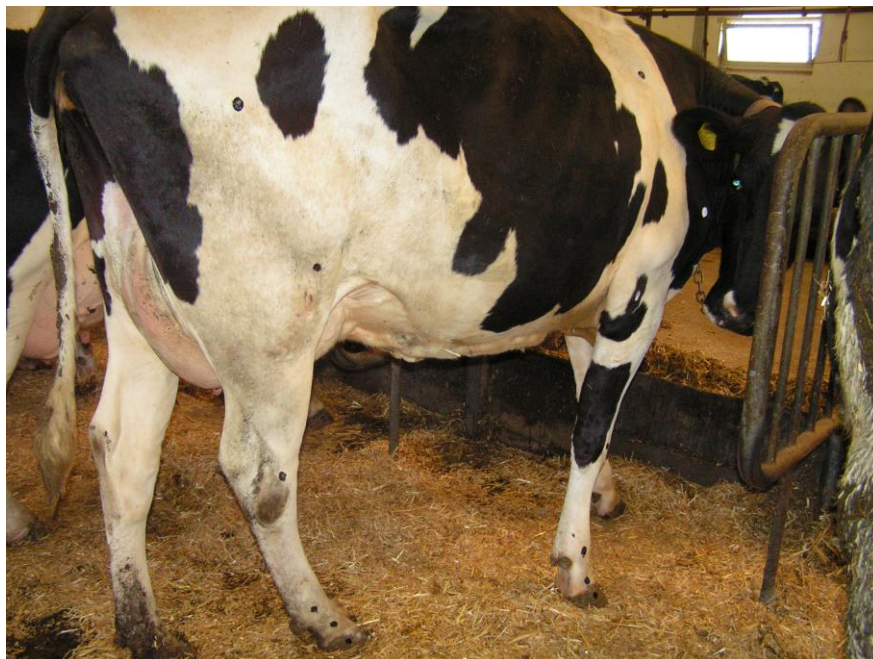


Fig. 8 Markører påmalet køernes led og klove

Efter modtagelse af de første udfaldsprøver af de nye gummi-elementer, blev der sidst i 2005 fremstillet nye testelementer, der blev sendt til Agricultural Research Centre i Ghent for fornyet slidprøve med udstyr vist i fig. 4.

## RESULTATER:

Resultaterne fra gangforsøgene ved DJF er detaljeret beskrevet i DJF rapporten "Slutrapport vedrørende præfabrikeret staldgulv med elastisk trædeflade i stalde til malkekøer" af Christian C. Krohn og Vivi Mørkøre Thorup. Rapporten er vedlagt som bilag 2.

Resultaterne er sammenfattet i skemaet fig. 9

	<b>Asfalt</b> (Gns ± S.E.)	<b>Gummi (Pers- trup)</b> (Gns ± S.E.)	<b>Signifikant forskell</b>
Gang hastighed, m/sek.	1,59±0,05	1,53±0,03	NS
Skridtlængde, cm	1,86±0,02	1,86±0,03	NS

(højre forklov – højre forklov)			
Overlap, cm (højre forklov – højre bagklov)	4,49±1,62	4,03±0,76	NS
Løft af forklov, cm (maksimal højde)	13,99±0,18	13,92±0,46	NS
Løft af bagklov, cm (maksimal højde)	10,10±0,61	9,92±0,37	NS
Udskridninger, antal/cm	ingen	Ingen	NS

Fig. 9 Resultater af gangtesten. Gennemsnit og spredning (S.E.) på de to gulvbelægninger

Jævnfør rapporten bilag 2 konkluderes:

*Undersøgelsen sammenlignede køernes gangbevægelser på henholdsvis asfalt og præfabrikerede betonelementer med faststøbt gummioverflade (Perstrup Beton Industri A/S). Asfalt har en jævn, ru og hård overflade, som normalt giver køerne en sikker og ubesværet gang. I den sammenlignende gangtest var der for ingen af de undersøgte parametre forskel mellem de to overflader, og da køerne på trods af en relativ høj ganghastighed i testen ikke skred ud, kan det konkluderes, at køerne går lige så sikkert og ubesværet på Perstrups præfabrikerede betonelementer med faststøbt gummioverflade som på et godt skridsikkert asfaltgulv.*

*Denne kortvarige test af køernes gangbevægelser på et fast gulv med gummibelægning siger imidlertid ikke noget om gulvoverflades langtidsvirkning. På grundlag af litteraturen er det imidlertid sandsynliggjort, at køerne har større præference for at opholde sig på en elastisk gulvoverflade (gummi) end på et hårdt gulv, og at klov- og bensundheden er størst på det elastiske gulv. Perstrups betonelementer med faststøbt gummioverflade må også formodes at have disse fordele.*

Resultaterne fra afprøvningen af de nuværende gummielementers slidstyrke er præsenteret i rapporten "Sustainability

tests on new rubber elements for walking areas", der er vedlagt som bilag 3.

Fra rapporten er i figurerne 10, 11 og 12 vist testelementet henholdsvis efter 0, 10.000 og 25.000 påvirkninger.

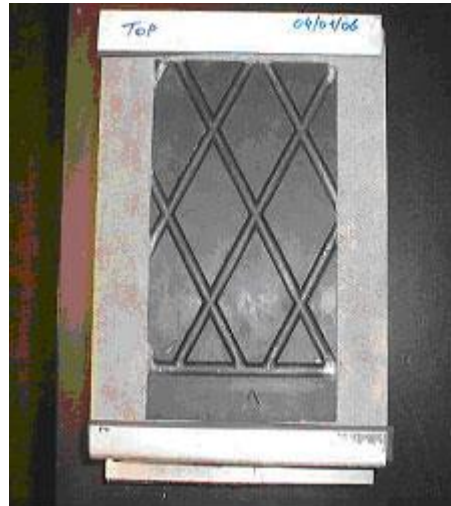


Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12

Det anføres i rapporten bilag 3, at gummielementet nåede til afslutning af prøven efter 25.000 påvirkninger uden væsentlige skader. Dette svarer til belastningen i en liggeboks over 10 år. (Der foreligger ikke langtidserfaringer med elastiske gulvbelægninger)

Baseret på erfaringer fra andre afprøvninger konkluderes, at det afprøvede gummielement har en særdeles god slidstyrke.

## **SAMMENDRAG og KONKLUSION:**

Inden for projektet er udviklet og afprøvet et præfabrikeret staldgulvselement med elastisk trædeflade til brug for malkekøer.

Det udviklede gulv er baseret på et tidligere udviklet skrabe-gulv, hvor urinen ledes bort fra gulvfladen og den faste gødning fjernes med skraber. Denne gulvtype har vist sig at give en betydelig lavere ammoniakemission end det der er gældende for traditionelle gulvtyper.

I det elastiske gulv er indstøbt gummielementer i skrabeelementernes trædeflade på en måde, der sikrer at gummielementernes fastholdes i betonen og at gummielementernes kanter er beskyttede.

Inden for projektets første fase er gennemført fuldskala forsøg i to stalde samt friktionstest og holdbarhedstest af gummielementerne.

Ud fra de erfaringer, der blev indsamlet i projektets første fase, blev der inddraget en ny leverandør af gummielementer, og gummielementerne blev forsynet med en profilering for at forbedre skridsikkerheden.

I 2. fase af projektet er gennemført slidtest af de nye gummielementer og en videobaseret observationsundersøgelse til belysning af gulvets skridsikkerhed set i forhold til asfalt.

**Projektgruppen konkluderer på basis af de gennemførte forsøg og afprøvninger at gulvets elementet har en elasticitet, der i høj grad kan være med til at reducere risikoen for kløvskader, en skridsikkerhed, der svarer til de bedste belægningstyper. De gennemførte undersøgelser har ligeledes dokumenteret at gummielementerne er fuldt forankrede i betonen og har en særdeles god slidstyrke.**

Det er projektgruppens plan at fremme en praktisk udnyttelse af den udviklede konstruktion kombineret med en opfølgning for vurdering af de funktionsmæssige og adfærdsmæssige resultater herunder en dokumentation for at skrabegulvets egenskaber som drænende gulv og dermed reduceret ammoniakfordampning er bibeholdt.