



GOLV I HÄSTSTALLAR

-UTFORMNING AV STALLGÅNGSYTOR

FLOORS I HORSE STABLES - THE DESIGN OF AISLE SURFACES

Rebecka Jönsson

Examensarbete

**Institutionen för lantbruksteknik
Avd för byggnadsvetenskap**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Engineering**

**Rapport 227
Report 227**

**Uppsala 1998
ISSN 00283-0086
ISRN SLU-LT-R-227-SE**

FÖRORD

Golv i häststallar är ofta för hala sett ur hästens synvinkel. Ett vanligt tillfälle då halkolyckor inträffar är då hästen skall ut ur eller in i sin box. Extra halt blir det för skodda hästar och då golvet är blött. Den vanligaste golvbeläggningen i häststallar är betong. Den är billig och relativt enkel att utföra. Andra material kommer då och då till användning. Någon systematisk sammanställning av dessas lämplighet har inte gjorts.

Detta examensarbete har tillkommit på initiativ av försöksledare Michael Ventorp vid Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, Alnarp för att söka klarlägga hur stallgångsgolv lämpligen bör utformas. Utgångspunkten har varit att inventera befintliga lösningar och genom fältstudier utvärdera utformningarnas lämplighet som stallgångsgolv. Då halksäkerheten är en mycket viktig parameter har en stor del av arbetet koncentrerats till att mäta friktionen på de olika golven. Eftersom ingen lämplig friktionsmätare fanns att tillgå ingick det i arbetet att utveckla en enkel, lätttransportabel men ändå tillförlitlig apparat. Mätningar med denna i kombination med avnöttningsmätningar med hjälp av en tidigare utvecklad metod, har genomförts på 20 stycken olika golv. Resultaten från fältstudierna kombinerat med litteraturstudier och insamlade erfarenheter från studiebesök i Sverige och Irland ligger till grund för gjorda slutsatser och rekommendationer.

Examensarbetet påbörjades sommaren 1996. Fältmätningarna genomfördes hösten 1996 - våren 1997. Den nyutvecklade friktionsmätaren kalibrerades mot en friktionsmätare använd vid Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi (JBT), Alnarp. Till såväl de vid JBT som hjälpt till i projektet som samtliga försöksvärdar och värdar vid studiebesöken - ingen nämnd och ingen glömd - riktas ett stort tack. Vidare står vi i tacksamhetsskuld till Graméns fond vars stöd i första hand underlättade resor under fältstudier och övriga studiebesök.

Uppsala i december 1997

Christer Nilsson
Handledare

INNEHÅLL

FÖRORD	2
INNEHÅLL	3
SAMMANFATTNING	5
SUMMARY	6
INLEDNING	7
SYFTE OCH AVGRÄNSNING	8
FRIKTION OCH GOLVTYPER	9
Friktion	9
Mätmetoder	9
Lutande plan	10
Lutande ben	10
Släpförsök	11
Roterande borstar e.d.	12
Pendelförsök	12
Glidlängd	12
Bromsvagn	13
Exempel på golvtyper i häststallar	13
Betong	13
Marksten	15
Träkubb	15
Asfalt	15
Epoxi/sand	16
EGNA UNDERSÖKNINGAR	16
Material och metoder	16
Mätning av friktion	16
Metodutvärdering	18
Mätning av ytstruktur	19
Undersökta golv	21
Betonggolv	21
Markstensgolv	21
Trägolv	22
Asfaltgolv	22
Epoxi/sand-golv	23
Resultat	23
Friktion	23
Metodjämförelse	26
Ytstruktur	27
Jämförelse mellan friktion och ytstruktur	30
Jämförelse mellan skon med söm och den släta skon	31
Diskussion	32
STUDIEBESÖK	32
Sverige	33
Spån- eller sandgångar	33
Betonggolv med nedtryckta stenar	34

Irland.....	35
Stallgångsgolv	35
Boxgolv	35
DISKUSSION OCH SLUTSATS	37
TACK	38
REFERENSER.....	39
Litteratur	39
Personliga meddelanden	39
Övriga referenser	39
BILAGA 1, Adresser till de stall som är med i studien.....	41

SAMMANFATTNING

Golvet i häststallar är en kompromiss. Å ena sidan ska det inte vara halt för hästar och människor och å andra sidan ska det vara lätt att rengöra. Ofta står de båda önskemålen mot varandra. Dessutom ska golvbeläggningen vara billig och hållbar.

Den vanligaste golvbeläggningen i häststallar är betong. Man utnyttjar helt enkelt husets bottenplatta direkt som golv. I en del stallar har man provat andra alternativ t.ex. trägolv, asfaltgolv, spån- eller sandgångar, golv av marksten och golv av epoxi/sand-blandningar.

Målet med den här studien har varit att jämföra olika golvbeläggningar från friktions-synpunkt. Det har skett genom studiebesök i stallar i Sverige och på Irland och genom mätningar på befintliga golv i Sverige. Ett delmål har varit att ta fram en metod för friktionsmätningar som fungerar bra i fält.

Den metod som använts för friktionsmätningarna bygger på mätning av glidlängd. En kloss får glida utmed en rutschbana och ut på golvet. Genom att mäta hur långt den glider på olika golv kan man jämföra deras friktionsegenskaper. Det är lätt att ta med sig utrustningen mellan olika stallar och göra mätningar på befintliga golv. För att få en uppfattning om metodens pålitlighet har den jämförts med den metod Hörndahl (1995) använde i sin studie "Slitstyrka och halksäkerhet hos golv i djurstallar". En begränsning hos metoden är att den bara kan användas på hårda ytor.

Förutom friktionen har också golvens ytstruktur mätts för att se om den går att relatera till friktionen. Mätningarna gick till så att gipsklossar drogs över golven och genom vägning mättes hur mycket gips som skavdes av på de olika golven. Ju mer klossarna minskade i vikt desto skrovligare golv.

Sedan har olika golvmaterial jämförts från halksynpunkt. Hänsyn har inte tagits till andra parametrar som t.ex. kostnad eller rengörbarhet. Mätningarna utfördes i 20 stallar i Skåne, Östergötland och Uppland under läsåret 1996-1997.

Resultaten visar att betonggolven är halast. Bäst resultat fick epoxi/sand-golven. Det finns många varianter på epoxi/sand-golv och den här studien har bara omfattat två typer. Det går därför inte att säga att de är bra generellt men det går att göra bra golv av epoxi/sand, t.ex. det golv som ligger i löpgångarna på klinikcentrum vid Sveriges lantbruksuniversitet.

Beträffande ytstrukturmätningarna var korrelationen med friktionsmätningarna inte så stark. Det verkar som om korrelationen blir sämre ju kortare glidlängder man har. Det skulle kunna bero på att ett halkfritt golv kan se ut på många olika sätt. Det kan vara lite mjukt som trägolven eller ha mer eller mindre vassa ojämnheter, vilket leder till att avnötningen på gipsklossen varierar. Ett halt golv däremot är hårt och slätt så där blir avnötningen alltid liten.

De golvtyper som studerades vid studiebesöken var spån- och sandgångar, gummi-beläggningar, betong med nedtryckta stenar och olika former av urindränering i boxar. Spån- och sandgångar är halkfria och ljuddämpande men de kräver lite mer underhåll än

hårda golv. Det finns gummibeläggningar som är bra ur halksynpunkt och ljuddämpande men de är i regel dyra.

Ytterligare studier skulle behöva göras för att kunna säga vilket golv som är det bästa. I den här studien har golven varit olika gamla och de har utsatts för olika hårt slitage. Man skulle behöva studera nya golv av de olika materialen och sedan utsätta dem för samma slitage under en lång tid för att se hur deras friktionsegenskaper påverkas. Man skulle också behöva studera hur de olika materialen påverkas av smuts och fukt. Stallgolv är ju ofta både smutsiga och fuktiga och det är viktigt att de även då är halksäkra.

Dessutom skulle glidlängdsmetoden behöva utvärderas ytterligare för att se om resultaten påverkas av t.ex. temperatur och luftfuktighet. Ytterligare en frågeställning är hur mjuka golven kan vara utan att glidlängdsmätningarna blir missvisande. Trägolven i den här studien är förmodligen gränsfall. Genom att de deformeras lite under belastning minskar halkrisken.

Ett golv som är bra för hästar som går barfota behöver inte nödvändigtvis vara bra för skodda hästar. En hov utan sko kan deformeras och på så sätt få grepp i ojämnheter i golvet som en järnsko glider över.

SUMMARY

The design of floors in horse stables is a compromise. On one hand it shouldn't be slippery for horses or people and on the other hand it should be easy to clean. These two requirements often contradict each other. The flooring should also be cheap and durable.

The most common flooring in horse stables is concrete. The concrete slab for the house is then used as flooring. There are some stables with alternative flooring such as wood, asphalt, shavings, sand, pavement stones or epoxy/sand-mixtures.

The purpose of this study was to compare different floorings from a friction point of view. The study was carried out by visiting stables in Sweden and Ireland and measuring the friction on 20 Swedish stable-floors. Before the measurements started, a method was developed that was easy to use in the field.

The method that has been used for the friction measurements is based on the measuring of sliding distance. A block of wood, with a horse-shoe nailed or glued to it, slides down a chute and out on the floor. The distance it slides varies depending on the friction of the flooring. The equipment is easy to use and to transport from stable to stable. To test the methods reliability it was compared to the method used by Hörndahl (1995) in the study "Wearing quality and prevention of slipperiness on solid floors in animal houses". One of the limitations with the method is that it can only be used on hard surfaces.

The abrasive properties of the floors has also been measured in order to see if it can be related to the friction. The measuring were carried out by dragging a block of plaster over the floors. By weighing the block before and after the drag test, the degree of abrasion can be determined. The more weight-loss - the more abrasive is the floor.

Different floorings have been compared from a friction point of view. Other parameters such as price or hygiene qualities have not been considered. The measurements were carried out in 20 stables in Skåne, Östergötland and Uppland in 1996-1997.

The results show that the concrete floors are most slippery. The epoxy/sand-floors showed the best results. There are many varieties of epoxy/sand-floors and this study only includes two of them. Therefore it isn't possible to say that they are generally good but it is possible to make good floorings from epoxy/sand, for example the flooring in some of the aisles of the clinical centre of the Swedish University of Agricultural Sciences.

Measurements of the abrasive properties did not show a strong correlation with the friction measurements. It seems as if the correlation is weaker on the less slippery floors. This could be explained by the different ways in which a floor can be slip-resistant. They can be soft like the wooden floors or they can have more or less sharp structures and this is why the weight-loss of the plaster-blocks are varying. A slippery floor on the other hand is hard and even and the plaster-blocks don't loose much weight.

During the visits floors made of shavings, sand, rubber, concrete with stones in it and different kinds of urine drainage in horse-boxes were studied. Aisles with shavings or sand are skid resistant and sound-absorbing but they demand more maintenance than hard surfaces. There are rubber floorings that are skid resistant and sound-absorbing but generally they are expensive.

To be able to say which floor is the most skid resistant more tests need to be carried out. The floors in this study are of different ages and the amount of "horse-traffic" varies considerably between them. Newly laid floors of the different materials would have to be tested and re-tested after being exposed to the same wearing. One should also test how the different materials are affected by dirt and moisture. Stable floors are often both dirty and wet and it is important that they are skid resistant all the time.

The used friction measuring method should be tested further to see if the results are affected by e.g. air temperature or atmospheric humidity. Another question that needs to be answered is how soft the floorings can be without the friction measuring method giving the wrong results. The wooden floors in this study are probably a borderline case. Since they are a bit deformed when a horse step on them the risk of slipping is decreased.

A floor that is skid resistant for horses with shoes does not necessarily have to be skid resistant for horses without shoes. A hoof without a shoe can be deformed and thereby interact with grooves or other irregularities in the floor. A shod hoof will slide over the grooves.

INLEDNING

Golv i häststallar är ofta för hala ur hästens synvinkel. Ett vanligt tillfälle för halkolyckor är när hästen ska ut ur eller in i sin box. Hästen ska då bromsa och svänga 90° in i en ganska smal öppning. Ofta har den lite bråttom, det kanske ligger mat i krubban som lockar eller grannen kan vara ranghög och därmed farlig. Extra halt blir det för skodda hästar eller

om golvet är vått. Hästar som halkar omkull kan bl.a. ådra sig frakturer på höftbensknölna som kräver lång konvalescens och ger bestående men.

Den vanligaste golvbeläggningen i häststallar är betong. Det är billigt och enkelt att bara låta bottenplattan utgöra golvet. Ytan brädrivs eller kvastas. Ofta har man samma ytstruktur i boxarna och på stallgången. Man vill inte ha en alltför grov yta eftersom det då blir tungt att sopa golvet och hästarna kan få skavsår om de skrapar undan strömaterialet i boxen.

De undersökningar av friktion på stallgolv som gjorts har handlat om stallar för kor eller grisar. Några studier som är gjorda på stallgångsgolv i häststallar har inte hittats vid litteratursökningar. Även om kor och hästar är jämförbara i storlek, kan man inte säga att det som är bra för kor också är bra för hästar, eftersom de olika djurslagen hålls i olika stallsystem.

Kor i båsladugårdar står bundna på sina platser hela vinterhalvåret och för att det ska vara så billigt och rationellt som möjligt får de inte så mycket strö. Om golvet är för skrovligt får de problem med skavsår och om det är för slätt ökar halkrisken och deras klövar slits inte ner utan måste verkas ofta. Hästar står oftast bara inne i sina boxar eller spiltor på nätterna, på dagarna är de ute i hagen. De får också som regel mer strö än kor så det är inte lika stora problem med skavsår på hästar. Gången bakom korna trafikeras framför allt av djurskötaren.

Kor i lösdrift rör sig över gångar som antingen kan ha spaltgolv eller hela golv som rengörs med en skrapa vilken går över golvet med jämna mellanrum. Ett helt golv med en skrapa på slits på ett helt annat sätt än ett stallgångsgolv i ett häststall och dessutom är det alltid blött och kladdigt av gödsel. Andra parametrar som har betydelse för halkrisken och som skiljer sig mellan kor och hästar är att hästarna ofta är skodda medan korna är "barfota", hästarna leds på stallgången medan korna går lösa och hästar har ett livligare temperament än kor. Hästar och kor har inte heller exakt samma rörelsemönster.

I stallgången sker hästtrafiken ut och in, härifrån mockas boxarna och fodras hästarna. Det är också i stallgången hästarna står när de borstas, sadlas eller selas. Ofta är det många människor som går i gången.

SYFTE OCH AVGRÄNSNING

Syftet med det här examensarbetet var att

- ta fram en metod för friktionsmätning på befintliga stallgolv och göra mätningar av friktionen på golv av olika material i häststallar
- utvärdera mätmetoden genom att jämföra den med den metod Hörndahl (1995) använde i studien "Slitstyrka och halksäkerhet i djurstallar"
- mäta golvets skrovlighet och relatera den till friktionen
- jämföra olika befintliga golvmaterial för att se vilket som är bäst från halksynpunkt
- besöka häststallar i Sverige och på Irland för att studera olika golvbeläggningar

De avgränsningar som har gjorts är att

- mätmetoden ska vara enkel och utan komplicerad eller tung utrustning
- en person ska klara av att göra mätningarna själv
- det ska gå bra att flytta runt utrustningen mellan olika stallar
- golven jämförs bara från halksynpunkt och hänsyn tas inte till andra parametrar som t.ex. kostnad eller rengörbarhet

FRIKTION OCH GOLVTYPER

Friktion

Friktion uppstår när två kroppar är i kontakt med varandra och vill röra sig relativt varandra. Friktionslagarna säger att friktionen är proportionell mot normalkraften och proportionalitetskonstanten, μ , kallas friktionskoefficient.

$$F = \mu * N$$

Denna definition av friktion innebär att friktionskraften är oberoende av den synbara beröringsytan mellan kropparna och av glidhastigheten.

Friktionskoefficienten, μ , är specifik för varje kombination av ytor. Den kan variera med glidhastigheten.

Det finns två typer av friktion, vilo- och rörelsefriktion. Vilofriktionen uppstår under en mycket kort stund just när kroppen ska börja glida på golvet. Rörelsefriktionen är den kraft som sen verkar när kroppen glider på golvet. Vilofriktionen är större än rörelsefriktionen.

När skodda hästar sätter ner hovarna på hårda stallgolv sker en liten glidning som är så liten att den inte syns med blotta ögat. Den innebär att det är rörelsefriktionen som är intressant att mäta eftersom vilofriktionen är övervunnen (Drevemo, pers med).

Ett steg kan delas in i två delar, understödsfas och svävfas. Understödsfasen är den del av steget då hoven har kontakt med marken och svävfasen är den del då hoven är i luften. När hoven sätts ner är det hälen som tar mark först och när hoven lyfts upp är det hälen som lämnar marken först. Under första delen av understödsfasen, innan benet når vertikalläget, bromsar hästen och under andra delen skjuter den fart igen (Merkens et al, 1985). Både bromsning och påskjut sker när hela hoven har kontakt med marken, dvs. innan tån har nått marken sker ingen bromsning och efter att hälen lyfts upp sker inget påskjut (Drevemo och Hjertén, 1987).

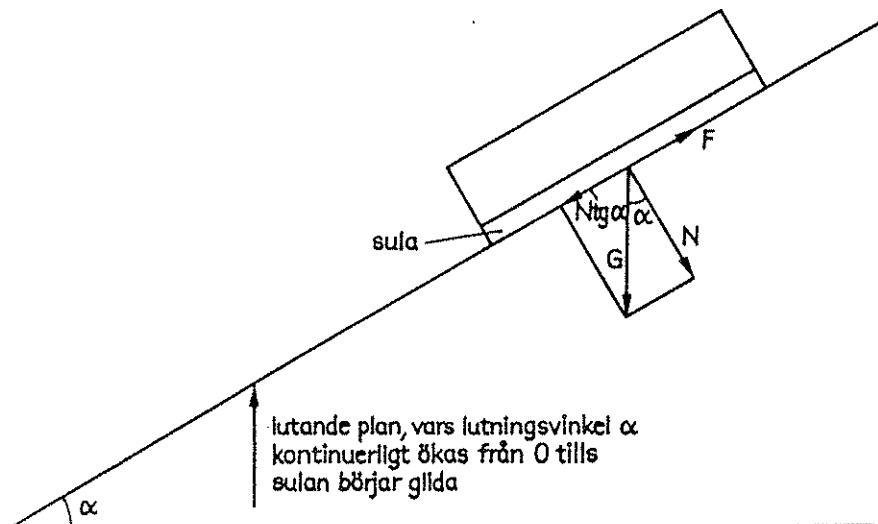
Mätmetoder

Här följer en genomgång av några olika metoder att mäta friktion och halkrisk (Bring, 1964). Vilken metod som används beror på vilken typ av friktion man är intresserad av och i vilket sammanhang friktionen mäts.

Lutande plan

Vid friktionsmätningar med lutande plan har man en skiva, med provningsmaterialet, vars lutningsvinkel mot horisontalplanet kan varieras, se figur 1. På skivan lägger man en kloss och sen ökas skivans lutningsvinkel successivt. I det ögonblick klossen börjar glida bestämmer man lutningsvinkeln och kan då få fram vilofriktionskoefficienten.

Man har också mätt halkrisk med lutande plan. Försökspersoner har fått gå uppför lutande plan med golvmaterial på. Planens lutningsvinkel har ökat för varje promenad tills personerna halkade.



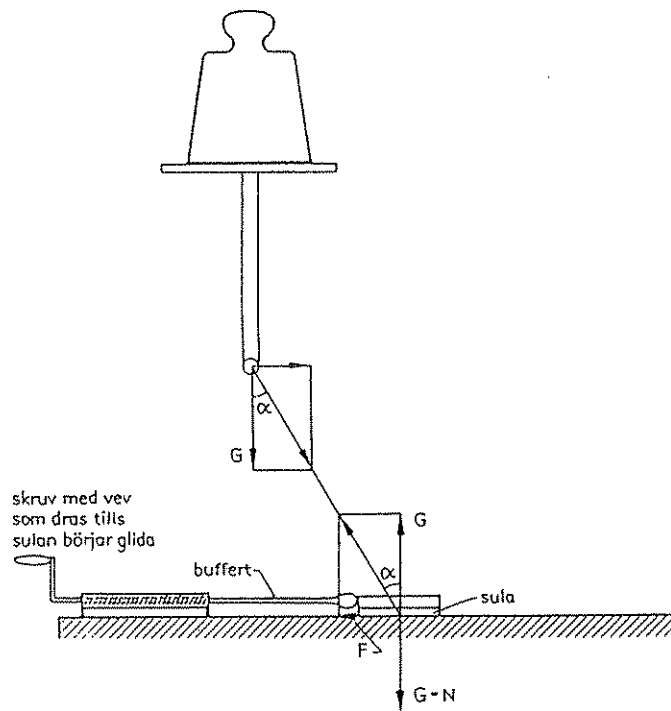
Figur 1. Principen för friktionsmätning med hjälp av lutande plan.

Detta är en enkel metod att mäta friktion men den är i stort sett omöjlig att använda vid mätningar på befintliga golv.

Lutande ben

Det finns flera varianter på apparater som mäter vilofriktionen genom att imitera ett lutande ben i halkögonblicket. Principen är att man har en glidkropp som ligger på ett horisontalt plan. I glidkroppen är en stång infäst med hjälp av en led. Stångens andra ände, som också är ledad, är belastad med en vikt. Stångens lutningsvinkel ökas successivt från noll tills kroppen glider iväg.

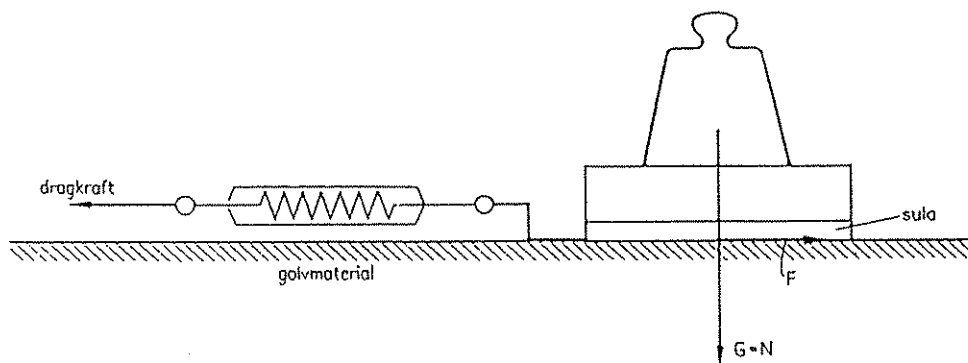
Det finns olika sätt att uppnå den ökande lutningsvinkeln. Man kan skjuta iväg glidkroppen med hjälp av en buffert som skruvas fram med en vev, se figur 2. Man mäter skruvens läge när klossen börjar glida. Man kan också flytta glidkroppen "baklänges" så att lutningsvinkeln minskar stegvis och mäta vid vilken vinkel kroppen inte längre glider iväg. Andra varianter är att låta vikten och stångens övre ände flyttas eller att ha ett upplagsbord som kan röras horisontellt.



Figur 2. Mätning av vilofriktionen med ett "lutande ben". Glidkroppen flyttas med hjälp av en buffert.

Släpförsök

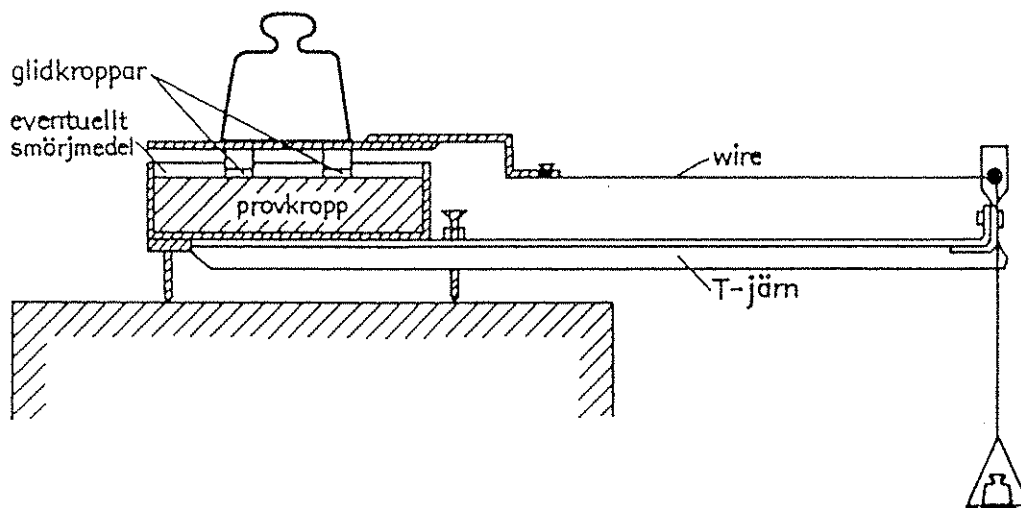
När man mäter friktionen med släpförsök lägger man en kloss på ett horisontellt underlag och sen mäter man den kraft som krävs för att få klossen att glida - vilofriktion - eller för att hålla konstant hastighet - rörelsefriktion, se figur 3.



Figur 3. Principen för friktionsmätning med släpförsök.

Det finns olika sätt att dra klossen och olika sätt att mäta kraften. Man kan dra för hand men det är svårt att hålla en jämn hastighet. Det problemet löser man genom att dra med en

motor. Man kan också dra klossen med en lina som löper ut över kanten på ett bord och som har en skål i änden, se figur 4. Genom att vikter läggs i skålen ökas dragkraften i linan. För att mäta kraften kan man ha en dynamometer som man läser av manuellt men det är svårt att hinna läsa av ett exakt värde. Istället kan en trådtöjningsgivare användas vars mätvärden registreras av en dator.



Figur 4. Släpförsök där draglinan löper över en trissa till en skål med vikter i.

Släpförsök kan varieras och utvecklas på många sätt.

Roterande borstar e.d.

Man kan mäta vilo- och rörelsefriktion genom att trycka en trissa mot ett underlag och sedan få den att rotera. Man kan t.ex. mäta viken strömstyrka eller vilket vridmoment som krävs för att få trissan att rotera resp. hålla konstant hastighet.

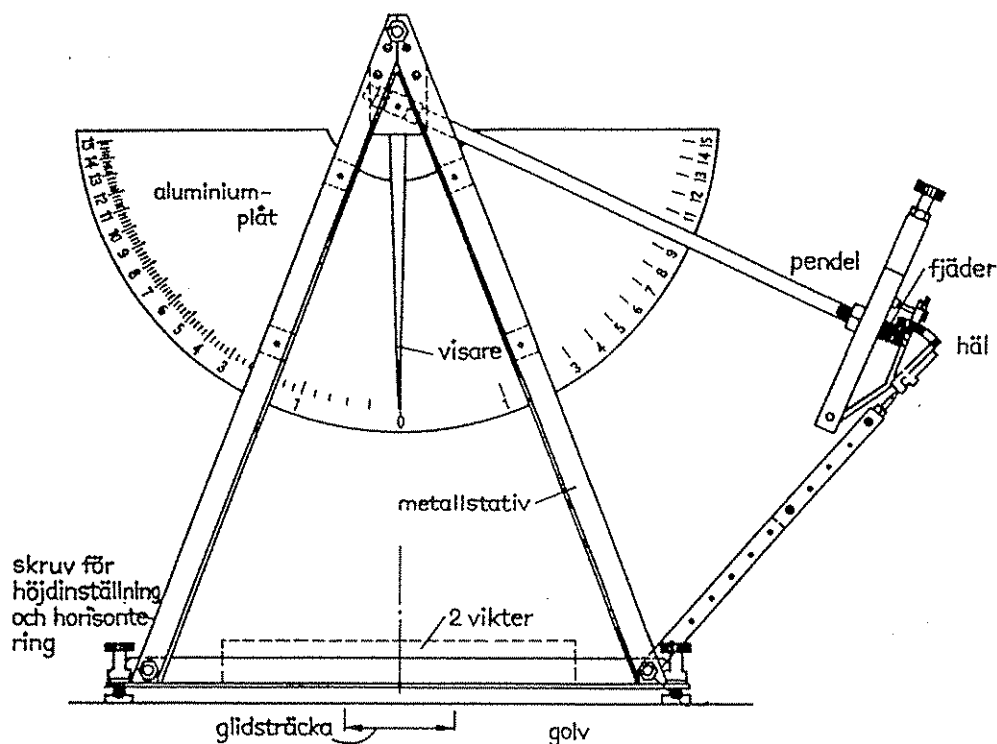
Nackdelar med den här metoden är att både trissan och underlaget nöts och poleras under mätningen och att ytorna värms upp vilket kan påverka resultatet.

Pendelförsök

Friktionsmätningar med hjälp av en pendel kan användas för att mäta rörelsefriktionen. Apparaten består av en pendel, med en klack på, som förs åt ena sidan till en bestämd utslagsvinkel och sedan släpps. När pendeln når sitt bottenläge släpar klacken en bit på provytan. Man mäter pendelns utslagsvinkel på andra sidan, se figur 5.

Glidlängd

Genom att skjuta iväg en kropp med en bestämd hastighet och sedan mäta sträckan det tar för den att stanna kan man få fram rörelsefriktionen. Man får en medelfriktionskoefficient för hela den retarderande rörelsen. Det finns olika sätt att skjuta iväg kroppen. Man kan låta den åka på en rutschbana från en bestämd höjd eller fästa den vid en pendel som släpper iväg kroppen i sitt bottenläge.



Figur 5. Mätning av rörelsefriktionen med pendelmetoden.

Bromsvagn

När man mäter friktionen på vägar använder man vanligen s.k. bromsvagnar. Det kan antingen vara en vanlig bil som bromsas, med låsta hjul, från en bestämd hastighet till stopp. Man mäter bromssträckan och får fram en medelfriktionskoefficient.

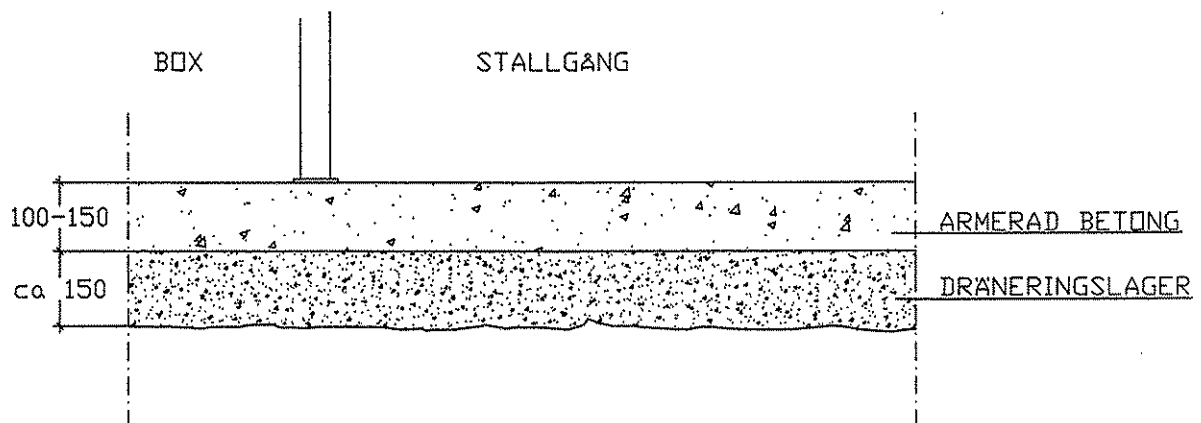
Man kan också ha specialbyggda bromsvagnar. De mäter då den bromskraft som krävs för att uppnå en bestämd eftersläpning hos det bromsade hjulet jämfört med ett fritt rullande hjul.

Exempel på golvtyper i häststallar

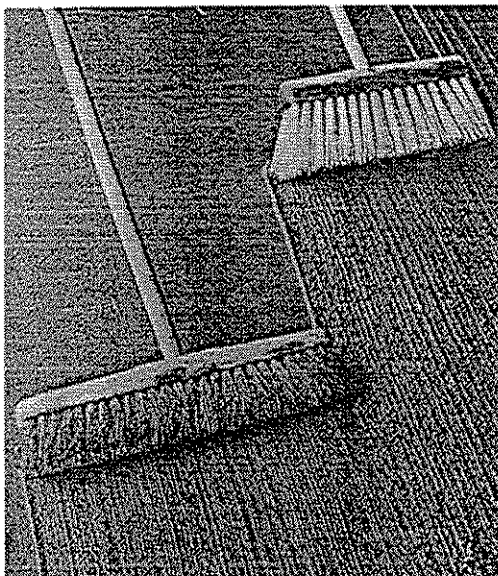
Betong

När man bygger ett hus eller stall gjuter man en bottenplatta. Plattan, som är av armerad betong, gjuts på ett lager dränerande material, se figur 6. Dräneringslagret är ungefär 150 mm tjockt och plattan mellan 100 och 150 mm tjock.

Det vanligaste golvmaterialet i häststallar är betong. Eftersom man ändå gjuter en bottenplatta är det billigt och enkelt att utnyttja den direkt som golv. För att ytan inte ska bli för hal bräddriver eller kvastar man den medan betongen ännu är mjuk, se figur 7. Ofta har man samma ytstruktur i boxarna och på stallgången.



Figur 6. Betonggolvet uppbyggnad.



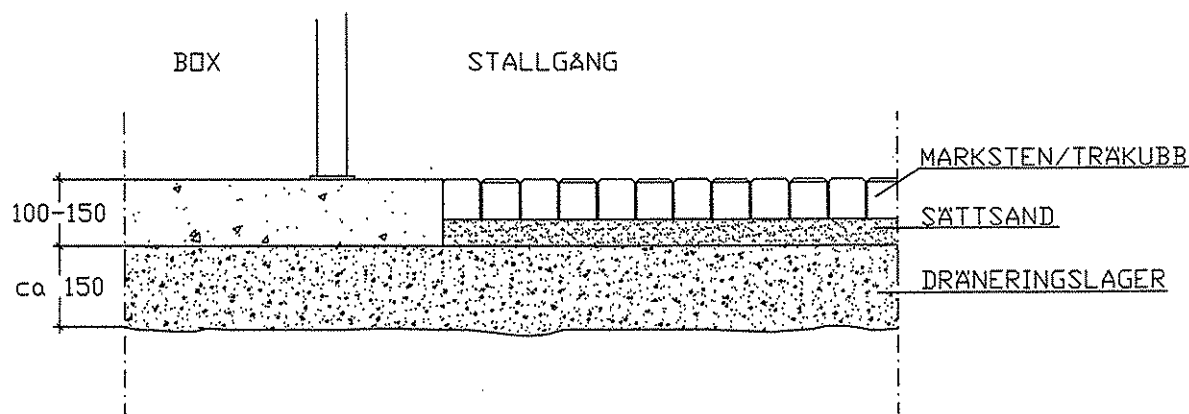
Figur 7. Kvastning av betonggolv.

En annan metod att få golvet mer halksäkert är att präglade mönster i den mjuka betongen. Det kan vara rutmönster eller avtryck av hästskor eller människoskor eller något annat.

Ibland gör man ett s.k. tvåskiktsgolv. Då gjuter man ett tunnare lager utan armering ovanpå den armerade plattan. Man kan då ha betong av en högre kvalitet eller fiberarmerad betong i det tunnare slitlagret. Fiberarmering ger betongen högre draghållfasthet. Man kan armera med olika fibrer t.ex. stål-, glas- eller plastfibrer beroende på vilka egenskaper man är ute efter.

Marksten

Marksten finns av betong eller tegel och används vanligen till uteplatser, parkeringar och gångvägar. Det finns olika former på stenar och de kan ha fasade eller ofasade kanter. Storleken på de stenar som används i stallgolv är ca 70 mm x 150 mm. Stenen sätts i en hårdpackad sandbädd som är 40-50 mm tjock, se figur 8. Sand sopas också ner mellan stenarna för att de ska stå stadigt. Sättsanden kan läggas direkt på dräneringslagret.



Figur 8. Ett stallgolv med marksten eller träkubb i genomskärning.

Träkubb

Träkubben i stallgolv är av hårda träslag som bok eller ek. Kubbarna är ca 75 mm x 150 mm och sätts i en sandbädd precis som markstenen, se figur 8. Man sätter kubbarna "stående" dvs. i samma riktning som när trädet växte.

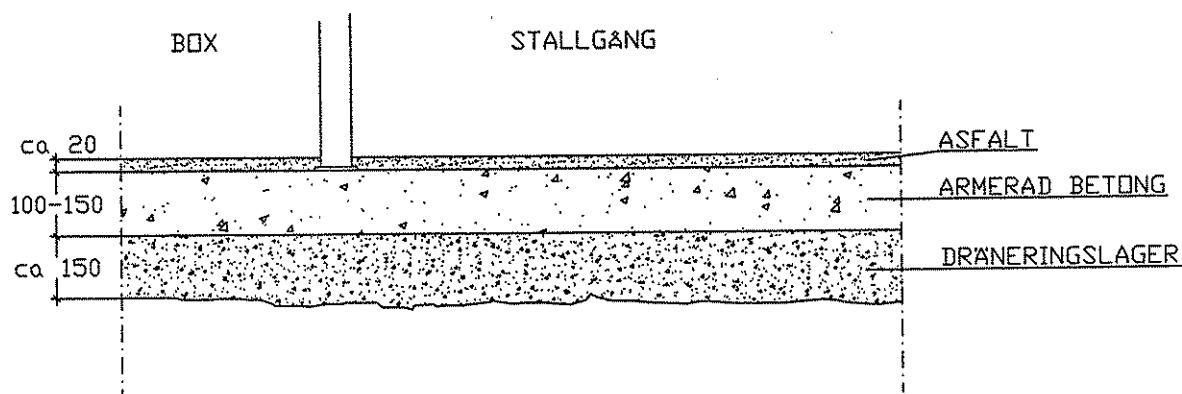
Asfalt

Det finns olika typer av asfaltsbeläggningar, t.ex. väg- och gjutasfalt. Båda dessa typer är en blandning av bitumen eller bitumenprodukter och stenmaterial. Dessutom kan asfalten innehålla olika tillsatsmedel som påverkar egenskaper som slitstyrka och elasticitet. Det finns ett hundratal olika typer av bitumen och bitumenprodukter så genom att variera asfaltens ingredienser och deras blandningsförhållande kan egenskaperna hos den färdiga beläggningen variera ganska mycket.

Vägasfalt har en porig struktur medan gjutasfalt är tät. Vägasfalten är enklare att lägga och därmed billigare. Båda typerna blir mjuka när det är varmt och då kan foderkärror och hovar göra märken i beläggningen. Samtidigt är det lätt att reparera sprickor i golvet genom att värma upp det t.ex. med hetluftspistol och släta till det.

Gjutasfalt kan göras syrafast och kan då läggas i boxar medan vägasfalt inte tål urin.

Man kan inte ha ett golv av bara asfaltmassa utan man behöver ett fast underlag att lägga den på t.ex. ett betonggolv, se figur 9. Genom att massan är elastisk spricker den inte även om underlaget sätter sig lite.



Figur 9. Betonggolv med asfaltbeläggning.

Epoxi/sand

Det finns en uppsjö av golvbeläggningar som består av en epoxiplast med sand i. De läggs på betonggolv i lager som bara behöver vara några millimeter tjocka. Det finns olika typer av epoxi, olika struktur på sanden och olika färger. Det är en vanlig golvbeläggning i industrilokaler. För att golvet ska få rätt egenskaper och hålla länge är det viktigt att man får ett bra blandningsförhållande mellan epoxi och sand och rätt typ av sand och epoxi. Om det är för lite sand eller om sanden har dåligt fäste i epoxin blir golvet väldigt halt när det slits. Till slut blir det ett rent plastgolv.

EGNA UNDERSÖKNINGAR

Material och metoder

Mätning av friktion

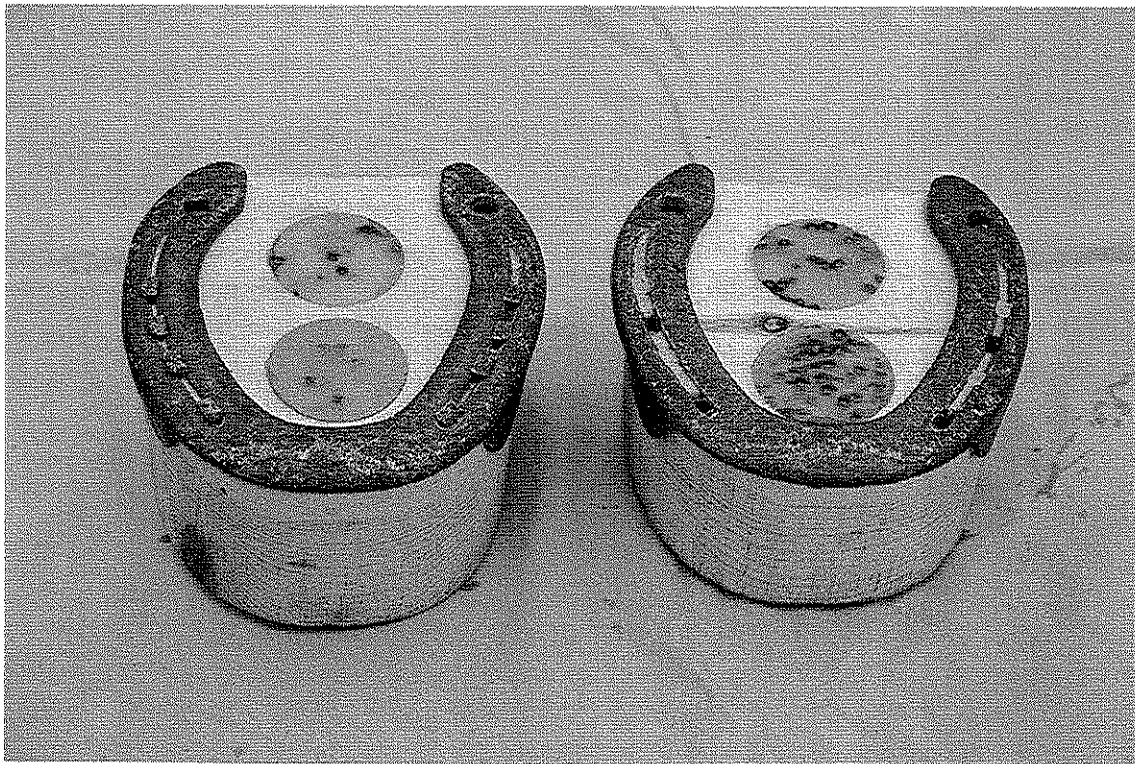
Den använda friktionsmetoden bygger på mätning av glidlängd. En kloss får glida utmed en bana och ut på golvet. Eftersom klossen alltid släpps på samma höjd och alltid följer samma bana har den samma hastighet när den glider ut på golvet. Ju lägre friktion på golvet desto längre glider klossen. Glidlängdsmätningar valdes för att det ger en enkel metod som är lätt att använda i fält och som mäter rörelsefriktionen vilket är den friktionstyp som är intressant.

Banan består av en rostfri plåt som böjts i ena änden, se figur 10. För att den skulle vara smidigare att transportera går benen att fälla in så att den inte tar så mycket plats. Benens längd går att reglera så att banan alltid står med samma vinkel mot golvet.



Figur 10. Banan, som klossarna gled på, bestod av en rostfri plåt som böjts i ena änden.

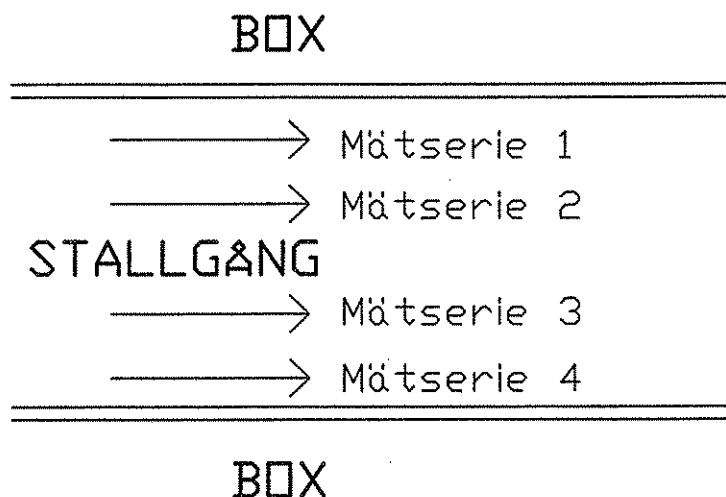
Vid friktionsmätningarna användes två olika klossar, se figur 11. Båda var av trä och "skodda" med begagnade hästskor. Den ena skon spikades fast med hästskosöm för att likna en nyskodd häst och den andra limmades fast för att likna en häst med slitna skor. Båda klossarna vägde lika mycket. I botten på klossarna göts blyhagel fast i epoxilim för att sänka klossarnas tyngdpunkt och på så sätt göra dem stabilare.



Figur 11. Träklossarna "skoddes" med riktiga hästskor. Den ena limmades fast och den andra fästes med hästskosöm.

Golven var inte högtryckstvättade eller spolade innan mätningarna utan den enda rengöringen var att alla golven sopades, med samma kvast, före mätningarna. Med ett vattenpass kontrollerades att banan stod i rätt vinkel mot golvet. Glidlängden mättes, i hela millimetrar, från banans slut till klossens framkant.

Mätningar gjordes på fyra ställen på varje golv, se figur 12, och med båda klossarna på varje ställe. Varje kloss släpptes tio gånger per ställe. Totalt blev det alltså 80 mätningar på varje golv.



Figur 12. Friktionen mättes på fyra ställen på varje golv. På de golv som inte var stallgångar gjordes mätningarna enligt samma mönster.

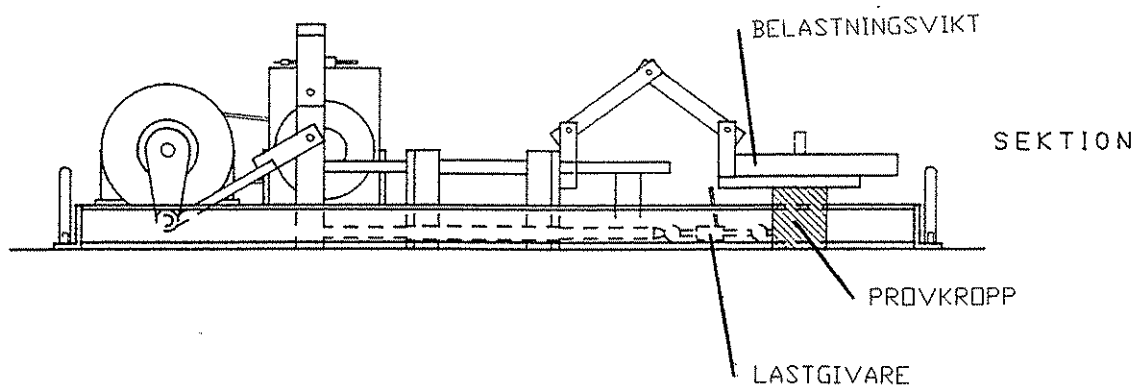
Friktionen mättes på 20 olika golv uppdelat på sju betonggolv, tre markstensgolv, två trägolv, fem asfaltgolv och tre golv av epoxi/sand.

Metodutvärdering

För att få en uppfattning om den här metodens tillförlitlighet gjordes en jämförelse med den metod Hörndahl (1995) använde i sin studie "Slitstyrka och halksäkerhet hos golv i djurstallar".

Hörndahl mätte friktionen med hjälp av en motor som drar en kloss med en tyngd på, se figur 13. En lastgivare (Weatstonebrygga) känner av hur mycket kraft som behövs för att dra klossen. Signalen från lastgivaren registreras av en dator ca 4,3 ggr per sekund. Registreringen startar när klossen rör på sig och fortsätter i 10 sekunder.

Värdena, i mV, sticker först iväg och når snabbt ett toppvärde varefter de sjunker och stabiliseras strax under maxvärdet. Toppen motsvarar vilofriktionen och det stabiliserade värdet motsvarar rörelsefriktionen. Eftersom glidlängdsmetoden mäter rörelsefriktion har bara de värdena mätta med Hörndahls metod använts. Värdena i mV kan sedan räknas om till en friktionskoefficient med hjälp av en förstgradsekvation.



Figur 13. Utrustning för friktionsmätning enligt Hörndahl (1995).

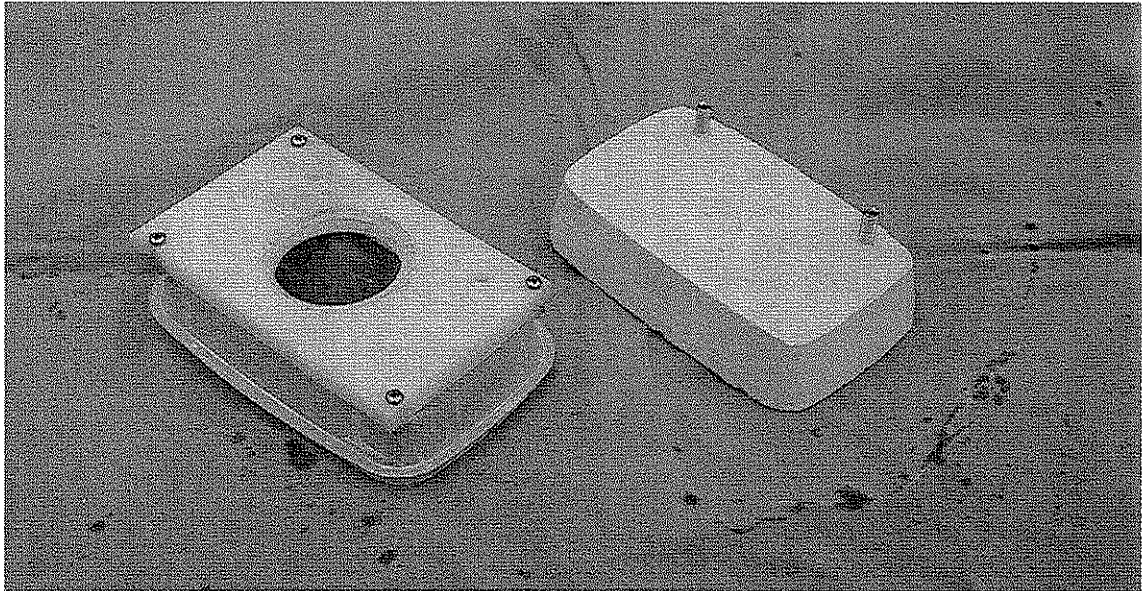
Friktionen mättes på fyra olika golv på Alnarp Mellangård. Med glidlängdsmetoden släpptes varje kloss tio gånger på varje golv. Med Hörndahls metod gjordes tre mätningar på tre ställen på varje golv. Hörndahls metod mäter på en mycket mindre yta men genom att flytta apparaten täcktes ungefär den ytan som glidlängdsmetoden mätte på.

Mätning av ytstruktur

För att mäta hur skrovliga golven var användes en mätmetod som tagits fram av Nilsson (1988). Metoden bygger på att gipsklossar dras över golvet och man mäter hur mycket gips som skavts av genom att väga klossarna. Ju större viktminskning desto skrovligare golvet. I den här studien användes gipsklossar som vägde 2220,0 - 2220,1 g (inkl. tyngd) och hade en area på 106,2 cm². De drogs, med hjälp av en vev, tio meter på golven. Eftersom gips är hygroskopiskt påverkas dess vattenhalt och därmed vikt av relativa luftfuktigheten. Därför vägdes klossarna i ställen direkt före och efter mätningarna. För att de skulle väga lika mycket användes järnhagel som vikten justerades med.

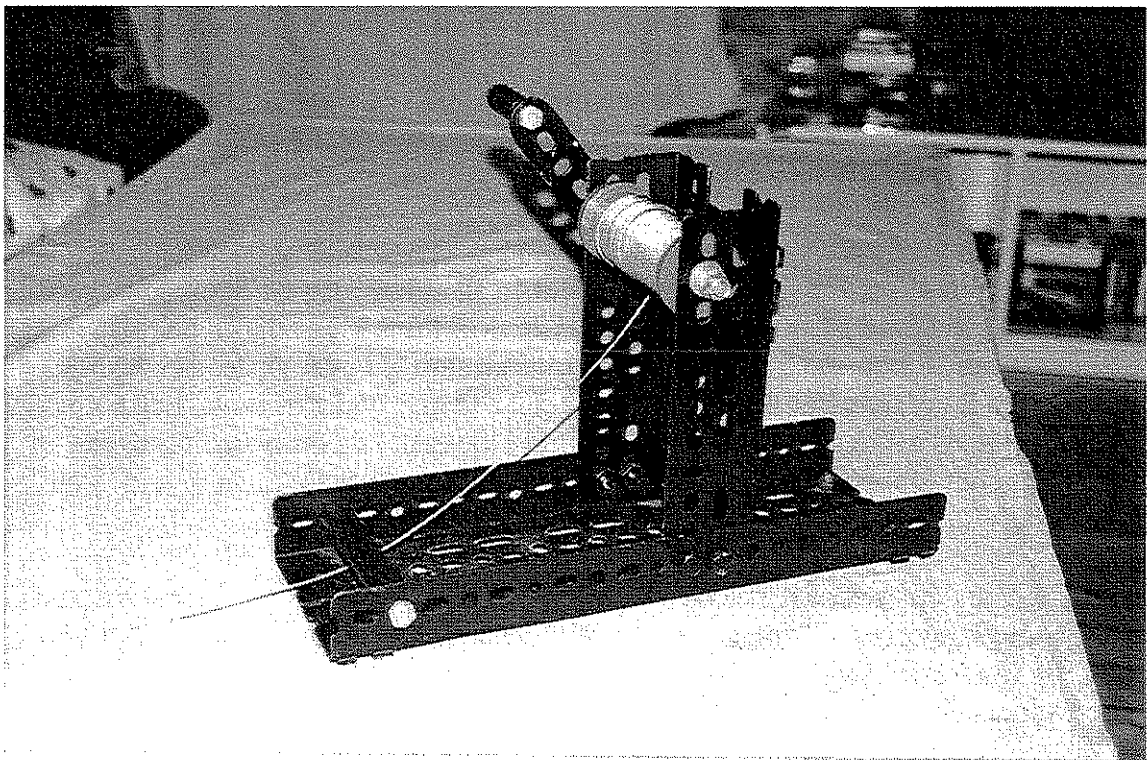
Gipsklossarna tillverkades i gjutformor som bestod av upp- och nervända plastburkar. Burkarnas botten skars ur och på så sätt bildades en slags ram som fylldes med gips, se figur 14. Ramarna stod på en plastskiva och på den viset fick klossarna en helt slät undersida. Ovanpå ramarna lades plastskivor med ett stort hål i där gipsen hälldes i. På skivorna ställdes tyngder för att det inte skulle rinna ut gips under ramarna. I de övre skivorna hängdes också två skruvar som göts fast i klossen. I de skruvarna fästes sen en metallplatta som fungerade som stöd för en tyngd och som fäste för linan som klossen drogs med.

Gipsen som användes var s.k. stuckaturgips som blandades till en vatten/gips-kvot på 0,65 i genomsnitt. Klossarna göts tre åt gången. Blandandet av gips och vatten skedde på en våg. Först vägdes vattnet upp, tillräckligt för tre klossar, och sen tillsattes gipsen tills det fyllde vattnet och vågen lästes av igen. Vatten-gipsblandningen fick stå några minuter innan den rördes om och hälldes i formarna.



Figur 14. Gjutform till en gipskloss, i form av en upp- och nervänd plastburk med utskuren botten, samt en färdig kloss.

I många stall finns inte tillräckligt med plats för att dra tio meter så därför användes en fem meter lång lina och klossen vevades in två gånger bredvid varandra. Linan var en plastklädd stålwire som inte tøjde sig och inte snurrade ihop sig. Draganordningen var ett hemmabygge, se figur 15. På varje golv användes fyra gipsklossar. I de fall där det var möjligt mättes ytstrukturen på samma ställe som friktionen men det var inte alltid möjligt.



Figur 15. Draganordningen som användes vid mätningarna av golvens ytstruktur.

Ytstrukturen mättes på 18 olika golv uppdelat på sju betonggolv, tre markstensgolv, två trägolv, tre asfaltgolv och tre golv av epoxi/sand. De två golv där friktionen mättes men inte ytstrukturen är i tävlingsstallar på Jägersro. Dels var det mycket folk och hästar i rörelse i stallet och dels var det svårt att hitta tillräckligt stora golvytor som var torra.

Undersökta golv

Betonggolv

Abusa 2: Det här golvet är inte en egentlig stallgång utan utgör en förbindelsegång genom en lada. Det är grovt kvastad betong och det göts i början av 1995. Det trafikerades av 10-12 hästar varje dag vilket är medelstor "hästtrafik".

Alnarp Mellangård: Alla golv som använts till metodjämförelsen är betonggolv i ett kostall. Det första är en förbindelsegång, mellan olika stallavdelningar, där ytan är stålslipad. De övriga är kvastade ytor runt en mjölkgrup. Den andra mätserien gjordes där det var ganska lite slitet och mot rändernas riktning. Sen mättes längs med ränderna och sist mättes en sliten och ganska smutsig yta mot rändernas riktning.

Gryteskog: I det här golvet har man fräst spår eftersom det blev för halt redan från början. Det är också behandlat med olja för att binda damm. Det göts 1992 och det finns 16 hästar i stallet. Mätningarna gjordes vid en utgång som inte användes varje dag utan "hästtrafiken" var liten.

Hagalund: Här har man "borstat" ytan med en ganska fin borste efter gjutningen. Stallet byggdes 1991. Det finns 20 boxar och "hästtrafiken" är stor.

Jälla: Det här golvet är ganska grovt kvastad betong. Det göts hösten 1995 och här passerar ca 10 hästar per dag vilket är en medelstor "hästtrafik".

Nygård: De egentliga stallgångarna på Nygård består av spångångar och de betongytor som finns är brädrivna. Betongen är s.k. hårdbetong med inblandad järnspån. Stallet var använt i 1,5 år när mätningarna gjordes. Mätningarna gjordes på en betongyta vid en utgång som passerades av ca 20 hästar varje dag och det är en stor "hästtrafik".

Rodga 1: Det här golvet är brädrivet och göts i februari 1988. Det varierar väldigt mycket hur många hästar som går här. Det kan vara mellan 5 och 60 hästpassager per dag. De flesta hästar som går här är oskodda varför "hästtrafiken" betraktas som medelstor även om det ibland är många hästar som passerar.

Rodga 2: Detta är ett golv i en betäckningshall och alltså inte en stallgång. Det är extremt grovt kvastat och mätningarna gjordes på en del av golvet som har liten "hästtrafik". Hallen byggdes i oktober 1995.

Markstensgolv

Helsingborg: Golvet i stallgången består av z-formad betongmarksten som är ca

70 mm x 150 mm stor och inte har fasade kanter. Stallet är en ridskola och det är stor "hästtrafik". Golvet lades i augusti 1995.

Abusa 1: Stallgången består av rektangulär betongmarksten med fasad kant som är ca 75 mm x 200 mm. Det lades i november 1994 och här passerar ca 12 hästar varje dag vilket är en medelstor "hästtrafik".

Toarp: Det här golvet är en tvärgång som förbinder två stallavdelningar. Här passerar hästarna ut och in och här ställs de upp för borstning och selning. Golvet består av marktegelsten och lades två år innan mätningarna gjordes. Stenarna är ca 100 mm x 200 mm stora. I stallet finns ca 10 hästar och "hästtrafiken" är medelstor.

Trägolv

Flyinge: Golvet består av träkubb och ligger i "hallen" till Flyinges gamla veterinäravdelning. Kubbarna är ca 75 mm x 150 mm stora. Huset byggdes 1932 och golvet är förmodligen lika gammalt. Hur många hästar som passerat är omöjligt att uppskatta men golvet är tydligt slitet i mitten.

Menhammar: Det här golvet består av likadana träkubbar som på Flyinge. Det är ca 50 år gammalt och i stallet finns ca 25 boxar. Här dammsuger man golvet varje dag och när stallet tvättas lägger man en presenning över stallgången för att den inte ska bli blöt. "Hästtrafiken" har nog varierat mellan medelstor och stor beroende på om alla boxar använts.

Asfaltgolv

Hälgesta: Det här golvet är en löpgång på en hästklirik och det består av vanlig vägasfalt. När mätningarna gjordes var det 1,5 månader sedan det lades. Under den tiden hade det trafikerats av ca fem hästar per dag som travade fram och tillbaka vilket är en liten "hästtrafik".

Jägersro 1: I det här golvet har man fräst spår en månad innan mätningarna gjordes. Spåren är 2-3 mm djupa och går mestadels längs med stallgången. Golvet, som är 10-15 år gammalt, består av gjutasfalt och det är ett tävlingsstall med 21 boxar så det är stor "hästtrafik".

Jägersro 2: Det här är också ett tävlingsstall men det står tomt periodvis så "hästtrafiken" är liten. Golvet, som består av vägasfalt, lades för ett år sedan.

KC 5: Det här golvet av gjutasfalt ligger i ett av stallen på klinikcentrum (KC) vid SLU. Det finns fyra boxar i stallet men det är inte alltid hästar i dem så "hästtrafiken" är ganska liten och ojämn. Golvet lades 1976.

KC tvär: Golvet ligger i en tvärgång på KC, mellan två stallar. Det är också från 1976 och av gjutasfalt. "Hästtrafiken" är liten.

Epoxi/sand-golv

KC löpgång: I löpgången på medicinavdelningen på KC ligger ett golv av epoxi/sand som är ca fem år gammalt. Det är ganska mycket sand i förhållande till epoxi och golvet påminner om sandsten. Det är svårt att uppskatta hur många hästar som går här varje dag men det rör sig om 10-20 stycken vilket är en medelstor "hästrafik".

KC rörelse: Det här är samma golv som i löpgången men inne i rörelselabbet har inga hästar gått på det så det är nästan som nytt. "Hästrafiken" är alltså obefintlig.

KC svart: I en förbindelsegång mellan två avdelningar på KC har man lagt ett nytt golv av epoxi/sand. Det är många sandkorn som sticker upp i ytan så det är extremt skrovligt. Här går ca 10 hästar per dag men när mätningarna gjordes var det så nytt att inget slitage syntes ännu.

Resultat

Friktion

I tabellerna 1-5 redovisas hur långt klossarna gled på varje golv i medeltal. Värdena är avrundade till hela centimetrar. I tabellerna redovisas också medelvärdet för varje typ av golv. Ordningen mellan golvtyperna blev epoxi/sand, träkubb, asfalt, marksten och betong, där klossarna gled längst.

Resultatet för betonggolven dras ner av Rodga 2 som inte är ett realistiskt golv i en stallgång. Utan det värdet blir betonggolvens medeltal 2,04 m för den släta klossen och 2,10 m för klossen med söm.

Tabell 1. *Glidlängd på betonggolven*

Golv	Slät sko (m)	Standard- avvikelse	Sko med söm (m)	Standard- avvikelse
Abusa 2	1,59	0,11	1,34	0,08
Gryteskog	2,07	0,32	2,37	0,20
Hagalund	2,25	0,17	2,28	0,15
Jälla	2,37	0,23	2,20	0,17
Nygård	2,12	0,29	2,83	0,25
Rodga 1	1,82	0,17	1,59	0,32
Rodga 2	1,16	0,09	0,94	0,06
Medelvärde	1,91	0,45	1,94	0,65

Tabell 2. *Glidlängd på markstensgolven*

Golv	Slät sko (m)	Standard- avvikelse	Sko med söm (m)	Standard- avvikelse
Abusa 1	2,25	0,25	2,02	0,21
Helsingborg	1,25	0,20	1,78	0,25
Toarp	2,04	0,20	1,91	0,39
Medelvärde	1,85	0,49	1,90	0,31

Tabell 3. *Glidlängd på trägolven*

Golv	Slät sko (m)	Standard- avvikelse	Sko med söm (m)	Standard- avvikelse
Flyinge	1,40	0,07	1,03	0,16
Menhammar	1,68	0,09	1,49	0,25
Medelvärde	1,54	0,16	1,26	0,31

Tabell 4. *Glidlängd på asfaltgolven*

Golv	Slät sko (m)	Standard- avvikelse	Sko med söm (m)	Standard- avvikelse
Hälgesta	1,93	0,22	1,89	0,14
Jägersro 1	1,40	0,20	1,48	0,22
Jägersro 2	1,40	0,27	1,35	0,15
KC 5	2,01	0,27	1,49	0,12
KC tvär	1,79	0,09	1,77	0,12
Medelvärde	1,71	0,34	1,60	0,26

Tabell 5. *Glidlängd på epoxi/sandgolven*

Golv	Slät sko (m)	Standardavvikels e	Sko med söm (m)	Standardavvikels e
KC löpgång	1,31	0,08	1,24	0,09
KC rörelse	1,22	0,15	1,03	0,06
KC svart	1,03	0,08	0,94	0,10
Medelvärde	1,19	0,16	1,07	0,15

I tabell 6 redovisas golvens inbördes ordning, oavsett material, med kortast glidlängd först.

Tabell 6. *Golven i inbördes ordning. a = asfalt, b = betong, e = epoxi/sand, m = marksten, t = träkubb*

Slät sko			Sko med söm		
Golv	Mtrl	Glidlängd (m)	Golv	Mtrl	Glidlängd (m)
KC svart	e	1,03	Rodga 2	b	0,94
Rodga 2	b	1,16	KC svart	e	0,94
KC rörelse	e	1,22	Flyinge	t	1,03
Helsingborg	m	1,25	KC rörelse	e	1,03
KC löpgång	e	1,31	KC löpgång	e	1,24
Flyinge	t	1,40	Abusa 2	b	1,34
Jägersro 1	a	1,40	Jägersro 2	a	1,35
Jägersro 2	a	1,40	Jägersro 1	a	1,48
Abusa 2	b	1,59	Menhammar	t	1,49
Menhammar	t	1,68	KC 5	a	1,49
KC tvär	a	1,79	Rodga 1	b	1,59
Rodga 1	b	1,82	KC tvär	a	1,77
Hälgesta	a	1,93	Helsingborg	m	1,78
KC 5	a	2,01	Hälgesta	a	1,89
Toarp	m	2,04	Toarp	m	1,91
Gryteskog	b	2,07	Abusa 1	m	2,02
Nygård	b	2,12	Jälla	b	2,21
Abusa 1	m	2,25	Hagalund	b	2,28
Hagalund	b	2,25	Gryteskog	b	2,37
Jälla	b	2,37	Nygård	b	2,83

I diagram 1 och 2 visas resultaten för varje typ av golv. Diagram 1 visar de genomsnittliga glidlängderna med den släta skon och diagram 2 visar de genomsnittliga glidlängderna för skon med söm.

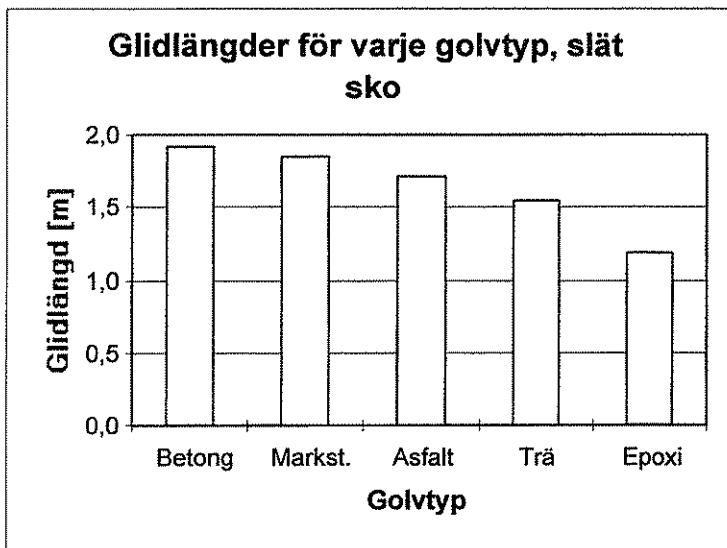


Diagram 1. Genomsnittliga glidlängder för varje golvtyp med den släta skon.

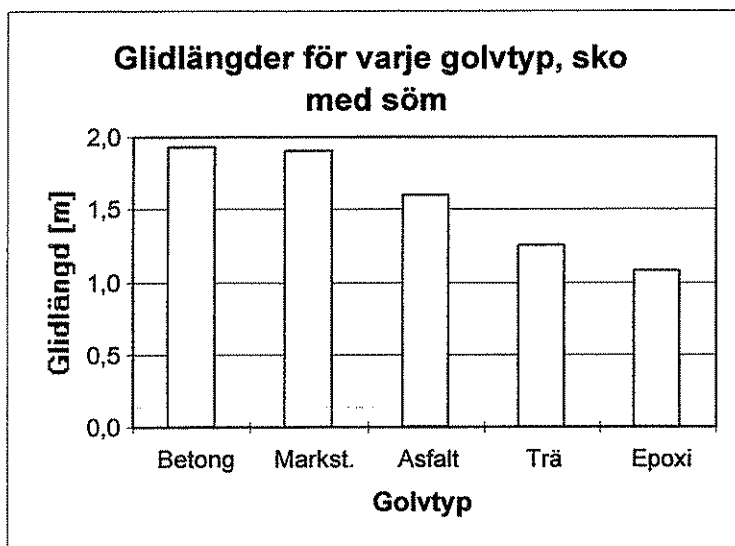


Diagram 2. Genomsnittliga glidlängder för varje golvtyp med skon med söm.

Metodjämförelse

Diagram 3 och 4 visar mätvärdena med Hörndahls metod i förhållande till träklossarnas glidlängder. Eftersom det kan ligga en spänning på lastgivaren även om det inte krävs någon kraft för att dra provkroppen, vilket skulle vara förhållandet om friktionen var noll, så behöver kurvan inte gå genom origo.

I diagram 3 redovisas mätvärdena med Hörndahls metod i förhållande till 1/glidlängden för klossen med den släta skon. Regressionskurvan har ekvationen $y = 0,03 + 0,36x$ och r är 0,65.

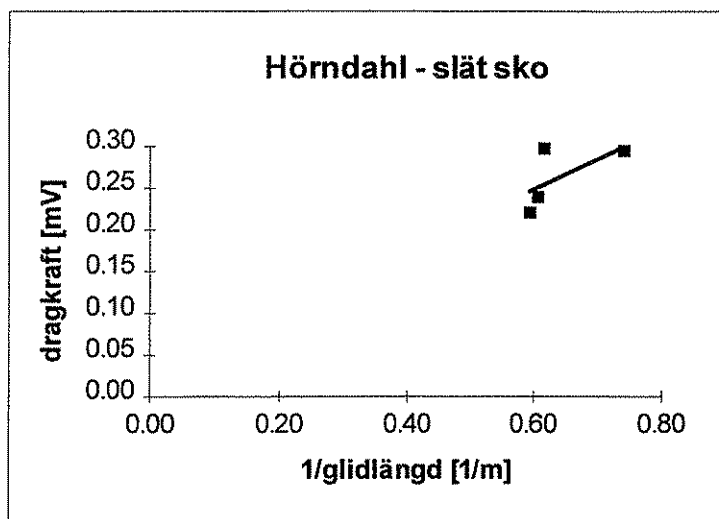


Diagram 3. Mätvärden enligt Hörndahl i förhållande till 1/glidlängden för den släta skon.

I diagram 4 redovisas mätvärdena med Hörndahls metod i förhållande till skon med söm. Regressionskurvan har ekvationen $y = 0,09 + 0,27x$ och r är 1,0.

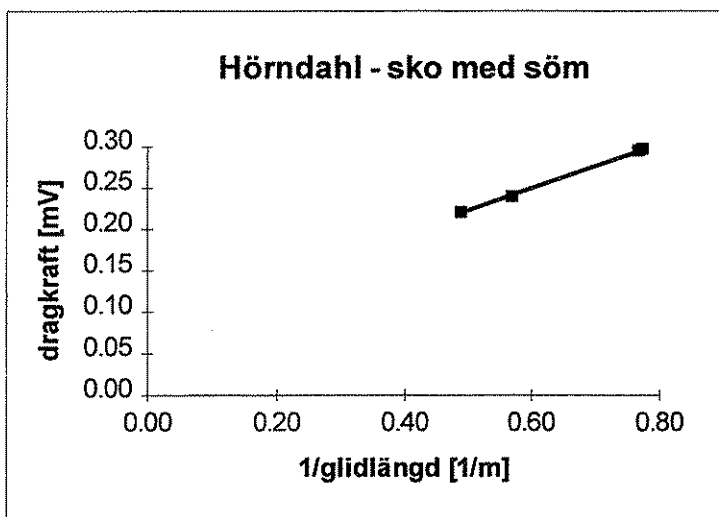


Diagram 4. Mätvärden enligt Hörndahl i förhållande till 1/glidlängden för skon med söm.

Ytstruktur

I tabellerna 7-11 redovisas gipsklossarnas viktförändring för varje golv i medeltal. Där redovisas också medelvärdet för varje typ av golv. Ordningen mellan golvtyperna blev epoxi/sand, betong, asfalt, marksten och träkubb, där de minskade minst.

Tabell 7. Avnötning på betonggolven

Golv	Viktminskning ($\cdot 10^{-3}$ kg)	Standardavvikelse
Abusa 2	5,23	0,31
Gryteskog	1,75	0,27
Hagalund	1,33	0,04
Jälla	1,85	0,21
Nygård	2,63	0,66
Rodga 1	3,05	1,02
Rodga 2	6,38	0,44
Medelvärde	3,17	1,85

Tabell 8. Avnötning på markstensgolven

Golv	Viktminskning ($\cdot 10^{-3}$ kg)	Standardavvikelse
Abusa 1	2,45	0,27
Helsingborg	1,38	0,15
Toarp	1,43	0,41
Medelvärde	1,75	0,58

Tabell 9. Avnötning på trägolven

Golv	Viktminskning ($\cdot 10^{-3}$ kg)	Standardavvikelse
Flyinge	2,20	0,10
Menhammar	1,20	0,41
Medelvärde	1,70	0,58

Tabell 10. Avnötning på asfaltgolven

Golv	Viktminskning ($\cdot 10^{-3}$ kg)	Standardavvikelse
Hälgesta	2,45	0,45
KC 5	2,95	0,25
KC tvär	2,08	0,54
Medelvärde	2,49	0,56

Tabell 11. *Avnötning på epoxi/sandgolven*

Golv	Viktninskning (10^{-3} kg)	Standardavvikelse
KC löpgång	2,50	0,16
KC rörelse	5,78	0,66
KC svart	11,08	1,54
Medelvärde	6,45	3,66

I tabell 12 visas golvens inbördes ordning, oavsett material, med störst viktninskning först.

Tabell 12. *Golven i inbördes ordning. a = asfalt, b = betong, e = epoxi/sand, m = marksten, t = träkubb*

Golv	Mtrl	Viktninskning (10^{-3} kg)
KC svart	e	11,08
Rodga 2	b	6,38
KC rörelse	e	5,78
Abusa 2	b	5,23
Rodga 1	b	3,05
KC 5	a	2,95
Nygård	b	2,63
KC löpgång	e	2,50
Abusa 1	m	2,45
Hälgesta	a	2,45
Flyinge	t	2,20
KC tvär	a	2,08
Jälla	b	1,85
Gryteskog	b	1,75
Toarp	m	1,43
Helsingborg	m	1,38
Hagalund	b	1,33
Menhammar	t	1,20

I diagram 5 visas den genomsnittliga avnötningen för varje golvtyp.

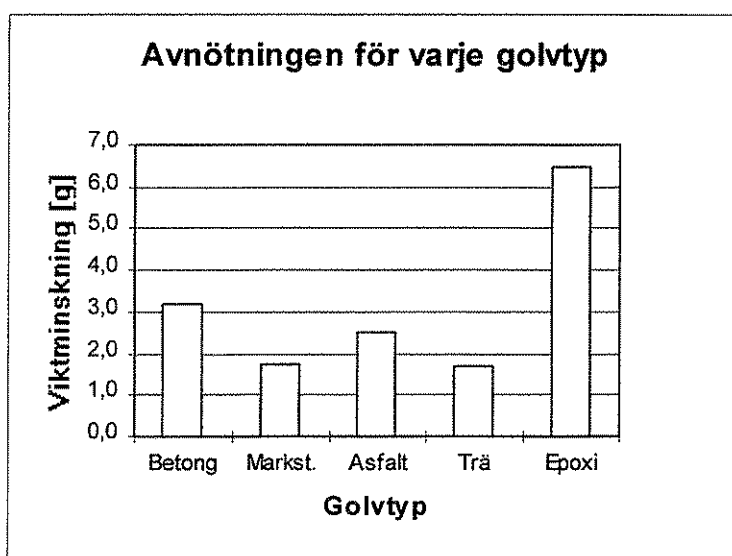


Diagram 5. Den genomsnittliga viktminskningen för varje golvtyp.

Jämförelse mellan friktion och ytstruktur

Diagram 6 och 7 visar vikt förlusterna för gipsklossarna i förhållande till träklossarnas glidlängder. I diagrammen visas avnötningen på den ena axeln och $1/\text{glidlängden}$ på den andra. Om friktionen skulle vara noll blir glidlängden oändlig och $1/\text{glidlängden}$ blir noll. Nötningen skulle då också bli noll vilket betyder att kurvan bör gå genom origo.

I diagram 6 visas vikt förlusten i förhållande till glidlängden för klossen med den släta skon. Regressionskurvan har ekvationen $y = 8,03x^2$ och regressionskoefficienten (r^2) är 0,57.

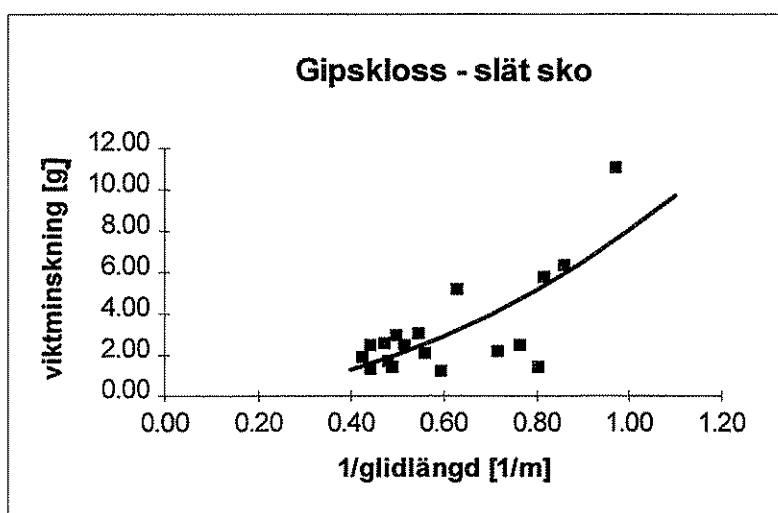


Diagram 6. Vikt förlusten i förhållande till $1/\text{glidlängden}$ för den släta skon.

I diagram 7 redovisas viktförlusten i förhållande till glidlängden för skon med söm. Regressionskurvan har ekvationen $y = 0,73x + 5,45x^2$ och r^2 är 0,58.

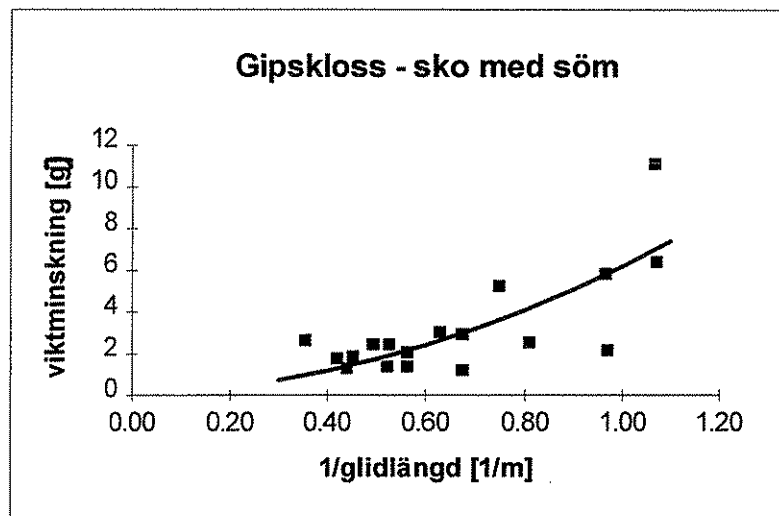


Diagram 7. Viktförlusten i förhållande till 1/glidlängden för skon med söm.

Jämförelse mellan skon med söm och den släta skon

Diagram 8 visar glidlängden för skon med söm i förhållande till glidlängden för den släta skon. Även här visas 1/glidlängden. Regressionskurvan har ekvationen $y = 1,08x$ och korrelationskoefficienten (r) är 0,86.

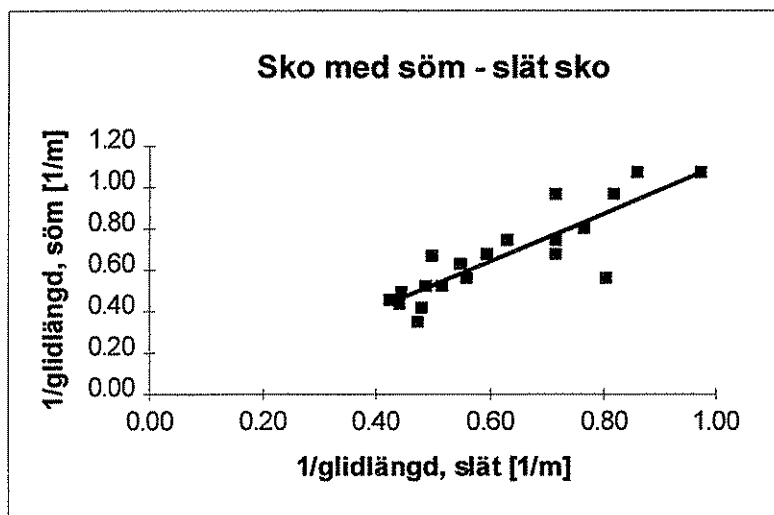


Diagram 8. 1/glidlängden för skon med söm i förhållande till 1/glidlängden för den släta skon.

Diskussion

Den inbördes ordningen mellan golvtyperna blev densamma med den släta och den skodda klossen även om de enskilda golven inte hamnade i exakt samma ordning.

KC svart har en extremt kort glidlängd och en stor viktförändring. Golvet var väldigt nytt vid mättillfället och det var många sandkorn som låg i ytan och inte hade så bra fäste i epoxin. Några nya mätningar har inte gjorts sedan golvet använts ett tag men man ser med blotta ögat att det inte är så extremt skrovligt längre. Det har också blivit en tydlig skillnad mellan mitten av gången och kanterna.

Glidlängden för Helsingborg är anmärkningsvärt låg, speciellt för klossen med den släta skon, jämfört med de andra markstengolven. Vid mättillfället verkade klossarna glida trögt på banan. En förklaring kan vara att det var väldigt fuktigt i luften. Det var bara vid detta mättillfälle som det regnade ute.

På 15 av 20 golv gled den släta skon längst. Det kan förklaras med att det är fler kanter som slår i ojämnheter i golvet på skon med söm. Varje söm slår ju i golvet ojämnheter medan den släta skon bara har en framkant som slår i. Dessutom är en använd hästsko lite avrundad i framkanten så den glider lätt upp på ojämnheterna. Korrelationen mellan de olika klossarna är hög.

Korrelationen mellan friktionsmätningarna och mätningarna av ytstrukturen är inte så stark. Det verkar vara sämre korrelation på golven med kortare glidlängd. Det kan bero på att halkfria golv kan se ut på många olika sätt. De kan vara lite mjuka som trägolven eller ha mer eller mindre vassa ojämnheter och därmed varierar avnötningen. De hala golven däremot är hårda och släta och avnötningen blir därmed liten eftersom det inte finns så stora ojämnheter.

Korrelationen mellan mätningarna med Hörndahls metod och glidlängdsmetoden är olika för den släta skon och skon med söm. För Hörndahls metod i förhållande till skon med söm är korrelationen 1,0 vilket betyder att de båda metoderna mäter samma egenskap. För den släta skon är korrelationen bara 0,65. Det verkar vara ett golv som "hamnat fel" och eftersom metoderna bara har jämförts på fyra olika golv skulle det vara intressant med fler mätningar för att öka säkerheten i jämförelsen.

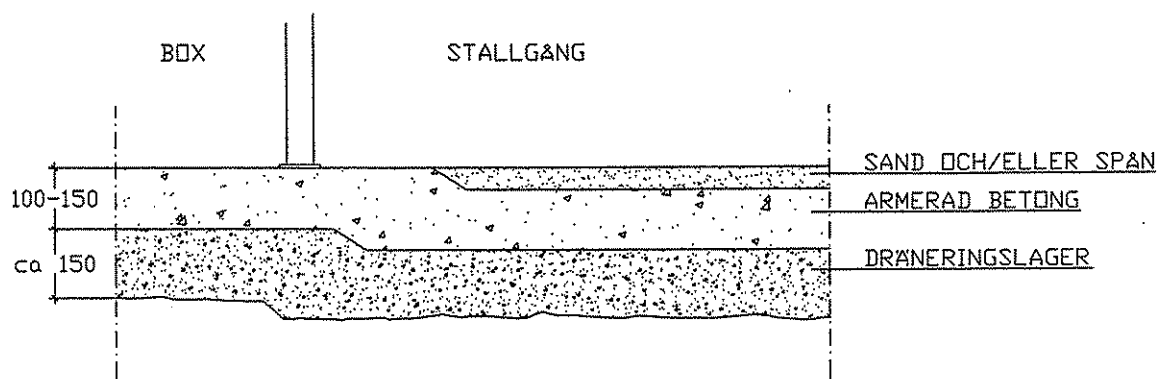
STUDIEBESÖK

Utöver de golv där mätningar har utförts har ytterligare några golvtyper studerats, dels i Sverige och dels på Irland. I Sverige har det gällt spån- och grusgångar och golv där man lagt in stenar av olika storlek i betongen. På Irland har det varit olika former av urindränering i boxar och olika gummibeläggningar i boxar och gångar.

Sverige

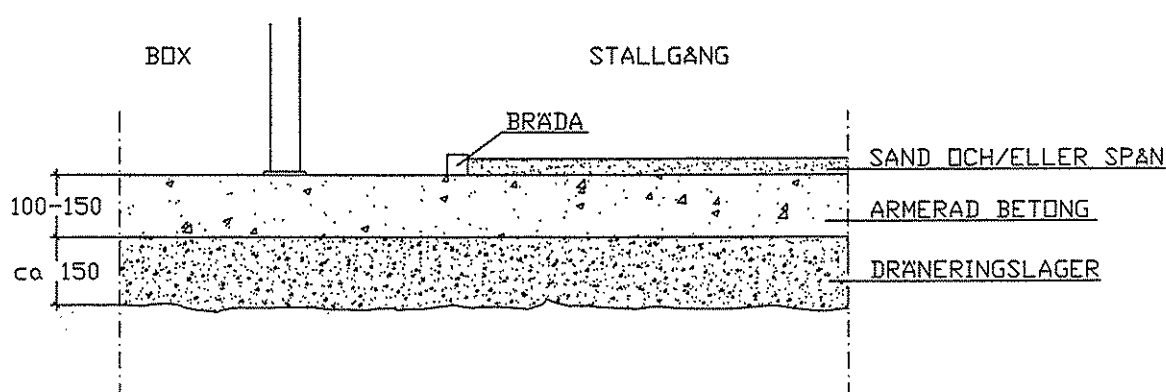
Spån- eller sandgångar

Spångångar kan se lite olika ut. I nyare stall, t ex Nygård, lämnar man en grop i mitten av gången när man gjuter plattan, se figur 16. Gropen är ca 7 cm djup och den börjar ca 15 cm från boxväggarna. På botten lägger man sand för att få ett fast underlag och på sanden lägger man sågspån.



Figur 16. Nedsänkt spån- eller sandgång i genomskärning.

I äldre stall, t ex på Flyinge och Akademistallet i Uppsala, har man istället byggt upp en spångång genom att fästa brädor i betonggolvet och lägga sand och spån innanför, se figur 17. Spånnet måste bytas med jämna mellanrum när det blivit blött och smutsigt. När spånnet är nytt blir det mycket ljust och fräscht i stallet och dessutom luktar det gott! Spångångar är halkfria och de dämpar också ljudnivån i stallet.



Figur 17. Spån- eller sandgång som hålls på plats med en bräda.

Grus- eller sandgångar fungerar som spångångar fast utan sågspån dvs. man kan sänka ner dem i betongen (Helsingborgs ridskola) eller hålla dem på plats med bräddor ovanpå golvet (Flyinge). Nya grusgångar kan vara lite lösa men när de satt sig är de halkfria. De fungerar också ljuddämpande och de kräver mindre underhåll än spångångar eftersom man inte behöver byta ut sanden utan bara fylla på ibland.

En nackdel med sand- eller spångångar är att det kan vara svårt att köra gödsel- och foderkärror om underlaget är för löst.

Betonggolv med nedtryckta stenar

Betonggolv som man tryckt ner stenar i rekommenderas av L N Gramén (1924) i häftet "Cement- och betongarbeten". Stenarna ska göra golvet mindre halt för hästarna och öka hållbarheten. Det finns ett par sådana golv på Flyinge. Dels ett med ganska stora stenar, ca 15-20 cm i diameter, och ett med mindre stenar, 5-10 cm i diameter, se figur 18.

Golvet med de stora stenarna är för ojämnt för att fungera bra men eftersom det är K-märkt får det inte tas bort eller täckas över permanent. Detta har man löst genom att lägga ett ordentligt lager spån i gången. På så sätt har man fått en fungerande golvbeläggning som är mycket lätt att ta bort vid behov.



Figur 18. Betonggolv med 5-10 cm stora stenar i ytan.

Irland

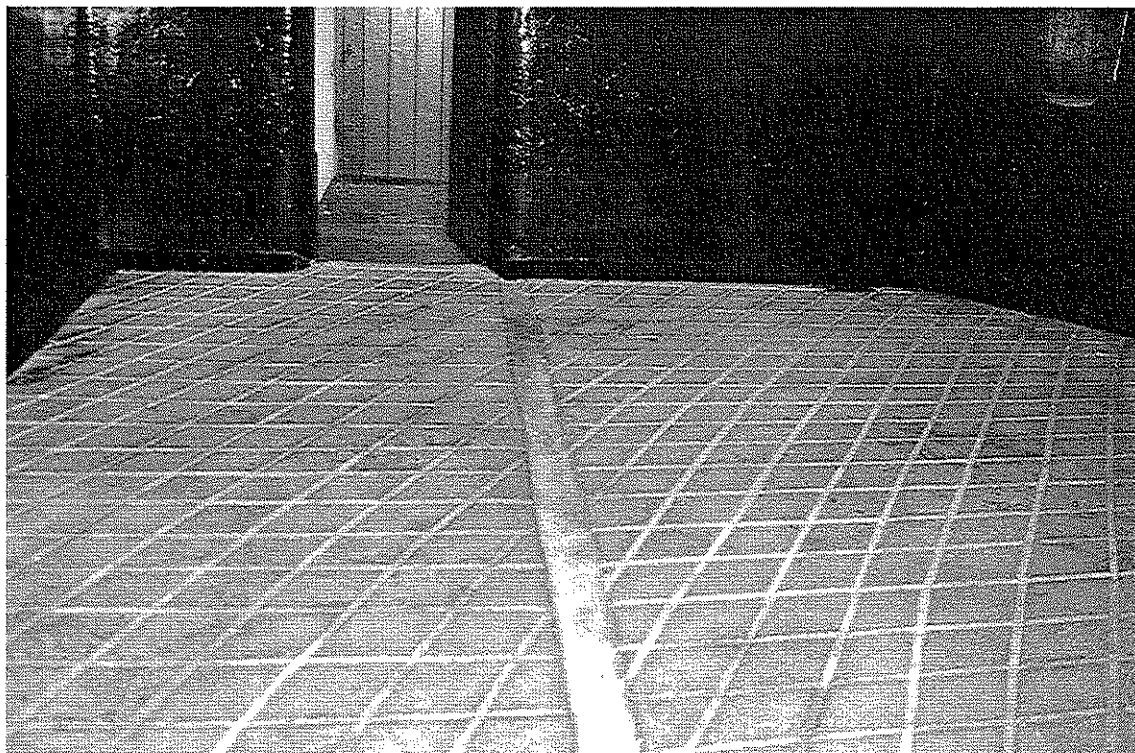
På Irland har man inte så stora problem med hala stallgångar helt enkelt för att man inte har så många stallgångar. Det absolut vanligaste sättet att bygga stall på är s.k. uteboxar, det vill säga en enkel rad med boxar där varje box har en dörr ut till stallplanen. I de fall man har stall av "barn-type", med två boxrader med en gång mellan, så är betonggolv vanligast.

Stallgångsgolv

På Kildangan Stud har man en gummibeläggning i flera av sina "barns" för att minska halkrisken. Tyvärr hade man inte kvar namnet på beläggningen men det är en gummimassa som har hällts ut över golvet. Den var ganska porös och enligt uppgift var det inte ens halt när golvet var blött (det spolades varje dag). I ett annat stall hade de en dräneringsränna mitt i stallgången och lite fall från båda boxraderna. Förutom att det innebar att urin och vatten måste rinna över halva gången för att nå rännan så blir det också ett halare avsnitt mitt i gången.

Boxgolv

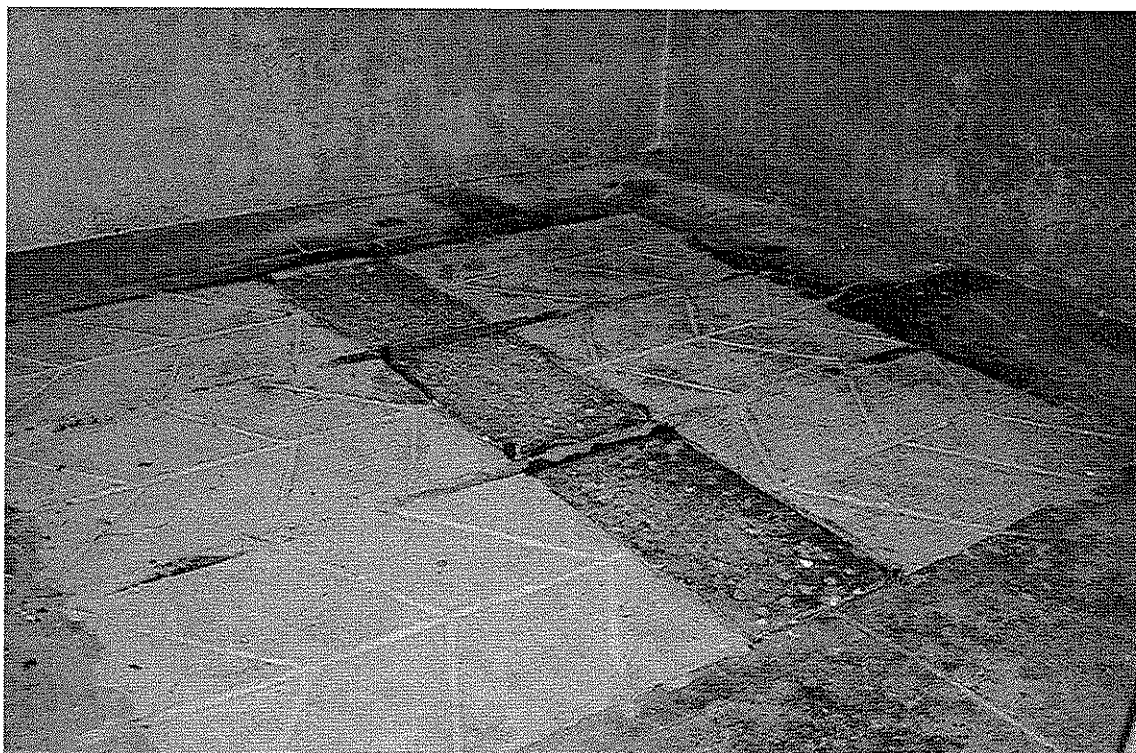
I brist på stallgångsgolv studerades en del boxgolv på Irland. Det är ganska vanligt med urindränning i boxarna. Oftast är det bara skårar i golvet i fiskbens- eller ruttmönster, se figur 19. Urin eller tvättvatten leds via en central ränna mitt i boxen till en brunn ute i stallgången.



Figur 19. En vanlig typ av urindränning i en box på Irland. Skårorna stämplas i betongen när den är mjuk.

På Kildangan Stud hade man en brunn mitt i boxen och för att få urinen att rinna dit hade man dels gjort lite fall på golvet och dels dragit en grov kvast i riktning mot brunnen när golvet göts.

På Irish National Stud har man provat flera olika varianter av dränering. I några boxar har man vanliga spaltgolvslement mitt i boxen och helt betonggolv, med rutmönster, runt om. I andra boxar har man en rad mitt i boxen med betonghålsten och helt betonggolv, med mönster i, runt om, se figur 20. Enligt Bridget McGing, chefsveterinär på stuteriet, rann urin och tvättvatten bara rakt ner i marken och inte till någon urinbrunn.



Figur 20. Urindränering i form av betongsten med hål i. Resten av boxen har urindränering i form av skårer i golvet.

Både spalterna och hålen sattes fort igen och krävde därför regelbunden rengöring. Betonghålstenarna var lättare att göra rena eftersom de gick att lyfta upp. Man hade lagt in ett slags nät under stenarna för att ha något att dra upp dem i. På så vis hindrades också halm och andra grova partiklar från att komma ner i grusbädden under golvet.

I en av hingstboxarna hade man lagt in en gummimatta eftersom hingsten väldigt lätt fick skavsår. Mattan bestod av kvadrater som var ca 40 cm x 40 cm stora och ca 35 mm tjocka. Mattan släppte igenom urin och för att det skulle kunna rinna vidare låg det ett galler av plast under gummimattan. Enligt tillverkaren skulle man inte behöva något strö alls på mattan men här strödde man med rivet papper.

I andra boxar på stuteriet hade man de vanliga skårorna i olika mönster i golven.

DISKUSSION OCH SLUTSATS

Den golvtyp som fick bäst resultat i friktionsmätningarna är epoxi/sand-golv. KC svart är förmodligen inte lika extremt bra idag men hur bra det är har inte undersökts. KC löpgång och KC rörelse är samma beläggning men löpgången är mera sliten. Man kan se att golvet blivit lite halare med tiden men det är inte särskilt mycket. Det här golvet är inte gjort efter något standardrecept utan epoxi/sand-blandningen har tagits fram speciellt för KC. Tyvärr är det ett dyrt golv och i verkligheten måste man ju väga in mer än friktionen när man väljer golvbeläggning.

Trägolven är förmodligen ännu bättre än vad som framgår av studien. När hästar går på kubbarna deformeras de och det ökar greppet. Speciellt nyskodda hästar borde ha ett mycket bra grepp, det syntes tydliga spår av sömmar i golvet. Därför är det kanske inte relevant att använda den här metoden på så mjuka material. Då är frågan *hur* mjuka golven ska vara för att det inte ska vara någon idé att mäta på dem. För att svara på den frågan krävs ytterligare utvärdering av metoden.

Markstensgolvet på Abusa är förmodligen bättre för oskodda hästar än för skodda. Stenarna är fasade i kanterna och en oskodd hov deformeras lite när den belastas och kan då få grepp i skårorna som blir mellan stenarna. Dumelow (1993) har gjort en studie där han konstruerat en maskin som efterliknar ett koben. "Benet" sätts i marken med samma kraft och riktning som hos en ko. Han kom fram till att det bästa mönstret i betonggolv till kor är 10 mm breda skårar i ett hexagonmönster med 46 mm långa sidor. Det skulle vara intressant att konstruera ett "hästben" för att se vilken yta som ger bäst grepp för en skodd respektive en oskodd hov.

Ett sätt att minska halkrisken kan kanske vara att sätta marksten lite ojämnt? Små höjdskillnader mellan stenarna kan ge både skodda och oskodda hästar bättre fäste men behöver inte innebära att golvet blir tungsopat.

Ett golv kan förmodligen inte vara för skrovligt från halksynpunkt men det kan vara svårt att hålla ett mycket skrovligt golv rent. Om hästar eller människor trots allt halkar eller snubblar omkull är det också större risk för skrapsår om golvet är mycket skrovligt. Man kan ha en slätare golvyta i boxarna för att minska risken att hästarna får skavsår om de skrapar undan sitt strö.

Det skulle vara mycket intressant att studera de olika golvmaterialen över en längre tid. Genom att lägga nya golv av olika material och utsätta dem för samma slitage skulle man kunna se om deras friktionsegenskaper förändras olika mycket av slitaget. Man skulle också kunna se vilken betydelse betongkvaliteten har. Är det så att betong med högre hållfasthet behåller sin ytstruktur längre?

Man skulle också behöva göra ytterligare studier på hur de olika materialens halkegenskaper påverkas av fukt och smuts. Ett poröst material som kan dra åt sig fukt påverkas kanske inte lika mycket av om det blir blött och smutsigt.

För att utvärdera glidlängdsmetoden ytterligare skulle man behöva testa hur mätresultaten påverkas av t.ex. temperaturskillnader och skillnader i luftfuktighet.

De slutsatser studien givit är:

- Av de golvmaterial som studerats med hjälp av friktions- och ytstrukturmätningar är epoxi/sand minst halt.
- "Mjuka" golv av spån/grus eller gummi är halkfria och ljuddämpande.
- Från halksynpunkt är betong inte bra i stallgångar.
- Man kan inte mäta ytstrukturen och därifrån dra slutsatser om halkegenskaperna på stallgolv.
- Glidlängdsmetoden skulle behöva testas ytterligare t.ex. för att se hur resultaten påverkas av temperatur och luftfuktighet.
- För att kunna säga mer om vilka golvmaterial som är bra från halksynpunkt skulle man behöva göra studier på olika material över en längre tidsperiod med början när de är nya.
- Om man ska göra mätningar i befintliga stallar är det bra om mätningarna inte tar för lång tid. Speciellt i tävlingsstall är det svårt att vara ivägen för länge och man kanske inte är välkommen t.ex. på kvällar eller helger.

TACK

Den här studien hade inte kunnat genomföras utan alla stallägare som ställt upp och låtit mig vara ivägen några timmar. Ett stort tack till Er!

Tack Ingemar Baselius för dina kluriga idéer!

Tack Lennart Bengtsson för hjälpen med bl.a. statistiken!

REFERENSER

Litteratur

- Bring, C. 1964. Friktion och halkning. Statens råd för byggnadsforskning. Rapport 112. Stockholm.
- Drevemo, S & Hjertén, G. 1987. A method to analyse forces and moments in the extremities of the horse during the stance phase at the trot. Proceedings of the Second International Conference on Equine Exercise Physiology. San Diego, USA. s. 587-598.
- Dumelow, J. 1993. Simulating the cattle foot/floor interaction to develop improved skid resistant floors. Proceedings of the Fourth International Livestock Environment Symposium. Coventry, England. s 173-180.
- Hörndahl, T. 1995. Slitstyrka och halksäkerhet hos golv i djurstallar. Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för jordbrukets biosystem och teknologi. Specialmeddelande 220. Lund.
- Gramén, L. N. 1924. Cement- och betongarbeten. Vägledning i dessa arbetens utförande, speciellt vid lantmannabyggnader. Cementa. Malmö.
- Merkens, H.W., Schamhardt, H.C., Hartman, W. & Kersjes, A.W. 1985. Ground reaction force patterns of Dutch Warmblood horses at normal walk. *Equine veterinary Journal* 18(3), s. 207-214.
- Nilsson, C. 1988. Floors in animal houses. Technical design with respect to the biological needs of animals in reference to the thermal, friction and abrasive characteristics and the softness of the flooring material. Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för lantbrukets byggnadsteknik, Rapport 61. Lund.

Personliga meddelanden

- Drevemo, Stig. 1997. Professor, Institutionen för anatomi och histologi, SLU, Uppsala.
Tel: 018-67 10 00
- McGing, Bridget. 1996. Chefsveterinär, Irish National Stud, Tully, Co. Kildare, Ireland.
Tel: (045) 521 251
- Lundon, Honor. 1996. Kildangan Stud, Monasterevin, Co. Kildare, Ireland.
Tel: (045) 523 461

Övriga referenser

- Andersson, R. 1990. Byggnadsmateriallära, grundläggande materialkunskap. Härnö-förlaget. Härnösand.
- Dennehy, Mrs. 1996. Greenpark Stables, Greenpark, Dunshaughlin, Co. Meath, Ireland.
Tel: (01) 825 64 90
- Heaney, Seamus. 1996. Dundrum Sawmills, Dundrum, Co. Tipperary, Ireland
Tel: (062) 711 01
- Johnston, C., Hjertén, G. & Drevemo, S. 1991. Hoof landing velocities in trotting horses. Proceedings of the Third International Conference on Equine Exercise Physiology. Uppsala, Sverige. s. 167-172.

- Leadon, Desmond. 1996. Irish Equine Centre, Johnstown, Naas, Co. Kildare, Ireland.
Tel: (045) 866 176
- Nilsson, C. & Walberg, K. 1978. Golv i djurstallar. Aktuellt från lantbruksuniversitetet
264, Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Storey, Norman. 1996. Teagasc, Kildalton College of Agriculture, Piltown,
Co. Kilkenny, Ireland. tel: (051) 643 105
- Ventorp, M. & Michanek, P. 1995. Att bygga häststall - en idéhandbok. Sveriges
lantbruksuniversitet, Inst. för jordbrukets biosystem och teknologi. Lund.

BILAGA 1

Adresser till de stall som är med i studien

Lennart och Annika Börjesson
Gryteskog
240 12 Torna-Hällestad

Jällaskolan
755 94 Uppsala

Anders och Kerstin Darenius
Rodga Semin AB
616 90 Åby

Klinikcentrum, SLU
Box 7076
750 07 Uppsala

Leif Eklund
Hagalunds Gård
193 91 Sigtuna

Birgitta Larsson
Gryetorpsvägen 180
295 72 Gualöv

Flyinge AB
Kungsgården
240 32 Flyinge

Menhammar Stuteri AB
Menhammar Gård
178 90 Ekerö

Helsingborgs fältrittklubb
Depågatan 128
254 64 Helsingborg

Mälaren hästklirik AB
Hälgesta
193 91 Sigtuna

Birgitta Hermansson
Abusa Gård
247 92 Södra Sandby

Michael Ventorp
Toarps Gård
261 93 Landskrona

Jägersro Trav och Galopp
Box 9506
200 39 Malmö