

Vloeren in rundveestallen worden bijna uitsluitend vervaardigd uit beton. De uitvoering van de vloer en de afwerking van het vloeroppervlak beïnvloeden in belangrijke mate de kans op het optreden van klauwkwetsuren.

Interactie tussen rundveeklauw en stalvloer



Op de universiteit Gent werd onderzoek gedaan naar de relatie tussen betonvloer en rundveeklauw

Veel klauwkwetsuren zijn het gevolg van extreem hoge, lokale belastingen van de klauwen op de stalvloer. De studie naar de contactspanningsverdeling geeft informatie over het effect van de aard van het oppervlak en de oppervlakteafwerking op het voorkomen van klauwkwetsuren.

Er werd dan ook getracht deze contactspanningsverdeling tussen de rundveehoef en de stalvloer te bepalen. De karakterisatie van de spanningsverdeling kan een belangrijk instrument vormen om stalvloeren te beoordelen wat betreft dierenwelzijn en om het vloeroppervlak te optimaliseren. De belangrijkste parameter in deze studie was de oppervlakteruwheid van het betonnen vloeroppervlak. Wat betreft de rundveeklauw zelf werd bovendien de elasticiteitsmodulus ('de stijfheid') van het hoorn bestudeerd en ook de invloed van het vochtgehalte op deze elasticiteits-

modulus. De elasticiteitsmodulus van het hoorn is een belangrijke diergebonden parameter die mede het contact tussen de klauw en de vloer zal beïnvloeden.

OPPERVLAKTERUWHEID

Voor de studie van de impact van de oppervlakteruwheid, werden een aantal kleine betonblokken met verschillende oppervlakteafwerking gemaakt. Het beton werd hierbij afgestreakt met een metalen spaan, met een houten spaan of

met een borstel. Bovendien werd een aangetast betonoppervlak gesimuleerd door het beton in min of meerdere mate uit te wassen, zodat de grove granulaten bloot kwamen te liggen. Van deze betonblokken werd vervolgens de oppervlakteruwheid, uitgedrukt als een R_a -waarde, bepaald door gebruik te maken van een X-Y-meettafel. Deze tafel is uitgerust met een uiterst nauwkeurige lasersensor die toelaat om afstandsmetingen met een resolutie van 0,01 mm uit te voeren. De R_a -waarde is gelijk aan de oppervlakte tussen het gemeten profiel en het gemiddelde, gedeeld door een bepaalde referentielengte.

In figuur 1 wordt een voorbeeld getoond van een opgemeten profiel voor de verschillende oppervlakteafwerkingen. Uit deze metingen kon duidelijk geconcludeerd worden dat de oppervlakteruwheid sterk beïnvloed wordt door de afwerking. De kleinste, respectievelijk grootste oppervlakteafwerking kwam voor bij een oppervlak afgewerkt met een metalen spaan ($R_a = 0,03$ mm) en een sterk uitgewassen betonoppervlak ($R_a = 0,55$ mm). Tussenvallende waarden werden opgemeten voor een oppervlak afgewerkt met een houten spaan ($R_a = 0,14$ mm), een borstel ($R_a = 0,22$ mm) en een licht uitgewassen oppervlak ($R_a = 0,29$ mm).

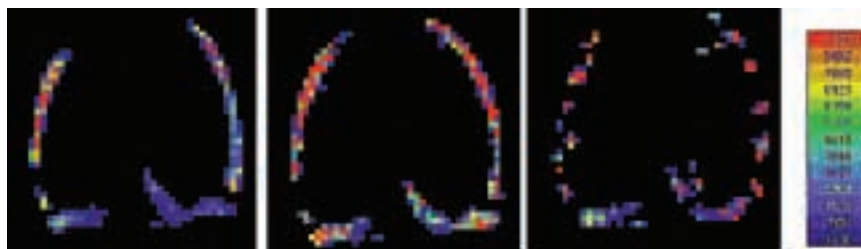


Fig. 1. Contactspanningen voor rundveeklauwen op een betonoppervlak afgewerkt met een metalen spaan, houten spaan of borstel (van links naar rechts), onder een belasting van 4 kN. De kleurschaal geeft de spanning op individuele drukcellen van de sensor weer in kPa

CONTACTSPANNING HOEF-VLOER

Vervolgens werd getracht de contactspanningen tussen een rundveehoef en de betonnen proefstukken te bepalen. Bij dit experiment werd gebruik gemaakt van rundveepoten van recent geslachte dieren. Zij werden net boven het hoorn afgezaagd en voorzien van een epoxyharslaag. Deze epoxyharslaag was noodzakelijk om de poten te kunnen beproeven in de drukpers. In de drukpers werden de klauwen op de verschillende betonoppervlakken geplaatst en vervolgens belast. De belasting werd stapsgewijze opgevoerd van nul tot iets meer dan de helft van het lichaamsgewicht.



Koepoot

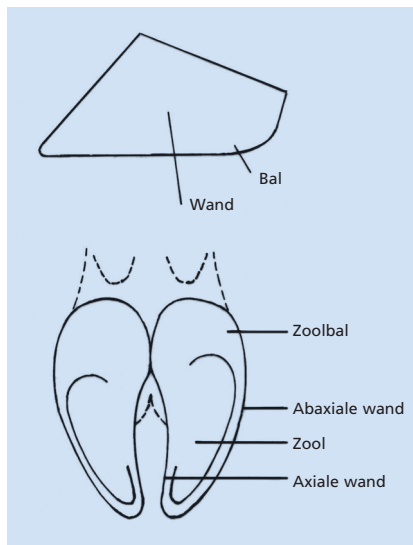
De contactspanningsverdeling tussen de rundveehoef en de stalvloer werd opgemeten via dunne filmvormige sensoren, die tussen het hoorn en het betonoppervlak geplaatst werden. De sensoren werden verbonden met een computer voorzien van de nodige software. De software zorgde er voor dat een duidelijk beeld verkregen werd van de drukverdeling tussen een rundveeklauw en de stalvloer. Deze proef werd uitgevoerd op 18 koepoten van 8 verschillende dieren.

CONCLUSIES

De belangrijkste conclusies die uit de meting met de tactiele sensoren volgden waren:

- dat de dieren voornamelijk steunen op de abaxiale wand en de zoolbal en dat er bijgevolg geen contactspanningen optraden langs de axiale wand (terminologie zie figuur 2);
- dat naarmate het betonoppervlak ruwer is, de grootte van het contactoppervlak kleiner en de gemiddelde en maximale spanningen groter worden.

Om dit te illustreren kan bijvoorbeeld de maximale spanning bij het aanbrengen van een belasting van 4 kN (400 kg) bekeken worden.



Opbouw van een rundveeklauw

Deze belasting komt overeen met ongeveer tweederde van het gewicht van de gemiddeld geteste koe. Voor een oppervlak afgewerkt met een metalen spaan bedroeg de maximale spanning 20 MPa (200 kg/cm²).

Voor een oppervlak afgewerkt met een houten spaan en een licht uitgewassen oppervlak werd ongeveer het dubbele verkregen van de waarde gevonden bij een oppervlak afgewerkt met een metalen spaan. Voor een sterk uitgewassen oppervlak was de maximale spanning zelfs al gauw 4 à 5 maal groter. Het zijn vooral deze grote lokale spanningen op zeer kleine contactoppervlakken die de kans op klauwkwetsuren aanzienlijk vergroten. Bij het geborstelde oppervlak wordt het gewicht niet meer gedragen door de gehele abaxiale wand zoals bij de oppervlakken afgewerkt met een metalen of houten spaan. Er treden echter kleinere geïsoleerde contactvlakjes op, waarop een hogere spanning werkt. Uit dit oogpunt zou een oppervlak afgewerkt met een metalen spaan ideaal zijn. Toch bestaat er ook het risico op uitglijden van het dier. De gladheid van het betonoppervlak wordt bepaald door: de oppervlakteruwheid, de eventuele helling, spleten in het oppervlak, urine en uitwerpselen, de schoonmaakmethode van de huisvesting. Er zijn dus in werkelijkheid verschillende parameters nodig om tot een ideaal betonoppervlak te komen.

ELASTICITEIT

Naast de bepaling van de oppervlakteruwheid en de contactspanningsverdeling, werd ook de elasticiteitsmodulus van het klauwhoorn bestudeerd.

De elasticiteitsmodulus van het klauwhoorn is een diergebonden parameter, mede bepalend voor de grootte van het contactoppervlak en voor de spanningsverdeling. De waarden van de elasticiteitsmodulus lagen voor het zoolhoorn gemiddeld rond de 1,6 N/mm², dit zowel voor hoornmonsters bewaard bij een relatieve vochtigheid van 60 als van 90 %. Voor het hoorn uit de wand van de klauw was de variatie van de elasticiteitsmodulus in functie van het vochtgehalte meer uitgesproken: zo werd een elasticiteitsmodulus van gemiddeld 1900 N/mm² gevonden voor hoornmonsters bewaard bij 90 % relatieve vochtigheid, terwijl de gemiddelde waarde bij een relatieve vochtigheid van 60 % ongeveer 3600 N/mm² bedroeg. De lagere elasticiteitsmoduli bij het hogere vochtgehalte kunnen toelaten dat de oneffenheden van de vloer beter gevolgd worden en piekspanningen zodoende afgevlakt worden. Nochtans kan het hoorn zelf dan wel gevoeliger zijn voor beschadiging.

SAMENVATTING

Samenvattend kan gesteld worden dat de voorgestelde methode toelaat het effect van de vloerafwerking op de optredende spanningen in het contactvlak rundveeklauw – vloer te begroten. Onderzoek naar de elasticiteitsmodulus van het klauwhoorn kan verder bijdragen tot inzicht in de biomechanica van de rundveeklauw tijdens het contact met de vloer. Deze studie kan als zodanig al een eerste schakel vormen in de optimalisatie van het betonoppervlak wat betreft dierenwelzijn.

Studieprijs

De Belgische Betongroepering reikt jaarlijks ter gelegenheid van de Betondag een studieprijs uit voor het meest verdienstelijke universitair eindwerk dat betrekking heeft op het materiaal cementbeton of op ontwerp, uitvoering en gedrag van betonconstructies. In 2002 ging de studieprijs naar Elke Rombaut en Katrijn Simoens voor hun werk 'Karakteriseren van het contact tussen de rundveehoef en de stalvloer.' Prof. Nele De Belie was de promotor. Dit artikel is een beknopte samenvatting van deze studie. De twee laureaten studeerden vorig academiejaar af als burgerlijk bouwkundig ingenieur aan de Universiteit Gent.

prof.dr.ir. N. de Belie en ir.E. Rombaut