

Slutrapport vedrørende præfabrikeret staldgulv med elastisk trædeflade i stalde til malkekøer

*Christian C. Krohn og Vivi Mørkøre Thorup
Danmarks JordbrugsForskning*

1. Baggrund

I løsdriftstalder er gulvtypen og gulvoverfladen på gangarealerne en væsentlig del af malkekoens nærmiljø. Overfladens karakter har stor betydning for både koens bevægelsesmønster og klovsundhed.

Beton er en traditionel og populær gulvbelægning i stalde til malkekøer pga. sin holdbarhed, lethed at rengøre og pris. Imidlertid kan betongulve med sin hårde overflade være en af årsagerne til ben- og klovproblemer hos malkekøer. Der er også risiko for at betongulve kan reducere udførelsen af forskellige adfærdsaktiviteter, så som ædeadfærd, brunstadfærd og komfortadfærd. En blødere og mere elastisk overflade på gangarealerne kunne give flere fordele for malkekøer, - først og fremmest en reduktion af de fysiske klovskader. *Leonard et al. (1994)* fandt således færre såleknusninger i stalde med gummibelægning på gangarealerne sammenlignet med ren beton. Tilsvarende er fundet af *Bergsten (1994)*. *Vokey et al. (2001)* undersøgte forskellige kombinationer af belægning i sengebåse (beton, madrasser, sand) og belægning på gangarealerne (rillet beton og gummimåtter) på køernes klov- og bensundhed. Gummimåtter på gangarealerne i kombination med madrasser eller sand i sengebåsene gav færrest sygedage mht. klov- og benlidelser. *Benz (2003)* fandt en reduktion i forekomsten af laminitis, dobbeltsål, trykskader og øvrige klovskader på gummigulve sammenlignet med betonspalter. Gødningsforurenede overflader nedsætter ganghastigheden og giver et ændret gangmønster (*Phillips and Morris, 2000*).

For at gøre gulvoverfladen blødere og mere elastisk for køerne at stå og gå på, er der i de senere år kommet forskellige gummibelægninger på markedet. På grundlag af en spørgeundersøgelse fandt *Freudental (2004)* i en FarmTest i 18 besætninger med forskellig gummibelægning i gangarealet, at skridsikkerheden var god, der var en bedre kotrafik og mere bevægelsesaktivitet end på beton. Udføres gummibelægningen med en profileret overflade så skridsikkerheden bevares, synes de at have en gunstig indflydelse på køernes gang (*Fregonesi et al. 2004*). Gummigulve i hele eller dele af gangarealet kan aflaste koens ben og klove.

Overfladen kan også påvirke køernes bevægeadfærd. Undersøgelser viser, at malkekøer tager længere skridt på gulve med høj friktion (mere skridsikre), måske på grund af den mindre risiko for at glide (*Phillips and Morris, 2001; Gjestang and Løken, 1980*). Således fandt *Benz (2003)* i en større undersøgelse en trinlængde (højre forklov – venstre forklov, ca. ½ skridtlængde) på gennemsnitlig 81 cm hos køer på græs, 78 cm på gummi, mens længden kun var 58 cm på betonspaltegulv. *Webb and Nilsson (1983)* fandt at risikoen for at glide steg eksponentielt ved en friktionsfaktor på under 0,4. Køernes bevægeadfærd påvirkes sandsynligvis med tiden af den gulvbelægning, hvorpå den færdes. *Herlin og Drevemo (1997)* viste ved hjælp af billedanalyser, at køer, der i flere år havde været opstaldet i stalde med spaltegulv uden adgang til sommergræsning, havde mindre bevægelse i albue-, hase- og kodeled. I en sammenligning mellem gulvoverfladerne beton, gummimåtter og sand fandt *Telezhenko og Bergsten (2005a og 2005b)*, at køernes bevægelsesmønster på gummimåtter var mere sammenfaldende med sand ("naturligt" underlag) end på beton. *Fregonesi et al. (2004)* viste, at gummibelægning i arealet bag foderbordet øgede køernes totale ståtid både på gummibelægningen og andre steder i stalden og de konkluderede, at det måske skyldes, at når køerne står en del af døgnet på gummibelægningen, kan de også bedre holde til at stå længere på betongulvet. Frekvensen og intensiteten af brunstadsfærd og hudplejeadfærd er væsentlig højere på gummigulve end på betongulve (*Jungbluth et al., 2003*). Efter et års ophold i en stald med gummigulv viste *Capion (2004)*, at køerne en gangbevægelser rundt i staldanlægget svarende til gangadfærden på græs.

Konklusion på litteraturgennemgangen

Flere undersøgelser viser, at gummibelægning på gangarealet har en positiv indvirkning på køers klov- og bensundhed, og samtidig øges køernes generelle aktivitet i stalden, sandsynligvis som følge af færre klov- og ledsmerter på det elastiske gulv. Såfremt gummibelægningen er passende eftergivelig og overfladen profileret, således at skridsikkerheden ikke forringes, vil køerne have mere naturlige gangebevægelser på en gummioverflade sammenlignet med betongulve.

Anbefalinger omkring gummibelagte gulve på køernes gangarealer.

I "Indretning af stalde til kvæg – Danske anbefalinger" anføres følgende (*Anonym, 2005*): Dyrenes gangarealer skal være skridsikre, og de skal have en så skånsom overflade som muligt. Glatte gulve kan medføre fald og efterfølgende kvæstelser. Ru gulve kan give skader på knæ, ben og nedslidte klove. Gummibelægning i hele eller dele af gangarealet kan aflaste dyrenes ben og klove. Gummioverfladen skal være eftergivende ved belastning for at kunne øge skridsikkerheden. Skridsikkerheden forbedres yderligere, hvis overfladen er profileret. Gummibelægningen bør fastgøres til underlaget for at forlænge levetiden og gødningsskraberens skal være tilpasset gummigulvets profil.

2.1 Oprindelig projektplan (15. maj 2003)

Undersøgelsen skulle efter den oprindelige projektplan gennemføres i 1 eller 2 private besætninger. Optimalt ville afprøvningen kunne udføres i en løsdriftsstald af den type, hvor stalden er delt i 2 ens halvdele af et foderbord med 60-100 malkekøer i hver side. Den

ene side kunne udstyres med det gummibelagte gulv og den anden med de normale betonelementer fra Perstrup.

Hvis det ikke skulle lykkes at finde en landmand, der accepterer en opdeling af stalden som skitseret, forsynes hele stalden med gummibelagte gulvelementer og en tilsvarende stald af samme størrelse med betonelementer bruges som reference.

Efter en kort indkøringsperiode skulle køernes klove- og bentilstand vurderes/fastlægges i begge sider (stalde) og der skulle foretages en grundig klovbeskæring (0-punkt). Efter 9 mdr. skulle vurderingen gentages for at fastlægge gulvets indflydelse på klov- og bensundheden. Jævnt fordelt over hele forsøgsperioden skulle der gennemføres døgnobservationer af køernes adfærd for at få fastlagt evt. forskelle i køernes aktivitet, deres gang, risiko for udskridninger, liggehyppighed på gangarealet, renhedsgrad og bevægelse i øvrigt rundt i stalden. Undersøgelsen ville kunne give et godt billede af koens opfattelse af den nye gulvtype.

2.2 Ændringer i projektplanen (Statusrapport af 12. nov. 2004).

Flere forhold i projektforsøget har imidlertid været medvirkende til at DJF's planer måtte ændres. Forhold som DJF ingen indflydelse har haft på:

Det lykkedes desværre ikke Perstrup Beton Industri A/S at finde en besætning der var villig til at lægge gummibelagte elementer i hele stalden, men kun i noget af stalden. En biologisk vurdering af gulvoverfladens langtidseffekt på malkekøernes klov- og bensundheden kunne derfor ikke gennemføres.

Problemer med den første gummileverandørs evne til at levere et ensartet materiale medførte, at dette samarbejde blev standset. Det blev besluttet, at finde en anden leverandør (ErgoFloor Aps.), hvilket forsinkede projektet yderligere. Projektet blev desuden forsinket pga. et ledelsesmæssigt skifte hos Perstrup Beton Industri A/S.

Som følge af disse forhold og forsinkelser blev det besluttet, at de planlagte sammenlignende undersøgelser i de private besætninger, der skulle foretages af DJF, ændres til en eksperimentel undersøgelse af køernes gangbevægelser ved hjælp af billedanalyseteknik gennemført på Forskningscenter Foulum.

I undersøgelsen sammenlignes gangbevægelserne på henholdsvis asfalt og de nye gummibelagte elementer.

3. Den ændrede projektplan.

Undersøgelser af køers gangbevægelser på forskelligt underlag

Køens gangbevægelser kan i dag analyseres mere objektivt end tidligere ved hjælp af biomekanik, som er en tværfaglig disciplin, der studerer dyrs bevægelser af led, muskler og knogler. Ved hjælp af videoptagelser kan dyrets bevægelser på en given gangoverflade beskrives elektronisk via et billedanalyseprogram og bevægelserne sammenlignes objektivt med bevægelser på en veldefineret overflade. Denne form for billedanalyse er i de senere år blevet anvendt på mennesker (Alkjær et al. 2001), heste (Hodson et al. 2001) og kvæg (Herlin and Drevemo, 1997; Phillips and Morris, 2001). DJF er pt. ved at udarbejde en procedure og metode til vurdering af svins bevægelser på forskellige gulvtyper.

3.1 Formål

Formålet med undersøgelsen er følgende:

- at vurdere koens bevægeadfærd ved hjælp af billedanalyse i en forsøgsopstilling med gulvbelægning af henholdsvis asfalt og gummi.
- at indhøste erfaringer med billedanalyse til vurdering af køers bevægelsesmønster på forskelligt underlag

3.2 Materialer og metoder

Forsøgsdyr:

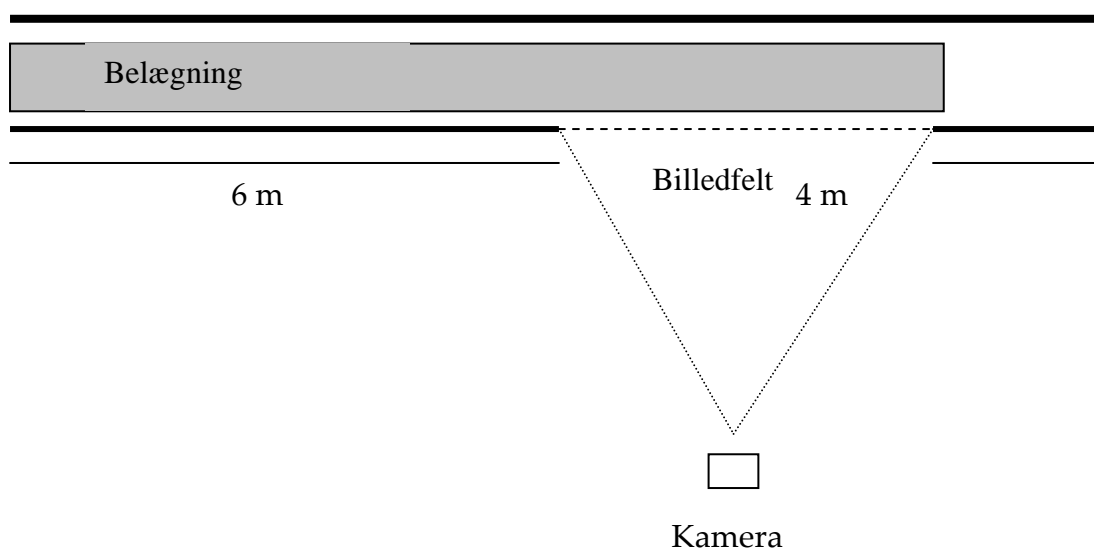
Der anvendes 4 sunde SDM-køer uden ben- og klovproblemer – 2 køer i første laktation og 2 køer i anden laktation. Alle køer var ca. 4 måneder efter kælvning og vægten varierede fra 540 – 695 kg (se tabel 1).

Tabel 1. Forsøgskøernes alder, laktationsstadiet og størrelse.

	Forsøgskøer, ko nr.			
	4782	4793	4892	4997
Fødsels dato	26/3-02	4/4-02	22/12-02	19/3-03
Kælve dato	8/2-05	23/2-05	29/1-05	2/2-05
Vægt, kg	695	680	560	540
Skulderhøjde, cm	152	144	151	146
Dgl. Ydelse, kg	30,4	29,7	27,7	31,2

Forsøgsopstilling:

Der etableres en drivgang på ca. 10 m længde og 90 cm bredde (se tegning).



Forsøgsbehandling:

Undersøgelsen gennemføres med 2 forskellige underlag (Asfalt og betonelementer med indstøbt gummioverflade). Figur 1-3 viser testgangen med Perstrup betonelementer pålagt C:\Documents and Settings\René Poulsen\Lokale indstillinger\Temporary Internet Files\Content.Outlook\YCJXPXIX\Slutrapport vedr staldgulv med elastisktrædeflade Christian Krohn.doc

gummibelægning. Inden gangtesten gennemførtes blev begge overflader fugtet med en blanding af gødning og urin.

Alle køer drives over hvert af de 2 underlag 6 gange for at koen kan lære underlaget at kende og derefter 4 gange, hvor der optages billeder (dvs. 4 gentagelser pr. ko pr. underlag).

Registreringer:

Inden gangtesten fik køerne påmalet 7 markører på ydersiden af henholdsvis højre forben og højre bagben. Markørernes placering ses i tabel 2 og fig. 5 og 6.

Tabel 2. Markørernes placering på hhv. højre for- og bagben.

Forben	Bagben
Yderklov	Yderklov
Klovled	Klovled
Kodeled	Kodeled
Forknæ	Haseled
Albueled	Knæled
Skulderled	Hofterled
Skulderblad	Omdrejer

Køerne med de påmalede markører blev under gangtesten filmet enkeltvis fra siden med videokamera (50 billeder/sek.). Efterfølgende digitaliseredes videosekvenserne ved brug af Pinnacle Studio software (version 8, Pinnacle Systems, Inc., Mountain View, Californien). Dernæst blev 2-dimensionelle koordinater konstrueret (ved direkte lineær transformation) under anvendelse af APAS software (Ariel Dynamics Inc, Trabuco Canyon, Californien). Koordinaterne blev digitalt lavpas filtreret med et 4. ordens Butterworth filter med en afskæringsfrekvens på 8 Hz. Ud fra de filtrerede koordinater kunne gangparametrene beregnes (se Tabel 3).

Tabel 3. Beskrivelse af de målte gangparametre

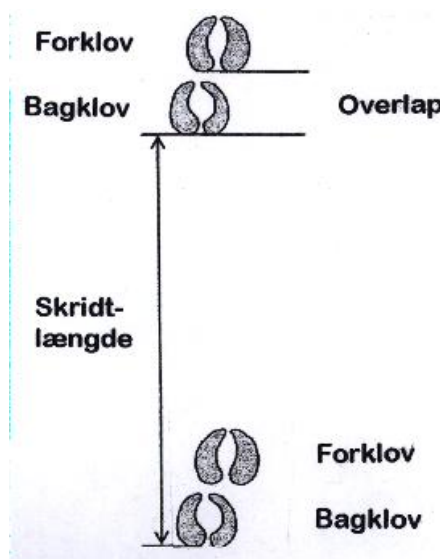
Ganghastighed	Stor ganghastighed er udtryk for en sikker og ubesværet gang
Skridtlængde	Stor skridtlængde er ligeledes udtryk for en sikker og ubesværet gang
Overlap	Stort overlap er udtryk for store, lange skridt med fremdrift.
Løft af klov	Tegn på sunde og bevægelige led
Udskridninger	Udskridninger viser at gulvoverfladen er glat.

3.3 Resultater

Gangtesten på henholdsvis asfalt og Perstrups gummibelægning viste følgende resultat (tabel 4).

Tabel 4. Resultater af gangtesten. Gennemsnit og spredning (S.E.) på de to gulvbelægninger.

	Asfalt (Gns ± S.E.)	Gummi (Perstrup) (Gns ± S.E.)	Signifikant forskel
Gang hastighed, m/sek.	1,59±0,05	1,53±0,03	NS
Skridtlængde, cm (højre forklov – højre forklov)	1,86±0,02	1,86±0,03	NS
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



Ganghastigheden adskilte sig ikke fra hinanden på de 2 underlag. Ganghastigheden på 1,5-1,6 m/sek. i nærværende forsøg var lidt højere sammenlignet med tilsvarende undersøgelser fra litteraturen, som har vist ganghastigheder på 1,0-1,2 m/sek. Spredningen på de gennemsnitlige værdier var af samme størrelsesorden, som fundet i litteraturen. Den højere ganghastighed i nærværende forsøg skyldes sandsynligvis, at køerne blev drevet frem og således ikke selv bestemte ganghastigheden. Der blev ikke registreret nogen udskridninger, og da en højere ganghastighed formentlig øger risikoen for udskridninger, må de 2 underlag formodes at være relativt skridsikre.

Skridtlængden var ikke forskellig på de 2 underlag og blev målt til 1,86 m, og spredningen var af samme størrelsesorden, som fundet i litteraturen. I de fleste undersøgelser varierer skridtlængden mellem 1,32-1,60 m, og er længere på sand og gummi end på betonspalter. Den længere skridtlængde i nærværende undersøgelse hænger sammen med den højere ganghastighed, desuden er det muligt at køerne i nærværende undersøgelse var større og dermed mere langbenede og i stand til at tage længere skridt end køerne i tilsvarende undersøgelser fra litteraturen (køernes størrelse anføres ikke i litteraturen).

Overlappet, dvs. hvor langt bagkloven træder over forkloven, var ikke forskelligt for de 2 underlag, og spredningen på de gennemsnitlige værdier var igen af samme størrelsesorden, som fundet i litteraturen. I litteraturen har man fundet overlap varierende fra -3,74 til 1,71 cm, med længst overlap på sand og gummi i forhold til betonspalter. Det lidt større overlap i nærværende undersøgelse hænger igen sammen med den lidt højere ganghastighed, og er desuden et udtryk for langstrakte bevægelser på et skridsikkert underlag.

Køerne løfterne klovene lige højt på de 2 underlag. Sammenligninger med litteraturen er ikke mulig her, idet denne parameter, så vidt vides, ikke er undersøgt før hos køer.

Der blev ikke registreret nogen udskridning på de to underlag.

3.4 Konklusion

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 den relative høje ganghastighed 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.



Fig. 1. Testgang med Perstrup betonelementer pålagt gummi-belægning



Fig. 2. Testgang påført gødning og urin for gøre forholdene mest naturlige.



Fig. 3. Nærbillede af gummi-Belægningen.

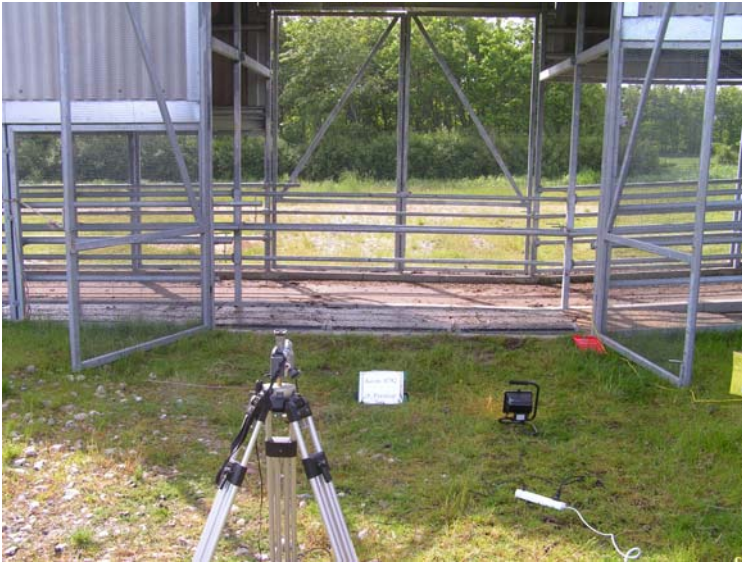


Fig. 4. Opstilling med video-Kamera.



Fig. 5. Markører påmalet koens led og klove.



Fig. 6. Markører på koens bagben

4. Referencer

- Alkjær, T., Simonsen, E.B. & Dyhre-Poulsen, P., 2001. Comparison of inverse dynamics calculated by two- and three-dimensional models during walking. *Gait and Posture*, 13(2): 73-77.
- Anonym, 2005. Tværfaglig rapport "Indretning af stalde til kvæg – Danske anbefalinger. 4. udgave 2005". Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, pp 138
- Benz, B., 2003. Weiche Laufflächen für Milchvieh bringen den notwendigen Kuhkomfort. *Nutztierpraxis aktuell*, Ausgabe 4, märz, 4-9 pp.
- Bergsten, C., 1994. Haemorrhages of sole horn of dairy cows as a retrospective indicator of laminitis: an epidemiological study. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 35: 55-66
- Telezhenko, E. & Bergsten, C., 2005a. Influence of floor type and lameness on locomotion in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* (in press)
- Telezhenko, E. & Bergsten, C., 2005b. Using rubber mats in a loose housing system for improvement of cow locomotion. *EAAP-cairo 2005*. 4 pp.
- Capion, N., 2004. Klovsydomme. Løsdriftsforeningens Efterårsmøde, 9-11-2004.
- Fregonesi, J.A., Tucker, C.B., Weary, D.M. Flower, F.C. & Vittie, T., 2004. Effect of rubber flooring in front of feed bunk on the time budgets of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 87: 1203-1207.
- Freudental, A.J., 2004. Gummigulve på køernes gangarealer. *FarmTest – Kvæg nr. 29*. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret for Byggeri og Teknik, 59 pp.
- Gjestang, K.E. & Løken, K.A., 1980. Friksjonsforhold på båsølv av betong og gummi. *Stensiltrykk, Inst. For Bygningsteknik, Norges Landbrukshøgskole, nr.161*, 15 pp.
- Herlin, A.H. and Drevemo, S., 1997. Investigating locomotion of dairy cows by use of high speed cinematography. *Equine vet. J. Suppl.* 23: 106-109.
- Hodson, E., Clayton, H.M. and Lanovaz, J.L., 2001. The hindlimb in walking horses: 1. Kinematics and ground reaction forces. *Equine vet J.*, 33: 38-43.
- Jungbluth, T., Benz, B. & Wandel, H., 2003. Soft walking areas in loose housing systems for dairy cows. *Fifth International dairy Housing Proceedings of the 29-31 January 2003. Conference (Fort Worth Texas, USA)*, 171-177 pp.

Leonard, F.C., O'Connell, J. & O'Farrell, K., 1994. Effect of different housing conditions on behaviour and foot lesions in Friesian heifers. *Vet. Rec.* 134: 490-494.

Phillips, C.J.C. and Morris, I.D., 2000. The locomotion of dairy cows on floor surfaces with different friction properties. *J. dairy Sci.*, 84: 623-628.

Vokey, F.J., Guard, C.L., Erb, N.N. and Galton, D.M., 2001. Effects of alley and stall surfaces on indices of claw and leg health in dairy cattle housed in a free-stall barn. *J. dairy sci.*, 84: 2686-2699.

Webb, N.G. and Nilsson, C., 1983. Flooring and injury – an overview. In: *Farm Animal Housing* (eds. Baxter et al.). 226-259.