

FarmTest

Pilotprojekt

UNDERSØGELSE AF KØRSEL PÅ KVÆGSPALTER



Pilotprojekt

Undersøgelse af kørsel på kvægspalter

JANUAR 2018

Er udgivet af

SEGES P/S

Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

T +45 8750 5000

F +45 8740 5010

W seges.dk

Forfatter

Anja Juul Freudendal, LMO, Lars Rom Jensen, Viborg Ingeniørerne

Review

Kenneth Poulsen, SEGES

Layout, grafik og produktion

Mona Olin Hvidberg, Christian E. Christensen, SEGES Kvæg

Fotos

Anja Juul Freudendal, LMO, Lars Rom Jensen, Viborg Ingeniørerne

Tryk

PrimaPrint

Oplag

50 stk.

ISSN: 1601-6785

T 8740 5000 | farmtest@seges.dk | farmtest.dk



INDHOLD

1. Sammendrag og konklusion	4
2. Indledning og formål	6
3. FarmTestens gennemførelse	7
4. Resultater og diskussion	10
5. Bilag	15

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSION

Spaltegulve i kvægstalde er ikke motorveje. Teknisk set er spaltegulve ikke egnet til at køre på, men beregnet til dyr og dimensioneret derefter. For spalter i kvægstalde vil den maksimale belastning på spalterne svare til en fladelast på 4,0 kN/m² (400 kg/m²).

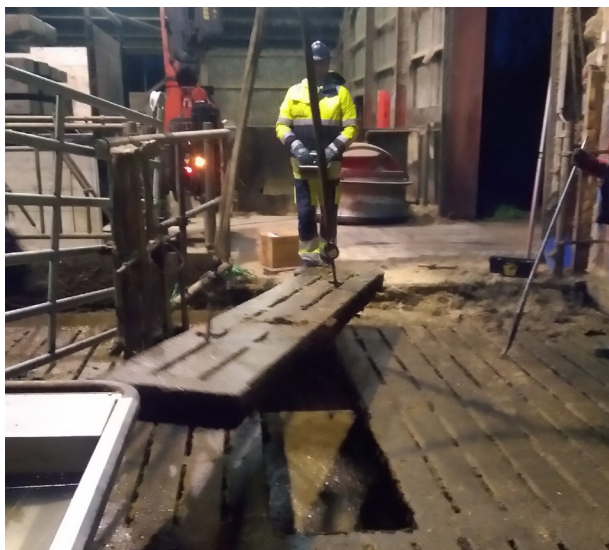
Der køres dog fortsat på spalterne i rigtig mange stalde, hvor spalterne ikke er dimensioneret til dette. Der køres med et utal af forskellige typer køretøjer.

For at undersøge, hvorvidt kørsel på almindeligt dimensionerede spalter påvirker spalterne negativt, og hvorledes det vil påvirke spaltebjælkens levetid, er der optaget i alt otte spaltebjælker i tre forskellige stalde med forskelligt køremønster og belastning på spalterne. Spalterne blev forsigtigt optaget i staldene og skiftet med nye elementer. Spalterne blev taget med retur til spaltefirmaerne for at blive undersøgt.

>> Spalterne blev undersøgt visuelt for nedbøjning med en 2,0 m retholt både i stalden og på fabrikkerne. På fabrikkerne blev de otte elementer yderligere undersøgt for:

- Visuel registrering af revner, afskalninger og øvrige skader
- Belastningsforsøg
- Registrering af carbonatiseringsdybder
- Bestemmelser af chloridindhold i beton

Den visuelle bedømmelse viser, at spaltens nedbøjning var meget begrænset. Der var dog tendens til en større nedbøjning ved de belastede elementer. De nærmere undersøgelser på spaltefabrikkerne viste, at de belastede spalter havde flere og større revner på undersiden end de ubelastede elementer. (se også tabel 1.1) Revnevidderne er målt uden at spalten blev belastet. Det forventes derfor, at revnevidderne er noget større, når spalten udsættes for last, f.eks. ved køer, minilæsser, mv.



Billede 1.1 Spalter optages i stald



Billede 1.2 Visuel bedømmelse og kontrol af nedbøjning

TABEL 1.1 REVNER PÅ DE OTTE SPALTEELEMENTER (K=KØRSEL; U=UDEN KØRSEL)

Element	Afstand fra vederlag til første revne (mm)	Typisk afstand mellem revner (mm)	Antal synlige revner i længden	Revnevidder (mm)	Belastning kørsel, kg**
A1 (U)	Revne i yderste bjælke mod stald	200 – 300	2	0,10	-
A2 (K)	Ca. 1.300	180 – 280	4	0,15 – 0,20	1.080
A3 (U)	Ingen tværrevner	-	-	-	-
A4 (K)*	Enkelt tværrevne i ribbe	Kun en tværrevne	1	0,10 – 0,15	1.080
B1 (K)	560	130 – 200	8	0,15 – 0,40	2.300
B2 (U)	Ingen tværrevner	-	-	-	-
C1 (K)	Ingen tværrevner	-	-	-	2.700
C2 (U)	Ingen tværrevner	-	-	-	-

*Det blev registreret, at element A4 var revnet i forbindelse med optagning/transport. Det betød at elementet udgik af yderligere undersøgelser.

**Totalvægt af køretøj inkl. last. Køretøj A har tre hjul og køretøj B og C har fire hjul.

Revnerne var endnu ikke nået helt til spaltens armering, men forsøg med indikatorvæske viste, at betonens evne til at beskytte armeringen var skadet, hvilket betyder, at såfremt revnernes dybde øges og vil nå armeringen vil nedbrydning begynde.

De undersøgte elementer havde på undersøgelsestidspunktet en tilfredsstillende bæreevne. Ved normal anvendelse (husdyr alene) forventes elementerne at have en levetid på mindst 50 år.

Revner i betonen, som følge af kørsel på elementerne, svækker elementerne og reducerer deres levetid, såfremt (når) revnerne når armeringen. På nuværende grundlag er det svært at angive, hvad svækkelsen betyder for elementernes levetid, da udviklingen af skadesbilledet er meget afhængigt af køretøj og køremønster.

Generelt er der flest revner på de belastede spalter. Og revnerne er flest på spalter, hvor køremønster har været mindst i fokus og maskinen tung. Spalteelementerne, der har været udsat for tung last, accelerationer, vip med skovlen, opbremsninger og vrid, har flere og større revner end spalteelementerne, der har været udsat for kørsel med et lettere køretøj med lav hastighed.

Der vil forventes lavere levetid på de mest revnede spalter. Der er i denne undersøgelse undersøgt otte elementer. Der bør udføres yderligere undersøgelser for at fastlægge reduktionen yderligere.

>> Anbefalinger:

Resultaterne i denne undersøgelse peger på, at kørsel på spalter, der er almindeligt dimensionerede, skal ske med omtanke. Nedenstående anbefalinger bør følges for at forlænge levetiden på spalterne:

1. Vælg et lille/let køretøj
2. Vælg store og bløde hjul (belastning fordeles over flere bjælker)
3. Kør forsigtigt, det vil sige LAV hastighed, UNDGÅ hårde opbremsninger og hårde accelerationer
4. Fordel vægten – lad være at fylde skovlen med for meget!
5. Kør fornuftigt – drej IKKE for skarpt og slet ikke med fyldt skovl

2. INDLEDNING OG FORMÅL

Spaltegulvets primære formål er at sikre en gødningsgenemtrængning og derved holde gangarealer og køer rene. Der er dog i stigende grad et ønske om at benytte spalterne til andet end spaltens oprindelige formål. Et af ønskerne er, at der kan køres på spalterne.

Teknisk set er spaltegulvet ikke egnet til at køre på, men beregnet til dyr og dimensioneret derefter. For spalter i kvægstalde vil den maksimale belastning på spalterne svare til en fladelast på 4,0 kN/m² (400 kg/m²).

Der køres dog fortsat på spalterne i rigtig mange stalde, hvor spalterne ikke er dimensioneret til dette. Der køres med et utal af forskellige typer køretøjer. De er alle udformet forskelligt i forhold til forskellig hjultype, akselafstand, knæk/vridstyring, mv. Og endvidere vil fart, acceleration og opbremsning påvirke spalterne forskelligt. Typen af maskine og køremønstret vil i mange tilfælde have større betydning for spaltens bæreevne end akseltrykket. Grundet spalteåbningerne er der ved de enkelte bjælker ikke mulighed for at fordele lasten på

tværs af bæreretningen, hvorved bæreevnen kan være mindre end man forventer. Endvidere er spaltebjælkerne sjældent fikseret vandret. Det betyder, at optagelsen af vandrette kræfter, som følge af en hård opbremsning, vanskeliggøres.

Der er derfor et behov for at undersøge, hvorvidt kørsel på almindeligt dimensionerede spalter påvirker spalterne negativt, og hvorledes det vil påvirke spaltebjælkens levetid.

I forbindelse med undersøgelsen har tre landmænd lagt stald, tid og spalter til rådighed. Spaltefirmaerne IBF Sunds Agro og Thisted Fjerritslev Cementvarefabrik A/S har deltaget med både i udførelsen i stalden, levering af nye elementer og den praktiske gennemførelse på fabrikkerne. Entreprenørfirmaet Kristian Hansen ApS og Himmerlands Vikarservice har deltaget i optagning af spalter og efterfølgende rilleskæring.

Uden denne velvilje fra de deltagende ville projektet ikke kunne være udført. TAK!

3. FARMTESTENS GENNEMFØRELSE

Der udvælges i alt otte spaltegulvsbjælker, som har ligget i staldene fra fire til ti år. Af de otte bjælker skal fire have været udsat for kørsel og fire må ikke have været kørt på. Udvalgelserne fordeles ligeligt mellem leverandørerne "IBF Sund Agro" (Sunds) og "Thisted Fjerritslev betonvarefabrik" (TCT). Spaltegulvsbjælkerne skal være dimensioneret efter almindelig belastning i kostalde, dvs. fladelast på 4,0 kN/m² (400 kg/m²).

Der er udvalgt tre besætninger, hvor spaltebjælkerne er skiftet. Den første udvalgte besætning har både Sunds og TCT spalter, hvorfor der i den besætning blev udvalgt i alt fire spaltebjælker. I de to øvrige besætninger er udvalgt to bjælker i hver stald – en henholdsvis belastet og en ikke belastet.

Besætningerne blev besøgt inden udførelse af forsøget for at sikre, at forsøget var praktisk muligt at gennemføre samt for at afklare kørselsmønstre på spalterne.

De tre besætninger er beskrevet i det følgende, hvor også køremønstre og maskine er beskrevet.



Billede 1.3 Spalteelement løsnes forsigtigt



Billede 1.4 Nyt element er nedlagt

Udskiftning af spaltebjælkerne skete ved hjælp af erfarne entreprenører og kranfolk. Spalten, der ønskedes undersøgt, blev forsigtigt løftet op og en ny frisk spalte blev nedlagt til erstatning. Spalterne blev rengjort og kørt til spaltefabrikken for nærmere undersøgelse.

Forinden optagelse af spalten blev nedbøjning vurderet ved hjælp af retskinne samt visuel vurdering.

>> Besætning A:

Stalden er indrettet med sengebåse med madrasser, der strøs med halm. Der er monteret spalter fra TCT på ædepladsen og spalter fra Sunds i gangarealerne.

- Spalterne er monteret i 2007 og efterfølgende rilleskåret en gang
- Der er robotskraber i stalden, men tidligere var der line-spil. Der er ingen kemisk rensning af spalterne.
- Der køres på spalterne med en KL-Truck. Kun enkelte gange er der kørsel på spalterne med minilæsser.
- Info om maskine:
 - Totalvægt på maskine inkl. strøelse er 1.080 kg.
 - Spændvidde på maskine er 1,0 m.
 - Maskinen er i alt 1,35 m bred og 1,60 m lang.
 - Der er to hjul forrest og et hjul bagerst.
 - Der er tale om massive hjul.
- Kørselsmønster:
 - Der køres halm ind to gange ugentlig.
 - Der køres langsomt på spalterne.
 - Der køres ind på spalterne og ved hver femte sengebås tages et stort sving ind til sengebås (front ind mod sengebåse) og halmen fordeles ud.
 - Påslag på truck rækker til ca. halvdelen af sengebåserne. Derefter køres hen til foderbordet, hvor der fyldes nyt halm i.
- I forbindelse med byggeriet er der kørt med en sakselift.
- Der er ingen synlige skader på spalten som den ligger i stalden.



Billede 1.5 Maskine til kørsel i besætning A

>> Besætning B:

Stalden er indrettet med sengebåse med sand (oprindeligt madrasser frem til forår 2017).

Der er monteret spalter fra TCT i gangarealerne.

- Spalterne er monteret i 2007 og efterfølgende rilleskåret en gang
- Spalter skrubes med minilæsser to gange dagligt. Der var tidligere linespil i stalden.
- Der er ingen kemisk rensning af spalterne.
- Der køres på spalterne med en knækstyret minilæsser.
- Info om maskine:
 - Totalvægt på maskine 1.580 kg.
Hertil kommer vægt på mand, skovl og sand.
Skovlen kan rumme 0,4 m³ sand, svarende til ca. 600 kg.
 - Spændvidde på maskine er en meter.
 - Der er to hjul forrest og to hjul bagerst. Hjulstørrelse er 20 cm brede og 60 cm høje, gummihjul.

- Kørselsmønster:
 - Der skrubes på spalterne to gange dagligt og der køres med høj hastighed, da skrabning skal være overstået inden køerne kommer retur fra malkning. Der accelereres og laves hurtige stop.
 - Der køres ind med sand hver fjortende dag.
 - Der køres ind på spalterne med knækstyret minilæsser med fyldt skovl. En skovl svarer til ca. tre til fire sengebåse. Der køres lige ind og knækkes ud til skovlen er over sengebåsen, herefter tippes sand af, hvor skovlen vipper i små ryk. I rækken mellem sengebåsene knækkes der ekstra meget, da der ikke er plads til et stort sving.
 - Når skovlen er tømt køres der ud af stalden for at hente en ny skovlfuld.
 - I forbindelse med sandkørsel giver spalten sig en smule.
- Da ejendommen er tilkøbt, er der ingen viden om kørsel på spalterne i forbindelse med byggeriet. Der er dog for nyligt skiftet belysning i stalden, men usikkert, hvad der er kørt med.
- Der er ingen synlige skader på spalten, som den ligger i stalden.

Billede 1.6

Maskine til kørsel i besætning B



>> Besætning C:

Stalden er indrettet med sengebåse med sand.
Der er monteret spalter fra Sunds i gangarealerne.

- Spalterne er monteret i 2013.
- Spalter skrubes med robotskraber. Der er ingen kemisk rensning af spalterne.
- Der køres på spalterne med en vridstyret minilæsser.
- Info om maskine:
 - Totalvægt på maskine 2.300 kg. Hertil kommer vægt på mand og sand. Skovlen kan rumme ca. 400 kg sand.
 - Spændvidde på maskine er en meter og længdemål på maskine ca. halvanden meter.
 - Der er to hjul forrest og to hjul bagerst. Hjulstørrelse er 25 cm brede og 70 cm høje, gummihjul.

- Kørselsmønster:
 - Der køres ind med sand hver femogtyvende dag
 - Der køres ind på spalterne med minilæsser med fyldt skovl. En skovl svarer til ca. to sengebåse. Der køres lige ind og vrides herefter rundt til skovlen er over sengebåsen, herefter tippes sand af.
Af og til er det nødvendigt med små ryk/vip i skovlen. Der køres helt tæt på bagkanten.
 - Når skovlen er tømt køres der ud af stalden for at hente en ny skovlfuld.
 - Der køres meget roligt på spalterne.
Ingen accelerationer.
- I forbindelse med byggeriet er der kørt på spalterne.
- Der er ingen synlige skader på spalten som den ligger i stalden.

Billede 1.7
Maskine til kørsel i besætning C



4. RESULTATER OG DISKUSSION

TABEL 4.1 OVERSIGT OVER ELEMENTERNE (K=KØRSEL, U=UDEN KØRSEL)

Mærkning	Længde (m)	Tykkelse (mm)	Længde/tykkelse	Bredde (mm)	Rilleskåret	Årstal
A1 (U)	3,6	170	21,1	550/3 bjælker	Ja	2007
A2 (K)	3,6	170	21,1	550/3 bjælker	Ja	2007
A3 (U)	2,6	160	16,2	360/2 bjælker	Ja	2007
A4 (K)	3,0	160	18,8	360/2 bjælker	Ja	2007
B1 (K)	2,6	140	18,5	450/3 bjælker	Ja	2007
B2 (U)	2,6	140	18,5	450/3 bjælker	Ja	2007
C1 (U)	1,8	160	11,3	1.050/6 bjælker	Nej	2013
C2 (K)	1,8	160	11,3	1.050/6 bjælker	Nej	2013

Der er i alt optaget otte elementer fra tre forskellige bedrifter. Elementerne er navngivet A til C alt efter, hvilken bedrift de kommer fra. Ovenstående tabel viser sammenhængen for de variable størrelser.

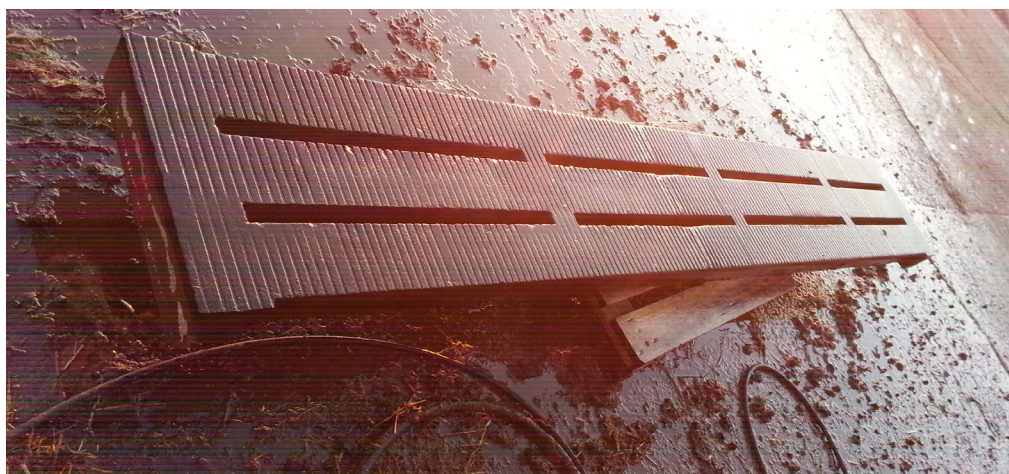
Inden optagningen blev spaltegulvene visuelt bedømt og nedbøjningen kontrolleret med en 2,0 m retholt. Resultatet af rethedsmålingen varierede mellem nul og to millimeter nedbøjning, størst på element A2 (2 mm), men generelt var deformationerne indenfor kravet om rethed af elementerne. Den visuelle kontrol af elementerne ved optagning udviste ikke tegn på skade eller overbelastning.

Inden undersøgelserne af elementernes tilstand hos leverandøren, blev der foretaget en granskning af elementernes

materialesammensætning og øvrige tilgængelige kvalitetssikrings dokumentation fra fremstillingen.

Materialesammensætningen varierer lidt mellem de to leverandører, men for begges vedkommende er der tale om meget tætte betoner, idet betonens vand/cementtal (forholdet mellem vand og bindemiddel) er lavt med en værdi mellem 0,37 og 0,42. For beton med et vand/cementtal mindre end 0,41 medgår alt vandet i betonen til den kemiske omsætning af cementen, og man får en beton, der er tæt og uden porrer, hvor der kan trænge urenheder ind. Dette forhold har stor betydning for betonens forventede levetid og risikoen for nedbrydning. Ved at belaste spalten unødigt vil risikoen for revner og indtrængning af urenheder øges.

Billede 1.8
Element efter
optagning og rengøring



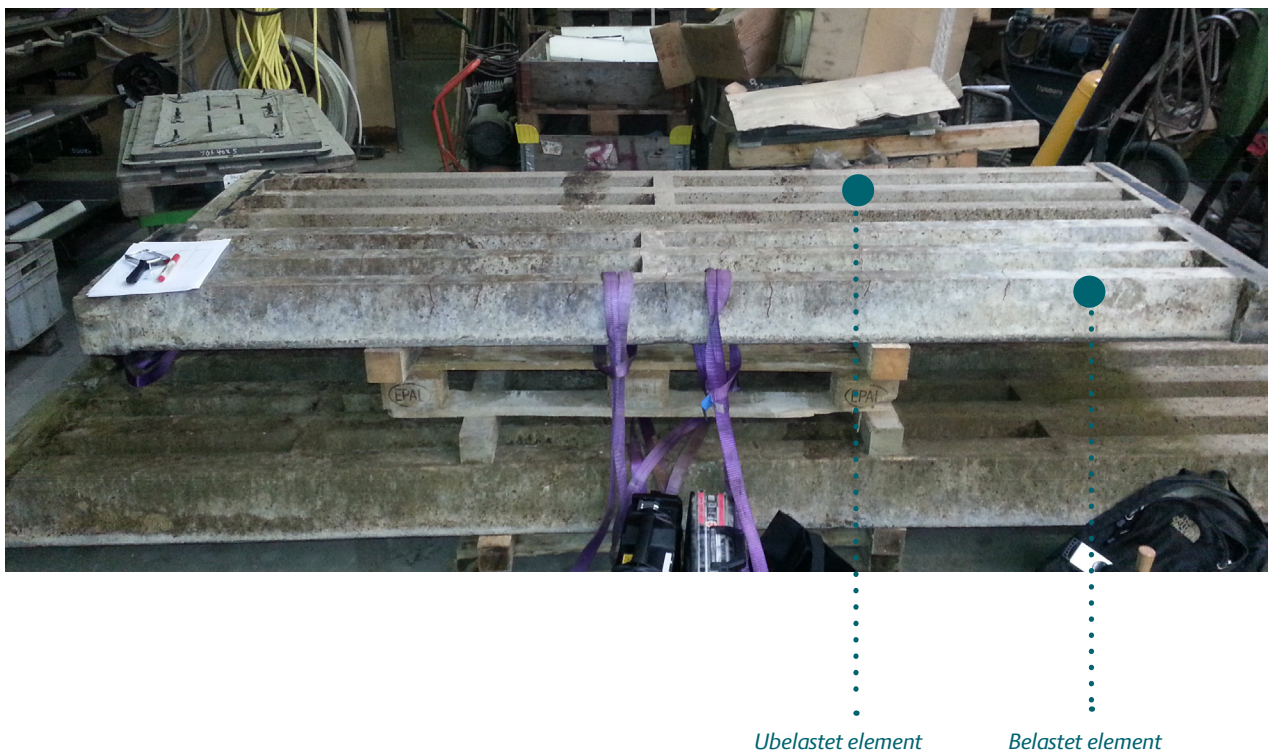
>> Efter granskningen blev der gennemført følgende undersøgelser af elementerne:

- A. Visuel registrering af revner (primært ved vederlag og ved feldtmitte), afskalninger og øvrige skader.
- B. Belastningsforsøg på intakte elementer (kraft/deformation for anvendelseslast og for brudlast).
- C. Registrering af carbonatiseringsdybder med indikatorvæske for bestemmelse af carbonatiseringsfrontens beliggenhed, og eventuel indtrængning ved revner, visuel bedømmelse af armeringens og betonens tilstand.
- D. Bestemmelse af chloridindhold i betonen.
- E. Visuel inspektion af betonen for tegn på Alkali-kisel reaktioner og Nitratangreb.

>> A: Visuel undersøgelse:

De rengjorte elementer var placeret med undersiden opad, og undersiderne blev gennemset med et forstørrelsesglas. Synlige revner blev opmærket og revnevidder og revneafstande blev opmålt.

Billede 1.9 Element B1 (forrest) og B2 med revneopmærkning (bagerst)



TABEL 1.1 REVNER PÅ DE OTTE SPALTEELEMENTER (K=KØRSEL; U=UDEN KØRSEL)

Element	Afstand fra vederlag til første revne (mm)	Typisk afstand mellem revner (mm)	Antal synlige revner i længden	Revnevidder (mm)	Belastning kørsel, kg**
A1 (U)	Revne i yderste bjælke mod stald	200 – 300	2	0,10	-
A2 (K)	Ca. 1.300	180 – 280	4	0,15 – 0,20	1.080
A3 (U)	Ingen tværrevner	-	-	-	-
A4 (K)*	Enkelt tværrevne i ribbe	Kun en tværrevne	1	0,10 – 0,15	1.080
B1 (K)	560	130 – 200	8	0,15 – 0,40	2.300
B2 (U)	Ingen tværrevner	-	-	-	-
C1 (K)	Ingen tværrevner	-	-	-	2.700
C2 (U)	Ingen tværrevner	-	-	-	-

*Det blev registreret, at element A4 var revnet i forbindelse med optagning/transport. Det betød at elementet udgik af yderligere undersøgelser.

**Totalvægt af køretøj inkl. last. Køretøj A har tre hjul og køretøj B og C har fire hjul

Det bemærkes at revnevidderne er målt på elementer, der ved opmålingen IKKE er udsat for tryk. Det vil derfor forventes at revnevidderne vil være noget større, når elementerne er belastet med vægt fra dyr, køretøj mv.

Generelt er der flest revner på de belastede spalter. Og revnerne er flest på spalter, hvor køremønster har været mindst

i fokus og maskinen tung. Spalteelementerne, der har været udsat for tung last, accelerationer, vip med skovlen, opbremsninger og vrid har flere og større revner end spalteelementerne, der har været udsat for mindre tung last, dog kørsel, men kørsel med lille køretøj og køretøj med lav hastighed.



Billede 1.10
Revner på element
(optegnet med tusch)

>> B: Belastningsforsøg:

Elementerne blev belastet efter forskrifterne fra Dansk Spalttegulvs Kontrol og kraft og nedbøjning blev målt.



Billede 1.11 Element i trykprøvebænk

TABEL 4.3 RESULTAT FRA BELASTNINGSFORSØG
(K=KØRSEL; U=UDEN KØRSEL)

Element	Karakteristisk last (kN) (2 kN x spalte længde)	Nedbøjning (mm målt)	Deklareret tilladelig nedbøjning (mm)
A1 (U)	7,2	2,3	9,0
A2 (K)	7,2	2,4	9,0
A3 (U)	5,2	0,6	6,5
A4 (K)	6,0	*	7,5
B1 (K)	5,2	1,2	6,5
B2 (U)	5,2	0,9	6,5
C1 (K)	4,0	0,5	4,5
C2 (U)	4,0	0,4	4,5

* Måleresultat ikke pålideligt på grund af revne i overside

Som det ses af tabel 4.3 overholdt elementerne de oprindelige stillede nedbøjningskriterier.

>> C: Carbonatiseringsdybder:

Elementerne blev opskåret i undersiden over en længde på ca. halvanden meter ved feltmidten, således armeringen blev blotlagt. Der blev udført en visuel kontrol af armeringens tilstand, der i alle tilfælde viste intakte armeringsstænger uden tegn på korrosion eller grubetæring.

Indikatorvæske, Phenolphthalein, blev påført. Indikatorvæsken har den egenskab, at den skifter farve når pH værdien af det materiale den påføres er over 9,0. Denne værdi tilsvarende pH værdi, der er nødvendig for at opretholde den passivfilm af ferrooxider, der er på armeringens overflade, og som beskytter armeringen mod korrosion. Generelt var carbonatiseringen af elementerne yderst begrænset, fronten var en til tre millimeter inde i betonen.



Billede 1.12 Element med påført indikatorvæske

Hvor betonen var revnet som følge af belastningen, var billedet helt anderledes. Betonen var brunfarvet 10 til 20 mm i dybde og viste ikke farveskift ved påføring af indikatorvæsken, hvilket som nævnt betyder, at betonen i disse revner ikke kan holde armeringens passivfilm intakt, såfremt revnerne når ind til armeringen.

>> D: Chloridindholdet i betonen

Til bestemmelse af betonens chloridindhold blev der anvendt et Rapid Chlorid Testudstyr fra Germann Instruments. Med udstyret kan man måle betonens indhold af syreopløselig chlorider i procent af betonens masse ved at opløse boremel fra betonen i en syreopløsning, måle den elektriske ledning i opløsningen, og sammenligne den med den elektriske ledning i referenceopløsninger med kendt chloridindhold. Med andre ord måle om der er risiko for fremmede stoffer ved armeringen.

Boremelsprøven blev udtaget henholdsvis 10 mm, 20 mm og 30 mm under overfladen målt fra de frie kanter i undersiden af ribberne/bjælkerne. Referenceopløsningerne bestod af opløsninger med henholdsvis 0,005 pct., 0,02 pct., 0,05 pct. og 0,5pct. NaCl. Det kritiske chloridindhold er af størrelsen 0,1pct. af beton vægten.

Resultatet viste, at alle boremelsprøverne var langt under den kritiske grænse. Der er altså ikke noget, der tyder på en øget risiko for fremmede stoffer ved armeringen. Uddybning af resultaterne ses i bilag 1.

>> E: Alkali-kisel og nitratangreb:

Der blev udført en visuel kontrol af betonen for at lokalisere tegn på alkali-kisel reaktioner og Nitratangreb på betonen, men ingen skader blev lokaliseret.

>> Øvrige bemærkninger:

Elementerne B1 havde været udsat for en del mekanisk slid fra et udmugningsanlæg, ligesom elementet havde været rilleskåret. Dette reducerede tværsnitshøjden lokalt på elementer fra 140 til 130 mm ved elementmidte.

De undersøgte gulvspalter havde stor forskel i elementernes slankhedsforhold (spændvidde divideret med højde), jf. tabel 4.1. Dette forhold influerer på elementernes forventede revnemønster. De slankeste elementer forventes at få større revner end mindre slanke elementer, såfremt de belastes ens.

>> anbefalinger:

Resultaterne i denne undersøgelse peger på, at kørsel på spalter, der er almindeligt dimensionerede skal ske med omtanke. Specielt har køremønsteret betydning for revnedannelse og størrelse på revner.

Nedenstående anbefalinger bør følges for at forlænge levetiden på spalterne, såfremt kørsel på spalterne ikke kan undgås:

1. Vælg et lille/let køretøj.
2. Vælg store og bløde hjul (belastning fordeles over flere bjælker).
3. Kør forsigtigt, det vil sige LAV hastighed, UNDGÅ hårde opbremsninger og hårde accelerationer.
4. Fordel vægten – lad være med at fylde skovlen for meget!
5. Kør fornuftigt – drej IKKE for skarpt og slet ikke med fyldt skovl.

5. BILAG

Der er undersøgt i alt otte beton gulvspalteelementer fra kvægbesætninger leveret af henholdsvis TCT Thisted og IBF Sunds. Elementerne er udtaget på tre lokaliteter og navngivet elementer mærket A til C. Elementerne har forskellige spændvidder, højder, antal ribber/bjælker og har en varierende alder. Endvidere har elementerne været udsat for forskellige belastningsforhold og fra hver leverandør er der udtaget to gange to elementer, således at det ene element har været udsat for kørende trafik med en mini-maskine, medens det andet element er udtaget langs en væg under vandingstrug eller for enden af en fodergang.

Nedenstående tabel viser sammenhængen for de variable størrelser. Inden optagningen blev spaltegulvene visuelt bedømt og nedbøjningen kontrolleret med en 2,0 m retholt. Resultatet af rethedsmålingen varierede mellem 0 og 2 mm nedbøjning, størst på element A2 (2 mm), men generelt var deformationerne indenfor kravet om rethed af elementerne. Den visuelle kontrol af elementerne ved optagning udviste ikke tegn på skade eller overbelastning.

Efter optagningen blev elementerne kørt til de respektive leverandører og rengjort, så en mere nøjagtig besigtigelse, suppleret med en række målinger, kunne gennemføres. Element A4 blev ikke udskiftet samtidigt med de øvrige elementer i besætning A på grund af en opmålingsfejl. Elementet blev senere udskiftet af leverandøren.

Inden undersøgelserne af elementernes tilstand hos leverandøren, blev der foretaget en granskning af elementernes materialesammensætning og øvrig tilgængelig kvalitetssikringsdokumentation fra fremstillingen.



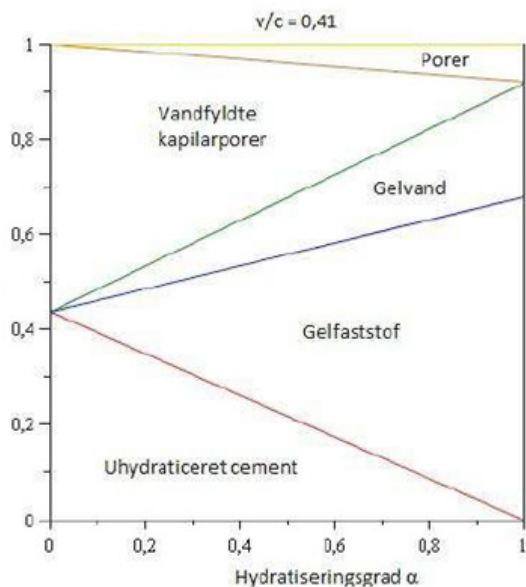
Billede 1 Element B1 efter optagning og foreløbig rengøring

Materialesammensætningen varierer lidt mellem de to leverandører, men for begge vedkommende er der tale om meget tætte betoner, idet betonens vand/cementtal (forholdet mellem vand og bindemiddel) er lavt med en værdi mellem 0,37-0,42. For beton med et vand/cementtal mindre end 0,41 medgår alt vandet i betonen til den kemiske omsætning af cementen, og man får en beton, der er tæt og uden porrer, hvor der kan trænge urenheder ind. Dette forhold har stor betydning for betonens forventede levetid og risikoen for nedbrydning.

TABEL 1 OVERSIGT

Mærkning	Længde (m)	Tykkelse (mm)	Længde/tykkelse	Bredde (mm)	Rilleskåret	Årstal
A1 (U)	3,6	170	21,1	550/3 bjælker	Ja	2007
A2 (K)	3,6	170	21,1	550/3 bjælker	Ja	2007
A3 (U)	2,6	160	16,2	360/2 bjælker	Ja	2007
A4 (K)	3,0	160	18,8	360/2 bjælker	Ja	2007
B1 (K)	2,6	140	18,5	450/3 bjælker	Ja	2007
B2 (U)	2,6	140	18,5	450/3 bjælker	Ja	2007
C1 (U)	1,8	160	11,3	1.050/6 bjælker	Nej	2013
C2 (K)	1,8	160	11,3	1.050/6 bjælker	Nej	2013

FIGUR 1 Skematisk fremstilling af betons faser under hærdning



Efter granskningen blev der gennemført følgende undersøgelser af elementerne:

>> A: Visuel registrering af revner (primært ved vederlag og feldtmidte), afskalninger og øvrige skader.

Det blev registreret, at element A4 var revnet i oversiden i forbindelse med optagning eller transport til Fabrik. Dette vanskeliggjorde yderligere målinger på dette element.

De rengjorte elementer blev placeret med undersiden opad, og undersiderne blev gennemset med et forstørrelsesglas. Synlige revner blev opmærket og revnevidder og revneafstande blev opmålt.

Det bemærkes, at revnevidderne er målt på elementer, der ved opmåling IKKE er udsat for belastning. Det vil derfor forventes at revnevidderne vil være noget større, når elementerne er belastet med vægt fra dyr, køretøj mv.



Billede 2 Element B1 (forrest) og B2 med revneopmærkning

TABEL 1.1 REVNER PÅ DE OTTE SPALTEELEMENTER (K=KØRSEL; U=UDEN KØRSEL)

Element	Afstand fra vederlag til første revne (mm)	Typisk afstand mellem revner (mm)	Antal synlige revner i længden	Revnevidder (mm)
A1 (U)	Revne i yderste bjælke mod stald	200 – 300	2	0,10
A2 (K)	Ca. 1.300	180 – 280	4	0,15 – 0,20
A3 (U)	Ingen tværrevner	-	-	-
A4 (K)	Enkelt tværrevne i ribbe	Kun en tværrevne	1	0,10 – 0,15
B1 (K)	560	130 – 200	8	0,15 – 0,40
B2 (U)	Ingen tværrevner	-	-	-
C1 (K)	Ingen tværrevner	-	-	-
C2 (U)	Ingen tværrevner	-	-	-

>> B: Belastningsforsøg på intakte elementer (kraft/deformation for anvendelseslast og for brudlast).

Elementerne blev belastet efter forskrifterne fra Dansk Spaltegulvs Kontrol og kraft og nedbøjning blev målt.

Som det ses af tabel 3 overholdt elementerne de oprindelige stillede nedbøjningskriterier, dog var resultaterne af nedbøjningen for element A4 upålidelige på grund af revne i overside)



Billede 3 Element i trykprøvebænk

TABEL 3 (* MÅLERESULTAT IKKE PÅLIDELIGT PÅ GRUND AF REVNE I OVERSIDE)

Element	Karakteristisk last (kN) (2 kN x spalte længde)	Nedbøjning (mm målt)	Deklareret tilladelig nedbøjning (mm)	Regningsmæssig last (kN) (5 kN x spalte længde)	Nedbøjning
	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]
A1 (U)	7,2	2,3	9,0	18,0	8,6
A2 (K)	7,2	2,4	9,0	18,0	11,1
A3 (U)	5,2	0,6	6,5	13,0	5,0
A4 (K)	6,0	*	7,5	15,0	*
B1 (K)	5,2	1,2	6,5	13,0	4,2
B2 (U)	5,2	0,9	6,5	13,0	4,7
C1 (K)	4,0	0,5	4,5	10,0	1,2
C2 (U)	4,0	0,4	4,5	10,0	0,9

>> C: Registrering af carboniseringsdybder

Registrering af carboniseringsdybder med indikatorvæske for bestemmelse af carboniseringsfrontens beliggenhed, og eventuel indtrængning ved revner, visuel bedømmelse af armeringens og betonens tilstand.

Elementerne blev opskåret i undersiden over en længde på ca. 1,5 m ved feltmidten, således armeringen blev blotlagt. Der blev udført en visuel kontrol af armeringens tilstand, der i alle tilfælde viste intakte armeringsstænger uden tegn på korrosion eller grubetæring.

Indikatorvæske, Phenolphthalein, blev påført. Indikatorvæsken har den egenskab, at den skifter farve når pH værdien af det materiale den påføres, er over 9,0. Denne værdi tilsvarende den pH værdi, der er nødvendig for at opretholde den passivfilm af ferrooxider, der er på armeringens overflade, og som beskytter armeringen mod korrosion. Generelt var carboniseringen af elementerne yderst begrænset, fronten var 1 til 3 mm inde i betonen.



Billede 4 Element med intakt armering



Billede 5 Element med påført indikatorvæske



Billede 6 Intakt beton ved vederlag element C1



Billede 7 Intakt beton ved feltmidte C2

Der hvor betonen var revnet, som følge af belastningen, var billedet helt anderledes. Betonen var brunfarvet 10 til 20 mm i dybde og viste ikke farveskift ved påføring af indikatorvæsken, hvilket som nævnt betyder, at betonen i disse revner ikke kan holde armeringens passivfilm intakt, såfremt revnerne når ind til armeringen.

>> D: Bestemmelse af chloridindhold i betonen

Til bestemmelse af betonens chloridindhold blev der anvendt Rapid Chlorid Testudstyr fra Germann Instruments. Med udstyret kan man måle betonens indhold af syreopløselig chlorider i procent af betonens masse ved at opløse boremel fra betonen i en syreopløsning, måle den elektriske ledningsevne i opløsningen og sammenligne den med den elektriske ledning i reference-opløsninger med kendt chloridindhold. Med andre ord, måle om der er risiko for høje chloridion koncentrationer ved armeringen.

Boremelsprøven blev udtaget i henholdsvis 10 mm, 20 mm og 30 mm under overfladen og dybder målt fra de frie kanter i undersiden af ribberne/bjælkerne. Referenceopløsning

gerne bestod af opløsninger med henholdsvis 0,005 pct., 0,02 pct., 0,05 pct. og 0,5 pct. NaCl. Det kritiske chloridindhold er af størrelsen 0,1 pct. af beton vægten.

Resultaterne fremgår af nedenstående

Som det ses er chloridindholdet størst nærmest overfladerne, men for alle boremelprøverne var resultaterne godt under den kritiske grænse. Der er altså ikke noget, der tyder på en øget risiko for fremmede stoffer ved armeringen.

>> E: Visuel inspektion af betonen for tegn på Alkali-kisel reaktioner og Nitratangreb

Der blev udført en visuel kontrol af betonen for at lokalisere tegn på alkali-kisel reaktioner og Nitratangreb på betonen, men ingen skader blev lokaliseret,

>> Øvrige bemærkninger:

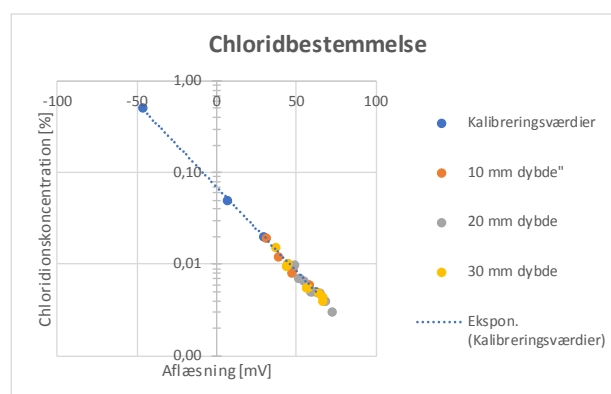
Elementerne B1 havde været udsat for en del mekanisk slid fra et udmugningsanlæg, ligesom elementet havde været rilleskåret. Dette reducerede tværsnitshøjden lokalt på elementer fra 140 til 130 mm ved elementmidte.



Billede 8 Misfarvet beton ved revne før indikatorvæske



Billede 9 Beton ved revne med indikatorvæske



FIGUR 2 Chloridbestemmelse af boremelprøver

SEGES P/S skaber løsninger til fremtidens landbrugs- og fødevareerhverv. Vi udvikler forretningsmuligheder og serviceydelser i tæt samarbejde med vores kunder, forskningsinstitutioner og virksomheder over hele verden.

SEGES P/S
Agro Food Park 15
DK 8200 Aarhus N

T +45 8740 5000
E info@seges.dk
W seges.dk

