

FarmTest

ROLLMAX BÆLTEUNDERVOGN TIL REDUKTION AF MARKTRYK



ROLLMAX BÆLTEUNDERVOGN TIL REDUKTION AF MARKTRYK



Titel

RollMax bælteundervogn til reduktion af marktryk

Forfatter

Maskinkonsulent – Karl Jørgen Nielsen, KJN Maskinrådgivning
Konsulent, miljøteknologi – Jørgen Pedersen, Teknologisk Institut

Review

Specialkonsulent, markteknik – Henning Sjørlev Lyngvig, SEGES

Forsidefoto

Karl Jørgen Nielsen, KJN Maskinrådgivning

Layout

Connie Vyrtez Pedersen, SEGES / Lene Kruse Kessler

Tryk

PrimaPrint

Udgave

1. udgave, december 2016

Oplag

25 stk.

Udgiver

SEGES
Agro Food Park 15, Skejby
8200 Aarhus N
Telefon 8740 5000 | Fax 8740 5010

E-mail farmtest@seg.es.dk
www.farmtest.dk

ISSN 1601-6777

INDHOLD

BAGGRUND OG FORMÅL	5
Baggrund	5
Afprøvning på gyllevogn	5
Formål	5
Systemer / maskiner undersøgt	6
Beskrivelse af FarmTestens gennemførelse	7
Køretøjets vægt og fordeling af vægt	8
RESULTATER	9
Målinger i stenrig jord 12. april 2016	9
Målinger i JB 3-4 under tørre forhold 2. maj 2016	9
Spordybdemålinger	11
Målinger i JB 5-6 på våd majsstubbemark 24. oktober 2016	11
Resultater fra RECARE demonstrationsdag 3. maj 2016	12
Brugererfaringer fra kørsel med bælteundervogn	13
ØKONOMI	14
OVERVEJELSER OG KONKLUSION	15
BILAG TIL FARMTESTEN	16
Bilag 1: Vejeskema	16
BILAG 2: DÆKSTØRRELSE OG DÆKTRYK	17
Traktor Fendt 933	17
Gyllevogn Samson PG 25 med trippelaksel	17
BILAG 3: FIGUR MED TRYKPÅVIRKNINGER I JORDEN	18

SAMMENDRAG

Effekten af at montere en bælteundervogn på en gyllevogn er undersøgt i denne FarmTest, og de orienterende undersøgelser viser, at det har en positiv effekt i forhold til at reducere marktrykket. Målinger af spordybde viser mindre nedsynkning med RollMax aktiveret.

Det har vist sig, at RollMax ikke giver brugsmæssige ulemper ud over at medvirke til en øget egenvægt på ca. 800 kg og mindre frihøjde.

Brugen af systemet har dog den konsekvens, at når der overføres vægt til bælteundervognen, overføres der samtidig op til ca. 1.500 kg til traktorens bagaksel via traktorens kugletræk, hvilket er en negativ konsekvens ved at køre med den.

De økonomiske konsekvenser ved investeringer i systemet er udregnet til ca. 2 kr. pr. ton ud fra de beskrevne forudsætninger.

BAGGRUND OG FORMÅL

BAGGRUND

Der er en stigende interesse i Danmark for at bevare jordens gode dyrkningsegenskaber og dermed også en interesse for at undgå/reducere de mekaniske påvirkninger fra tunge køretøjer. Udkørsel af husdyrgødning, især flydende, er en af de arbejdsopgaver, hvor der anvendes meget tunge køretøjer i marken. RollMax bælteundervogn er et nyt produkt til montering på bl.a. gyllevogne, og selvom det kun kører et enkelt sted i Danmark, samt tre steder i Tyskland, ønskes effekten af dette udstyr undersøgt via denne FarmTest.

RollMax bælteundervogn har også været monteret på en mejetærsker, hvor trykket på bælteerne hydraulisk øges i takt med at korntanken fyldes for at undgå øget akseltryk. I en anden udgave er den monteret på en entreprenørvogn. I denne FarmTest afprøves RollMax kun på en gyllevogn.

Tak til Rostgaard Maskinstation v/ Michael Jørgensen, Ole og Jørgen Rostgård Andersen ved Rødding, for gennemførelse af de praktiske afprøvninger ved kørsel i marken. Tak til traktorfører Magnus Hansen fra Rostgaard Maskinstation for kørsel med RollMax i marken og uddeling af erfaringer.

Tak til Michael Toftmann Schmidt, Toftmann Aps og Skodborg Dæk Service A/S v/ Felix Ratgen for at stille udstyr til rådighed og bidrage til afprøvningen.

AFPRØVNING PÅ GYLLEVOGN

Afprøvning med en Samson PG 25 gyllevogn med sortjordsnedfælder.

Der blev kørt nogle træk op i marken, hvor bælteerne var henholdsvis nede og oppe. Så vidt muligt blev det afprøvet i en stubmark før nedfældning, eller der blev harvet forud for kørsel med gyllevognen, for at kunne registrere en nedsynkning. Der blev kørt uden at nedfælderen var i jorden for efterfølgende at kunne måle spordybde.

Der blev målt spordybder og gennemført målinger med et penetrometer (udført af Jørgen Pedersen, Teknologisk Institut) i sporene efter gyllevognen og bælteundervognen.

Der blev målt med og uden aktivering af bælteundervognen.

For at sikre ensartede målinger i sporet blev der anvendt en træplade i samme bredde som dækkene, hvori der er boret huller, som penetrometrets spyd kan stikkes igennem. Derved sikres det, at der måles de samme steder hver gang, der måles i sporene.

FORMÅL

Det var forventet, at RollMax bælteundervognen ville have en positiv effekt i forhold til at reducere marktrykket i marken. Det blev undersøgt, hvor meget anvendelsen af bælteundervognen reducerer nedsynkningen i marken, når der køres med en 25 ton gyllevogn. Et mindre marktryk skulle gerne resultere i mindre sammenpakning af jorden i dybden, hvilket er undersøgt ved brug af et penetrometer.

Denne undersøgelse er understøttet af en demonstration på Foulum, afholdt af AU Foulum den 3. maj 2016 med fremvisning af metoder til reduktion af marktrykket. Demonstration var en del af det EU-finansierede RECARE projekt¹, hvor betydningen af at reducere marktrykket blev vist, samtidig med at man kunne se løsningsmuligheder. I denne forbindelse deltog RollMax systemet.

¹ Yderligere info kan findes på hjemmesiden www.recare-project.eu

FARMTESTENS METODE

SYSTEMER / MASKINER UNDERSØGT

RollMax er udviklet i et samarbejde mellem Skodborg Dæk Service A/S og ingeniørfirmaet Toftmann ApS. Systemet er patenteret (P140053DK og PA201400551) og gennemtestet af flere maskinstationer på både Brantner 20T entreprenørvogn, Annaburger 30T græsvogn, Samson PG25 gyllevogne og Claas Lexion 670 mejetærsker. Der kører i øjeblikket én gyllevogn i Danmark og tre i Tyskland med RollMax bælteundervogn. Undersøgelserne er gennemført med udstyret monteret på en Samson PG 25 ejet af Rostgaard Maskinstation. Det har været fastmonteret siden 2015 og anvendes hos de kunder, der efterspørger det og er villige til at betale en merpris i timen.

RollMax er en nyudviklet bælteundervogn, der sænkes ved markførsel for derved at reducere marktrykket og mindske risikoen for køreskader. Den er opbygget af fire bælter på hver 23 cm (Billede 1), som hver måler ca. 108 cm i længden af trædefladen. Højden på bælteundervognen er ca. 32 cm. Bæltesektionens egenvægt er ca. 800 kg inklusiv rammeopbygning. Sammenlagt giver det en effektiv trædeflade på ca. 1 m², som hydraulisk presses mod jorden med ca. 9.800 kg. Samtidig overføres lidt ekstra vægt over på traktoren, da RollMax løfter mellem 2. og 3. aksel på gyllevognen. Et manometer foran på gyllevognen fortæller hvor meget tryk, der overføres. Bælteundervognen kan anvendes ved kørehastigheder op til ca. 12 km/t, og er dermed velegnet til gyllevogne, men i mindre grad til frakørselsvogne, der ofte kører ved højere hastigheder.

Systemet er bygget op på en ramme og fæstnet i midtpunktet for bæltesektionen (Billede 2). Derved kan trykket overføres jævnt. Aktivering af RollMax sker ved, at traktorføreren sænker to hydraulikstempler for derved at overføre den maksimale vægt på ca. 10 ton.

Bælteundervognen har også været monteret på en Claas Lexion 670 mejetærsker i en anden opbygning med kun et enkelt bånd. I denne udgave indstilles den til at øge trykket, i takt med at mejetærskerens tank fyldes. Dermed holdes marktrykket på ca. samme niveau. Det har ikke været muligt at afprøve systemet på mejetærskerens, da den blev solgt uden RollMax lige før høsten 2016.



BILLEDE 2: Bælteundervognen består af fire bælter, hver med en bredde på 23 cm og en højde på 32 cm. To hydrauliske stempler presser konstruktionen ned mod jorden, og overfører dermed op imod 10 ton af belastningen på gyllevognens trippelaksel til bælteundervognen.



BILLEDE 1: RollMax bælteundervogn med fire bælter monteret på treakslet Samson PG 25 gyllevogn.



BILLEDE 3: Hulplade, der blev anvendt til at stikke penetrometerets spyd igennem for at sikre en ensartethed i prøvetagningen.

BESKRIVELSE AF FARMTESTENS GENNEMFØRELSE

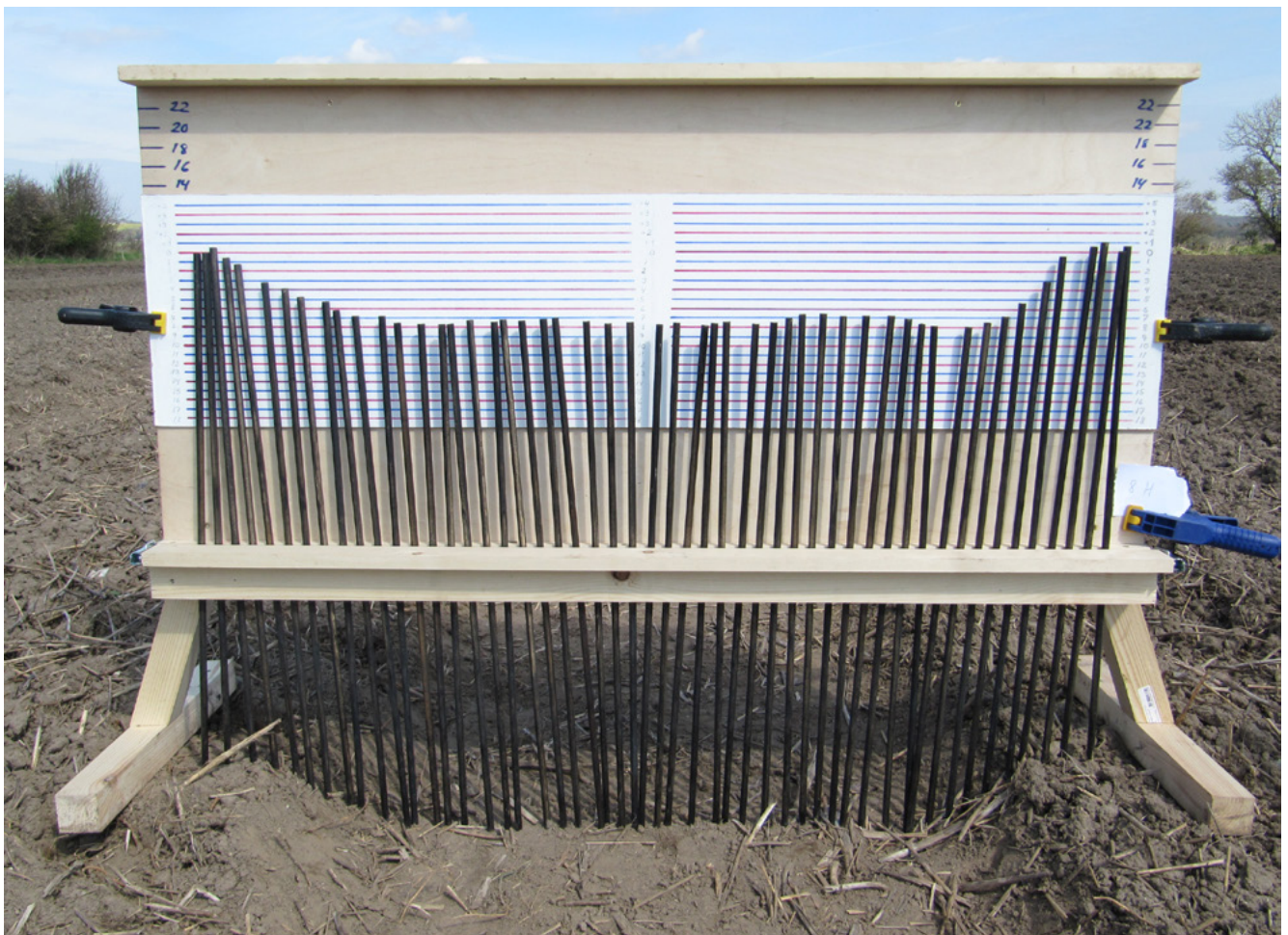
Bælteundervognen blev afprøvet på en Samson PG 25 gyllevogn med sortjordsnedfælder. Det har ikke været muligt at afprøve den på en frakørselsvogn, da den endnu ikke er udviklet til hastigheder over 12 km/t.

Der blev kørt flere træk i marken med bæltene skiftevis nede og oppe. Det er afprøvet i ubehandlet majsstubb og harvet majsstubb, både forår og efterår. Der er kørt, uden at nedfældereren er i jorden for efterfølgende at kunne måle spordybde.

Der blev målt spordybder og udført målinger med et penetrometer i sporene efter gyllevognen og bælteundervognen, og foretaget kontrolmålinger ved siden af sporene.

For at sikre ensartede målinger i sporet anvendes en plade i samme bredde som dækkene, hvori der er boret huller, som penetrometers spyd (Billede 3) kan føres igennem. Derved sikres, at målingerne foretages de samme steder, hver gang der måles i sporene.

Til bestemmelse af spordybde blev anvendt en tavle med målestokke, der løsnes, så de falder ned på jorden, hvorefter spordybden kan aflæses i cm. Metoden blev anvendt for at give et mere visuelt indtryk af spordybden, samt flere og mere præcise målinger.



BILLEDE 4: Spordybdemålinger blev udført med måletavle med 51 målestokke, der falder ned i sporet og angiver spordybde i forhold til niveauet udenfor sporene. Afstanden mellem en rød og en blå streg på tavlen er 1 cm.

TABEL 1: Vægtskema, der viser totalvægten og vægtfordeling, når RollMax er hævet og sænket.¹

Totalvægt på hele køretøjet	55.020 kg	
Egenvægt nedfælder	3.120 kg	
	RollMax sænket	RollMax hævet
Gyllevognens trippelaksel	36.800 kg	38.560 kg
Gyllevognens ene side af trippelaksel	22.700 kg	17.800 kg
Til RollMax overføres *	Ca. 4.900 kg pr. side = ca. 9.800 kg i alt	
Vægt på traktorens bagaksel (nedfælder op)	12.960 kg	10.830 kg
Vægt på traktorens bagaksel (nedfælder ned)	14.310 kg	12.770 kg

*Når RollMax sænkes, overføres ca. 1.200-1.500 kg ekstra vægt til traktorens bagaksel, når nedfælderen er sænket.

1 Der er en vis usikkerhed i forhold til om den registrerede ændring i trippel-akselasten kun gælder de vejede aksler på brovægten.

KØRETØJETS VÆGT OG FORDELING AF VÆGT

Gyllevogntrækket blev vejet på brovægt inden opstart for at kende vægtfordelingen på de forskellige aksler og for at undersøge, hvor meget vægt RollMax bælteundervognen overfører. Køretøjets totalvægt fuldstøst var ca. 55 ton med sortjordsnedfælder. Gyllevognen blev vejet med den ene hjulside på vægten og den anden udenfor, for derved

at se, hvor meget trippelakslen bliver afløstet, når bælteundervognen sænkes. Som det fremgår i Tabel 1 afløstet RollMax, trippelakserne med ca. 9.800 kg. Samtidig medfører det, at traktorens bagaksel belastes med yderligere 1.200 - 1.500 kg (når sortjordsnedfælderen er sænket), når RollMax'en presser op i vognen og overfører flere kg til traktorens kugletræk. Alle vejninger fremgår af Bilag 1.



BILLEDE 5: Køretøjet vejes på brovægt for at kende vægtfordelingen, og dermed hvor meget RollMax bælteundervognen kan afløstet gyllevognens trippelaksel.



BILLEDE 6: Spor med RollMax sænket til venstre og spor med RollMax hævet til højre

RESULTATER

MÅLINGER I STENRIG JORD 12. APRIL 2016

Forsøget blev gennemført på en ubehandlet majsstubb på en JB 2 med mange stenforekomster. De mange sten gjorde det umuligt at få repræsentative penetrometer målinger, da måleudstyret konstant stødte på sten. I stedet blev spordybder målt både på ubehandlet majsstubb og harvet majsstubb.

Som det fremgår af Billede 6, er der ikke dybe spor efter overkørsel med køretøjet med en totalvægt på ca. 55 ton, selvom afprøvningen blev gennemført under fugtige forhold.

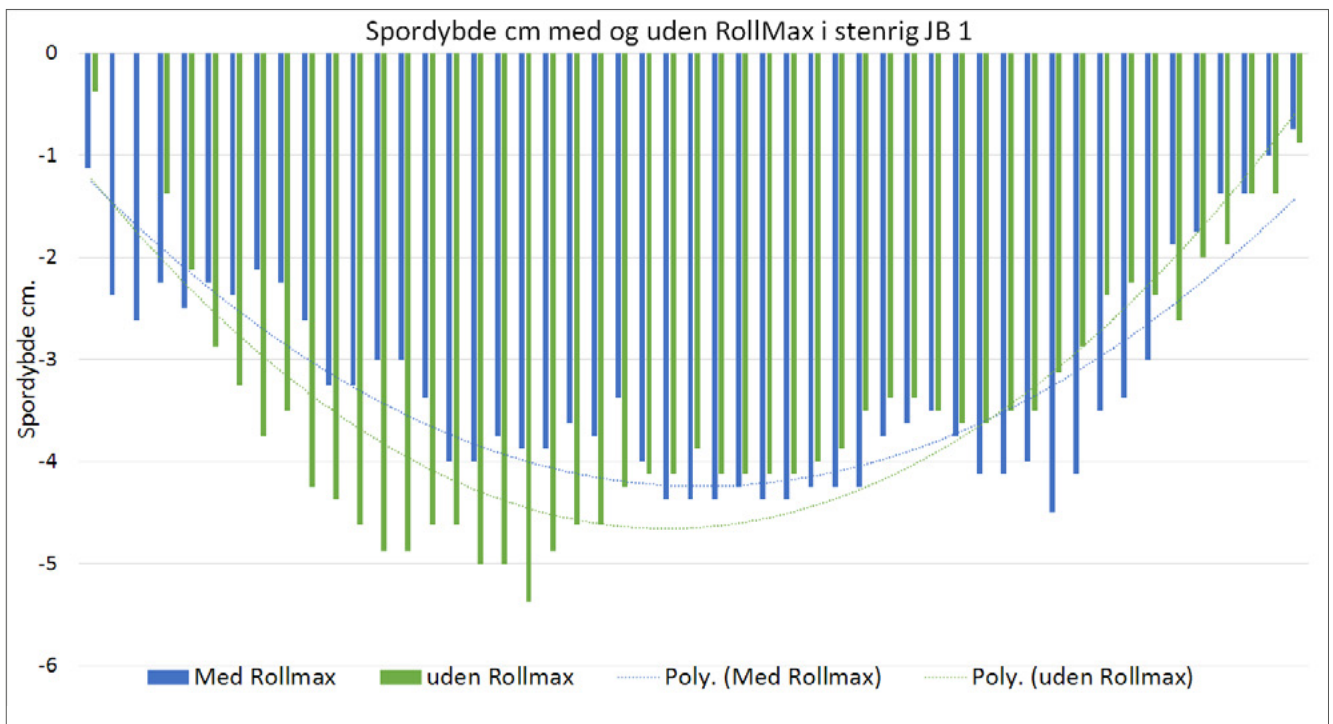
Resultaterne fra målinger fra 12. april 2016 viser en tendens til lidt lavere spordybde, når RollMax er sænket, end når den er hævet. Det er

dog kun en forskel på ca. 0,5 cm (Figur 1), og overordnet set var der kun en lille spordybde efter overkørsel. Det skyldes den sandede jord med mange sten, hvilket var med til at sikre en god bæreevne.

MÅLINGER I JB 3-4 UNDER TØRRE FORHOLD 2. MAJ 2016

Målingerne blev gennemført i tørt vejr på en JB 3-4, hvor kornstubb var opharvet med stubharve før nedfældning af gyllen. Marken havde kun en lav forekomst af sten, og der blev gennemført penetrometer målinger.

Gyllevognen var til disse målinger monteret med dobbelthjul i venstre side og singlehjul i højre side, da den dagen efter skulle deltage i demonstrationsdag i RECARE projekt ved AU, Foulum.



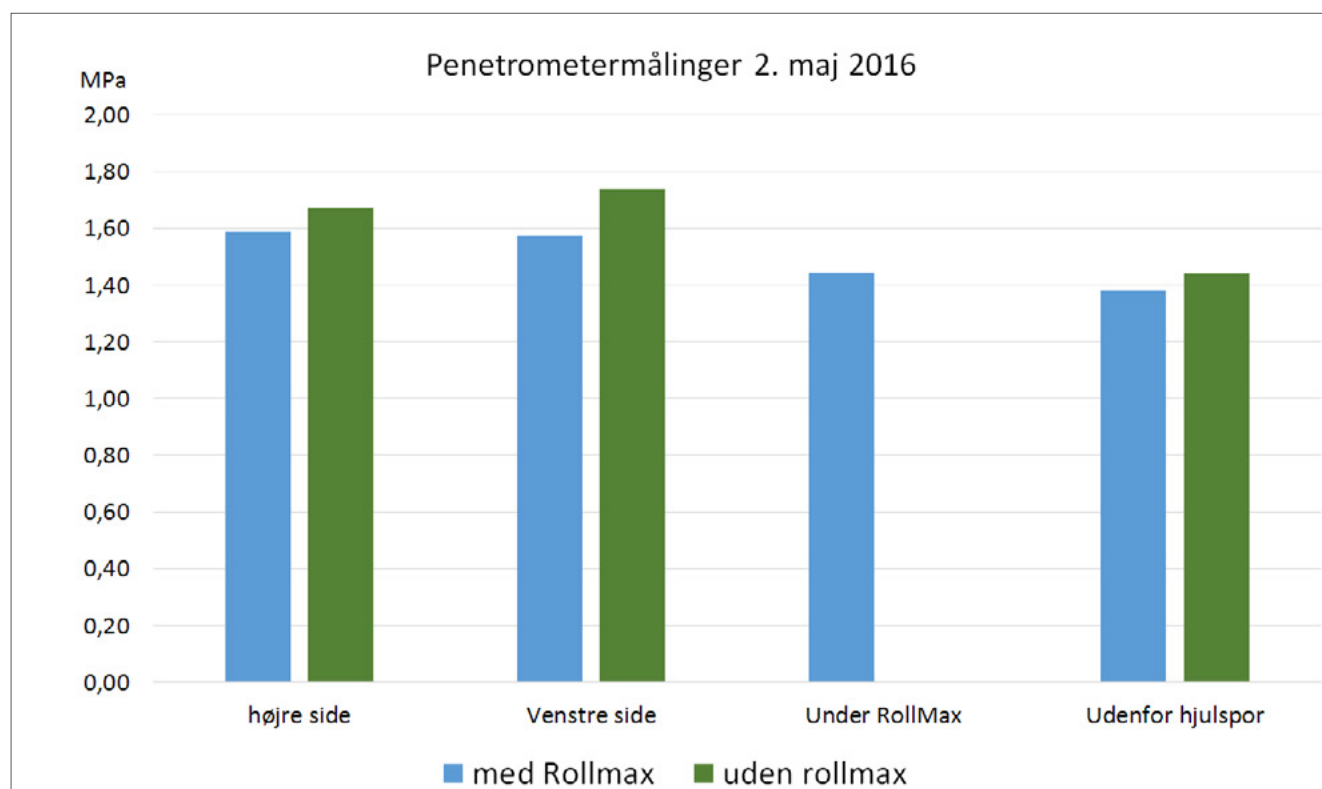
FIGUR 1: Spordybde målt i stenrig JB 1 med uberørt majsstubb. Regressionskurven viser mindre spordybde med RollMax sænket, men kun en forskel op til ca. 0,5 cm.



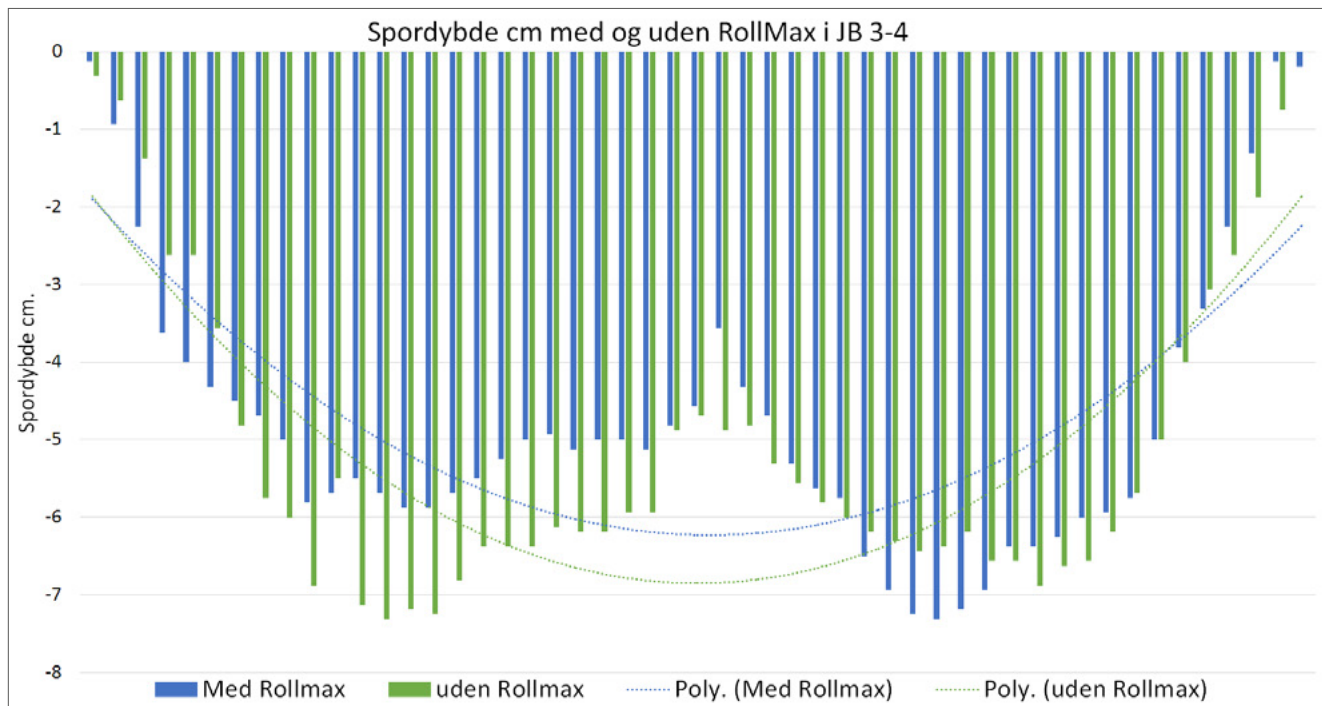
BILLEDE 7: Bælteundervognen nedsænket i en harvet stubmark efter en kornafgrøde.

Penetrometer målingerne blev gennemført ved at aflæse den højeste modstand, penetrometeret kom op på ved hver stikning med spyddet. Hver søjle fremkom som middelværdien af ca. 30 målinger til hver, svarende til ca. 200 målinger. For at kunne konkludere på tallene i Figur 2, skal der flere målinger til, og data skal kunne logges, samtidig med at der skal foretages målinger i flere forskellige jordtyper. Søjlerne viser dog en tendens til, at modstanden i sporene er større, når der er kørt uden bælteundervognen. Målingerne uden for hjulsporene

skyldes måleøjagtighed, da der ikke vil være forskel på modstanden i jorden uden for sporene. Der er kun en meget lille eller ikke eksisterende forskel på modstanden i jorden under bælteundervognen, hvilket indikerer, at der kun er en ubetydelig sammentrykning af jorden under bælterne, selvom de overfører ca. 10 ton vægt. Årsagen til dette vil være, at bælterne har en samlet bæreflade på ca. 1 m² svarende til en marktryk på 1 kg/cm².



FIGUR 2: Resultater fra penetrometer målinger med og uden RollMax sænket i marken. Som det fremgår af figuren, er modstanden i jorden større, hvor der er kørt uden RollMax, dog kun en mindre forskel.



FIGUR 3: Målinger viser som i Figur 1 en tendens til, at der er mindre spordybde ved brug af RollMax.

SPORDYBDEMÅLINGER

Generelt var der lidt dybere spor ved disse målinger, og tendensen var den samme; at spordybden er lidt mindre med RollMax sænket mod jorden. Forskellen var også her, som i målinger foretaget 12. april 2016, på ca. 0,5 cm.

MÅLINGER I JB 5-6 PÅ VÅD MAJSTUBMARK 24. OKTOBER 2016

Denne efterårsmåling i oktober blev gennemført på en våd majsstubb, hvor der var sået miljøgræs til formålet. Jordtypen er en JB 5-6, og for at kunne vise en nedsynkning blev måleområdet harvet to gange, inden målinger blev foretaget. Marken indeholdt kun få mellemstore sten. Gyllevognen var fyldt op med vand til en totalvægt på ca. 55 ton som i tidligere afprøvninger.

Målinger på Billede 8 viser en nedsynkning på ned til ca. 9 cm, når RollMax er hævet.

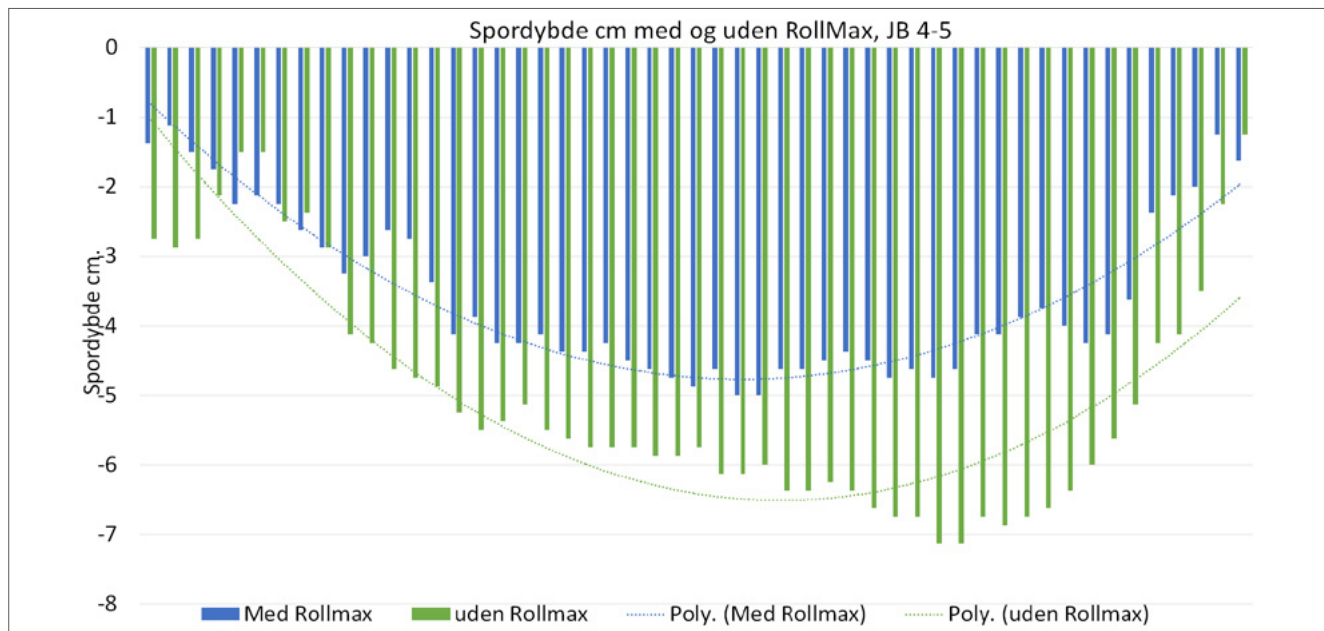
Sammentællingen af spordybde målingerne den 24. oktober viste en mindre spordybde ved brug af RollMax. Som det fremgår af Billede 9, er nedsynkningen med RollMax sænket reduceret til maksimalt 6 cm. Regressionslinjerne viste en forskel på ca. 1,75 cm. Spordybden var størst i målinger foretaget 24. oktober, hvilket tillægges, at måleområdet først blev harvet to gange, og at det var en våd jord efter efterårsregn.



BILLEDE 8: Måletavle, der viser spordybden, når RollMax er hævet. Nedsynkningen er ned til ca. 9 cm.



BILLEDE 9: Måletavle, der viser spordybden med RollMax sænket. Nedsynkningen er her ned til ca. 6 cm, hvor det er størst.



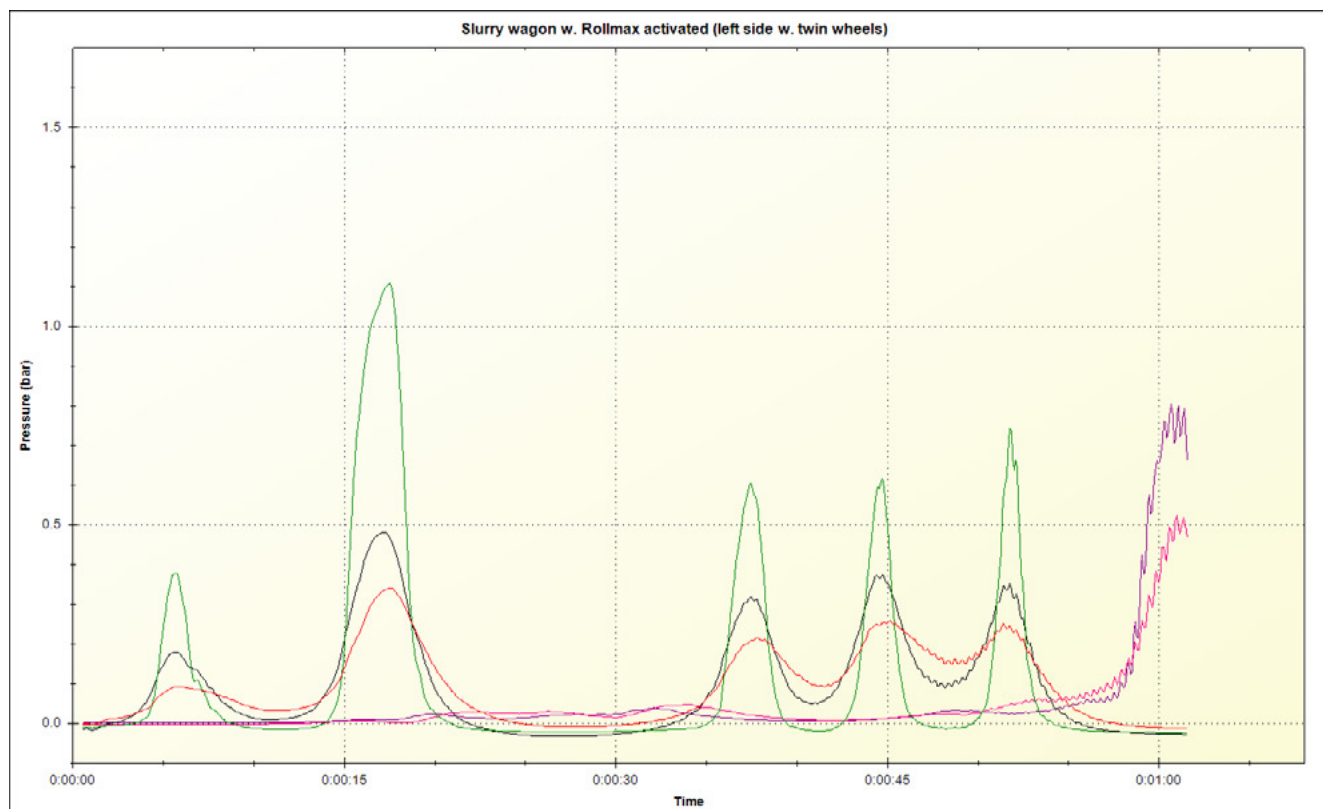
FIGUR 4: Spordybde målinger med en maksimal forskel på ca. 1,75 cm mindre ved brug af RollMax.

RESULTATER FRA RECARE DEMONSTRATIONS DAG 3. MAJ 2016

AU Foulum afholdt 3. maj 2016 en demodag med fremvisning af metoder til reduktion af marktrykket. Demonstration var en del af det EU-finansierede RECARE projekt¹, hvor betydningen af at reducere marktrykket blev belyst, samtidig med at man kunne se løsningsmuligheder. I denne forbindelse deltog RollMax systemet monteret på gyllevogn.

Effekten af RollMax, som et af de nye tekniske tiltag til reduktion af marktrykket, blev målt med sensorer nedsat i jorden. Matthias Stettler fra universitetet i Bern, Schweiz viste denne metode, der virker ved, at køretøjet langsomt kører hen over de nedgravede sensorer. Når en hjulaksel kører hen over sensorerne, kan påvirkningen ned i 20, 40 og 60 cm dybde aflæses. Resultaterne er modtaget fra Mathieu Lamandé fra AU, der også deltager i RECARE projektet.

¹ Yderligere info kan findes på hjemmesiden www.recare-project.eu



FIGUR 5: Resultater fra overkørsel hvor RollMax er aktiveret. Trykket på gyllevognens trippelaksel stiger fra ca. 0,6 bar til ca. 0,7 bar (måling af gyllevognens venstre side med dobbelthjul).

De fem søjler i Figur 5 er målinger fra de fem aksler på køretøjet, registreret når det kører hen over sensorerne. Den første søjle til venstre er traktorens foraksel, derefter kommer traktorens bagaksel og sidst de tre aksler på gyllevognens trippelaksel. Farverne indikerer placeringen af sensorerne i dybden, hvor den grønne er målinger i 20 cm, den sorte i 40 cm og den røde i 60 cm dybde. Som det fremgår, er der registreret påvirkning i jorden på ca. 1,1 bar i 20 cm dybde ved traktorens baghjul med RollMax sænket og ca. 0,6 bar til ca. 0,7 bar på hjulene på gyllevognens trippelaksel.

En sammenligning af Figur 5 og Figur 6 viser en aflastning af traktorens foraksel og en øget belastning på traktorens bagaksel med RollMax sænket. Det stemmer godt overens med de vejninger, der fremgår af Tabel 1, hvor belastningen på traktoren bagaksel øges, når bæltesektionen sænkes til jorden. Det fremgår også, at gyllevognens trippelaksel aflastes, når RollMax var sænket, da de maksimale påvirkninger i 20 cm dybde reduceres fra ca. 1,0 bar til ca. 0,75 bar. Målinger i 40 cm dybde (sort streg) og 60 cm (rød streg) viser samme tendens.

Der er ikke muligt at konkludere ud fra denne ene overkørsel hen over sensorerne, men det tyder på ud fra en sammenligning af Figur 5 og Figur 6, at brugen af RollMax mindsker pakningsrisikoen i jorden.

Målinger fra gyllevognens højre side fremgår af bilag 3.

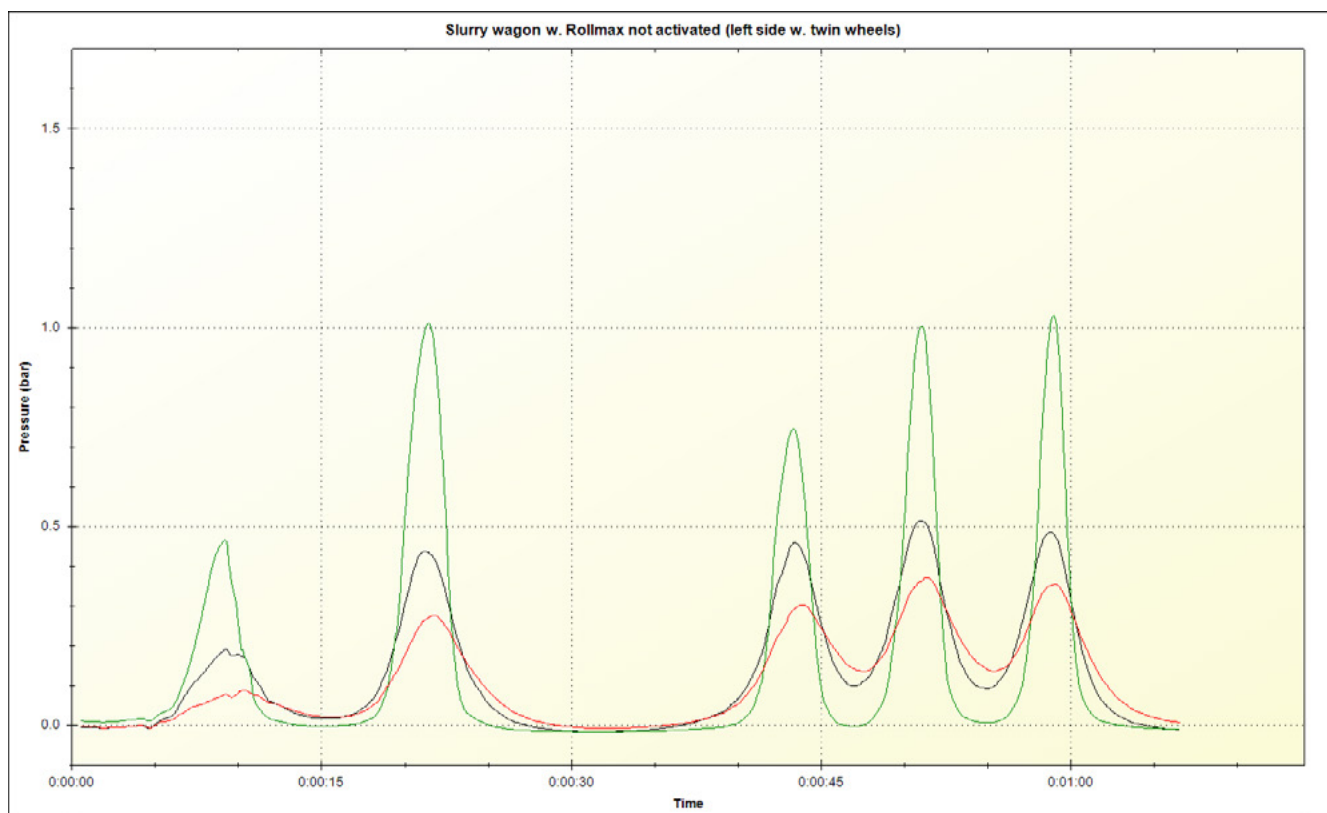
BRUGERERFARINGER FRA KØRSEL MED BÆLTE-UNDERVOGN

Traktorfører Magnus Hansen fra Rostgaard Maskinstation har kørt med RollMax systemet i 2015 og 2016. Han har gode erfaringer med systemet og får positive tilbagemeldinger fra kunder. Det er især i foråret, hvor kunder ønsker at betale merprisen for anvendelse af bælteundervognen. Kapacitetsmæssigt har det ikke nogen betydning, om RollMax anvendes eller ej.

I det daglige anvendes traktorens foragerautomatik til at styre hæving og sænkning af RollMax. Dermed giver det ikke ekstra arbejde til traktorføreren. Et manometer, monteret foran på gyllevognen, er indikator for, hvor meget bælteundervognen presses mod jorden og dermed aflaster hjulakslerne. Hvis gyllevognen er ved at køre fast, er det en fordel at kunne sænke RollMax'en til at overtage noget af vægten, og dermed synker vognens hjul ikke så dybt i.

Magnus Hansens oplevelser var, at når der i områder køres i smattet jord, kan bælteundervognen have vanskeligt ved at holde sig ovenpå og kan begynde at skubbe med jorden.

Vedligeholdelse af systemet begrænser sig til enkelte smøringer i sæsonen med en fedtsprøjte. Opstramning af bælter sker typisk en gang i sæsonen ved hjælp af en fedtsprøjte, der presser et stempel ud og derved strammes bælterne.



FIGUR 6: Resultater fra overkørsel uden aktivering af RollMax. Trykket målt under gyllevognens trippelaksel stiger fra ca. 0,75 bar til ca. 1,0 bar (måling af gyllevognens venstre side med dobbelthjul).

ØKONOMI

Prisen på en RollMax bælteundervogn, monteret på en gyllevogn, er oplyst til ca. 152.000 kr. ekskl. moms. Prislejet kan variere i forhold til, hvilket køretøj det monteres på, og om det er til montering på gyllevogn, mejetærsker, frakørselsvogn mm.

I eksemplet er bælteundervognen afskrevet efter 8 år, da der endnu ikke er langvarige afprøvninger af dens levetid.

Vedligeholdelse er typisk udskiftning af lejer, bælter, hydraulikstemp-ler, slanger mm.

Med nedenstående forudsætning vil der være en merudgift til gylle-kørsel på ca. 2 kr. pr., ton, eller ca. 115 kr. pr. time, som kunden skal betale for at opnå fordelene i form af reduceret marktryk.

Investering i RollMax	152.000 kr.
Afskrivningsperiode år	8 år
Indregnet rente pct.	5 pct.
Scrapværdi	0 kr.
Årlige udgifter	23.518 kr.
Anslået årlig vedligehold	12.000 kr.
Samlede årlig omkostninger	35.518 kr.
Udkørt mængde pr. år med RollMax ton/år	20.000 ton
Omkostninger kr./ton	1,78 kr.
Méromkostninger kr./time ved kapacitet på 65 ton/time	115,43 kr.

OVERVEJELSER OG KONKLUSION

RollMax kan monteres på flere vogntyper som gyllevogne, frakørselsvogne, entreprenørvogne mm. Den afprøvede model har dog den begrænsning, at den ikke er udviklet til brug ved hastigheder over 12 km/t. Det kan især ved frakørselsvogne være en ulempe, da de ofte kører hurtigere i marken.

Producenten af RollMax har også afprøvet den på en mejetærsker. Når den monteres på en mejetærsker, øges vægtoverføringen til bælteundervognen, i takt med at korntanken fyldes. Derved minimeres risikoen for, at mejetærskeren har for lidt vægt på trækjulene til, at den ikke kan køre op af skråninger specielt ved høst på lette jordtyper.

Umiddelbart er der ikke driftsmæssige ulemper ved at have RollMax monteret, bortset fra en mindre frihøjde, da bælteundervognen er placeret under hjulakslerne i transportstilling, og de ca. 800 kg højere egenvægt det medfører at have den monteret på køretøjet. Frihøjden reduceres med ca. 32 cm svarende til højden på bælterne. En ulempe er dog, at der overføres mere vægt til traktorens baghjul, når RollMax sænkes, og dermed øges pakningsrisikoen på baghjulene. Det bør undersøges, om det er muligt at montere bælteundervognen på anden vis eller på en aksel længere fremme, for derved at mindske den øgede vægtbelastning på traktoren.

Resultater af afprøvningerne viser en reduceret spordybde fra 6,5 cm til ca. 4,8 cm, svarende til en reduktion på ca. 1,75 cm ved kørsel under våde forhold på en majsstubb i efteråret. Ved kørsel i tørt jord er forskellen mindre med en forskel på ca. 0,5 cm. Penetrometer målinger foretaget i tør jord viser samme tendens; at jorden er mindre sammentrykket i hjulsporene, når bælteundervognen anvendes.

Brugererfaringerne indikerer, at systemet er let at køre med, og kan med fordel styres med traktorens foragerautomatik. Under meget fugtige forhold er det dog ikke altid muligt at køre med sænket bælteundervogn, da den kan skubbe jorden foran sig. Vedligeholdelse af systemet er enkelt og begrænser sig til enkelte smøringer i sæsonen med en fedtsprøjte.

Systemets udbredelse vil afhænge af, om landbruget er villig til at betale den merpris, der vil være ved investeringen. I tilfældet med gyllevognen, hvor det forudsættes at RollMax anvendes til 20.000 tons gylle, er det beregnet at merprisen er ca. 2 kr. pr. ton gylle, eller ca. 115 kr. pr. time ved en kapacitet på 65 ton pr. time. Denne merpris skal opvejes af det reducerede marktryk, der opnås i marken, og de mindre spordybder.

Konklusionen ud fra ovenstående resultater er, at RollMax har en positiv effekt i forhold til at reducere martrykket og spordybden. Der opnås en større trædeflade og mindre pakningsrisiko. Systemet kan monteres på eksisterende vogne, uden at der skal ændres på dækmontering og fælge.

BILAG TIL FARMTESTEN

BILAG 1: VEJESKEMA

På en brovægt vejes køretøjet, når det er fuldt lastet.

De forskellige målinger viser, hvor meget gyllevognens trippelakslen aflastes, og om det har indflydelse på hvor meget vægt, der overføres til traktoren.

Totalvægt på hele køretøjet	55.020 kg
Måling af totalvægt med nedfælder sænket uden for brovægt	51.900 kg
Egenvægt nedfælder	3.120 kg
Vægt på trippelaksel på gyllevogn med bælteundervogn hævet	38.560 kg
Vægt på trippelaksel og bælteundervogn på gyllevogn, når den er sænket	36.800 kg
Vægt på traktorens foraksel med bælteundervogn hævet	5.630 kg Nedfælder op = 5.190 kg
Vægt på traktorens foraksel med bælteundervogn sænket	5.260 kg Nedfælder ned = 4.790 kg
Traktorens vægt med bælteundervogn hævet og med nedfælder sænket	16.220 kg
Traktorens vægt med bælteundervogn hævet og med nedfælder hævet	17.960 kg
Traktorens vægt når bælteundervogn er sænket, med nedfælder sænket	19.100 kg
Traktorens vægt når bælteundervogn er sænket, med nedfælder hævet	18.250 kg
Gyllevognens ene side af trippelaksel når bælteundervogn er sænket, med traktor	31.300 kg
Gyllevognens ene side af trippelaksel når bælteundervogn er hævet, med traktor	25.810 kg
Gyllevognens ene side af trippelaksel når bælteundervogn er sænket, uden traktor	22.700 kg
Gyllevognens ene side af trippelaksel når bælteundervogn er hævet, uden traktor	17.800 kg
Til RollMax overføres $22.700 \text{ kg} - 17.800 \text{ kg} = 4.900 \text{ kg} \times 2$ (uden traktor)	9.800 kg

BILAG 2: DÆKSTØRRELSE OG DÆKTRYK

TRAKTOR FENDT 933

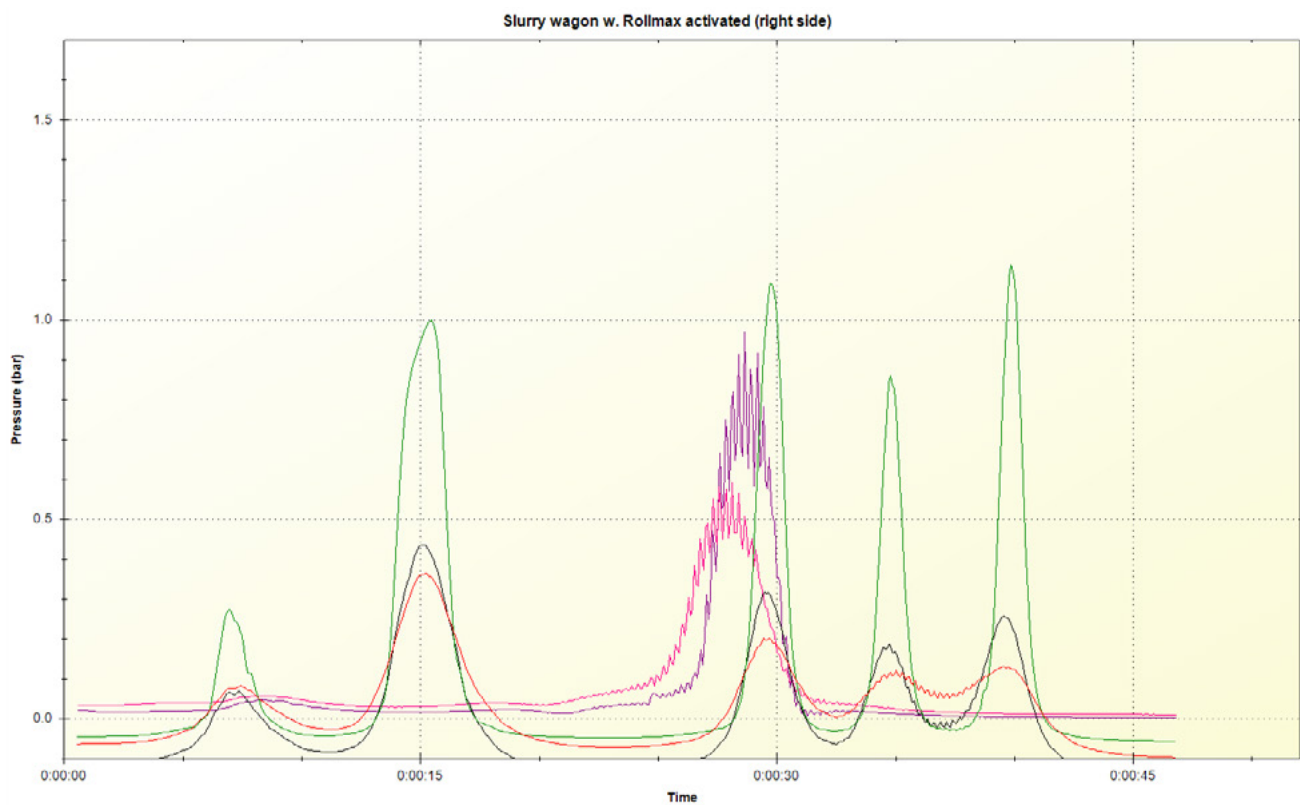
Dækstørrelse 420/85 R38	
0,7 bar venstre fordæk traktor	0,8 bar højre fordæk traktor

Dækstørrelse 900/60 R42	
1,3 bar venstre bagdæk traktor	1,35 bar højre bagdæk traktor

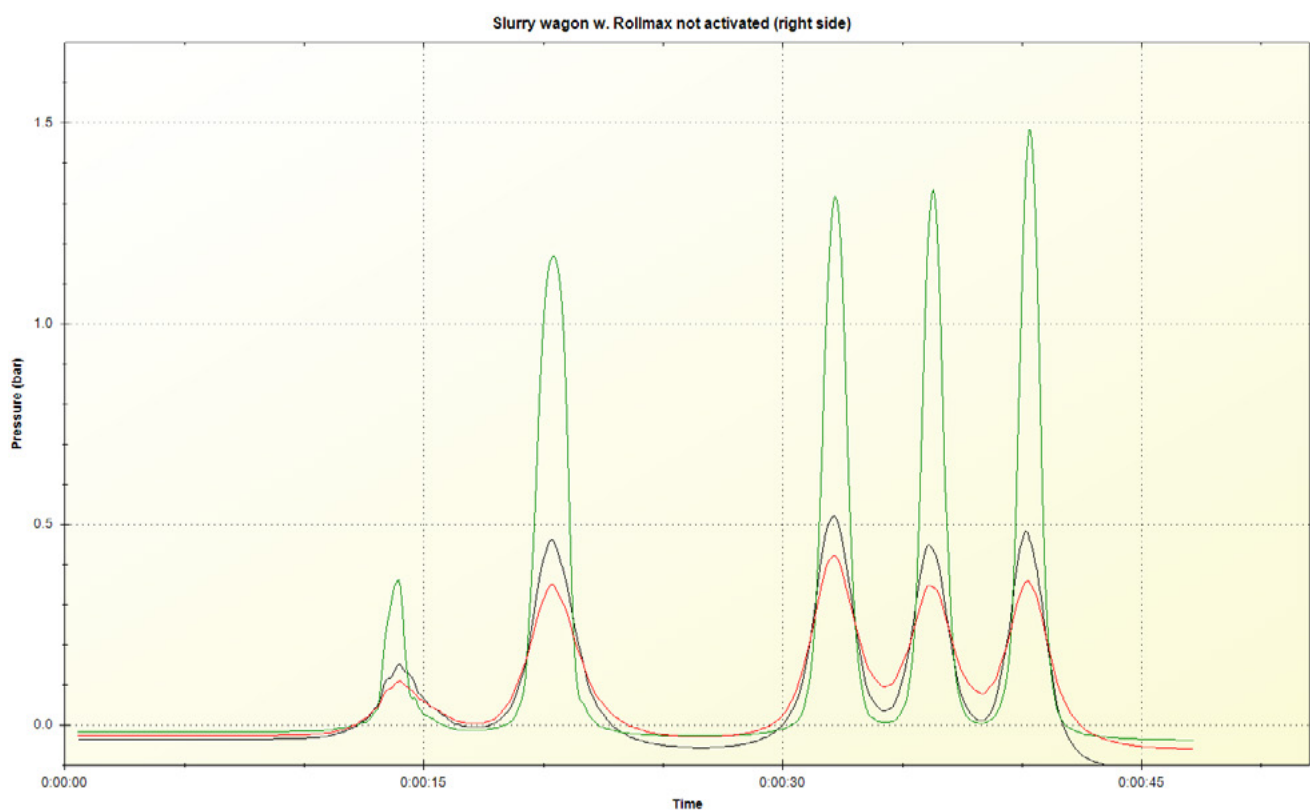
GYLLEVOGN SAMSON PG 25 MED TRIPPELAKSEL

Dækstørrelse 420/85 R38, dobbeltmontering	
1,6 bar venstre forreste dæk, dobbelt m.	1,65 bar højre forreste dæk, dobbelt m.
Dækstørrelse 420/85 R38, dobbeltmontering	
1,8 bar venstre midterste dæk, dobbelt m.	1,7 bar højre midterste dæk, dobbelt m.
Dækstørrelse 800/50 R34	
3,2 bar venstre bagerste dæk enkeltmontering	3,1 bar højre bagerste dæk enkeltmontering

BILAG 3: FIGUR MED TRYKPÅVIRKNINGER I JORDEN



FIGUR 7: Resultater fra overkørsel hvor RollMax er aktiveret (måling af gyllevognens højre side med dobbelthjul).



FIGUR 8: Resultater fra overkørsel hvor RollMax ikke er aktiveret (måling af gyllevognens højre side med dobbelthjul).

SEGES P/S skaber løsninger til fremtidens landbrugs- og fødevarerhverv. 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

