

## LARVEBÅND ER MERE SKÅNSOMME MOD JORDEN END IF-DÆK

*Boerderij* undersøgte sammen med Wageningen UR graden af jordkomprimering med en optager på larvebånd og med en optager på UltraFlex-dæk.

LARVEBÅND komprimerer overfladen mindre end moderne, ekstrasmidige IF (Increased Flexion)-dæk. Det er påvist ved forskning på vegne af *Boerderij* udført i Vrouwenpolder (Zld.) af Wageningen UR, CAH Vientum og universitetet i Uppsala i Sverige. Årsagen til, at *Boerderij* planlagde testen, var en pressemeddelelse, som Michelin udsendte i starten af året. Dækproducenten påstod, at dens moderne UltraFlex-dæk forårsager mindre jordkomprimering end larvebånd. Dette var påvist ved forskning, som det uafhængige franske forskningsinstitut Irstea havde udført. Det faktum, at Michelin var kunden, og at Irstea ikke havde publiceret forskningsrapporten, gav anledning til spekulation mht. den franske forskningsmetode. *Boerderij* besluttede derfor at udføre sin egen test. I sidste uge kom det alligevel for en dag, hvordan Irstea havde udført testen, da det lykkedes det tyske erhvervsmagasin *Agrartechnik* at få fingre i forskningsrapporten. Her er nogle kommentarer til sammenligningen. For det første blev et 90 centimeter bredt dæk sammenlignet med et 76 centimeter bredt larvebånd. Således blev der i sammenligningen ikke anvendt en enkelt variabel (dæk kontra larvebånd) men to variabler (dæk kontra larvebånd og bredde på 90 centimeter kontra bredde på 76 centimeter). Derudover blev testen udført med en New Holland CR 9080-optager med en korntank, som var en tredjedel fyldt med majs (2.280 kilo). På basis af denne vægt blev dækkene fyldt til et tryk på 1,4 bar, men hvis korntanken var helt fuld, ville den indeholde 8 ton majs. Hvis dækkene skulle bære denne vægt, skulle de være fyldt til et tryk på 1,7 bar i stedet for 1,4 bar. Derfor er Irsteas sammenligning ikke helt rimelig.

### **Boerderijs test**

Formålet med *Boerderijs* undersøgelse er præcis at påvise forskellen i jordkomprimering forårsaget af dæk og larvebånd. Forskelle mellem blandt andet anskaffelsesomkostninger, vedligeholdelsesomkostninger og brændstofforbrug er ikke undersøgt her. Den ene Vervaet 617-optager fik monteret Zuidberg-larvebånd, og den anden optager fik monteret de nyeste CerexBib-IF 900/60 R38-dæk foran. Dækkene blev fyldt til 1,7 bar, et tryk, som er velegnet til den vægt, som dækkene skal kunne bære i henhold til dæktabellen. Begge optagere havde klassiske Michelin 900/60 R32 MegaXbib-radialdæk bagest. Et 90 centimeter bredt dæk med UltraFlex-teknologi er endnu ikke tilgængelig til fælgstørrelse R32. De bageste dæk blev fyldt til 1,3 bar, men i henhold til tabellen skulle de fyldes til 2,1 bar for at bære en vægt på 10,5 ton. Et så lavt dæktryk giver et større fodaftryk, men der er større risiko for, at rammen revner. Den tomme Vervaet-optager på larvebånd vejer næsten 8 ton mere end Vervaet-optageren på dæk. Vægtforskellen kan forklares. Vervaet-optageren på larvebånd er en nyere model, som er næsten tre ton tungere end den ældre Vervaet-model på dæk. Desuden vejer et larvebåndschassis 1,5 ton mere end et dæk. Og under testen satte der sig meget mere mudder fast på optageren på larvebånd. Testen blev udført med en fuld tank. Det højre larvebånd bærer således 16,7 ton, og det forreste, højre CerexBib-dæk bærer 14,2 ton. Zuidberg-larvebåndet har et fodaftryk på 17.550 kvadratcentimeter, og CerexBib-dækket har et fodaftryk på 10.795 kvadratcentimeter. De bageste dæk har et fodaftryk på 10.410 kvadratcentimeter. Prof. Johan Arvidsson fra universitet i Uppsala, Sverige, foretog jordmålingerne på anmodning fra Wageningen UR, da det svenske universitet har jordsensorer, som er velegnede til at måle trykket i jorden. Tre målesensorer blev gravet ned i 20 centimeters dybde. De tre sensorer blev placeret således, at når optageren kørte hen over sensoren, var én sensor nøjagtigt under dækket eller larvebåndet, én sensor var under dækkets eller larvebåndets sidevæg, og én var midt imellem disse to sensorer. Det ideelle ville være, at testen blev udført i roer, som ikke var høstede endnu, men fordi jorden over sensorene skulle presses godt sammen, efter at sensorerne var blevet gravet ned for at opnå korrekte målinger, kunne målingerne kun udføres på en mark, der allerede var høstet.

### **Resultater**

Til trods for at larvebåndet bærer mere vægt, skabte det et lavere overfladetryk end dækket på grund af dets større jordoverfladeareal (*graf 1*). CerexBib-dækket genererede et tryk på 200 kPa ved en dybde på 20 centimeter. Larvebåndet genererede et jordtryk på 140 kPa. Dækket udøvede derfor 60 kPa større tryk end larvebåndet. Det er værd at lægge mærke til, at larvebåndet ikke opfører sig som en "planke". Små maksimalbelastninger ses under støttehjulene. Begge de bageste dæk genererede et tryk på 170 kPa i en dybde på 20 centimeter. En computermodel beregnede derefter jordtrykket under det forreste CerexBib-dæk og larvebåndet i en dybde på 30, 50, 70 og 100 centimeter (*graf 2*). Jo dybere nede i jorden vi ser, des mere falder trykket, og forskellen i jordtryk mellem larvebåndet og dækket bliver mindre. Larvebånd er derfor mere skånsomme mod jorden end dæk. Der er derfor

interessant at undersøge, om larvebånd er så skånsomme mod jorden, at de ikke komprimerer jorden. Jorden komprimeres, når jordtrykket under dækket eller larvebåndet overstiger jordens naturlige modstandstryk. Wageningen UR tog jordprøver i 20, 30, 50 og 70 centimeters dybde og bestemte derefter lutumindholdet og jordens massefylde. Derefter blev disse jordprøver i en kompressionstest udsat for det jordtryk, som larvebåndet ville udøve i de pågældende dybder. Til trods for jordens elasticitet blev den komprimeret i alle dybder (*graf 3* og *tabel b*). Jorden blev komprimeret lidt, men er det et problem? Så længe densiteten ikke overstiger jordens maksimale densitet, kan rødderne nemt trænge igennem jorden. Det viste sig, at jorden, inden der blev kørt hen over den, var gennemtrængelig i alle dybder, men efter at larvebåndet havde kørt hen over jorden, var den komprimeret i alle dybder i en sådan grad, at rødderne havde vanskeligt ved at trænge igennem jorden (*graf 4*). Under et dæk ville jorden endda være endnu mere kompakt.

### **Dannelse af hjulspor**

Sideløbende med Wageningen UR udførte CAH Vilettum praktiske test i Vrouwenpolder. Elever ved fagskolen for højere erhvervsuddannelser målte graden af dannelsen af hjulspor ved kørsel i samme spor én, to og tre gange. Dannelsen af hjulspor er næsten den samme ved kørsel en og to gange (*tabel c*). Efter at optageren med dæk havde kørt i det samme spor tre gange, havde den gravet dybere hjulspor end optageren med larvebånd. Eleverne anvendte også et Eijkelkamp-penetrometer til at bestemme gennemtrængningsmodstanden i og mellem dæksporene. Med en god jordstruktur stiger trykket i jorden ikke til over 1,5 megapascal (MPa). Under plovsålen blev der målt værdier på 2,5 MPa, hvilket tyder på permanent skade. Det er værd at lægge mærke til, at gennemtrængningsmodstanden er højest mellem de to hjulspor, dvs. den del, som optageren ikke har kørt hen over (*graf 5*). En forklaring herpå kan være, at jorden under et dæk skubbes væk i en kegleform. Mellem hjulsporene berører de to trykkegler hinanden, hvilket resulterer i, at jorden presses yderligere sammen der, hvor keglerne skærer hinanden. Efter at jorden er kørt over én gang, er forskellen mellem jorden under hjulsporene og jorden imellem hjulsporene ikke stor, og efter at jorden er kørt over to gange, er forskellen stor mellem jorden under hjulsporene og jorden imellem hjulsporene. Hvad angår komprimering, er det derfor vigtigt ikke at køre i det samme hjulspor mere end én gang. Elever på CAH registrerede ikke store forskelle mellem optagerne, hvad angik gennemtrængningsmodstand. Forskeren Kees Westedijk fra CAH Vilettum antager, at dette skyldes, at begge maskiner har de samme bagdæk. Baghjulene bærer 46 procent af den samlede vægt under høst. Belastningen er maksimalt 1,0 kilo per kvadratcentimeter under CerexBib-fordækket og 0,8 kilo pr. kvadratcentimeter under larvebåndet. Belastningen under bagdækket er 1,2 kilo pr. kvadratcentimeter. I sidste instans er det bagdækkene, der forårsager komprimeringen.

### **Konklusioner**

Der kan drages fem konklusioner fra undersøgelsen:

- Larvebånd under fulde roeoptagere komprimerer jorden mindre end moderne UltraFlex-dæk.
- Underjorden komprimeres dog med roeoptagere på larvebånd.
- Det moderne UltraFlex-dæk har et stort fodaftryk og kan have et lavere dæktryk end et konventionelt dæk ved den samme hjulbelastning.
- Store hjulbelastninger kræver højere dæktryk. Her er fordelen ved det moderne UltraFlex-dæk til lavt tryk en smule mindre.
- Det klassiske radialbagdæk spolerer den jordbeskyttende effekt ved larvebånd foran. Det er også på tide, at dæk baseret på IF-teknologi blev fremstillet til dæk i størrelsen 900/60 R32.

**Martijn Knuivers**

**Graden af jordkomprimering blev undersøgt i Vrouwenpolder (Zld.) ved brug af en roeoptager på larvebånd og en roeoptager på moderne dæk med IF (Increased Flexion)-teknologi. FOTOS: JAN WILLEM SCHOUTEN**

**a) Larvebånd vejer mere end dæk**

*vægt i kg af optager på larvebånd og dæk*

	<b>larvebånd</b>	<b>dæk</b>
vægt ved tom beholder	32.420	24.520
beholderindhold	16.050	17.230
samlet vægt	48.470	41.750
hævet skærebord		
forreste højre	16.760	14.150
forreste venstre	14.150	10.600
bageste højre	8.800	8.250
bageste venstre	8.770	8.750
sænket skærebord		
forreste højre	12.690	11.950
forreste venstre	8.800	7.930
bageste højre	10.480	9.100
bageste venstre	10.300	9.480

**En optager på larvebånd er 8 ton tungere end en optager på dæk. Årsag: forskellen i konstruktion og vedhæftning af jord.**

**b) Larvebånd komprimerer også underjorden**

*jordens massefyldte før og efter, at den er kørt over med larvebånd.*

<b>dybde (cm)</b>	<b>lutum indhold (%)</b>	<b>før (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>efter (g/cm<sup>3</sup>)</b>
20	26	1,62	1,69
30	28	1,50	1,6
50	12	1,60	1,66
70	36	1,42	1,45

**Trods jordens elasticitet blev jorden alligevel komprimeret af larvebåndene i alle dybder.**

**Tre jordsensorer til måling af jordtrykket under dæk og larvebånd blev gravet ned i 20 centimeters dybde.**

**1. Larvebånd genererer lavere jordtryk end dæk**

*sammenligning af jordtryk for larvebånd og dæk i en dybde på 20 cm*

**jordtryk (kPa)**

**afstand (m)**

– larvebånd

– dæk

**Larvebånd genererer et jordtryk på 140 kPa, og CerexBib-dækket genererer et jordtryk på 200 kPa. Bagdækkene genererer et tryk på 170 kPa.**

**2. Trykket mindskes i underjorden**

*jordtryk i kPa for larvebånd og dæk efter dybde*

**dybde (cm)**

**jordtryk (kPa)**

– larvebånd

– dæk

Trykket falder, jo længere ned i jorden man kommer. Trykforskellen mellem larvebånd og dæk bliver mindre.

### Reaktioner fra Michelin Nederland og Zuidberg

**Gijsbert van Iterson**, Customer Engineer Support Agro-Tyres Benelux i Michelin Nederland mener, at CerexBib-dækket med UltraFlex-teknologi er en stor forbedring i forhold til det klassiske radialdæk. "Vi startede med dæktryk på 2,5 bar og har nu opnået tryk på 1,6 til 1,7 bar. Det er en stor forbedring. Målingerne blev udført med hævet skærebord. Dette sker ikke i praksis, og man kører heller ikke i det samme hjulspor tre gange. Målingen skulle have været udført med sænket skærebord. Når skærebordet er hævet, bærer dækkene 2 ton mere, end når skærebordet er i høstposition. Dæk har fordele sammenlignet med larvebånd. Det er nemmere at manøvrere med maskinen, og det er mere behageligt at køre med den på vejen. Dannelse af hjulspor på marken er den samme som for larvebånd. Der er stor forskel i pris. Et sæt larvebånd kan nemt koste 375.000 kr, mens et sæt UltraFlex-dæk (IF 900/60 R38) koster mindre end 105.000 kr. Der er næsten ingen udgifter til vedligeholdelse af dæk, mens et larvebånd koster tusindvis af kroner i vedligeholdelse. Der overrasker ikke **Jeroen Overvelde**, salgschef hos Tracks i Zuidberg, at larvebånd skaber mindre jordkomprimering end dæk. "Vi er glade for, at det nu er bevist ved en undersøgelse udført af en uafhængig part. Ved så tunge belastninger forårsager larvebånd også komprimering. Og hvad vigtigere er, larvebånd komprimerer jorden mindre end dæk. Fodafttrykket er lige så bredt men næsten to gange så langt som et dæks fodafttryk. Indtil nu er larvebånd ofte blevet betragtet som et sikkert valg til dårligt vejr. Monter finsnitte, optageren eller høstmaskinen på larvebånd, og høsten er reddet. Men under gode vejrforhold har larvebånd endnu større værdi. Som nævnt i den forudindtagne franske undersøgelse, var maksimalbelastninger under støttehjulene en mangel for et larvebåndschassis med stive holdere. Larvebåndet hviler hovedsageligt på støttehjulene med store maksimalbelastninger. Men i Zuidberg-larvebåndene er støttehjulene bredere og understøtter hele larvebåndet, og de er fjedrende. Larvebåndet hviler nu på støtte- og returrullerne i hele larvebåndets længde. Dette giver betydeligt mindre maksimalbelastninger."

### 3. Jord er elastisk

*jordprøve i en dybde på 30 cm*

**jordtryk (kPa)**

**massefylde i tør tilstand (g/cm<sup>3</sup>)**

Komprimeringsværdier er vist i **tabel 2**. Dette er en visuel præsentation af, hvordan jorden reagerer i en dybde på 30 cm.

### 4. Larvebånd komprimerer også jorden for meget

*jordens massefylde i gram per cm<sup>3</sup> før og efter, at larvebånd har kørt over den*

**massefylde i tør tilstand (g/cm<sup>3</sup>)**

**indhold af ler (%)**

◆ før

■ efter

Den røde linje angiver jordens maksimale massefylde i tør tilstand. Efter at larvebånd har kørt over jorden, er den alt for komprimeret.

### 5. Jorden komprimeres betydeligt ved gentagen kørsel hen over den.

*gennemtrængningsmodstand i MPa ved kørsel hen over jorden én og to gange.*

**dybde (cm)**

**tryk (MPa)**

**i hjulspor, to overkørsler**

**i hjulspor, én overkørsel**

**mellem hjulspor, to overkørsler**

**mellem hjulspor, én overkørsel**

Efter at jorden er kørt over én gang, er forskellen mellem jorden under hjulsporene og jorden imellem hjulsporene ikke stor, og efter at jorden er kørt over to gange, er forskellen stor mellem jorden under hjulsporene og jorden imellem hjulsporene. Hvad angår komprimering, bør man derfor ikke køre i det samme hjulspor mere end én gang.

Larvebånd er skånsomme ved jorden, men det konventionelle bagdæk komprimerer stadig jorden. Et IF-dæk i størrelse 900/60 R32 ville være velkommen.

### c) Øget dannelse af hjulspor efter gentagne overkørsler

gennemsnitlig dannelse af hjulspor i cm efter én, to og tre overkørsler

	venstre	højre
dæk 1 x	9,33	9,60
larvebånd 1 x	8,77	9,93
dæk 2 x	10,3	10,03
larvebånd 2 x	9,93	11,27
dæk 3 x	18,97	18,93
larvebånd 3 x	10,97	12,93

De dannede hjulspor er de samme efter kørsel i det samme spor to gange. Efter tre gange graver optageren på dæk dybere hjulspor.

### "Vi bliver bare større og større"

Larvebånd er mere skånsomme mod jorden end dæk, men selv når roeoptagere er monteret på larvebånd, komprimerer de jorden, siger forsker Jan van den Akker fra Alterra.

**UltraFlex-dæk kan have 20 % lavere dæktryk end klassiske radialdæk ved den samme akselbelastning. Alligevel var jordkomprimeringen under CerexBib-dækket betydeligt under testen. Holder dækkene, hvad de lover?**

"Overhovedet ikke. Hvis optageren havde haft normale dæk foran, ville komprimeringen have været mange gange større. Dæk med UltraFlex-teknologi har en betydelig fordel sammenlignet med klassiske radialdæk.

Det er dog synd og skam, at dæk udsættes for så tunge belastninger nu om dage. Det eliminerer fordelene ved dem. Dæk bærer nu helt op til 14,5 ton. Det er enormt meget. For at kunne bære så store belastninger skal trykket i dækket øges.

Dækproducenter bør betinge sig, at hvert dæk maksimalt må belastes med 10 ton. Så behøvede trykket aldrig overstige 1,3 bar. Vi fortsætter bare med at blive større og større. Jordkomprimeringen ville være meget mindre med de hjulbelastninger, der blev anvendt for femten år siden, og med vore dages IF-dæk."

### Er larvebånd altid bedre?

"Ikke altid, for et larvebånd kan også komprimere jorden. Lavere vægt kombineret med et smidigt dæk er bedre for jorden end en tung optager på larvebånd. Det, man ser i praksis, er, at larvebånd kun bruges, hvis der ikke er andre muligheder. Desuden udøver rullerne under et gummilarvebånd store punktryk. Her kunne man indvende, at jo flere ruller, des bedre er det for underjorden.

### Er risikoen for jordkomprimering ikke overvurderet?

"Det, vi så for tyve år siden på foragre, ser vi nu på hele jordlodder. Undersøgelser, som Alterra foretog tidligere på året, har vist, at 75 % af jorden i Holland sandsynligvis er komprimeret. For hen ved ti år siden kunne store mængder gødning, vanding og mere intensiv dræning stadig have kompenseret for en dårlig jordstruktur. Nu hvor der blandt andet er strengere standarder for gødning, påviser majs, der står dårligt, på bedste vis, at jorden er ødelagt mange steder."

### PROFIL

**Navn:** Jan van den Akker (57).

**Virksomhed:** Alterra, del af Wageningen UR.

**Stilling:** Forsker inden for biofysik og bioteknik.