

Fördjupning jordpackning



FOTO: ROBERT OLSSON

Packning uppstår när marken inte kan bära maskinernas tyngd. Experterna pratar om förhållandet mellan vertikal stress och markens hållfasthet.

Jordpackning är ett aktuellt ämne som kopplar till bördighet på många sätt. Jordpackningen kan minimeras genom att trycket från maskinerna reduceras, genom att jordens förmåga att motstå påverkan ökas eller genom en kombination av bägge. I denna artikel kan du läsa mer om jordpackning och vad tillverkare av betupptagare gör eller har tänkt sig att göra för att minska jordpackningen.

Forskare som arbetar med markfysik har genom åren utvecklat metoder för att mäta jordpackning. Metoderna tar ofta utgångspunkt i cylinderformade jordprover, som tas ge-

nom att banka ett stålrör ner i marken som ska analyseras. En mycket porös jord har en volymvikt på 1,2–1,4 kg per liter och en hårdare packad jord kan ha volymvikter på 1,8 kg per liter eller ännu högre. På senare tid har forskare börjat röntga proverna med CT-scanner, vilket ger en tydlig bild över provets packningsgrad.

Nästa steg är att undersöka provets genomsläpplighet för vatten eller att mäta hur luft kan passera provet. På nästa sida visas en jämförelse av profilen efter två olika gödselspridare och denna metod är ett mer relevant test, eftersom det bättre avspeglar jordens odlingsegenskaper.

De beskrivna analysmetoder-



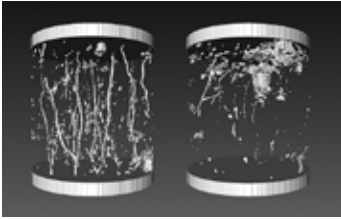
FOTO: OTTO NIELSEN, NBR.

Packningsskador kvantifieras genom att jordens täthet mäts. Analys av jordcylinderns förmåga att transportera vatten eller luft ger ett mått på skadorna. I nyare undersökningar röntgas proverna.

na kan ersättas eller kompletteras med direkta mätningar med sensorer av hur en överkörning påverkar plantornas tillväxt enligt exemplet i figuren överst på nästa sida. Fältförsök har bidragit med kunskap kring påverkan och packningsrisk för olika maskintyper och detta är numera samlat i TERRANIMO-modellen, som är tillgänglig för alla på terranimose och på terranimodk.

Undvik packning

Packningsskador i matjorden kan relateras till däcktrycket.



Röntgen av jordcylindrar är en ny metod. Ett prov från 25–45 cm djup från jord utan någon överfart (till vänster) och ett med fyra överfarter (10 ton hjullast). Proverna togs på en svensk egendom 2009, hela 14 år efter att marken blivit packad. Resultatet visar att packningsskador kan ge långvariga effekter.

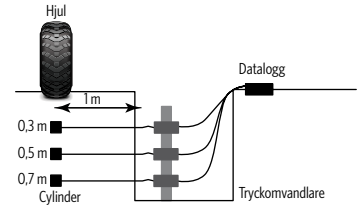
Källa: Lamandé m.fl., Soil Science 2013.

Därför har däcktyper med stor anläggningsyta och lågt tryck utvecklats för att begränsa skadorna. Nuvarande rekommendation är att följa producentens angivna däcktryck vid 10 km per timme, som faktiskt kan vara så lågt som 1 bar, trots stora lastvikter. Packningsskador i matjorden går relativt enkelt att reparera med jordbearbet-

ning. Men, trots att skadorna sällan är permanenta ökar de signifikant kostnaderna i odlingen.

Packningsskador på djupet, i alven, är oftast relaterade till lastvikten och jordens bärighet. Bärigheten är en egenskap som till hög grad beror av jordart och vattenhalt. Skador i alven är mycket svåra och tar lång tid att reparera. Alvluckring skadar många gånger mer än den hjälper, eftersom strukturen faller samman och bärigheten kan till och med försämrats. Att reparera packningsskador med biologisk aktivitet, som exempelvis rottillväxt och dagmaskar, är fullt möjligt, men en långsam metod. Slutsatsen blir att det är ytterst värdefullt att undvika att packa alven.

I sammanhanget är det intressant att själv se hur mycket däcktyck, däcktryck och lastvikt



Sensorer i marken kan användas för att avgöra hur mycket en överfart påverkar jorden på olika djup, enligt Arvidsson et al. Soil and Tillage Research 2001.

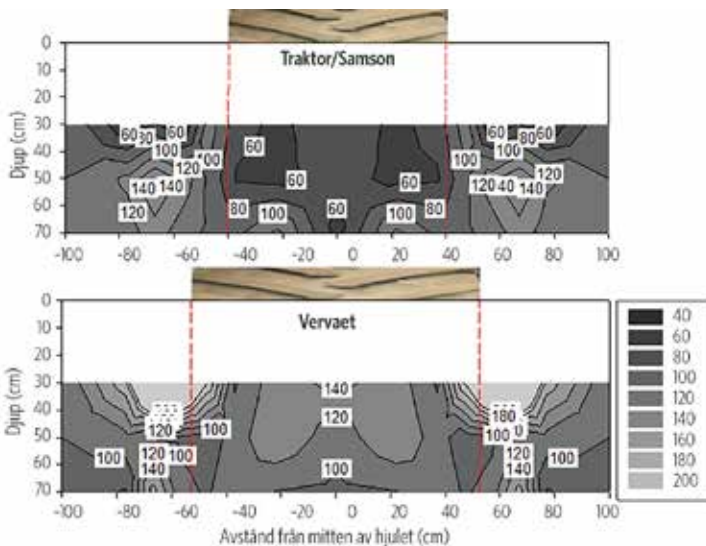
spelar in med hjälp av TERRANIMO-programmet. Resultatet presenteras i en grafisk bild eller som pdf-rapport direkt från datorn.

Lättare sagt än gjort

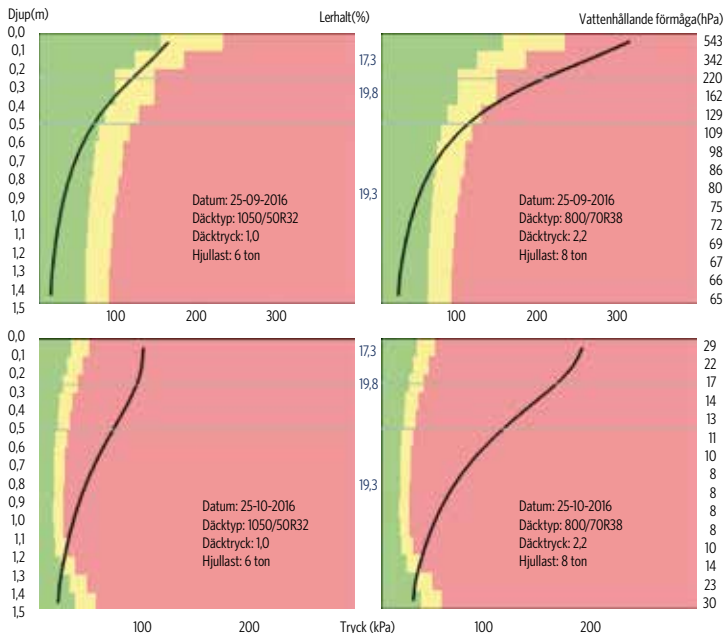
Betupptagning sker under en lång period på hösten och de flesta har möjlighet att planera sin upptagning så att risken för packningsskador kan minimeras. Men år som 2017 kan det vara omöjligt att göra det som är mest avgörande, att köra under torra förhållanden. Som sagt, enklare sagt än gjort, men de flesta år kan markens bärighet prioriteras med framförhållning och tillgång till kapacitet.

För att visa betydelsen av goda upptagningsförhållanden använder vi TERRANIMO-programmet och matar in värden för en självgående upptagare på NBRs fält på Sofiehøj i Holeby den 25 september respektive den 25 oktober 2016.

Resultatet, som du ser på nästa sida, blir att det endast är kombinationen av de bredaste däck, lågt däcktryck och torra upptagningsförhållanden som undviker risk för packning genom markprofilen.



Jämförelse av maskiner. Relativa tal för luftgenomsläpplighet i jorden efter bogserad (överst) respektive självgående gödselspridare. Ju högre värde desto mindre packning och den självgående är konstruerad så att hjulen inte följer varandras spår och påminner om betupptagarnas "dog-walk", enligt Oversigt over Landsforsøgene 2013.



Beräknad risk för packning enligt Terranimo-programmet (www.terranimo.dk). Figuren visar två skördetidpunkter, den 25 september (torra förhållanden i översta figuren) och den 25 oktober (våta förhållanden i nedre figuren) vid två kombinationer av däcktyp, däcktryck och hjullast. Den vattenhållande förmågan anges för olika djup i hPa. Transporten på fältet bör anpassas så att den svarta linjen undgår det röda området på 50 cm och djupare, vilket inte var möjligt den 25 oktober enligt de givna förutsättningarna.

TERRANIMO-programmet är nyligen tillgängligt och anpassat för svenska förhållanden och en del av Greppa näringens markpackningsmodul. Beräkningen baseras på jordartsdata och en uppskattning av vattenhalten i markprofilen. Det är trots allt förhållandevis

få upplysningar som används som indata och programmet är relativt enkelt att använda för bättre kunskap om packningsrisken.

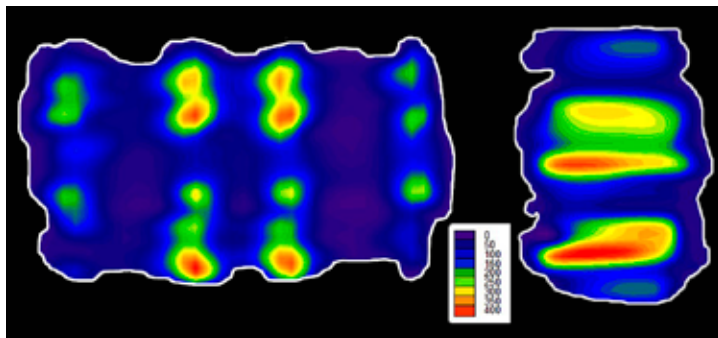
Dog walk?

Självkörande betupptagare kan ofta förskjuta hjulaxlarna i för-

hållande till varandra, så kallad "dog walk". Hjulen går då inte i samma hjulspår och lastvikten sprids ut över större markyta. Erfarenheter från praktik och försök visar att flera överfarter tätt efter varandra kan ge allvarliga packningsskador och det är just det som sker när hjulen går i samma spår efter varandra. I en dansk undersökning med flytgödselspridare visades att den självkörande med en hjullast på tolv ton i "dog walk" inte orsakade skördeförsturer i efterföljande gröda, medan den bogserade, med hjullast på sex och åtta ton tydligt påverkade utbytet negativt året efter. I rättvisans namn ska påpekas att den självkörande gödselspridaren endast var med på en av platserna så försöksunderlaget är begränsat. Samtidigt visade en undersökning av markprofilen viss negativ påverkan och viss grad av packning även efter den självkörande gödselspridaren. I Danmark har ett nytt projekt blivit beviljat offentliga medel med syftet att lära mer om orsaken till att flera efterföljande hjul i samma spår ger större packningsrisk. En hypotes är också att skjuvningskrafterna från traktorns draghjul kraftigt bidrar till packningen.

Band eller hjul?

Man kan välja att ersätta hjulen på maskinerna med band, vilket ger anledning att undersöka krafternas fördelning. På godset Krænkerup på södra Lolland, mättes påverkan av en betupptagare i kontaktytan mellan band och jord samt mel-



Välja band eller hjul? Kontaktytan, vit linje, och tryckfördelningen i färg (kPa) för betupptagare med band (till vänster) eller hjul (till höger).



Självgående gödselspridare från Vervaet som användes i försöken. Producenten Vervaet levererar också en självgående transportvagn.

FOTO: OTTO NIELSEN, NBR

FOTO: JANNE AALBORG NIELSEN, SEGES

lan hjul och jord. Banden var av märket Westrack; 0,9 m breda samt 2,0 m långa och hjulen av dimensionen 1050/50R32 och med 1,5 bar i däcktryck. Vid mätning belastades med tio ton. Kontaktytan var dubbelt så stor under bandet, 1,27 m², som under hjulet, 0,61 m². Det maximala trycket var klart lägre under bandet (456 kPa) än under hjulet (653 kPa). Men samtidigt visade det sig att påverkan under bandet inte fördelas helt jämnt utan att belastningen när rullarna passerar blir stora och går på djupet. Slutsatsen blir, utifrån dessa data, att den verkliga påverkan av maskinen på band på 50 cm djup är cirka 95 kPa att jämföras med ungefär 150 kPa under hjulet.

Vad gör tillverkarna?

I samband med Beet Europe 2016 i Frankrike anordnade IIRB ett seminarium om jord-

packning vid betupptagning med speciellt fokus på packning under ploddjup. Programmet innehöll presentationer av forskare och experter på markfysik, representanter från olika tillverkare av betupptagare samt inlägg från däcktillverkaren Michelin. Forskarna gav först ett sammandrag av kunskapen inom området. Efteråt gav tillverkarna sin bild av hur packning på djupet bäst kan undvikas.

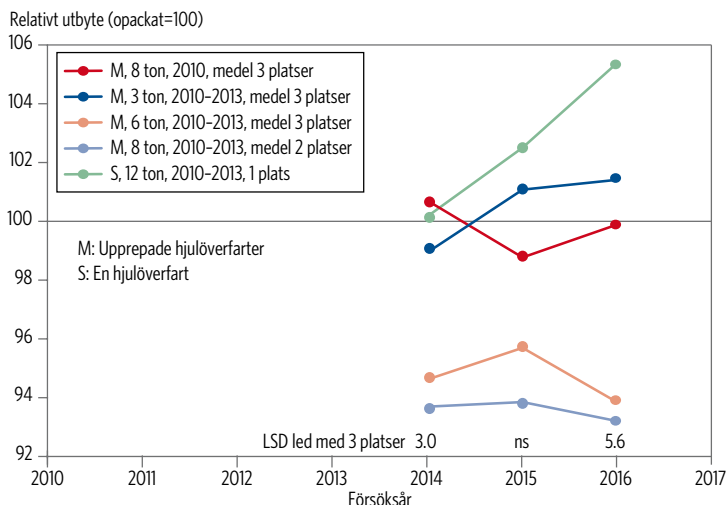
Banta vikten

Generellt försöker producenterna minska vikten på maskinerna. Holmer berättade att de lyckats reducera vikten med 17 procent. Ropa har fokuserat på att fördela vikten bättre mellan axlarna och att den maximala vikten på första, andra och tredje axeln numera kan reduceras med 8, 37 och 43 procent respektive genom att vikten

omfördelas mellan hjulen. En ytterligare fördel är att vikten kan jämnas ut mellan hjulen när maskinen körs på skrå. Ett liknande system finns på Vervaets Q-serie.

Lågtrycksdäck en lösning

Grimme erbjuder fortfarande band men uttrycker samtidigt förvåning över att kunderna väljer hjul i stället för band. Banden innebär dock en merkostnad, enligt Grimme, på motsvarande 5–10 euro per hektar. Ropa bekräftade genom att berätta att de inte längre erbjuder band på maskinerna till följd av bristande efterfrågan. Vervaet har sedan 2001 producerat 9-radiga maskiner, med eget spår till varje hjul så dubbelpassage undviks. På Q-serien kan kunden välja mellan band och hjul med finessen att däcktrycket går att justera från hytten.



Skörden påverkas av packning. Relativ skörd 3-6 år efter packning med olika hjullaster med bogserade (M) och självgående (S) gödselspridare. Notera att den självgående endast använts på en lokalitet och är därmed inte lika väldokumenterad. Den självgående är konstruerad så att hjulen inte följer varandras spår och påminner om betupptagarnas "dog-walk".

Michelin deltog också i seminariet och berättade om utvecklingen av sitt däcksortiment. Radialdäck har funnits på marknaden sedan 70-talet. De är mer elastiska än diagonaldäcken som tyvärr fortfarande sitter på många vagnar. Nyaste teknologin heter Radial VF CFO och dessa däck kännetecknas av att de tål att köras med extra lågt tryck. Enligt försök, som Michelin refererar till, kan man öka sitt skördeutbyte med fyra procent genom att byta från radialdäck med lufttryck på 1,2 bar till Radial VF med 0,7 bar.

Betorna från fältet

Producenterna är också uppmärksamma på att minimera transporten inom fältet för att få betorna till fältkanten för vidare transport till fabriken. Möjligheter som diskuteras är att transportera betorna med mindre enheter som är koppla-

de elektroniskt och styrda av en person. Radialdäck med lufttryck på 1,2 bar till Radial VF med 0,7 bar.

Holmer har beräknat att "dog walk" på deras maskin ger att endast 27 procent av fältet passerar två gånger av hjulen. En ytterligare reduktion uppnås med 9- eller 12-radiga betupptagare. På Beet Europe presenterade Holmer en 12-radig maskin som de menar kan minska antalet dubbelöverfarter till 13 procent av arealen.

Ett annat sätt att minska transporterna och hjullastarna är annars att minska raderens längd. Holmer menar att det kan göras i alla fält genom annan uppdelning. Dessutom tillför Holmer att packningsskadorna minskar vid högre hastighet, eftersom jorden påverkas under kortare tid. Försök har dock inte visat någon effekt i de hastigheter som används vid betupptagning, 4-8

km per timme. Forskarna har heller inte kunnat mäta förändrade krafter på marken från maskinerna vid olika hastigheter.

Bogserade upptagare

Grimme och Franquet är två firmor som erbjuder bogserade betupptagare. De ger en hel del spår i fältet men hjullasterna kan hållas nere och därmed minskar risken för packning på djupet. Enligt Franquet ger deras maskin en hjullast på 14,2 ton som fördelas över fyra axlar vid upptagning, samma vikt fördelas på två axlar vid vändning. Upptagaren kräver dock en traktor på minst 200 hk.

Sammanfattningsvis

- Lågt däcktryck minskar packningsrisken i matjorden
- Minska hjullasten för minskad packning av alven
- Kör under torra förhållanden, då har jorden bäst hållfasthet
- Undvik upprepede överfarter
- Testa terranimo.se
- Maskinproducenterna arbetar på lösningar för minskad markpackning.



Otto Nielsen,
NBR Nordic Beet Research



Per Schjønning,
Aarhus Universitet



Mathieu Lemandé,
Aarhus Universitet