

Odlingssystem för bättre gårdsekonomi och framtidsanpassning

– kunskap och exempel
från forskning och praktik



En handbok från KSLA:s Kommitté
för Morgondagens Odlingssystem

Innehåll

KSLA:s kommitté för Morgondagens Odlingsystem vill bidra med kunskap för utveckling – Helene Oscarsson & Stina Olofsson	3
Varje gård är unik och gör sin egen utvecklingsresa – Martin Krokstorp	5
Vi har fokuserat på fältnivån – Göran Bergkvist	7
Utvecklingen av morgondagens odlingsystem tar avstamp i våra historiska odlingsystem – Peter Sylwan	9
Den biologiska mångfalden under markytan är avgörande för odlingens framgång – Per-Åke Sahlberg	11
Grön mark så länge det går – Göran Bergkvist	13
Marken, bördigheten och klimatet – Thomas Kätterer	17
Reportage: Så tuktas en mjällera – Christian Hidén & Jens Blomquist	21
Dränering är grundläggande men eftersatt – Ingrid Wesström, SLU	25
Dränering är sjukt lönsamt, intervju med Alexander von Bothmer – Jens Blomquist	28
Framtidens jordbearbetning är optimerad – Nina Pettersson	31
Markpackning – orsaker och åtgärder – Thomas Keller & Lorena Chagas Torres, SLU	33
Malmas mellangrödor gynnar miljö, mark och mask – Jens Blomquist	35
Platsanpassning och precision, innovativa lösningar – Per Frankelius	39
Två odlingsystem testas i försök med precisionsteknik – Per Ståhl & Göran Bergqvist	43
Renkavle dämpas i deltagardrivet utvecklingsprojekt – Alexander Menegat	45
Ett levande laboratorium i Alberta – Jens Blomquist	49
Tallrik eller pinne inom sådd – Magnus Samuelsson	51
Hållbarhet och effektivitet i fokus i Kryger AB:s växtodlingsstrategi – Sture Gustavsson	54
Från 0 till 100 på 10 år – Jens Blomquist	57
Mer vall och kol i växtföljden – Peter Sylwan	61
Nytt högvärdigt protein testas på Sötåsen – Jens Blomquist	64
Arbetskostnadens förändring vid införande av nytt odlingsystem – Sebastian Remvig & Sture Gustavsson	67
Få koll på maskinekonomin – Sture Gustavsson	70
Att testa nytt – samordning och dokumentation av gårdstester – Stina Olofsson, Per Ståhl & Ulrik Lovang	73
Management eller nya maskiner – vad avgör om man lyckas? Martin Krokstorp & Stina Olofsson	77
Tips på bok och film om odlingsystem – Peter Sylwan	79
Lästips och länkar – Per-Åke Sahlberg	81

Kommittén för Morgondagens Odlingsssystem vill bidra med kunskap för utveckling

I denna skrift har vi samlat kunskap och goda exempel från lantbrukare, rådgivare och forskare, som speglar kommitténs arbete och från andra av de inspirerande människor vi stött på under arbetets gång. Förhoppningsvis kan denna skrift ge kunskap och inspiration och leda till att fler lantbrukare testar nya grödor, metoder och beräkningsätt samtidigt som de skapar bättre bördighet, lönsamhet och robusthet in sin växtodling.

Text: Helene Oscarsson, Vreta Kluster och Stina Olofsson, Jordbruksverket

Produktionen av livsmedel måste öka i takt med att världens befolkning växer, och i Sverige har vi goda förutsättningar att bidra till detta. Med hjälp av fotosyntesen lagrar jord- och skogsbruket in kol i mark och biomassa. Genom förändrade brukningsmetoder kan produktiviteten öka. Detta kan ske samtidigt som energiåtgången minskar, kol lagras in i mark och växter och en ökad biodiversitet skapas, både ovan och i marken. Sådana brukningsmetoder är under utveckling och vinner en allt större terräng i Sverige.

Syfte att samla och förmedla kunskap
KSLA:s kommitté för Morgondagens odlingsssystem har som syfte att följa utvecklingen internationellt och hos svenska lantbrukare när det gäller ett hållbart, uthålligt jordbruk idag och för framtiden. Vi ska initiera forskning och utveckling inom områden där kunskap saknas. Ambitionen är att visa hur en omställning till odlingsmetoder kan genomföras som, i större utsträckning än dagens dominerande praxis inom svenskt jordbruk, samtidigt uppfyller produktionsmålen, ger god lönsamhet, minskar klimatpåverkan, stärker den biologiska mångfalden och ökar inlagringen av kol i marken.

Kommitténs mål:

- Målet för kommittén är att ta fram anvisningar som, på gårdsnivå, hjälper lantbrukare att implementera morgondagens odlingskoncept samt hur det skapar ett ekonomiskt positivt utfall för företaget.
- Genom öppna webinarier med inbjudna forskare, praktiker, maskinutvecklare med flera diskutera och visa hur en övergång till miljösmarta och produktiva odlingsystem och metoder kan genomföras.
- Ett viktigt mål är även att föreslå hur de olika odlingsystemen kan utvärderas, både på teoretisk nivå och hos enskilda odlare.

Kommitténs ledamöter:

Sture Gustavsson, SG Management AB, ordf
Helene Oscarsson, Vreta Kluster, sekr
Göran Bergkvist, SLU
Per Frankelius, Linköpings universitet/Agtech Sweden
Christian Hidén, Forsvik Säteri
Martin Krokstorp, Krokstorps gård
Thomas Kätterer, SLU
Stina Olofsson, Greppa Näringen/Jordbruksverket
Nina Pettersson, Väderstad AB
Per-Åke Sahlberg, Tagelberg Gård
Per Ståhl, Hushållningssällskapet Östergötland
Peter Sylwan, vetenskapsjournalist Össjö
Sara Österman, KSLA





Möte med rådgivare på Vreta Kluster 2024-01-23. Från vänster nerifrån och upp: Maria Källming – Vreta Kluster, Helene Oscarsson – Vreta Kluster (MOS), Jens Blomquist – Agraria Ord & Jord, Per Ståhl – Hushållningssällskapet Östergötland (MOS), Nina Pettersson – Väderstad AB (MOS), Stina Olofsson – Jordbruksverket (MOS), Thomas Kätterer – SLU (MOS), Christian Hidén - Forsvik säteri (MOS), Lars Pettersson – MarkVäxt 05, Martin Krokstorp - Krokstorps gård (MOS), Ulrik Lovang – Lovang lantbrukskonsult, Johan Yngwe – HIR Skåne, Johan Lagerholm – Växtråd, Sture Gustavsson – SGMA (MOS). Foto: Carolina Fransson.



Studiebesök på Krokstorps gård 2023-10-30. Emil Låks, Väderstad AB, Martin Krokstorp – Krokstorps gård (MOS), Thomas Kätterer – SLU (MOS), Per Ståhl – Hushållningssällskapet Östergötland (MOS), Per-Åke Sahlberg – Tagelberg gård (MOS), Sara Österman – KSLA (MOS), Peter Sylwan – Killestorp (MOS), Håkan Schroeder – Partnerskap Alnarp, Christian Hidén – Forsvik säteri (MOS), Crister Stark – Väderstad AB, Sture Gustavsson – SGMA (MOS), Helene Oscarsson – Vreta Kluster (MOS), Jan Jönsson – Lydinge Gård, Desirée Segerslätt, SLU. Foto: Per Frankelius – Linköpings universitet, (MOS)



Besök i demon för proteinaffinaderi på SLU Alnarp 2023-10-31. Från vänster: Göran Bergkvist, SLU (MOS); Christian Hidén, Forsvik säteri (MOS); Sture Gustavsson, SGMA (MOS); Sven-Erik Svensson, SLU; Peter Sylwan, Killestorp (MOS); Per-Åke Sahlberg, Tagelberg gård (MOS); Martin Krokstorp – Krokstorps gård (MOS); Thomas Kätterer – SLU (MOS); Desirée Segerslätt, SLU; Helena Aronsson, SLU; Anna-Lovisa Nynäs, SLU; Per Ståhl, Hushållningssällskapet Östergötland (MOS); Lars Wiik, Hushållningssällskapet Skåne. Foto: Per Frankelius, Linköpings universitet, (MOS)

Varje gård är unik och gör sin egen utvecklingsresa

Varje växtodlande lantbrukare, oavsett geografisk plats eller inriktning, kan med rak rygg och gott samvete konstatera att oavsett vilket odlingsystem som han eller hon har idag, så kan det inte betecknas som morgondagens odlingsystem, inte ens för denna specifika plats. Lantbruket har alltid förändrats och utvecklats över tid, och ingenting tyder på att utvecklingen kommer att avstanna. Framtiden är alltså något annat än det som är idag. En ännu viktigare slutsats och insikt är att slutmålet inte är det viktiga och kanske inte ens går att nå. Det viktiga är istället själva resan och den fortlöpande utvecklingen längs vägen.

Text: Martin Krokstorp, Krokstorps gård

Förändrat klimat, biologisk mångfald, förekomst av ogräs och skadegörare, beredskap, tillgång på livsmedel, ny kunskap, teknisk utveckling och politiska svängningar är några exempel på faktorer som tydligt styr och kommer att styra odlingsutvecklingen framöver.

Några av de viktigaste lärdomarna drar ofta en lantbrukare när han eller hon utbyter erfarenheter med andra yrkesverksamma lantbrukare. Det gäller både likasinnade kollegor och de med oliktankande syn än vad lantbrukaren själv har. Ett annat sätt att uttrycka det är att vad den närmsta grannen gör på sin gård och med sitt jordbruk alltid bör betraktas med öppet sinne.

Kanske är det något att ta efter. Kanske är det ett dåligt exempel. Kanske är det något som båda kan ta lärdom av och utveckla vidare tillsammans. En viktig utgångspunkt är dock att varje gård bör betraktas som unik. De grundförutsättningar som en viss lantbrukare har kan skilja sig väsentligt mot grannens, bara ett par meter bort.

Växtföljd, dränering, markpackning och jordmån är bara några av de parametrar som även i framtiden kommer att styra skutan i olika riktningar. Lantbrukaren och dennes granne kommer visserligen att ha samma sjögång genom de många hav som ska passeras, men hur rustad den egna båten är för olika scenarier är ofta väldigt individuellt.



Martin Krokstorp. Foto: Per Frankelius.

Hur varje gård påverkas i framtiden varierar minst lika mycket som den förändring och utveckling som krävs för att anpassa praktiken till morgondagens verklighet. En sak som jag tror gäller generellt för framtidens odlingssystem är att det ska bearbetas så lite som möjligt, men alltid så mycket som nödvändigt. I vårt land kommer såväl plogar och kultivatorer som radrensare och direktsåmaskiner att ha sina givna platser på gårdarna även i framtiden. Inget redskap är rätt för alla. Varken idag eller imorgon. Intensiteten,

frekvensen och användningen av dessa många olika verktyg kommer dock att förändras i takt med att utvecklingen leder oss framåt. Anpassningsvilja och förändringsbenägenhet är nödvändiga egenskaper för framtidens lantbrukare.

Målet kommer alltså aldrig att kunna vara en fast punkt i horisonten, utan snarare en strävan efter vad som hela tiden finns strax bortom horisonten. Att sluta ro och dra in årorna kommer med alldeles för låg sannolikhet ta dig i rätt riktning.



Raps. Foto: Per Frankelius.

Vi har fokuserat på fältnivån

I denna skrift har vi valt att fokusera på den del av ansvaret för lösningen på hållbarhetsutmaningar som den växtodlande lantbrukaren kan hållas ansvarig för, det vill säga hur grödorna odlas ute på fälten. I den mån detta skapar en motsättning mot livsmedelssystemets hållbarhet, är det vår ambition att diskutera detta. Det är vår övertygelse att hållbarhetsfrågan behöver delas upp i hanterbara komponenter, utan att för den skull tappa siktet mot den övergripande hållbarheten.

Text: Göran Bergkvist, SLU

Jordbrukets utveckling sedan 1960-talet kännetecknas av specialisering, ökande insatser av energi och näring och en kraftigt ökande produktion. Efter andra världskriget var en stor del av världens befolkning undernärdd och med de befolkningsprognoser som gjordes befarades stora försörjningsproblem. Det finns förvisso fortfarande människor som svälter, men andelen undernärda i utvecklingsländer minskade från 35 procent 1970 till 13 procent 2015 (Ritchie *et al.* 2023), vilket måste betraktas som en stor framgång. Undernäring beror inte längre på bristande förmåga att producera mat utan har socioekonomiska förklaringar.

Utvecklingen har haft ett pris

Denna fantastiska utveckling har dock kommit med ett pris. De stora insatserna av energi, växtnäring och pesticider har bidragit till klimatförändringar, minskad biologisk mångfald, förgiftat grundvatten och många dåligt fungerande ekosystem. De specialiserade jordbruken har resulterat i minskande bördighet hos många jordar runt om i världen och stora näringsöverskott där djuren ansamlats. För Europas del sammanfaller överskotten med närheten till hamnar där foder importerats billigt från andra kontinenter. Enligt beräkningar använder jordbruket mycket mer fosfor och kväve än vad biosfären långsiktigt tål (Richardson *et al.* 2023). Många av problemen drabbar i första hand de kollektiva nyttorna där ingen enskild person har ägarskap och det saknas därför incitament för enskilda att komma till rätta med problemen. Politiken har inte klarat att ta ansvar för utvecklingen, mycket beroende på att de länder som har haft den liberalaste lagstiftningen, har kunnat producera mat billigast.

Olika odlingskoncept har utvecklats

Olika koncept för hållbarhet har utvecklats genom åren, för att adressera de hållbarhetsproblem som det specialiserade jordbruket har fört med sig, till exempel biodynamiskt, ekologiskt, bevarande-, regenerativt och agroekologiskt jordbruk. Den teoretiska bakgrunden till de olika koncepten har skiftat över tiden, men alla har haft det

gemensamt att de bygger på tanken om att skapa ett jordbruk som ska vara livskraftigt för framtida generationer och som har mindre negativ påverkan på de omgivande ekosystemen. Ofta bygger framgången för dessa koncept på att det finns en ökad betalningsvilja för produkterna och jag kan inte hitta något exempel på där de inte bygger på odlingskoncept som historiskt sett har visat sig ha olika hållbarhetsfördelar.

Fokus på mindre beroende av jordbearbetning och pesticider

Det som kännetecknar vår rapport är att vi söker lösningar som gör oss mindre beroende av jordbearbetning och pesticider, eftersom vi uppfattar behovet av dessa som indikatorer på att vi bryter mot naturens egna principer för hur ekosystem fungerar.

Vi hänvisar ofta till minimerad jordbearbetning hellre än till reducerad, eftersom den reducerade ofta inte skiljer sig på ett avgörande sätt mot ett traditionellt plöjningsjordbruk. Den reducerade jordbearbetningen är lika beroende av insatsmedel och markens struktur byggs till stor del med hjälp av extern energiinsats, framför allt i form av reaktivt kväve, och till mindre del med hjälp av naturens egna processer. Minimerad jordbearbetning underlättas av stor variation av grödor i växtföljden, som gör det möjligt att i högre grad förlita sig på ekosystemtjänster som ersättning för pesticider (Bommarco 2024). Med minimerad jordbearbetning avser vi sådan bearbetning som måste göras för att utsädet ska placeras på lämplig plats eller för att rötterna ska förmå växa mot djupet på ett tillfredsställande sätt.

Alla övriga nämnda odlingskoncept för hållbart jordbruk utom bevarandjordbruk har en bredare ansats än bara vad som händer på fältnivån. Det är naturligtvis centralt för hela hållbarhetsdiskussionen att livsmedelsproduktionens beroende insatsmedel som orsakar utmaningar för biosfären och mänskligheten finner sin lösning, att de bästa jordarnas bördighet inte minskar, att jordbruksmark inte omvandlas till städer och öknar, samt att tillgången på mat fördelas tillräckligt lika mellan jordmedborgare.

Med Bevarandjordbruk (Conservation Agriculture) menas ett sätt att odla som har fokus på att bevara och förbättra jordhälsan, minska erosion och bevara vatten på åkern. Tre grundprinciper är minimerad jordbearbetning, permanent marktäcke med växande grödor eller växtraster och en mångsidig växtföljd.

Regenerativt jordbruk har många definitioner, men de flesta innebär att se lantbruket mer som en helhet med fokus på förbättrad jordhälsa, ökad biologisk mångfald och att stärka ekosystemets funktioner. Förbättringen ska ske genom integrering av djurhållning och växtodling, speciella betesstrategier och liknande odlingsmetoder som i bevarandjordbruket.

Referenser

- Bommarco R. 2024. Ecological redesign of crop ecosystems for reliable crop protection. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 44, 51. <https://doi.org/10.1007/s13593-024-00987-z>
- Richardson K. et al. 2023. Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Sci. Adv.* 9, eadh2458(2023). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Ritchie H, Rosado P, and Roser M. (2023). Hunger and Undernourishment. Published online at OurWorldinData.org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/hunger-and-undernourishment> [Online Resource]



Rådgivare Per Ståhl, Hushållningssällskapet Östergötland, och Petter Ström, lantbrukare, på väg ut i fält för att bedöma markstrukturen. Foto: Helene Oscarsson

Utvecklingen av morgondagens odlingsystem tar avstamp i våra historiska odlingsystem

Jordbrukets odlingsystem har jämfört med alla andra näringar unika förutsättningar att bli långsiktigt hållbara. I grunden är jordbruket utvecklat ur naturliga soldrivna ekologiska system som varit hållbara i årmiljoner. Rimligen borde ett hållbart odlat ekosystem, ett jordbruk, då också kunna uppvisa samma grundläggande egenskaper som gör naturliga ekosystem hållbara över tid.

Text: Peter Sylwan

Det innebär exempelvis att fältet inte förlorar mer jord och mer näring till omgivande ekosystem än vad omgivningen kan assimilera, att den biologiska mångfalden på och i jorden är stor och funktionell och att bruksmetoderna garanterar stabilt och/eller över tiden ökande innehåll av organiskt kol. Vägen och verktygen för att nå de här egenskaperna kommer att variera från jordbruk till jordbruk och från område till område.

1800-talets odlingsystem inte heller hållbart

Vid förra sekelskiftet, det vill säga i slutet av 1800-talet, levde fyra av fem miljoner svenskar på landet.

Dåtidens odlingsystem bestod av ca 400 000 gårdar som på ett eller annat sätt brukade 20 miljoner hektar mark, eller nästan halva Sveriges totala landyta, och hade ändå svårt att försörja hela

befolkningen, trots att en miljon svenskar redan emigrerat till Amerika.

Nu är vi dubbelt så många invånare i Sverige, 10 miljoner, och vårt odlingsystem drivs av färre än 60 000 jordbruk och den brukade arealen har krympt till under 3 miljoner hektar. På 15 miljoner hektar som tidigare var betade utmarker har skogen tätat och på cirka 2 miljoner hektar nedlagd åker- och betesmark växer det nu kolslukande täta skogar. Antalet nötkreatur har sedan dess minskat med mer än en miljon djur. Men nu är skördarna ändå stora nog att föda 2,5 gånger Sveriges befolkning, eller 25 miljoner människor, om vi hade kunnat livnära oss på enbart bröd, gröt, potatis och andra rotfrukter. Att vi trots det importerar 50 procent av allt vi äter har mer med marknaden än marken att göra.

Sett i det här perspektivet var våra gamla för-



1800-talets odlingsystem var inte heller hållbart. Dåtidens odlingsystem bestod av ca 400 000 gårdar som på ett eller annat sätt brukade 20 miljoner hektar mark – eller nästan halva Sveriges totala landyta och hade ändå svårt att försörja hela befolkningen, trots att en miljon svenskar redan emigrerat till Amerika.

”Trälar under penningen” av Eero Järnefelt (1893)/Statens museum for kunst, Danmark. Public domain.

industriella odlingssystem, med sina låga skördar, svedjade marker, betade skogar, utarmade jordar och stora mängd idisslare inga hållbara odlingssystem i jämförelse med vår tids odlingssystem som kunnat lämna tillbaka miljontals hektar mark till andra och mer kolslukande och klimatsmarta ekosystem (skogen) än de agrara.

Jordbrukets ökade produktivitet möjliggjorde industriella revolutionen

På lite mer än fyra generationer bönder har antalet gårdar krympt från 400 000 till färre än 60 000, arealerna har minskat från 20 miljoner hektar mark till mindre än 3 miljoner hektar och ändå ökat grödornas avkastning från att knappt räckta till 5 miljoner människor till att nu kunna föda 25 miljoner vegetarianer. Utan den här utvecklingen av odlingssystemen och skogs-/jordbrukarsamhället hade det inte funnits något industrisamhälle. Det var jordbruket som levererade både arbetskraft, kapital, råvaror och livsmedel till växande städer och industrier.

Fortsatt utveckling krävs

Trots det – oavsett om vi ser vår tids odlingssystem i lokal eller global skala, är våra odlingssystem inte heller hållbara, oavsett om vi kallar dem konventionella, ekologiska, regenerativa eller bevarande (Conservation Agriculture). Ett hållbart odlingssystem måste kunna leverera allt större resurser till en värld med allt större behov utan att använda fossil energi och med allt lägre insatser, miljö- och klimatbelastning.

2050, om bara 25 år, förväntas efterfrågan av livsmedel på världsmarknaden ha stigit med mer än 50 procent – till det kommer starkt stigande efterfrågan på bioenergi och bioråvaror. WRI¹ beräknar att med nuvarande metoder och tendenser skulle enbart efterfrågan på mat kräva nya nästan

600 miljoner hektar ny åkermark – en yta nästan dubbel så stor som hela Indien – mer än 10 gånger större än hela Sveriges landyta! Jord som inte finns. Redan nu använder vi hela 38 procent av jordens yta till att odla föda, foder, fiber och ”fuel”. Varje år degraderas och förlorar vi dessutom 10 miljoner hektar jordbruksmark. 2050 kan jorden ha förlorat bortåt 20 procent av den nuvarande åkermarken.

Vi behöver producera mer med mindre resurser

Vårt jordbruk har dessutom bokstavligt talat köpt sin framgång till priset av att den bioenergi och växtnäring som tidigare skapades och/eller återvanns inom odlingssystemet nu ersatts av inköpt fossil energi och importerad fosfor från gruvor med begränsade globala förråd. Det är i sig inte långsiktigt hållbart – lika ohållbart är det läckage av både näringsämnen och växthusgaser som är kopplade till dagens jordbruksmetoder.

Förlusten av biologisk mångfald både på och i jorden och kostnaden för de kemiska medel som orsakar förlusten, står också på minussidan i hållbarhetskalkylen tillsammans med den kanske största minusposten av alla – kolet i markens mull och den därmed långsiktiga förlusten av markens bördighet. Den sammantagna förlusten av organiskt kol i jordens brukade jordar under 12 000 år kan vara så stor som 130 miljarder ton eller cirka 20 procent av atmosfärens hela innehåll av kol.²

Ur dessa bokstavligt talat existentiella rävsaxar finns egentligen bara en väg, att lyckas producera mer med mindre. Större skördar på mindre areal med hjälp av mindre insatser av ändliga resurser och göra det just tack vare effektivare metoder och med mindre förlust av biologisk mångfald, näring och jord med mindre miljö- och klimatpåverkan. Framtidens odlingssystem måste och kan förvandla dagens förluster till morgondagens förtjänster.



På 15 miljoner hektar som tidigare var betade utmarker har skogen tätnat och på cirka 2 miljoner hektar nedlagd åker- och betesmark växer det nu kolslukande täta skogar. Foto: Ylva Nordin.

1. Creating a sustainable Food Future. World Resource Institute Report Dec 2018.

2. Jonathan Sanderman m.fl. *Soil carbon debt of 12,000 years of human land use*. PNAS. Vol. 115, nr. 7, 2018.

Den biologiska mångfalden under markytan är avgörande för odlingens framgång

Jordar rankas bland de mest biologiskt mångfaldiga livsmiljöerna på jorden. Medan vi ofta fokuserar på biologisk mångfald ovan jord, är den biologiska mångfalden i matjorden häpnadsväckande i jämförelse: en tesked jord innehåller fler mikroorganismer än det finns människor på jorden.

Text: Per-Åke Sahlberg, Tagelberg gård

Våra odlingssystem ställs nu inför stora utmaningar och krav på att minska sina klimatavtryck samtidigt som produktiviteten skall öka för att tillgodose det växande behovet av mat och samtidigt ge bonden en acceptabel och långsiktig god ekonomi. För att klara detta krävs att vi vågar tänka nytt, ta vara på bortglömd och söka fördjupad och ny kunskap om biologins och kemins lagar och hur ekosystemen i våra odlingsjordar fungerar.

EU-kommissionen skriver i sitt förslag till ny Jordhälsolag:

1. Mark är en viktig, begränsad resurs och anses vara icke-förnybar och oersättlig för människor i en tidsskala som är avgörande för ekonomin, miljön och samhället.
2. Friska jordar som är i gott kemiskt, biologiskt och fysikaliskt tillstånd utmärks av att de kan ge ekosystemtjänster som är livsviktiga för människor och miljön, såsom tillräcklig mängd av säker och näringsrik mat och annan biomassa, rent vatten, näringsämnen som cirkulerar i. Vetenskapliga belägg¹ visar att omkring 60–70 procent av marken i EU för närvarande har dålig markhälsa.”

Vi behöver gynna markens mikroliv

En ökad biologisk mångfald i marken har en rad positiva konsekvenser – miljömässiga, sociala och ekonomiska. Det kan förbättra motståndskraften mot den ökande sannolikheten för torka och översvämningar i samband med ett förändrat klimat. Det kan öka markens förmåga att fånga och lagra kol. Det kan minska behovet av mineralgödsel, växtskyddsmedel och bevattning. Och det kan med stor sannolikhet förbättra kvaliteten och näringsinnehållet i maten vi äter.

Systemtänkande behövs

Utveckling av morgondagens odlingssystem kräver ett systemtänkande där de olika odlingsåtgärderna är sammankopplade och beroende av varandra och att de anpassas till varandra så att hela systemet optimeras. Det finns flera faktorer att beakta i denna utveckling:

- Vi måste lämna jordförstörande tunga redskap och etablera bruknings- och såningstekniker som inte stör markens mikroliv och packar jorden utan i stället bygger upp markstrukturen och den vattenhållande förmågan.
- Växtföljderna anpassas så att de samspelar med mellangrödor för att få till inte bara maximala skördar utan också ge en större mängd rötter som går ner på olika djup i markprofilen för att penetrera och skapa porer och som gynnar dagmaskar. Genom växternas samspel med sina olika rotextrakt löser de upp mineralerna i marken för att frigöra näringsämnen samtidigt som de genom sin alleopati försvårar för konkurrerande ogräs.
- Ökad mullhalt och förbättrad biologisk mångfald både ovan och i marken gynnar det goda mikrolivet så att behovet av både svamp- och insektsmedel kan minska samtidigt som en god växtföljd och alltid grön mark försvårar för ogräs så att behovet av herbicider kan minska. Kvarvarande växtrester och stubb gynnar nyttoinsekter, svampar och bakterier som bekämpar skadegörare.
- ”Integrated Pest Management”- system och strategier behöver utvecklas för att minska bekämpning och bevara nyttiga insekter, svampar och parasiter
- Förbättrat mikroliv, mera dagmaskar och ökad biologisk massa i marken ger som resultat ökad mull- och kolinnehåll.
- God markstruktur med ökad mullhalt och ett aktivt mikroliv ger större genomsläpplighet vid riklig nederbörd och magasineras och levererar vatten vid torkperioder.

1. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX:52023PC0416>

- Såmaskinen behöver utan föregående bearbetning och oavsett kvarvarande växtrester i ytan kunna placera fröet i god mull med rätt fuktighet och på sådant djup och avstånd mellan fröna att groningen och tillväxt optimeras. Samtidigt behöver också en startgiva av gödning placeras på rätt nivå i förhållande till fröet.
- Växtnäringstillförseln anpassas efter växtens både platsspecifika och tidsmässiga behov genom en utvecklad strategi efter både prognostiserat och uppmätt aktuellt behov i växten och baserat på vad marken kan leverera kom-

pletterat med tillförd växtnäring. Gödselmedel tillförs i takt med växtens utveckling med hjälp av GPS-teknik och N-sensor för att gynna optimal tillväxt och minska förlusterna av växtnäring och växthusgaser.

Samarbete mellan jordbrukare, forskare, beslutsfattare och samhället i stort kommer att vara avgörande för att uppnå den nödvändiga balansen mellan livsmedelsproduktion och skydd och återställande av Europas biologiska mångfald, både under och ovan markytan.



En tesked jord innehåller fler mikroorganismer än det finns människor på jorden. Foto: USDA NRCS, Public domain.

Grön mark så länge det går

Många av de hållbarhetsproblem som jordbruket står inför orsakas av beroendet av stora mängder insatsmedel. Genom att marken hålls grön så stor del av året som möjligt kan naturen själv ersätta mycket av det arbete som lantbrukarna annars skulle göra med hjälp av maskiner, bekämpningsmedel och mineralgödsel.

Text: Göran Bergkvist. SLU

När billiga kemiska bekämpnings- och mineralgödselmedel under efterkrigstiden gjorde lantbrukarna mindre beroende av växtföljder och stallgödsel för att klara växtnäingsförsörjning, ogräs och skadegörare, inleddes en specialisering av jordbruket.

Jordbrukets beroende av insatsmedel

Denna specialisering har medfört att det i många områden i stort sett uteslutande odlas ettåriga grödor. Detta går på kort sikt bra så länge det finns fungerande bekämpningsmedel och att förlorad växtnäring kan ersättas till rimligt pris. Nu ökar dock resistensproblematiken och det kommer få nya medel. Dessutom gör miljö- och hälsoproblem kopplade till bekämpningsmedel att de förbjuds (Zhou *et al.* 2025). Frekvent jordbearbetning leder till erosion, tillverkningen av kvävegödselmedel orsakar utsläpp av växthusgaser och höga koncentrationer av växtnäring i markvätskan orsakar lustgasavgång och övergödning av sjöar och hav (Gallardo 2024).

Slut växtföljderna med vallar och servicegrödor

Många av insatsmedlens hållbarhetsproblem kan minskas genom att sluta växtföljderna med fleråriga vallar (Martin *et al.* 2020). Dessa bygger markbördighet, gynnar inte ensidigt ett fåtal aggressiva ogräsarter och skadegörare, samt kan kopplas med djur eller biogasreaktorer och bidra till växtnäingscirkulation. Ett annat sätt att sluta växtföljderna är att odla servicegrödor, dvs grödor som inte skördas utan odlas för att understödja odlingssystemen, till exempel genom att konkurrera med ogräs eller gynna naturliga fiender till skadegörare. Begrepp kopplade till servicegrödor definieras på många sätt. De brukar kallas fånggrödor om huvudsälet att odla dem är att fånga upp växtnäring som annars skulle ha lakats ur jorden, täckgrödor när de odlas för att konkurrera med ogräs och skydda marken mot regndroppar som slår sönder markstrukturen och orsakar erosion eller grüngödselingsgrödor när de är tänkta att fixera kväve från luften för att gödsla



Mellangröda. Foto: Per Frankelius.

efterföljande grödor. Servicegrödorna kan också benämnas efter hur man odlar dem. De kallas ofta mellangrödor när de har sin huvudsakliga tillväxt mellan två huvudgrödor, kompanjongrödor eller relägrödor när de sås tillsammans med eller sås in i en huvudgröda, eller bottengröda om de växer i botten av huvudgrödans bestånd. En sådan bottengröda kan vara flerårig för att säkerställa att marken är täckt hela året, samt för att dra nytta av att fleråriga grödor har annan tillväxtrytm än ettåriga grödor och bygger mer biomassa under jord, dvs bidrar mer till markbördighet. Begreppet servicegrödor kan användas för att täcka in alla syften och sätt att odla dem på.

Egennyttiga och samhällsnytta

Odlingen av vallar och servicegrödor kan både vara relevant ur ett samhällsperspektiv och för den enskilde brukaren (Martin *et al.* 2020; Aronsson *et al.* 2023). När samhällsnyttorna dominerar är det rimligt att odlingen kopplas till ett stöd. Det gäller till exempel nyttan av minskad miljöpåverkan av jordbruk eller kolbindning från atmosfären till jord. Stöd är speciellt befogat när odlingen riskerar att uppföröka skadegörare till de grödor som ingår i den ordinarie växtföljden. Odlingen måste dock följa definitioner och anvisningar från myndigheterna för att berättiga till stöd. Oftast har lantbrukaren nytta av odlingen, till exempel som foder och biogassubstrat, minskad användning av kostsamma bekämpnings- och gödselmedel, minskat behov av körning med traktor och redskap, förbättring av jordens egenskaper och för därmed arvet till framtida generationer.

Insådd av vidare servicegrödor

Vid insådd av servicegrödor används, med fördel, arter med längre livscykel än de ettåriga grödorna, som vit- och rödklöver och fleråriga gräsarter, eftersom sådana arter prioriterar underjordisk tillväxt mer än snabbväxande ettåriga arter och blir därför sämre konkurrenter om ljus (Aronsson *et al.* 2012; Gardarin *et al.* 2022). De insådda servicegrödorna finns på plats och kan börja växa redan innan huvudgrödan skördas. Detta är speciellt viktigt i regioner där huvudgrödans odling upptar så stor del av vegetationsperioden att det är svårt att hinna med en eftersådd servicegröda. Insådden sker med fördel på våren. Höstinsådd i höstsäd innebär att många gräsarter skjuter strå samtidigt som höstsäden och därför konkurrerar mycket med huvudgrödan, medan många örter vinteröverlevand riskerar att bli dålig (Aronsson *et al.* 2012).

De insådda baljväxternas tillväxt regleras huvudsakligen med kvävegödslingen, eftersom kvävegödsling ökar beskuggningen av baljväxten som då inte har nytta av sin konkurrensfördel att kunna fixera kväve från luften. Den optimala kvävegivan till en gröda som är insådd med en

blandning av gräs och klöver påverkas därför om hänsyn tas till skillnaden i gödslingseffekt på efterföljande gröda Bergkvist *et al.* (2011). Användningen av gräs som insådd mellangröda begränsas av risken att gräsen ska spridas som ogräs och att många upplever att de inte har en tydlig omedelbar nytta. Användningen av baljväxter och andra örter begränsas av att de försvårar användningen av herbicider och risken för uppförökning av olika sjukdomar och skadegörare.

Insådda ettåriga arter kan också bidra med olika slags tjänster, till exempel gynnade en blandning av olika klöverarter pollinerande insekter och en minskning av rotätande nematoder och ogräs i en undersökning av Boetzl *et al.* (2023). Ettåriga arter som sås in tillsammans med höstraps och sedan fryser bort under vintern har visat sig minska angrepp av skadeinsekter, men i varierande grad beroende på skadegörare och ingående arter (Emery *et al.* 2021).

Eftersådd servicegrödor

Många arter som växer snabbt och tar upp mycket kväve under hösten lämpar sig bäst att så strax före eller omedelbart efter skörd av föregående gröda (Aronsson *et al.* 2023). Exempel på snabbväxande arter är oljerättika, honungsört och spannmål. Det kan vara attraktivt att blanda arter för att var och en ska bidra med det den är bäst på och för att öka sannolikheten att den art som fungerar bäst ett givet år finns med.

Fleråriga bottengrödor

Baljväxter kan leva kvar som bottengrödor i höst-vete-, höstrapsodling under flera år, vilket visades av Bergkvist (2003). Det systemet fungerade genom att konkurrensen från vitklövern begränsades av en lätt jordbearbetning före sådd av höstgrödan och en herbicidbehandling, samt genom att klövern släpper mycket kväve under vintern. Höstvetet behövde tillföras en mindre dos kväve i samband med stråskjutning för fullgod skörd. Trots att systemet fungerade var intresset litet hos lantbrukare och rådgivare, varför systemet inte fortsatte att utvecklas. Nu finns bättre teknik och mer intresse för denna typ av system, vilket kan leda till en utveckling de kommande åren.



Närbild, mellangröda. Foto: Martin Krokstorp.

Källor:

- Aronsson H, Bergkvist G, Ernfors M, Kätterer T, Bolinder M, Svensson S-E, Hansson D & Prade, T. 2023. Mellangrödor i växtföljden – för kolinlagring och effektivt kväveutnyttjande. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Ekohydrologi 179, 75 sidor.
- Aronsson, H., Bergkvist, G., Stenberg, M. & Wallenhammar, A-C. 2012. Gröda mellan grödorna – samlad kunskap om fånggrödor. Jordbruksverket – rapport 2012:21, 57 sidor.
- Bergkvist et al. (2011). (Bergkvist 2003)
- Boetzl, F. A., Douhan Sundahl, A., Friberg, H., Viketoft, M., Bergkvist, G., & Lundin, O. (2023). Undersowing oats with clovers supports pollinators and suppresses arable weeds without reducing yields. *Journal of Applied Ecology* 60, 614–623 <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14361>
- Emery SE, Anderson P, Carlsson G, Friberg H, Larsson MC, Wallenhammar A-C, Lundin O. 2021. The potential of intercropping for multifunctional crop protection in oilseed rape. *Frontiers in Agronomy* 3. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.782686>
- Gallardo RK (2024), The Environmental Impacts of Agriculture: A Review. *International Review of Environmental and Resource Economics* 18, 165–235. <http://dx.doi.org/10.1561/101.00000166>
- Gardarin A, Celette F, Naudin C. et al. 2022. Intercropping with service crops provides multiple services in temperate arable systems: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 42, 39. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00771-x>
- Martin G, Durand JL, Duru M. et al. 2020. Role of ley pastures in tomorrow's cropping systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 40, 17. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00620-9>
- Zhou W, Li M, Achal V. 2025. A comprehensive review on environmental and human health impacts of chemical pesticide usage. *Emerging Contaminants* 11, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2024.100410>.



Grön mark så länge det går. Foto: Peter Sylwan.

Marken, bördigheten och klimatet

Stora och komplexa utmaningar som klimatförändringar, livsmedelssäkerhet, förlust av biologisk mångfald och utarmning av naturresurser är förenade med varandra. Marken har en viktig roll i lösningar på dessa utmaningar och forskning visar på potentialen av odlingsåtgärder för att förbättra markhälsan, öka skördarna och använda våra naturresurser mer effektivt.

Text: Thomas Kätterer, SLU

Unga, bördiga jordar, god tillgång på vatten och ett lågt tryck av skadegörare skapar goda förutsättningar för jordbruket i Sverige. Pågående klimatförändringar kan leda till längre torrperioder och översvämningar, men en längre växtsäsong kan också öppna upp för nya grödor och ökad produktivitet. Är marken i ett gott skick så är man rustad för framtiden.

Viktiga faktorer för bördighet

Fungerande dränering, låg markpackning, och lagom hög PK-status, pH och mullhalt är grundpelarna för hög produktivitet och låg negativ miljö- och klimatpåverkan. Dränering är en stor investering som dock ofta blir lönsam på sikt. Även om packningen i matjorden kan reduceras med dubbelmontage och lägre däcktryck, så ökar den med axeltrycket i alven. Markens PK-status och pH kan justeras med gödsling och kalkning.

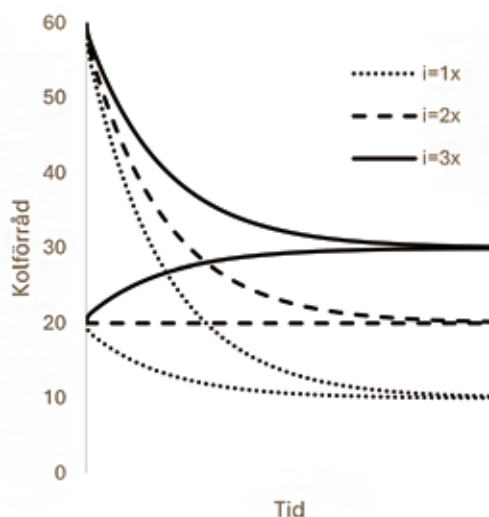
Att höja mullhalten är dock ett långsiktigt projekt. På nationell nivå i Sverige finns det ett negativt samband mellan mullhalt och skörd (Kirchmann *et al.*, 2020). Detta är dock inte något kausalt samband eftersom jordar med högre mullhalt också är surare, vilket påverkar skörden negativt. Det behövs därför långliggande försök där mullhalten har förändrats i olika försöksled på samma plats för att studera detta. I ett försök som initierades 1956 visade sig skördarna öka med 9 procent för varje procentenhets ökning av mullhalten (Kätterer & Bolinder, 2024). En stor del av mullens positiva effekt på skörden kunde tillskrivas den förbättrade markstrukturen som bland annat ökade markens vattenhållande förmåga. Mullens strukturella effekt på marken kan inte kompenseras med ökad växtnäringstillförsel. Visserligen kan inte mullhalten förändras nämnvärt på kort sikt, men odlingsåtgärderna som höjer mullhalten på lång sikt har i regel en positiv effekt på markstrukturen även på kort sikt (förfrukteffekt). Rötter, rotutsöndringar och associerade svampar, exempelvis efter en vall, håller ihop jordaggregaten och gör dem mera motståndskraftiga mot regndropparnas förstörande kraft, ökar infiltrationen och minskar erosionen. Markorganismerna som lever av växtresterna stimuleras och

utsöndrar organiska substanser som hjälper till att klistra ihop markpartiklarna. Detta leder till en bättre såbädd, minskad risk för skorpbildning och bioporerna som har skapats av rötter och daggmaskar förbättrar rotutvecklingen i efterföljande gröda.

Markens mull- och kolbalans

Kolinlagring i mark anses vara en billigare klimatåtgärd än att minska utsläppen av fossilt kol. I genomsnitt består mull av 58 % kol. När man lagrar in kol så lagrar man också in växtnäring, cirka 80 kg kväve, 20 kg fosfor och 14 kg svavel för varje ton kol. Detta glöms ofta bort när man diskuterar kolinlagring.

Genom fotosyntesen tar växterna upp koldioxid och bygger in kolet i biomassan. En del av det kolet återförs till marken som ovanjordiska växtrester, rötter och rotutsöndringar direkt på växtplatsen. En del av den skördade biomassan återförs som organisk gödsel efter att den har passerat



Figur 1. Ingångsvärdet av kolförrådet, som beror på fältets historik, påverkar hur det sedan utvecklas över tid. Detta visas för två fiktiva jordar med olika ingångsnivåer och tre olika tillförsel (i) av biomassa. Bara i jorden med lågt ingångsvärde och vid störst tillförsel ($3x$) ökar kolmängden i marken. Men kolinlagringen ökar i båda jordarna när tillförsel av biomassa ökar, dvs. tillförseln dämpar den sjunkande trenden. Båda jordarna når så småningom samma jämviktsläge där tillförseln av kol är lika stor som mineraliseringen. Källa: Kätterer & Bolinder, 2022.

genom djur eller människor och ibland ytterligare behandlingsprocesser såsom rötning, kompostering eller förkolning. Mullen bildas av rester från växter och markorganismer under nedbrytningsprocessen. Hur länge det tillförda kolet stannar i marken beror framför allt på markegenskaper och klimat. När tillförseln av kol är större än förlusterna så ökar markens kolförråd. Samma mängd kol tillförd till två jordar med låg respektive hög initial kolhalt kan till och med innebära att den första lagrar in kol och den andra förlorar kol.

Markens odlingshistoria är därför avgörande om en åtgärd som leder till högre koltillförsel resulterar i en nettoinlagring av kol eller om det bara dämpar minskningen av kolförrådet. Även om åtgärden i det senare fallet inte leder till kolinlagring i absoluta tal, så har den ändå en positiv inverkan på klimatet eftersom nettoförlusten av kol blir mindre jämfört med om åtgärden inte hade utförts. Om man slutar med en kolinlagrande åtgärd och återgår till ursprunglig skötsel så minskar kollagret med tiden till ursprunglig nivå. Om åtgärden permanentas kommer inlagringstakten att minska över tid. Marken har då nått ett högre kolinnehåll än tidigare men ökar inte ytterligare (Figur 1, f g sida).



Mellan-/bottengröda. Foto: Peter Sylwan.

Kolinlagring pågår i svenska mineraljordar

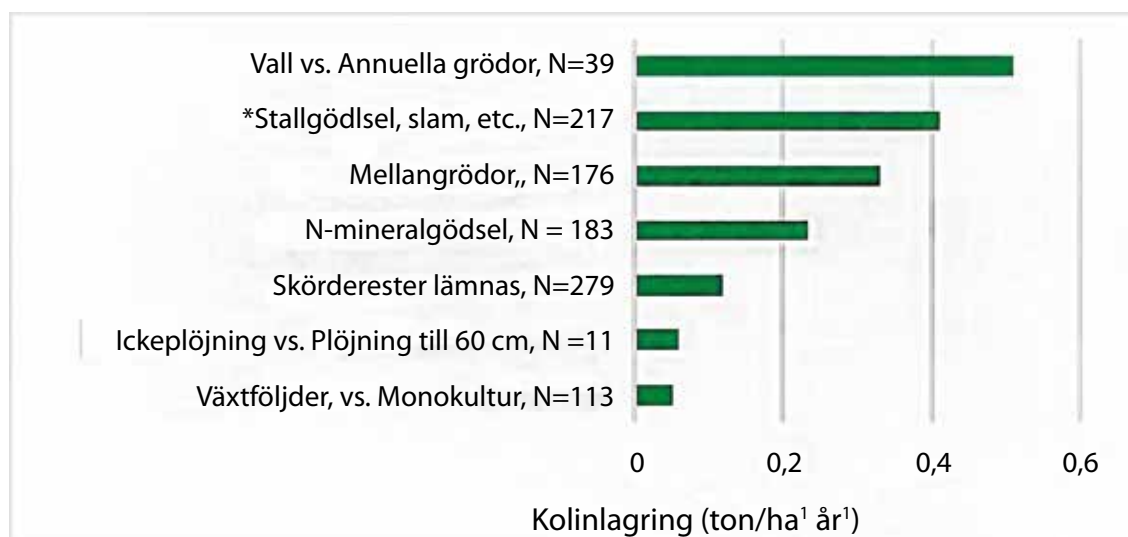
Det visar data från den återkommande nationella Mark- och Grödoinventeringen, där man på cirka 2000 fält tar prover vart tionde år (Poehlau *et al.*, 2015; Henryson *et al.* 2022). Kolutsläppet från mulljordarna är dock större än inlagringen i mineraljordar, trots att dessa utgör bara några få procent av åkermarksarealen.

Kolinlagring är kostsam att verifiera

Matjorden (ner till 25 cm djup) i en svensk åker innehåller i medeltal drygt 80 ton kol per hektar. Eftersom de årliga förändringarna i kolförrådet är förhållandevis små så tar det lång tid tills förändringarna blir mätbara. Därför behövs det långliggande fältförsök eller återkommande markinventeringar. På grund av stor rumslig variationen är det svårt att verifiera effekten av en åtgärd på kolinlagring inom ett fält eller en gård. Om exempelvis vall jämfört med stråsäd ökar kolförrådet i matjorden med 0,5 ton/ha/år så tar det 20 år tills det har ökat med 10 ton. Detta motsvarar ungefär den förändring som minst krävs för att den ska bli mätbar i fält med vanlig markkartering, dvs. ett prov per hektar.

Odlingsåtgärder för kolinlagring

Det är välkänt vilka åtgärder som gynnar kolinlagringen (Figur 2). I en syntes av studier från långliggande fältförsök kvantifierades inverkan av olika odlingsystem och åtgärder på kolinlagring. Störst positiv inverkan hade perenna (t.ex. vall) i stället för ettåriga grödor. Tillförsel av organisk gödsel är också en viktig åtgärd för kolbalansen men den positiva effekten på fält- eller gårdsnivå kan inte skalas upp till regional eller nationell nivå eftersom tillgången på stallgödsel är begränsad och tillgänglig gödsel redan tillförs jordarna i Sverige. En höjning av stallgödselgivan på ett fält innebär därför en



Figur 2: Effekten av växtföljder och odlingsåtgärder på kolinlagring. N står för antal långliggande försök. Källa: Kätterer & Bolinder, 2022

minskning av givan på ett annat fält om antalet djur inte ökar.

Mellangrödor är ett sätt att hålla marken grön och tillföra extra kol. Gödsling med mineralkväve höjer också tillförseln av kol till marken eftersom växternas infångning av koldioxid stimuleras. Som tumregel kan man säga att varje kilo kväve höjer kolförrådet med 1 kg kol

(Kätterer *et al.*, 2012). Odling med reducerad jordbearbetning resulterar i en omfördelning av kol i markprofilen, dvs. högre kolhalter i den översta delen av matjorden och lägre halter längre ner i profilen. Nettoeffekten på hela kolförrådet blir ofta liten, men reducerade bearbetning har andra fördelar såsom minskad erosion och bränsleförbrukning.



Mellan-/bottengröda. Foto: Peter Sylwan.

Källor:

- Henryson K., Meurer K.H.E., Bolinder M.A., Kätterer T., Tidåker P. 2022. Higher carbon sequestration on Swedish dairy farms compared with other farm types as revealed by national soil inventories. *Carbon Management* 13:266-278. <https://doi.org/10.1080/17583004.2022.2074315>
- Kätterer T. & Bolinder M.A. 2022. Agriculture practices to improve soil carbon storage in upland soil. Chapter 15 in: Rumpel C. (Ed.) *Understanding and fostering soil carbon sequestration*. Burleigh Dodds Scientific Publishing, pp.453-488. https://bdspublishing.com/_webedit/uploaded-files/All%20Files/Open%20Access/9781801463119.pdf
- Kätterer, T., Bolinder M.A. 2024. Response of maize yield to changes in soil organic matter in a Swedish long-term experiment. *European Journal of Soil Science* 75(2):e13482. <https://doi.org/10.1111/ejss.13482>
- Kätterer T., Bolinder M.A., Berglund K., Kirchmann H. 2012. Strategies for carbon sequestration in agricultural soils in northern Europe. *Acta Agr. Scand. Section A*. 62: 181-198.
- Kirchmann H., Börjesson G., Bolinder M.A., Kätterer T., Djodjic F. 2020. Soil properties currently limiting crop yields in Swedish agriculture—An analysis of 90 yield survey districts and 10 long-term field experiments. *European Journal of Agronomy* 120:126132. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126132>.
- Poeplau C., Bolinder M.A., Eriksson J., Lundblad M., Kätterer T. 2015. Positive trends in organic carbon storage in Swedish agricultural soils due to unexpected socio-economic drivers. *Biogeosciences* 12: 3241-3251.



Foto: Brett Jordan/Unsplash.

Så tuktas en mjällera

Christian Hidén testar sig fram för att höja mullhalten i markytan och därmed motverka skorpa på sina mjäliga lättleror på Värmlandsnäs.

Text och foto: Jens Blomquist, Agraria Ord & Jord

Det krävs handlag och fingertoppskänsla för att hantera och bearbeta en mjällig lättlera. Det vet Christian Hidén som under många decennier har tampats med den naturgivna jordart som inlandsisen lämnade efter sig på Forsviks säteri på Värmlandsnäs.

Skarp skorpa efter regn

Grunden till knepigheten är texturen och jordarnas höga innehåll av mjåla – en kornstorlek vars kapillära egenskaper ger många fördelar när det gäller att suga upp vatten från alven till matjord och såbädd. Det gör att vattenbrist sällan blir något problem. Men samtidigt gör mjålan att jordarten drabbas av hårda och skarpa skorpor om det regnar efter sådd.

– Kommer det en regnskur på ett nysått fält kan man cykla på åkern utan att avtrycket av cykeldäcken ens syns, beskriver Christian situationen som han varit med om många gånger.

Det kräver koll på väderprognoserna och tajming i insatserna. Precision i fältarbetet helt enkelt.

– Tajming är det bästa precisionsverktyget vi har, säger Christian och citerar en lantbrukande vän.

Nyfikenhet som drivkraft

Under många år efter att Christian tog över driften 1998 var plöjning höst och vår den allenarådande grundbearbetningen. Men en kombination av drivkrafter gjorde att Christian tänkte om för drygt 10-talet år sedan och drogs åt reducerad bearbetning. Motivet var att öka mullhalten i markytan och därmed minska risken för skorpa.

Det handlade emellertid också om ekonomi och en lockelse i att köra mindre på fälten för att förbättra det ekonomiska nettot. En annan drivkraft var hänsyn till just livet i marken.

– Jag gillar tanken att bearbeta jorden så lite som möjligt. Det gör ont i mig när man sätter plögen i en mark som inte har vänts på länge. Och så fanns ren nyfikenhet som ytterligare en drivmotor. Nyfikenheten omformulerar Christian pregnant.

– Det måste vara roligt. Jag gillar att testa och få en lite mer stimulerande växtodling!



Högt innehåll av mjåla ger lättlerorna på Forsviks säteri kapillära egenskaper som försörjer grödorna med vatten, men utan jordbearbetning kan de samtidigt bli täta och kalla.

Framgång och bakslag

Just stimulerande blev det när Christian och hans anställda successivt provade den plogfria odlingens gränser för att öka mängden växtrester på marken som erosionskydd, och för att få upp mullhalten i markytan.

– Det var lärorikt, sammanfattar han.

Därefter togs steget från att bearbeta lite mindre till inte alls år 2017 när Christian investerade i en direktsåmaskin. Såbillen skapade en rits i den kalla och kapillära jorden som täcktes av skörderester. På utsädesplaceringen fanns inget att klaga, men kring utsädet fanns ofta ingen omslutande finjord eftersom ingen bearbetning gjordes före sådd. Ibland blev testen framgångar, men lika ofta bakslag.

Smalt såfönster vidgas

Därför har Christian nu backat bandet några steg. Två steg fram och ett tillbaka. Direktsåmaskinen körs inte längre på de värmländska mjällerna på Forsvik utan på uppländska styva leror där familjen Hidén också driver lantbruk. I stället samsas plog och plogfri bearbetning på Forsvik, men direktsådd har också fortfarande en plats och sker då med en Rapid. Mixen tilltalar Christian som har landat i slutsatsen att även en mjällig lättlera ofta kan behöva någon form av bearbetning.

– Vi har ett smalt såfönster där jorden går från fuktig till hård och torkar ifrån oss. Det blir extra tydligt vid direktsådd.

Ett motmedel blir då att vidga såfönstret genom att inför vårsådd rota lite i marken redan på hösten så att vinterns frostsprängningar kan skapa finjord av grövre aggregat. Då alstras ett avdunstningsskydd kring utsädet. Inför höstsådd är grundreceptet nu en grund bearbetning med Carrier följt av glyfosat och därefter sådd. Det är en kompromiss för att både etablera med tillräcklig säkerhet och ändå få med sig fördelarna av växtrester i markytan.

Mull med genväg

Att få markytan så rik på mull att han helt kan motverka skorpa tror inte Christian är inom räckhåll bara genom kvarlämnade skörderester. Det tar lång tid. I stället tar han genvägar genom att tillföra biomull som är en restprodukt från pappersindustrin. Den bredds på i tjocka lager på de delar av gården som är extra mullfattiga och kräver speciell omsorg. Då går det snabbare att få upp mullhalterna.

Varierar vändtegen

Snabbt går det också att rätta till sönderkörda vändtegar genom att variera var man lägger dem. På Forsvik fanns tidigare slaktsvin. Gödseln var bra för bördigheten, men flytgödselkörningarna var inte alltid skonsamma för vändtegar. Nu vänder Christians anställda efter avslutade långa drag på en zon fyra såmaskinsbredder längre in från fältkanten. Därmed flyttas vändtegen längre in.

- Tidigare stod det ofta vatten på vändtegar, men genom att förflytta vändtegen slipper vi det nu, avslutar Christian Hidén.



Regn efter sådd leder ofta till skorpa på den mjälliga lättleran hos Christian Hidén.





Våren 2025 drabbades vårvetet av skorpa. Då stack Christian snabbt ut med Crosskillervält utrustad med skorpstål för att bryta skorpan. Till vänster den skorprbrutna delen och till höger delen av fältet som lämnades orörd som påminnelse om vikten av att agera resolut. Foto: Simon Pettersson.



Både plog och plogfritt samsas på Forsvik. Till vänster höstkorn efter plöjning och harvning och till höger efter en överfart med Carrier. Christian Hidén tror inte att plöjningens extrakostnad på en 1000-lapp per hektar betalar sig i någon högre skörd av höstkorn.



Mycket flytgödselkörning gjorde att det förr stod vatten på vändtegarna, men genom att vända längre in på fältet efter fullbordade långa drag undviker Christian att snurra runt på de känsliga fältkanterna. Nu växer det lika bra överallt.



Det direktsådda höstvetet var ett skott från höften, men utsädet landade på markytan eller i kontakt med förra årets halm. Därför satte Christian in en efterföljande grund överfart med Carrier som räddade etableringen.



Foto: Ylva Nordin.

Dränering är grundläggande men eftersatt

Utan dränering fungerar inte åkermarken som odlingsplats. Men dräneringen av den svenska åkermarken är eftersatt, i synnerhet i förhållande till pågående klimatförändringar. Ett nytt fältförsök visar vägen för dränering som en lönsam miljöinsats.

Text: Ingrid Wesström, SLU

Ur ett produktionsperspektiv har cirka 2,0 miljoner av dagens ca 2,6 miljoner hektar åkermark i Sverige en tillfredsställande dränering. På denna mark fungerar dräneringen oavsett om det beror på täckdikning, behovsdränering eller naturlig dränering. Cirka 1,2 miljoner hektar åkermark är idag systemtäckdikade, varav 55 procent har täckdikats de senaste 50 åren. Om man antar att ett täckdikessystem håller i 50 till 100 år finns det ett behov av ny- och omtäckdikning på cirka 500 000 hektar. Det motsvarar ca 20 procent av den totala arealen åkermark.

Takten måste öka

Det finns alltså ett stort behov att öka investeringen i dränering. En undersökning utförd av Jordbruksverket 2022 visade att den totala arealen som täckdikades under år 2021 var cirka 4 700 hektar. Det motsvarar mindre än hälften av det årliga behovet på cirka 10 000 hektar ny- och omdränering. Den årliga takten på täckdikning behöver därför öka två till tre gånger till en kostnad av cirka 1 miljard kronor per år. Detta behöver pågå under cirka 25 år för att täcka behovet av klimatanpassning. Enligt en uppskattning gjord av LRF 2023 skulle den beräknade sammanlagda investeringskostnaden bli cirka 25 miljarder kronor. För att öka investeringstakten finns sedan år 2014 stöd till täckdikning att söka inom landsbygdsprogrammet. I nuvarande landsbygdsprogram (år 2023–2027) är stödnivån för täckdikning cirka hälften av stödberättigande utgifter för inköpt material och arbete.

Klimatförändringar påskyndar behov

Dräneringsbehoven blir ännu mer påtagliga mot bakgrund av pågående och framtida klimatförändringar med ökande temperatur, nederbörsmängder och vegetationsperiod. Nederbördsmonstren förändras med fler intensiva nederbördstillfällen och längre perioder med torka. Sambanden mellan förändringar i nederbörd och fördelningen av nederbörden mellan avrinning, markvattenhalt och evapotranspiration undersöktes

i fem avrinningsområden som domineras av jordbruksmark i Halland, Skåne och Östergötland.¹

Resultaten visade att den totala månadsnederbörden ökade och var ofta sammankopplad med en ökning av dygnsnederbörden. Den ökade intensiteten i nederbörden under odlingssäsongen ledde till ökad avrinning, speciellt under mitten av odlingssäsongen (maj–augusti). Sammantaget visade studien att den förväntade ökningen i säsongsnederbörd i södra Sverige inte skulle leda till en högre markvattenhalt, utan i stället till en större belastning på huvudavvattningssystemen.²

Nytt dräneringsförsök i Västmanland

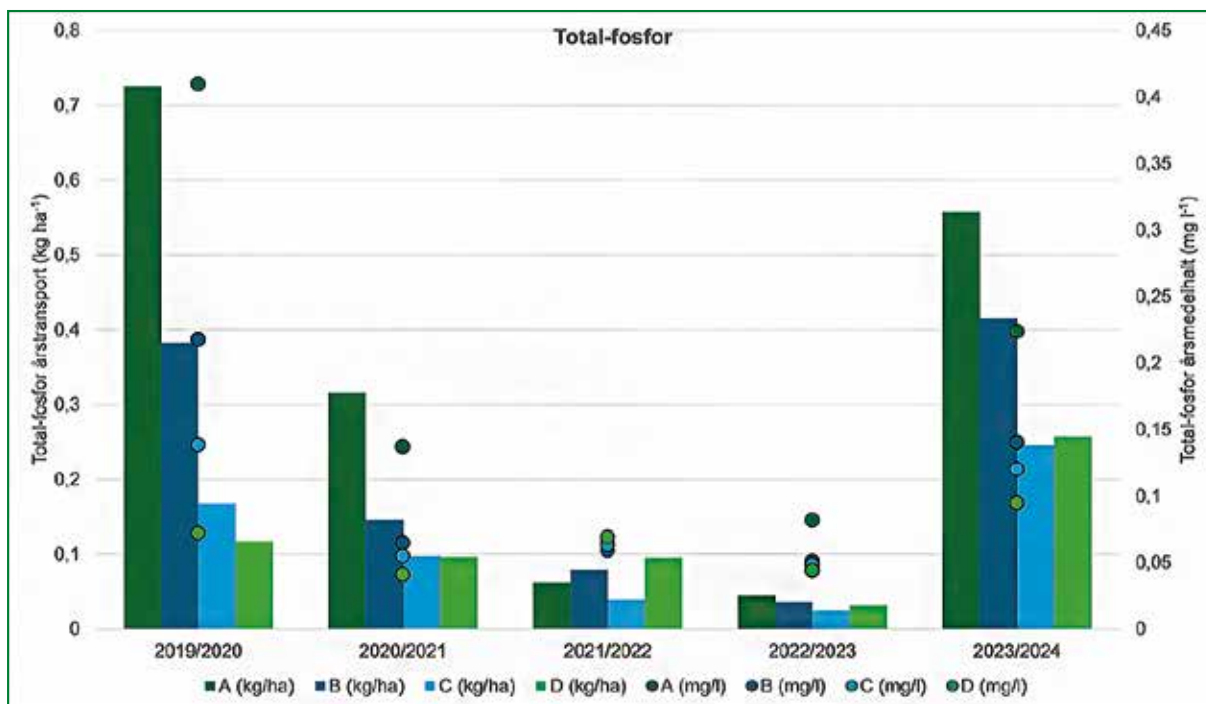
En förbättrad strategi för dränering av åkermarken är således viktig för att minska effekterna av klimatförändringarna med frekventare skyfall och torrperioder och för att nå hårt ställda miljömål gällande övergödning. För att enskilda lantbrukare verkligen ska vara beredda att göra de investeringar och arbetsinsatser som en förbättrad dränering innebär är det nödvändigt att visa tillräckligt positiva resultat från strategiska försök. I ett pågående projekt är syftet därför att ta fram underlag för rekommendationer vid ny- och omdränering och att utreda hur en förbättrad dränering med eller utan kalkfilter påverkar fosfor- och kväveläckaget från åkermark samt skörd.

Lägre P-förluster med kalk

Inom projektet görs sådana mätningar i ett fältförsök utanför Sala i Västmanlands län. Jordarten på försöksplatsen är en mullrik mellanlera. I försöket ingår fyra behandlingar i tre upprepningar med olika dikesavstånd med och utan kalkinblandning i täckdikessåterfyllnaden.

Resultat från fem försöksår visar att fosforutlakning kan minska vid omdränering, men att det finns risk för ökad kväveutlakning (se figur). Skördeökningar på 3 till 20 % uppmättes två av fem år. Resultaten tyder på att omdränering av gamla täckdikessystem är en lönsam åtgärd för lantbruket under år när väderleken ställer höga krav på ett fungerande dräneringssystem.

Omdränering minskade P-förlusterna



Dräneringsförsöket utanför Sala visar att omdränering kan minska P-utlakningen avsevärt samtidigt som det finns risk att N-utlakningen kan öka. Figuren visar årstransporter (staplar) och årsmedelhalter (punkter) av Total-fosfor från dräneringsförsöket i Västmanland under de agrohydrologiska åren (1 juli – 30 juni) 2019/2020 till 2023/2024. Behandlingarna är:

A. 100 år gamla tegelrör med 10 m dikesavstånd

B. ny dräneringsslang med 10 m dikesavstånd med grusfilter

C. ny dräneringsslang med 5 m dikesavstånd med grusfilter

D. ny dräneringsslang med 10 m dikesavstånd med grusfilter och kalkinblandning i täckdikesåterfyllnaden.



Kalkinblandning i täckdikesåterfyllnaden är ett sätt att minska risken för fosforförluster, och är också ett av leden i dräneringsförsöket utanför Sala. Foto: Jens Blomquist



Behovet av ny- och omdränering i Sverige ligger kring 10 000 hektar per år, men bara ca hälften av det behovet åtgärdas. Dräneringsskulden ökar därmed och dräneringstakten behöver dubblas. Foto: Jens Blomquist.

Dränering är en hörnsten i växtodlingen

Slutsatser

Årlig täckdikning – behöver öka 2–3 gånger till en kostnad av cirka 1 miljard kronor per år.
Dagens täckdikessystem – klarar att leda bort överskottsvatten även i ett framtida klimat.
Ökad avrinning – ställer högre krav på huvudavrättning och dess underhåll i framtiden.
Nytt dräneringsförsök – pekar på lönsamhet och minskade P-förluster.

Syfte

För att marken ska fungera som växtplats måste 5 till 10 % av porvolymen vara luftfylld. Målet med dränering är därför att avlägsna överskott av vatten för att skapa gynnsam fördelning mellan vatten och luft, och för att förlänga växtperioden. Med dränering minskar mängden vatten som lagras på eller i marken genom att sänka grundvattennivån. Minskningen beror på markens textur (markens vattenhållande förmåga ökar med ökande lerinnehåll) och struktur samt på dräneringens läggningsdjup. Mängden vatten som kan lagras i marken minskar med ökande dräneringsdjup.

Fördelar

En väl fungerande dränering har positiv effekt på markens fysik, biologi och kemi. De markfysikaliska effekterna är relaterade till markstruktur. En bra markstruktur ökar andelen större porer, genomsläpplighet och rottillväxt samt ökar utbytet av luft mellan mark och atmosfär. På våren kan torrare mark leda till en ökad bärighet för maskiner och därmed förlänga perioden för jordbearbetning och sådd. Det förlänger växtperioden och möjligheten till högre skörd. En bra dränering ökar också möjligheten för en god etablering och övervintring av höstsådda grödor och fleråriga vallar. En bra dränering är också viktig för att undvika markpackning vid skörd.

Grusson, Y., Wesström, I., Svedberg, E., Joel, A. 2021.

Influence of climate change on water partitioning in agricultural watersheds: Examples from Sweden. *Agricultural Water Management* 249.

<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106766>

Wesström, I., Joel, A. 2020. Dimensionering av detaljavrättning. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Jordbruksverkets publikation OVR558.



”Dränering är sjukt lönsamt”

För Alexander von Bothmer är grundförbättringar i marken och en fungerande dränering självklarerheter och grundstenar i växtodlingen.

Text och foto: Jens Blomquist, Agraria Ord & Jord

Tillsammans med sin far Dag bedriver Alexander von Bothmer växtodling inom företaget Agroelit. År 2025 tröskades ca 540 arrenderade hektar i Sörmland och Västmanland.

Krävde grundförbättring

Det senaste tillskottet var Kullinge på 400 hektar utanför Köping. Gården ägs av Uppsala Akademiförvaltning och kom in i Agroelits drift 2022.

Då var åkrarna ”inte direkt i topptrim” som Alexander sammanfattar läget med en diplomatisk omskrivning.

– Brunnarna var inte rensade, så det stod jord ett par centimeter under locken när vi synade gården.

De anade därmed vad de gav sig in på, men gården var i ännu sämre skick än vad de faktiskt hade förväntat sig. Grundförbättring krävdes alltså med avseende på rensning, dränering, kantdiken och kalkning.

Snabbt lyft från missväxt

Behoven är alltså stora, men dessa matchas av Alexanders energi.

– Jag är ingen vän av uttrycket: det går inte!

Motsatsen – att det visst går – är Alexander i gång med att bevisa, och när 2025 var till ända hade drygt 60 hektar på Kullinge fått ny eller förbättrad dränering under 3-årsperioden 2023–2025. Dräneringsbehoven kvalar in på en gråskala

mellan ytterligheterna ”akut” och ”kan vänta”. I den första gruppen ”akut” fanns det under det första odlingsåret 2022 skiften som inte gick att odla på grund av vattenmättnad. Där systemtäckdikades 2023 och 2025 växte väletablerad höstvetete på fältet som avkastade 9,5 ton per hektar. Alexander har alltid varit förundrad över vilken effekt dränering har.

– Man kan gå från missväxt till 9,5 ton per hektar genom att avvattna, och med en årlig kostnad på bara någon 1000-lapp. Dränering är sjukt lönsamt!

Underdimensionerad stamledning

På ett annat skifte gick bara delvis att så höstvetete när regnet obarmhärtigt hamrade ner hösten 2023. Av fältets 14 hektar fick 2 hektar lämnas osådda för att det inte gick att ta sig fram med såmaskinen. Där grävde Alexander fram stamledningen våren 2024. De gamla tegelrören i grenledningarna var fullständigt igensatta. Alexander har en förklaring.

– Stamledningen var underdimensionerad och blev en flaskhals.

Därför har det stått stillastående vatten i grenledningarna som inte tömts. Då har lerpartiklarna sedimenterat i grenledningarna och tegelrören korkat igen med tiden. Det gäller att dimensionera rätt.



Undermålig dränering drabbar ofta höstgrödor mer än vårgödor. Höstrapsen avkastade 3 ton/ha på fältet som helhet, men fläckarna där höstrapsen utvintrade drog ner snittet. Där dräneringen fungerade och höstrapsen trivdes visade tröskans skördemätare uppåt 4 ton/ha.



Stamledningen var underdimensionerad och därför blev lervällingen stående i grenledningarna. Där sedimenterade de fina lerpartiklarna och blockerade till slut flödet i tegelrören.

Delar på kostnaden

Den arrenderade arealen har ökat kraftigt i Sverige och utgör idag ca 45 procent av den brukade arealen. Utan intresset att investera i egen mark kan dränering bli satt på undantag. Fler korttidsarrenden och skötselavtal gör situationen än mer tillspetsad när tidshorisonten krymper ytterligare.

Uppsala Akademiförvaltning tänker däremot långt in i framtiden och är positiva till dräneringsaktiviteterna på Kullinge. Det innebär att

kostnaderna delas mellan jordägaren och arrendatorn. På varje krona som Akademiförvaltningen investerar i dränering betalar Alexander en fastställd ränta som läggs på arrendet under kommande arrendeperioder.

Egen täckdikningsplog

Efterhand som Alexander vänt Kullinges utveckling från nedgång till uppgång har han successivt blivit mer fordrande.

– Ju mer man dikar och kalkar och ser nyttan, desto mer kräsen blir man och vill förbättra även det som är hyggligt bra så att det blir ännu bättre.

Så i takt med att ribban höjts skaffade Alexander 2025 en egen täckdikningsplog av ett kanadensiskt märke. Drivkraften bakom investeringen var kostnaden och tajmingen.

– Med egen täckdikningsplog kan vi dränera för 20–21 tusen per hektar utan grus, men med full betalning för eget arbete.

Ett annat skäl var tajmingen i en situation när det är både dyrt och svårt att få tag på duktiga täckdikningsentreprenörer.

– Nu kan vi få det gjort när vi själva vill, säger Alexander.

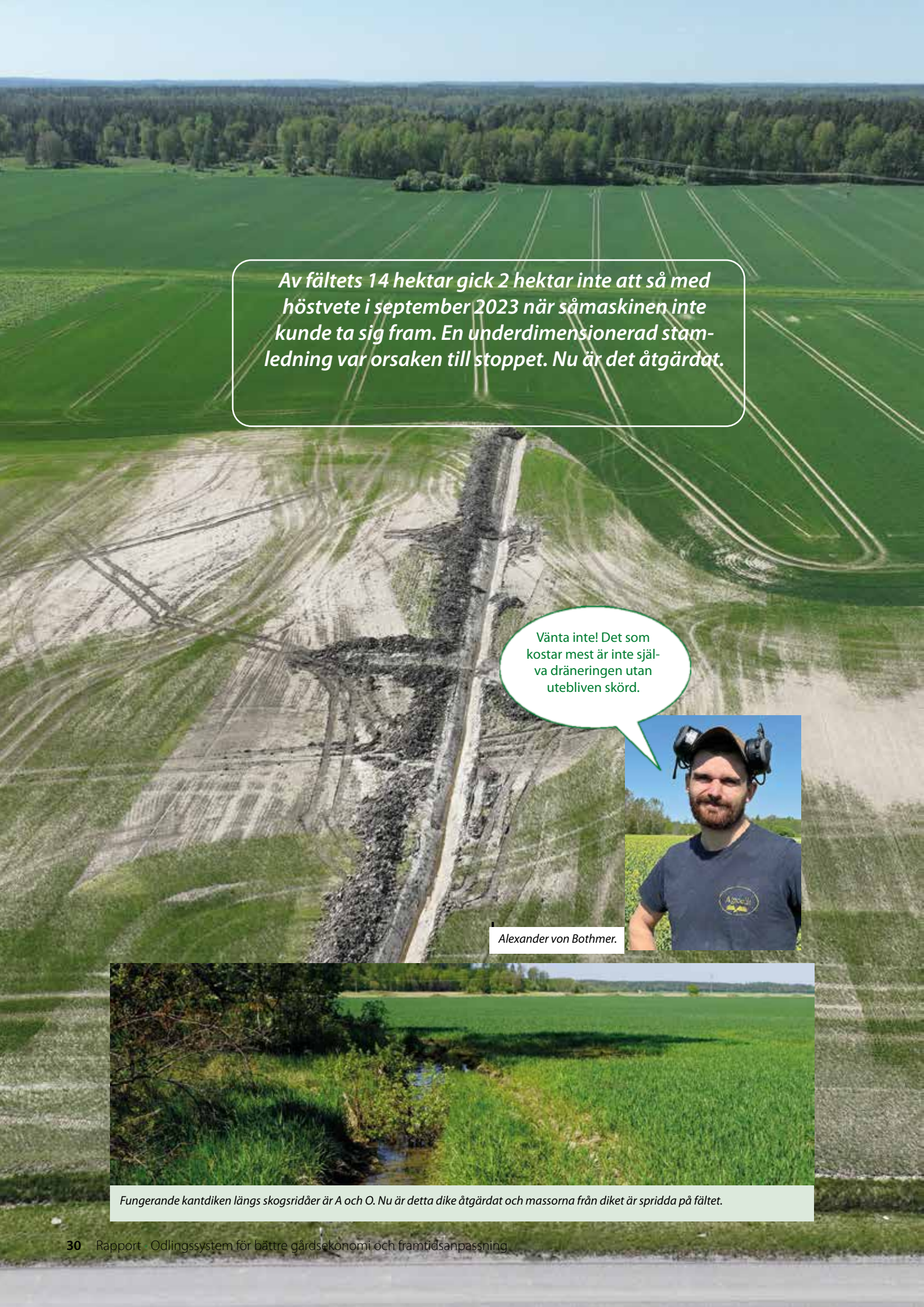
Vänta inte

Rådet till den som funderar på om det är dags att dränera är kort.

– Vänta inte!


Med det menar Alexander att varje år med nedsatt skörd är ett förlorat år. Fotona från Kullinge talar ett tydligt språk med höstraps som utvintrat och höstvetet som aldrig kunde sås.

– Det som kostar mest är inte själva dräneringen utan utebliven skörd, tillägger Alexander.




Av fältets 14 hektar gick 2 hektar inte att så med höstvetete i september 2023 när såmaskinen inte kunde ta sig fram. En underdimensionerad stamledning var orsaken till stoppet. Nu är det åtgärdat.

Vänta inte! Det som kostar mest är inte själva dräneringen utan utebliven skörd.



Alexander von Bothmer.



Fungerande kantdiken längs skogsridåer är A och O. Nu är detta dike åtgärdat och massorna från diket är spridda på fältet.

Framtidens jordbearbetning är optimerad

Idag finns möjligheten att bearbeta med precision där bearbetningsdjup kan justeras från hytten, antingen manuellt eller efter en styrfil i traktorns GPS. Precis som man länge kunnat variera användningen av mängden utsäde och gödning på kombisåmaskiner kan man nu tillämpa samma tänkande för jordbearbetning.

Text: Nina Pettersson, Väderstad AB

Här finns stora vinster att göra, genom att bara bearbeta så mycket som krävs beroende på förhållande och syfte med bearbetningen. Bland fördelarna kan nämnas lägre energiförbrukning, förbättrad jordhälsa samt möjligheten att öka kapaciteten och minska slitage på slitdelar. Dessutom möjliggör det en bra övergång till autonomi och uppkopplade traktorer i framtiden.

Lägre energiförbrukning på fält med varierande jordart

De flesta fält har varierande jordförhållanden. På mer tungbearbetade jordar är det ofta utmanande att skapa goda förutsättningar för en jämn såbädd, medan mer lättbearbetade jordar kan ha en tendens att bli för kompakta. Detta kan leda till ett ökat behov av mer intensiv jordbearbetning. Oftast bearbetas alla jordarter på ett fält på samma sätt. Genom att anpassa jordbearbetningen efter rådande jordförhållanden, jordart eller andra parametrar såsom fukt, öppnas möjligheter att spara energi, utan att skörden påverkas.

Jorden är lantbrukets mest värdefulla tillgång

Jord ska inte bearbetas vare sig för mycket eller för lite. Genom att anpassa jordbearbetningen efter de faktiska behoven säkerställs att jorden störs så lite som möjligt. Detta leder till en minimal negativ påverkan vid jordbearbetning, som till exempel koldioxidutsläpp, avdunstning av värdefull fukt och risk för jorderosion. För den långsiktiga kolinlagringen är en anpassad jordbearbetning med precision avgörande.

På många fält kan det förekomma en viss markpackning. Problemet är att packningen inte är jämnt fördelad. Ofta är den belägen på vändtegar och i sprutspår. Om bearbetningsintensiteten ökas endast i områden där det föreligger problem kan resten av fältet bearbetas med lägre bränsleförbrukning.

Bättre hantering av växtrester

Mycket växtrester leder ofta till att arbetsdjupet behöver ökas för att hantera växtresterna på ett

bra sätt. Med anpassning av arbetsdjupet efter en skördekartan möjliggörs förutsättningar för en bättre kommande etablering och jämnare gröda. Före och efter kultivatoren finns det några enkla delar att titta på för att bedöma resultatet.

1. Halmfördelning

Bredden på tröskornas skärbord ökar konstant. Bredare skärbord medför oftast en utmaning i halmfördelningen om halmen hackas. Känsligheten ökar för vind och fukt så titta över fördelningen av skörderesterna. En ökad bredd eller konisk form på spetsens överdel den sk ledskenan ökar fördelningsförmågan ytterligare.

2. Halminblandning

En jämn halmfördelning ger en jämn halminblandning. Vill man åstadkomma en långlivad, växttillgänglig mull gäller det att blanda in halmen lagom djupt. Hamnar skörderesterna ytligt omsätts de alltför snabbt. Hamnar de å andra sidan för djupt, kommer de inte till nytta för rötterna utan kan snarare bli ett hinder eftersom de inte bryts ned snabbt nog under förhållanden med syrebrist. Forskning visar att en medeldjup inarbetning är bäst för en optimal humusbildning.

3. Aggregatstorlek

Det enklaste att bedöma är mängden finjord i relation till grövre kokor. Grovt bruk orsakar lägre grobarhet och är samtidigt lokala förtätningar som hindrar rötter att nå näringen. En absolut majoritet av jordvolymen ska vara finfördelad.

Reglerad återpackning

Genom att anpassa återpackningstrycket efter arbetsdjup, jordart eller fukt kan grödan ges bästa möjliga förutsättningar för en jämn groning och uppkomst.

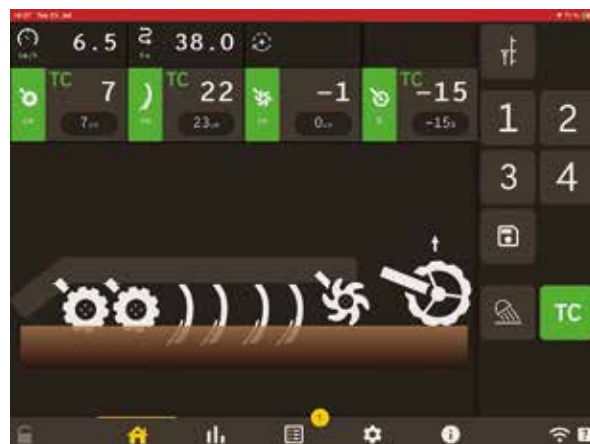
Fortsatt utveckling

I utvecklingen av precisionsbearbetning samarbetar Väderstad med traktortillverkaren Valtra i en

fältstudie om anpassning av bearbetningsintensiteten till variationer i fältet. Väderstads kultivator TopDown med E-Services används i studien, där kultivatorns inställning anpassas till fältets egenskaper med jordartskartan som stöd.

I samarbetsprojektet i norra Danmark genomför Väderstad och Valtra en fältstudie för att ytterligare flytta fram gränserna för "intelligent bearbetning". I försöket testas olika inställningar av TopDowns arbetszoner under olika markförhållanden. Det innebär att arbetsdjupet

för tallrikar, pinnar, utjämnare samt trycket på packaren justeras för varje försöksyta. Försöksytorna representerar olika jordtyper, för att möjliggöra en verifiering av vilken inställning som är optimal för vilka fältförhållanden. Syftet med denna fältstudie är att fastställa de optimala inställningarna för kultivatorns arbetszoner för att maximera avkastningen. På så sätt kan man öka förståelsen för hur olika bearbetningsdjup och packningsnivåer påverkar grödans uppkomst i olika jordtyper.



Väderstads kultivator TopDown med E-services används i en studie där kultivatorns inställning anpassas till fältets egenskaper med jordartskartan som stöd. I försöket testas olika inställningar av TopDowns arbetszoner under olika markförhållanden.
Bilder: Väderstad AB.

Markpackning – orsaker och åtgärder

Markpackning uppstår när belastningen från maskiner överstiger markens hållfasthet. Markpackning har en negativ inverkan på växtproduktion, vattenreglering, markens gasutbyte med atmosfären och markorganismernas livsmiljö. Eftersom återhämtningen av markstrukturen efter kompaktering är en mycket långsam process bör markpackning undvikas.

Text: Thomas Keller & Lorena Chagas Torres, SLU

Marken kan vara kompakt på grund av naturliga (till exempel dåligt sorterad jord) eller antropogena orsaker (till exempel packning orsakad av fordon). Här fokuserar vi på det senare fallet.

Markpackning: när trycket i marken överstiger markens hållfasthet

Markpackning uppstår när den mekaniska belastningen, dvs. trycket i marken, överstiger markens hållfasthet. Trycket i marken är främst en funktion av maskinegenskaper (hjulast, däck- eller bandegenskaper, ringtryck), medan hållfastheten främst beror på markens fuktighet.

Trycket i marken minskar med djupet. En tumregel är att trycket i matjorden är relaterat till ringtrycket, medan trycket i alven främst är en funktion av hjullasten (fig. 1). Följaktligen är alvpackning främst förknippad med tunga jordbruksmaskiner. Maskinutvecklingen under de senaste decennierna har resulterat i en stadig trend mot större och tyngre maskiner. Till exempel har hjullasten på framaxeln på en fullastad skörde-tröska ökat från cirka 2 ton på 1960-talet till mer än 10 ton idag. En annan orsak till alvpackning är konventionell plöjning, där traktorns ena sida är i fåran och utsätter alven för höga tryck (fig. 2).

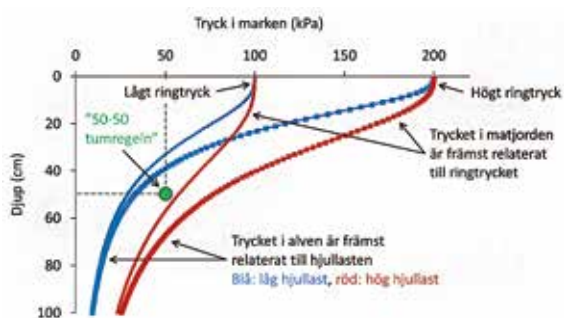
Markens hållfasthet, dvs. jordens förmåga att motstå en viss belastning, varierar mellan olika jordarter och styrs i hög grad av markfuktighe-

ten. En torr mark har högre bärighet än en blöt mark. Hållfastheten hos lerjordar varierar starkt med fuktigheten, en blöt lera är svag och formbar medan en torr lerjord är hård och hållfast. Hållfastheten varierar inte lika mycket med fuktigheten i lättare jordar.

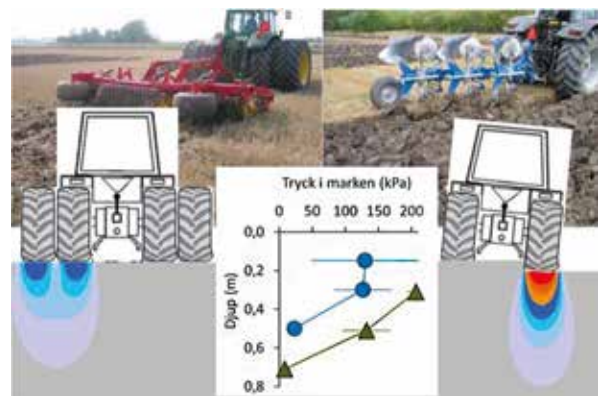
Alvpackning är långvarig

En viktig fråga är hur bestående markpackningen är, eller omvänt, hur lång tid det tar för marken att återhämta sig efter att den packats till. Kostnaderna för markpackning ackumuleras över tid, från det att kompakteringen sker till dess att marken återhämtat sig. Flera studier visar att den naturliga återhämtningen är mycket långsam och att återhämtningstiden ökar med markens djup. Studier i Sverige och Finland har till exempel dokumenterat effekter av alvpackning flera decennier efter kompaktering (fig. 3).

Återhämtningen av markpackning kan påskyndas genom målinriktad alvluckring följt av några års ”skonsam” odling (till exempel extensiv vall eller specifika ”återhämtningsblandningar” där gräs- och baljväxter ingår-). Resultaten av alvluckring varierar dock, och framgången beror på om marken är tillräckligt torr under alvluckringen för att den ska kunna spricka upp och på om återpackning undviks. Dessutom kräver alvluckring stora mängder energi och är dyr. Djuprotande



Figur 1. Schematisk illustration av hur trycket i marken utbreder sig för en låg (blå) och en hög (röd) hjullast för två olika ringtryck (lågt och högt). En tumregel säger att trycket på 50 cm djup inte ska överstiga 50 kPa för att undvika markpackning.



Figur 2. Illustration av tryck i marken vid reducerad bearbetning (vänster) och vid plöjning i fåran (högre). I mitten visas uppmätta tryck vid plöjning i fåran (bruna trianglar) och vid on-land plöjning (blå cirklar) (data från Keller m.fl., 2012).

grödor kan också användas för att förbättra alvens struktur. Rötterna kan skapa porer när de tränger in i marken och därmed förbättra det vertikala vatten- och gasutbytet, men luckrar inte alven eftersom de måste trycka jorden åt sidan när de skapar nya porer.

Att hantera markpackning

Med tanke på de negativa konsekvenserna och att markpackningen är långvarig behövs det en strategi för hur markpackning hanteras. Vi kan tänka oss tre strategier: i) att tillåta markpackning och reparera skadorna (till exempel med hjälp av alvluckring), ii) att begränsa all trafik med jordbruksmaskiner till särskilda körspår, så kallad "fasta körspår", och iii) att i möjligaste mån undvika markpackning. Alternativ i) rekommenderas inte, eftersom det är dyrt och alvluckringens resultat inte alltid blir som önskat. Fasta körspår används i stor utsträckning i Australien och Nordamerika, men har fått liten spridning i Europa, vilket kan bero på jordbrukslandskapens utformning, fältens storlek och form samt höga investeringskostnader. Studier visar att skördarna ökar betydligt i de delar av fälten som inte är körspår. I Sverige, liksom i större delen av Europa, är strategin däremot vanligtvis att försöka undvika markpackning genom att se till att markbelastningen inte överstiger markens hållfasthet.

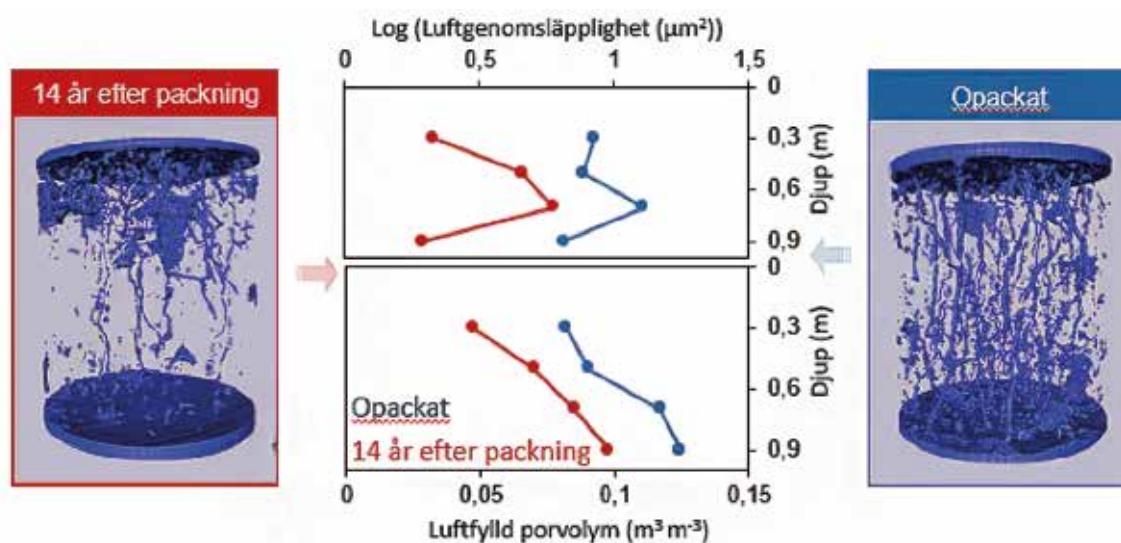
Minska risken för markpackning

Eftersom förhållandet mellan trycket i marken och markens hållfasthet är avgörande för om markpackning uppstår eller inte, kan risken för markpackning minskas genom att antingen minska trycket och/eller öka markens hållfasthet.

Beslutsstödverktyg, såsom www.terrano.se, kan användas för att uppskatta risken för markpackning för specifika kombinationer av maskin och mark. Det är lättare att kontrollera trycket i marken, eftersom detta är beroende av maskinens egenskaper och man därför kan välja lämplig maskin. Valet av lantbruksmaskin är dock ofta begränsat, till exempel på grund av tillgången på maskiner och redskap, ekonomiska överväganden eller beroendet av entreprenörer. Fig. 1 och 2 illustrerar hur hjullast, ringtryck och jordbearbetningssystem påverkar trycket i marken. Markens hållfasthet kan inte kontrolleras direkt (vi kan till exempel inte påverka väderförhållandena), men valet av grödor, inklusive mellangrödor, påverkar hur blöt eller torr marken är och tidpunkterna för fältarbeten. Dessutom reglerar god dränering (antingen naturlig eller med hjälp av ett dräneringssystem) markens fuktighetsförhållanden.

Slutsatser

Markpackning påverkar markens funktioner negativt, bland annat växtproduktion, vattenreglering och livsmiljö för markorganismer. Eftersom återhämtningen av markstrukturen efter att den packats till är mycket långsam och alvpackning kan vara bestående i årtionden, är förebyggande åtgärder den bästa strategin. Att reparera skador orsakade av packning är kostsamt och resultaten av alvluckring varierar. Minskat tryck i alven kan främst uppnås genom att minska hjullasten och undvika plöjning i färan, medan markens hållfasthet kan förbättras genom god dränering, växters vattenupptagning och val av grödor (växtföljd) för att minimera fältarbeten när marken är blöt och mest sårbar.



Figur 3. Data som visar att alvpackning är långvarig. I mitten visas uppmätta värden på luftgenomsläpplighet och luftfylld porvolym vid fältkapacitet i ett fältexperiment i Skåne, provtagning gjordes 14 år efter körning med tung jordbruksmaskin (data från Berisso m.fl., 2012). Till vänster och höger visas illustrativa exempel på makroporsystemet i jordprov (20 cm höga, 25-45 cm djup), visualiserat med hjälp av röntgentomografi (från Lamandé m.fl., 2013).

Malmas mellangrödor gynnar miljö, mark och mask

På Malma Gård lyfter mellangrödorna mark och mask samtidigt som kväveutlakningen dämpas med ett levande växttäck över vintern.

Text och foto: Jens Blomquist, Agraria Ord & Jord

Edward Friberg på Malma Gård i Västergötland fick upp ögonen för mellangrödor under lantmästarutbildningen. Störst inspiration har dock andra odlare bidragit med som t.ex. Carl Gudmundsson som går att läsa om i artikel på sid 54–56. Carls handfasta tips har gett Edward god praktisk vägledning i hur man bör tänka för att undvika fallgropar vid etableringen.

Noggrann etablering

Mellangrödor på Malma tog sin början i augusti 2023 och var hösten 2025 alltså inne på tredje året. Receptet är under utveckling i ett kontinuerligt lärande.

– Jag kommer nog aldrig att använda samma blandning av arter mellan åren, skrattar Edward.

Säsongen 2024/25 såg dock grunddragen ut på följande sätt. Efter höstvetetröskning – där halmen bara hackades – bearbetades med Top-Down-kultivator så grunt som reglerna tillåter,

men så djupt så att en vettig såbädd skapades. I samma överfart såddes mellangrödorna bestående av blodklöver, bovete, fodervicker, oljerättika och höstråg. Kultivatoren är extrautrustad med såbillar, så att utsädet placeras i ritsen bakom varje pinne.

– Det gav precision i etableringen. Hade vi inte haft såbillarna på kultivatoren hade jag kört med såmaskin för att få exakt placering, berättar Edward Friberg.

Av det resonemanget framgår att mellangrödor är allvar, och inget hastverk, på Malma.

Rädd för klumprotsjuka

I mars 2025 hade mellangrödorna frusit bort, men på övervintrande ogräs och höstvetete kördes glyfosat. Huvudsyftet var dock att städa undan spillraps som fanns där trots att Edward alltid prioriterar falsk såbädd efter höstrapsen för att få bukt med den gröna bryggan.



Edward Friberg.

På Malma gård vid foten av Kinnekulle i Västergötland finns grisproduktion sedan länge. Mellangrödorna fångar restkvävet i marken och dämpar utlakningen till omgivande vattendrag. Dessutom bidrar det gröna växttäck till kolinlagring som gynnar markstruktur och maskar.

– Det är extremt viktigt mot bakgrund av klumprotsjuka eftersom jag har både oljerättika och höstraps i växtföljden, förklarar Edward.

Efter glyfosatsprutningen bearbetades fältet med vanlig såbäddsharv i en enda passage – plus några extra varv på kokiga partier – innan sådd av vårkornet skedde den sista veckan i mars 2025.

Tar hand om restkväve

I botten finns det två motiv till att Malma satsar så friskt på att ha fälten bevuxna med mellangrödor. Det första är en allmän miljöhänsyn och statens önskemål om minskat växtnäringssläckage. På Malma finns grisproduktion sedan decennier med mycket stallgödselkväve till fälten och därmed hög markmineralisering. Hösten 2024 skannade Edward mellangrödan med N-Sensor och hittade 50–60 kilo N per hektar i biomassan.

– Det är en självklarhet att försöka ta hand om vårt restkväve på hösten.

Dessutom understryker Edward den ekonomiska poängen med att förvalta restkvävet till nästa gröda. En ogödslad så kallad Nollruta i vårkornet 2025 visade upptag på 60 kilo N per hektar, det vill säga samma mängd som mellangrödan härbärgerade hösten 2024.

Lyfter och luftar mark

Lika självklart är det också för Edward att låta mellangrödan stå kvar över vintern i stället för att bryta den på hösten.

– Det är faktiskt mitt tips till andra som vill prova: våga släppa mellangrödan över vintern och bearbeta på våren i stället.

Med strategin att låta mellangrödan stå kvar över vintern när Edward också det andra målet där motivet är att öka bördighet och förbättra markstruktur på den egna marken.

Där mellangrödan växer bra lyfter det marken som syresätts och blir luftigare.

Med ett levande växttäckte märker han också att dagmaskar trivs och att markbiologin stärks.

Inte mer glyfosat

På minussidan understryker Edward att det krävs en extra person mitt under skörden för att etablera mellangrödan. Och som redan nämnts:

– Risken för klumprotsjuka. Därför testar vi marken inför varje höstrapsgröda med DNA-analys.

För att minimera riskerna siktar Edward på att successivt fasa ut oljerättikan ur mellangrödeblandningarna.

Någon ökad glyfosatanvändning är emellertid inte en konsekvens av mellangrödorna såsom ofta hävdas.

– Hade vi inte kört på våren så hade vi i stället kört på hösten, så det är ett nollsummespel, men negativt är att vi inte får någon kvickrotseffekt av glyfosat på våren.

Plus och minus med mellangrödor på Malma

- + Bromsar N-utlakningen över vintern
- + Förbättrar markstruktur och gynnar bördighet
- + Ersätter sen höstplöjning med tidig vårbearbetning
- Kräver extra kapacitet i augusti vid etablering
- Risk för klumprotsjuka om oljerättika i utsädesmix
- Glyfosat på våren ger ingen kvickrotseffekt

Malma Gård AB

Landskap: Västergötland
Ägare: familjen Friberg
Tre egendomar: Malma, Badene, Källstorp
Areal: 850 ha
Djur: egna smågrisar från delägda Vedums
Smågris AB föds upp till 20 000 slaktgrisar per år

En 7-årig växtföljd

1. Höstraps.
2. Höstvetete.
3. Höstvetete + höstetablad mellangröda.
4. Åkerböna.
5. Höstvetete + höstetablerad mellangröda.
6. Vårkorn (här plöjning som enda plats i växtföljden).
7. Höstkorn.

I den 7-åriga växtföljden planerar Edward att etablera mellangröda efter två av de tre höstvetete-grödorna. Mellangrödorna lämnas över vintern och får frysa bort för att följas av en grund bearbetning följande vår. Höstplöjning sker bara år 6 efter vårkornet och inför höstkornet.



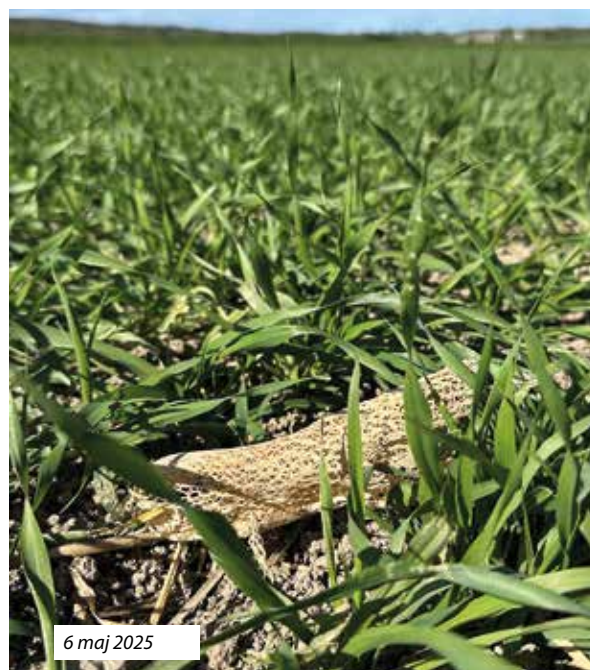
Bort från höstplöjning

Fördelarna är fler än nackdelarna. På marginalen bidrar mellangrödan med en skördeboost utan att störa huvudgrödan menar Edward. Avkastningen i vårkornet där mellangrödan vuxit blev 7,3 ton per hektar år 2024 och närmast ofattbara 10 ton per hektar år i snitt år 2025. Den nivån ska inte tillskrivas mellangrödan anser han, men

den uteblivna höstplöjningen är en sådan positiv bieffekt. Trots nackdelar är Edward Friberg övertygad om att mellangrödorna har en framtid på Malma.

– Vi var inga fenor på plöjning och plöjde alltför ofta under blöta förhållanden. Nu tvingas vi att inte höstplöja och det tror jag är bra för vår del, resonerar Edward.

Mellangrödan håller marken beväxten



Mellangrödan såddes den 12 augusti 2024 och var väletablerad den 8 oktober. Skanning med N-Sensor visade att den innehöll 50–60 kilo N per hektar i november – kväve som hölls kvar ovan jord i stället för att riskera att förloras från markprofilen. Under vintern frös mellangrödan bort och kvar fanns bara spillsäd, spillraps och övervintrande ogräs som bekämpades med glyfosat den 10 mars 2025. Den 18 mars var marken ren och den 29 mars såddes vårkorn av sorten Blixen. Då fanns lite rester av klöver och oljerättika kvar i såbädden, och den 6 maj fanns spår i det uppkomna kornet som vid tröskning avkastade 10,9 ton per hektar. Foto: Jens Blomquist.



Mellangröda. Foto: Carl Gudmundsson

Platsanpassning och precision – innovativa lösningar

Precisionsjordbruk handlar om anpassning av åtgärder till olika delar av varje fält och kallas därför även platsanpassat jordbruk. Det har sin grund i att fälten är heterogena. Fältkartor är härvid centrala men också teknik för att svara på information, till exempel styrning av variabel utsädes- eller gödningsgiva.

Text: Per Frankelius, Linköpings universitet/Agtech Sweden

Utan GPS vore det inte praktiskt möjligt. Redan 1986 började Montana State University, i Bozeman (MT, USA), överväga ett GPS-baserat system för att justera gödselgivan på det mest biologiska och kostnadseffektiva sättet. Experimentet genomfördes 1990 (Peterson, 1991).

Datansamling om jord och grödor på olika delar av fältet, inte minst genom fjärranalys, har en lång historia. En teknisk bakgrund till moderna sensorsystem – oavsett om de är monterade stationärt, på fordon, på maskiner, i handhållna enheter, på drönare eller på satelliter – är fotonik (Frankelius & Taminiu, 2019). De första försöken att använda fotonik inom jordbruket var flygfotografering. Satellittekniken skapade sedan nya möjligheter. Landsat 1, 1972, gjorde bilder från multispektrala skannersystem möjliga.

Detta om historien. Precisionsjordbruket, eller det platsanpassade jordbruket som Bo Stenberg, SLU (2021) och andra gärna beskriver det, är nu på väg mot vässade eller nya koncept. Låt oss nämna några områden och koncept:

Platsanpassad kultivering är en intressant företeelse. En tidig typ styrdes av sensorer som följde med redskapet i realtid. Ett exempel är AFS Soil Command som lanserades av Case IH 2018 med start i deras Tiger-Mate-kultivator. Nyckeln var sensorer i hydraulkolvarna som kände av jordens hårdhet. En annan lösning var att göra det möjligt för föraren att anpassa bearbetningsdjup manuellt via en skärm i hytten. Amerikanska Great Plains lanserade sitt Implement Command 2020 på vissa

modeller av deras Turbo-Max-kultivatorer. Ännu ett steg framåt var TruSet Active som John Deere började sälja 2023 med leverans 2024 i USA där ultrasoniska sensorer används för att uppskatta jordytan vs. redskapets djup. En alternativ teknologi, som tog fart 2025, är radar.

Ett stort steg framåt var att styra redskapen efter kartor och styrfiler. 2019 presenterade Kverneland kultivatoren Turbo i-Tiller som regleras via ISOBUS-skärm. Den var förberedd för att låta en tilldelningskarta styra bearbetningsdjupet i förhållande till olika jordart. Idag finns flera liknande koncept, t.ex. Väderstad TopDown E-service.

Hur är det då med sådd? Idag kan vi tala om sådd med precision utifrån *fem dimensioner*:

En *första* dimension uppnås i körriktningen genom att varje frö hos vissa maskiner placeras ett och ett med perfekt avstånd till varandra längs raderna. Det kallas precisionssäteknik.

Precision i djupled är en *andra* dimension. Det uppnås antingen genom att djupinställningen regleras för hela såmaskinen eller individuellt för varje såradsenhet. Oavsett metod kan det ske utifrån jordarts- eller markfuktskartor. Magnus Samuelsson, Agtech (2025) tillägger: ”Billtrycket är en viktig aspekt som säkerställer att fröet kommer ner till rätt djup, på många precisionssämaskiner är detta automatiserat antingen för hela maskinbredden eller för varje radenhet individuellt.”

En *tredje* dimension är att maskiner kan variera olika radavstånd. Franska Monosem presenterade 2019 ett semi-manuellt system som dock



Vänster: Terminal för styrning av Kvernelands i-Tiller. Foto: Agtech Sweden. Höger: Terminal för styrning av TopDown. Foto: Väderstad.



Vänster: Flexrow-konceptet under utveckling på Hollstad Gård 2019. Höger: Proceed i full fart under test på fältet 2022. Foto: Jesper-Anhede, Väderstad. Foto: Per Frankelius.

hade fasta intervaller. Men jag måste nämna Flexrow, ett koncept baserat på flygplanshydraulik som utvecklades i samarbete mellan Saab och Linköpings universitet inom Agtech Sweden. Genom endast en knapptryckning kan man få det radavstånd man önskar utan att vara bunden av fasta intervaller. Konceptet är inte redo för marknaden ännu.

Den *fjärde* dimensionen handlar om att maskinen kan anpassas så att den stänger av och aktiverar varje såbill så att man vid vändtegar eller möte med redan sådda stråk inte får någon överlappning samtidigt som varje decimeter av fältet blir sått utan risk för luckor och mistor.

Finns då en *femte* dimension? Ja, timing är en femte dimension: Att så vid rätt tidpunkt. Här utvecklas också ny teknik, t.ex. satelliter med termiska sensorer. Det tar tid...

Gödnings-spridning med precision är vilda spritt bland lantbrukare. Körfiler baseras på t.ex. satellitbilder eller maskinburna sensorer och centrifugalspridare kan sedan skicka ut gödningen olika i olika sektorer. Rampspridarna, tillägger Samuelsson (2025), är en produkt som i och med ökad precision har fått en renässans på senare år och flera nya modeller har presenterats. Inte lika vanligt är flytgödselspridning med precision. Men det finns teknik för att till exempel sprida utifrån kartor eller mäta mängden fosfor i utloppet meter för meter.

Kombisådd är ett område under ständig utveck-

ling. Olika filosofier finns när det gäller att placera olika typer av gödning i förhållande till de sådda fröna. Låt mig blott ge ett exempel: Horsch presenterade såmaskinen Pronto DC år 2003. Den hade dubbla skivbillar, därav epitetet DC som står för "Double Coulter" och sådana fanns både i en rad som föregick själva såbillarna och såbillarna själva. På kombimaskinen kan gödningen läggas ut i den rad billar som föregår såbillarna. Gödning kan också läggas via de billar som droppar själva utsädet. Man kan t.ex. lägga en giva kväve djupare än utsädet genom de främre billarna men lite fosfor och en mindre giva kväve genom såbillarna/kombibillarna.

Mekanisk precisionsbekämpning av ogräs måste nämnas. Ett exempel är Lars Askings Cameleon lanserad 2008. I radrensarläge kan den hålla kursen med centimeternoggrannhet, även i en hastighet på 15 km/h. Det möjliggörs genom en 3D-kamera som identifierar plantorna och automatiskt styr ramen i sidled så att rensskären löper exakt mellan de sådda raderna. Denna kan även kombineras ihop med en gödningsgiva.

Kemiskt växtskydd med precision är en revolution i sig. Sensorer monterade på sprutrampen för att identifiera ogräs är ett exempel. Agrifac var tidigt ute, och genom DAT eller PerPlant kan man idag eftermontera lösningen. Att låta drönare skanna fälten och skapa kartor av ogräs är en annan metod och den gör att man på förhand kan



Vänster: System Cameleon. Foto: Nils Ahlstrand. Höger: Det tjeckiska företaget Skymaps lanserade Zoneye i september 2025, en AI-modell som gör att lantbrukare själva kan träna modellen att identifiera olika ogräs som finns i just deras område. Foto: CultiWise.



Vänster: Geospread kan sprida gödning olika mycket i olika riktningar och idag finns även vinkelsensorer som gör att den håller sig horisontell oavsett viktförändring. Foto: Kverneland. Höger: Per-Anders Algerbo demonstrerar en NIR-sensor på en flygtödningspridare i Borgeby 2025 (inom ramen för Kunskapsnavet för jordbrukets digitalisering). Foto: Per Frankelius.



Vänster: "Fertigation robot" 360 Rain som fick premiär på Wrams Gunnarstorp 2025. Foto: Jan Jönsson. Höger: Till synes en traktor, men denna är satt i "robot mode" och kan alltså köra själv, dessutom med hög precision. Foto: Per Frankelius.

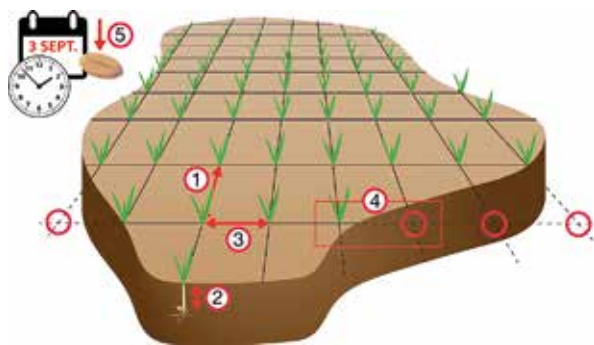
ladda växtskyddsmedel i mer exakt mängd. Exempel på företag inom dessa områden är Cultiwis som samarbetar med AI-bolaget Skymaps.

Bevattning med precision Bevattning med precision bör också nämnas. Idag finns bevattningsrobotar som även kan sprida gödsel. Konceptet kallas "fertigation". Ly-Ros lantbruk i Skåne anskaffade två sådana robotar våren 2025.

Ja, robotar började få genomslag i lantbruket 2025. Förutom renodlade robotar finns traktorer som kan ställas i "robot mode". Lagar och regler sätter dock käppar i hjulen för fullfjädrad använd-

ning av dessa koncept, men inom en snar framtid kommer det nog att ändras. En tydlig tekniktrend i branschen är sensorer med integrerad AI, oavsett om det är vision, lidar, radar eller ultraljud. Sådant kommer göra det lättare att få fart på robotområdet i lantbruket.

Integration av digitalteknik, mekanik och biologi är viktigt. Det räcker sällan med det ena av dessa områden för att resultat ska genereras. Problemet är att dessa områden ofta lever sitt eget liv i form av ämnen vid universitet eller som produkter från företag. Kanske är tiden kommen för att på allvar integrera dessa områden?



Precision i fem dimensioner

Sådden och etableringen av grödor är en nyckelfaktor och har så varit i alla tider. Morgondagens odlingssystem bjuder på precision i fem dimensioner:

- 1) Singulering – placering längs körriktningen, 2) Sådjupet vid varje bill, eventuellt variabelt, 3) Radavståndet, 4) Av/på vs. fältets form och körda drag samt 5) Sätidpunkten. Källa: Agtech Sweden.

Källor:

- Frankelius, Per & Taminiou, Guus (2019). Photonics in Agriculture and Food management, Photonics Magazine, juni, s. 19–23.
 Peterson, Carolyn (1991). Precision GPS Navigation for Improving Agricultural Productivity. GPS World vol. 2, nr 1, s. 38–44.
 Samuelsson, Magnus (2025). Personlig kommunikation, 2 september.
 Stenberg, Bo (2021). Personlig kommunikation, 16 september.



Väll och biogas. Foto: Peter Sylwan.

Två odlingsystem testas i försök med precisionsteknik

Precision kan utnyttjas på olika sätt. I två olika projekt utforskas möjligheten att med hög precision kunna odla olika grödor bredvid varandra vid ett brett radavstånd. Grundtankarna är att hålla marken grön året om och kraftigt minska jordbearbetningen.

Text: Per Ståhl, Hushållningssällskapet Östergötland & Göran Bergkvist, SLU

Radföljning med hjälp av GPS och/eller kamera gör det möjligt att bekämpa ogräs med hjälp av radhackning, att göra insådder på bestämda positioner mellan rader, att radspruta och att göra andra åtgärder för att få systemet att fungera. Genom att grödorna kan växa bredvid varandra kan de överlappa i tid. Mellangrödor kan till exempel etableras tidigt på sommaren och växa över till nästa vår.

Halva ytan bearbetas – odling utan tung jordbearbetning i ett system med radhackning och insådda mellangrödor

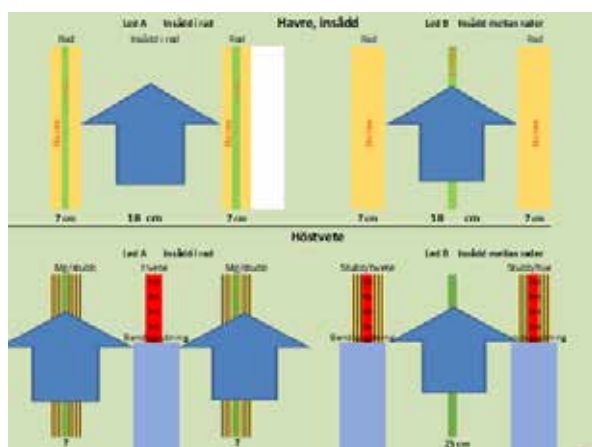
I odlingsystemet "Halva ytan" utnyttjas ett brett radavstånd (25–33 cm) för att möjliggöra etablering en ny gröda mellan raderna av den redan växande (Lagerquist *et al.* 2022). Odlingsytan delas upp i band där cirka halva ytan odlas med huvudgröda eller servicegröda åt gången. Systemet kräver en hög precision för att kunna radhacka och så utan att skada de etablerade grödorna.

I försöken (både ekologiska och konventionella) valdes en grödsekvens med havre följt av höstvetete ut för att testa systemet (se figuren). Marken var bevuxen hela året med havregrödan följt av en servicegröda som bestod av olika blandningar

av baljväxter med olika livscyklar. Den såddes in samtidigt med havren eller tidigt på sommaren och följdes av höstvetete som direktsåddes i utrymmet mellan raderna av servicegrödan. Odlingsystemet gav servicegrödan lång tid för tillväxt. Flera olika arter testades och tillväxten varierade kraftigt mellan arterna. De mest produktiva baljväxterna ökade både skörd och proteinhalt hos höstveteten.

Odlingsystemet har flera utmaningar som visade sig i försöken. Skörderesterna måste hanteras vid sådden av höstveteten. För att få en god effekt av mellangrödan krävs en kraftig tillväxt under hösten. Det har betydelse både för ogräskonkurrensen, markstrukturen och fukten i marken. För att klara förhållandena vid sådden av höstveteten krävs ett robust såsystem som kan hantera mycket material i markytan. I de ekologiska försöken var radhackningen den enda ogräsbekämpningen. Här fanns utmaningar med att kunna hantera kraftigt växande baljväxterna. I de konventionella försöken följdes ogräsbekämpningen med radhackning upp med en radsprutning i höstvetetraden vilket gjorde ogräseffekten bättre.

Resultaten visade att systemet kunde leverera samma skördenivå som referenssystemet (plöjt) med radsprutning men i den ekologiska varianten tappades skörd på grund av påverkan av ogräs och mellangröda.



Schematisk bild över "Halva ytan"-konceptet. Havregrödan odlas i band där mellangrödan sås in antingen i havreraden vid sådd eller efter en radhackning mellan havreraderna. Höstvetegrödan såddes mellan gröderaderna.



Höstvetete etableras mellan de växande mellangrödoraderna under hösten. På våren radhackas mellangröda bort och höstvetetraderna radsprutas. Etablerat höstvetete mellan klövrerader. Foto: Per Ståhl.

Tre rader – odlingssystem under utveckling

I ett projekt som pågår kommer ett odlingssystem att testas där grundprinciperna är de samma som i ”Halva ytan” men det etableras en flerårig servicegröda i form av ett band av lusern (Andersson *et al.* pågående) Odlingsytan delas in i tre zoner. Radavståndet är 30 cm där varje zon är ca 10 cm av lusern, spannmålsgröda och en övrig yta. Lusern etableras första året mellan stråsädesraderna och kan sedan finnas kvar under flera år. För att kontrollera ogräsen och lusern kommer en precisionsstyrd putsning att ske med hjälp av en rotorklippare. Lusernens och ogräsen tillväxt kontrolleras ytterligare med en kantskärning för att försvåra inväxning i stråsädesraderna. Nästa gröda etableras i den tomma ytan med hjälp av en ytfräsning. Stråsädesgrödorna växlar alltså plats inom området mellan lusernzonerna. För att förstärka ogräseffekten kommer höstvetegrödan

att radsprutas med ett specialutvecklat aggregat som förhindrar all drift utanför 10 cm zonen med höstvete. En robot (Macbot) konstrueras av Mapro Systems AB för att utföra alla odlingsåtgärder utom skörd. I ett system med en lusern i stället för ettåriga servicegröda blir det inte nödvändigt att etablera servicegröda varje år och marken får ett permanent växttäck i form av lusern. Risken för erosion och växtnärläckage blir liten och det finns habitat där naturliga fiender till skadegörare kan leva. Vår hypotes är också att genom att minimera kraftfulla åtgärder mot ogräs, minska risken för selektion mot särskilt problematiska arter och populationer av ogräs. Efter cirka tre år kan vallen brytas med glyfosat och fräses sedan för att säas med en höstvetegröda. Det ger en växtföljd inom fältet. Varje yta är bevuxen med vall tre år av nio.

Källor:

Andersson M, Bauner D, Giertha A, Larsson G, Ståhl P och Bergkvist G.

Tre rader - Roterande spannmålsodling med permanent bottengröda. Medfinansiering från EU (EIP-agri). <https://archaea.se/rspb/>

Lagerquist E, Bergkvist G, Ståhl P. 2020. Odlingssystem med mellangrödor och utan tung bearbetning. Arvensis nr 7, 2020, sida 15-19.

Lagerquist E, Menegat A, Dahlin AS, Parsons D, Watson C, Ståhl P, Gunnarsson A & Bergkvist G. 2022.

Temporal and spatial positioning of service crops in cereals affects yield and weed control. Agriculture 12, 1398. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091398>



MacBot. En robot som ska sköta alla åtgärder i fältet är under utveckling. Foto Mats Andersson.

Renkavle dämpas i deltagardrivet utvecklingsprojekt

Trots omfattande kunskap om bekämpning av renkavle förblir allmänna råd ofta otillräckliga. Högre verkningsgrad förväntas i stället i ett deltagardrivet utvecklingsprojekt i Skåne där lantbrukare testar sina innovationer i stor skala under vetenskaplig uppsikt.

Text: Alexander Menegat, SLU

Renkavle orsakar betydande skördeförluster i Europas spannmålsproduktion, som enbart i Storbritannien uppgår till ca 400 miljoner GBP per år, motsvarande ca 5 miljarder SEK. Den skrämmande höga notan gör att det finns anledning att mota Olle i grind.

Herbicider fasas ut

Under de senaste två decennierna har dock renkavle spridit sig till viktiga svenska odlingsområden för höstspannmål. I södra Sverige utgör angreppsnivån ett allvarligt hot mot höstveteodlingen, en fråga som blir alltmer angelägen med tanke på artens spridning norrut. Herbicider har varit den grundläggande bekämpningsmetoden, men tillgängliga alternativ minskar i takt med att viktiga herbicider fasas ut. Resistens mot de tidigare effektivaste herbiciderna är dessutom numera snarare regel än undantag. Samordnade åtgärder krävs för att hejda utvecklingen och skydda svensk spannmålsodling.

Omfattande forskningsresultat

Det finns mycket forskningsresultat kring effekterna av växtföljd, jordbearbetning, mekanisk bekämpning, utsädesmängd och såtidpunkt samt användning av mellangrödor för att bekämpa renkavle. Dessutom har renkavlens biologi och ekologi studerats i detalj, både i Sverige och runt om i världen. Sammanlagt har mer än 480 vetenskapliga artiklar publicerats. Det gör renkavle till ett av de mest studerade och bäst förstådda ogräsen.

Rekommendationer med låg verkan

Fortfarande är det dock en utmaning att omsätta kunskapen i praktiken, särskilt eftersom den kombinerade användningen av kemiska, mekaniska och agronomiska bekämpningsverktyg och deras samverkan fortsatt är dåligt känd. Dessutom har varje gård en unik kombination av markförhållanden, maskiner, ekonomi och tillgång till rådgivning. Allmänna rekommendationer och normativa lösningar kan därför ha begränsad tillämplighet och har de facto visat sig leda till låg användning av innovationer bland lantbrukarna.



Renkavle (*Alopecurus myosuroides*) är ett synnerligen konkurrenskraftigt ogräs som kan halvera avkastningen av höstvete. Uppföringspotentialen är betydande och fröbanken kan öka tio gånger årligen utan motåtgärder. Snabb resistensutveckling mot herbicider förvärrar snabbt möjligheterna att tukta ogräset. Foto: Jens Blomquist.

Undviker stora risker

Så visade till exempel en preliminär studie att lantbrukare i södra Sverige har en hög medvetenhet och kunskap om icke-kemiska lösningar för att bekämpa renkavle, men att de främst använder enkla mekaniska ogräsbekämpningsverktyg och mindre förändringar i växtföljden. Odlingsalternativ som högre utsädesmängd, mellangrödor eller ändringar i sådatum är mycket mindre vanligt förekommande. Enligt studien beror denna brist på de stora ekonomiska risker som är förknippade med den oförutsägbara effekten av förändringar i odlingsmetoderna. Av studien kan man därför dra slutsatsen att lantbrukare – liksom de flesta andra företagare – är försiktiga med att ta stora risker i sitt beslutsfattande.

Ny utvecklingsmetod testas

I stället har andra studier visat att effektiv implementering av innovationer inom jordbrukssektorn bäst uppnås genom deltagande utvecklingsmetoder. I sådana bygger lantbrukare, rådgivare och forskare gemensamt hållbara odlingssystem, baserat på vetenskapligt validerad kunskap och med hänsyn till komplexa lokala förhållanden.

Just en sådan ny utvecklingsmetod testas vi utanför Staffanstorp i Skåne för att runda de nämnda problemen med allmänna rekommendationer. Där kombinerar vi befintlig vetenskaplig kunskap med deltagande utveckling och testning av nya metoder och strategier för ogräsbekämpning direkt på gårdarna. För ändamålet utformar och testar lantbrukarna strategier för integrerad ogräsbekämpning som är anpassade till den agroekologiska och socioekonomiska

situationen i sina jordbruksföretag, i samarbete med grannlantbrukare, rådgivare och forskare. Lantbrukarna valde ut ett gemensamt försöksfält där de nu testar de utvecklade strategierna i ett enda, gemensamt fältförsök. Det säkerställer att de ekonomiska riskerna delas mellan deltagarna, samtidigt som kostnaden för deras jordbruksföretag minimeras.

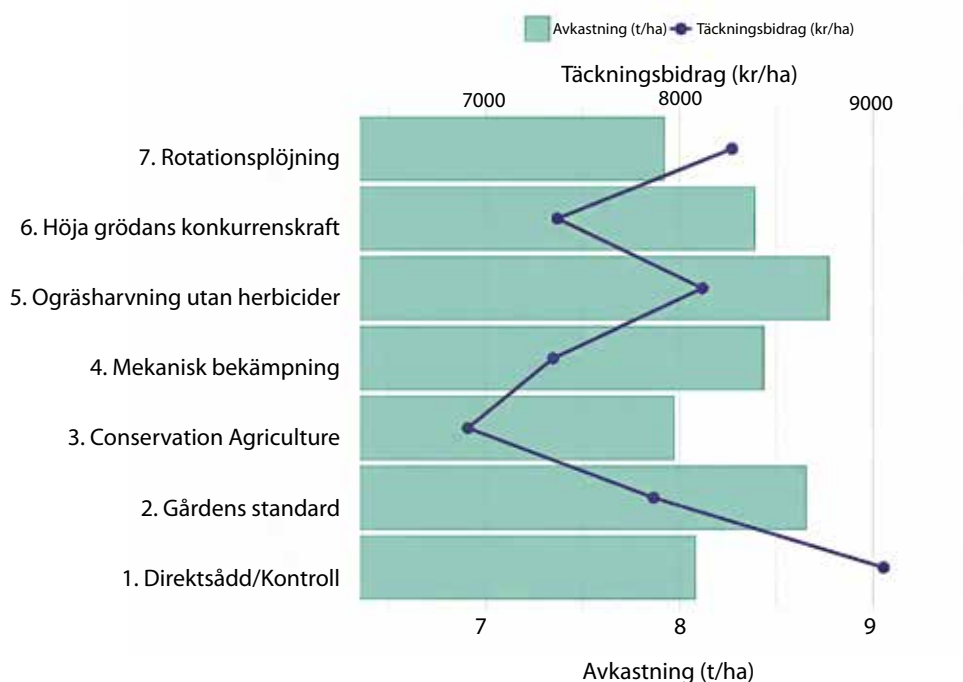
Workshop gav ramar

I centrum för projektet står en grupp lantbrukare som alla är verksamma runt Staffanstorp. Alla deltagare, inklusive rådgivare och forskare, träffades före den första odlings säsongen våren 2024 för en första workshop, där de deltagande lantbrukarna utvecklade gårdsanpassade strategier för hantering av renkavle enligt DEED-ramverket (se faktaruta nästa sida). I det första steget av denna workshop beskrev lantbrukarna de ekonomiska och agronomiska förhållandena i sina jordbruksföretag, inklusive nuvarande växtföljd och skördeförkastningar på grund av renkavle, risken för herbicidresistens samt arbetskraft och andra begränsningar. I detta första steg var vårt mål att förstå de socioekonomiska begränsningar som påverkar enskilda lantbrukares beslutsfattande.

Metoder i verktygslådan

I nästa steg sammanställde alla deltagare en ”verktygslåda” med möjliga metoder för bekämpning av renkavle, som omfattade mekaniska, kemiska och förebyggande verktyg. De deltagande lantbrukarna utformade sedan sju bekämpningsstrategier. Varje strategi omfattade minst ett verktyg från respektive kategori. Alla utformade strategier

Avkastning och täckningsbidrag 2025



Figur. I projektet utanför Staffanstorp i Skåne mättes avkastningen i de sju olika leden och täckningsbidraget beräknades.

jämfördes med två kontrollstrategier: I) det nuvarande odlingssystemet utan ytterligare åtgärder mot renkavle och II) tre års vallodling.

Experiment i storformat

De utvecklade strategierna testas nu i ett gemensamt storskaligt fältexperiment under tre odlingssäsonger 2024–2026. Projektgruppen identifierade ett 38 hektar stort fält med hög förekomst av renkavle som arrenderas av en av projektdeltagarna. Fältet ligger i närheten av alla deltagande gårdar, så att mark- och andra miljöförhållanden är jämförbara. Experimentet sköts av de deltagande lantbrukarna med hjälp av de maskiner och medel som de har tillgång till. Lokala företag som Lantmännen maskin stödjer dessutom projektet genom att låna ut nya maskiner för testning.

Noggrann utvärdering

Alla åtgärder som utförs av lantbrukarna under säsongen dokumenteras i fältdagböcker, och avkastningen i de sju strategierna mäts i slutet av säsongen (se figur). Data kommer att användas för att analysera de sju odlingssystemens prestanda med avseende på både ekonomiska hållbarhetsindikatorer (till exempel lönsamhet och kostnadseffektivitet) och miljömässiga (till exempel energiförbrukning och miljörisker). Effektiviteten i bekämpningen av renkavle bedöms genom att analysera antalet livskraftiga frön i markens fröbank före och efter försöket och för varje testad strategi. Projektdeltagarna träffas i slutet av varje odlingssäsong för att diskutera resultaten och de lärdomar som dragits under säsongen. Läs mer om intrycken från två av de deltagande lantbrukarna på nästa uppslag.



Det deltagardrivna utvecklingsprojektet lockar många intresserade till fältvandringar där de sju strategiernas för- och nackdelar dryftas.
Foto: Jens Blomquist.



Artikelförfattaren
Alexander Menegat.
Foto: Jens Blomquist.

DEED ger kunskap struktur

För att stödja processen valde vi det så kallade DEED-ramverket (Describe-Explain-Explore- Design) som har testats med stor framgång, till exempel för implementering av odlingssystem för baljväxter.

DEED-ramverket är en strukturerad metod för utvärdering av nuvarande metoder och för design, testning och utvärdering av alternativa odlings- och ogräsbekämpningsmetoder.



Henrik Jönsson (t.v.) och Emil Sällvik är tillsammans med lantbrukarkolleger Ola Drevås och Anders Gerdsson drivmotorer i det deltagardrivna renkavleprojektet som koordineras och utvärderas av SLU-forskaren Alexander Menegat.

Ett levande laboratorium i Alberta

Utanför Staffanstorp i Skåne testar lantbrukare i samarbete med SLU-forskningen olika strategier för att hålla renkavle i schack.

Text och foto: Jens Blomquist, Agraria Ord & Jord

Renkavle är ett monstrosögräs. Det förökar sig snabbt, överlistar kemisk bekämpning genom snabb resistensbildning och trycker effektivt ner omgivande gröda.

Deltagardriven forskning

Emil Sällvik är inte obekant med renkavlens osympatiska egenskaper. Trots det blev han chockad när hans höstvetete havererade 2021 under trycket av renkavle på delar av ett fält som han arrenderar i Alberta utanför Staffanstorp i Skåne.

– Där det var som värst blev det 40 procent skörd jämfört med på resten av fältet. Mitt stora misstag var att jag inte sprutade ner grödan med Roundup i tid, sammanfattar han haveriet.

Insikten katalyserade ett deltagardrivet SLF-finansierat forskningsprojekt och fältet blev snabbt en plattform för strategier att hålla renkavle på mattan. SLU-forskaren Alexander Menegat står för koordinering och vetenskaplig utvärdering medan Emil tillsammans med lantbrukarkollegorna Henrik Jönsson, Ola Drevås och Anders Gerdtsen bidrar med praktisk erfarenhet och insatserna i fält. Samarbetet är dynamiskt med många aktörer inblandade, och nu är fältet ett levande laboratorium för kreativa lösningar på renkavleproblematiken.

Hampa blir nytt vapen

I stora parceller testas sju olika strategier där Henrik Jönsson står för en.

– Jag har skippat kemin och har fullt fokus på ogräsharvning, berättar Henrik.

På de egna arealerna har han dålig erfarenhet av den kemiska bekämpningens begränsade möjligheter att tackla resistent renkavle. Som ett botemedel odlar därför Henrik mindre stråsåd på hemgården och ersätter med hampa.

– Hampa är en vårsådd gröda och dämpar därför renkavle. Dessutom kan jag så hampa lite senare på våren och hinner ogräsharva både före och efter sådd.

Hampan är alltså ett nytt verktyg och i stället för att så höstvetete direkt efter höstraps stoppar Henrik numera in hampa efter höstraps för att bryta av med en vårsådd gröda.

Växtföljd är A och O

Just växtföljden – eller snarare bristen på växtföljd – är Henrik och Emil överens om är en av grundorsakerna till det grasserande problemet med renkavle.

– Höstvetete efter höstvetete efter höstvetete med kortare sorter än förr är roten till problemen, menar Emil.

En annan bidragande orsak är eftersatt dränering. På fältet i Alberta är täckdikningen försummad och det är ett av skälen till det höga trycket av renkavle. Vikten av dikning är Henrik mycket tydlig med.

– Ingen borde få köpa ny traktor så länge som det finns ett täckdikningsbehov på gården!

Utöver växtföljd och dikning är kalkning och gödsling de fyra hörnstenarna för att hålla renkavle i schack anser både Emil och Henrik. Ut-sädesmängd, såtidpunkt och kemiskt växtskydd betraktar de mera som finliret i verktygslådan.



Renkavle (*Alopecurus myosuroides*) är ett monstrosögräs, som förökar sig snabbt och trycker ner grödor omkring sig.
Foto: Krzysztof Ziarnik, CC BY-SA 4.0

Mellangröda som krigsföring

Även Emils strategi omfattar ogräsharvning, men dessutom mer av kemisk bekämpning.

– Jag vill ha extra allt!

I extra allt ingår dock inte bara kemi utan också biologi i form av en egen mellangrödeblandning. Den innehåller bl.a. havre vars rotexudat Emil tror har en allelopatisk effekt på renkavle, d.v.s. en kemisk krigsföring under markytan mot renkavle. Hans erfarenheter av mellangrödor är goda, och på en av hans arrenderade gårdar har han helt fått bort betcystnematoden genom att konsekvent använda nematodsanerande oljerättika före sockerbetorna.

Grupp är en styrka

Den slutliga utvärderingen av alla strategier dröjer till 2027 när de tre åren med vårkorn 2024–2026 har passerat och alla provtagningar och graderingar är gjorda. Då kommer kvittot på vilka strategier som gett bäst resultat, och som kan ge någon form av vägledning. Henrik hyllar samarbetet med SLU-forskningen.

– Jag tror att forskning med input utifrån leder snabbare framåt och ger praktisknära resultat.

Emil delar åsikten, men understryker dessutom vikten av gruppens dynamik. Projektet i Alberta hade inte lett framåt om det inte hade bestått av en klunga lantbrukare med samma intresse, samma problem och samma engagemang.

– Olika perspektiv i en grupp leder längre än om man ska lösa problem ensam.



Både Henrik Jönsson och Emil Sällvik menar att lantbrukargruppens dynamik är en styrka i arbetet med att utplåna renkavle.



Vårkorn är grödan alla tre år 2024–2026. Henrik och Emils önskemål vore att projektet kan fortsätta 2027 med höstvetete som kan ge facit på vilken strategi som reducerat renkavle mest.



Sådd av försöksfältet i Alberta den 21 mars 2025. I de sju olika strategierna ingår bland annat sådd med såmaskiner med både pinnbill och skivbill.

Tallrik eller pinne inom sådd

Det finns idag ett stort urval av lösningar för såmaskiner, här kommer vi att titta på dem i olika odlingssystem och med uppdelning mellan tallrikssåmaskiner och pinnssåmaskiner inom konventionell-, hybrid- respektive direktsådd.

Text: Magnus Samuelsson, Agtech Sweden, Linköpings Universitet

Över lag kan tallriksbaserade system ofta köras med högre kapacitet än andra billsystem och håller eventuella stenar nere. Pinnbaserade såmaskiner är bra på att skapa finjord och kännetecknas generellt av lägre komplexitet.

Konventionell sådd

Inom konventionell sådd har universalsåmaskinerna etablerat sig som den största kategorin då de erbjuder hög kapacitet och stor flexibilitet kring odlingssystem. Här kan vi skilja mellan såmaskiner som placerar fröet med dubbeltallrik respektive enkeltallrik där den senare snarare bör betraktas som en hybrid mellan konventionell såmaskin och direktsåmaskin.



Konceptet enkeltallrik som kan utföra viss direktsådd.
Foto: Agtech Sweden



Konceptet dubbeltallrik. Foto: Väderstad AB.

Dubbeltallrik för bearbetad jord

Dubbeltallrikssåbillar på universalsåmaskiner är oftast monterade på en arm tillsammans med packarhjulet. Detta säkerställer en god följsamhet. Dubbelställda tallrikar ökar penetrationsmotståndet vilket ställer lite högre krav på såbädden. Till

viss del kan motståndet minskas med anpassningar till tallrikarnas form eller placering. En dubbeltallrik ökar anläggningsytan mot jorden vilket gör att tallriken roterar även vid lågt motstånd såsom grund sådd i lättare jordar. En dubbeltallrik har minimal jordbearbetande verkan.

För maskiner med de största arbetsbredderna, över 9 m, finns många system där en universalsåmaskin innebär hög kraftåtgång. Därför väljer många gårdar med sådana större maskiner, system där såmaskinen utför mindre bearbetande arbete. Bearbetning görs i stället vid en extra överfart innan sådden.

Marknaden erbjuder även såmaskiner med pinnar och utan vält för konventionell sådd men dessa säljes mest för sådd under blöta förhållanden där återpackning kan vara skadligt för fröet.



Enkeltallrik för direktsådd i hårdare jordar eller stående mellangröda där tyngdpunkten kan ändras för de olika packarhjulen.
Ill: Sky Agriculture..

Hybridsystem enkeltallrik

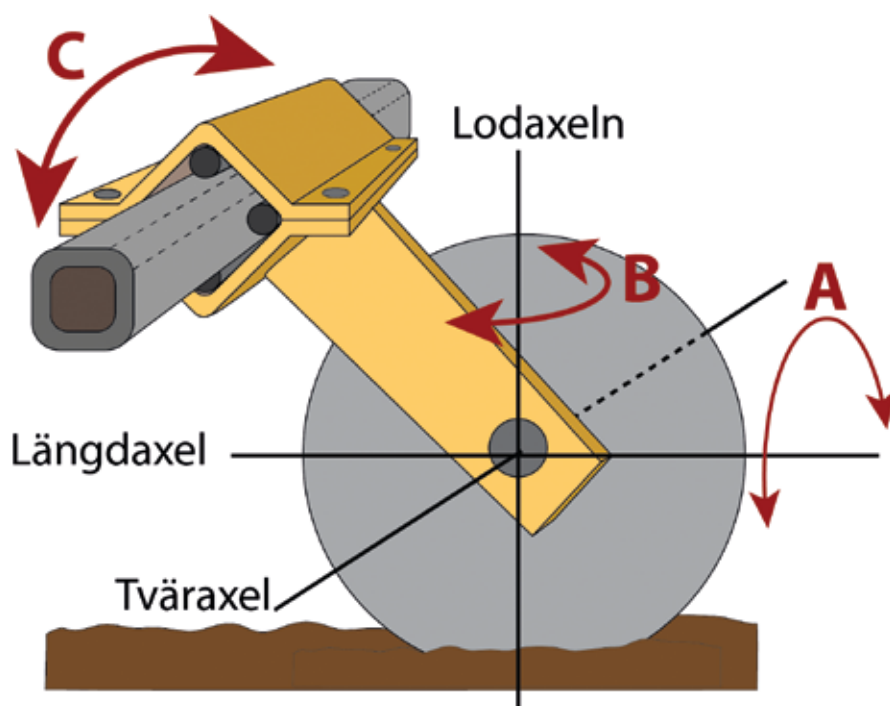
Enkeltallriken utför även viss jordbearbetning, är finjordsskapande och skär igenom skörderester. Den kan under många förhållanden spara en överfart såbäddsberedning. Andra fördelar är ett högt billtryck som tillåter djup sådd och även direktsådd under vissa förhållanden, dock är följsamheten begränsad varför den inte ämnar sig som en maskin för full direktsådd där spårbildning ofta är ett problem. Enkeltallriksåmaskiner finns i ett flertal utföranden där pionjären Rapid är den i Sverige mest kända. Längre söderut i Europa direktsår man i många fall mellangrödor i höstspannmålstubben i juni-juli och därefter även direktsår nästa höstgröda i oktober/november.

Där har ett system med ett aggressivare järnhjul för stängning av såfåran etablerat sig. Etableras i stället grödan efter en tröskad radsädd vårgröda, som på grund av sina större mängder skörderester har kultiverats, flyttas i stället tyngden till ett främre, bredare packarhjul som säkerställer bra förpackning och rotation av tallriken.

Direktsädd

Direktsädden är kanske det odlingsystem där valet av pinne eller tallrik verkligen ställs på sin spets. Direktsädd ger inte alltid bästa skörden utan väljs vanligen utifrån ideologiska grunder eller kapacitet, då det innebär minimerad inverkan på jorden. Här är det viktigt att beakta vilken typ

direkt bredvid – kompletterat med ett tungt järnhjul för stängning av såfåran på samma arm. Fördelen är att man gör minimal överkan på marken. En tallrik har fördelen att den kan arbeta i hög hastighet, förutsatt att det finns tillräckligt med billtryck. Normalt går det att arbeta med tätare radavstånd än med pinsåmaskiner och stenar trycks ner istället för att plockas upp. En tillverkare har presenterat en dubbeltallrik med stark snedställning, denna lägger då ner fröet med en skarp vinkel vilket skall förbättra frö-jordkontakt och stängning av såfåran. Vinklingen kommer på bekostnad av hastigheten vilken reduceras till 8–12 km/h. De flesta maskinerna med tallrik i direktsädd lägger gödning tillsammans med fröet.



Till vänster: Vinklar i två dimensioner. A: Vinkel kring längdaxeln, B: Vinkel kring lodaxeln
Illustration: Agtech Sweden.

av direktsädd som avses bedrivas. Utan en riklig mellangröda vid övergången kan det vara svårt att penetrera och skapa finjord. En ren direktsädd skapar efter en tid ett mullrikt lager längst upp i matjorden, detta lager gör det relativt lätt att både öppna och stänga såfåran. Vänds detta mullrika lager ner så börjar processen om från början. Detta är en orsak till att många föredrar att luckra med icke-blandande pinnar om de behöver bryta förtätningar i ett direktsädd-system. Direktsädd bör kombineras med en halmfördelande åtgärd såsom halmharv för att undvika störningar av skörderester.

Tallrik

Tallrikar har funnits länge på direktsåmaskiner. Här handlar det oftast om en enkeltallrik som arbetar med lite vinkel mot körriktningen (lodaxel, se illustration) med ett djuphållningshjul

Enkelpinne/dubbelpinne inom direktsädd

Pinsåmaskinerna för direktsädd utvecklades ofta ur kultivatorpinnar och har sedan blivit kontinuerligt bättre på fröplacering. Det innebär dock att de bygger på en teknik som gör viss jordrörelse, ett slags mini strip tillage. Fördelen är att såraden blir ren från skörderester och får finjord. Med hänsyn till ytjordens utveckling så kan pinsåmaskiner vara ett något säkrare val vid övergång till direktsädd. Nackdelen är att en pinne lätt samlar halm och därmed är känslig för skörderester. Vissa tillverkare har kringgått detta med en tallrik framför såbillen. Idag har många pinnbillar långa armar och dubbelverkande hydraulik vilket leder till en mycket god följsamhet. Det djuphållande hjulet sitter längst bak på pinnen och går i det bearbetade spåret. Därmed minimeras mängden vibrationer. Pinnar har fördelen att de kan vinklas mot jorden vilket

gör att de får jordsökning och därmed reduceras viktbehovet.

De första kultivatorsåmaskinerna byggde från början på principen med en enkelpinne. Ur detta växte sedan dubbelpinnen fram där den ena pinnen användes för gödning och den andra huvudsakligen för utsäde. Detta möjliggjorde större gödningsgivor. En bieffekt blev även förbättrad mängd finjord. Raps är en besvärlig gröda att direktså, då fröet behöver läggas ytligt och samtidigt täckas av ett lager finjord. Här gör direktsåmaskiner med dubbla pinnar ett bra jobb.

Det finns även pinnsåmaskiner som arbetar med en t-formad såbill placerad mellan två djuphållningshjul. Gödningen läggs då på samma djup men på andra sidan den skurna såfaran. Detta har länge betraktats som den mest optimala lösningen för direktsådd men även det systemet kan stöta på sina gränser, till exempel vid hård eller fuktig mark som inte låter plantan gro upp rakt genom jorden. Även gödningens placering på samma djup som fröet kan verka begränsande.



Brittiska Weaving har extremt snedställda tallrikar för att skapa en flik i vilken fröet placeras innan fliken återpackas. Foto: Agtech Sweden.

	Stubbearbetning	Djup bearbetning (+ 15 cm)	Konventionell sådd	Direktsådd
Pinne	Fördelar skördere- rester, jämnar ut	Flexibel med spetsval, jämnar ut	Bäst vid blöta förhål- landen.	Finjord Halmfri såbädd Gödningsmängd vid dubbelpinne Rapsfrö
Tallrik	Skär halm Blandar Skapar finjord Hög hastighet	Rekommenderas ej	Hastighet Enkel tallrik Skär halm Jordbearbetning Högre billtryck Dubbeltallrik Lägre dragkraft Konturanpassning	Sten Vanlig tallrik Hastighet Vinklad tallrik Bättre frö-/jord- kontakt

Hållbarhet och effektivitet i fokus i Kryger AB:s växtodlingsstrategi

Vår vision om ett effektivt och långsiktigt jordbruk med en hållbar modell innebär en optimerad växtföljd, passande maskiner och ett arbete för att ständigt förbättra jordarna, säger Calle Gudmundsson, på Låstad Säteri utanför Norrköping.

Text: Sture Gustavsson

- Vi har ett plöjningsfritt system och fokuserar på att effektivisera växtskydd och växtnäring för att nå högsta möjliga skörd samtidigt som vi ökar multhalt lämnar ett positivt avtryck på natur och miljö – både höst och vår. Vete, höstraps, lin och en rejäl samling mellangrödor ingår i vår växtföljd samt massor av fältkanter med skydds zoner och blommande trädor, fortsätter han.

Plöjningsfritt odlingssystem

Calle Gudmundsson driver sedan 2017 lantbruksföretaget Kryger Sverige AB, tillsammans med Tjoffe Sjögren och Ulrik Hollman. där han ansvarar för växtodling på över 930 hektar mark. Hans arbete kännetecknas av en kombination av traditionellt jordbruk och moderna, hållbara metoder, med en tydlig strategi som kombinerar hög produktivitet och ett främjande av jordhälsan.

Kryger AB satsar på ett plöjningsfritt system med målet att minska markpackning och bevara jordens struktur. På Vikbolandets besvärliga lerjordar använder han mellangrödor för att förbättra jordstrukturen och dra ur fukt, vilket underlättar etableringen av vårgrödor. Företaget har implementerat en sexårig växtföljd där fyra år består av höstgrödor och två år av vårgrödor. I denna växtföljd försöker Calle effektivisera växtskydd och växtnäring men siktar alltid mot en högsta skörd. Vete, åkerbönor, höstraps, lin och malkorn är grödor som ingår i växtföljden. Mellan höst och vår hålls marken bevuxen med mellangrödor som höstråg, rättika, baljväxter, solros och klöver. Solrosor och klöver gynnar pollinerare. Dessa grödor bidrar också till att binda näringsämnen, förbättra jordstrukturen och öka kvävehalten i marken, vilket leder till en bördigare jord och minskat behov av mineralgödsel.



Calle Gudmundsson. Fotograf okänd: <https://kryger.se/>



Calle studerar sina fina ärtor. Foto: Sture Gustavsson

Miljötänkandet är en integrerad del av Kryger AB:s verksamhet. Kryger har satsat på att anlägga våtmarker, blommande fältkanter och använda mellangrödor för att främja biologisk mångfald och minska klimatpåverkan. Dessa åtgärder genomförs utan att kompromissa med produktiviteten.

Kalkning

För att upprätthålla ett optimalt pH-värde kalkas arealerna regelbundet. Detta är avgörande för att säkerställa en hög skörd och en, över tid, hållbar odling.

Intressant jordbearbetningsupplägg

Kryger har verkligen satsat på ett minimalistiskt maskinupplägg. Deras maskinpark består uteslutande av två maskinekipage.

- Ett kultivatorekipage, JD8R370 med Horsch Cruiser 7XL
- Ett säkekipage, Fendt 420 med en Horsch Focus TD (6 m arbetsbredd)

Med endast dessa två ekipage brukas och sås hela företagets areal. Ingen ytterligare jordbearbetning sker. Det finns naturligtvis några villkor kopplade till detta.

- Kapaciteten hos en 6 meters såmaskin är begränsad. Men å andra sidan tillförs växtnäring vid sådden och en sista jordbearbetning samtidigt med utsädet, så någon ytterligare insats behövs inte.
- Såbäddsberedningen, som sker med en Horsch Cruiser, bearbetar på djupet 6-10 cm. Djupare bearbetning än så behövs inte. Detta villkoras också naturligtvis av att resultatet av gamla synder, plogsulan, har försvunnit. Ytterligare ett villkor är halmen. Denna bör bortföras. Så sker också. Halmen pressas och säljs vilket innebär att kultivatorn inte har några besvärande halmrester kvar att hantera. Detta är speciellt viktigt på Vikbolandets torra gyttejeleror. För att kompensera för bortförande av organisk substans tillför Kryger fiberslam. Fiberslam är den fraktion av fibrer som kartongindustrin inte kan använda i sin produktion av pappersmassa. Fiberslammet innehåller egentligen ingen växtnäring utan är enbart ett sätt att kompensera jordarna för skördens bortförel av organiskt material. Inkluderas odlingen av mellangrödor innebär detta att företaget är på god väg att få ett överskott i



En av delarna i den minimalistiska maskinparken: Ett kultivatorekipage, JD8R370 med en Horsch Cruiser 7XL. Foto: Sture Gustavsson.



Så mycket halm som möjligt bör bortföras. Många balar blir det!
Foto: Sture Gustavsson



Kontroll på nederbörd och markfukt är A och O. Calle följer utvecklingen noggrant. Foto: Sture Gustavsson.

relationen mellan bortförande och tillförande av organiskt material till och från falten.

En utmaning i upplägget, eller skulle kunna bli en utmaning, är behovet av glyfosat. Utan denna produkt skulle bekämpandet av rotogräs kunna bli problematisk.

Beslutsunderlag

Calle Gudmundsson har vissa funderingar kring det ökade fokuset på precision i fröetableringen. Calle föredrar att, istället för att basera sig på utsädesmängder utifrån kärnor per m² och fröplacement, så tittar han mer på omgivande faktorer som markfukt och förväntat nederbörd. Kanske detta inte är representativt för andra växtodlare i landet, men förhållandena på Vikbolandet är lite speciella, både vad gäller jordmån, geografisk belägenhet

och nederbördsmonster. Finns inte fukt, lär inte fröna gro hur många de än är.

Klimatinvesteringar och koldioxidbindning

Kryger AB engagerar sig i klimatinvesteringar genom odling av mellangrödor på mer än 133 hektar mark. Dessa mellangrödor bidrar till att binda kol i marken, vilket minskar företagets klimatavtryck och främjar en hållbar odlingsmetod.

Sammanfattning

Kryger AB:s växtodlingsstrategi är en modell för hur modernt jordbruk kan förena hög produktivitet med miljöhänsyn. Genom plöjningsfritt jordbruk, optimerad växtföljd, användning av mellangrödor och kalkning, samt investeringar i klimatsmarta metoder, visar företaget vägen för ett hållbart och effektivt lantbruk i Sverige.



Den andra delen i den minimalistiska maskinparken: Ett såekipage, Fendt 420 med en Horsch Focus TD. Foto: Sture Gustavsson.

Från 0 till 100 på 10 år

Martin Krokstorp såg fördelarna med mellangrödor och gick från 0 till 100 % av den vårsådda arealen på några få år. Mellangrödor, mångfald i växtföljden och restriktiv jordbearbetning är hörnstenarna i hans växtodling efter 10 år med Conservation Agriculture.

Text och foto: Jens Blomquist, Agraria Ord & Jord

För snart 10 år sedan valde Martin Krokstorp och hans far Fredrik en annorlunda väg för sitt jordbruk på Krokstorps Gård utanför Helsingborg i Skåne. Sporrade av studiebesök i andra länder började de experimentera med mellangrödor inför all vårsädd och introducerade en måttfullare jordbearbetning.

– Så lite som möjligt, men så mycket som nödvändigt, sammanfattar Martin jordbearbetningsstrategin.

Sockerbetorna petades ur växtföljden av ekonomiska skäl, men också för att upptagning under blöta höstar sällan lämnar marken utan spår som en grund jordbearbetning inte kan hantera och utradera.

Mellangrödan är nr 1

Inom loppet av några år gick mellangrödorna från 0 till 100 % av gårdens vårsådda areal och de är numera en av flera grundpelare i växtodlingen.

– Jag brukar beskriva mellangrödan som min viktigaste gröda, säger Martin som därför lägger stor omsorg vid sådatum och etablering.

Det finns goda erfarenhetsmässiga skäl till att han prioriterar mellangrödan. I mitten av augusti

2018 etablerade Martin en demonstration med olika arter och blandningar på Krokstorps Gård.

– Fältförsök och demonstrationer på vår egen gård ger mig mer tillförlitlig kunskap som jag kan omsätta i driften, betygsätter Martin.

Demonstrationen gav intressanta utslag. Vid en fältvandring i andra halvan av oktober – 10 veckor efter sädden – höll en blandning av sju olika arter i mixen CarbonFarm ansevärliga mängder växtnäring (figur 1 och 2).

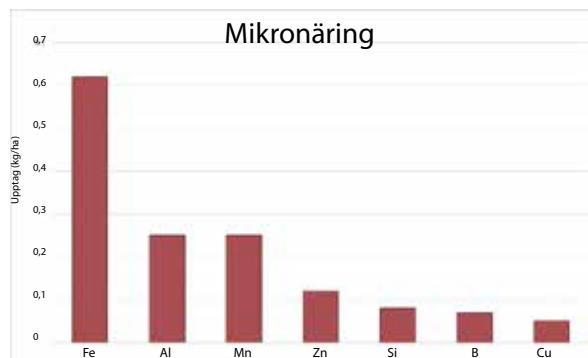
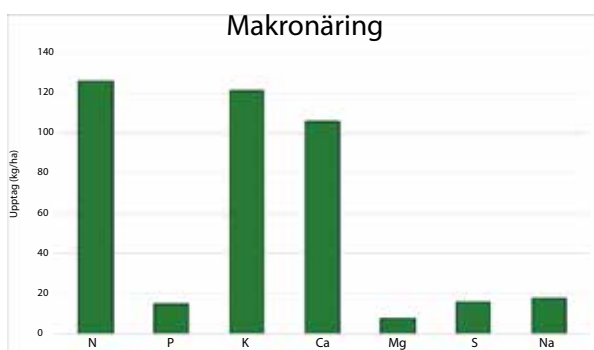
Insättning och uttag på banken

Kvävemängderna i mellangrödan härstammade sannolikt från restkväve efter det nederbördsfattiga 2018 med torkskadade grödor, men för Martin indikerar figurerna 1 och 2 ändå kvintessensen med en mellangröda. Den fångar växtnäring som hålls kvar i grödan och blir därefter en insättning i marken. Resursen mark betraktar Martin som sin bank där uttag kan ske året därpå.

– Jag drar ner N-givan med 20–50 kilo per hektar till värkorn och havre.

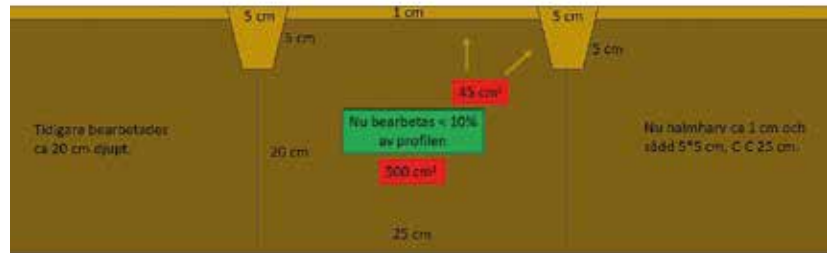
Det handlar emellertid inte bara om kväve. Honungsört och bovete är alltid med i blandningarna eftersom de är duktiga på att mobilisera fosfor som sedan kommer nästa gröda till godo.

Mycket näring i mellangrödan



Figur 1 och 2. En blandning med sju arter (se foto CarbonFarm, s 56) tog upp betydande mängder växtnäring hösten 2018. Mellangrödan såddes den 14 augusti och klipptes och vägdes den 5 oktober. Då bestämdes också halterna av torrsubstans (ts) och växtnäring. Inför en fältvandring den 22 oktober gjordes en ny klippning och vägning. Under antagandet att halterna av ts och växtnäring var desamma innehöll då mellangrödan ovanstående mängder växtnäring för makronäringsämnen t v och mikronäringsämnen t h.

Minskad ogräsbank i jordprofilen



Figur 3. Martin Krokstorp menar att en av finesserna med att inte röra i marken där ogräsbanken finns är att örtogräsen inte lockas att gro. Med direktsådd och 25 cm radavstånd på sin Väderstad Seedhawk-såmaskin blir jordrörelsen i ytan numera begränsad och mindre än 10% av profilen bearbetas.

Blandning blir bäst

Sett över flera år betraktar Martin mellangrödan på samma sätt som stallgödsel i växtföljden. Makro- och mikronäringsämnen bakas in i organiskt material och mineraliseras sedan successivt.

– Bra som en buffert i marken, men alltid lite oklart när frigörelsen sker precis som med stallgödsel, slår han fast.

Utöver växtnäringseffekten förser mellangrödnorna dessutom markens maskar och mikroliv med föda över vintern och bidrar därigenom till stabilare markstruktur. Av det skälet vill Martin ha många arter i blandningar vars skilda växtsätt ovan och under jord fyller olika funktioner.

Kompakt i matjorden

Mellangrödnorna tillsammans med höstsådda grödor och en 2-årig frövall gör att marken alltid är bevuxen på gården. Det är en första viktig princip i Conservation Agriculture (CA) som är den odlingsform som ger Martin vägledning i driften.

En annan princip är en vårdad växtföljd (se tabell) och en tredje är att vara försiktig med jordbearbetning. På den punkten kolliderade teori och verklighet en aning efter den regntunga hösten 2023 när marken blev blöt och därmed känslig för överfarter.

– Det märktes i det viktiga matjordsskiktet 10–15 cm att marken blev kompakterad, berättar Martin.

Höstrapsens rotsystem drabbades i den täta matjorden och avkastningen 2024 blev därför en besvikelse med bara 2,6 ton per hektar bland annat på grund av utvintring.

Optimalt för pålroten

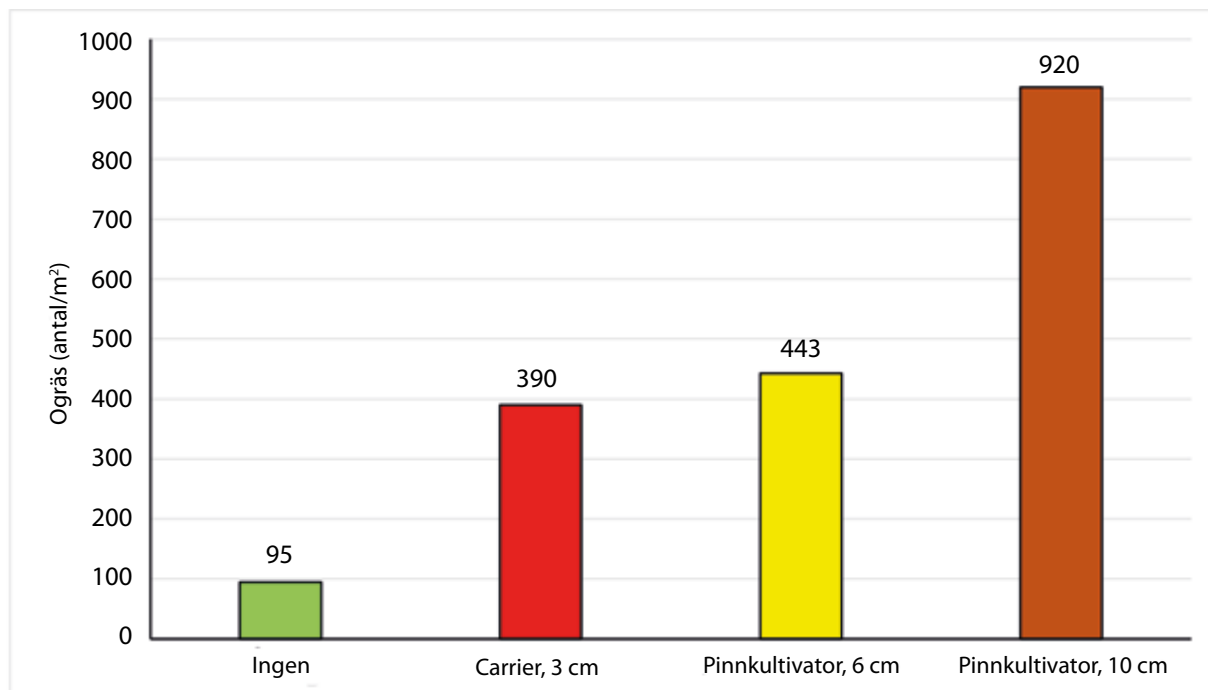
Av det skälet tänkte Martin och Fredrik om inför rapsetableringen hösten 2024, och ritsade djupt med en alvluckrare i raden där höstrapsen samtidigt såddes. Taktiken gav utdelning direkt och höstrapsen 2025 avkastade 4,5 ton per hektar. Allt var kanske inte djupluckringens förtjänst,

Socketbetor ut och frövall in

ÅR	Då – t.o.m. 2016	Nu – fr.o.m. 2017
1	Socketbetor	Vårkorn med insådd
2	Havre	Rörsvingel I
3	Höstvete	Rörsvingel II
4	Höstraps	Höstraps
5	Höstvete	Höstvete + mellangröda
6	Dill, spenat, persilja, morötter m m	Havre
7	Höstvete/vårsäd	Höstvete + mellangröda

Med den nya inriktningen mot Conservation Agriculture (CA) petades socketbetorna ur växtföljden av ekonomiska skäl men också för att odlingen kan medföra spår vid upptagningen som en grund bearbetning inte kan radera ut. In i stället kom fröodling med robust och konkurrenskraftig rörsvingel under två år. Den passar in i CA-principen att hålla marken bevuxen eller täckt med skörderester så långt det går.

Ogräs gillar ört



Figur 4. En demonstration 2024 där vårkorn såddes med två olika såmaskiner i fyra olika bearbetning visade att örtogräsen grodde i lägre omfattning ju mindre intensiv bearbetningen var. Medeltal av de båda såmaskinerna vid olika bearbetningar.

men Martin tror ändå på principen: en optimal luckring där höstrapsens pålrot snabbt ska växa på djupet, men fortsatt minimal ombländning på markytan.

– Jag betraktar djupluckringen som en systemutveckling på gården.

Örtogräs viker ner sig

Avvägningen mellan att bearbeta jorden mer eller mindre har också en annan infallsvinkel ur Martin perspektiv.

– Örtogräs viker ner sig ganska fort med mindre jordbearbetning i översta markytan där fröbanken finns.

För påståendet har Martin en förklaring (figur 3, se f g sida) som tydligt gick att illustrera när han tillsammans med sin danske rådgivare i juni 2024 anordnade vad de kallar en ”stöverkonferens” för alla intresserade i branschen. Där såddes vårkorn med två olika såmaskiner efter fyra olika

jordbearbetningar. Resultaten i figur 4 bekräftade vad Martin tidigare hade sett i sina fält.

– De flesta örtogräs ogillar CA-systemet.

Bättre odlingsnetto

Gillar CA-systemet gör däremot fältviltet som lärkor, vipor, fasaner och raphöns som ökat i antal på Krokstorps Gård. Andra fördelar ligger i ökad infiltration och därmed snabbare upptorkning med fler dagar att köra i fält tidigt på våren. I den negativa vågskålen ligger den hektiska månaden augusti.

– Den blir ju inte direkt mindre arbetsintensiv när alla mellangrödor ska etableras utöver höst-rapssädd och tröskning!

Sett över hela året har emellertid arbetstiden kunnat minska med 50 procent och dieselförbrukningen med lika mycket. Det är rejäla minskningar på kostnadssidan.

– Och eftersom skördenivån ligger kvar på samma nivå blir odlingsnettot bättre hos oss, slår Martin fast.

Det är en stark drivkraft, så trots stressen i augusti tänker inte Martin lämna den inslagna vägen. Med modifieringar och odlingsutveckling menar han att CA-principerna kan fungera också på andra breddgrader och med andra jordar än på Krokstorps Gårds relativt lättbrukade marker med som mest 20 procents lerhalt.

– Jag hade följt odlingsprinciperna oberoende av geografi och jordart.



Martin Krokstorp.



I demonstrationen 2018 såddes den 14 augusti bland annat en färdig blandning av sju olika arter. Den 3 september var mellangrödan väletablerad och den 18 september välvuxen. Vid fältvandringen den 22 oktober grävdes rötterna fram. Där fanns mycket växtnäring samlad, men okänt hur mycket eftersom upptaget inte mättes. Ovan jord mättes emellertid både biomassa, torrsubstans och växtnäringshalter som visade att mellangrödan hade samlat upp bland annat 126 kilo N från marken.



Samtidig etablering av hösträps (t.v.) och mellangröda (t.h.) under hektiska dagar i augusti blir en flaskhals för säkapaciteten med systemet Conservation Agriculture. Vitsen med ritsen vid hösträpsetableringen (t.v.) är att gynna rapsens pålrot, samtidigt som markytan ska lämnas orörd.

Mer vall och kol i växtföljden

Kolet är det nya svarta. Men inte det vi gräver upp ur öppna gruvor eller pumpar upp ur djupa borrhål. Det nya svarta är grönt, utvinns spårlöst ur luften och ger bönderna en ny strategisk samhällsroll.

Text: Peter Sylwan

Kol är möjligen världens mest värdefulla atom. Märkligt nog kostar den som mest när den duger till minst. Dyra diamanter kan vi klara oss utan. Men utan kolets andra uppenbarelsen skulle inte mycket finnas till av allt som finns till. Mer än 80 procent av all energi som idag driver allt i vår vardagliga värld är gammal solenergi som lagrats under årmiljoner i oljan, kolets och gasens svarta kolatomer. Nästan allt vi äger, brukar och förbrukar bygger på kol. Undantagna är sten, glas och en del metaller. Till och med malmen i underjorden som tvingat Kirunas kyrka på flykt hade aldrig blivit stål utan kol. Nästan allt vi själva är och gör bygger också på kol. Utan kol skulle det inte finnas något liv. I vart fall inte i den form vi känner det. En normaltung svensk på 70 kg bär på nästan 13 kg rent kol. All den energi vi och de andra djuren får i oss via föda och foder kommer från solen förmedlad av kolet och de gröna växternas fotosyntes.

Med det sagt kan man tycka att jordbruket, tillsammans med skogen, skulle ses och debatteras som Sveriges viktigaste och enda i grunden gröna och hållbara näringar. Skogs- och jordbruk utvinnet tar ju (nästan) allt sitt kol spårlöst ur luften, inte ur brutala gruvor och borrhål i marken. Enbart den årliga spannmålsskörden på cirka 5 miljoner ton innehåller cirka 2,5 miljoner ton kol, som befriat atmosfären från 9 miljoner ton koldioxid! Till det kommer cirka 4 miljoner ton vall med cirka 2 miljoner ton kol, som på motsvarande sätt tagit bort cirka 7 miljoner ton koldioxid ur atmosfären. Under den senaste decennierna har just ökande mängder vall och alltför höstgrödor dessutom gjort att jordbruket börjat betala tillbaka sin historiska kolskuld (se s. 8) och begrävt över 2 miljoner årliga ton koldioxid i svenska jordbruksjordar.

Men också för jordbruket själv har kolet i jorden en strategiskt avgörande roll. Långtidsförsök (2019/2020) på SLU visar på 16 procent skördeökning i majs för varje procentenhet jordens halt av organiskt kol ökade. Troligen mest beroende på att jorden kan hålla cirka 15 mm mer regn med varje ökad procentenhet kol i jorden. Men också därför att jordar med hög kol- och mullhalt har en lång rad andra fysikaliska och biologiska egenskaper som till exempel ökar tillgången på växtnäring, ökar mikrolivet och den biologiska mångfalden, ökar antalet dagmaskar, ger större

motståndskraft mot sjukdomar och skadegörare, ökar markens genomsläpplighet, ger marken större bärighet, minskar jordpackningen, sänker behovet av tunga traktorer och dragkraft, ger lägre dieselförbrukning, färre arbetstimmar per ha och per ton skörd! Skånska långtidsförsök pekar på nästa 1 ton högre skörd spannmål vid optimal N-giva vid 20 procent högre andel organiskt kol i jorden jämfört med kontrollen.

Utan bönder inget BNP – och kolet är viktigare än klimatet!

Att jordbruket är ett strategiskt samhällsintresse är uppenbart för de flesta. Utom möjligen för en före detta finansminister som, troligen på grund av nationalekonomiskt bagage, utnämnde jordbruket till ett särintresse. Ser man på nationalräkenskaperna kan man dock ha förståelse för hans hållning. Vid åkerkant och stalldörr är jordbrukets bidrag till vår gemensamma BNP mindre än 0,5 procent – det kan man ju lika gärna vara utan. Bortsett från att om den halva procenten försvinner så försvinner de övriga 99,5 procenten på köpet. Och dessutom – den som inte kan föda sig själv måste äta ut handen på andra. Med Rysslands krig i Ukraina och Trumps tullar har vi blivit obehagligt påmind om vår sårbarhet.

Sett i de här perspektiven är kolets kretslopp mellan himmel och jord en fråga som har långt större strategisk betydelse än vilken roll kolet har, eller inte har, i den pågående och odiskutabla klimatförändringen. Men har vi nu bestämt oss för ersätta svarta kolatomer med gröna och dessutom befria atmosfären från sitt överskott av svart kol så innebär det rimligen att skogs- och jordbruk kommer att addera en ny strategisk samhällsroll till den gamla.

Gröna vallar visar vägen

Den jordbruksgröda som slår det mesta både i att fånga in kol ur atmosfären, binda kolet i skörden och begrava kol i jorden, är vallen. Den missar ju inte en enda av alla möjliga soltimmar när temperaturen medger fotosyntes. Grön året om. En välväxande vall av lusern kan ge mer än 10 ton ts*/ha och kan pumpa ner upp till 500 kg kol per hektar i jorden och befria atmosfären från nästan 1,8 ton koldioxid för överskådlig tid. Grönmassan kan ge ungefär 30 000 kWh biogas, motsvarande

*) Torrsubstans.

3 000 liter diesel, och ge biogödsel som innehåller 300 kg kväve. 1 ha vall omsatt till biogas och biogödsel samlar alltså solenergi och kolatomer så det räcker för att ersätta eller kompensera för all fossil energi som nu används till 10 hektar spannmål och fixera kväve så det räcker till det egna hektarets gröda plus cirka 2 hektar till. Räknar man kolsänkans värde till priset av svensk koldioxidskatt på 1 200 kr/ton, kvävet till 14 kr/kg och dieseln till 15 kr/l, landar vallens värde på cirka 10 800 kr per hektar och år. Skördeökningen och kostnadsminskningen i efterföljande grödor oräknad. Den här sortens ”bakpåserveddenkalkyl” säger förstås inget mer än att det kan finnas ett betydande värde – framför allt på lång sikt – av att sätta in en flerårig vallgröda i en växtföljd av ettåriga grödor. Om det räcker för att enskilda lantbrukare, skall överväga att ta besväret och kostnaderna för att satsa på ännu en gröda, beror förstås mycket på priset.

Vill man inte rubba de egna växtcirkelarna för mycket men ändå öka kolskörden, förbättra jordhälsan, sänka kol i marken, minska behovet av kemi, växtnäring, diesel och dragkraft – och på köpet skörda biogasråvara – kan man istället satsa på mellangrödor, bottengrödor eller kompigrödor. Grödor som odlas mellan raderna på eller mellan skörd och sådd av huvudgrödorna. Deras uppgift är att ta vara på resurser som annars går till spillo, t ex det solljus som utan nytta men till mer skada, lyser på svart jord eller gula och gulnande huvudgrödor, överskott av växtnäring i jorden som annars läcker ut i vattnet, hindra erosion och hålla kvar jorden på jorden. En syntes av flera översiktsstudier visar att mellangrödor kan lagra bortåt 300 kg C eller lite över 1 ton

koldioxid/ha i jorden. Råg som såtts på hösten efter skörd och fått växa som mellangröda under vinter/vår och skördats i maj gav 8 ton ts/ha. Som biogas motsvarar det över 2 000 liter diesel/ha. Sockerbetsblast kan om den skördas ge biogas som kan ersätta kolet i över 1 000 liter diesel/ha. Halm, potatisblast, kasserat ensilage... det finns många outnyttjade källor i jordbruket som kan leverera grönt kol för att ersätta det svarta, förse Sveriges jordbruk med energi och leverera biogas som drivmedel till de delar av transportsektorn som inte kan elektrifieras. Vad som kanske är mest intressant av allt, leverera gröna kolatomer och blått väte till svenska processindustrier som idag får bägge helt och håller från importerad naturgas och importerad biogas.

Grön gas i ledningen – för Sveriges industrier

Om gasen försvinner, försvinner också vattnet. Åtminstone det renade vattnet från kommunala vattenverk som förser den övervägande delen av svenska folket med rent dricksvatten. Det säger i vart fall Gustaf Boëthius i boken ”Ledningen”. Vattenrening i Sverige är helt beroende av kemikalier som framställs av industrier som i sin tur är helt beroende av import av naturgas. Rapporten ”Mer Biogas till Industrin”(MBI) lyfter inte just vattenfrågan men visar på vilken central roll naturgasen spelar för en lång rad industrier. Dels när en process kräver en extremt ren och syrefri hetta, dels också som råvara i en lång rad kemiskt tekniska industriprocesser och produkter. Försvinner gasen stannar industrierna. Med naturgasen är det som med jordbruket. Utan den lilla delen försvinner den stora helheten. I kombination blir de svårslagbara om vi talar industriell framtid



Nordstream 2, läckan. Foto: Danska försvaret.

och nationell säkerhet. All gas vi importerar idag kan bytas ut mot biogas från egen jord och skog i morgon.

Sverige importerar idag cirka 14 TWh naturgas och 1,2 TWh biogas. Allt genom en enda (!) och sårbar gasledning (läs Nordstream) under havet och som knyter ihop det västsvenska gasnätet med Europas. Till det kommer cirka 0,5 TWh flytande biogas. Att biogasen kan göras flytande och köras i tankbil ger frihet att tillverka den där råvaran finns och frakta den dit konsumenten väntar, oberoende av gasnät. Hur mycket biomass eller gödsel som krävs för att flytande biogas skall bli en ny lönsam produktion för en enskild gård går inte att säga säkert. Allt beror på pris och stöd. Men om att behovet och marknaden finns behöver man inte tveka, om politiken kommer på plats.

Idag får vi cirka 2 TWh biogas från egna källor. Om fem år säger MBI att det borde bli 10 TWh och 30 på sikt. Potentialen och tekniken finns, särskilt om man räknar med restprodukter från skogen. Men för att möjlighet ska bli verklighet krävs enkla tydliga och långsiktiga villkor och spelregler och att gapet mellan vad det kostar att investera och producera jämfört med naturgasen krymper och försvinner. Och med det hamnar förstås frågan om biogasens framtid och jordbrukets bidrag på samma politiska planhalva som kärnkraften. Ska det byggas nya biogasreaktorer i den takt som behövs och är möjligt för att ta oss bort från fossilerna också med biogasens hjälp, krävs ett s.k. CfD – Contract of Difference,

där staten sluter gapet mellan vad producenten av biogas kan tänka sig sälja gasen för och vad naturgasen kostar på den öppna marknaden. Ett stöd som förväntas kunna trappas av i takt antagligen med att investeringarna blir förräntade och handeln med utsläppsrätter gör fossilerna dyrare.

Tillbaka till baksidan på servetten för några siffror om kolatomens tänkbara värde – tagna delvis ut MBI och ur verkligheten. Sveriges näst största och nyaste biogasreaktor ligger i Götene. Från i huvudsak 400 000 ton per år gödsel, ska den leverera flytande biogas som innehåller ca 120 GWh energi.

Göteneböndernas kor, grisar och foderväxter kommer alltså att (nästan) spårlost gräva fram kol ur luften till ett dieselvärde av cirka 170 miljoner kronor och nästan 29 miljoner i utebliven koldioxidskatt.

Till det kommer värdet av ca 350 000 ton luktfri biogödsel som går tillbaka till jordbrukarna med högre näringsvärde, minskar behovet av inköpt gödsel och höjer kvalitén på jordarna. Vad kolet är värt som just metan för syrefri hetta eller just kolatom och väteleverantör är mer svårberäknat men knappast lägre. På sikt skyntas nya möjligheter. Till exempel företaget Igrene's teknik att spräcka metanmolekylen i absolut rent kol och ren vätgas med hjälp av el. Och rent kol kan användas till mycket – bland annat till grafit i batterier (glöm kolgruvorna igen). Och då är priset på kolets värde bortåt 200 kr per kg, inte än i full klass med diamanter. Men betydligt mer användbart.



Glöm kolgruvorna! Foto: Gaius Cornelius, CC BY-SA 4.0



Priset på kolets värde är bortåt 200 kr per kg – inte än i full klass med diamanter. Men betydligt mer användbart. Foto: Jerry Cone, Public domain

Nytt högvärdigt protein testas på Sötåsen

I bioraffinaderiet på Naturbruksskolan Sötåsen förädlas vall till högvärdigt protein som kan minska beroendet av importerad soja. Raffinaderiet visar att mark, miljö och beredskap vinner på mer vallodling på svenska åkrar.

Text och artikelfoton: Jens Blomquist, Agraria Ord & Jord

Vall med gräs och klöver är mycket bra för att bevara och förbättra markens bördighet över tid. Ett flerårigt växttäck i kombination med utebliven årlig jordbearbetning bidrar till ökad mullhalt, rikare markbiologiskt liv och stabilare markstruktur. Samtidigt finns tydliga klimat- och miljövinster. Vallarna pumpar ner mer kol i backen än ettåriga grödor, och hindrar samtidigt kväve från att lakas ut genom att växa länge på hösten.

Danmark är pionjär

Just minskad kväveutlakning är ett tungt vägande skäl till att Danmark behöver öka sin vallodling för att harmoniera med EU:s krav. Men vallodling utan efterfrågan hos idisslande djur kan ha svårt att nå lönsamhet. Därför ligger Danmark i frontlinjen när det gäller att skapa en marknad för inhemskt högkvalitativt protein utvunnet ur biomassa från gräs och klöver. Centrum för forskningen finns i ett grönt bioraffinaderi vid Aarhus universitet. Med på tåget kom också Sverige 2018 efter att Chalmers-forskaren Christel Cederberg, genom kontakter med danska forskarkolleger, initierade ett svenskt bioraffinaderi.

Passade på Sötåsen

Initiativet mynnade ut i Interreg-projektet Green Valleys 2.0 som i Sverige leds av Agroväst. Platsvalet för det svenska bioraffinaderiet föll på Naturbruksskolan Sötåsen i Västra Götaland.

– Det var naturligt eftersom vi har en biogas-anläggning där fiberfraktionen kan användas, berättar Jenny Hermansson som är driftansvarig på skoljordbruket.

År 2020 kom bioraffinaderiet i gång och sedan dess har processen finslipats. Hur raffineringen schematiskt går till framgår av figuren.

Protein är bränslet

Ur raffineringen kommer tre fraktioner: protein-koncentrat, brunjuice och presskaka.

– Proteinerna är själva bränslet i bioraffineringen, förklarar Karolina Bergström som är verksamhetsutvecklare på Naturbruksförvaltningen vid Västra Götalandsregionen.

Det betyder att det raffinerade proteinet ska finansiera utvinningen och därmed ha möjlighet att ersätta importerad soja. Samtidigt understryker Karolina att sidoströmmarna med bioenergi,

foder till nötkreatur och biomaterial är viktiga för att ge lönsamhet åt helheten.

Fungerar i utfordringen

Halten råprotein i det raffinerade proteinkoncentratet ligger på ca 50 procent.

– Det motsvarar proteinhalten i importerad soja och aminosyrasammansättningen är dessutom väldigt liknande, säger Karolina.

Den profilen ger fina förutsättningar för det närodlade vallproteinerna att komplettera soja i foder till grisarna på Sötåsen. Där har pressjuice från ensilerad vall ersatt 10–15 procent av proteinfodret med gott resultat i blötutfodring till sinsuggor och tillväxtgrisar.

Fiberfraktionen testades till mjölkkor. 100 procent presskaka som grovfoder gav en något lägre produktion efter 10 veckor. Andra idisslare svarade bättre.

– Till stutar gav presskaka och ensilage i proportionerna 50/50 bra resultat i utfodringsförsök, sammanfattar Jenny.



Karolina Bergström, verksamhetsutvecklare vid Västra Götalandsregionen, framhåller miljönyttan med vallodling på fler svenska åkrar, och understryker samtidigt finessen med det närproducerade proteinet som bioraffinering ger ur beredskapssynpunkt.



Jenny Hermansson, driftansvarig på Sötåsens skolfjordbruk och bioraffinaderi, framför dekantercentrifugen där proteinet från vallen separeras fram efter uppvärmning så att proteinet koagulerar.

Vall ut på slätten

Rent tekniskt klaffar raffineringen och fraktionerna fungerar väl i utfodring, men andra hinder återstår. Logistiken är ett. Proteinnedbrytning startar direkt efter skörd, så det maximala transportavstånd från fält till raffinaderiet på ca 50 km blir en flaskhals den dag ett kommersiellt raffinaderi ska skala upp. En annan knäckfråga är eko-

nomin som hållar så länge som närodlat protein inte värderas högre än importerat. För att frigöra oss från soja efterlyser därför Karolina Bergström ett systemtänkande och en politik som ser till miljönytta, beredskap och självförsörjning.

– Då skulle lokalodlat protein få ett större värde och vallodlingen ta större plats i växtföljderna också i slättbygderna.

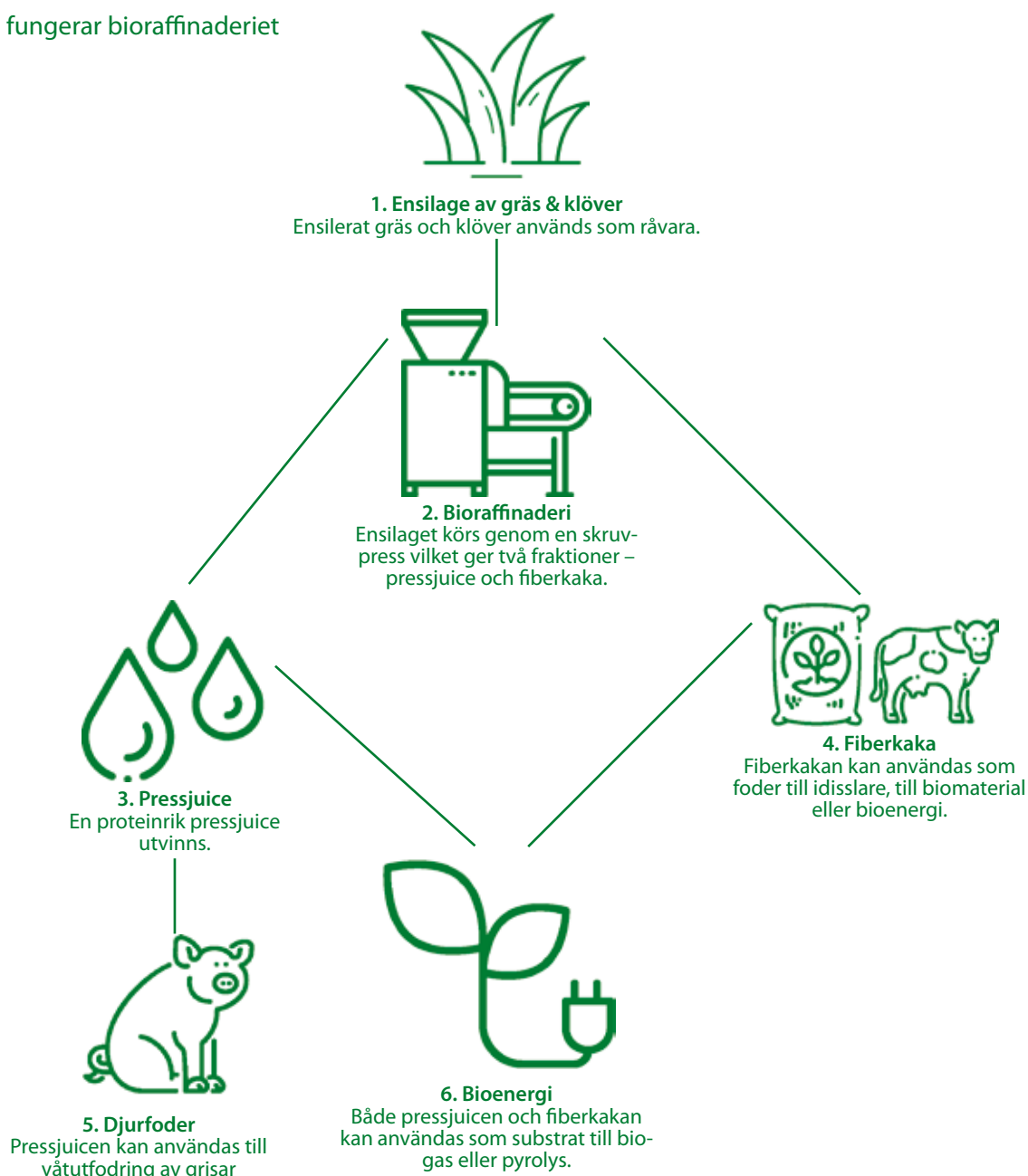


Proteinkoncentratet håller 50 procent råproteinhalt med en aminosyrasammansättning som liknar sojans. Koncentratet är den ekonomiska motorn i raffineringen vars värde vid utfodring till enkeltmagade djur avgör om lokalproducerat protein kan frikoppla oss från importerad soja.



Pressjuice kallas, om den kommer från färsk vall, också grönjuice efter passage genom skruvpresen. Fiberresterna på ytan silas bort i ett filter innan juicen värms upp så att proteinerna koagulerar.

Så fungerar bioraffinaderiet



Färsk biomassa från vall (1) pressas genom en skruvpress (2). Det resulterar i de två fraktionerna pressjuice/grönjuice (3) och presskaka/fiberkaka (4). Presskakan utgör foder till idisslare, eller blir råvara till bioenergi/biomaterial (textilier/förpackning).

I ett andra steg värms pressjuice/grönjuice (3) upp så att proteinerna koagulerar (stelnar som när ägg kokas) varefter de separeras från vätskefraktionen i en centrifug. Efter centrifugering och torkning återstår proteinkoncentrat (5) som utgör foder till enkelmagade djur som gris och fjäderfä samt brunjuice (6) som blir substrat till biogas.



Efter centrifugering och torkning återstår proteinkoncentrat som utgör foder till enkelmagade djur som gris och fjäderfä.

Arbetskostnadens förändring vid införandet av ett nytt odlingsystem

Genom att öka sin produktiva arbetstid, fördela ut maskinkostnaderna jämnare över året, och minska behovet av traktor- och arbetstimmar, så kan man minimera de ekonomiska riskerna i sitt företag.

Text: Sebastian Remvig, SLU och Sture Gustavsson, SGMA

Inom växtodlingen är det vanligt att *produktiv arbetstid* endast utgör en relativt liten andel av den totala arbetstiden. Oftast ligger denna på 40–70 %, beroende på driftsform, mekaniseringsgrad och hur väl arbetet är organiserat. Mixen av grödor, andelen vår- och höstgrödor och var i landet vi befinner oss har stor påverkan på detta.

Total respektive produktiv arbetstid

När vi diskuterar arbetstid behöver vi tydliggöra vad vi menar – produktiv arbetstid eller total arbetstid.

Total arbetstid är den sammanlagda tid som alla personer arbetar inom jordbruket, till exempel:

- Tidsåtgång för själva produktionen (sådd, skörd, djurhållning, m.m.).
- Administration, bokföring, planering.
- Underhåll av maskiner, byggnader.
- Transporter och logistik.
- Pauser, väntetider, ineffektiv tid.

Det är med andra ord all tid som registreras som arbete, oavsett om det direkt leder till produktion eller inte.

Produktiv arbetstid avser den del av den totala arbetstiden som går direkt till värdeskapande arbete, t.ex.:

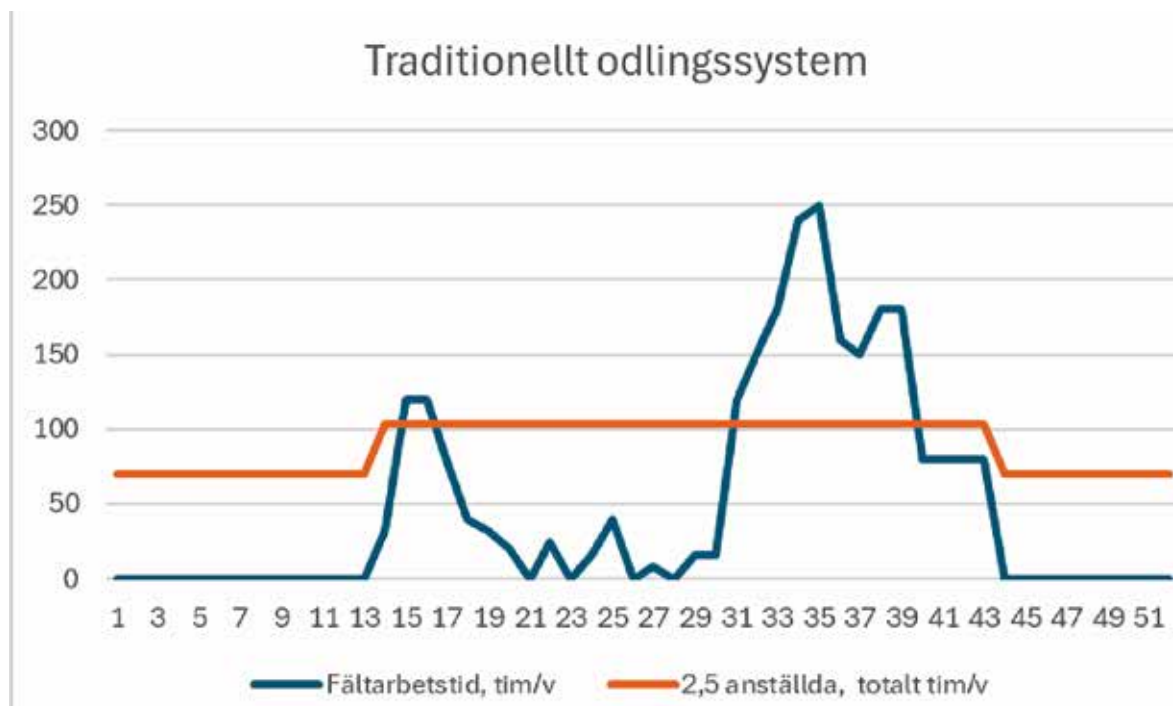
- Diverse arbetsmoment på fält eller i ladugårdar.
- Sådd.
- Skörd av grödor.
- Utfodring av djur.
- Mjolkning, etc.

Det är denna, den "effektiva" arbetstiden som direkt bidrar till produktion.

Traditionellt få men stora arbetstoppar

Om vi studerar en traditionellt syd-mellansvensk växtföljd med 40 procent höstvetete, 20 procent höstraps och resten vårsädda grödor, var ligger då tyngdpunkten när gäller den produktiva arbetsinsatsen? Figur 1.

Noterbart är att vi har ingen eller nästan ingen värdeskapande arbetstid förlagd under månaderna november till mars. Vi har en arbetstopp under april och maj och en ännu högre topp under skörde- och såperioden augusti och september. Detta innebär följaktligen att vi har en opropor-



Figur 1. Fältarbetstid under året för traditionell växtodling.

tionerligt liten andel av totala arbetstiden förlagd under vår och höst. Om vi knyter maskiner och maskininsatsen och dess kostnader till samma period, innebär detta att vi har en oproportionerlig stor andel av kostnaderna i verksamheten under en ytterst begränsad tid på året. Arbetstoppen i september och början av oktober hänger samman med jordbearbetningen, då en höstgröda ska säs.

Det kostar att ha ett feldimensionerat maskinsystem

Kapaciteten att kunna etablera en gröda är ju något vi förväntar oss av en produktionsresurs såsom ett maskinsystem. Det kan både vara en maskin som en traktor med påkopplat redskap och/eller lantbrukaren själv i form av sin arbetstid. Vi behöver ha koll på vad denna kapacitet innebär och vad den kostar. För det kostar en hel del att vara feldimensionerad. Har vi underkapacitet uppstår negativa lägenhetskostnader i form av att vi inte får den skörd vi hade förväntat oss. Har vi en överkapacitet så kostar den mer i relation till den förväntade intäkten. Med andra ord vi betalar för någonting hela året som vi kanske egentligen bara behöver använda under några få veckor.

Testar man att räkna på vad som händer om man behöver samma traktorkapacitet i höstbruket som motsvarar behovet i vårbruket, så skulle man minska traktorkapaciteten med ungefär 30 procent över helåret. Det skulle betyda att de fasta maskinkostnaderna skulle sjunka med ungefär lika mycket. Bränsleåtgången sjunker inte riktigt lika mycket men den skulle ändå sjunka med 20–25 procent. Arbetskostnaden följer i stort med traktorkapaciteten ner.

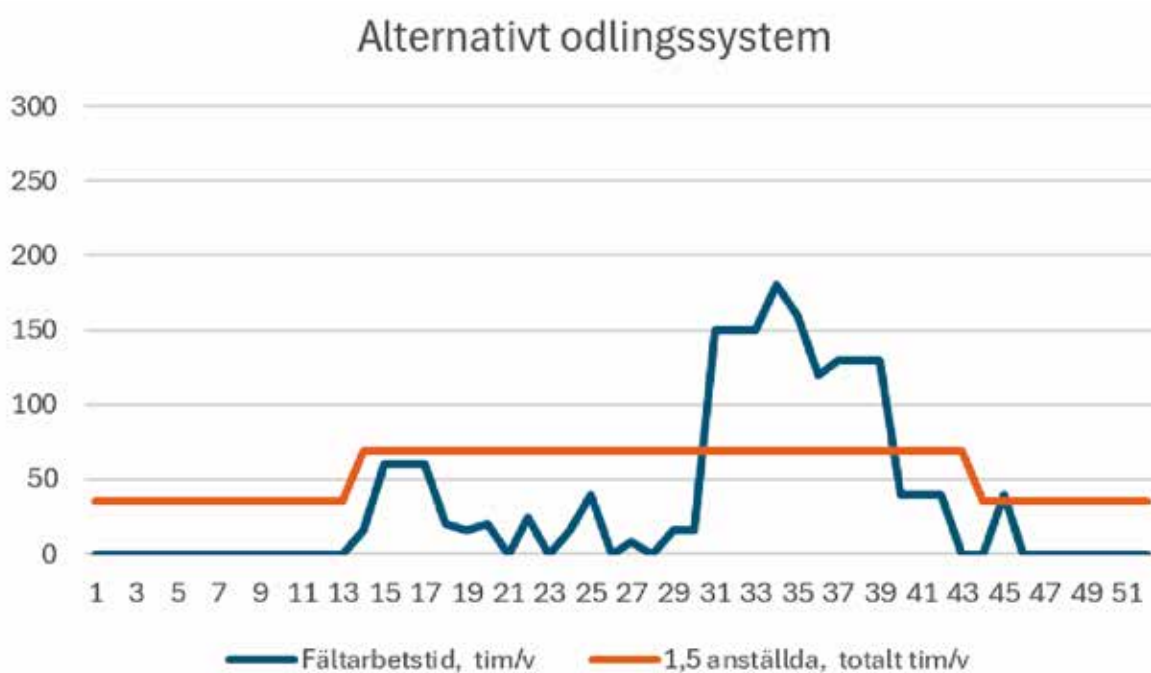
Slutsatsen blir att vi i ett traditionellt odlingsystem har ett upplägg där vi har ett ganska lågt maskinutnyttjande över året.

Förändrat odlingsystem med maximalt maskinutnyttjande

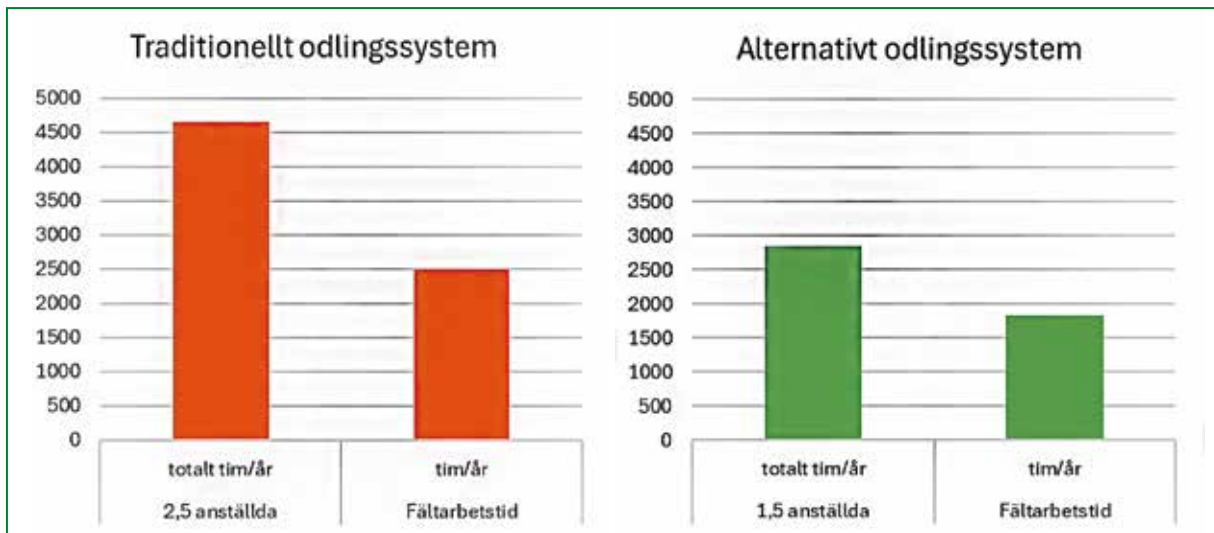
Vad händer om vi ändrar odlingsystemet med ett fokus där vi avser nyttja vår kapacitet, maskiner och produktivt arbete, så mycket som möjligt över växtodlingsåret eller att åtminstone inte hamna i situationen där vi behöver oerhört mycket kapacitet vid ett enda tillfälle. Kan vi jämna ut så att vi behöver ungefär samma kapacitet på hösten som på våren? Då har vi åtminstone två tillfällen om året med samma kapacitetsbild. Givet detta att det inte påverkar alltför mycket i relation till intäkterna.

Nedan, figur 2, samma förhållanden som i figur 1, fast i detta exempel har vi ersatt den plogbaserade jordbearbetningen till förmån för att ett odlingsupplägg om inkluderar mellangrödor och ett starkt reducerat jordbearbetningskoncept. Det är samma areal, samma geografiska belägenhet.

Ger detta ett plus på sista raden i resultaträkningen? Ja, det är väldigt mycket upp till oss själva. Det är skillnad mellan gårdar och gårdar, skillnad mellan lantbrukare och lantbrukare men icke desto mindre så vi måste ändå studera detta närmare. För vad det egentligen handlar om är att få en bra kontroll på den egna resultaträkningen. Då menas inte bara fältresultaten, utan hela företagets resultat.



Figur 2. Fältarbetsstid under året. I detta alternativ är plogen ersatt av reducerad bearbetning och odling av mellangrödor.



Figur 3. Antal timmar i produktion, totalt och specifikt för fältarbete: Jämförelse mellan traditionell växtodling och ett alternativt system där plögen ersatts av reducerad bearbetning och odling av mellangrödor.

Optimering innebär minskad risk

I ett växtodlingsföretag som inte har möjlighet till en annan sidoverksamhet, där måste vi effektivisera den egna verksamheten. Kan vi minska tiden vi lägger på fält i form av ett nytt odlings- eller maskinsystem, alltså en helt ny odlingsstrategi, då kommer vi också att minska behovet av anställda timmar och då minskar vi hela företagets ”kostym”. Minskar vi antalet maskintimmar i fält, så minskar vi antalet arbetande timmar i produktion. Det totala antalet avlönade timmar i företaget minskar också, se figur 3.

I figur 3 kan vi utläsa att i det alternativa odlingssystemet ökar vi andelen värdeskapande arbetstid från 54 procent till 65 procent av den totala arbetstiden. Samtidigt blir den totala arbetstiden i det alternativa systemet bara 61 procent av arbetstidsåtgången i det traditionella odlingssystemet.

Totalt sett innebär detta att vi minskar risken i verksamheten, alltså den ekonomiska risken att inte uppnå ett resultat som vi kan uthålligt leva på. Det engelska ordet risk management beskriver egentligen detta bättre. Hur planerar vi vår verksamhet, gårdens produktion, så att risken att inte uppnå ett godtagbart resultat minimeras.

Om vi sänker företagets kostnader på fältnivå och även på företagsnivå, då minskar vi också risken att inte ekonomiskt kunna hantera till exempel en låg skörd. Och med tanke på utfallen de senaste åren så verkar dessa år komma allt tätare och tätare. År där vi som har olika anledningar inte uppnår det vi satt oss att uppnå.

Låt oss också minnas att det är också väldigt beroende på var vi ligger i Sverige. Ju längre norrut vi kommer, desto större genomslag får företaget av ett dåligt skördeår. Marginalerna blir helt enkelt mindre och mindre.



Ju längre norrut vi kommer, desto större genomslag får företaget av ett dåligt skördeår. Marginalerna blir helt enkelt mindre och mindre. Jordbruk i Ångermanland. Foto: Ylva Nordin.

Få koll på maskinekonomin

Maskiner är en av de största kostnadsposterna i växtodlingen – men också en av de mest komplexa att överblicka. Till skillnad från insatsvaror som utsäde och gödsel, syns inte maskinkostnaden tydligt på en faktura. Den är i stället utspridd över flera konton i bokföringen och kan lätt förbises i den dagliga ekonomiska uppföljningen.

Text: Jakob Söderberg, Farmers First och Sture Gustavsson, SGMA

För att kunna fatta välgrundade beslut om investeringar, samarbete eller förändrade bruksmetoder behöver vi bättre verktyg för att följa upp och utvärdera maskinkostnaderna. Genom att arbeta med konkreta nyckeltal som till exempel maskinkapital per hektar, värdeminskning per år eller maskinkostnad i förhållande till omsättningen – blir det möjligt att identifiera förbättringspotential, prioritera rätt och i slutändan öka lönsamheten i hela växtodlingen.

Lönsam maskinekonomi börjar med en genomtänkt odlingsstrategi

En hållbar maskinplan börjar med en långsiktig strategi för växtodlingen. Genom att göra en utvecklingsplan för odlingen på 3–5 års sikt skapas samtidigt ett tydligt underlag för vilka förändringar i maskinparken som kommer att krävas.

Det handlar inte om att köpa den maskin man helst vill ha, utan om att prioritera lönsamhet. Är exempelvis ny teknik eller ökad arbetsbredd verkligen ekonomiskt motiverat?

Planera maskininvesteringarna med tydliga mål

En långsiktig investeringsplan bör tydligt visa vil-

ka maskiner som är prioriterade. Sätt upp mål för hur stor maskinkostnaden får vara – som andel av den totala kostnaden, per hektar eller i relation till omsättningen. Följ upp maskinekonomin efter varje odlingsår och justera prioriteringarna utifrån resultatet. Med tydliga mål och årlig uppföljning får du bättre koll.

Exempel på prioriteringar kan vara:

- **Effektivare vattenhushållning**, exempelvis snabbare sådd, mark med växttäckning eller möjlighet till bevattning.
- **Förbättrad jordhälsa** genom fång- och mellangrödor.
- **Minskad jordbearbetning** för bättre jordstruktur, minskad dieselförbrukning och snabbare insatser.
- **Ökad användning** av digital teknik för att spara arbetskostnader och förbättra precision.
- **Alternativa metoder** vid begränsad tillgång till kemiskt växtskydd, t.ex. mekanisk ogräsbekämpning.
- **Ägande av kritiska maskiner** – medan övriga kan leasas eller delas genom samarbete.
- **Undvik att binda kapital** i maskiner med låg utnyttjandegrad.



Foto: Jakob Söderberg.

Maskinkostnader inkl arbete står för nästan hälften av odlingskostnaden



Vad kan växtodlare göra för att förbättra maskinekonomin och läglighetseffekten?

- **Hitta balansen** mellan hög läglighetseffekt och rimliga maskinkostnader. Överkapacitet är kostsamt.
- **Går det att bredda tidsfönstren** för kritiska moment genom val av växtföljd, sorter eller odlingsmetod?
- **Samarbete kan ge både bättre** läglighet och lägre kostnader.
- **Driftsäkerhet är avgörande** – 50–70 % av säsongens haverier hade kunnat undvikas med förebyggande underhåll.
- **Maskinkostnaden per hektar** varierar beroende på gröda och intensitet i odlingen – jämför inte äpplen med päron.
- **Hög maskinkostnad** kan vara motiverad om den leder till högre intäkter eller sänkta andra kostnader. Ett bra mått att följa upp är maskinkostnad i procent av omsättning.

Maskinkostnaden – den osynliga utgiften

Maskinkostnader får sällan samma uppmärksamhet som utsäde, gödning och växtskydd – kanske för att de inte kommer som en tydlig faktura. De är utspridda över många konton i bokföringen. Därför är det viktigt att studera både resultat- och balansräkning.

Många investeringsbeslut baseras på schabloner, men det kan vara mer lönsamt att hyra in kapacitet än att äga. Vid vilken areal lönar sig en egen maskin?

Skilj också på driftsekonomi, kassaflöde och bokföringsmässiga kostnader. Maskiner tappar ofta mest i värde de första åren och skattemässig avskrivning speglar inte alltid verklig värdeminskning.

Ogräs – en nyckelfråga i val av bruksmetod

Ogräsförekomst styr också val av odlingsystem. Går det att hantera gårdens ogräsarter utan plog och utan kemiskt växtskydd, exempelvis glyfosat? Det är en avgörande fråga vid övergång till plogfritt.

Nyckeltal att följa upp i maskinekonomin

När du som lantbrukare har en övergripande bild av din nuvarande och framtida odlingsmetod kan du gå vidare med att få koll på maskinekonomin genom att sätta upp mål för hur omsättningen ska utvecklas kommande år och hur mycket maskinerna får kosta totalt, per hektar och i procent av omsättningen. Du kommer få betydligt bättre koll på dina maskinkostnader och maskininvesteringar mer tydliga mål och årlig uppföljning.

Här är några centrala mått att följa upp årligen:

- **Produktionsvärde per hektar** (omsättning/ha) Grundläggande mått för att relatera maskinkostnaden till intäkterna från odlingen.
- **Maskinkapital per hektar.** Hur mycket kapital som är bundet i maskiner per hektar. Exempel: 10 000–30 000 kr/ha.
- **Maskinlån per hektar och år.** Totala lånekostnader kopplade till maskinparken, omräknat per hektar.
- **Värdeminskning per år.** Maskinernas årliga värdefall bör uppskattas realistiskt. Exempel: 12–16 % per år.
- **Total maskinkostnad per hektar och år.** Inkluderar kapitalkostnad, ränta, värdeminskning, underhåll, drivmedel och arbete. Exempel: 2 000–10 000 kr/ha/år.
- **Maskinkostnad i procent** av omsättningen. Ett viktigt nyckeltal för att förstå maskinens påverkan på företagets lönsamhet. Exempel: 25–30 %.

Att välja ett plogfritt odlingsystem – vad ska man tänka på?

Att slopa plogen kan minska kostnader, men påverkar också arbetsgång, ogräsförekomst, skörd och jordstruktur.

- **Kapitalkostnaden för plog är låg**, men den rörliga kostnaden för bränsle, slitdelar och arbetstid är hög.
- **Plöjning kräver ofta flera** arbetsmoment före sådd – finns arbetskraften tillgänglig?
- **Behöver vi verkligen plöja så djupt?**
- **Jordarten påverkar kostnaden** – t.ex. är plöjning på sandjord 20 % billigare än på lerjord.
- **Vårplöjning kan vara gynnsamt** på vissa jordar för att få ner värme.
- **Hur nedbrukas fånggrödor** i ett plogfritt system?
- **Vilken påverkan har ett nytt** brukningssystem på struktur, mullhalt och mikroliv i jorden?
- **Klarar vi vattenhushållningen** utan plogen och hur påverkar nederbörden i området detta?

Effekter på skörd vid plogfritt odlingsystem:

Generellt minskar skörden med omkring 2 %, men variationen är stor:

- + 4 % i vårvete och våroljeväxter
- – 1–4 % i korn, höstvet, havre, höstraps, sockerbetor
- – 14 % i ärter

Även med viss intäktsminskning kan vinsten ligga i kostnadsreduktionen. Ett plogfritt system innebär ofta en ”mindre kostym” – vilket också minskar den ekonomiska risken vid sämre odlingsutfall.



Foto: Jakob Söderberg.



Gårdstest. Foto: Per Ståhl.

Att testa nytt – samordning och dokumentation av gårdstester

Det finns ett utbrett intresse bland lantbrukare och bland rådgivare för att testa nya odlingsmetoder och idéer i praktisk odling. Det kan till exempel vara nya sätt att bearbeta jorden, en ny såmaskin, eller att använda gårdens befintliga maskiner på ett annat sätt än tidigare.

Text: Stina Olofsson, Jordbruksverket, Per Ståhl, Hushållningssällskapet Östergötland och Ulrik Lovang, Lovang Lantbrukskonsult.

Fördelar med att testa på gårdsnivå är att gårdstester kan fånga upp idéer från praktiken som kan demonstreras och spridas till fler odlare. Testerna kan inspirera till fler mer utförliga projekt eller fältförsök. De kan också användas som komplement till fältförsök så att hypoteser från försöken kan testas bredare under varierande förhållanden. Vissa moment är svåra att utföra i smårutor i fältförsök och då kan större rutor i på gårdens ordinarie fält fungera bättre. Beroende på vilken typ av produkt eller frågeställning som ska testas och utvärderas så varierar storlekskravet på ytorna.

Ett pilotprojekt utfördes 2025

Kommittén för morgondagens odlingsystem tog initiativ till ett pilotprojekt som utfördes av Hushållningssällskapet i Östergötland under samordning av Per Ståhl. Ett fältförsök med PK-gödsling och en kalkprodukt kompletterades med enklare tester på gårdar i närheten av försöket. Detta pilotprojekt beskrivs i följande avsnitt och erfarenheter kan bidra till en kommande handledning för gårdstestare.

Exempel på frågeställningar lämpliga att testa på gården med utgångspunkt från gårdens maskiner

1. Teknik och maskinval för sådd: Sådd med olika radavstånd, typer av såbillar, alvluckrare och maskiner för direktsådd är lämpligt att testa i fält. Det gäller även då man tillämpar reducerad bearbetning och plöjning vissa år i växtföljden. Intresset för att odla utan årlig plöjning är stort bland lantbrukare och de som satsar på dessa odlingsmetoder, skaffar ofta nya större maskiner som inte finns på försöksgårdar och hos försökspatruller. För att skapa ytor som tillåter bearbetning och sådd med större maskiner, testar lantbrukare nya metoder på delar av sina fält. Det kan vara att i två ytor intill varandra så direkt utan bearbetning i den ena och förbereda sådden med en till två ytliga körningar i den andra.

2. Test av sorter av huvudgröda och arter

mellangrödor: Innan man byter sorter på en gård är det intressant att testa på mindre arealer för att lära känna sortens för- och nackdelar. Allra helst odlar man flera sorter på samma fält så att man ser dem intill varandra och kan observera skillnader i bestockning, sjukdomskänslighet, stråstyrka m.m.

Intresset för att odla mellangrödor har de senaste åren ökat till följd av nya miljöersättningsar och i takt med att nya odlingsformer sprider sig på gårdarna. I odlingsystem utan plöjning, till exempel Conservation Agriculture (CA), ingår varierad växtföljd, mellangrödor och samodling av olika arter som viktiga beståndsdelar. Val av odlingsystem och växtföljder styr vilka mellangrödor som är lämpliga. Lantbrukarna vill gynna god markhälsa och nyttiga markorganismer och samtidigt få en bra efterverkan av fång- eller mellangrödan.

Stödet för mellangrödor som infördes 2024 är flexibelt när det gäller arter. Lantbrukare vill ofta testa olika artblandningar för att se vad som passar bäst på den egna gården. Men samtidigt som man efterfrågar blandningar vill man hålla nere utsädeskostnaden. Det kan vara värdefullt att testa hur arterna klarar sig i renbestånd och i blandning. Att hitta optimal såtidpunkt för mellangrödan på den egna gården är också viktigt.

3. Gödsling: Antalet fältförsök är begränsat när det gäller givor av mikronäring och tillväxtstimulatorer. Dessa ämnen kan ge stora utslag i ökad skörd på vissa jordar, medan de inte alls har någon effekt på andra, och därför önskar man testa medlen på den egna gårdens fält. Det finns lantbrukare som gödslar i ett sådrag men inte i det intelligande och försökt se hur skörden påverkas. Här är det önskvärt med råd om hur man skulle kunna mäta resultatet på ett enkelt sätt. Troligen är det dock svårt att mäta och utvärdera detta med hjälp av gårdstester.

4. Växtskydd: Frågor kring växtskydd, som val av medel, antal behandlingar, doser och tidpunkter, etc. engagerar och passar för demonstrationer och

tester i fält. En fördel med många växtskydds-sprutor är att det går att bekämpa ganska precist i fältets olika delar och jämföra intilliggande ytor.

Guide till lantbrukartester

Genom samordning och planering kan man komma längre med lantbrukartester. Här följer några punkter som kan vara till nytta för den som överväger att göra ett lantbrukartest. Inspiration till guiden kommer från en liknande skrift framtagen av "ADAS", en rådgivningsorganisation i England.

Samarbete – flera tester ger bättre underlag

Samordning av enskilda lantbrukares gårdstester, gör att resultaten kan sammanställas vilket ger en betydligt bättre utväxling av insatserna, än annars. Om flera lantbrukare använder samma upplägg och led i sina tester kan resultaten bearbetas statistiskt på

ett sätt som gör att man kan dra säkrare slutsatser.

Det finns flera vägar till samarbete, som att ta hjälp av en rådgivare med ett nätverk av lantbrukare, eller kontakta de försöksringar som finns i området. Om det är en produkt som ska testas kan kanske det tillverkande företaget vara med och stödja. Företaget kan också ha ett nätverk med gårdskontakter. Försök att hitta och enas om en gemensam frågeställning inom gruppen som testar.

Enkla behandlingar ger säkrare genomförande

För att ha en rimlig chans att bli genomfört på ett bra sätt bör inte ett gårdstest vara alltför komplicerat. Ofta är ett led som jämförs med en standardbehandling tillräckligt. Med fler led kan det vara svårt att få till upprepningar, vilket minskar möjligheten att utvärdera resultaten. För en enkel

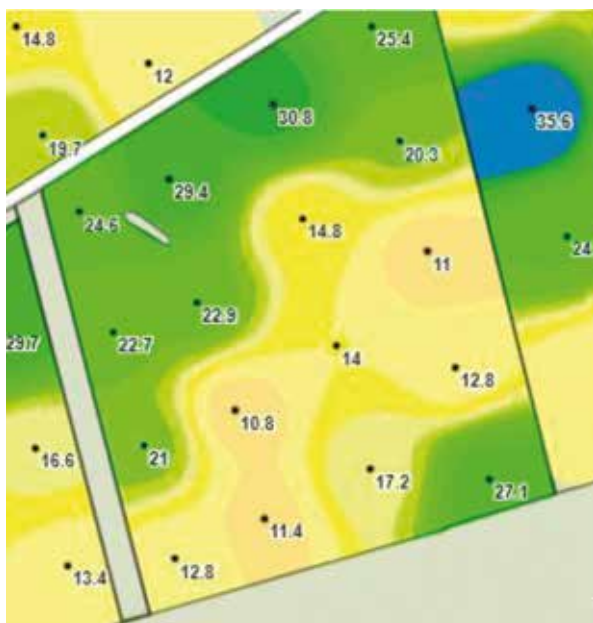


Bild till vänster på en markkarteringskarta med kalium innehåll i marken. Kalium kan spegla lerhaltsvariationen i marken vilket kan vara en grund för val av plats utan för stor variation. Till höger en vegetationskarta från Cropsat som också kan ge information om jämnheten i fältet. Här kan man välja satellitbilder från olika datum som kan ge information om grödan i olika skeden.

analys för statistisk bearbetning innebär fler led på samma plats samtidigt att fler statistiska frihetsgrader skapas som ökar säkerheten i analysen. Gäller det ett test av en ny idé är det bra att "ta ut svängarna". Ska man ha en chans att få ett statistiskt säkert resultat krävs att behandlingen ger ett tydligt utslag på skörden, eller annat som ska mätas. För att fastställa skillnader mellan leden bör det, beroende på gröda, helst vara skördeskillnader på minst cirka 500 kg per ha.

Fältvariation – hitta en bra plats

För att hitta skillnader mellan olika led måste fältvariationen vara så liten som möjligt. Hjälpmiddel för att förstå gårdens fältvariationer kan vara:

- Tidigare skördekartor
- Historiska flygbilder (kan laddas ner gratis från

Google Earth Pro)

- Markkarteringskartor (t.ex. jordart, näringsämne, elektrisk konduktivitet)
- Satellitbilder, NDVI-bilder från Cropsat, A-tfarm och liknande verktyg.

För de flesta experiment och tester bör ett så jämnt fält som möjligt väljas. Fält med hinder, nyligen genomförda förändringar i skötseln eller där försök nyligen har utförts bör undvikas.

I vissa fall kan det finns skäl att medvetet "skapa variation", till exempel för tester där gödsling med samma giva över fältet jämförs med teknik som tillåter variabel giva. Vid sådan jämförelse är variation nödvändig för att få fram eventuella fördelar med variabel giva. Lämpligt är att välja ett fält där den huvudsakliga variatio-

nen går tvärs över sådragen, för att det ska bli så rättvis jämförelse som möjligt mellan behandlingarna.

Praktiska tips kring lämpliga rutbredder och uppföljningsätt

Gårdstest av olika växtskyddsbehandlingar

Det är lämpligt att använda sprutans fulla bredd för att tillföra växtskyddsmedel vid en test, eftersom man då vet att hela sprutdraget har en fått en viss behandling. Tack vare att man med sprutan får skarpa gränser mellan olika behandlingar eller mot obehandlade ytor behövs det inte så stor säkerhetsmarginal mellan behandlingarna.

Vid skörd är det lämpligt att skörda två tröskdrag per behandling, till exempel två drag och totalt 16 m i en ruta där det har med en 24 meters spruta. Det går då att tröska vartannat sprutdrag och få många upprepningar på ett fält. Ett alternativ är att dela ett fält i två behandlingar och därefter tröska 1–2 drag på respektive sida av gränsen.

Test av mineralgödselbehandlingar

Med rampspridare för mineralgödsel får man motsvarande precision som med en växtskydds-spruta och kan därmed använda samma utvärderingsteknik som ovan.

Med centrifugalspridare sker så pass mycket överlapp mellan dragen att det krävs en relativt stor marginal, lämpligen ett gödslingsdrag mellan de led som ska utvärderas. Därefter kan 1-2 tröskdrag skördas på den ytan på vardera sidan av säkerhetszonen. Nackdelen med en sådan zon är att den skapar ett större avstånd mellan leden, vilket ökar risken för att leden har olika markförutsättningar. Ett alternativ för att få skarpa gränser utan tillgång till rampspridare, är att använda såmaskinen för att tillföra gödningskornen kontrollerat på ytan.

Med en såmaskin finns det goda möjligheter att skapa avgränsade stråk med behandlingar. Ofta kan både mängder av utsäde och gödning justeras. Det är även möjligt att stänga av billar om man önskar skapa ett ögödselat led som en mindre ruta i en del av såmaskinsbredden.

Utvärdering av skörden

Skördekartering gör att man kan identifiera och studera mindre avgränsade ytor i kartfilerna, som kan fastställas i efterhand. Skördekarteringen bör vara kalibrerad för att ge korrekta avkastnings-siffror, men för att få en relativ jämförelse mellan behandlingarna går det i de flesta fall även utan kalibrering. Innan testet läggs ut bör man ha bestämt hur utvärdering ska ske och vad som krävs för ett bra resultat. Det kan handla om vikten av att hålla jämn hastighet i hela tröskdraget i de områden som ska utvärderas.

Utan skördekartering krävs det generellt större ytor så att mängden som ska vägas blir tillräckligt stor, minst 1000 kg per vägning. Vägningen kan ske i vagn på körväg, eller i lastarskopa med vägceller. Den mängd som vägs bör vara större ju mindre precision det är i själva vägningsmetoden.

Lantbrukartest 2025

Exempel på hur gårdstester kan komplettera ett fältförsök

Under 2025 genomfördes ett mindre gårdstest i Östergötland. Inom ramen för Försöksring Öst, en organisation som finansierar fältförsök med regional förankring, utfördes ett lantbrukartest som kopplades till en försöksserie.

Fältförsöket (FRO-4501-2025) har sex led där lättlöslig kalciumkarbonat och en PK-gödsel i olika givor provas. I lantbrukartestet valdes ett led ut (400 kg per ha med Calciprill) som testades på gårdarna. Tillverkaren av Calciprill Omya tillhandahöll produkten för gårdarna att använda till testet och på så sätt kunde metoden med gårdstester komma igång efter endast en kort tid för planering.

Tidpunkt	Vid sådd	Vid sådd	Vid sådd
Gödselmedel	Axan	Calciprill	PK-11-21
Led	kg N	kg vara	kg P
1	120	0	0
2	120	200	0
3	120	400	0
4	120	200	25
5	120	400	25
6	120	0	25

Försöksplan för fältförsök i korn FRO-4501-2025. Markerat led används i testerna.

Målet var att flera lantbrukare skulle göra samma åtgärd på ett likvärdigt sätt så att resultatet kan jämföras, slutsatser dras, och förhoppningsvis förstärka resultaten i fältförsöken. På gårdarna var det ett mer storskaligt test i stora rutor vilket kan ge ytterligare information som kompletterar fältförsöket, till exempel med flera olika jordarter.

Genomförande

Tre lantbrukare genomförde testet. Produkten kördes ut efter sådd och spreds ovanpå markytan med såmaskin med upplyfta billar, för att få skarpa kanter på testrutorna. Upplägget varierade något beroende på förutsättningarna på respektive gård. En gård lade ut en stor ruta utan upprepningar. De andra två skapade fyra upprepningar på fältet. En schematisk skiss (figur 1) visar upplägget med fyra upprepningar och två led, vilka inte lades ut slumpmässigt.

Ruta	1	2	3	4	5	6	7	8
Led	1	2	1	2	1	2	1	2

Figur 1. Skiss över försöksupplägget för gårdstestet

För att underlätta rapporteringen togs ett rapportblad fram med de viktigaste uppgifterna, bland annat var i fältet som behandlingarna utfördes, uppmärkning i fält och hur gödslingen utfördes. Skörderesultaten utvärderades på flera sätt. På gården med storparcellen var rutan 18*600 meter vilket gjorde att två tröskdrag passade med den behandlade ytan. Efter tröskningen analyseras tröskans skördekarteringsfil. De enskilda punkterna i filen analyseras separat och ett antal punkter läggs ihop till en samlad registrering av skörd och vattenhalt.

Tröskorna är sällan tillförlitligt kalibrerade och skördesiffrorna i kilo per hektar är osäkra, men de kan ge en rättvis bild av skillnader mellan olika tröskdrag eller led. Före analysen kontrollerades att hastigheten vid tröskningen varit jämn och att inga fel fanns i datafilen.

I det ena testet med upprepningar anpassades rutorna så att bredden stämde med gårdens tröskas skärbredd och längden efter fältet (110-150 meter). Varje tröskdrag tankades ur i en lastmaskinskopa med vägceller.

I det andra fallet med upprepningar, var rutorna tre meter breda och 24 meter långa. Detta test låg på samma fält som fältförsöket som nämns ovan. När fältförsöket tröskades med försöks-tröskan skördades även lantbrukartestrutorna (2*24 meter). Gården skulle även efter önskemål ha haft möjlighet att tröska i storsäckar – en för varje ruta som sedan kan vägas och analyseras.



Torr och fint.
Foto: Per Frankelius.

Analys av resultaten

På platsen som låg bredvid fältförsöket fanns en tendens till samma utfall i försöket och i lantbrukartestet. 400 kg/ha Calciprill gav ca 500 kg/ha i skördeökning i fältförsöket (ej signifikant utslag) och i lantbrukartestet ca 800 kg/ha. Eftersom lantbrukartesterna inte var slumpade kan vi inte analysera resultatet på den enskilda platsen.

Analyseras flera tester på olika platser tillsammans kan en statistisk analys göras. Säkerheten i den statistiska analysen beror av antal led och hur många gårdar som jämförs. Ett mått på vad som krävs för säkrare analys är antal "frihetsgrader" i beräkningen. Om gårdarna används som upprepningar blir antalet frihetsgrader i beräkningen lika med $(a - 1) * (b - 1)$ där a är antalet led och b är antalet gårdar. Det krävs cirka åtta för att säkerheten i analysen blir bra. Med bara två led bör testet inkludera minst nio gårdar. Då endast tre gårdar ingick i det aktuella testet 2025 var det inte möjligt att utföra statistisk analys av resultaten.

Slutsatser och erfarenheter från lantbrukartest

- Tillämpa ett enkelt upplägg
- Identifiera tydliga led för det som ska jämföras
- Gå igenom vad som ska mätas och hur det ska utvärderas
- Gör en rapportmall som är enkel att följa
- Det finns olika sätt att mäta skörden som alla kan fungera. Bestäm i förväg hur det ska gå till.
- Räkna på hur många led och deltagande gårdar som krävs om en statistisk analys ska göras av resultaten. Används upprepningar och läggs leden ut slumpmässigt, ökar säkerheten i analysen.

Vi i arbetsgruppen som diskuterat, gjort utkast och genomfört testet under 2025 tycker att det givit många intressanta erfarenheter. Vi tror att det är viktigt att inte komplicera uppläggen så att lantbrukarna kan utföra gårdstester utan alltför mycket tid och arbete. Troligen behöver testerna hållas samman av till exempel en rådgivare, särskilt om resultaten ska kunna sammanställas enligt ovan och ge möjlighet till att generalisera resultaten till fler gårdar. Gårdstester ersätter inte regelrätta fältförsök. Fortfarande är det viktigt med officiella fältförsök, men välorganiserade gårdsförsök är ett intressant upplägg både för att komplettera befintliga fältförsök och för att väcka intresse för utlägg av nya försök.

En guide för lantbrukartest är under utarbetande.

Management eller nya maskiner – vad avgör om man lyckas?

Att förändra från ett odlingssystem till ett annat kan vara både komplicerat och utmanande. Komplicerat för att alla som arbetar i och kring ditt system behöver tänka om, anpassa sig och framför allt ha förståelse och insikt i hur det nya systemet fungerar. Utmanande för att det även gäller att få alla medarbetare att tro på att det nya systemet är rätt väg att gå, och att det kommer att leda framåt och till något bättre.

Text: Martin Krokstorp, Krokstorps gård och Stina Olofsson, Jordbruksverket

Maskintekniskt finns det inga större problem eller hinder för ett systemskifte. Visst behövs en lite annan maskinuppsättning på gården. De djupbearbetande maskinerna, såsom plog och kultivator, ska fasas ut och ersättas av maskiner anpassade för grund och tidseffektiv bearbetning. Den mer eller mindre traditionella såmaskinen behöver troligtvis ersättas av en maskin anpassad för direktsädd och/eller sädd i en ökad mängd växtrester. Men för maskinförare inom lantbruksyrket är denna förändring den lättare delen av transformationen. De allra flesta är skickliga och erfarna i konsten att framföra många olika maskinkombinationer, med varierad integrering av teknik och finesser. Så den rent tekniska förändringen på gården är ofta till det positiva. En maskinförare som får nya redskap att manövrera ser ofta detta som en glädjande utmaning, och lär sig därmed också att bemästra nyheter på ett noggrant och precist sätt. Det är helt naturligt så att en maskinförare sår rakare och mer noggrant med en ny, modern såmaskin än vad hen gjorde med den gamla, slitna maskinen.

Den största utmaningen är timingen

Den största svårigheten maskintekniskt blir nu istället att optimera timingen av olika insatser. Eftersom att det nya systemet innebär färre överfarter, med mindre bearbetande maskiner, finns inte längre samma antal förlåtande moment. Plogen är fantastisk på att "vända blad" genom att gömma gamla synder till förmån för nya möjligheter. En halmharv gömmer inga packningsskador och skär inte av några rotosträs. Därmed blir förståelsen för det nya systemets olika insatser och dess förutsättningar en av de viktiga nycklarna för att lyckas. Den som sitter på tröskan måste ha god insikt i vilka förutsättningar som är optimala för att såmaskinen i nästa led ska kunna etablera kommande gröda på ett tillfredsställande sätt. Den som halmharvar eller gör en grund bearbetning måste veta både hur och i vilken riktning trösk-

ningen skedde och i vilken riktning kommande sädd kommer att ske. Och allra viktigast att ta hänsyn till är både det mest komplicerade och det mest avgörande; jorden.

Möjlighet till rotutveckling styrs till stor del av jordens status

Hur lång tid det tar, och hur lätt ett systemskifte går att införa, beror till väldigt stor del på vilket startläge jorden har. De mest grundläggande fysikaliska förutsättningarna måste vara tillgodosedda för att ett system med mindre bearbetning ska tas väl emot av jorden. Status på täckdikning, pH, mullhalt, packningsskador etc. har alla stor till väldigt stor inverkan på möjligheten till ett skonsamt systemskifte. Därför är det prio 1 att dessa faktorer är i fas. När systemskiftet går från ett system med mekanisk luckring och strukturförändring till ett system där rötter av främst mellangrödor ska ersätta ovan nämnda mekanik blir det också helt avgörande att dessa rötter ges optimala förutsättningar. Mellangröda i alla dess former är helt avgörande för att det ska gå att bibehålla och förbättra jordens egenskaper och markens bördighet. En väleablerad mellangröda som får växa och verka under flera månader förbättrar förutsättningarna till gynnsamma odlingsförhållanden under flera år framöver. Därav är det rimligt att räkna med en "omställningstid" för jorden på mellan 5 och 10 år, innan det går att hävda att jorden acklimatiserats till det nya systemet. Lättare jordar går något fortare att "ställa om" till ett minimerat system än styvare jordar. Alla jordar drar stor fördel av att andelen mull och humus i ytan ökar. De lättare jordarna blir exempelvis mindre känsliga för vinderosion och när en förbättrad kapillaritet, medan de styvare jordarna blir mindre slammingsbenägna och får ett behagligare klimat för fröplacering. Återigen bör poängteras att jordens förutsättningar och skick sedan tidigare avgör hur lätt eller svårt det blir att övergå till ett nytt odlingssystem.

Viktiga frågor att ställa för den som överväger förändring

Här följer en kort checklista på faktorer som det är viktigt att resonera kring och ha tagit i beaktande inför och under ett systemskifte.

- **Markavvattning** – Täckdikning och dränering är den mest grundläggande faktorn för långsiktig hållbar odling, oavsett odlingssystem.
- **Markkartering** – Den som har koll på sina markfysikaliska och markkemikaliska förutsättningar har lättare att göra rätt vägval i sin odling.
- **Växtföljd** – En ordnad och varierad växtföljd är helt avgörande i ett odlingssystem som inte enbart bygger på bearbetande redskap.
- **Mellangrödor** – All mark måste bearbetas, och görs det inte mekaniskt måste det göras med rötter. Även här måste växtföljden beaktas. Ju fler arter vi kan få in i växtföljden desto bredare funktion och verkan.
- **Timing** – Ju färre verktyg vi har att ta till desto viktigare att vi använder de verktyg vi har till förfogande vid rätt tid och med optimal intensitet.
- **Ha tålamod** – Förändring tar tid. Ha inte för bråttom att utvärdera varken motgångar eller medgångar.
- **Lär känna din jord** – Ta för vana att så ofta det passar ta med en spade ut i fält, gräv, lukta och känn, och följ jordens variationer över tid.
- **Rådgivning och erfarenhetsutbyte** – Ett av de viktigaste momenten i ett nytt odlingssystem är att ha kanaler att nyttja för erfarenhetsutbyte, utvärdering, planering och stöd i sitt beslutfattande. Lika viktigt som det är att odlaren själv är trygg i sin tro på systemet, lika viktigt är det att rådgivande resurser delar samma tro.

Vi avslutar med ett citat utan känd avsändare:

Don't listen to negative people.
They tend to have a problem
for every solution.



Foto: Ylva Nordin.

Tips på bok och film om odlingssystem

Text: Peter Sylwan

Film: LÅNAD JORD

”Vi ärver inte jorden av våra föräldrar – vi lånar den av våra barn.”

Förvaltarstankens från familj jordbrukens tid – att alltid vilja lämna ifrån sig jorden i bättre skick än man tagit emot den – är nyckelrepliken i filmen Lånad jord. Filmen om framtidens odlingssystem som i en version och i nutid finns på Krokstorp gård utanför Helsingborg. Och på [Youtube](#).

Familj jordbrukens tid är länge sedan svunnen, åtminstone om man tänker sig den övervägande delen av Sveriges jordbruksföretag som många och små. Sveriges jordbruk består idag av något fler än 50 000 jordbruksföretag som tillsammans brukar cirka 2,4 miljoner hektar åkermark. Men så mycket som ca 2 miljoner brukas av så få som ca 10 000. Det blir 200 hektar per företag – och på Krokstorp odlar man 400 ha, rimligen att betrakta som ett stort jordbruksföretag. Ändå är det ett familjeföretag som lever som man lär och avlivar myten om att stort nödvändigtvis betyder farligt för klimat, miljö, mångfald och mängd skörd och pengar. På Krokstorp är skördarna lika stora som hos grannarna trots att plogen är ställd i beredskapslagret och bara kommer fram när det är absolut nödvändigt.

– Vi kör inte i och på jorden mer än vad vi

måste. Men heller inte mindre än vad som är nödvändigt säger Martin och trycker hårt på att alla jordar, jordbruk och jordbrukare är olika och alla måste hitta sin väg till en bättre jord att lämna över till de som följer efter. Men i hans recept för en friskare och mer produktiv jord ingår ändå kurer som kan tas av alla, till exempel just den minimerade jordbearbetningen och att jorden så långt det bara går alltid är täckt och skyddad av en växande gröda. Också av en så kallad mellan-, botten- eller kompisgröda som sås mellan raderna eller mellan skörd och sådd av huvudgrödorna och som tar vara på sol, näring och regn och minimerar läckage och erosion. Resurser som annars skulle gå förlorade.

På sista raden i Martins kalkyl står det 40–50 procent lägre dieselkostnader, färre traktortimmar, större skörd per timme, större klimatnytta (troligen ca 1 ton koldioxid begravad i jorden varje år) och ökad biologisk mångfald. Växtnäring (en del som biogödsel) och kemiska medel är strikt behovsanpassade. Förutom alla små och lite större djur och insekter som trivs på och ovan jord, tillkommer maskarna under jord. På jordar som inte på djupet skärs sönder av kallt stål visar forskningen att antalet maskar kan öka från 300 000 till över 1,5 miljoner per hektar. Om bland annat den forskningen kan man läsa i boken på nästa sida.



Foto: Peter Sylwan.

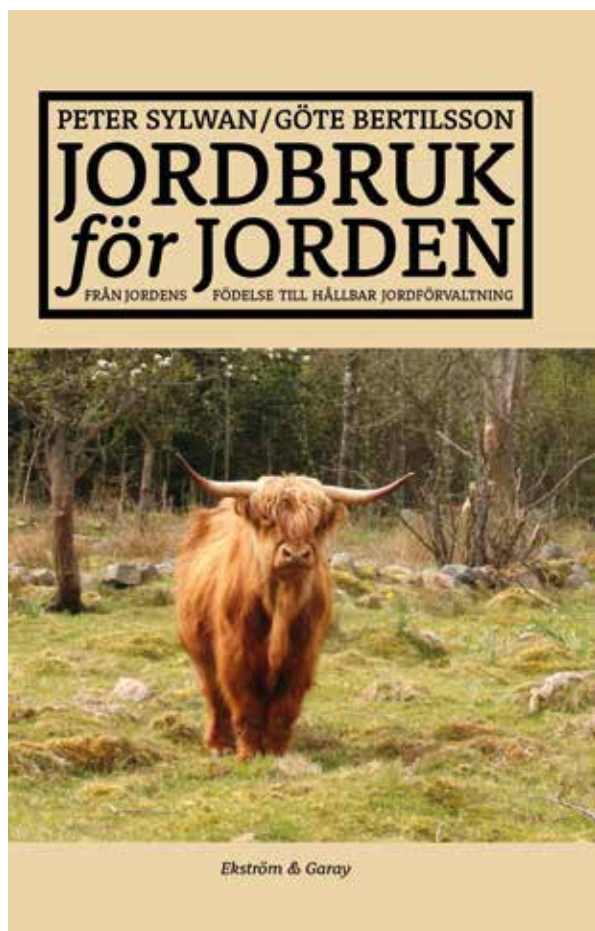
Bok: JORDBRUK FÖR JORDEN

I boken "Jordbruk för jorden" spelar Krokstorp också en av huvudrollerna tillsammans med andra som visar att i morgondagens odlingssystem kan svenskt jordbruk bli självförsörjande på både energi och växtnäring.

Boken är en populärvetenskaplig resa från jordbrukets skapelse för 10 000 år sedan som bland annat visar att det inte var bönderna som blev bofasta utan de redan bofasta som blev bönder, att kampen om jorden har styrt vår historia mer än de flesta av oss anar, att jorden själv håller sig med ett hållbart jordbruk som när det än gång härskade på jorden kunde försörja lika mycket djur som vårt jordbruk kunde försörja människor på 1970-talet. Och det först efter tre agrara revolutioner som på köpet gav oss den industriella revolutionen. Men också ett jordbruk som riskerar förstöra sin egen jord, läcker näring som göder och dödar haven, bidrar till klimatförändringen

och hotar den biologiska mångfalden på jorden. Ett jordbruk som nu står inför gigantiska utmaningar och i stort behov av en fjärde agrar revolution som måste ge mer med mindre. 2050 är vi troligen ca 2 miljarder fler på jorden. Också utan alla de krav som den växande bioekonomin ställer på jord- och skog att förse oss med gröna kolatomer som ersättning för de svarta, måste morgondagens odlingssystem kunna producera minst 50 procent mer mat från färre hektar.

Jordbruk för jorden tar oss med till också tre andra jordbruksföretag som visar att det är genom att lära av jordens eget jordbruk som vi kommer att kunna producera mer med mindre just genom att ta vara på resurser som idag försvinner ut i haven och upp i luften. Ett jordbruk där vår tids digitala revolution, satelliterna i rymden, gentekniken i växtförädlingen och djupare kunskaper om jordens ekologi tillsammans ger oss jordbruk för jorden som kan bli hållbart så länge solen lyser och det finns bönder på jorden.



Lästips och länkar

I vår omvärld pågår en allt snabbare övergång till plöjningsfria odlingssystem, Conservation Agriculture eller Regenerative Agriculture. I dessa odlingssystem ägnar man stort intresse för den biologiska mångfalden i marken och har byggt upp stor kunskap om markens mikroliv. Denna kunskap bör det övriga jordbruket också tillägna sig eftersom skördarnas storlek och behovet av växtnäring och bekämpningsmedel är beroende av hur detta mikroliv fungerar. Här har jag samlat ett antal lästips och länkar till intressant kunskap. Trevlig läsning!

Text: Per-Åke Sahlberg, Tagelberg gård

Digging Deeper: Unearthing the Economic Potential of Healthy Soil

I en studie från Boston Consulting Group och Nature And Biodiversity Conservation Union som har analyserat vad en bättre jordhälsa betyder för det tyska jordbruket

<https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/landwirtschaft/250331-healthy-soil-grows-healthy-food-mar-2025-wo-spine.pdf>

Slutsatsen i denna studie är: Som vår djupgående analys visar har ökad markens biologiska mångfald en rad positiva konsekvenser miljömässiga, sociala och ekonomiska. Det kan förbättra motståndskraften mot den ökande sannolikheten för torka och översvämningar i ljuset av ett förändrat klimat. Det kan öka markens förmåga att fånga och lagra kol. Det kan minska behovet av mineralgödsel och bevattning. Och det kan till och med förbättra kvaliteten och näringsvärdena hos den mat vi äter.

Differences in Tilled and No Till Soils

En annan intressant Youtubefilm som visar hur den vattenhållande förmågan hos marken förändras vid en övergång till plogfria system från USA

<https://www.youtube.com/watch?v=q1aR5OLgcc0>

EU reglering om kolinlagring

Inom EU har man antagit en förordning om att om att jordbruket skall lagra in kol i marken genom Carbon Farming

Carbon Removals and Carbon Farming (CRCF) Regulation (EU/2024/3012)

Conservation Agriculture: Moving Towards the preservation and improvement of biodiversity in agricultural ecosystems

The European Conservation Agriculture Federation (ECAAF) har utrett vad en övergång till CA betyder för Europas Jordbruk, biodiversiteten, det biologiska livet i markerna o s v

https://ecaf.org/wp-content/uploads/2023/09/CA_Biodiversity_report_ECAAF.pdf

The Potential of Regenerative Agriculture in Denmark

I Danmark har BCD tillsammans med Danmarks Naturfredningsforening tillsammans utrett vad CA-lantbruk betyder för Danmark

<https://web-assets.bcg.com/a0/71/59d6ae4f40c4a8b81bfecba3afd7/bcg-the-potential-of-regenerative-agriculture-in-denmark-feb-2024.pdf>

Soil Health, Crop Yield and Carbon Footprint Trade-Offs Between Conservation and Conventional Farming: A Case Study

I en artikel i European Journal of Soil Science:

<https://bsssjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ejss.70194> publicerad Sept, 2025 redovisas ett 8-årigt försök från Österrike där man jämfört konventionellt med CA-jordbruk. Slutsatserna som redovisas är att jordhälsan förbättrades med 4 procent och klimatgaserna minskade med 43 procent. Rapporten är också refererad i Greppa Näringsens webbnyheter.

I Skåne har en ”pargårdsstudie” skett under 2022–25 där man jämfört systemen och konstaterat att: Den viktigaste slutsatsen i projektet är att både lantbrukarens lönsamhet och miljön tjänar på plöjningsfri odling. En genomtänkt övergång till plöjningsfri odling leder med stor sannolikhet till en för odlaren bättre lönsamhet samtidigt som belastningen på miljön minskar. Vill Du veta mer kontakta: Lars Wiik lars.wiik@hushallningssallskapet.se.

BOFIN, UK

I England bedriver en forskningsfinansieringsorganisation, BOFIN, försöksverksamhet ute på gårdarna, där bönderna får ersättning och aktivt medverkar i datainsamlingen. Man bedriver och finansierar försök med perenna grödor, GMO-tester och olika brukningsmetoder. Något som kan vara en inspiration för oss i Sverige. <https://bofin.org.uk/LeadtheField/>

Carbon action Svenskfinland

I Finland pågår ett projekt: ”Carbon Action” som drivs av SLA, den svenska lantbruksorganisationen, under ledning av Anne Antman. Projektet främjar kunskapsspridningen om kolinlagring i jordbruksmark som en del av en hållbar livsmedelsproduktion. Man ligger långt framme, håller seminarier och gör gårdsbesök. <https://www.bsag.fi/sv/projekt/carbon-action-svenskfinland/>

Om mikrolivet i jorden

För den som vill lära sig mera om hur mikrolivet fungerar i jorden så finns det intressanta Youtube-filmer där forskare och andra intresserade håller seminarier om livet i marken. Det handlar framför allt om hur man med hjälp av mellangrödor kan stimulera mikroberna i marken till att leverera de näringsämnen som krävs för goda skördar utan mineralgödsel och bekämpningsmedel. Här finns mycket att lära om sina jordar för att förbättra mullhalt, vattenhållande förmåga och minimera sina insatsmedel. Det handlar också om hur man i växtförädlingen bättre kan utnyttja de dolda egenskaperna som finns i genomen för att skapa höga skördar med mindre insatser. Här kommer några exempel. Det finns många fler för den som är intresserad:

<https://www.youtube.com/watch?v=9yPjoh9YJMK>

<https://www.youtube.com/watch?v=HxyzOtU6FiA>

<https://www.youtube.com/watch?v=5x9hpXo6sfg>

<https://www.youtube.com/watch?v=HxyzOtU6FiA&t=42>



KSLA:s bibliotek. Foto: Agneta D Ohlson.



Foto: Tim Hufner/Unsplash

Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien
Drottninggatan 95 B • Box 6806
113 86 Stockholm
Tel 08 54 54 77 00 • Bibliotek 08 54 54 77 20
www.ksla.se • akademien@ksla.se