

Tækni við jarðvinnslu

Inngangur

Á síðastliðnum áratug hafa átt sér stað umtalsverðar breytingar á aðferðum við jarðvinnslu hér á landi. Ástæðurnar fyrir því má meðal annars rekja til að veruleg aukning hefur orðið í *kornrækt*, en hún kallar á agaðri vinnubrögð við jarðvinnsluna og frágang á sáðbeði og hún hefur ennfremur vakið menn til umhugsunar um ýmsa aðra mikilvæga þætti jarðyrkjunnar. Þá hafa *dráttarvélar* stækkað að miklum mun og flestar nýrri gerðir dráttarvéla eru með *aldrif* og stærri aflvélar sem gefur allt aðra og betri möguleika á að beita vinnutækjunum og *auka afköstin*. Einnig hafa komið til sögunnar *nýjar gerðir af jarðvinnslutækjum* sem veita aukið svigrúm til að velja þau tæki sem henta hinum ólíku jarðvegsgerðum sem tekin eru til frum- og endurræktunar. Í kjölfar þessarar þróunar hafa verið haldin tveggja daga *jarðræktarnámskeið* í öllum búa- aðarsamböndum, alls um 27 námskeið. Þá má einnig ætla að auknar kröfur um *heygæði*, einkum við mjólkurframleiðsluna, hafa hvatt menn til aukinnar endurræktunar. Eftirfarandi umfjöllun er ætlað að veita nokkuð yfirlit yfir nýjungar á sviði tækjabúnaðar sem álitlegast er að nota við okkar aðstæður hvað snertir vinnslueiginleika og helstu tæknilegar útfærslur.

Markmið jarðvinnslu

Rétt þykir hér í upphafi að rifja upp að tilgangur jarðvinnslunnar getur verið af ýmsum toga, en í flestum tilvikum er verið að leitast við að vinna jarðveginn þannig að það falli sem best að þörfum nytjaplantnanna. Með því er átt við að jarðvegsbyggingin verði hagstæð, en það er forsenda fyrir því að nægilegt loft, raki og jarðveglíf

Grétar Einarsson, Rannsóknastofnun landbúnaðarins, nútækniideild

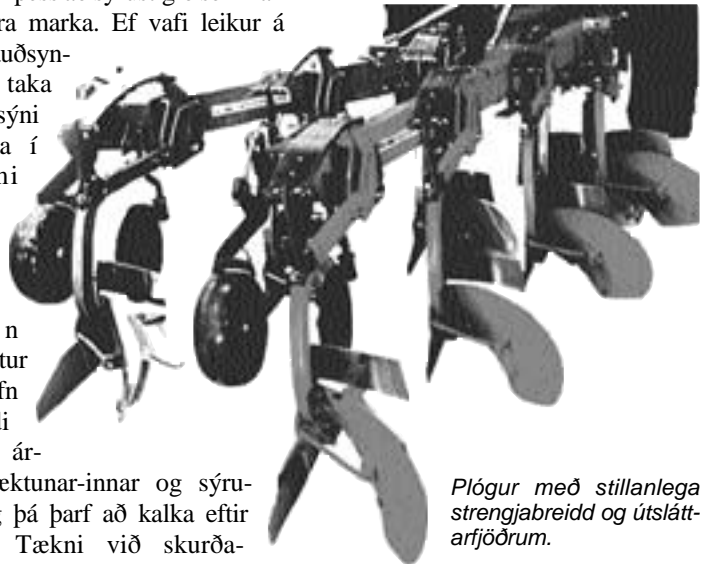


verði fyrir hendi, (Þorsteinn Guðmundsson 1994). Það leiðir til að losun næringarefna úr jarðveginum og upptaka gengur hraðar fyrir sig, efnasamsetning plantnanna verður hagstæðari og uppskeran meiri. Oft er samtímis unnið markvisst að því að eyða þeim gróðri sem fyrir er til að skapa nytjaplöntunum sem best svigrúm. Samhliða þessu hafa menn oft fleiri markmið í huga eins og að blanda í jarðveginn húsdýra- áburði eða öðrum efnum og einnig að slétta yfirborð jarðvegsins til að umferð um hann við uppskeruvinnu verði átakaminni.

Undirbúningur jarðvinnslu

Vönduð jarðvinnsla verður oft til lítils ef nauðsynlegum undirbúningi er ekki sinnt. Á mýrarjarðvegi verður framræslan að vera í góðu lagi og sjá þarf til þess að sýrustigið sé innan heppilegra marka. Ef vafi leikur á því er nauðsynlegt að taka jarðvegssýni og kalka í samræmi við það. Tilraunir sýna að enginn einn þáttur hefur jafn afgerandi áhrif á árangur ræktunarinnar og sýrustigið og þá þarf að kalka eftir þörfum. Tækni við skurða-

hreinsun hefur lítið breyst á undanförunum árum, en þó hafa nýlega verið gerðar tilraunir með að moka með skurðgröfu beint í dreifara sem dreifir uppgreftrinum beint inn á spildurnar (Grétar Einarsson og Eiríkur Blöndal 1999). Þær athuganir bentu ekki til að uppmoksturinn hefði neikvæð áhrif á efnasamsetningu jarðvegsins og afköstin eru allveg viðunandi. Með því móti má spara verulegan kostnað við ýtvinnu, svo frammarlega sem ekki þarf að kýfa spildurnar. Nú er á döfnni að reyna skurðahreinsun með öflugum kasthjólum á beltagröfu, en vonast er til að unnt sé að auka afköstin veruleg og ná niður kostnaði. Tækni við grjótnám hefur lítið verið sinnt af rannsóknaraðilum hérlandis, en það er eitt af þeim verkefnum, sem þyrfti að gera kannanir á, því að víða á landinu er grjót í ræktunarlöndum verulegt vandamál. Á markaði erlendis eru margs konar verkfæri á boðstólum, allt frá einföldum dráttarvélakvísllum upp í vélar sem skila grjótinu upp í flutningatæki. Einnig eru framleiddar grjótmulningsvélar sem eru tengdar



Plógur með stillanlega strengjabreidd og útsláttarhjólum.

hefðbundnum dráttarvélum. Með þeim verður grjótið í yfirborðinu nánast að dufti sem blandast jarðveginum. Engar innlendar tilraunir liggja fyrir um hagkvæmni þessarar aðferðar.

Jarðvinnsluaðferðir

Ein mikilvæg forsenda þess að ná góðum árangri við jarðvinnsluna er að velja heppilegan tíma hvað snertir ástand jarðvegsins. Þar skiptir mestu að rakastigið henti viðkomandi tæki og tilætluð markmið með vinnslunni náist (Þorsteinn Guðmundsson 1994). Oftast er mest svigrúmið til þess þegar líður á haustið, en það er þó breytilegt milli ára og landshluta. Haustvinnslan hefur einnig þann kost að seigur jarðvegur veðrast og mildast af þeim ástæðum. Ókostirnir eru þeir að viss hætt er á útskolun næringarefna, einkum á tünnum sem standa í halla eða eru með mjög gljúpan jarðveg.

Plæging

Það er fyrst nú á síðustu árum sem plæging við endurvinnslu er að ná almennri útbreiðslu. Ástæðurnar eru þær sem áður voru nefndar að menn gera sér sífellt betur ljóst gildi plæginga sem vinnsluáðferðar og plógarnir eru tæknilega betur búnir en áður var og unnt að ná góðum afköstum með þeim. Kostir plæginga miðað við aðrar aðferðir eru að betri loftun næst í jarðvegin, fyrri gróður og illgresi lenda undir yfirborðinu og rötarrými eykst. Samtímis má plægja niður húsdýraáburð og kalk og áframhaldandi jarðvinnsla er að jafnaði auðveldari. Annmarkarnir við plæginguna eru að hætta er á að næringarefni tapist niður fyrir rötarrými plantanna og ófrjór jarðvegur og grjót komi upp. Ennfremur að útskolun eigi sér stað með regn- og leysingarvatni. Þá verður að telja ókost við plægingu að hún krefst meiri tæknikunnáttu og færni en við önnur jarðvinnutæki ef plægingin á að vera vel af hendi leyst.

Einnig er við plæginguna mjög mikilvægt að velja rétta plöggerð og aukabúnað, sem á við hverju sinni, og jafnframt að menn kunni að leggja upp teig og ljúka plægingu með sómasamlegum hætti.

Afköst. Afköst eru eftir aðstæðum, jarðvegsgerð, ökuhraða og að auki er í mörgum tilvikum hægt að stilla plóginn á ýmsar strengbreiddir. Algengast er að nota 14 tommu plóga í túnræktinni (skerabreidd um 360 mm), en þá má oft stilla í allt að 510 mm (20 tommu) strengbreidd, háð aðstæðum. Algeng stilling á plógum er um 400 mm til að fá góða veltu á strengina og áferðarfallega plægingu. Algengur ökuhraði er um 6–8 km/klst. við plægingar og reikna má með að um 15–25% tímans fari í undirbúning og lokafrágang við spildurnar og að auki snúninga við horn. Að þessu athuguðu má ætla að afköstin geti verið frá um 0,5–1,0 ha/klst. miðað við þrískera og að algeng afköst séu nálægt 0,7 ha/klst. háð því að stærð dráttarvélar sé ekki takmarkandi þáttur.

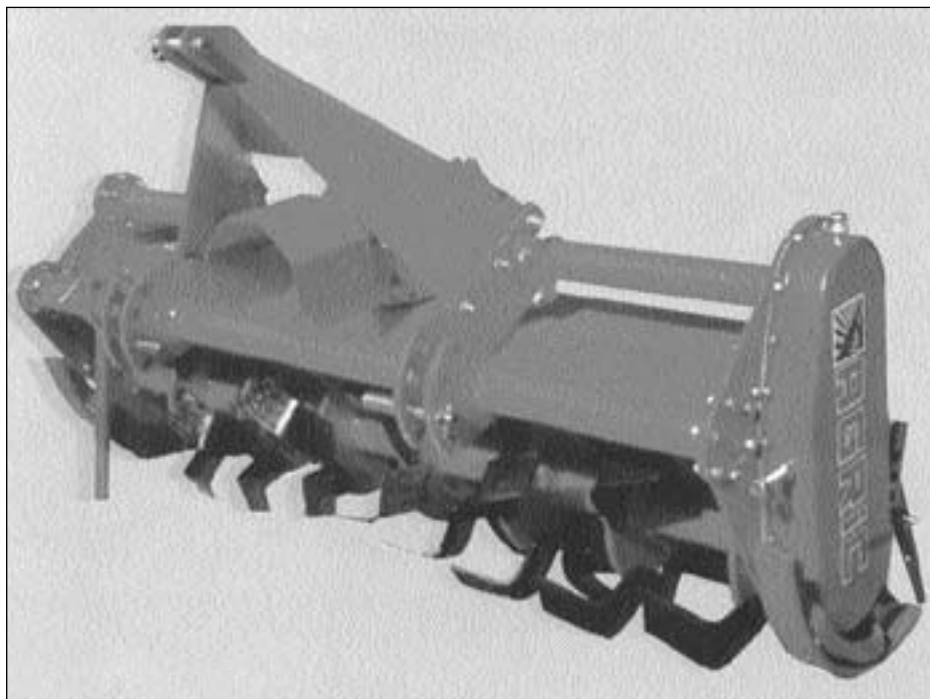
Dráttaráttak – aflþörf. Af innlendum rannsóknum má ráða að dráttarátakið sé á bilinu 40–60 kN/m² (nálægt 40–60 kp/dm², flatarmál = þversk.flötur strengs). Mest mældist átakið á nýræstri mýri en minnst á vel framræstri mýri. Auk þess er átakið háð ökuhraða, en þau áhrif eru aftur tengd jarðvegs- og plöggerð. Til einföldunar er hér miðað við að átakið verði um 60 kN/m², plægingar-dýptin um 250 mm og strengbreiddin um 400 mm. Þá má ætla að dráttarátakið verði um 18 kN. Í innlendum rannsóknum (Grétar Einarsson 1977) hefur komið í ljós að þegar tekið er tillit til þyngdar dráttarvélar og ólíkra jarðvegsgerða með hliðsjón af spyrnu dráttarvéla þarf um 120 kN/m² (12.000 kg í dráttarvél á móti m² í streng) við góðar aðstæður, þ.e. á þurrum jarðvegi þar sem dráttarvélin nær góðri spyrnu, upp í um 170 kN/m² við erfiðar aðstæður í blautum og seigum mýrarjarðvegi. Framan-

greindar tölur miðast við afturdriðsvélar, en ætla má út frá prófunarskýrslum varðandi dráttarvélar að dráttarhæfnin sé að jafnaði um 20% meiri á aldrifsvélum af sömu þyngd. Af þessu má ráða að afturdriðsvélar þurfi að vera á bilinu 3,6 tonn til um 5,1 tonn og aldrifsvélar um 2,9 tonn til um 4,1 tonn til að hafa nægilega dráttargetu við allar algengar aðstæður hér á landi til að fullnýta afkastagetu þrískera plógs. Í stöku tilvikum, t.d. á þéttum leirjarðvegi, gæti þó þurft verulega þyngri dráttarvélar.

Tætatarar

Jarðtætatarar voru fyrst notaðir hér á landi við „þúfnabana“ sem komu til landsins árið 1921 (Árni G. Eylands 1950). Þeir voru mikilvirk tæki en ekki notaðir nema í nokkur ár. Tætatararnir ná síðan mikilli útbreiðslu með tilkomu heimilisdráttarvéla og eru ráðandi finvinnslutæki en og upp úr miðri öldinni. Í meginatriðum eru þeir líkir að uppbyggingu og þeir voru í upphafi.

Uppbygging. Flestar gerðir þeirra eru festir á þrítengi dráttarvélar og knúnir frá tengidri. Tætatararnir eru með láréttan hnífaöxul þvert á ökustefnu. Aflfærslan til hans er í flestum tilvikum um vinkildrif ofan á miðju tæki og þaðan í keðjudrif á hlið hans niður í hnífaöxul. Í vinkildrifinu eru fleiri sett af tannhjólum til að breyta hraða öxulsins og þar með vinnslunni. Hnífaöxullinn er með krögum, oft um 20 cm millibili, þar sem á eru festir hnífar sem geta verið af mismunandi lögun eftir jarðvegsgerð, en við okkar aðstæður eru oftast notaðir L-laga hnífar sem skera jarðveginn í sundur. Tveir eða þrír hnífar eru á hverjum kraga sem snúa ýmist til hægri eða vinstri. Festingu þeirra er þannig háttáð að í lengdarstefni hnífaáss mynda þeir spirallögun til að jafn átakið. Þvermálið á hnífaöxli er oft um 45–55 cm og hraðinn á bilinu 150–250 sn/mín (Berntsen 1987). Þykkt skurðar eftir hvern hníf er breyti-



Jarðtætari af hefðbundinni gerð mel L-laga hnífum.

leg, eða frá um 5–30 cm. Hnífarnir þeyta jarðveginum á stillanlegt spjald aftan á tætaranum og staða þess hefur mikil áhrif á vinnsluna.

Vinnsluaðferðir: Hægt er að hafa áhrif á vinnsluna með eftirfarandi þáttum:

- *Hraða á hnífaöxli
- *Stöðu bakhliðar
- *Ökuhraða
- *Vinnsludýpt
- *Hnífafjölda

Unnt er að nota tætarann bæði til að frumvinna og fínvinna jarðveg og hann getur verið mjög mikilvirkur til að brjóta niður seiga grasrót og tyrfinn mýrarjarðveg. Hann blandar jarðveginum mjög vel saman og getur myndað tiltölulega áferðarfalllegt beð. Helstu gallar við þessa vinnsluáferð er að óæskilegur gróður nær sér á strik aftur. Á viðkvæmum jarðvegi, eins og móajarðvegi, verður að nota tætarann með gát því að hætta er á að jarð-

vegsbyggingin brotni niður og jarðvegurinn falli saman (Grétar Einarsson 1968).

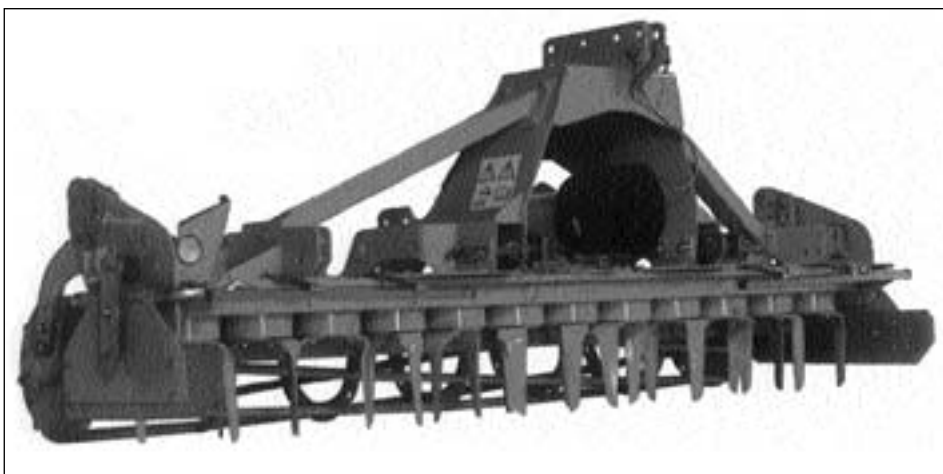
Aflþörf og afköst. Ökuhraði við tætingu er eðlilega háður því hve erfiður jarðvegurinn er í vinnslu. Það hefur sýnt sig í tilraunum að það þurfi minnst um 5 hnífskurði á hvern lengdar-metra til að fá fram viðunandi sáðbeð. Algengt er að þvermál hnífaferils sé á bilinu 45–50 cm og algengur snúnings-

hraði 200–230 sn/mín. Það leiðir af sér að algengur ökuhraði er 2–5 km/klst. Við búvéla-prófanir hefur komið fram að tættari, sem er t.d. með 1,5 m vinnslubreidd, afkastar 0,2–0,5 ha/klst. eða 0,15–0,30 á hvern metra vinnslubreiddar. Aflþörfin er einnig mjög háð jarðvegsgerð. Í innlendum tilraunum hefur komið fram að aflþörfin á létum jarðvegi er um 17–20 kW á metra vinnslubreiddar, en allt að 30 kW á þungum jarðvegi. Samkvæmt þýskum viðmiðunum (Berntsen 1987) er oft miðað við 18–22 kW/m. Til einföldunar má geta þess að

oft er stuðst við þá viðmiðun að það þurfi um hestafll á tommu í vinnslubreidd og virðist það eiga við í mögum tilvikum.

Drifknúin rótherfi

Einkenni rótherfa (Power Harrows) er að þau eru með lóðrétta hnífa eða tinda sem mynda hringlaga hreyfingu um leið og ekið er áfram. Það er fyrst nú á undanförmum fimm árum sem þau hafa náð nokkurri útbreiðslu hér á landi og



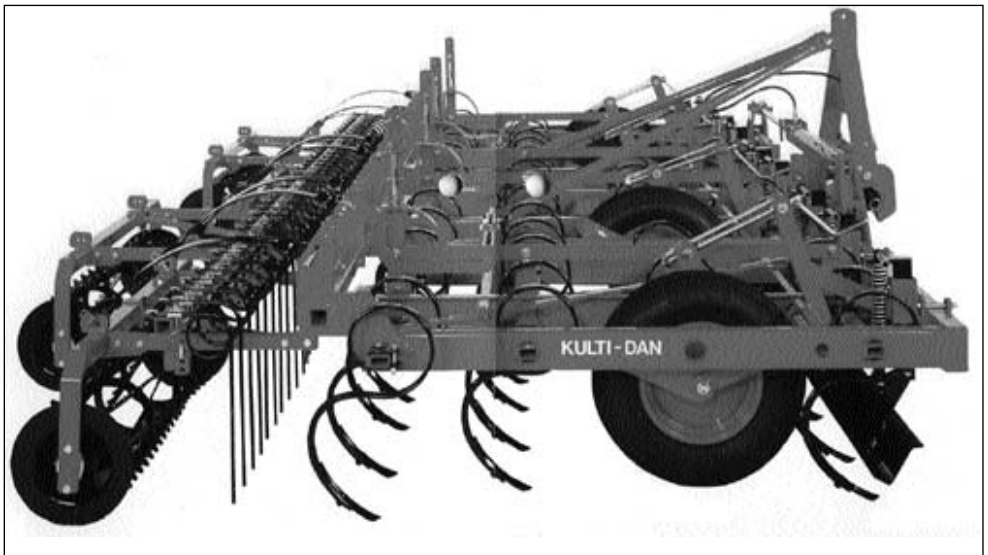
Rótherfi með hnífum og jöfnunartromlu.

þá einkum til vinnslu á tyrfnum og seigum jarðvegi.

Uppbygging. Rótherfi eru byggð upp á þann veg að frá tengidrifi dráttarvélar er aflið flutt með vinkildrifi, einu eða fleiri, til lóðréttra snúningsöxla og færast aflið milli öxla með tannhjóladrifi, ekki ósvipað og á skífulsláttuvélum. Á hverjum öxli eru tveir hnifar eða tindar. Útfærslan er

þannig að annar hver öxull snýst réttshælis og mótásinn þá í andstæða átt. Framan á tækinu, þvert á öku-stefnu, er lóðrétt plata sem bæði á að hindra að jarðvegurinn þeytist fram fyrir tækið og einnig að veita viðnátt til að jarðvegurinn sundrist meira og platan getur í sumum tilvikum unnið að jöfnun á yfirborði jarðvegsins. Aftan á herfinu er tromla (ein eða fleiri) álíka breidd og tækið sjálft sem hefur það hlutverk að bera uppi tækið að hluta og stjórna vinnsludýptinni. Auk þess jafna þær yfirborðið og mylja efsta lag jarðvegsins. Tromlurnar eru til í mörgum útfærslum og ræðst val þeirra af jarðvegsgerð og markmiði jarðvinnslunnar. Rótherfin eru fánleg með öllum stöðluðum hröðum á aflúttaki. Hraða á hnifaöxlum má í flestum tilvikum breyta og er þá á bilinu 150–400 sn./mín. (2–5 m/s). Á flestar tegundir má fá aflúttak aftur úr vinkildrifi herfisins. Hnifa- og tindagerðir eru mjög breytilegar að lögun, en lengdin oft um 250 mm og halla nokkuð undan snúningsáttinni, gjarnan 68–82 gráður til að draga ekki gróður eða rætur upp á yfirborðið og einnig til að þeir hreinsi sig betur. Fjarlægð milli hnifa er gjarnan 250 mm.

Vinnsluáðferðir. Auk tindagerðar má hafa mjög mikil áhrif á hve



Fjaðraherfi með stillanlegum halla á fjaðraendum, greiðu og jöfnunartromlu.

mikið jarðvegurinn er unninn. Sem dæmi má nefna að við ökuhraðann 1 m/s og hins vegar 2 m/s verður snúningshraði á hnifaöxli 2,2 snúnningar og 4,3 á lengdarmetra í vinnslu miðað við 260 sn./mín. á hnifaöxli. Við rannsóknir á meðalstífum leirjarðvegi kom fram að til að fá fram fullnægjandi vinnslu þarf öku- og snúningshraði að vera minnst 2,5 sn./lengdarmetra (Berntsen 1987). Það þýðir í raun að hver hnifur eða tindur rifur upp jarðveginn með 10 cm millibili.

Kostir. Kostir rótherfanna er einkum þeir að með þeim má fínvinna og jafna landið eftir þörfum og hægt að stilla vinnsludýptina nokkuð nákvæmlega. Lítil hættu er á að valda skaða á jarðvegsbyggingunni eða fá upp aftur óæskilegan jarðveg eða fyrri gróður, svo fremi að plægingin hafi verið þökkalega unnin. Vinnsluáðferðin stuðlar að því að minnstu jarðvegs-kornin lenda neðst í sáðbeðinu, en þau grófustu efst en það stuðlar að betra vatnsjafnvægi í jarðveginum.

Afköst og aflþörf. Algengustu herfin hérlendis eru með 3–4 m vinnslubreidd, en þau má fá með vinnslubreiddir 1–9 m. Ef miðað er við 4 m breitt herfi og ökuhraðann 3–5 km/klst. má ætla að afköstin séu á bilinu 1,0–1,7 ha/klst. Síðan

eru þau að sjálfsögðu breytileg eftir vinnslubreidd, jarðvegsgerð og afli dráttarvélar. Aflþörfin er að sjálf-sögðu einnig breytileg, en sem dæmi má nefna úr erlendum rannsóknnum (Berntsen 1987) á meðalþungum jarðvegi er dráttarátakið á metra vinnslubreiddar um 500 N (50 kp) við ökuhraðann 2 km/klst. en um 1000 N við 6 km ökuhraða. Við sömu hraða er aflþörfin 4,5 kW og 7,6 kW (6 og 10 hö). Á erlendum prófunarstöðvum er oft miðað við 11–18 kW á metra, en framleiðendur gefa gjarnan upp aflþörf frá um 25 kW/m.

Fjaðraherfi

Á markaðnum eru margar gerðir af herfum, en hér verður aðeins fjallað um fjaðraherfin með S-laga tindum. Nýrri gerðir af þeim hafa tæknilega verið í nokkurri þróun á undanförunum árum. Þau hafa náð töluverðri útbreiðslu hérlendis hin síðari ár, einkum eftir að notkun plóga við endurræktun jókst.

Uppbygging. Herfin eru byggð upp á öflugum ramma sem tindaásarnir eru festir við. Tinda má fá af mörgum gerðum og með ólíkum oddum, allt eftir jarðvegsgerð. Tindaásarnir snúa þvert á öku-stefnu og geta verið mismargir, en oft eru þeir þrír. Reynt er að hafa

gott bil á milli tindanna og ásanna til að draga sem mest úr líkum á að herfið „stíflist“ og fari að draga með sér jarðveg. Hverjum tindaás má snúa með einu handtaki og þar með hafa áhrif á jarðsæknina. Þvert framan á grindinni er oft jöfnunarborð til að jafna yfirborð jarðvegsins. Á grindinni eru burðarhjól og á þeim má stilla vinnsludýptina. Aftan á grindinni má hafa tromlur af ólíkum gerðum til að mylja jarðveginn og/eða greiður sem jafna yfirborðið.

Vinnsluaðferðir. Fjaðraherfin tæta og mylja jarðveg, sem áður hefur verið unninn, t.d. eftir plægingu. Fjöldrun tindanna á stóran þátt í að mylja jarðveginn, en tindana má fá mismunandi stífa. Tilgangurinn með vinnslunni er oftast að fá fram hæfilega unnið sáðbeð, en einnig til að eyða óæskilegum gróðri, t.d. stöðva næringaefnaupptöku eftir þreskingu. Vegna fjöðrunarinnar á tindunum verður vinnsludýptin nokkuð ójöfn, en alengt er að hún geti orðið allt að 10 cm. Fjaðraherfin ganga nokkuð stöðug í vinnslu þar sem þau eru tiltölulega þung og ekki óalgengt að á hvern metra vinnslubreiddar sé eigin þyngd um 300 kg. Við ákveðnar aðstæður kemur jöfnunarborðin að góðum notum til að jafna yfirborðið fyrir sáningu.

Afköst og aflþörf. Ökuhraði með fjaðraherfi er að jafnaði fremur mikill, eða 6–10 km/klst. Þau eru framleidd í vinnslubreiddum frá 2–7 m þannig að hægt er að ná miklum afköstum. Ef t.d. er miðað við 4,6 m breitt herfi og ökuhraðann 8 km/klst. geta afköstin orðið um og yfir 3 ha/klst. Þau eru því mjög álitlegur valkostur gagnvart rótherfunum þar sem jarðvegur er nægilega myldinn. Af prófunarskýrslum að dæma er mjög mismunandi hver aflþörfin er, þar sem svo margir breytipættir koma við sögu. Framleiðendur gefa oft upp um 10 kW (um 13 hö) á meteravinnslubreiddar. Í prófunarskýrslum koma iðulega fram tölur

sem nálgast 15 kW, eða um 1,5 kW á tind, en þá er miðað við erfiðar aðstæður.

Önnur vinnslutæki. Hér gefst ekki svigrúm til að fjalla um önnur jarðvinnslutæki, enda þörfin ekki eins brýn þar sem minni tæknilegar breytingar hafa átt sér stað á undanförunum árum. Rétt er þó að minna á að *diskaerfin* geta víða komið að mjög góðum notum, bæði á plógstrengjum og myldum jarðvegi. Sama er að segja um *hnífaerfin* (hankmóherfin) sem eru afkastamikil og geta blandað og jafnað jarðveginn með ágætum. *Flagjafnar* eru framleiddir í ýmsum útfærslum og nokkuð er um að bændur smíði þá sjálfir. Með tilkomu stærri dráttarvéla eru möguleikar á að draga til í flögum mun meiri. Sömu sögu er að segja um valta. Verksmiðjuframleiddir *valtar* eru nær eingöngu með málmgjörðum (Cambridge) sem henta sérlega vel við kornrækt. Þeir eru að jafnaði með hjólabúnaði til að flytja þá milli staða.

Heimildir

Anonym., 2000. Soil ticklers square up. Practical test. Horsch, Kongskilde, and Vaderstad. Profi farm machinery reports 12, 17–20.

Appold, H., Böhm, E., Vorndamme, G. & Qvam, H., 1988. Maskinlære for landbruget. Yrkesopplæring I.S., 282 s.

Árni G. Eylands, 1950. Búvélur og ræktun. Bókaútgáfa Menningarsjóðs, Reykjavík, 471 s.

Berntsen, R., 1987. Jordmekanikk og jordarbeidingsredskaper. Landbruks-teknisk institutt, Norge, 88 s.

Grétar Einarsson, 1968. Íslenskur móajarðvegur og jarðvegstætingar. Fjölrit við Framhaldsdeild Bændaskólans á Hvanneyri, 19 s.

Grétar Einarsson, 1977. Dráttaráttak við plægingu. Íslenskar landbúnaðar-rannsóknir 9(2): 22–38.

Grétar Einarsson & Eiríkur Blöndal, 1999. Athugun á tækni við skurðahreinsun. Ráðunautafundur 1999, 100–106.

Jensen, O., 1967. Maskinlære. København, 210 s.

Maskinprovningarna. Sladdfjäder-harv Wibergs Bastant 860 D. Vakola, Finland, meddelande 3217, 6.

Rannsóknastofnun landbúnaðarins, bútæknideild. Skýrslur um búvélaprófanir. Ýmsar skýrslur.

Sigurður Bjarnason, 1995. Búvélaf-ræði. Bændaskólinn á Hvanneyri, 96 s. Ýmsir auglýsingabæklingar.

Þorsteinn Guðmundsson, 1994. Jarð-vegsfræði. Búnaðarfélag Íslands, 119 s.