

Povijesni razvoj i perspektive obrade tla

Obrada tla jedan je od glavnih agrotehničkih aspekata uzgoja poljoprivrednih biljnih vrsta – tako je bilo od prvih ljudskih početaka uzgoja biljaka – tako je u današnje vrijeme – a tako će najvjerojatnije biti i u budućnosti.

Promatrajući s današnjeg aspekta, svaka poljoprivredna proizvodnja za svoj krajnji cilj ima ostvarivanje poljoprivrednog prinosa, odnosno poljoprivrednih produkata (kao što su npr. hrana, vlakno, bio gorivo, lijekovi, napitci itd.), a uspješnog svakog poljoprivrednog sustava ovisi o velikom broju "ulaznih parametara". Ovi ulazni parametri, iako ih je veliki broj, mogu se svesti na nekoliko osnovnih, među kojima su: biljka, tlo, obrada, gnojidba, klima, znanje, organizmi i ostalo, a koji zajedničkim "snagama" idu u cilju stvaranja poljoprivrednog prinosa.

Scenarij razvoja poljoprivredne proizvodnje kroz povijest na globalnoj svjetskoj razini, uvelike je ovisio, i još uvijek ovisi, o nebrojeno puno situacija i mogućnosti, povijesnih konotacija, novih otkrića, vjerskih uvjerenja, tehničkih postignuća, klimatskih datosti i drugih prirodnih i društvenih "događanja".

Poljoprivredna proizvodnja igra glavnu ulogu u razvoju ljudske civilizacije, a sve do industrijske revolucije (kraj 18. i početak 19 stoljeća), najveći dio ljudske populacije bio je zaposlen u poljoprivredi. Razvoj poljoprivrednih tehnika doveo je do razvoja poljoprivredne proizvodnje, a širenje tih novih tehnika i saznanja, često se naziva i *poljoprivredna revolucija*. Veliki napredak poljoprivredne proizvodnje u prošlom stoljeću, duguje se razvoju novih tehnologija.

Kao što je rečeno, u ostvarivanju poljoprivrednog prinosa (hrane), kao jedna od glavnih, najbitnijih stavki je i obrada tla. Obradu tla možemo definirati na različite načine, ovisno s kojeg ju aspekta promatramo, ali u suštini i tradicionalno gledano, ona predstavlja *svaki mehanički zahvat u pedosferu (tlo)*, s ciljem i zadaćom:

- stvaranja antropogenog (kulturnog) sloja tla,
- stvaranja povoljnih vodozračnih odnosa,
- uništavanja biljnog pokrivača,
- unošenja gnojiva u tlo,
- korigiranja klime (akumulacija, konzervacija, odvodnja),
- popravljavanja fizikalnog, kemijskog i biološkog kompleksa tla.

Pod *obradivim tlom*, danas se najčešće podrazumijeva površina koju čovjek sistematski i kontinuirano koristi za biljnu proizvodnju, što ne mora nužno uključivati i obradu tla, dok se pod *oranicom* smatra obradiva površina koja se svake godine redovito obrađuje, u pravilu ore. Pod oranicom se također smatraju i one obradive površine, čija obrada ne uključuje nužno zahvat oranja, već i neke druge zahvate (umjesto oranja), kao što su npr. rahljenje, tanjuranje, uporaba čizla, direktna sjetva itd.

Obrada tla, gotovo svakodnevno, od svojih najranijih početaka, pa sve do današnjih dana, prolazi svojevrstne faze razvoja, bile one revolucionarne ili evolucijske. Svaki je sustav obrade tla u svojoj povijesnoj datosti predstavljao izvjesni konvencionalni pristup i u tom trenutku predstavljao njen

najrazvijeniji oblik. Međutim, s današnjeg aspekta, većina tih pristupa je arhaična (zastarjela), a vidjet ćemo i da razvoj sustava obrade tla nije uvijek išao uzlaznom putanjom. Treba znati, da razvoj spoznaja iz poljoprivrednih znanosti (a s njom i obrade tla kao njenog neizostavnog dijela), nikada nije i ne može biti jednostran, već je on međusobno uvjetovan i ovisan o razvoju drugih znanosti i spoznaja koje iz njih proizlaze (npr. razvoj mehanizacije, kemijska industrija, oplemenjivanje i sl.). Povijest općenito, pa tako i povijesni razvoj poljoprivrede, a s njom i obrada tla, nerijetko se okarakteriziraju kao "nešto što je bilo i prošlo i više se neće ponoviti". Naravno, ovo je velika zabluda, jer upravo iz poznavanja povijesnih činjenica možemo puno toga razumjeti, naučiti i kao novu oplemenjenu kvalitetu primijeniti. Ovakav je pristup jednostavno neizbježan, jedini ispravan, a djelovanje po takvim pravilima naziva se *napredak*.

Obrada tla – od štapa do pluga

Počeci poljoprivredne proizvodnje kakvu danas poznajemo, nisu oduvijek bili takvi, zato krenimo od samih početaka, odnosno vratimo se u sam osvit razvoja ljudske civilizacije i trenutka Čovjekove svjesne namjere stavljanja sjemenke u tlo s jednim glavnim i osnovnim ciljem, dobivanja nove uzgojene biljke, isključivo za potrebe njegove prehrane.

Suvremeni pristup obradi tla, ali i agrikulturi općenito, temelji se više tisuća godina iskustva, a sami počeci obrade tla predstavljaju početke stvaranja antropogenog tla. Pretpostavke datiranja prvih početaka obrade tla su različite, što je i razumljivo, jer se zasnivanju na vrlo malo materijalnih, a još manje pisanih dokaza. Ovi su dokazi obično pokoji čup sa sjemenjem, ručna alatka, crtež na zidu pećine i sl. No, i pored toga, većina stručnjaka se slaže da postoje tri glavna perioda u razvoju obrade tla, koja su različito datirana, ovisno o geografskoj regiji iz koje potječu materijalni dokazi. Tako se prvi počeci obrade datiraju prije 13 000 godina za područje današnje Sirije, 10 000 godina za područje koje su naseljavali Indijanci Inke, Maye i Azteci, te 7 000 godina za područje Egipta i Mezopotamije.

Neovisno o kojim se dijelovima svijeta radi, obrada tla je kroz svoju povijest prošla ili prolazi slijedeće glavne razvojne etape, a to su: RUČNA – SPREŽNA – STROJNA obrada tla.

Ručna obrada tla

Prva razvojna etapa obrade tla trajala je sve do domestikacije domaćih životinja (pripitomljavanje divljih životinja), odnosno do mezolitika. U ovoj etapi su se kao oruđe koristili: drveni štap, drvena kuka, motika, budak, pijuk, lopata i sl. Međutim, ovakav stupanj obrade tla, nazvan "motičarenje", još uvijek je prisutan kao dominantan u nekim dijelovima svijeta i označava vrlo ekstenzivnu poljoprivredu. Ovdje se pod "motičarenjem" ne misli na obradu tla okućnica ili na neku od korekcijskih obrada tla (npr. okopavanje biljaka, prorjeđivanje biljaka i sl.). U ovom su razdoblju još uvijek prisutni selilački tipovi gospodarenja, a poznati su: *preložni* i *zaležajni* sustav. Preložni sustav gospodarenja podrazumijevao je paljenje nekog šumskog ili prašumskog područja i njegovo iskorištavanje do iscrpljivanja, nakon čega je slijedilo napuštanje tog područja i ponavljanje postupka na nekom drugom području. Za razliku od prethodnog, zaležajni je sustav gospodarenja podrazumijevao iste etape u gospodarenju nekim područjem, ali je razlika bila u tome što su se tadašnji poljoprivrednici vraćali na istu površinu nakon više desetljeća obnove prirodne vegetacije. Slični se postupci i danas primjenjuju u nekim dijelovima svijeta.

Sprežna obrada tla

Nakon etape ručne, uslijedila je razvijenija i naprednija etapa sprežne obrade tla, za čiji se početak uzima vrijeme nakon domestikacije domaćih životinja, odnosno era neolitika. U ovoj su se razvojnoj etapi koristila slijedeća oruđa za obradu tla: kuka (drvena), ralica (drvo, kamen, metal), plug (drvo, metal). U odnosu na prethodnu, u ovoj su se etapi dogodili veliki pomaci u pristupu obradi tla, a što je omogućeno prvenstveno zbog korištenja domaćih životinja kao ispomoć (a ne samo hrana) čovjeku, ali i revolucionarnim otkrićem obradom i korištenjem metala. Kao što je slučaj s ručnom obradom tla, tako se i sprežna obrada tla danas još uvijek primjenjuje u područjima ekstenzivne poljoprivredne proizvodnje, kao osnovni model obrade tla u nerazvijenim dijelovima svijeta, a ponajviše u Aziji i Africi. Razvoj sprege kroz povijest ovisio je nizu parametara, a ponajviše o dijelu svijeta, što je određivalo vrstu zaprege, ali i o vrsti oruđa za obradu, kao i dubini obavljanja obrade tla. Kao prva zaprega korišten je Čovjek, iza čega su korišteni govedo, deva, ljama, magarac, mazga, mula, konj, ali i druge udomaćene životinje.

Razvojem sprege, dakle, došlo je i do razvoja sve kvalitetnijih oruđa za sprežnu obradu, kojima se tlo moglo obrađivati kvalitetnije, a dubina obrade je postajala sve veća. Dakle, od "pluga" u obliku drvene kuke povijene prema naprijed, kojim se miješalo tlo, s dodatkom manjih grana drveća za ravnanje površine, pa sve do metalnog pluga, kojim se tlo moglo kvalitetno i dovoljno duboko obraditi.

Razvojem sprežne obrade tla nastali su i pojmovi jedinica obradivih površina, koje su imenovane prema površini koju je jedna zaprega, u određenim uvjetima, mogla obraditi za jedan dan, odnosno od jutra do noći. Tako se kod nas razvila jedinica *1 jutro*, u Mađarskoj *1 hold*, u Njemačkoj *1 morgen*, u anglosaksonskim zemljama *1 acre*, itd. Ovakvo određivanje veličine ili "mjerenje" površine je dosta neprecizno, pa i ne čude velike razlike između navedenih kategorija, ali i unutar iste kategorije.

Strojna obrada tla

Do razvoja i primjene strojne obrade tla, došlo je nakon otkrića parnog stroja u 18. stoljeću. Pronalaskom i primjenom stroja u poljoprivredi otvorena je nova – suvremena epoha u procesu uzgoja biljaka, koja traje još i danas. Dakle, prvi stroj u poljoprivredi je bio parni stroj, koji je, s današnjeg gledišta primjene strojeva u poljoprivredi, bio vrlo male i nerentabilne učinkovitosti. Međutim, u ono je vrijeme takav stroj predstavljao pravu revoluciju i ogroman napredak. Pravi procvat stroja u poljoprivredi desio se tek nakon otkrića motora s unutarnjim izgaranjem (SUI motori), koji više nisu koristili ugljen ili drva kao pogonsko gorivo za parni stroj, već derivate nafte. Daljnji razvoj strojeva u poljoprivredi išao je u smjeru primjene električnog motora, ali (barem za sada), još uvijek kao "pripomoć" SUI motorima (npr. primjena elektromotora za stvaranje vibracija kod dubinskih rahljača tla, svjetla na strojevima i sl.).

Prvo oranje u Europi metalnim plugom, koji je bio vučen parnim strojem, bilo je ne tako davne 1846. godine. Prva primjena parnog stroja u svrhu oranja, u Hrvatskoj je obavljena na "Belju" 1870. godine (kašnjenje za Europom "svega" 24 godine), dok je zadnje "parno" oranje bilo 1958. godine. Prva oranja parnim strojem (vidi sliku), obavljana su na taj način da su dva parna stroja bila postavljena na suprotnim stranama na parceli, a plug je bio smješten između njih i povezan sajlom. Plug je pomoću sajle, koja se namatala, bio vučen od strane jednog stroja, sve do kraja parcele, a zatim je vučnu ulogu preuzimao drugi plug na drugoj strani parcele. Sam plug je opsluživao najmanje jedan radnik,

koji je stajao na njemu i vodio računa da plug prati liniju oranja. Ovakav je plug predstavljao izvjesnu preteču današnjih plugova premetnjaka, jer su brazdu mogli bacati u lijevu i desnu stranu, s plužnim tijelima na dvije osovine. Ovakav princip oranja imao je izvjesne prednosti pred današnjim oranjem, jer nije bilo gaženja površine tla strojevima, a i gotovo da i nije bilo stvaranja tabana pluga.

"Beljsko" je gospodarstvo, na hrvatskim prostorima (ali i šire), oduvijek bio pionir u prihvaćanju naprednih tehnika i tehnologija uzgoja biljaka. Prvo oranje traktorima na "Belju" bilo je 1927. godine, a zanimljivo je da je istovremena primjena oranja parnim strojem i oranja traktorima, potrajala čak 31 godinu, a izvjestan broj godina (tridesetak), na "Belju" istovremeno je primjenjivana volovska zaprega, konjska zaprega, parni stroj ali i traktori (vidi sliku).

Nakon otkrića i primjene prvog stroja u obradi tla, daljnji razvoj strojeva predstavljao je izvjesnu "rutinu", pa su tako, gotovo svakodnevno, uvođene inovacije, stvarani novi strojevi i oruđa. Svaki novi izum, stroj ili oruđe, gotovo redovno su išli u pravcu povećanja zahvata obrade, učinkovitosti, produbljivanja obradivog sloja tla, kvalitetnije pripreme tla za sjetvu, pretvaranja nepoljoprivrednih tala u poljoprivredne i sl.

Kratka kronologija evolucije pluga

Iz do sada rečenog, jasno se vidljivo da niti u jednom razdoblju čovjekov razvoj nije bio toliko brz, inventivan i progresivan, kao što je to bilo od trenutka otkrića stroja. Međutim ono što je uistinu promijenilo, intenziviralo i unijelo pravu revoluciju u obradi tla (i općenito u uzgoju biljaka), prema mnogim autorima, bilo je otkriće klasičnog lemešnog pluga. Ovo je otkriće označeno kao početak ere intenzivne duboke obrade tla. Od samih početaka, pa sve do današnjih dana, plug je "pretrpio" velike promjene, a ove se promjene, u smislu poboljšanja i inovacijskih promjena, događaju i danas (vidi tablicu 1).

Suvremena načela proizvodnje biljaka

Najvećim dijelom i u razvijenijim dijelovima svijeta, kao glavni imperativ suvremene biljne proizvodnje postavlja se dubina osnovne obrade tla. Prema ovom načelu, tri su osnovna kriterija koji se moraju ispuniti da bi biljna proizvodnja bila suvremena, a to su:

MAKSIMALIZACIJA – SPECIJALIZACIJA – UČINKOVITOST

Ovakav pristup "proizvodnji biljaka", a ne "uzgoju biljaka", doveo je do mnogih problema u poljoprivredi, o čemu će biti više riječi kasnije. Već je prethodno bilo rečeno da je razvoj poljoprivrede, pa tako i obrade tla, oduvijek bio usko vezan i ovisan o razvoju poljoprivredne tehnike (ali i drugih znanja i tehnika), pa je dugo vremena osnovni "dokaz" učinkovitosti poljoprivrede, između ostaloga, bila i dubina obrade tla. Iz ovoga proizlazi zaključak: što je obrada tla dublja, intenzivnija i frekventnija, to je obrada tla suvremenija. Na svu sreću, danas to više nije tako ili barem ne bi trebalo tako biti. Zbog ovakve intenzifikacije obrade tla (i drugih mjera), došlo je praktički do podjele poljoprivrednog proizvodnog sustava na *ruralni* i *industrijski*, ili jednostavnije rečeno na siromašni i bogati. Dakako, veliku ulogu u pristupu obradi tla ima, pored razvijenosti nekog društva i specifičnost podneblja, odnosno specifičnost klimatskih prilika neke regije. Primjerice, plug koji se vrlo brzo proširio po cijelom Starom svijetu, u Africi se nije pojavio sve do devetnaestog stoljeća.

Koncept biljne proizvodnje prema načelima maksimalizacije, specijalizacije i učinkovitosti, u ruralnim i siromašnim krajevima nije održiv.

Osnovno o obradi tla

Intenzitet obrade tla često se opisuje preko dubine i volumena obrađenog tla, a u našim agroekološkim uvjetima uvriježena je slijedeća podjela:

- 1. Vrlo plitka (do 10 cm):** priprema sjetvenog sloja, razbijanje pokorice, omogućen prodor vode i zraka, disanje, grijanje tla,
- 2. Plitka (do 20 cm):** isto kao pod 1, dodatno za unošenje žetvenih ostataka, gnojiva za sjetvu ili sadnju nekih kultura (npr. krumpir),
- 3. Srednje duboka (od 20-40 cm):** za sjetvu, sadnju, unošenje gnojiva, za korekturu klime (ekonomija vlagom) i produbljenje mekote,
- 4. Duboka obrada (do 100 cm):** melioracija tla, korektura klime, za tla nepovoljne uslojenosti, za neke kulture (drvenaste),
- 5. Vrlo duboka (više od 100 cm):** isto kao 4, ali samo sa melioracijskim značenjem, -promjena mehaničkog sastava oraničkog sloja ili horizonta u solumu – rigoleri, dubinski rahljači, beskonačne pužnice za izbacivanje pijeska iz dubine (polderi).

Dubina osnovne obrade tla ovisi o nisu faktora, a uglavnom ju treba uskladiti s ekološkim uvjetima sredine, prilagoditi razini i intenzitetu proizvodnje i mora biti ekonomski opravdana. Primjerice, jača gnojidba tla omogućuje dublju obradu tla, u humidnijim ekološkim uvjetima prakticira se dublja obrada, a u Europi humidnost raste od juga prema sjeveru, pa se prema tome, ovisno o geografskom položaju, razlikuje dubina osnovne obrade tla: Italija 45 cm, Hrvatska i Mađarska 30-35 cm, Austrija 30 cm, Njemačka 25 cm, Norveška 20 cm itd. Bitno je znati da **nema jedinstvene optimalne duboke obrade tla.**

Kao što je rečeno, dubina osnovne obrade tla ovisi o nisu činitelja, koji se sumarno mogu prikazati na slijedeći način:

- apsolutna dubina tla (dubina do matičnog supstrata),
- stanje podzemnih voda (ocjeditost, zasićenost, godišnje fluktuacije i dr.),
- teksturna građa i uslojenost (stratifikacija),
- reljef (npr. nadmorska visina, nagnutost terena),
- klima (npr. aridnost, humidnost i prijelazna stanja),
- izvor energije (npr. energetska opskrbljenost za intenzivnu i ruralnu poljoprivredu),
- sredstva za obradu (raspoloživost mehanizacije, strojeva i oruđa općenito),
- zahtjev kultura (npr. dubina korijena, namjena uzgoja),
- agrotehnička namjena (melioracijske odlike, privođenje tla kulturi i sl.),
- ekonomska moć gospodarstva (visina očekivanog prinosa, razina gnojidbe i sl.).

Prema prethodno navedenim kriterijima, kod nas su se razvila dva osnovna sustava obrade tla za ratarske kulture:

- 1. Sustav obrade tla za ozimine:** prašenje strništa, plitko ljetno oranje, duboko jesensko oranje (ili oranje za sjetvu), predsjetvena priprema, sjetva,
- 2. Sustav obrade tla za jarine:** prašenje strništa, plitko ljetno oranje, duboko jesensko oranje, zatvaranje zimske brazde, predsjetvena priprema, sjetva.

Promjena pristupa obradi tla – suvremene tendencije

Pristup obradi tla mijenjao se kontinuirano kroz cijelu povijest poljodjelstva, i uvijek je bio ovisan o razno-raznim prilikama i uvjetima koji su okruživale Čovjeka u njegovim pojedinim razvojnim etapama. Dubina obrade tla, kao i broj zahvata obrade tla po površini, kroz povijest su se kontinuirano mijenjali, i to gotovo redovno s tendencijom povećanja dubine i intenziteta obrade tla. Međutim, trend povećanja dubine i broja zahvata obrade tla po površini, zaustavlja se početkom 20. stoljeća. Obrada tla od tada postaje "dvosmjerna", odnosno dobiva izmijenjenu i drugačiju ulogu nego ju je imala tijekom cijele povijesti poljodjelstva. U osnovi, nova je koncepcija dovela do:

- **stagnacije povećanja zahvata dubine obrade tla, i do**
- **smanjenja dubine i broja zahvata pri obradi tla.**

Koji su tome razlozi?

Postoji više razloga mijenjanju koncepcije obrade tla, a ovdje se navode samo glavni razlozi.

Osnovni razlozi smanjenju dubine obrade tla i broju zahvata pri obradi proizlaze iz negativnih učinaka obrade, a koji su često prikriiveni rastućim tehnološkim razvojem u poljodjelstvu, npr:

- kvarenje strukture tla,
- mehanička disperzija zbijanjem tla u vlažnom stanju,
- erozija vodom i vjetrom,
- stvaranje tabana obrade (bolest "tabana pluga i tanjurače"),
- stvaranje diskontinuiteta u tlu (dubinska zbijanja)- nepropusni slojevi (barijere za prodor korijena, zraka, vode, topline),
- pogoršanje hidrauličkih svojstava tla – retencija vode, hidraulička vodljivost (vodopropusnost), infiltracija, uskladištenje vode (kapacitet za vodu),
- promjene u volumnoj gustoći – porozitet i distribucija pora,
- intenziviranje nehomogenosti tla (pukotine, kanalići, velike šupljine),
- veće amplitude temperatura kod obrađivanog tla,
- reduciranje biokomponente tla.

Pored prethodno navedenog, nakon drugog svjetskog rata, na Zapadu (najvećim dijelom SAD, ali i razvijena Europa), izvršen je jači pritisak na pojednostavljenje obrade tla, prvenstveno iz ekonomskih razloga. Prema mnogim istraživanjima i gledano s ekonomskog aspekta, 38-42% troškova ukupne biljne proizvodnje otpada na obradu tla, a od ovih troškova 70-80% otpada samo na oranje. Također, od ukupne energije koja se utroši na biljnu proizvodnju, čak 1/3 energije se troši na obradu tla. Ekonomski je aspekt obrade tla tada postao generator promjena u pristupu obradi tla, jer je razvidno da je ekonomski aspekt biljne proizvodnje vrlo značajna stavka. Tako je uostalom i u današnje vrijeme, kada svaka "ozbiljna" država subvencionira poljoprivrednu proizvodnju.

Ideja o mijenjanju pristupa u biljnoj proizvodnji postala je perspektivna, odnosno mogla je uspješno zaživjeti iz jednog vrlo bitnog razloga, a to je razvoj kemijske industrije nakon drugog svjetskog rata. Razvoj kemijske industrije doveo je i do razvoja njene primjene u poljodjelstvu, odnosno do razvoja efikasnih herbicida (pesticida općenito) i mineralnih gnojiva. Zbog toga je Obrada tla ili točnije rečeno oranje tla, izgubilo svoju prvotnu i osnovnu ulogu, odnosno oranje radi uništavanja i reguliranja korova, bolesti i štetnika, kao i oranja radi inkorporacije (unošenja) organskih gnojiva.

Razvoj reducirane obrade tla

Reducirana obrada tla predstavlja u odnosu na klasičnu obradu tla, pojednostavljenu, jeftiniju, ekološki prihvatljiviju obradu tla, odnosno obradu sa smanjenim brojem radnih operacija i dubine obrade, ovisno o zemljišnim, klimatskim i gospodarskim uvjetima.

Sam početak reducirane obrade tla, rekli smo datira s kraja 19. i početka 20. stoljeća, a ovisno o idejama koje su bile nit-vodilja, vremenom su se razvile i različite koncepcije, odnosno pristupi reduciranoj obradi tla. Razvojni put reducirane obrade tla imao je svoje uspone i padove, ovisno o novim spoznajama. Takav je uostalom i cjelokupni razvojni put obrade tla, od njenih prapočetaka pa sve do današnjih dana. Nakon početnih pokušaja i uglavnom pogrešaka vezanih uz reduciranu obradu tla, prva ozbiljnija istraživanja provode se nakon drugog svjetskog rata, a prvi veliki i uspješni rezultati ostvareni su 60-tih godina 20. stoljeća u SAD-u, a tada počinju prva istraživanja u Zapadnoj Europi i u drugim dijelovima svijeta. Nakon 70-tih godina prošlog stoljeća dolazi do velike ekspanzije reducirane obrade tla, a razlog tomu je pronalazak efikasnih herbicida diquata i paraquata, a još noviji i učinkovitiji je glifosat. Ovi su herbicidi bili daleko uspješniji od prve generacije herbicida, a s njima je vrlo uspješno riješena i zadnja prepreka primjene reducirane obrade tla. Upravo je nerješivost problematike korova bila glavni razlog širenja reducirane obrade tla, a mnogi su prvotni sustavi i koncepcije upravo zbog toga i propali. Prva istraživanja reducirane obrade tla na našim prostorima, također datiraju od 70-tih godina prošlog stoljeća, ali se manji pomaci u primjeni ovih tehnologija osjećaju tek zadnjih nekoliko godina. Danas se npr., na najvećem dijelu površina u SAD-u primjenjuje neki oblik reducirane, a predviđa se da će uskoro na 50% površina biti primijenjena direktna sjetva.

Ovako veliki i pozitivni pomaci u prihvaćanju i primjenjivosti reduciranih sustava obrade tla i uzgoja biljaka po ovom principu, također proizlazi i iz *koncepta održivosti* ovih sustava tla po svim postulatima koje ono implementira. Naime, održivo gospodarenje tlom podrazumijeva: uzgojne zahvate, političke i gospodarske mjere, te aktivnosti usmjerene prema integraciji socioekonomskih načela s brigom za okoliš, uz ispunjavanje slijedećih uvjeta:

- **Proizvodnost** – održava se ili povećava postignuta razina proizvodnje,
- **Sigurnost** – smanjuje se rizik proizvodnje,
- **Zaštita** – štite se prirodni resursi i priječi degradacija tla, vode i zraka,
- **Ekonomičnost** – osigurava se gospodarska opravdanost,
- **Socijalnost** – sustav je socijalno prihvatljiv,
- **Trajnost** – ako se iz bilo kojeg razloga, u nekom vremenskom roku, ne ispuni bilo koji od gore navedenih uvjeta – rezultat je *neodrživost sustava*.

Sustavi gospodarenja tlom podijeljeni su prema IBSRAM pravilniku o održivosti u 6 razreda održivosti.

Održivost	Razred	Opis sustava	Trajanje (godine)
Održivi sustavi	I	Dugoročno održiv	> 25
	II	Srednjoročno održiv	15-25
	III	Kratkoročno održiv	7-15
Neodrživi sustavi	IV	Malo nestabilan	5-7
	V	Srednje nestabilan	2-5
	VI	Jako nestabilan	<2

Postoji više konceptijskih podjela reducirane obrade tla, ali se one uglavnom i u najvećoj mjeri prihvaćaju kako slijedi:

1 Minimalna obrada tla

- MINIMUM TILLAGE
- REDUCED TILLAGE

2 Izostavljena obrada tla

- NO-TILLAGE ili ZERO-TILLAGE
- TILL PLANTING SYSTEM
- STUBBLE MULCHING SYSTEM

3 Konzervacijska obrada tla – CONSERVATION TILLAGE

4 Racionalna obrada tla – RATIONAL TILLAGE

Minimalna obrada tla ili Minimum tillage

Pri minimalnoj obradi tla smanjuje se broj radnih operacija (zahvata) obrade, neki od klasičnih zahvata se u potpunosti izostavljaju, neki se međusobno povezuju, smanjuje se dubina ili površina obrade, a kao rezultat svega je:

- smanjenje troškova obrade tla – bolja ekonomika,
- manje prohoda = manje gaženja tla, manje zbijanje,
- bolja vodopropusnost, posebice donjih slojeva tla,
- bolja aeracija tla i bolji životni prostor za biljku.

Pored ovih pozitivnih efekata, minimalna obrada tla ima i neke negativne efekte, ako se provodi stihijski, neplanski i nepravovaljano, a to su:

1. Ne pogoduje težim, nedreniranim tlima niže plodnosti, pri nepovoljnim klimatskim prilikama,
2. Minimalnom obradom se ne rješava pitanje melioracijske gnojidbe i gnojidbe na zalihu,
3. Smanjeno je uništavanje korova i potrebna je povećana primjena herbicida i pesticida općenito,
4. Pri lošem stanju tla smanjena je aeracija tla i aktivnost mikroorganizama u tlu,
5. Žetveni ostaci na tlu mogu znatnije smanjiti temperaturu tla što usporava početni porast biljaka,
6. Slabije je nicanje pa se traži i do 10% više sjemena.
7. Na nekim tlima smanjen je rast korijena zbog zbijenosti, a hraniva su pri površini,
8. U određenim uvjetima ostvaruju se niži prinosi.

Izostavljena obrada tla ili No-tillage

Predstavlja krajnji stupanj reducirane obrade tla, odnosno uzgoj kultura bez ikakvog mehaničkog zahvata u tlo prekriveno permanentnim malčem od biljnih rezidua. Pri ovom se sustavu koriste samo specijalne sijačice za direktnu sjetvu, koje imaju zadatak "samo" otvoriti sjetvenu brazdicu i položiti gnojivo i sjeme na određenu dubinu, aplicirati zaštitna sredstva. Ovaj sustav uzgoja biljaka, iako istog značenja, ima više sinonima, na istom ili na različitim jezicima: No-tillage, Zero-tillage, Direct drilling, Chemical tillage, Sod planting, Slot planting, Slit planting, Sod seeding, Kill sod planting, Chemisches Pflügen, Labours chimiques, Non lavorazione, Semina su cotica, Nulevaja obrabotka, Direktvetés, Izostavljena obrada i sl.

Konzervacijska obrada tla ili Conservation tillage

Konzervacijska obrada tla se može definirati na više načina, ali u suštini predstavlja sustav obrade tla u kojem se biljni ostaci zadržavaju na ili blizu same površine, ili se održava neravnost površine, ili pak oboje, da bi se suzbila erozija i postigli povoljni odnosi tlo:voda (čuvanje vlage u tlu). Misli se da bi na tlu trebalo biti barem 30% žetvenih ostataka (biljnih rezidua), da bi se erozija tla vodom i/ili vjetrom smanjila za 50%. U SAD-u je ovakva obrada 1982. godine obuhvaćala 25% obradivih površina. Dakle, kao što je vidljivo, glavni cilj konzervacijske obrade tla je zadržati i sačuvati, odnosno konzervirati vodu:

Sustav konzervacijske obrade tla u SAD-u obuhvaća slijedeće sustave obrade tla-sjetva:

- Izostavljena obrada tla (NO-TILL),
- Obrada tla u grebenove (RIDGE TILL),
- Obrada tla u trake (STRIP TILL),
- Obrada tla u malč (MULCH TILL),
- Reducirana obrada (REDUCED TILLAGE).

Racionalna obrada tla ili Rational tillage

Racionalna obrada tla više predstavlja načelo uzgoja biljaka nego li praksu. Izdvajajući prethodno rečeno, ona predstavlja pojednostavljenje zahvata (operacija) obrade, tj. redukciju frekvencije (broja prohoda), dubine i intenziteta obrade, sve do faze koja predstavlja stvarne potrebe biljaka, uvažavajući borbu protiv korova i strukturu tla. Osnova ovog pristupa je da se zahvati obrade tla svedu na minimum, a osigura potreban "sjetveni sloj" ("tvrda posteljica" a "mekan pokrivač") i povoljna "korijenska zona". Promatrano s organizacijskog i ekonomskog aspekta, ovo je oblik minimalne obrade tla, pri čemu se obrada tla izvodi na najracionalniji način, kombiniranjem oruđa, zamjenom jednog oruđa drugim, kombiniranjem zahvata, itd., a sve s ciljem povećanja učinkovitosti obrade tla, pojeftinjenja, brzine izvođenja, itd.

Još ponešto o izostavljenoj i konzervacijskoj obradi tla

Iz prethodno rečenog za *izostavljenu obradu tla* i *konzervacijsku obradu tla*, ispada da su to vrlo jednostavni sustavi uzgoja biljaka, i da je dovoljno "samo ne zaboraviti posijati". Međutim, ovo je samo djelomično točno, jer je upravo za ove sustave potrebno veliko znanje poljoprivrednih proizvođača, o gnojidbi, zaštiti, mehanizaciji, karakteristikama tla, klimatskim prilikama, botaničkim svojstvima biljaka i o mnogim drugim agroekološkim elementima. Ova složenost proizlazi iz nekoliko osnovnih činjenica: zbog rezidua na tlu može pasti temperatura od 2-10°C (ovisno o klimatskim prilikama uzgojnog područja); borba s korovima, štetočinama i bolestima je znatno složenija; površina tla izgleda neuredno, zbog čega se ova tehnologija naziva "dirty technology" ili "prljava tehnologija" (a većina naših poljoprivrednih proizvođača je naučila na "polja bez ijednog korova ili komadića žetvenog ostatka"); ovi sustavi su u prvim godinama primjene uspješniji na plodnim tlima ("proizvođačima se ne da čekati); za tla s ograničenjima (npr. teška, hladna, nepropusna, kisela) traže se modifikacije, a za što je opet potrebno znanje; ovo je relativno nova tehnologija i malo je iskustva (barem na našim prostorima).

Primjena izostavljene i konzervacijske obrade tla važna je i s energetskog i ekonomskog aspekta. Tako se na izostavljenoj obradi tla utrošak goriva smanjuje za 60-70%, ubrzavaju se radovi čime se postiže

povoljan organizacijski i ekonomski aspekt, potrebno je znatno manje opreme i mehanizacije, pri konzervacijskoj obradi može se obrađivati samo dio površine i to u sjetvenom redu, a ne cijela površina, sjetvena je norma nešto povećana (oko 10%), povećana je potreba herbicida, manja su antropogena zbivanja tla, zbog slabije mineralizacije organske tvari u početku je potrebna veća količina dušika, veća je površinska akumulacija slabo pokretnih fosfora i kalija, veći je sadržaj vode u tlu (vrlo bitno u sušnim mjesecima), tlo je hladnije zbog malča na površini pa je početni porast kultura nešto sporiji, izraženija je borba s korovima u prvim godinama i to ponajviše s višegodišnjim rizomnim korovima, veći problem zbog bolesti i štetočina, vrlo povoljan utjecaj na sprječavanje erozije, bolja je perkolacija vode, veća je biološka aktivnost tla.

Iz prethodno navedenih pozitivnih i negativnih aspekata izostavljene i konzervacijske obrade tla, nameću se i izvjesna ograničenja uvođenju ovih sustava uzgoja biljaka:

- rezidue biljaka,
- antropogena zbivanja,
- dreniranost tla,
- potrebe za vertikalnim dubinskim rahljenjem,
- kontrolirano gaženje,
- potreba za posebnim strojevima,
- borba s korovima,
- ograničenja klime i tla.

Rješavanje ili prilagođavanje njihove problematike ujedno je i strategija kojom ovi sustavi dolaze do svog punog izražaja.

Slobodno se može reći da se ove tehnologije reducirane obrade tla temelje na ukupnom znanju i iskustvu skupljanom tijekom cjelokupnog razvoja povijesti obrade tla.

Stanje i perspektive obrade tla

U današnje se vrijeme, u svjetskim razmjerima, isprepliću dva osnovna pravca u obradi tla – “agresivniji”, intenzivniji i frekventniji zahvati u tlo i primjena različitih sustava reducirane obrade tla. Također, u svjetskim razvijenijim poljoprivrednim sustavima, još uvijek prevladava konvencionalna obrada tla, ali se iz godine u godinu ovaj odnos sve više mijenja u korist reduciranih sustava obrade tla (i svih njenih oblika). Iz tabličnog prikaza ukupnih svjetskih površina pod direktnom sjetvom No-tillage, jasno se uočava koliko snažnom progresijom se širi ovakav sustav uzgoja tla.

Površine u svijetu pod sustavom uzgoja direktnom sjetvom 1996/1997., 2000/2001. 2004/2005. godine.

Država ^{izvor 1.}	1996/1997. godina
U.S.A.	19.400.000
Brazil	6.500.000
Argentina	4.400.000
Australia	1.000.000
Canada	6.700.000
Paraguay	500.000
Uruguay + Chile + Bolivia	500.000
Ostali	460.000

Ukupno	38.700.000
Država <small>Izvor 2.</small>	2000/2001. godina
U.S.A.	21.120.000
Brazil	13.470.000
Argentina	9.250.000
Australia	8.640.000
Canada	4.080.000
Paraguay	960.000
México	650.000
Bolivia	350.000
Venezuela	150.000
Chile	100.000
Colombia	70.000
Uruguay	50.000
Ostali	1.000.000
Ukupno	59.890.000
Država <small>Izvor 3</small>	2004/ 2005. godina
SAD	25.304.000
Brazil	23.600.000
Argentina	18.269.000
Kanada	12.522.000
Australija	9.000.000
Paragvaj	1.700.000
Indija, Pakistan, Bangladeš,	1.900.000
Nepal	
Bolivija	550.000
Južna Afrika	300.000
Španjolska	300.000
Venezuela	300.000
Urugvaj	263.000
Francuska	150.000
Čile	120.000
Kolumbija	102.000
Kina	100.000
Ostali	1.000.000
Ukupno	95.480.000

Izvor 1: ¹⁾Hebblethwaite, 1997; ²⁾RELACO, 1997; ³⁾MAG- GTZ Soil Conservation Project, 1998; ⁴⁾No- Till Farmer, Jan. 1998; ⁵⁾Estimates; Izvor 2: Derpsch i Benites (2003); Izvor 3: www.rolf-derpsch.com/profile.htm,

Na osnovu svih dosadašnji iznesenih činjenica, uočava se velika različitost sustava i koncepcija obrade tla, kao i njenog potpunog izostavljanja. Svaki od opisanih sustava može biti više ili manje učinkovit, ali u ovisnosti o velikom broju faktora. U prihvaćanju novih koncepcija i tehnologija, bitno je shvatiti da reducirana obrada tla nije poljoprivreda naših predaka i nije korak nazad, već ona predstavlja

rezultat ozbiljnih znanstvenih istraživanja i praktičnih provjera, odnosno ona je rezultat čovjekovog kvalitetnijeg i sveobuhvatnijeg sagledavanja i shvaćanja svog prirodnog okoliša.

Od druge polovice 20. stoljeća poljoprivreda se unapređuje računalnom tehnologijom. Iznimku ne predstavlja niti obrada tla. Bilo koji primijenjeni sustav obrade tla, konvencionalni ili reducirani, vrlo brzo se neće moći zamisliti bez kompjutorske podrške (npr. GPS-a - *Global Positioning System*, GIS-a - *Geographic information system* i dr.)

Završna misao

Od samih početaka čovjekovog svjesnog uplitanja u zakone prirode, pa sve do današnjih dana, Čovjek djeluje kao stvaratelj novoga, preobražavajući prirodu i podčinjavajući ju svojim potrebama. Čovjek nikada nije bio rob svijeta u kojem je živio i njime se nikada nije moglo upravljati, već je on upravljao i mijenjao svijet. Djelovanje Čovjeka na okoliš s ciljem proizvodnje hrane, često puta nije bilo u skladu s prirodnim zakonima i to je povijesna činjenica. Kao i u drugim ljudskim domenama, pa tako i u obradi tla, bilo je i biti će "krivih koraka", ali one samo trebaju biti svima nama pouka i poticaj da budemo otvoreni za pronalaženje boljih i kvalitetnijih rješenja.

Prof. dr. sc. Danijel Jug