

## Štete od poplave u poljoprivrednoj proizvodnji

### UVOD

Voda je jedan od najvažnijih faktora, koji zasijeca u sva područja života i rada. Njezin nedostatak izaziva prestanak životnih funkcija živih organizama. U biljnoj proizvodnji je nedostatak, kao i suvišak vode nepoželjan, jer izaziva smanjenje prinosa, koje može biti vrlo osjetljivo.

U našoj poljoprivrednoj proizvodnji susrećemo se s problemom nedostatka, kao i s problemom viška vlage. Ti problemi nisu ostali nezapaženi, nego se već više od deset godina proučavaju pojave i daju rješenja, kojima se predviđaju veliki melioracioni radovi u poplavnim područjima naših ekstenzivno gospodarenih polja (Lonjsko, Odransko Polje, Međimurje, Biđ — Bosut).

Istraživanjima odnosa tlo—voda—biljka u ovim nizinskim područjima naših najvećih rijeka (Sava, Drava i njihovi pritoci, 9, 10, 11) dane su osnovne smjernice za hidrotehničko projektiranje i postavljanje pokusa na samim ugroženim terenima, kako bi se dobili naši specifični podaci, koji odgovaraju pedološkim, klimatskim i drugim lokalnim uvjetima (13, 14, 15).

Prema novijim podacima svjetske literature iz područja odvodnje i drenaže, posebno u američkoj (12, 19) i ruskoj (1, 2, 3) literaturi, nastoji se suvremenim pomagalima dobiti što preciznije podatke, radi davanja naučno fundiranih rješenja odvodnje, a ne šablonskih, kako je to bilo često puta istaknuto i u stranoj stručnoj štampi (4).

Cilj je ovog rada da prikaže neke od tih rezultata i njihovu podesnost za primjenu u našim prilikama, odnosno modifikacije koje su nužne, da bi se podaci stvarno mogli koristiti kod projektiranja detaljne odvodne kanalske mreže. Kod nas se je do sada radilo u nekoj mjeri na naučno postavljenim pokusima iz kojih se je moglo dobiti realne podatke, ali kad treba reći, kolike su štete, na pr. na oziminama, koje su poplavljene kroz 15 dana u ožujku ili travnju, onda se to rješava redovno empirijskim putem. Takvih je ispitivanja kod nas bilo vrlo malo, pa se zato i iznose ovi podaci, koji će poslužiti kao baza u rješavanju toga važnog pitanja u praksi.

### UTJECAJ VIŠKA VODE U TLU NA KULTURE

Ukoliko pore tla, odnosno šupljine, nisu ispunjene zrakom, onda su ispunjene vodom. Češki fizičar tla J. Kopecky 1914. god. je iznio svoje mišljenje i postavio tezu o minimalnom kapacitetu tla za zrak, kod kojeg se još mogu biljke normalno razvijati. Te minimalne količine zraka ispunjenog prostora u tlu iznose:

livade, šume	5—10% vol.
oranice: pšenica, raž	10—15% vol.
ječam, okopavine	15—20% vol.



Ako sadržaj zraka u tlu padne ispod ovih vrijednosti, tlo treba meliorirati u tom smjeru, da se popravi zračni režim tla. Ove postavke Kopeckog i danas se uvažavaju, te se kod analize fizikalnih svojstava koriste Kopeckijevi cilindri za uzimanje uzoraka tla u prirodnom, neporušenom stanju.

Aeracija tla ovisi o kapacitetu tla za zrak, a djeluje na razvoj korjenove mreže biljaka i općenito na organsku materiju u tlu, kao i na mikrofloru i mikrofaunu.

Neke biljke traže visoku koncentraciju kisika. Kod relativno visokih temperatura, kukuruz na pr. pokazuje smanjenje rasta, ako je koncentracija kisika u zoni korijenja 20%, ili niža. Smatra se, da je za normalan rast korijenja potrebna koncentracija kisika od 5 do 10%. Stvaranje novog korijenja zahtijeva, međutim, veću koncentraciju od 12%.

Zrak, koji se nalazi u oranici, neprestano je u kretanju, bilo da difundira između čestica, ili se vrši izmjena s atmosferskim zrakom pod uplivom razlike u tlaku, ili jednostavno difuzijom. Prema Demolonu (cit. Renault) difuzija regulira aeraciju tla. Kad je tlo suho, ono je uvijek dobro prozračeno, aeracija postaje nedovoljna, te se stvaraju anaerobni uslovi.

Prema podacima ruske literature (Kvasnikov, Dojarenko), zatim Stoklase i Krouse-a, proizlazi da je za formiranje 1 gr suhe tvari potrebno 1 mg kisika. Koncentracija CO<sub>2</sub> je isto tako važna kao i koncentracija kisika.

Svaka mjera, koja nastoji povećati aeraciju, pospješuje proces oksidacije. Visoki sadržaj kisika je povoljan za razvoj nitrifikatorskih i azotofiksirajućih bakterija, aktinomyceta, gljiva i drugih organizama, koji razlažu organsku tvar, a za taj rad troše kisik.

Uslijed poplavlivanja poljoprivrednih površina stvaraju se nepovoljni uslovi aeracije, dešavaju se nepoželjne promjene mineralne supstance, koja prelazi iz oksidacijskog stanja u redukcijsko, dolazi do povećanja koncentracije željeznih i sumpornih iona, a ugljični dioksid i druge supstance proizvedene korijenjem, različitim organizmima i nekim kemijskim reakcijama, ne mogu se odstraniti, te njihova koncentracija postaje toksičnom. Proces redukcije ovisi o obliku u kojem se nalazi organska tvar i on je to aktivniji što su obilnije supstance, koje lako oksidiraju. Stvaraju se anaerobni uslovi, koji konačno djeluju na degradaciju strukture, redukciju brzine filtracije vode i brzine difuzije zraka u tlo.

Sve se ove kompleksne pojave pokazuju u različitoj jačini, te djeluju i na same biljke, koje reagiraju na specifičan način prema njihovoj otpornosti. Iz toga je vidljivo, da je aeracija, kao i vlaženje tla, limitirajući faktor. Odvodnjom se nastoji, kao i navodnjavanjem, ukloniti djelomično ili potpuno nesklad između vode i zraka u tlu. Prema podacima Finkela (1959), koji je vršio pokuse s navodnjavanjem u Izraelu, koristeći dvije metode i to gravitacijom i kišenjem, došao je do zanimljivih rezultata u vezi infiltracije vode u tlo. Prema njegovim podacima smanjena je moć upijanja kod gravitacijskog načina za 3 do 6 puta u odnosu prema kišenju. Kao posljedica toga smanjena je i aeracija, a po tome i visina prinosa. Iz toga se vidi kako je važan faktor aeracija tla i njezin upliv na visinu prinosa.

Odvodnjom se odstranjuju zajedno sa suvišnom vodom toksički produkti i postiže se mehaničko i kemijsko očišćenje. Aeracija se poboljšava i tako se postiže vraćanje na normalne aerobne uslove. S druge strane, tla se zagrijavaju mnogo brže, jer je specifična toplina aeriranog i suhog tla niža, nego kod vlažnog tla. Biljke se mogu bolje razvijati, njihovo korijenje prodiire dublje u tlo, te se zaustavlja na visini razine podzemne vode, ili u visini dosega kapilarnog uspona, te se na taj način poboljšavaju uvjeti ishrane, te su biljke općenito bolje opskrbljene vodom.



Odstranjivanje suvišne površinske vode igra važnu ulogu indirektno, jer sprječava pojavu nekih kriptogramnih bolesti, koje su uvjetovane suviškom vlage.

Odvodnja ima i neke negativne strane o kojima treba voditi računa kod izbora tehničkih sredstava i kod računanja rentabilneta, jer biljke na dreniranom tlu imaju na raspolaganju vodu kraće vrijeme, nego na nedreniranom, te su u opasnosti u slučaju suše da ne će moći zadovoljiti potrebe evapotranspiracije, ali ove negativnosti nisu nikada tako velike, kao što su koristi, koje se postižu odvodnjom.

### CILJEVI ODVODNJE

Jedan od glavnih ciljeva odvodnje je sniženje suviše visoke razine podzemne vode. Prema njemačkim podacima (18) i za njihove klimatske prilike preporučuju se ove veličine (prema Schroeder-u):

Područje	Vrsta tla	Livada	Pašnjak	Oranica
Njemačka laka propusna	mineralna tla	50—70	70—90	80—100 cm
teško propusna	mineralna tla	60—80	80—100	100—120 cm

Ove vrijednosti treba shvatiti samo kao grube srednje vrijednosti, prema riječima samog autora, koje se pokazuju efikasnijim u vlažnim godinama, a manje u sušnim. Za naša područja uglavnom se koriste ovi podaci, češki po Juvi, ili ruski po Čerkasovu.

Teoretski bi bilo dosta jednostavno prema tome načiniti plan optimalne i rentabilne odvodnje, ali su potrebni podaci, da se zna koliko će biti povećanje prinosa po jedinici drenirane površine, a za različite koeficijente otjecanja, kako bi se onda moglo izabrati ono rješenje, koje je ekonomski najopravdanije i najoptimalnije sa stanovišta uzgajanih kultura.

Da bi se moglo izračunati povećanje prinosa kultura, nakon odvodnje, potrebno je znati kako se pojedine kulture odnose prema poplavama.

Iz podataka, ruske, američke i francuske literature dobiveni su podaci u tom pogledu.

Sve kulture ne reagiraju jednako na nedostatak kisika. Nedovoljna aeracija očituje se u sprječavanju rasta korijenja. Biljke, koje rastu na vlažnom tlu, imaju slabo razvijen korjenov sistem i u vegetativnom periodu podnose velike promjene u ekologiji sredine (temperaturne promjene, promjene u aeraciji i vlažnosti tla), a te promjene se očituju u pomanjkanju hranjiva. Na biljkama se opaža smanjenje transpiracije, fotosinteze i apsorpcije hranjivih elemenata. Čini se, da su štete uzrokovane slabom aeracijom vidljivije na neplodnim a gnojenim tlima, nego na plodnim tlima. Vegetativni period se skraćuje i te kulture često ne sazriju. Smanjuje se i količina i kvaliteta prinosa.

Kulture općenito lako podnose poplavlivanje u vrijeme njihovog vegetativnog odmora, ali je i tada korisnije, ako je nivo podzemne vode nizak, jer se tim omogućava prodiranje zraka i mraza u dublje slojeve tla i na taj način ga rahle i prozračuju. Štete od poplava u vrijeme vegetacije su znatne i tim veće, što je viši razvojni stadij kulture. Dobro je zapamtiti da anaerobni uslovi u vrijeme vegetacijskog odmora, iako su bez izrazitijeg efekta na rast biljaka, ipak imaju dvostruko djelovanje: indirektno, izazivajući degradaciju strukture tala s parcijalnim produženjem anaerobioze i zaostajanjem proljetnih radova, što sve utječe na konačnu visinu prinosa.

Za pojedine kulture dobiveni su ovi podaci:

a) **Prirodni i umjetni travnjaci.** Rezultati dobiveni u SSSR-u, prema Čerkasovu potvrđuju, da su poplave od 1 do 2 mjeseca dopustive neposredno prije vegetacijske periode za vrijeme proljetnih kiša. Nasuprot, u vrijeme vegetacije, dopustivo trajanje je skraćeno na 36 sati za otporne livadske vrste, a 6 sati za neotporne vrste. Stanje razvoja kultura, temperatura vode i zraka također moraju biti putokazi u lokalnim uslovima.

Pokusima u Kanadi (cit. Luthin) na visini od 800—900 m nad morem, pokazalo se je, da lucerna i djetelina mogu podnositi bez štete proljetne poplave od 10 do 12 dana, a druge otpornije vrste podnose čak i 50 dana poplave. Međutim, crvena djetelina i ostale druge osjetljive vrste djetelina ne mogu niknuti, ako je poplava trajala 3 tjedna. Nakon prestanka poplave dolazi do uspora vegetacije za 16 do 20 dana na nedreniranim tlima, a 5 do 10 dana na dreniranim.

b) **Žitarice.** Prema američkim podacima (12) raž podnosi poplavu od 15 dana pri kraju travnja, 10 dana u sredini lipnja, dok zob podnosi 15 dana poplave na kraju svibnja i samo 2 dana početkom srpnja.

Žitarice su općenito osjetljive na poplave u času cvatnje i formiranja zrna, a potpuno su neosjetljive u doba zriobe. Prema finskim podacima (Saukko) proljetne poplave, nekoliko dana iza nicanja žitarica utječu na smanjenje prinosa, jer se prorjeđuje sklop, te kod poplave od 2 dana iznosi smanjenje prinosa 50%, a kod poplave od 5 dana smanjenje iznosi čak i 70%.

Prema Čerkasovu smanjenje prinosa žitarica može se izračunati po formuli:

$$Y_T = 0,01 \times (10 - T)^2 \times Y_0$$

gdje je:  $Y_0$  — prinos nepoplavljenog žita,  
— trajanje poplave u danima.

$$\text{Ako je } T = \frac{1 \text{ dan}}{5 \text{ dana}} \quad \text{onda je } Y = \frac{0,80 Y_0}{0,25}$$

Dopustivo trajanje poplave uzeto je da iznosi u vegetativnoj periodi nekoliko desetaka sati, koje ne izaziva sniženje prinosa. Nasuprot tome, dopustivo trajanje poplava  $T$ , izazvano otapanjem snijega može iznositi 10 do 15 dana za ozimine, a 5 do 7 dana za jarine. Kod livada je moguće trajanje poplava u istom periodu od 20 do 25 dana, za prašnjake 10 do 15 dana i 3 do 5 dana za povrtne kulture. Minimalne temperature u tom razdoblju iznose 6 do 8°C.

c) **Voćnjaci.** Voćna stabla najbolje podnose poplave, ali štete ipak variraju prema vrstama i razdoblju godine. Kruške su najotpornije. Visina prinosa može biti smanjena za 75% a kvaliteta je oslabljena. Marelice ginu nakon poplave od 15 dana. Prema opažanjima u dolini Nila, nasadi marelica, jabuka i bresaka izgignuli su nakon poplave od 12 dana.

U vrijeme vegetacijskog odmora, voćke mogu podnijeti bez štete vrlo duge poplave. Ostjeljivost na poplave pokazuje se u početku vegetativne periode. Kasnije su štete to značajnije, što su temperature više. Što se tiče kvalitete dobivenih plodova, opažanja na kruškama, jabukama, breskvama i jagodama su pokazala, da je kvaliteta plodova slaba, ako su stabla rasla na tlu koje trpi od suviška vlage. Plodovi su manje ukusni i teže ih se može konzervirati.

Za većinu i najvažnije jednogodišnje kulture, Salamin (18) je na sistematski način grupirao podatke u tabelu iz koje se mogu vidjeti kolike štete nastaju u



STETE UZROKOVANE KULTURAMA U PROCENTIMA PRINOSA U SLUCAJU POPLAVE U TRAJANJU  
OD 3, 7, 11 ILI 15 DANA

	PROSINAC			SIJEČANJ			VELJACA			OŽUJAK			TRAVANJ			SVIBANJ		
	3	7	11 15	3	7	11 15	3	7	11 15	3	7	11 15	3	7	11 15	3	7	11 15
	dana			dana			dana			dana			dana			dana		
1. Krmne smjese	—	—	5 10	—	—	5 10	—	—	5 10	—	—	10 20 30	10	25	40 60	10	30	50 100
2. Pašnjaci	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	20 30	—	15	30 50
3. Livade	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	20 30	—	15	30 50
4. Šećerna repa i krmna repa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10 50 100 100	10	50	90 100	10	50	90 100
5. Krumpir	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30 80 100 100	30	80	100 100	40	90	100 100
6. Suncokret	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	20 40 80	10	30	60 100
7. Konoplja	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	40 60 100	20	50	75 100
8. Ozime žitarice	—	5	10 20	—	5	10 20	—	5	10 20	5	15	30 50	10	25	40 70	20	40	70 100
9. Jare žitarice	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10 20 40 100	15	40	75 100	15	50	75 100
10. Kukuruz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	80 100 100	10	50	80 100

	LIPANJ			SRPANJ			KOLOVOZ			RUJAN			LISTOPAD			STUDENI			
	3	7	11 15	3	7	11. 15	3	7	11 15	3	7	11 15	3	7	11 15	3	7	11 15	
	dana			dana			dana			dana			dana			dana			
1. Krmne smjese	10	40	70 100	10	40	70 100	10	30	50 80	10	30	50 70	—	10	20	30	—	5	10
2. Pašnjaci	—	20	30 50	—	20	30 50	—	10	20	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Livade	—	20	30 50	—	20	30 50	—	10	20	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. Šećerna repa i krmna repa	10	40	90 100	10	40	90 100	10	40	90 100	10	40	90 100	—	10	30	50	—	—	—
5. Krumpir	50	100	100 100	50	100	100 100	50	100	100 100	20	40	60 80	—	—	—	—	—	—	—
6. Suncokret	10	40	80 100	10	40	60 08	—	10	30	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7. Konoplja	10	40	60 80	10	30	50 70	—	—	10	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8. Ozime žitarice	20	50	80 100	—	—	10 20	—	—	—	—	—	—	—	4	10	20	—	5	10 20
9. Jare žitarice	20	50	75 100	—	—	10 20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10. Kukuruz	10	40	75 100	—	10	50 80	—	10	40	60	—	10	20	30	—	10	10	—	—

procentima od prinosa za različito trajanje poplava i u različitim mjesecima godine. Pri tome se je služio radovima ostalih mađarskih istraživača: Alcser-a, Cziraky-ja, Szeker-a i Nizsalovsky-ja.

#### ZAKLJUČAK

Razmatrajući ove podatke o štetama, koje nastaju na poljoprivrednim kulturama uslijed poplava u vegetacijskom ili nevegetacijskom razdoblju, izražene u procentnom odnosu prema veličini prinosa, pokazuje se vrijednost takve tabele i za naše prilike, gdje dolazi do poplavlivanja kultura u nizinskim područjima, a osobito u kišnim godinama.

Naročitu važnost dobiva odvodnja u našim uslovima visokih prinosa, kad se na tu mjeru ne može više gledati, kao na »obranu od poplave«, ili grubu odvodnju, ili kao agrotehničku mjeru, nego se sve više diferencija potreba usklađivanja odvodnje s karakteristikama tla i zahtjevima proizvodnje. Sve više se traži optimalni odnos vode i zraka u tlu, te se prema danim uslovima podešava odvodnja, bilo kao cijevna drenaža, ili detaljna kanalska mreža, ili krtična drenaža, s većim, ili manjim otjecajnim koeficijentima.

Pokusni rad nesumnjivo dobiva na važnosti upravo u ovim uslovima intenzifikacije biljne proizvodnje.

#### LITERATURA:

- 1) *Astapov S. V.*: Meliorativnoe počvovedenie. Moskva, 1958.
- 2) *Brudastov A. D.*: Osušenie mineralnih o bolotnyh zemelj, Moskva, 1955.
- 3) *Čerkasov A. A.*: Melioracije (prev.). Beograd, 1950.
- 4) *Darlot A. — Darves — Bornoz R.*: Aspects agronomiques de l'assainissement. (umnož.) Paris, 1959.
- 5) *Đaković B.*: Biđ — Bosut. (Ruk.) Zagreb, 1957.
- 6) *Finkel, H. J. — Dov Nir*: Gravity vs. Sprinkling Methods of Irrigation: a Comparative Study. Soil Sci., 88, 1 1959.
- 7) *Juva K.*: Hospodareni vodou v zemedelstvi. Praha, 1955.
- 8) *Kopecky J.*: Poduznalstvi. Praha, 1928.
- 9) *Kovačević P. — Kurtagić M.*: Tla Međimurja (ruk.) Zagreb, 1956.
- 10) *Kurtagić M.*: Lonjsko Polje (ruk.) Zagreb, 1956.
- 11) *Kurtagić M.*: Odransko Polje (ruk.) Zagreb, 1957.
- 12) *Luthin J. N.*: Drainage. New York, 1957.
- 13) *Pušić B.*: Drenažna stanica Sašina Greda (ruk.) Zagreb, 1956.
- 14) *Pušić B.*: Drenažna stanica Vinkovci (ruk.) Zagreb, 1956.
- 15) *Pušić B.*: Drenažna stanica Božjakovina (ruk.) Zagreb, 1957.
- 16) *Renault R.*: Chimie agricole t. 2. Paris, 1958.
- 17) *Salamín P.*: Relation entre les irrigations et l'évacuation de l'eau. 2. Congrès des Irrig. et du Drainage, vol. V.
- 18) *Schroeder G.*: Landwirtschaftlicher Wasserbau. Berlin, 1958.
- 19) Yearbook of Agriculture 1955 Water.