

## MOGUĆNOSTI I POTREBE NAVODNJAVANJA VARAŽDINSKE NIZINE

U traženju načina za postizavanje visokih uroda u poljoprivredi, postigli smo unazad nekoliko godina zavidne rezultate. Neki od tih su čak evropskog značaja, pa su pogledi mnogih svjetskih kapaciteta uprti u nas. Uz dobro sjeme i sve bolju agrrotehniku učinili smo kvantitativne skokove u proizvodnji pšenice i kukuruza, a sve to znači, da smo se počeli najozbiljnije baviti proučavanjem proizvodnih sposobnosti naših tala, tog našeg najobimnijeg sredstva za proizvodnju. Svi ti značajni rezultati postignuti su isključivo ratarenjem bez navodnjavanja.

Zelimo li, međutim, poći od ovih rezultata dalje, te tla na kojima živimo iskoristiti maksimalno, moramo svagdje tamo, gdje se za to ukazuje potreba, upotrebiti dodatne oborine u obliku navodnjavanja. Optimalnu proizvodnju možemo očekivati u poljoprivredi tek onda, kada su faktori — vlaga, temperatura i tlo — u optimalnim odnosima.

Kao što je poznato, vlaga limitira biljnu proizvodnju bilo pojavom prevelikih ili pak premaleni količina.

Donedavna su oba ova momenta djelovala na području varaždinske nizine. Ovu nizinu sačinjava dio kotara Varaždin, koji se prostire u smjeru istoka nizvodno uz Dravu od Ormoža pa do M. Bukovca, a na jug dopire do obronaka zagorskih brežuljaka, koji se cestom Ormož — Vinica — Ladanje — Tužno — Turčin — Jalžabet — Ludbreg — Čakovec sljubljuju s ravnicom. Ovo nizinsko područje zauzima cca 25.000 ha obradive površine, a unutar njega protiče rječica Plitvica svojim cijelim vodotokom, te završni dio rječice Bednje od Ludbrega do M. Bukovca. I jedna i druga rječica su tokom stoljeća formirale jako meandrirajuća korita, pa su poplave bile redovne i znatne. Da bi se štete otklonile, formirana je prije nekoliko godina vodna zajednica, koja je izvršila regulaciju cijele Plitvice i dijela Bednje, koja se u toj nizini nalazi, pa je time odvodnja ove nizine završena.

Odvodnju mora slijediti navodnjavanje, jer melioracija inače nije potpuna. Bivše poplave, kolikogod su štatile usjevima, djelovale su korisno nanošenjem organske tvari i mulja, koji se na poplavljenim tlima taložio. Regulacijom ovaj koristan način gnojidbe otpada, pa se uz navodnjavanje postavlja također i pitanje održavanja plodnosti tih terena od kojih na livade otpada cca 70%.

Uz navodnjavanje u bilo kojem obliku vezana su dva momenta: a) mogućnost i b) potrebe. Može, naime postojati potreba, ali za ovu ne mora postojati mogućnost ili pak obrnuto. U daljnjem razmatranju će zato oba ova momenta, obzirom na prilike varaždinske nizine, biti obrazložena.

### a) MOGUĆNOSTI NAVODNJAVANJA

Površno uzevši, ovaj momenat ne bi zahtijevao detaljniju analizu. Površinsku ili pak podzemnu vodu potrebno je dovesti do željenog mjesta i vršiti natapanje bilo otvorenim kanalima ili pak kišenjem. U ovom slučaju će se detaljnije govoriti radi toga, što su istočni rajoni kotara Varaždin (kao Koprivnica, Virovitica i dr.) sličnog, ako ne i istog geološkog i pedološkog sastava, pa je situacija u tome pogledu jednaka na širem području od varaždinske nizine. Ovo će se naročito odnositi na stanje podzemne vode, jer nije svejedno koristimo li ju za natapanje sa dubine od 50 m ili pak 5 m. Nadalje, vodonosni sloj podzemne vode, koju želimo koristiti, mora biti toliki, da zadovolji potrebe natapanja dotične kulture i površine. U koliko je podzemna voda vrlo blizu površine, a njen kapacitet premalen, navodnjavanje se ne može vršiti, te koristi od te vode u svrhe natapanja nema.

Da bi, dakle, odredili korištenje podzemne vode u tretiranoj nizini, vršena su promatranja nivoa ove vode u postojećim bunarima cijelog nizinskog bazena. Tako je konstatirano, da to cijelo područje obiluje podzemnom vodom na relativno vrlo pristupačnoj visini, koja se kreće od  $-0,6$  m pa do  $-5$  m. Prema tome, prvi važan momenat je utvrđen. Cijela nizina raspolaže s vodom, koja se nalazi na veoma povoljnoj eksploatacionoj visini.

Uz ovaj momenat, kao što je već naglašeno, potrebno je bilo utvrditi i kapacitete ove vode tj. debljine vodonosnog sloja, depresije nastale neprekidnim sedmodnevnim crpljenjem i drugo. Ova mjerenja su vršena na dva karakteristična mjesta ove nizine i to kod sela Nova Ves i Trnovec jedno istočno od Varaždina udaljeno 6 km a drugo zapadno od Varaždina udaljeno 12 km. Mjesta se smatraju kao karakteristična obzirom na pedološki i geološki sastav, što je mjerenjima i dokazano. Rezultati istraživanja su prikazani u tabeli br. 1.

Hidrološka istraživanja je obavilo poduzeće za ispitivanje i konsolidaciju terena »ELEKTROSOND« iz Zagreba.

Podaci pokazuju, da sva tri kopana bunara imaju vrlo velike kaptažne kapacitete te prema tome mogućnosti natapanja postoje. Obzirom na oblik natapa-

Tabela 1

| Oznaka podataka  | Mjesto bušenja                      |             |                       |            |          |
|--|-------------------------------------|-------------|-----------------------|------------|----------|
|  | Nova Ves                            | Trnovec     | Ludbreg <sup>1)</sup> |            |          |
| Pedološka oznaka tla   | Skeletno                            | Stariji al. | Deluvij               |            |          |
| Podzemna voda nađena na m                                    | -5,04                               | -0,73       | -1,26                 |            |          |
| Dubina bunara m  | 20,13                               | 15,60       | 18,50                 |            |          |
| Debljina vodonosnog sloja m                                  | 15,09                               | 14,87       |                       |            |          |
| Temperatura vode u C°  | 12,0                                | 11,5        | 11,5                  |            |          |
| Geološki profil bunara                                       | Humus                               | 0,0—0,2     | 0,0—0,4               | 0,0—0,1    |          |
|  | Pijesak sa šljunkom malo ž. b.      | 0,2—3,6     | 0,4—4,0               |            |          |
|  | Šljunak sa sitnim pijeskom          |             | 4,0—11,5              |            |          |
|  | Šljunak sa pjesk. malo prašnjast    | 3,6—5,0     |                       |            |          |
|  | Šljunak sa krupnim pijeskom         |             | 11,5—                 |            |          |
|  | Šljunak sa pjesk. nejedn. gran.     | 5,0—20,0    |                       | 0,1— 4,4   |          |
|  | Tvrda glina žute boje               |             |                       | 0,1— 4,4   |          |
|  | Glina praš. ž. b. sa pijeskom       |             |                       | 4,4— 5,6   |          |
|  | Glina praš. sive b. sa pijeskom     |             |                       | 5,6— 6,8   |          |
|  | Zaglinjeni sitni oštri pijesak      |             |                       | 6,8— 7,8   |          |
|  | Krup. pj. s malo šljun. s. b.       |             |                       | 7,8— 9,2   |          |
|  | Krup. šlj. do $\phi$ 1 mm sa pjesk. |             |                       | 9,2—10,8   |          |
|  | Šljunak sa oštrim pijeskom          |             |                       | 10,8—18,5  |          |
|  | Siva pjeskovita glina               |             |                       | 18,5—19,0  |          |
| Depresija nastala nakon 7-dnevnog neprekidnog crpljenja vode | Bunara                              | 5,4—10,8    | 1,3—4,3               | 1,2—10,8   |          |
|  | Piezometara                         | P—1         | 5,9— 6,0              | 0,0—0,0    | 0,1— 0,2 |
|  |                                     | P—2         | 5,1— 5,2              | 0,0—0,1    | 0,0— 1,5 |
|  |                                     | P—3         | 5,6— 5,7              | 0,1—0,2    | 0,0— 1,5 |
|  |                                     | P—4         | 5,6— 5,6              | 0,0—0,1    | 0,0— 1,4 |
|  |                                     | P—5         | 5,7— 5,7              | 0,0—0,1    | 0,0— 1,3 |
|  |                                     | P—6         | 5,4— 5,5              | 0,0—0,0    | 0,0— 1,3 |
| Raspored piezometara   | Centralni                           | P1, P2, P3  | P1, P3, P5            | P1, P3, P4 |          |
|  | Periferni                           | P4, P5, P6  | P2, P4, P6            | P2, P5, P6 |          |

<sup>1)</sup> Bušenje u Ludbregu je vršeno na zahtjev buduće šećerane koja će se tamo graditi. Leži periferno u varaždinskoj nizini te se podaci daju samo radi grube komparacije.

nja predviđen je oblik kišenja, jer bi prilikom korištenja podzemne vode otvorenim kanalima došlo radi velike propusnosti i veoma lošeg mehaničkog sastava do vrlo velikih gubitaka. Cijeli geološki profil govori u prilog ovoj pretpostavci.

Pored korištenja podzemne vode u svrhu natapanja postoje velike mogućnosti korištenja vode iz same Drave. S tim u vezi su u izradi projekti korištenja Drave u energetske svrhe, dok bi se paralelno s tim dio tih voda koristio i za natapanje varaždinske nizine. Predmet je upravo u razmatranju te će komparacija pojedinih alternativa dati najbolje rješenje.

Mogućnosti za navodnjavanje, dakle, postoje obzirom na kapacitete raspoložive vode, pa je potrebno razmotriti potrebe navodnjavanja.

## b) POTREBE NAVODNJEVANJA

One proizlaze iz razlike primljenih količina oborina i onih, koje su potrebne za maksimalni mogući urod u određenom klimatu. Ako je na primjer za neki urod kukuruza potrebno u vegetacionom periodu 600 m<sup>3</sup> vode, a primio je samo 300 m<sup>3</sup> onda je razliku od 300 m<sup>3</sup> potrebno dodati naknadno. Prema tome je potrebno najprije utvrditi količine vode koje bilje primi u prilikama varaždinske nizine. U tu svrhu su u tabeli 2 iznijeti podaci za decenij 1948.—1957. te ujedno za period od 41 g. (od 1900.—1911. i od 1925. do 1955. g.), koji u najkritičnijem VII mjesecu znatno otskaču od VII mjeseca u desetogodišnjem prosjeku. U tom smislu treba korigirati daljnja razmatranja istog mjeseca, jer je potreba za vodom postavljena na VII mjesec prednjeg decenija s prosjekom oborina od 122 mm. Podaci iz tabele 1 utvrđeni su na sinoptičkoj stanici u Varaždinu, koja je smještena gotovo centralno u samoj varaždinskoj nizini te se njeni podaci (u pomanjkanju drugih) moraju uzeti kao mjerodavni uz primjedbu, da istočno i zapadno od Varaždina padaju jednake ili slične oborine koje u vrlo malom postotku na više ili niže odskakuju od ovih prikazanih.

U tabeli 1 je uočljiva znatna oscilacija ukupnih oborina, koja između 1949. i 1951. iznosi do 420 mm. Raspodijelimo li, nadalje, ove oborine na četiri godišnja doba dobivamo slijedeći pregled:

| Godišnje doba | Mjesec        | Period |        | Oborina god. ukup. u mm |
|---------------|---------------|--------|--------|-------------------------|
|               |               | Zimski | Ljetni |                         |
| Jesen         | (IX X XI)     | 238,0  | —      | mm                      |
| Zima          | (XII I II)    | 153,7  | —      | mm                      |
| Proljeće      | (III IV V)    | —      | 188,4  | mm                      |
| Ljeto         | (VI VII VIII) | —      | 308,9  | mm                      |
| Ukupno        |               | 391,7  | 497,3  | 889 mm                  |

Prema tome, u vegetacionom periodu ima više oborina nego izvan njega te bi se na temelju toga moglo zaključiti da navodnjavanja ne bi trebalo. Ekstremno sušna godina, kao na primjer 1952. pokazuje sasvim drugu sliku, jer je te godine palo u vegetacionom periodu 375, a izvan njega 576 mm — ukupno 951 mm. Prosjek uzetog decenija pokazuje, međutim, višak vode u ljetnim mjesecima odnosno vegetacionom periodu nad onim izvan vegetacionog. Gotovo istu sliku pokazuju podaci u razdoblju od 41 godine prema kojima u vegetacionom periodu pada 515 a nevegetacionom 411 mm. Dakle u dugogodišnjem razmaku od 41 godine, koji nam mora biti mjerodavan, opet pada u vegetacionom dijelu godine više oborina nego izvan vegetacije.

No kao što je poznato, biljke ne koriste oborine u cijelosti, jer njihov efekat smanjuju mnogi faktori od kojih su najvažniji: raspored oborina, kratkotrajnost oborina, evaporacija, propusnost tla odnosno mehanički sastav tla i drugi. Osvrnut ćemo se u prilikama varaždinske nizine na svaki posebno.

## 1. RASPORED OBORINA

Obzirom na humidni karakter klime ovog kontinentalnog područja 2, i perioda vegetacijskog mirovanja tokom zime nećemo razmatrati oborine u tom dijelu godine jer su temperaturni faktori ispod minimuma (izuzev relativno slabo djelovanje kriptovegetacije kod ozimih usjeva). Djelovanje oborina ćemo, dakle, promatrati u vegetacionom periodu.

Iz tabele 2 se vidi da prosjek oborina za VII mjesec naše dekade iznosi 122,6 mm. To je količina, koja na prvi pogled dozvoljava zaključak, da u tome mjesecu nije potrebno dovoditi naknadnu vlagu. Međutim, ako razmotrimo raspored tih 120 mm vidimo da on nije dobar. Tih 120 mm kroz 30 dana nije raspoređeno za svaki treći ili četvrti dan sa po 12 — 16 mm (što bi bilo inače veoma poželjno) nego su te oborine bile tokom mjeseca nepovoljno i neravnomjerno raspoređene. Ako te oborine rasporedimo samo po dekadama svakog mjeseca dobivamo sasvim drugu sliku.

**Pregled oborina u mm po mjesecima za decenij 1948.—1957 g. te za razdoblje 1900.—1911. i 1925.—1955. g.**

Tabela 2

| God.        | Mjeseci |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      | Ukup. Oborine |             |               |
|-------------|---------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|---------------|-------------|---------------|
|             | I       | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII   | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | mm            | u veg. per. | van veg. per. |
| 1948.       | 98      | 36   | 4    | 90   | 62   | 138  | 238   | 54   | 40   | 116  | 82   | 15   | 973           | 622         | 351           |
| 1949.       | 24      | 1    | 4    | 29   | 111  | 105  | 59    | 100  | 8    | 5    | 153  | 33   | 632           | 412         | 220           |
| 1950.       | 84      | 51   | 16   | 86   | 7    | 32   | 79    | 73   | 154  | 101  | 170  | 110  | 962           | 430         | 532           |
| 1951.       | 63      | 70   | 97   | 67   | 104  | 186  | 174   | 43   | 105  | 12   | 78   | 57   | 1056          | 679         | 377           |
| 1952.       | 108     | 67   | 36   | 43   | 30   | 41   | 75    | 56   | 130  | 154  | 72   | 139  | 951           | 375         | 576           |
| 1953.       | 63      | 25   | 3    | 61   | 99   | 111  | 125   | 110  | 104  | 35   | 16   | 15   | 767           | 610         | 157           |
| 1954.       | 38      | 23   | 79   | 61   | 186  | 98   | 99    | 47   | 93   | 45   | 87   | 64   | 920           | 584         | 336           |
| 1955.       | 36      | 85   | 68   | 34   | 134  | 61   | 88    | 133  | 86   | 170  | 61   | 14   | 970           | 536         | 434           |
| 1956.       | 24      | 29   | 22   | 74   | 71   | 163  | 63    | 72   | 11   | 62   | 93   | 18   | 702           | 454         | 248           |
| 1957.       | 25      | 83   | 9    | 84   | 113  | 64   | 266   | 136  | 56   | 48   | 33   | 39   | 956           | 719         | 237           |
| Prosje:     | 56,3    | 47,0 | 33,8 | 62,9 | 91,7 | 99,9 | 126,6 | 82,4 | 78,7 | 74,8 | 84,5 | 50,4 | 88,9          | 50,7        | 38,2          |
| 1900.—1911. | 56      | 57   | 55   | 74   | 98   | 88   | 82    | 87   | 86   | 94   | 83   | 66   | 926           | 515         | 411           |
| 1925.—1955. |         |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |               |             |               |

**Pregled oborina u razmaku od po 3 dana za VII mjesec decenija 1948 — 1957 g.**

Tabela 3

| Godina | U mjesecu VII                     |     |     |       |       |       |       |       |       |       | Ukupno mm |
|--------|-----------------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
|        | palo je mm oborina u razdoblju od |     |     |       |       |       |       |       |       |       |           |
|        | 1-3                               | 4-6 | 7-9 | 10-12 | 13-15 | 16-18 | 19-21 | 22-24 | 25-27 | 28-30 |           |
| 1948.  | 14                                | 34  | 91  | 18    | —     | 30    | 2     | —     | 49    | —     | 238       |
| 1949.  | 5                                 | 5   | 20  | 8     | —     | 8     | 11    | —     | —     | 2     | 59        |
| 1950.  | —                                 | —   | 1   | 8     | 3     | 46    | —     | 10    | 2     | 9     | 79        |
| 1951.  | —                                 | 6   | —   | —     | 13    | 79    | 9     | 33    | 34    | —     | 174       |
| 1952.  | —                                 | —   | —   | 4     | —     | 9     | 12    | —     | 10    | —     | 35        |
| 1953.  | 57                                | 14  | —   | 17    | 8     | 2     | 13    | —     | —     | 5     | 125       |
| 1954.  | —                                 | 3   | 32  | 2     | 9     | 30    | 19    | —     | —     | 4     | 99        |
| 1955.  | —                                 | 5   | 10  | 18    | 2     | 11    | 1     | 30    | 2     | 9     | 88        |
| 1956.  | 7                                 | —   | 14  | —     | 18    | 1     | 23    | —     | —     | —     | 63        |
| 1957.  | —                                 | —   | —   | 177   | 14    | 37    | 3     | 19    | 1     | 15    | 266       |
| Ukupno | —                                 | —   | —   | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | 122.6     |
| prosje | —                                 | —   | —   | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | 122.6     |

<sup>\*)</sup> Godišnji Kf po Langu iznosi 92,6.

Raspored oborina u mm za mjesec lipanj, srpanj i kolovoz decenija 1948. — 1957. godine po dekadama

Tabela 4

| Godina   | Dekada | Lipanj |    |      |     | Srpanj |    |       |     | Kolovoz |    |      |     |
|----------|--------|--------|----|------|-----|--------|----|-------|-----|---------|----|------|-----|
|          |        | I      | II | III  | Uk. | I      | II | III   | Uk. | I       | II | III  | Uk. |
| 1948.    | 40     | 17     | 81 | 138  | 142 | 47     | 49 | 238   | 16  | 30      | 13 | 59   |     |
| 9.       | 27     | 62     | 6  | 105  | 32  | 25     | 2  | 59    | 3   | 96      | 1  | 100. |     |
| 1950.    | —      | 26     | 6  | 32   | 2   | 56     | 21 | 79    | 40  | 33      | —  | 73   |     |
| 1.       | 135    | 29     | 22 | 186  | 6   | 101    | 67 | 174   | 12  | 23      | 8  | 43.  |     |
| 2.       | 8      | 17     | 16 | 41   | 4   | 21     | 10 | 35    | 10  | 30      | 16 | 56   |     |
| 3.       | 35     | 72     | 4  | 111  | 72  | 49     | 4  | 125   | 19  | 32      | 54 | 105  |     |
| 4.       | 34     | 50     | 14 | 98   | 36  | 57     | 6  | 99    | 5   | 25      | 17 | 47   |     |
| 5.       | 8      | 21     | 32 | 61   | 33  | 14     | 41 | 88    | 99  | 29      | 4  | 133. |     |
| 6.       | 88     | 34     | 41 | 163  | 7   | 32     | 24 | 63    | 13  | 20      | 39 | 72   |     |
| 7.       | 28     | 16     | —  | 64   | —   | 230    | 36 | 266   | —   | 86      | 50 | 136  |     |
| Ukupno : | —      | —      | —  | 999  | —   | —      | —  | 1266  | —   | —       | —  | 824  |     |
| Prosjek  | —      | —      | —  | 99,9 | —   | —      | —  | 126,6 | —   | —       | —  | 82,4 |     |

Iz tabele broj 4 je vidljivo, da je u II dekadi VII mjeseca 1957. g., doduše, palo vrlo mnogo kiše, ali zato kroz dvije dekade prije nije uopće kišilo. Čak i dekada prije ove se ne odlikuje jačim oborinama (tek 16 mm za 10 dana!). Uz dnevne temperature, koje u tome mjesecu vladaju svakako da je i evaporacija bila znatna i da se prema tome VI mjesec te godine može označiti kao sušni, premda je cijela godina s ukupno 956 mm — vlažna.

Porast temperature u slijedećim mjesecima (VII i VIII) uzrokuje i sve jači efekat evapotranspiracije, jer se živa na suncu diže i do 40°C. Prema Thorntwheitu i po njemu izračunatom bilansu vode u tlu iznosila bi veličina M za našu dekadu (u prosjeku) 0. No upravo radi tih navedenih temperatura pokušat ćemo umanjiti efekat palih dekadnih kiša te ih iznijeti u još kraćem vremenskom roku od po 3 dana u tabeli 3. Poređenje ove tabele sa tabelom 2 daje sasvim drugu sliku o oborinama i njihovom nepravilnom rasporedu, pa ovdje nije potreban daljnji komentar. Uz naprijed navedene visoke temperature ne može nas čak ni količina od 120 mm vode, pala u jednom mjesecu, zadovoljiti. Raspored oborina u ljetnim mjesecima nije povoljan, pa je prema tome i djelovanje oborina smanjeno upravo radi lošeg rasporeda na koji još danas ne možemo utjecati.

KRATKOTRAJNOST OBORINA

Karakteristika ljetnih oborina je kratkotrajnost povezana s jačinom. Iz tabele 2 se ta kratkotrajnost može donekle uočiti. Iz tabele br. 2 je nadalje vidljivo, da je u roku od 3 dana (10, 11 i 12 VII — 1957 g.) palo ukupno 177 mm (što bi prosječno iznosilo po 59 mm dnevno, no zapravo je palo dne 11. VII 9,4 mm, 12. VII 167,6 mm i 10. VII — ništa. A i ovih 167,7 mm palo je u roku od 6 sati!

Ovdje je naveden primjer za najobilnije padavine radi toga da se baš na njemu ukaže na relativno malu vrijednost upravo takvih oborina koje trebaju služiti vegetaciji. Radi ograničenog prostora ne navode se drugi slučajevi gdje su u još kraćem roku pale mnogo manje količine kiše, pa je, dakle, efekat takvih oborina još manji. Radi što zornijeg prikaza kratkotrajnosti oborina navodimo nekoliko najjačih oborina iz tabele 2 za karakteristične godine.

Tabela 5 Pregled kratkotrajnih oborina za VII mjesec karakterističnih godina

| Godine | Mjeseca | Palo kiše |          | U ro- |               | Od toga |               | U ro- |               | U ro- |               |    |
|--------|---------|-----------|----------|-------|---------------|---------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|----|
|        |         | Dne       | Ukup. mm | Dne   | mm ku od sati | Dne     | mm ku od sati | Dne   | mm ku od sati | Dne   | mm ku od sati |    |
| 1948   | VII     | 7—9       | 91       | 7     | 50            | 12      | 8             | 7     | 14            | 9     | 34            | 15 |
| 1948   | „       | 25—27     | 49       | 25    | 3             | 3       | 26            | 42    | 8             | 27    | 4             | 5  |
| 1951   | „       | 16—18     | 79       | 16    | —             | —       | 17            | 14    | 10            | 18    | 65            | 18 |
| 1953   | „       | 1—3       | 57       | 1     | 32            | 10      | 2             | —     | —             | 3     | 25            | 4  |
| 1957   | „       | 10—12     | 177      | —     | —             | —       | 11            | 9     | 20            | 12    | 168           | 6  |

I ove navedene oborine su pale s prekidima što nadalje smanjuje njihovu vrijednost radi omogućavanja evaporacije. U tretiranom i slijedećem mjesecu (VIII) obranična površina zemlje je pokrivena usjevima, koji se nalaze u najjačoj fazi vegetacije, pa svojim habitusom zaustavljaju oborine, da ne dopru do tla. Računa se (4), da gubitak tih oborina ovim putem iznosi do 20% te se za toliko smanjuje količina vode koja dopire u tlo. Jačim zasjenjivanjem tla bilje sprečava i evaporaciju pa bi se ovdje moglo kod slabijih oborina govoriti i o stanovitom balansu primljene i izdane vode. Kod jačih oborina, međutim, taj se balans pomiče u pravcu jače evaporacije.

U pogledu kratkotrajnosti navodimo podatak o padanju kiše na dan 2. lipnja 1951. g. Toga dana je od 13,55 do 15,05 sati dakle u roku od 70 minuta, palo 26 mm kiše odnosno 22,3 mm na sat odnosno 0,37 mm na minutu ili 61 l na sek/ha. Još jača i kratkotrajnija kiša pala je 12. VII 1957. godine, kada je u roku od 6 sati palo 168 mm ili 28 mm na sat odnosno 0,46 mm na minutu ili 76,6 l na sek/ha.

Ove kratkotrajne i snažne kiše, koje imaju karakter ljetnih pljuskova, vrlo su česte za područje varaždinske nizine i gotovo redovita pojava. Prema tome, bilje će koristiti tek manji dio ovakvih oborina jer njihovu vrijednost umanjuju navedeni faktori.

S istom korekturom moramo razmotriti i podatke o učestalosti oborina tokom godine. Tako je u 29-godišnjem prosjeku (u tri niza od 1899.—1952.) bilo prosječno 124,2 dana s oborinama većim od 0,1 mm. Od toga je u VI, VII i VIII mjesecu toga razdoblja bilo kišnih dana 12,7 - 10,4 i 9,4 dana. Iz toga proizlazi da u ovom klimatu imamo oborine svaki treći dan. Ovo u stvari i jest, ali nas suša ipak po- gađa i smanjuje prirode. Tako je 1960. g. po prvi puta u historiji ovoga kraja vršeno natapanje u obliku umjetne kiše. Slučajno je pored ostalih kultura prskana i parcela pod šećernom repom, koja je služila kao sortni pokus. Na toj pokusnoj parceli primijenjena je mineralna gnojidba sa preko 2000 kg/ha. Uz određenu gustoću sklopa ta je parcela u površini od 11 ari dala prirod od 123,7 mtc, što iznosi 1.124 mtc/ha. Ovakav prirod postignut je zahvaljujući dodatnom navodnjavanju, koje je omogućilo rastvaranje gnojiva i njihovu maksimalnu sorpciju od strane korijenovog sistema. Napominjemo, također, da je iste godine u VII i VIII mjesecu palo dovoljno i često kiše, a da je umjetna kiša dodana tek u 2 navrata sredinom maja i početkom juna, kada u roku od 30 dana nije uopće bilo oborina. Sve to govori, dakle, u prilog navodnjavanja.

## EVAPORACIJA

Gubici na oborinama nastali evaporacijom spadaju svakako među najveće. Na jačinu evaporacije djeluje više faktora od kojih su najvažniji: temperatura zraka i tla, zasićenost ovih, struktura tla i dr. U prilikama varaždinske nizine temperatura zraka i tla su faktor, koji će biti od presudnog značaja za intenzitet evaporacije. Iz ovoga slijedi analogni zaključak, da će u mjesecima najviših dnevnih temperatura biti i isparavanje najveće. To su mjeseci juli i august kada su i potrebe bilja na vodi najveće. Količine oborina od 80 — 100 mm pale u tim mjesecima izgledaju dovoljne za »normalnu proizvodnju« te godine. Činjenica je, međutim, da su gubici ovih oborina, koje su nam dale »normalno očekivane« i postignute prinose uslijed evaporacije, vrlo veliki i da tih gubitaka nije bilo sigurno je da bi i proizvodnja bila veća.

Već je uvodno rečeno, da su ljetne oborine kratkotrajne i da padaju u vrijeme, kada vladaju visoke dnevne temperature, koje za VII i VIII mjesec tretiranog desetogodišnjeg prosjeka iznose 20,0 i 19,2°C. Na suncu te temperature dosižu čak i do 35 pa i 40°C. Radi tako visokih temperatura dolazi i do jakog zagrijavanja tla, pa je zaključak o velikim gubicima oborina radi evaporacije logičan. Kako na tretiranom području nisu u tome smislu vršena mjerenja, poslužit ćemo se stranim podacima. H. Pratolongo (6) navodi primjer Rothamstedske ogledne stanice, koja je kroz period od 54 godine mjerila gubitke u tlu nastale evaporacijom (mjerenja vršena od 1870. — 1924 g.). Ova mjerenja su pokazala, da u prilikama Engleske taj gubitak iznosi čak 49,8%, što je za prilike atlanske klime mnogo. Radi interesantnosti tih podataka iznosimo ih u cijelosti.

| U mjesecu | Palo oborina<br>mm | Evaporiralo mm |
|-----------|--------------------|----------------|
| I         | 59,5               | 11,4           |
| II        | 50,0               | 13,4           |
| III       | 52,0               | 23,8           |
| IV        | 51,2               | 34,5           |
| V         | 51,3               | 39,0           |
| VI        | 57,0               | 42,7           |
| VII       | 68,0               | 50,0           |
| VIII      | 67,0               | 49,5           |
| IX        | 58,7               | 39,6           |
| X         | 78,7               | 33,9           |
| XI        | 68,2               | 16,8           |
| XII       | 71,5               | 10,6           |
| Ukupno    | 733,1              | 365,2          |

Aplicirajući ove podatke na prilike varaždinske nizine treba ih korigirati u zimskim mjesecima na niže (jer je tada ovdašnja evaporacija radi relativno niskih temperatura i zasićenosti uzduha manja od one u Engleskoj), dok su opet u ljetnim mjesecima temperature više od onih u Engleskoj pa je, dakle, i evaporacija jača. Ostavimo li u ovome momentu proizvoljnosti visinu tih gubitaka kod nas ipak se sa sigurnošću može računati na veće gubitke vlage kod nas od onih iz Rothamsteda. Da bi ovo još više potvrdili potrebno je možda skrenuti pažnju na slijedeće: izostavimo li iz tabele 1. »kišne« mjesec s oborinama od preko 100 mm (koji su u navedenoj dekadi, doduše, prikazani s učešćem od 40% prema mjesecima s oborinama ispod 100 mm) dobivamo za VII mjesec prosjek oborina od 77,1 mm, a za VIII mjesec 58,3 mm. Prema tome, količine oborina u varaždinskoj nizini gotovo su jednake evaporiranim količinama Rothamsteda. Ponovo naglašavamo da je evaporacija kod nas u ljetnim mjesecima jača od one u Engleskoj, dakle gubici su još veći. Koliko onda ostaje bilju na raspoloženju kod tih oborina, kod kojih se količina poklapa s evaporacijom u Engleskoj? Proizlazi, da nam biljnu proizvodnju povećavaju samo one godine, u kojima oborine u VII i VIII mjesecu iznose preko 100 mm. *A to je i činjenica.* Kišne godine (juli i avgust) pogoduju poljoprivrednoj proizvodnji, dok ju sušne godine znatno smanjuju.

#### PROPUSNOST TLA

Naprijed navedeni faktori, koji umanjuju efekat oborina, djeluju različito na različitim tlima i tipovima tala. Poznato je, da tla malog vodnog kapaciteta vodu brže primaju, ali je i brže gube. Obrnuti je slučaj kod tala velikog kapaciteta za vodu. U prvom su slučaju lagana tla kao pijesci, pjeskulje, pjeskovite-ilovače i ilovaste pjeskulje te tla s primjesama šljunka označena kao skeletna odnosno skeletno-skeletoidna tla. A upravo na takvim tlima leži veći dio varaždinske nizine. Za dokumentaciju ove tvrdnje iznijet je u tabeli 5. mehanički sastav tala sa rudina u Trnovcu, Sračincu i Sesvetama. 3) Rudine su smještene dijametralno uzduž cijele nizine u rasponu od 35 km zračne linije. Prema tome mogu poslužiti kao prosječne.

<sup>3)</sup> Podatke o rudinama Sesvete i Trnovec obradio je dr inž. Petar Blašковиć, a za rudinu Sračinec dr inž. Pavao Kovačević.

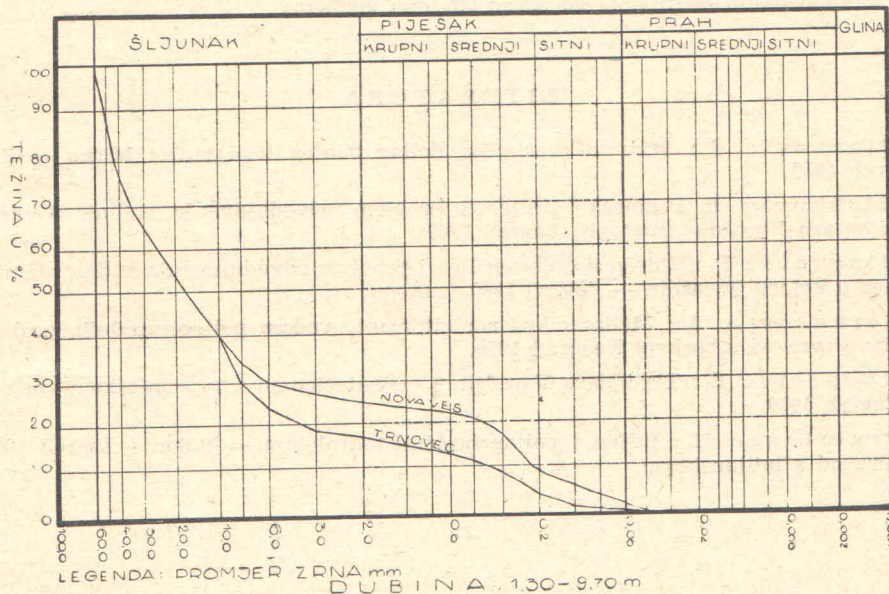
Tabela 6.

| Rudina   | Dubina<br>u<br>cm | Mehanički sastav u % |                |                  | Surova glina<br>0,002 mm |
|----------|-------------------|----------------------|----------------|------------------|--------------------------|
|          |                   | 2—0,2<br>mm          | 0,2—0,02<br>mm | 0,02—0,002<br>mm |                          |
| Trnovec  | 5—20              | 17.44                | 33.44          | 37.96            | 11.16                    |
|          | 25—37             | 4.64                 | 47.64          | 34.32            | 13.40                    |
|          | 45—60             | 17.08                | 27.24          | 38.84            | 16.84                    |
| Sračinec | 5—28              | 46.20                | 22.88          | 33.77            | 7.15                     |
|          | 37—70             | 57.88                | 20.24          | 15.25            | 6.63                     |
| Sesvete  | 5—20              | 8.44                 | 53.48          | 31.48            | 6.60                     |
|          | 30—45             | 11.00                | 53.20          | 28.84            | 6.96                     |
|          | 60—70             | 28.16                | 45.32          | 22.16            | 4.36                     |

Opisana tla, dakle, sadrže najviše čestica pijeska i ilovače a gline vrlo malen postotak. Ako uz ovo navedemo i činjenicu, da se na gotovo 90% tala varaždinske nizine šljunkoviti agregati makroskopski primjećuju, onda nam poroznost dobiva sasvim jasnu sliku. Ovi podaci o mehaničkom sastavu tih tala se odnose na fiziološki aktivni profil. Ispod njega se na području cijele nizine nalazi sloj čistog šljunka i pijeska, kako je prikazano u geološkom profilu, koji prikazujemo granulometrijskim dijagramom.

Sve nas ovo navodi na zaključak, da bilje u ovakvim prilikama koristi vrlo mali dio oborina, a da o korištenju podzemne vode ne govorimo. Uz ovako mali procenat zastupanih glinenih čestica nema govora o kapilarnosti, pa zato niti nema ascendentnih tokova vode već samo descendentnih. Prema tome, došli smo do zaključka da su

## Granulometrijski diagram





gubici oborina u ovakvim pedološkim okolnostima vrlo veliki, tj. mnogo veći nego kod tala drugih pedoloških osebina. Komparirajući prilike Rothamsteda i Varaždina došli smo do zaključka, da će ta iskoristivost biti tek 50%. S tim i sličnim procentom iskorištavanja oborina služe se i strani autori. Tako K. Juva računa za češke prilike s korištenjem od 60%, a Čerkasov (4) za prilike SSSR-a (za vrijeme vegetacije) sa 75% korištenja. Ovaj veći postotak korištenja je za češke i ruske prilike logičan, jer se radi o klima sasvim oprečnog mehaničkog sastava od ovoga iz tala varaždinske nizine. Jugoslavenski autori uzimaju već mnogo niže koeficijente korištenja za naše prilike. Tako P. Blašković (1) računa na prilike Istre sa 40% korištenja oborina, a za područje Varaždina (Trnovec i Sesvete) čak samo sa 30% (2, 3). Na temelju iznesenih podataka ovaj bi faktor (0,3) bio realan, a u tome slučaju nam i cijela slika ovog humidnog područja ispada sasvim obrnuta, a potreba za vodom neophodna. Ako je u prosjeku današnja biljna proizvodnja rezultat korištenja oborina samo sa 30%, nameće se pitanje: kakva bi tek bila proizvodnja, kada bi se taj procenat (razumljivo uz navodnjavanje) povisio na 60—70%? Primjer gotovo nehotećnog natapanja umjetnom kišom u vlažnom ljetu je dao vanredan rezultat na šećernoj repi. Kakav bi tek rezultat dao u sušnom ljetu!

Uz ovakvo razmatranje dolazimo nehotećno do situacije u kojoj, na primjer, (u prilikama navodnjavanja) izostavljamo proljetnu sadnju krumpira te ju prebacujemo u ljetnu. Dosadašnja iskustva s ljetnom sadnjom su pokazala, da i u normalno kišnim ljetima (VII i VIII mj.) dobivamo prinose od 200 i više mtc/ha ljetnom sadnjom. Ima već poljoprivrednika (ovi doduše sade ljetni krumpir na težim tlima) koji izjavljuju, da više neće saditi krumpir u proljeće nego samo ljeti!. Uz navodnjavanje bi, dakle, sigurno ljetnom sadnjom postigli 300 mtc/ha krumpira te bi se na taj način približili proljetnoj sadnji. No u takvim eventualnim prilikama oslobađamo gotovo 3000 ha površina na kojima sada uzgajamo krmne biljke. Koliki dobitak leži samo u ovakvoj plodorednoj izmjeni! Ovakvim analogijama dolazimo sigurno (a to će pokusi u 1962. g. sigurno i potvrditi) do zaključka, da će šećerna repa uzgajana iza žitarica, a putem sadnica, dati uz navodnjavanje visoke prinose, koji će vjerojatno zamijeniti proljetnu sadnju šećerne repe.

Samo uz ova dva navedena primjera gotovo preobrazujemo dosadašnju proizvodnju, a da i ne govorimo, koliko bi povećali ostale prirode ratarskog i krmnog bilja dovođenjem naknadne vode na kojoj ovaj cijeli nizinski kraj oskudijeva, unatoč ukupno palim oborinama od skoro 900 mm godišnje.

#### L I T E R A T U R A

1. Blašković P.: Hidrološka studija doline donjeg toga rijeke Mirne — Zagreb 1953.
2. Blašković P.: Pedološke prilike i problem navodnjavanja rudine »Česine« u kotaru Varaždin (Rukopis, Zagreb 1960).
3. Blašković P.: Hidropedološke prilike i problem navodnjavanja rudine »Gmajna« u kotaru Varaždin — Zagreb 1960. (rukopis)
4. Čerkasov A. A.: Melioracije i snabdijevanje vodom poljoprivrednih gazdinstava (prevod s ruskog) Beograd 1950.
5. Kovačević P.: Tla kotara Varaždin s orijentacionom agropedološkom kartom. Zagreb 1956.
6. Pratolongo H.: Biljna i poljoprivredna hidrologija — Bolonja Zagreb 1953. (Prevod s talijanskoga)