

## Vízgazdálkodási kartogram szerkesztése mesterséges esőztetéssel mért eredmények felhasználásával

KAZÓ BÉLA

*MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest*

Számos kül- és belföldi tudományos közleményben [7, 8, 9, 10, 11, 12, 18] ismertetett KAZÓ-féle mesterséges esőztető készülékkel, valamint a KACSIN-SZKIJ-féle csöves [13] és a KLIMES—SZMIK-féle patronos [4] módszer együttes alkalmazásával nyert vízgazdálkodási adatok alapján új módszert dolgoztam ki vízgazdálkodási kartogramok szerkesztésére.

Hazánkban a talaj vízgazdálkodási tulajdonságai kutatásának, valamint ezen eredmények öntözés céljára való felhasználásának hagyományai vannak. POSSEWITZ [17], MADOS [14], ENDRÉDI [5], OROSZLÁNY [15] DARAB [3], CSELŐTEI [2] és mások foglalkoztak a kérdéssel. Sok esetben az alkalmazott módszereknek nem sikerült a természetes körülményeknek megfelelő vízgazdálkodási alapértékeket meghatározni.

E módszerrel — előnyösen az eddig alkalmazott módszerekkel szemben — az öntözéssel kapcsolatos vízgazdálkodási értékeket műszeres mérések eredményei alapján határozhatjuk meg.

### A módszer ismertetése

A talaj felszíni rétegeinek természetes vízáteresztőképességét mesterséges esőztetés módszerével, a természetes esőt, ill. az esőszerű öntözést utánzó módon mérhetjük. (Természetes vízáteresztőképesség alatt értjük az ülepedett talajfelszín — minimális vízkapacitásig való telítettségi állapotában — azon tulajdonságát Kazó-féle mesterséges esőztetéssel mérve, amely a természetes esőt utánzó módon, hidraulikai kényszernyomás nélkül határozza meg a talajfelszín vízáteresztőképességét.) Ez egy olyan könnyen mozgatható, kis víz-igényű készülék, amellyel mind a szabadföldön, mind laboratóriumban vizsgálhatjuk a talajok vízáteresztőképességét 0,25 m<sup>2</sup> felületen, 20 és 40 mm/óra intenzitású csapadék hatására. A 20 mm/óra int. csapadék adatai a csendes esők és az öntözést megelőző vizsgálatoknál az öntözés időtartamának meghatározására szolgálnak. A 40 mm/óra intenzitás értékei pedig a nagy csapadékok érvényesülésére, valamint a talajok erodálhatóságára adnak tájékoztatást. A módszer adta lehetőségénél fogva, nem csak a vízszintes, hanem a különböző lejtőszögű talajfelületek vízgazdálkodási értékei is meghatározhatók.

A készülékkel, részben az esőztetőfej részleges lezárásával, részben a fejek cseréjével 10 mm — 80 mm/óra intenzitású 4 mm cseppnagyságú mesterséges esőt állíthatunk elő, 1 méter magasságban a talaj felszíne felett. Ha ismer-

jük a talaj felületére időegység alatt érkező, illetőleg arról lefolyó víz mennyiségét, akkor a mért értékekből kiszámíthatjuk a talaj vízgazdálkodására jellemző adatokat. A különböző talajok vízgazdálkodási tulajdonságai különböző nedvességi állapotuk miatt nehezen, vagy egyáltalán nem hasonlíthatók össze. Összehasonlítási alapul a talajokat egy olyan — minden talajra jellemző — fizikai állapotba kellett hozni, amelyben a természetben is lejátszódik a vízáteresztés folyamata. Ez a szabadföldi, vagy minimális vízkapacitásig telített állapot. Csak ebben a fizikailag jól definiált állapotban válik lehetővé az összehasonlítás, eltekintve attól hogy ez talajtípusonként más és más abszolút talajnedvességi értékek felel meg.

A mérési eredmények kiértékelésénél azt kell tehát figyelembevenni, hogy a minimális vízkapacitásig telített állapotban, a megfelelő mm/óra intenzitással a talaj felületére kerülő vízből, az hány %-ot képes még a mélyebb rétegekbe vezetni. Az értékeket mm/óra vagy mm/sec.-ban fejezzük ki.

A talajszelvény egyes genetikai szintjeinek, illetve rétegeinek egymáshoz viszonyított relatív vízáteresztőképességét az ún. maximális vízáteresztőképességet csöves módszerrel határozzuk meg és a felszín maximális vízáteresztőképességének %-ában fejezzük ki. (A maximális vízáteresztőképességi érték alatt értjük a talaj azon — csöves módszerrel mért — vízáteresztőképességi tulajdonságát, amelyet változó hidraulikai kényszer nyomás alatt, Kacsinszki módszerével határoztuk meg).

A talajszelvény vízáteresztőképesség szempontjából megvizsgált rétegeinek különböző vízkapacitási (minimális-, maximális-, kapilláris) értékeit, a térfogatsúlyt és egyéb más alapvizsgálati adatokat patronos módszerrel, valamint bolygatott szerkezetű talajmintákon határozzuk meg.

A kartogram elkészítésének előfeltétele egy — legalább 1 : 10,000 léptékben megszerkesztett — genetikus üzemi talajtérkép. A területbejárás és a talajtérkép adatai alapján kell kijelölni az öntözésre szánt területeket és elhatárolni a főbb talajtípusokat és változatokat. A területen ún. felszervényeket kell kijelölni, úgy hogy a részletes talajfizikai és vízgazdálkodási vizsgálatok elvégzése után az eredményeket a szelvényvel jellemzett területre vonatkozathassuk [6].

Mintaképpen az OMMI genetikus talajtérképezésével párhuzamosan a Jászkarajenői Lenin tsz és a Körösetétleni Vöröscsillag tsz öntözésre berendezendő területeinek a vízgazdálkodási kartogramját készítettem el.

### A kísérleti terület jellemzése

Jászkarajenő és Körösetétlen községek a Duna—Tisza-közén, Pest megye, Ceglédi járásában fekszenek. Természetföldrajzi tájbeosztás szerint az „Alföld” nagytájegységén belül, a „Közép Tiszavidék” természeti tájhoz tartozik. Az öntözendő terület tengerszint feletti magassága 85—90 m, síkság. Mikrodomborzata változatos, lefolyástalan laposaiban sok az időszakosan vízállásos terület. Ezekben a foltokban szoloncsákok képződtek. A területen zömmel réti- és réti csernozjom talajokat találunk. A talajképző kőzet folyóvízi hordalék [16].

A terület éghajlati viszonyait tekintve, Bacsó-szerint [1] a „Középalföld” éghajlati tájkörzetébe tartozik. Klimájában a kontinentális vonások uralkodnak. A hőmérsékletben igen nagy szélsőségek mutatkoznak, a csapa-

dék nagy ingása, szeszélyessége, bizonytalansága és a többi elem nagy változatossága mellett a szárazság is jellemzi.

A terület az ország csapadékban egyik legszegényebb vidéke. Évi csapadékatlaga 550 mm. A levegő relatív páratartalma 70% körül van. Ezen a területen mérték az országban a legnagyobb évi és nappali felmelegedéseket, viszont ugyanitt mutatkoztak a legerősebb lehűlések is. Az uralkodó szél ÉNy-i. A terület éghajlata a csernozjom talajképződésnek kedvez.

A szélsőséges éghajlat következtében igen gyakori az aszálykár. A nagyobb vízigényű növények sikeres termesztése csak öntözéssel lehetséges. Az éghajlati viszonyok e különleges szeszélyessége, valamint a talajok változatossága indított arra, hogy ezen a területen dolgozzunk ki először egy új módszert vízgazdálkodási kartogram szerkesztésére.

Az öntözendő területen hat jellemző talajtípust különítettünk el a genetikus üzemi talajterkép alapján (1. ábra). A talajterkép a genetikus üzemi talajterképezés módszertana útmutatásai alapján készült [6] és az ebben megadott jelkules szerint feltünteti a főbb talajtípusok területi elhelyezkedését és a mintavételi helyeket.

### A terület talajtakarója

Az öntözésre berendezendő területen előforduló főbb talajtípusok a következők voltak:

Mélyben szolonyeces csernozjom réti talaj; közepes humuszos rétegű karbonátos réti csernozjom; mély humuszos rétegű csernozjom réti talaj; mély humuszos rétegű mélyben sós réti csernozjom talaj; karbonátos több-rétegű humuszos homok; közepes humuszos rétegű karbonátos csernozjom réti homok.

Az alábbiakban e talajtípusok jellemző szelvényeinek helyszíni, morfológiai leírását közlöm:

#### 62. szelvény

*Talajtípus:* Mélyben szolonyeces csernozjom réti talaj.

*Szelvénymélység:* 150 cm

*Humuszos réteg vastagsága:* 60 cm

*Pezsgés:* Felszínétől erősen

*Genetikai szintek:*

A <sub>sz</sub>	0 – 40 cm	Szántott, szürkésbarna, morzsás vályog. Erősen meszes. Sok gyökér. Átmenet a következő szintbe éles.
B	40 – 60 cm	Szürkés világosbarna agyagos, gyengén poliéderez, erősen meszes vályog. Sok gyökér. Átmenet fokozatos.
BC	60 – 70 cm	Barnás-sárgás világosszürke, tömött, erősen meszes vályog. Sok gyökér. Átmenet határozott.
C <sub>1</sub>	70 – 100 cm	Sárgás világosszürke, erősen tömött, erősen karbonátos lösz. Kevés gyökérzet. Átmenet elmosódott.
C <sub>2</sub>	100 – 150 cm	Világosszürke, iszapos lösz, sok vasfólttal, csigahéjakkal. Kevés gyökérzet.

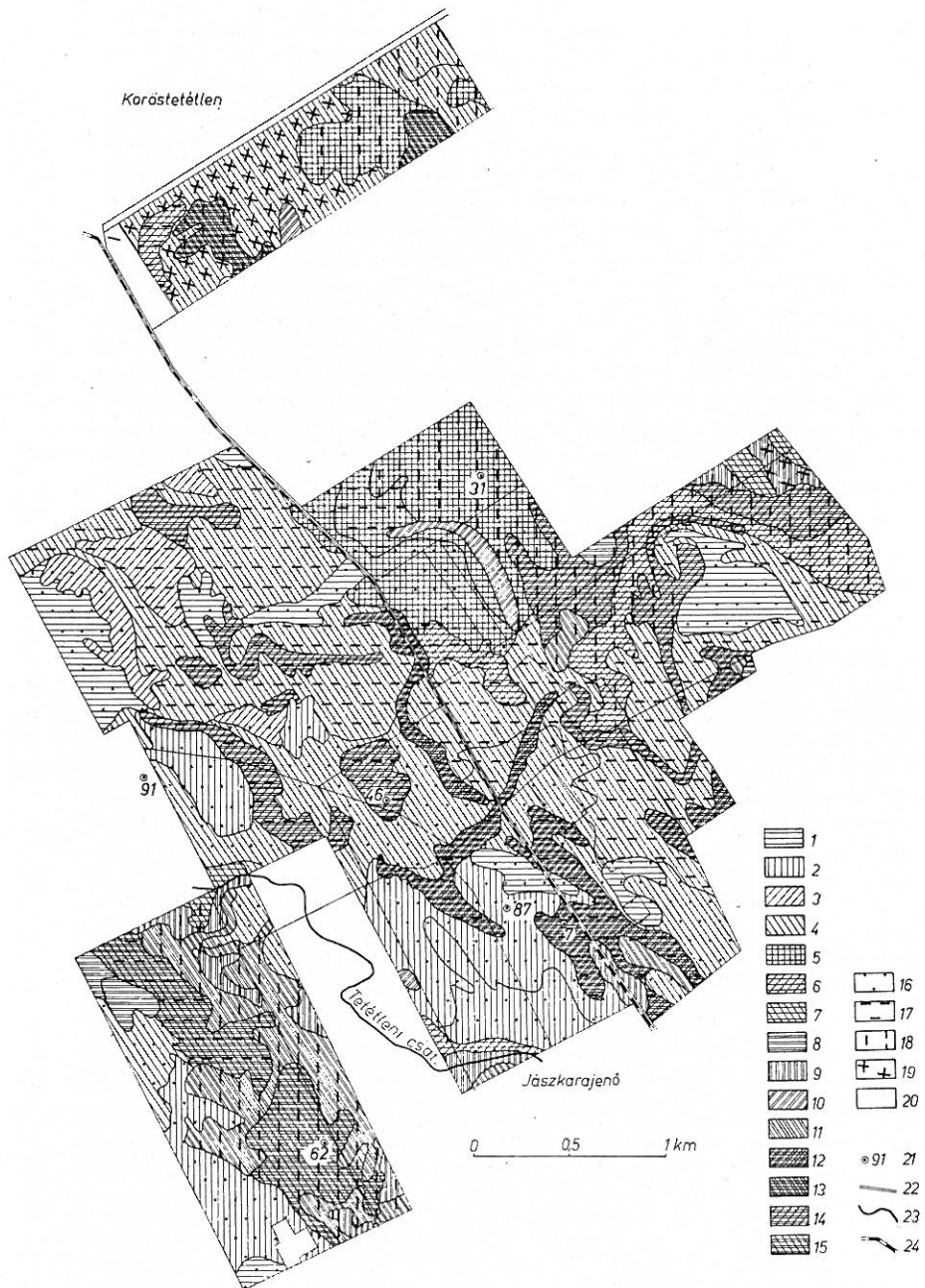
#### 91. szelvény

*Talajtípus:* Közepes humuszos rétegű, karbonátos réti csernozjom.

*Szelvénymélység:* 150 cm

*Humuszos réteg vastagsága:* 75 cm

*Pezsgés:* Felszíntől



1. ábra

Jászkarajenő Lenin tsz. és Köröstétlen Vörös Csillag tsz. öntözésre berendezendő területének talajgenetikai térképvázlata. (Gáspár M. és Szentgyörgyi L. nyomán.) Jelmagyarázat: A talaj genetikai típusa és altípusa: 1. Karbonátos humuszos homoktalaj. 2. Karbonátos, több rétegű humuszos homoktalaj. 3. Karbonátos csernozjom. 4. Karbo-

*Genetikai szintek:*

- A<sub>Sz</sub> 0–35 cm Barna, laza, gyengén karbonátos homok. Sok gyökérszet. Átmenet színben fokozatos, szerkezetben éles.
- B 35–75 cm Világosbarna, tömött, erősen karbonátos, mészlepedékes homok. Sok gyökérszet. Átmenet fokozatos.
- BC 75–100 cm Sárgás, világosbarna, laza, erősen karbonátos homok. Sok krotovina. Sok gyökér. Átmenet fokozatos.
- C<sub>1</sub> 100–120 cm Sárgás, világosszürke, laza, erősen karbonátos homok. Sok gyökér. Átmenet fokozatos.
- C<sub>2</sub> 120–150 cm Sárgás, világosszürke, erősen karbonátos, gyengén iszapos homok. Kevés vasfolt. Kevés gyökérszet.

*46. szelvény*

*Talajtípus:* Mély humuszos rétegű, karbonátos, csernozjom réti talaj.

*Szelvénytéllység:* 150 cm

*Humuszos réteg vastagsága:* 112 cm

*Pezsgés:* Felszíntől

*Genetikai szintek:*

- A<sub>Sz</sub> 0–30 cm Szántott, barna, tömötten morzsás, gyengén karbonátos homokos vályog. Sok gyökérszet. Átmenet éles.
- A 30–95 cm Szürkés sötétbarna, erősen tömött, gyengén karbonátos morzsás homokos vályog. Sok gyökérszet. Átmenet fokozatos.
- B 95–130 cm Barnásszürke, gyengén tömött, erősen karbonátos, iszapos homok. Krotovinák, sok gyökérszet. Átmenet fokozatos.
- C 130–150 cm Világosszürke, laza, gyengén karbonátos homok. Sok vasfolt, kevés gyökér.

*31. szelvény*

*Talajtípus:* Mély humuszos rétegű, mélyben sós, réti csernozjom.

*Szelvénytéllység:* 150 cm

*Humuszos réteg vastagsága:* 80 cm

*Pezsgés:* Felszíntől

*Szelvénytéllység:* 150 cm

- A<sub>Sz</sub> 0–30 cm Szántott, barna, gyengén morzsás, gyengén karbonátos vályog. Sok gyökérszet. Átmenet éles.
- A 30–60 cm Szürkés, sötétbarna, tömött, poliéderes vályog. Sok gyökér. Mészlepedékes. Átmenet fokozatos.
- B 60–80 cm Szürkés, világosbarna, erősen tömődött, szemcsés, erősen meszes vályog. Sok gyökér. Átmenet fokozatos.
- BC 80–110 cm Barnás sárgás-világosszürke, erősen tömődött, erősen karbonátos, iszapos lösz. Kevés gyökérszet. Átmenet fokozatos.

*87. szelvény*

*Talajtípus:* Közepes humuszos rétegű, karbonátos csernozjom réti homok.

*Szelvénytéllység:* 150 cm

*Humuszos réteg vastagsága:* 50 cm

*Pezsgés:* Felszíntől.

*Genetikai szintek:*

- A<sub>Sz</sub> 0–30 cm Tömött, barna homok. Erősen karbonátos. Sok gyökérszet. Átmenet éles.
- C<sub>1</sub> 50–70 cm Barnás szürkésárga, tömött homok. Erősen karbonátos. Sok gyökérszet. Átmenet határozott.

nátos réti csernozjom. 5. Mélyben sós réti csernozjom. 6. Mélyben szolonyeces réti csernozjom. 7. Karbonátos szolonyecsák. 8. Karbonátos-szulfátos szolonyecsák-szolonyec. 9. Kérges réti szolonyec. 10. Karbonátos szolonyecsákos réti talaj. 11. Szolonyeces réti talaj. 12. Típusos réti talaj. 13. Mélyben sós réti talaj. 14. Karbonátos csernozjom réti talaj. 15. Szolonyeces csernozjom réti talaj. — A szántott réteg fizikai talajfélesége: 16. Aggyag. 17. Homokos vályog. 18. Vályog. 19. Aggyagos vályog. 20. Aggyag. 21. Főszelvény. 22. Út. 23. Csatorna. 24. Vasút

1. tábl

## Jászkarajenői talaj

(1) Szelvény száma	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Térfogatsúly	(4) Fajsúly	(5) Összes porozitá- s P %	(6) Nedves- ség súly %	VK <sub>kap</sub>		VK <sub>max</sub>	
						súly %	mm	súly %	mm
62.	0—10	1,110	2,60	57,3	12,0	41,1	45,62	48,0	53,28
	30—40	1,354	2,65	49,0	17,7	30,9	41,84	34,6	46,85
	55—65	1,373	2,75	50,0	16,6	29,2	39,29	32,0	43,94
	70—80	1,580	2,79	43,4	13,3	23,3	36,81	24,5	38,71
91.	0—10	1,637	2,56	36,1	7,8	28,2	46,16	31,5	51,57
	30—40	1,438	2,67	46,2	8,8	26,7	38,39	28,8	41,41
	95—105	1,556	2,75	43,5	8,5	22,6	35,17	23,6	36,72
	160—170	1,596	2,75	42,0	6,3	21,8	34,79	22,8	36,39
46.	0—10	1,461	2,60	43,9	4,3	26,5	38,72	27,3	39,89
	30—40	1,528	2,60	41,3	8,3	21,9	33,46	24,7	37,74
	90—100	1,533	2,65	42,2	16,9	22,6	34,55	23,9	36,64
	130—140	1,624	2,65	38,8	12,4	20,3	32,97	21,2	34,43
31.	0—10	1,380	2,61	47,2	8,6	32,4	44,71	32,8	45,26
	30—40	1,238	2,63	53,0	13,1	34,3	42,46	39,9	49,40
	50—60	1,347	2,67	49,6	13,1	30,6	45,22	36,6	49,30
	70—80	1,497	2,67	44,0	15,5	26,8	40,12	28,0	45,92
	120—130	1,620	2,67	39,4	15,3	22,5	36,45	23,1	37,42
87.	0—10	1,345	2,56	47,6	2,5	30,0	40,35	30,8	41,33
	40—50	1,586	2,58	39,0	4,4	21,4	33,94	22,7	36,00
	70—80	1,499	2,60	42,4	5,4	23,7	35,53	16,3	39,42
	110—120	1,648	2,60	36,7	2,9	19,0	31,31	21,0	34,61
7.	0—10	1,260	2,60	51,6	4,1	35,9	45,23	37,5	47,25
	30—40	1,457	2,65	45,1	18,8	27,3	39,78	28,9	42,11
	70—80	1,429	2,66	46,3	20,3	26,7	38,15	28,7	41,01
	100—110	1,780	2,64	32,6	15,9	17,0	30,26	17,8	31,68

C<sub>2</sub> 70—120 cm Világos szürkessárga (kevés löszszerű agyaggal) tömött homok. Erősen karbonátos. Sok gyökéret. Átmenet éles.

A<sub>sz</sub> 120—150 cm Barna, tömött homok. Erősen karbonátos. Kevés gyökéret.

## 7. szelvény

Talajtípus: Közepes humuszos rétegtű, karbonátos, csernozjom réti homok

Szelvénymélység: 150 cm

Humuszos réteg vastagsága: 50 cm

Pezsgés: Felszíntől

Genetikai szintek:

A<sub>sz</sub> 0—22 cm Szántott, szürkésbarna, morzsás, gyengén karbonátos, homokos vályog. Átmenet éles.

A<sub>1</sub> 22—50 cm Szürkés, sötétbarna, tömött, poliéderez homokos vályog. Erősen karbonátos. Sok gyökér. Átmenet fokozatos.

B 50—80 cm Szürkésbarna, tömötten szemcsés, erősen karbonátos, homokos vályog. Sok gyökér. Átmenet fokozatos.

C 80—150 cm Sárgás, világosszürke, erősen tömött, erősen karbonátos, iszapos lösz. Kevés krotovina, gyökéret, vasfoltok, csigahéjak.

lázat

**szelvények vizsgálati adatai**

VK <sub>min</sub>		HV mm	(7) Kiindulási nedvesség mm	K <sub>A</sub>	(8) 5 <sup>h</sup> kapilláris vízemelés mm	(9) Humusz %	(10) Összes só %	h <sub>v1</sub>	CaCO <sub>3</sub> %	pH	
súly %	mm									H <sub>2</sub> O	KCl
29,8	21,98	13,68	13,32	39	245	3,82	0,03	2,58	15,62	8,1	7,7
27,3	36,96	14,84	23,97	46	170	2,84	0,03	2,24	26,16	8,0	7,7
24,1	33,09	9,78	22,79	41	150	1,02	0,04	1,28	47,51	8,5	8,1
19,9	31,44	8,72	21,01	41	80	0,23	0,04	0,88	39,55	8,9	8,2
20,5	33,56	11,66	11,46	33	270	2,44	0,01	1,28	8,37	8,0	8,0
20,9	30,05	9,55	12,66	34	290	1,79	—	1,16	14,02	8,0	8,1
17,0	26,45	6,10	13,23	27	380	0,31	—	0,48	24,27	8,2	8,4
15,2	24,26	4,34	10,05	26	425	—	—	0,18	14,65	8,0	8,3
20,0	29,22	9,28	6,28	28	285	2,66	—	1,37	—	7,4	7,3
17,0	25,98	12,35	25,82	31	280	2,17	0,02	1,52	—	7,6	7,4
18,0	27,59	10,24	25,91	33	345	1,03	—	1,17	12,97	8,1	7,9
12,8	20,79	5,26	20,14	26	430	—	—	0,31	7,14	8,2	8,2
27,4	37,81	21,75	11,87	43	240	3,78	0,09	3,44	1,40	8,2	7,9
27,8	34,42	19,71	16,22	48	170	3,80	0,06	3,48	1,80	8,1	7,6
25,2	33,94	19,34	17,65	50	130	3,08	0,12	3,09	5,20	8,7	7,7
24,1	36,08	14,73	23,20	53	120	1,95	0,08	1,99	7,32	9,1	8,1
20,6	33,37	11,15	24,69	51	90	0,44	0,06	1,22	27,62	9,2	8,5
22,3	29,99	7,05	3,36	28	310	1,45	0,01	0,81	6,69	7,8	7,9
19,2	30,45	6,91	6,98	28	350	1,10	0,01	0,59	9,62	8,0	7,9
19,5	29,23	5,46	8,09	28	350	—	0,01	0,41	27,20	8,0	8,0
18,0	29,66	4,75	4,77	26	470	—	0,01	0,22	14,65	8,1	8,1
29,0	36,54	11,19	5,17	32	310	2,79	0,05	1,72	12,55	8,2	7,6
25,0	36,43	15,27	27,39	42	300	2,72	0,06	2,12	20,93	8,2	8,2
23,0	33,30	10,97	29,01	41	290	1,24	—	1,42	33,90	7,8	8,1
16,0	28,48	8,62	28,30	33	235	—	—	0,71	32,86	8,4	8,3

A vízgazdálkodási kartogram szerkesztésénél az egyes genetikai szinteknek megfelelően a talajszelvény morfológiai leírásán kívül figyelembe kell venni a laboratóriumi alapvizsgálati eredmények közül a kötöttséget, humusztartalmat, higroszkóposágot, mésztartalmat, ill. savanyúságot, a pH értéket, a vízgazdálkodási vizsgálatok közül a nedvességtartalmat, a kapilláris-, maximális- és minimális vízkapacitást, a fajsúlyt, a térfogatsúlyt és az összeporozitást, valamint a holtvíztartalmat.

A területen előforduló hat fő talajtípus vízgazdálkodási szempontból fontos talajfizikai adatait az 1. táblázatban közöljük. A 2. táblázatban három talajszelvényben a kicserélhető kationok mennyiségét is feltüntettük, mert a talajszelvények vízgazdálkodási tulajdonságainak magyarázatához feltétlenül szükségesnek mutatkoztak.

A mélyben szolonycés csernozjom réti talajoknál a fizikai féleség homokos vályog, vályog. A humuszos szint vastagsága közepes. Szénsavas meszet a szelvény egész mélységében tartalmaz, igen változó mennyiségben. Adszorbeált Na<sup>+</sup> 60 cm alatt, a B-szint alján, vagy a C-szintben jelentkezik,

2. táblázat

Vizgazdálkodási szempontból megvizsgált jászkarajenői talajszelvények kicserélhető kationjai

(1) Szelvény száma	(2) Mintavétel mélysége cm	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S érték	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	N <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	T érték	T—S érték
		mgé/100 g talaj					S-érték %-ában					
62.	0—40	25,0	13,0	1,0	0,2	39,2	63,7	33,2	2,5	0,5	39,2	0,00
	40—60	21,0	11,5	1,2	0,2	33,9	61,9	33,9	3,5	0,6	34,1	0,2
	60—100	24,5	17,5	1,5	0,1	43,6	56,2	40,1	3,4	0,2	43,8	0,2
	100—150	23,5	13,5	1,7	0,1	35,8	57,3	35,7	4,7	0,3	36,2	0,4
46.	0—30	14,5	19,5	0,7	0,2	34,9	n 41,5	55,8	2,0	0,6	36,9	2,0
	30—95	13,5	6,5	0,5	0,2	20,7	65,2	31,4	2,4	0,9	21,9	1,2
	95—130	14,0	6,0	0,6	0,2	20,8	67,5	25,8	2,9	0,9	20,8	0,0
	130—150	7,0	5,0	0,5	0,1	12,6	35,5	39,6	4,0	0,8	12,8	0,2
31.	0—30	32,0	8,5	0,8	0,2	41,5	77,2	20,5	1,9	0,5	43,3	1,8
	30—60	33,5	6,5	1,0	0,2	41,2	81,3	15,7	2,4	0,5	42,2	1,0
	60—80	19,0	8,5	7,2	0,1	34,8	54,6	24,4	20,7	0,3	35,0	0,2
	80—100	22,0	13,0	6,8	0,2	42,0	52,4	30,9	16,2	0,5	43,0	1,0
	110—150	25,5	12,5	5,0	0,2	43,0	59,0	28,9	11,5	0,5	44,0	0,8

ugyanakkor e szintekben a Mg<sup>2+</sup> értékek is magasak. Ennek következtében a mélyebb rétegekben kedvezőtlenek a vízgazdálkodási viszonyok.

A közepes humuszrétegű karbonátos réti csernozjomok fizikai féleség szerint homokok, homokos vályogok. Humuszréteg vastagságuk 40—80 cm közötti. Szénsavas meszet a felső rétegekben kevesebbet találunk, de a mélyebb rétegek felé haladva mennyisége fokozatosan növekszik. Kémhatása gyengén lúgos, káros só nem tartalmaz. Vizgazdálkodása az egész szelvényben egyformán jó.

A karbonátos csernozjom réti talaj a felszínétől kezdve egész szelvényében igen változó mennyiségben tartalmaz CaCO<sub>3</sub>-ot. Fizikai talajfélesége homok, homokos vályog, vályog. Kémhatása lúgos, gyengén lúgos. Vízdoldható sótartalma nem káros mértékű. Humuszos réteg vastagsága közepes. Felszínében jó morzsás szerkezetű. Vízhátas nyomai csak a C-szintben fordulnak elő. Vizgazdálkodás szempontjából nem kimondottan kedvező, mert a szelvényben egy vagy két, egymástól különböző távolságban, rossz vízgazdálkodási szintet, vagy réteget találunk.

A két üzem területén található mélyben sós réti csernozjom talajok egyik jellemző tulajdonsága a mély humuszos réteg. CaCO<sub>3</sub>-tartalom az egész szelvényben változó. A felső 60 cm-es rétegben csak nyomokban található, a 60 cm alatti rétegekben viszont még 20% fölötti értékben is előfordul. Ez a sok mész már önmagában is kedvezőtlenül befolyásolja a vízgazdálkodást és a növények tápanyagfelvételét. A szelvény mélyebb rétegeiben vízdoldható sófelhalmozódást találunk, melynek értéke eléri vagy meghaladja a 0,1%-ot. A vizes kivonat vizsgálati adatai azt mutatják, hogy a mélyebb rétegekben a kationok közül a nátrium (Na<sup>+</sup>) az anionok közül a hidrokarbonát (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) és a szulfát (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) mutatják a legnagyobb értékeket. A kicserélhető kationok között a felső 60 cm-es rétegben a Ca<sup>2+</sup> van túlsúlyban, a 60 cm alatti rétegekben megnő a Mg<sup>2+</sup> és a Na<sup>+</sup> értéke, ami a növénytermesztést károsan befolyásolhatja. A B-szintek vízgazdálkodási tulajdonságát a csekély vízáteresztőképességgel.



3. táblázat

Jászkarajenői vízgazdálkodási szempontból vizsgált talajszelvények részletes adatai

(1)	(2)	(3)	(4)					
Szelvény száma	Mintavétel mélysége cm	Csőves módszerrel mért maximális	Esőztetés módszerrel mért természetes	HV	V <sub>kmin</sub>	DV	V <sub>kcap</sub>	V <sub>max</sub>
		vízáteresztés mm/6		mm				
62.	0-10	272	23,0	13,5	21,5	8,0	46,0	54,0
	10-20	220		14,0	28,0	14,0	44,0	50,0
	20-30	160		14,5	36,0	21,5	42,5	47,0
	30-40	148		15,0	37,0	22,0	42,0	46,5
	40-50	360		11,0	34,0	23,0	40,0	45,0
	50-60	384		9,5	33,0	23,5	39,5	43,0
	60-70	20		8,5	31,5	23,0	37,0	39,0
	70-80	16		8,0	31,0	23,0	36,5	38,0
91.	0-10	260	40,0	12,5	33,5	21,0	46,0	51,5
	10-20	200		10,5	32,0	21,5	42,5	47,0
	20-30	110		9,5	31,0	21,5	38,5	42,0
	30-40	108		9,0	30,0	21,0	38,0	41,5
	40-50	140		9,0	29,5	20,5	37,5	40,5
	50-60	160		8,5	28,5	20,0	37,0	40,0
	60-70	200		7,5	28,0	20,5	36,5	39,0
	70-80	230		7,0	27,5	20,5	36,0	38,0
	80-90	255		6,5	27,0	20,5	35,5	37,5
	90-100	270		6,0	26,5	20,5	35,0	37,0
	100-110	320		5,5	26,0	20,5	35,0	37,0
	110-120	410		5,5	25,5	20,0	34,5	37,0
	120-130	510		5,0	25,5	20,5	34,0	36,5
	130-140	595		5,0	25,0	20,0	34,0	36,0
	140-150	680		4,5	25,0	20,5	33,5	36,0
	150-160	770		4,5	24,5	20,0	33,5	36,0
160-170	780	4,0	24,0	20,0	33,5	36,0		
46.	0-10	288	38,0	9,0	29,5	20,5	38,5	40,0
	10-20	230		10,5	28,0	17,5	36,5	38,5
	20-30	158		12,0	26,5	14,5	34,0	38,0
	30-40	150		11,5	26,0	14,5	33,5	37,5
	40-50	140		11,5	26,5	15,0	34,0	37,0
	50-60	125		11,0	27,0	16,0	34,0	36,5
	60-70	110		11,0	27,5	16,5	34,5	36,5
	70-80	95		10,5	27,5	17,0	34,5	36,0
	80-90	82		10,5	27,5	17,0	35,0	36,0
	90-100	80		10,0	27,5	17,5	34,5	35,5
	100-110	160		9,0	25,5	18,5	33,5	35,0
	110-120	260		7,0	23,5	16,5	33,0	35,0
	120-130	390		5,5	21,0	15,5	32,5	35,0
	130-140	392		5,0	20,5	15,5	32,5	34,5
31.	0-10	58,0	30,0	21,5	38,0	16,5	44,5	45,5
	10-20	220		20,0	37,0	17,5	44,0	47,5
	20-30	350		19,5	35,0	15,5	42,5	48,5
	30-40	362		19,5	34,5	15,0	42,0	49,0
	40-50	345		19,0	34,0	15,0	41,0	49,5
	50-60	340		19,0	33,5	14,5	40,5	49,5
	60-70	15		15,0	35,0	20,0	40,0	42,0
	70-80	15		14,5	36,0	21,5	40,0	41,0
	80-90	15		13,5	35,0	21,5	39,5	40,0
	90-100	15		12,5	35,0	22,5	38,0	39,0
	200-110	15		11,5	34,5	23,0	27,0	38,0
	110-120	15		11,0	13,5	22,5	36,5	37,5
	110-130	15		10,5	33,0	22,5	36,0	37,0

(1) Szelvény száma	(2) Mintavétel mélysége cm	(3)	(4)	HV	V <sub>kmin</sub>	DV	V <sub>kap</sub>	V <sub>kmax</sub>
		Csőves módszerrel mért maximális	Esőztetés módszerrel mért természetes					
		vízáteresztés mm/ó		mm				
87.	0—10	542	40,0	7,0	30,0	23,0	40,5	41,5
	10—20	460		7,0	30,0	23,0	37,0	39,5
	20—30	360		7,0	30,0	23,0	34,5	37,5
	30—40	280		7,0	30,5	23,5	33,0	36,0
	40—50	270		7,0	30,0	23,0	33,5	35,5
	50—60	280		6,0	30,0	24,0	34,5	37,5
	60—70	285		5,5	29,5	24,0	35,5	39,0
	70—80	290		5,5	29,0	23,5	35,0	39,5
	80—90	340		5,0	29,0	23,0	34,0	38,0
	90—100	410		5,0	29,0	23,0	32,5	37,0
	100—110	470		4,5	29,5	25,0	31,5	35,0
	110—120	480		4,5	29,5	25,0	31,0	34,5
	7.	0—10	318	18,0	11,0	36,5	25,5	45,0
10—20		150		14,0	36,0	22,0	42,5	45,0
20—30		20		15,5	36,0	20,5	40,0	42,5
30—40		18		15,0	36,0	20,0	39,5	42,0
40—50		60		14,0	35,5	21,5	39,5	41,5
50—60		115		12,0	34,5	22,5	39,0	41,0
60—70		160		11,0	33,0	20,0	39,0	40,5
70—80		168		10,5	32,5	22,0	38,5	40,5
80—90		75		10,0	31,5	21,5	35,0	37,0
90—100		10		9,5	29,0	19,5	30,5	31,5
100—110		8		9,0	28,5	19,5	30,0	31,0

és valamivel jobb víztartóképeséggel jellemezhetjük. A talajvízszint mélysége 5 m.

A karbonátos töbrétegű humuszos homokban az egymás alatt elhelyezkedő eltemetett humuszos szint előnyösen mérsékli a vízáteresztőképességét. A vízgazdálkodási tulajdonságok javításához hozzájárul az is, hogy jelentős mennyiségben tartalmaz a talaj finom homokot és folyóvízi eredetű iszapfrakciót.

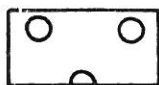
A terület legelterjedtebb altípusainak hat főszelvényére a helyszínen és laboratóriumban meghatározott vízgazdálkodási adatokat a 3. táblázatban foglaltuk össze. Ha a felsorolt adatokat talajtípusonként grafikusan is ábrázoljuk, akkor a területre jellemzően táblánként olyan alapadatok birtokába jutunk, amelyekhez csak esetenként kell megállapítani a pillanatnyi nedvességtartalmat és közvetlenül kiszámíthatjuk, hogy hány mm víz szükséges a talajszelvény (ill. a beáztatandó talajréteg) nedvességtartalmának a minimális vízkapacitásig való feltöltéséhez, milyen intenzitással öntözhető a terület a minimális vízkapacitásig való feltöltéshez. Valamint mennyi öntözővizet, milyen intenzitással képesek befogadni a különböző talajrétegek, azaz a kiadagolt öntözővíz mélységi elhelyezése hogyan lehetséges.

A 2. ábrán grafikusan ábrázoltuk a talajszelvények vízgazdálkodását meghatározó alapértékeket, patronos módszerrel mérve mm/10 cm-es talajrétegben, valamint a vízáteresztőképességét a felszín vízáteresztőképességének %-ában csőves módszerrel mérve. Ezekről a grafikonokról leolvasható 10 cm-ként a talajban lehetségesen tárolható hasznos víz mennyisége (DV), a maximá-

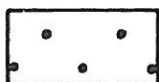
lis-, minimális- és kapillaris-vízkapacitás értékei, melyek felvilágosítást adnak az esetleges túlóntözés, vagy az öntözés után közvetlen bekövetkező váratlan eső esetén keletkező víztöbblet lehetséges elhelyezéséről. Feltüntettük a holtvíz értékét is (HV) továbbá a hasznos víztartalom (DV) 30%-ának megfelelő nedvességértéket. A DV 30%-ára vonatkozó adatok az öntözés szükségességére utalnak.

Az esetenkénti pillanatnyi nedvességtartalmat szárítószekrényben, vagy legegyszerűbben és leggyorsabban a helyszínen tenziométerrel [4] határozhatjuk meg. A tenziométer gyakorlati használatáról és a különböző kötöttségű talajokon való kalibrálás nélküli alkalmazhatóságáról az Agrokémia és Talajtan következő számában fogok beszámolni.

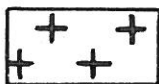
A vízgazdálkodási kartogramon (3. ábra) jelekkel ábrázoltuk a talaj felső, szántott rétegének mesterséges esőztetés módszerével mért ún. természetes vízáteresztőképességét mm/óraban (3. ábra) az alábbi jelkulcs szerint:



Természetes vízáteresztőképesség jó, 32 mm/óra vagy ennél nagyobb érték.



Természetes vízáteresztőképesség közepes, 18–32 mm/óra

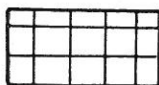


Természetes vízáteresztőképesség rossz, 0–18 mm/óra

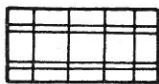
Vonalkázással ábrázoltuk a talaj genetikai szintjeinek csöves módszerrel mért maximális vízáteresztési adatait a felszín vízáteresztőképességének %-ában.



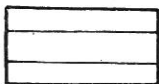
Egész szelvényében jó, vagy közepes vízáteresztőképességű talaj 40–100% vagy ennél több vízáteresztéssel.



70 cm-ig jó, vagy közepes vízáteresztőképességű talaj, alatta egy rétegben rossz, 40% alatti vízáteresztéssel.

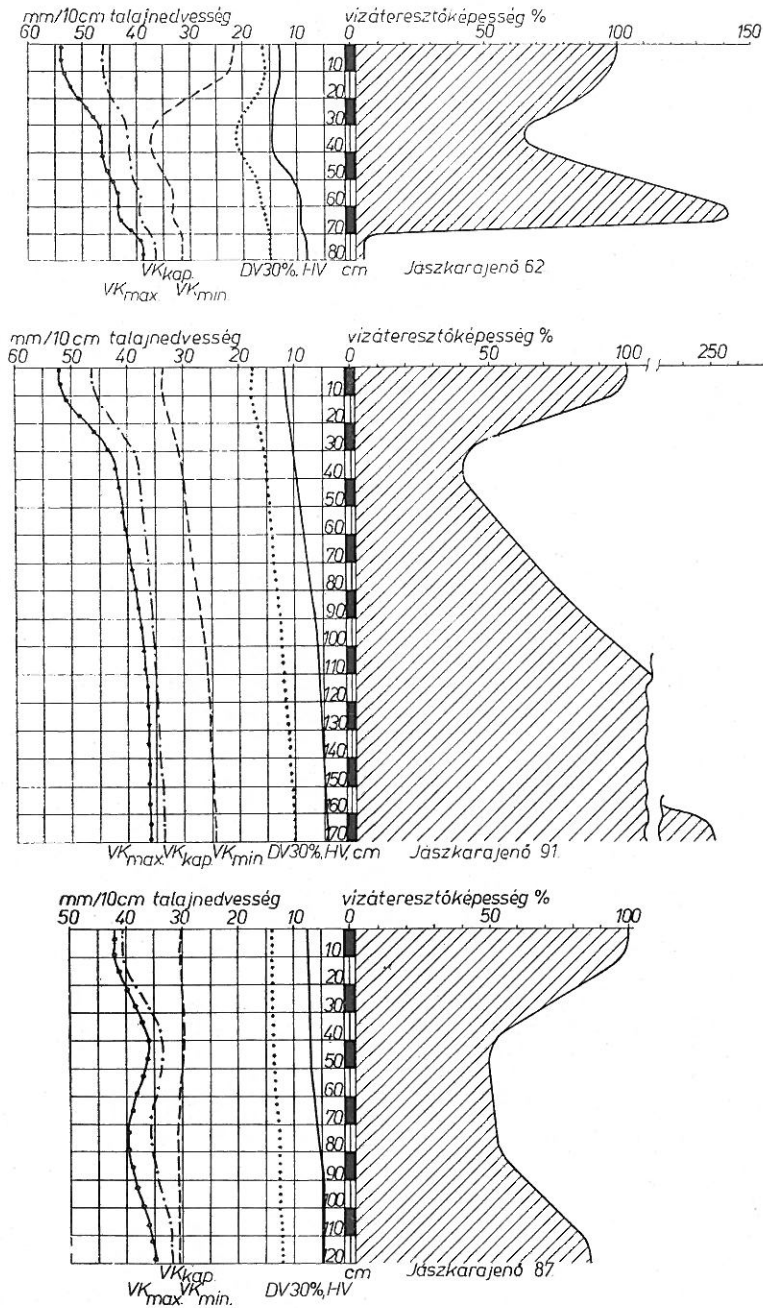


40 cm-ig jó, vagy közepes vízáteresztőképességű talaj, alatta két — egymástól távoleső — rétegben rossz.

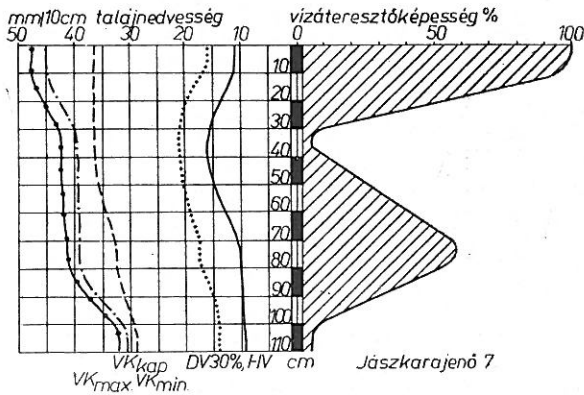
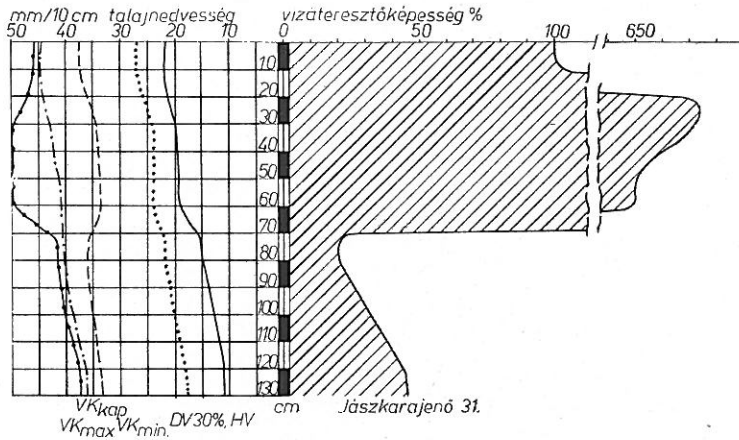
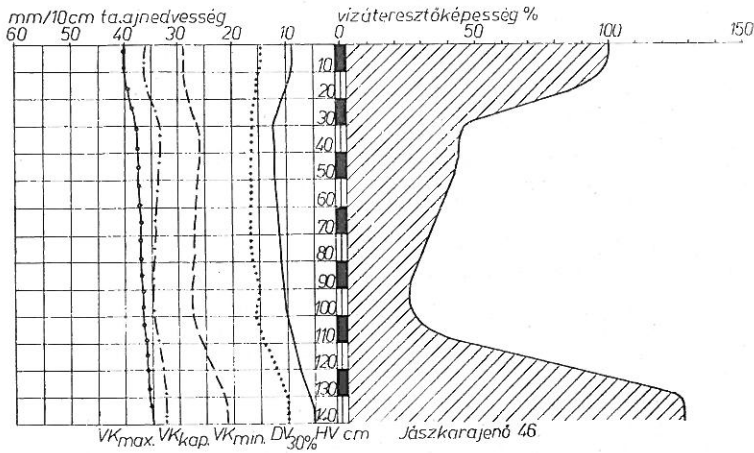


Felszínében rossz vízáteresztőképességű talaj, 40%-nál kevesebb vízáteresztéssel.

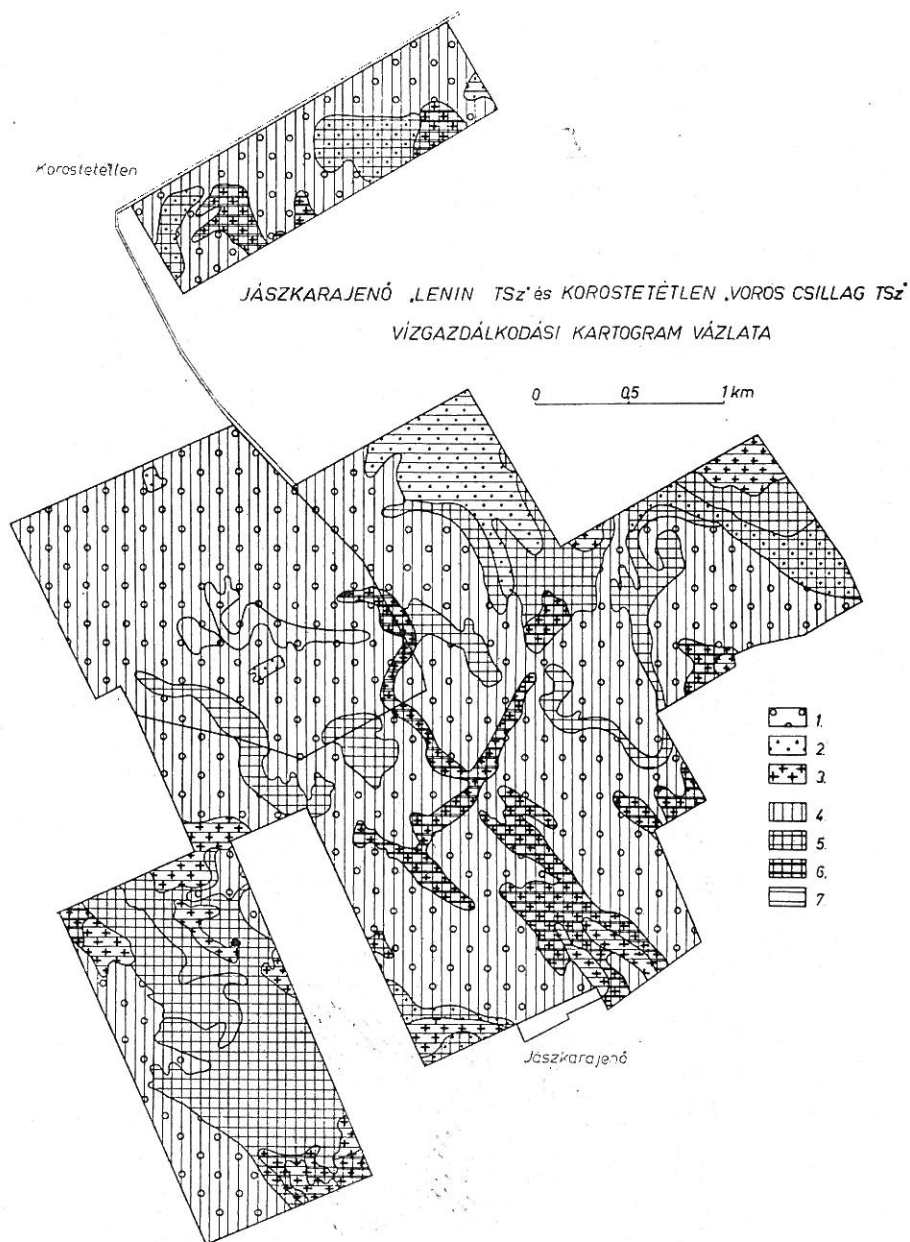
A kartogramról és a grafikonok (2. ábra) vízgazdálkodási mutatóiból úgy számíthatjuk ki a talajszelvény minimális vízkapacitásig való feltöltéséhez szükséges vízmennyiséget, hogy vesszük a szelvényben előforduló legrosszabb vízáteresztőképességű réteget a 10 cm-enkénti rétegek minimális vízkapacitá-



2. ábra Vízgazdálkodási grafikonok. 62. szelvény: Feltalajában jó, altalajában rossz vízáteresztőképességű, mélyben szolonyces csernozjom réti talaj. 91. szelvény: feltalajában közepes, altalajában igen jó vízáteresztőképességű, közepes humuszrétegű, karbonátos réti csernozjom. 87. szelvény: feltalajában és altalajában jó, B szintjében közepes vízáteresztőképességű, karbonátos több rétegű humuszos homoktalaj. 46.



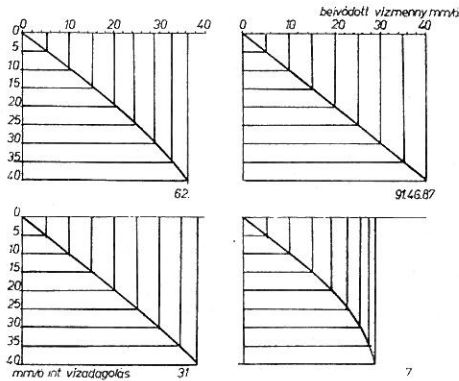
szelvény: feltalajában és altalajában jó, B szintjében gyenge vízáteresztőképességű, karbonátos csernozjom réti talaj. 31. szelvény: feltalajában gyenge, B szintjében igen jó, altalajában közepes és gyenge vízáteresztőképességű, mélyben sós réti csernozjom. 7. szelvény: két egymástól távolieső rétegben rossz vízáteresztőképességű, közepes humuszrétegű, karbonátos csernozjom réti homoktalaj



3. ábra. Jelmagyarázat: A talaj felső rétegének mesterséges csöztetés módszerével mért természetes vízáteresztőképessége mm/ó. 1. jó vízáteresztőképességű talaj, 32 mm/ó vagy ennél nagyobb érték, 2. közepes vízáteresztőképességű talaj, 18–32 mm/ó, 3. rossz vízáteresztőképességű talaj, 0–18 mm/ó. A talaj genetikus szintjeinek csöves módszerrel mért vízáteresztőképességi adatai a felszín vízáteresztésének %-ban. 4. egész szelvényében jó vagy közepes vízáteresztőképességű talaj, 40–100% vagy ennél több vízáteresztés, 5. 70 cm-ig jó vagy közepes vízáteresztőképességű talaj, alatta egy rétegben rossz, 0–40% vízáteresztés, 6. 40 cm-ig jó vagy közepes, alatta két egymástól távolieső rétegben rossz vízáteresztőképességű talaj, 7. felszínében rossz vízáteresztőképességű talaj

sának összegét mm-ben és levonjuk belőle a rétegek öntözés előtt meghatározott aktuális (pillanatnyi) nedvességtartalmát mm-ben.

Azt pedig, hogy mennyi idő alatt, milyen intenzitással öntözhető valamely terület a minimális vízkapacitásig történő feltöltéshez, úgy számítjuk ki hogy a minimális vízkapacitásig való feltöltéshez szükséges vízmennyiséget mm-ben, osztjuk az intenzitás (időegység alatt kiadott vízmennyiség) mm/óra értékével. Az intenzitás a természetes vízáteresztőképesség (4. ábra) értékét nem haladhatja meg.



4. ábra

A talajfelszín mesterséges esőztetés módszerével mért természetes vízáteresztőképességének összefüggése a különböző esőintenzitással.

A módszerrel lejtős területeken is a természetes körülményeknek megfelelő vízgazdálkodási alapértékek mérhetőek.

E helyen is köszönetet mondok Főrizz Józsefnének, az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet budapesti osztályvezetőjének, Gáspár Mihály mezőgazdasági mérnöknek és Szentgyörgyi László vezető technikusnak, a munkához szükséges térkép-anyag rendelkezésre bocsátásáért, és az értékes segítségért.

### Összefoglalás

A talajfelszín természetes vízáteresztési adatainak Kazó-féle mesterséges esőztető készülékkel meghatározott alapértékei, valamint a talaj egyes genetikai szintjeinek csöves módszerrel mért maximális vízáteresztési és ugyanezen szintek vízkapacitási, vízraktározási adatainak együttes alkalmazásával — egy új módszert dolgozott ki a szerző, talajvízgazdálkodási kartogramok szerkesztésére.

E módszerrel nemcsak síkvidéki öntözött területek öntözést megelőző vízgazdálkodási vizsgálatai végezhetőek el, hanem a módszer adta lehetőségnél fogva a lejtős területekre telepített kultúrák öntözésénél is lehetőséget nyújt az öntözővíz gazdaságos és még veszélytelen mennyiségének kiszámításához.

A módszer előnyei az eddig alkalmazottakkal szemben, hogy a területre jellemző minden vízgazdálkodási értéket egyszerűen, a helyszínen gyorsan elvégezhető műszeres mérés alapján határoz meg. Tehát mért eredményekre

támaszkodik, a méréseket a helyszínen, bolygatatlan talajmintán, a természetes körülményeket utánzó módon igyekszik meghatározni.

A mérések eredményei alapján szerkesztett vizgazdálkodási kartogramból (3. ábra) és a grafikonokból (2. ábra) az öntözéssel kapcsolatos minden szükséges talajvizgazdálkodási érték számítható és kellő részletességű 1 : 10,000 ábrázolás mellett, belőle akár egyes táblákra vonatkozóan is pontos öntözési és agrotechnikai következtetések vonhatók le.

A kartogram elkészítésének előfeltétele egy 1 : 10,000 méretarányú üzemi genetikus talajtérkép (1. ábra). E térkép alapján kell a főbb talajtípusoknak és változatoknak megfelelően az ún. főszelvényeket kijelölni, hogy a részletes talajfizikai és vizgazdálkodási vizsgálatok elvégzése után az eredményeket a szelvényvel jellemzett területre vonatkoztathassuk.

Ha a vizsgálati eredményeket egymás mellett grafikusán ábrázoljuk (2. és 4. ábrák) akkor olyan talajvizgazdálkodási alapadatok birtokába jutunk, melyekhez csak esetenként kell megállapítani a pillanatnyi nedvességtartalmat (pl. tenziométerrel) és közvetlenül kiszámíthatjuk, hogy hány mm víz szükséges a talajszelvény víztartalmának a természetes (minimális) vízkapacitásig való feltöltéséhez, milyen intenzitással öntözhető a terület a természetes vízkapacitásig való feltöltéshez, valamint a kiadagolt öntözővíz mélységi elhelyezése milyen arányban és milyen sebességgel lehetséges.

A talajszelvény minimális vízkapacitásig való feltöltéséhez szükséges vízmennyiséget úgy számíthatjuk ki, hogy vesszük a szelvényben előforduló legrosszabb vízáteresztőképességű réteget, a 10 cm-kénti rétegek minimális vízkapacitásnyi összegét mm-ben és levonjuk belőle a rétegek aktuális (pillanatnyi) nedvességtartalmát mm-ben.

Azt pedig, hogy mennyi idő alatt, milyen intenzitással öntözhető valamely terület a minimális vízkapacitásig történő feltöltéshez, úgy számíthatjuk ki hogy a minimális vízkapacitásig való feltöltéshez szükséges vízmennyiséget mm-ben, osztjuk az intenzitás (időegység alatt kiadott vízmennyiség) mm/óra értékével. Az intenzitás a talajfelszín természetes vízáteresztőképességének (4. ábra) értékét nem haladhatja meg.

### Irodalom

- [1] BACSÓ, N.: Bevezetés az agrometeorológiába. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1966.
- [2] CSELÓTEI, L.: Kertészeti növények öntözése I. Zöldségnövények öntözése. Agrártud. Egyet. Gödöllő. 1964.
- [3] DARAB, K. & FERENCZ, K.: Öntözött területek talajtérképezése. OMMI Genetikus Talajtérképek. Ser. I. No. 10. Budapest. 1969.
- [4] DI GLERIA, J., KLIMES-SZMIK, A. & DVORACEK, M.: Talajfizika és talajkolloidika. Akad. Kiadó. Budapest. 1967.
- [5] ENDRÉDI, E.: A talajtani ismeretek rövid összefoglalása. Vízügyi Közlem. **18**. 467—540. 1936.
- [6] A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve. OMMI Genetikus Talajtérképek. Ser. I. No. 9. Budapest. 1966.
- [7] GÓCZÁN, L. & KAZÓ, B.: A mérnökgeológiai-vizgazdálkodási térképezés új módszere és felhasználási lehetőségei. Földrajzi Értesítő. **18**. 409—418. 1969.
- [8] KAZÓ, B.: A talajok vizgazdálkodási tulajdonságainak meghatározása mesterséges esőztető készülékkel. Agrokémia és Talajtan. **15**. 239—252. 1966.
- [9] KAZÓ, B.: Új módszer a talajpusztulás térképezésére mesterséges esőztetés útján. Földrajzi Értesítő. **16**. 375—386. 1967.
- [10] KAZÓ, B.: Néhány magyarországi talajtípust jellemző vizgazdálkodási irányszám meghatározása mesterséges esőztetés módszerével. A mezőgazdasági vizgazdálko-



- dás színvonala és az arra ható tényezők komplex vizsgálata. Kongresszus. 1968. aug. 26–30. kiadványa. No. 3. 1–16. 1968.
- [11] KAZÓ, B.: Determination of water household parameters of sloping soil surfaces measured by the aid of a „Rainfall simulator”. Research problems in Hungarian applied geography. Akad. Kiadó. Budapest. 111–123. 1969.
- [12] KAZÓ, B. & KLIMES-SZMIK, A.: A method of artificial sprinkling for the investigation of the processes of erosion. Internat. Assoc. Sci. Hydrology Com. Landerosion. Symp. Bari. Publ. No. 59. 52–66. Gentbrugge. 1962.
- [13] LESZTÁK, J.-NÉ: Az öntözés hatása a talaj fizikai sajátságaira szikes területen. Agrokémia és Talajtan. **5.** 307–324. 1956.
- [14] MADOS (KOTZMANN), L.: Öntözési és vízgazdálkodási tanulmányok a tiszafüredi öntözőrendszer területén. Öntözésügyi Közlem. **1.** 89–150. 1939.
- [15] OROSZLÁNY, I.: Vízgazdálkodás a mezőgazdaságban. Mezőgazd. Kiadó. Budapest 1963.
- [16] PÉCSI, M. & SOMOGYI, S.: Magyarország természeti földrajzi tájai és geomorfológiai körzetei. Földrajzi Közlem. **15.** 284–304. 1967.
- [17] POSSEWITZ, G.: A termőtalajok vízháztartása. Öntözésügyi Közlem. **3.** 1–36. 1941.
- [18] SZÜCS, L. & KAZÓ, B.: Nyirokszerű agyagon képződött talajok erodáltsági viszonyai az Északi Középhegységben. Agrokémia és Talajtan. **18.** 235–254. 1969.

*Érkezett: 1970. december 9.*

### Maps of Water Management Properties of Soils, Prepared by Using Rainfall-Simulation Technique

B. KAZÓ

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

#### Summary

A new method was elaborated for the preparation of maps of water management properties of soils. For this purpose, data concerning the natural permeability of surface layers obtained by using a rainfall simulator constructed by the author, as well as data for „maximum permeability” of genetic soil horizons (determined by the „tube-method”) and for the water capacity and water storing capacity of the same horizons, were applied.

The method is suitable not only for the determination of the water management properties of soils before installation of irrigation systems on level lands, but gives good possibility for the calculation of the optimum and most economical application rate of irrigation water for slopy fields.

The advantage of the method is that all data characteristic for the water management properties of soils in the studied region can be determined on the field, on original structured soils, under natural or nearly natural conditions by means of quick, exact measurement.

The maps of water management properties of soils (Fig. 3) and the diagrams (Fig 2), prepared on the basis of the measured values, serve for the calculation of all soil moisture parameters necessary for irrigation practice and, if the maps are drawn on an adequately large scale (1 : 10 000), they can be used for the planning and irrigation and agrotechnics in details for the different fields, as well.

As a first step, a large-scale (1 : 10 000) genetic soil map (Fig. 1) should be prepared. According to this map, the characteristic places („basic soil profiles”) should be selected, where the detailed soil physical and water management studies will be carried out. After the examinations, the data obtained can be referred to an area (mapping unit) characterized by the profile in question.

If the results of the investigations are plotted beside each other (Figs. 2 and 4) such basic data can be obtained on the soil water properties, on the basis of which (and having data about the actual momentary moisture content of the soil, determined by densimeters) the water quantity needed to fill up the soil to its field (minimal) capacity.

the maximum irrigation intensity and the possibility of deep storage of irrigation water can be calculated.

The quantity of irrigation water needed to fill up the soil profile to its minimal (field) capacity can be calculated as the sum of the field capacities of the 10 cm soil layers (in mm) up to the depth of the soil layer of minimum permeability (within the profile) reduced with the sum of the actual moisture content of these 10 cm soil layers.

The duration of irrigation filling up the soil to field capacity (in hours) can be calculated as the amount of water needed to fill up the soil to its field capacity (in mm) divided by the intensity (given amount of water per unit of time, in mm/hr), which must not exceed the natural permeability of surface layers (Fig. 4).

*Fig. 1.* Genetic soil map of the fields to be taken under irrigation (co-operative farms „Lenine” and „Vöröscsillag”). According to M. Gáspár and L. Szentgyörgyi. Genetic types and subtypes of the soils: 1. Calcareous, humous sandy soil. 2. Calcareous, multilayered humous sandy soil. 3. Calcareous chernozem. 4. Calcareous meadow chernozem. 5. Meadow chernozem soil, salty in deeper horizons. 7. Sodic solonchak. 8. Sodic-sulfate solonchak-solonetz. 9. Shallow meadow solonetz. 10. Calcareous solonchakous meadow soil. 11. Solonetzic meadow soil. 12. Typical meadow soil. 13. Meadow soil, salty in deeper horizons. 14. Calcareous chernozem meadow soil. 15. Solonetzic chernozem meadow soil. Texture of the plow layer: 16. Sand. 17. Sandy loam. 18. Loam. 19. Clayey loam. 20. Clay. Legends: 21. Basic profile. 22. Road. 23. Channel. 24. Railway.

*Fig. 2.* Water regime diagrams of the profiles examined. Curves on the left: Moisture content of the soil (mm/10 cm). Diagram on the right: Permeability (%).  $VK_{\max}$  = Maximum water capacity.  $VK_{\text{kap}}$  = Capillary water capacity.  $VK_{\min}$  = Minimum water capacity (field capacity).  $DV 30\%$  = 30% of the available moisture range.  $HV$  = wilting point.

Soils: Profile No. 62: Chernozem meadow soil, solonetzic in the deeper horizons, with good permeability in the top layer and low permeability in the subsoil. Profile No. 91: Calcareous meadow chernozem soil with a medium humus layer, with a medium permeability in the top layer and very good permeability in the subsoil. Profile No. 87: Calcareous, multilayered humous sandy soil, with good permeability in the top layer and in the subsoil, and medium permeability in the horizon B. Profile No. 46: Calcareous chernozem meadow soil, with good permeability in the top layer and in the subsoil, and low permeability in the horizon B. Profile No. 31: Meadow chernozem soil, salty in deeper horizons, with low permeability in the top layer, very good permeability in the horizon B, and medium to low permeability in the subsoil. Profile No. 7: Calcareous chernozem meadow soil (medium humous) with low permeability in two distant layers.

*Fig. 3.* Map of water management properties of soils. (Co-operative farms „Lenine” and „Vöröscsillag” in Jászkarajenő and Köröstetétlen, resp.) Legends: Natural permeability of surface layers measured by rainfall simulator (mm/hr). 1. Soils with good permeability ( $> 32$  mm/hr). 2. Soils with medium permeability (18–32 mm/hr). 3. Soils with low permeability (0–18 mm/hr). Permeability of the genetic horizons, determined by the „tube-method”, given in per cents of the permeability of the surface layer. 4. Soils with good or medium permeability in the whole profile (40–100% or above). 5. Soils with good or medium permeability to the depth of 70 cm, and low permeability in one layer below this depth (0–40%). 6. Soils with good or medium permeability down to the depth of 40 cm, and low permeability in two distant layers below this depth. 7. Soils with low permeability in the top layer.

*Fig. 4.* Relationships between the rain intensity and the natural permeability of soils determined by the rainfall simulator. Below the diagrams number of profiles. Ordinate: Water amount penetrated into the soil saturated to field capacity, in case of different rain intensities. Abscisse: Rain intensity, mm/hr.

*Table 1.* Analytical data of the Jászkarajenő soil profiles. (1) Number of the profile. (2) Sampling depth, cm. (3) Bulk density. (4) Particle density. (5) Total porosity, %. (6) Moisture content, weight %. (7) Humus content, %. (8) Height of capillary water rise during 5 hours. (9) Moisture content in the beginning. (10) Total salt content.  $VK_{\text{kap}}$  =  $WHC_{\text{cap}}$  water holding capacity.  $VK_{\max}$  = Maximum water capacity.  $VK_{\min}$  = Minimum water capacity.  $HV$  = wilting point.

*Table 2.* Exchangeable cations of the Jászkarajenő soils. (1) Number of the profile. (2) Depth of layers, cm. (3) Permeability (mm/hr), determined by „tube method”. (4) Permeability (mm/hr) determined by rainfall simulator.  $DV$  = Available moisture range. Other signs: See Table 1.

## Zusammenstellung von Wasserhaushaltskartogrammen aufgrund der Ergebnisse künstlicher Berechnung

B. KAZÓ

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

### Zusammenfassung

Durch gleichzeitige Anwendung der mit Hilfe des künstlichen Berechnungsgerätes nach KAZÓ bestimmten Grundwerte von der natürlichen Wasserdurchlässigkeit der Bodenoberfläche und der in Rohren bestimmten maximalen Wasserdurchlässigkeit der einzelnen genetischen Bodenhorizonte, sowie der Wasserkapazitäts- und Wasserspeicherungslaten derselben Horizonte wurde ein neues Verfahren zur Zusammenstellung von Wasserhaushaltskartogrammen ausgearbeitet.

Dieses Verfahren eignet sich nicht nur zur Bestimmung der Wasserhaushaltsverhältnisse einiger Gebiete vor der unter Bewässerungnahme im Flachland, sondern auch zur Berechnung der noch nicht schädlichen und zugleich wirtschaftlichen Bewässerungswassergaben bei auf Abhänge angepflanzten Kulturen.

Das Vorteil dieses Verfahrens gegenüber den bisher angewendeten besteht darin, dass alle für das untersuchte Gebiet charakteristischen Werte des Wasserhaushaltes an Ort und Stelle mit Hilfe eines schnellen Messverfahrens bestimmt werden können, es stützt sich also auf gemessene Werte, die an Ort und Stelle an Bodenproben, origineller Struktur unter den die natürlichen Verhältnisse nachahmenden Bedingungen bestimmt wurden.

Die aufgrund der Messergebnisse konstruierten Wasserhaushaltskartogramme (Abb. 3.) und die Diagramme (Abb. 2.) dienen als Unterlage zur Berechnung aller, mit der Bewässerung im Zusammenhang stehenden notwendigen Wasserhaushaltswerte und bei einer genügend grossmasstäbigen Ausführung (1 : 10 000) können aus ihnen sogar bezüglich der einzelnen Schläge Folgerungen für die Bewässerung und Agrotechnik gezogen werden.

Voraussetzung der Kartogrammkonstruktion ist eine genetische Betriebsbodenkarte vom Massstabe 1 : 10 000 (Abb. 1.). Den wichtigeren Bodentypen und Varianten entsprechend muss man aufgrund dieser Karte sog. Hauptbodenprofile festsetzen. Nach Durchführung einzelner bodenphysikalischer und für den Wasserhaushalt der Böden charakteristischer Untersuchungen werden dann die gewonnenen Angaben auf das durch das untersuchte Bodenprofil geschilderte Gebiet bezogen.

Wenn die Untersuchungsergebnisse graphisch nebeneinander aufgezeichnet werden (Abb. 2. und 4.) gewinnen wir solche Wasserhaushalts-Grunddaten, zu denen jeweils nur der augenblickliche Feuchtigkeitsgehalt (mit Tensiometer) bestimmt werden muss, um unmittelbar berechnen zu können, wie viel mm Wasser zur Auffüllung bis zur natürlichen (minimalen) Wasserkapazität des Bodenprofils benötigt werden, mit welcher Intensität dieses Gebiet bewässert werden kann, damit die natürliche Wasserkapazität des Bodens erreicht wird, und mit welcher Geschwindigkeit das gegebene Bewässerungswasser die Tiefe der Wurzelzone erreichen kann.

Die zur Auffüllung bis zur minimalen Wasserkapazität des Bodenprofils benötigte Wassermenge kann folgendermassen berechnet werden. Man bildet die Summe (in mm) der minimalen Wasserkapazitätswerte der Bodenschichten je 10 cm bis zur Bodenschichte mit der geringsten Wasserdurchlässigkeit und zieht davon den aktuellen (augenblicklichen) Feuchtigkeitsgehalt der Schichten ab.

Zur Berechnung der nötigen Zeitdauer, bzw. Bewässerungsintensität um die Auffüllung bis zur minimalen Wasserkapazität eines gegebenen Gebietes zu erreichen, wird die zur Auffüllung bis zur minimalen Wasserkapazität benötigte Wassermenge (in mm) mit dem Intensitätswert (gegebene Wassermenge pro Zeiteinheit in mm/St) dividiert. Die Intensität darf die natürliche Wasserdurchlässigkeit der Bodenoberfläche (Abb. 4.) nicht überschreiten.

Abb. 1. Genetische Bodenkartenskizze der in die Bewässerung einzubeziehenden Gebiete der LPG-en „Lenin“ in Jászkarajenő und „Vöröscsillag“ in Köröstetétlen (nach M. Gáspár und L. Szentgyörgy). Genetische Typen und Untertypen des Bodens: 1. karbonathaltiger, humoser Sandboden. 2. karbonathaltiger, mehrschichtiger, humoser Sandboden. 3. karbonathaltiger Tschernosemboden. 4. karbonathaltiger Wiesentschernosemboden. 5. in tiefen Schichten salzhaltiger Wiesentschernosemboden. 6. in tiefer

Schichten solonisiertes Wiesenschernosemboden. 7. karbonathaltiger Solontschak. 8. karbonat-sulfathaltiger Solontschak-Solonet. 9. verkrusteter Wiesensolonet. 10. karbonathaltiger Wiesboden mit Solontschakbildung. 11. solonisiertes Wiesenschernosemboden. 12. typischer Wiesenschernosemboden. 13. in tiefen Schichten salzhaltiger Wiesenschernosemboden. 14. karbonathaltiger Tschernosem-Wiesenschernosemboden. 15. solonisiertes Tschernosem-Wiesenschernosemboden. Physikalische Bodenart der Ackerkrume: 16. Sand. 17. sandiger Lehm. 18. Lehm. 19. toniger Lehm. 20. Ton. Zeichenerklärung: 21. Hauptbodenprofil. 22. Weg. 23. Kanal. 24. Eisenbahn.

*Abb. 2.* Wasserhaushaltsdiagramm der sechs untersuchten Bodenprofile. Kurven auf der linken Seite: Bodenfeuchtigkeit (mm/10 cm). Diagramm auf der rechten Seite: Wasserdurchlässigkeit (%).  $VK_{\max}$  = maximale Wasserkapazität,  $VK_{\text{kap}}$  = kapillare Wasserkapazität,  $VK_{\min}$  = minimale Wasserkapazität.  $DV30\%$  = 30% des disponiblen Wassers.  $HV$  = totes Wasser.

Böden: Bodenprofil No. 62.: In tiefen Schichten solonisiertes Tschernosem-Wiesenschernosemboden mit einer guten Wasserdurchlässigkeit in der Ackerkrume, und einer schlechten in dem Unterboden. Bodenprofil No. 91.: Karbonathaltiger Wiesenschernosemboden mit mittelmässiger Humusschicht. Die Wasserdurchlässigkeit der Ackerkrume ist mittelmässig, diejenige des Unterbodens recht gut. Bodenprofil No. 87.: karbonathaltiger, mehrschichtiger humoser Sandboden mit guter Wasserdurchlässigkeit in der Ackerkrume und im Unterboden, und mit mittelmässiger im Horizont B. Bodenprofil No. 46.: karbonathaltiger Tschernosem-Wiesenschernosemboden mit guter Wasserdurchlässigkeit in der Ackerkrume und im Unterboden, und mit schwacher im Horizont B. Bodenprofil No. 31.: In tiefen Schichten salzhaltiger Wiesenschernosemboden mit schwacher Wasserdurchlässigkeit in der Ackerkrume, sehr guter im Horizont B und mit mittelmässig bis schwacher im Unterboden. Bodenprofil No. 7.: mittelmässig humoser, karbonathaltiger Tschernosem-Wiesenschernosemboden mit schlechter Wasserdurchlässigkeit in zwei von einander entfernt liegenden Schichten.

*Abb. 3.* Wasserhaushaltskartogramm-Skizze der LPG-en „Lenin“ in Jászkarajenő und „Vöröscsillag“ in Körösetétlen. Zeichenerklärung: Natürliche Wasserdurchlässigkeit der Ackerkrume bestimmt mit künstlicher Beregnung (mm/St). 1. Boden mit guter Wasserdurchlässigkeit, 32 oder darüber mm/St. 2. Boden mit mässiger Wasserdurchlässigkeit, 18–32 mm/St. 3. Boden mit schlechter Wasserdurchlässigkeit, 0–18 mm/St. Wasserdurchlässigkeit der genetischen Bodenhorizonte, bestimmt in Rohren, im Prozent der Wasserdurchlässigkeit der Ackerkrume. 4. Gute oder mässige Wasserdurchlässigkeit im ganzen Bodenprofil, 40–100% oder darüber. 5. Die Wasserdurchlässigkeit ist bis zu 70 cm Tiefe gut oder mittelmässig, darunter in einer Schicht schlecht, 0–40% Wasserdurchlässigkeit. 6. Boden mit einer Wasserdurchlässigkeit, die bis zu 40 cm Tiefe gut oder mässig, darunter in zwei, von einander entfernt liegenden Schichten schlecht ist. 7. Boden mit schlechter Wasserdurchlässigkeit in der Ackerkrume.

*Abb. 4.* Zusammenhang zwischen den verschiedenen Beregnungsintensitäten und der mit künstlicher Beregnung bestimmten natürlichen Wasserdurchlässigkeit der Böden. Unter den Diagrammen die Nummer der Bodenprofile. Ordinate: Die bei entsprechender Regenintensität aufgenommene Wassermenge im Falle von bis zur minimalen Wasserkapazität gesättigten Böden. Abszisse: Intensität des gegebenen Wassers (mm/St).

*Tab. 1.* Untersuchungsdaten der Bodenprofile aus Jászkarajenő. (1) Nummer des Profils. (2) Tiefe der Probenahme, cm. (3) Volumgewicht. (4) Spezifisches Gewicht. (5) Gesamte Porosität, %. (6) Feuchtigkeit, Gw%. (7) Humusgehalt, %. (8) 5stündige kapillare Wasserhebung. (9) Feuchtigkeitsgehalt zu Beginn. (10) Gesamter Salzgehalt.  $VK_{\text{kap}}$  = kapillare Wasserkapazität.  $VK_{\max}$  = maximale Wasserkapazität.  $VK_{\min}$  = minimale Wasserkapazität.  $HV$  = totes Wasser.

*Tab. 2.* Austauschbare Kationen der von dem Standpunkt des Wasserhaushaltes untersuchten Bodenprofile in Jászkarajenő. (1)–(2) s. Tab. 1.

*Tab. 3.* Ausführliche Angaben der vom Standpunkt des Wasserhaushaltes untersuchten Bodenprofile in Jászkarajenő. (1) Nummer des Profils. (2) Tiefe der Bodenschichten, cm. Wasserdurchlässigkeit (mm/St), bestimmt in Rohren (3), und mit künstlicher Beregnung (4).  $DV$  = disponibiles Wasser. Alle anderen Zeichen s. in Tab. 1.

## Составление картограммы воднохозяйственных свойств почвы на основе данных искусственного дождевания

Б. КАЗО

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

### Резюме

Автором разработан новый метод составления картограммы воднохозяйственных свойств почвы на основе данных естественной водопроницаемости, определенной с поверхности методом искусственного дождевания, дождевателем Казо, а также данных максимальной водопроницаемости, определенной по горизонтам почвы методом трубок, и влагоемкости тех же горизонтов.

Метод пригоден не только для предварительного изучения водных свойств орошаемых территорий низменности, но он дает возможность для расчета более экономичных и безопасных, с точки зрения эрозии, поливных норм для культур склоновых территорий.

Преимущество этого метода перед методами, применяемыми до сих пор, состоит в том, что все водные свойства, характерные для определенной территории можно определить быстро проводимыми простыми измерениями на месте. То-есть, метод базируется на результатах измерения, определения проводятся на почве с ненарушенной структурой в условиях близких к природным.

Из картограммы, составленной на основе данных измерений (Рис. 3) и из графиков (Рис. 2) можно рассчитать все воднохозяйственные величины, связанные с орошением и, имея карту в масштабе 1 : 10 000, можно сделать заключения по агротехнике и орошению для отдельных полей.

Основой для составления картограммы является крупномасштабная генетическая почвенная карта в масштабе 1 : 10 000 (Рис. 1). На основе этой карты необходимо нанести места заложения т. н. главных разрезов почвенных типов и подтипов, с тем, чтобы после подобных исследований физических и водно-физических свойств, результаты можно было бы отнести на всю территорию, характеризующую почвенным разрезом.

Если данные измерений изобразить графически рядом друг с другом (Рис. 2 и 4.), то получим такие величины водных свойств почвы, из которых, определяя в отдельных случаях влажность почвы в данный момент, можно рассчитать сколько мм воды необходимо дать для насыщения почвы до полевой (минимальной) влагоемкости, с какой интенсивностью надо проводить орошение, чтобы насытить почву до состояния полевой влагоемкости, а также с какой скоростью и в каком соотношении возможно глубинное распределение поливных вод.

Количество воды, необходимое для насыщения почвы до минимальной влагоемкости рассчитывается таким образом: берется среднее значение минимальной влагоемкости в мм, рассчитанное послойно через 10 см до самого водоупорного слоя почвы и из него вычитается актуальная (в момент определения) влажность слоев почвы в мм.

Расчеты времени и интенсивности полива, необходимые для насыщения почвы до минимальной влагоемкости, ведутся так, что количество воды в мм, нужное для насыщения почвы до минимальной влагоемкости, делят на величину интенсивности в мм/час (количество воды поданное за единицу времени). Интенсивность не должна превышать величину естественной водопроницаемости.

*Табл. 1.* Данные анализа почвенных разрезов из Яскараенё. (1) Номер разреза. (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Объемный вес. (4) Удельный вес. (5) Общая порозность в %. (6) Влажность в весовых процентах. (7) Исходная влажность. (8) Пятичасовое капиллярное поднятие. (9) Гумус. (10) Сумма солей.  $VK_{\text{кар}}$  = капиллярная влагоемкость,  $VK_{\text{max}}$  = максимальная влагоемкость.  $VK_{\text{min}}$  = минимальная влагоемкость.  $NV$  = мертвый запас воды.

*Табл. 2.* Содержание обменных катионов в почвах Яскараенё, изученных с точки зрения их воднохозяйственных свойств. (1)–(2) смотри в таблице 1.

*Табл. 3.* Данные подробных анализов почв из Яскараенё, изученных с точки зрения их водно-физических свойств. (1) Номер разреза. (2) Глубина залегания горизонта в см. (3) Водопроницаемость в мм/час, определенная методом трубок. (4) Водопроницаемость измеренная при помощи дождевальной установки.  $DV$  = запас активной влаги. Остальные обозначения смотри в таблице 1.

*Рис. 1.* Схема генетической почвенной карты для территорий подлежащих орошению (сельскохозяйственный кооператив им. Ленина, Яскараенё и сельскохозяйствен-

ный кооператив Вёрёш Чиллаг, Кёрёштететлен) по данным М. Гашпар и Л. Сентдёрдди. Генетические типы и подтипы почв: 1. Карбонатный гумусированный песок. 2. Карбонатная многослойная гумусированная песчаная почва. 3. Карбонатный чернозем. 4. Карбонатный луговой чернозем. 5. Глубокозасоленный луговой чернозем. 6. Глубокосолонцеватый луговой чернозем. 7. Карбонатный солончак. 8. Карбонатносульфатный солончак-солонец. 9. Корковый луговой солонец. 10. Карбонатная солончаковатая луговая почва. 11. Солонцеватая луговая почва. 12. Типичная луговая почва. 13. Глубокозасоленная луговая почва. 14. Карбонатная черноземовидная луговая почва. 15. Солонцеватая черноземовидная луговая почва. Механический состав верхнего пахотного слоя почвы: 16. Песок. 17. Супесь. 18. Суглинок. 19. Тяжелый суглинок. 20. Глина. Условные обозначения: 21. Главный почвенный разрез. 22. Дорога. 23. Канал. 24. Железная дорога.

*Рис. 2.* Графическое изображение данных изучения водно-физических свойств шести разрезов. Кривые графиков с левой стороны: Влажность почвы в мм/10 см. С правой стороны: Водопроницаемость %.  $VK_{кар}$  = максимальная влагоемкость.  $VK_{max}$  = капиллярная влагоемкость.  $VK_{min}$  = минимальная влагоемкость.  $DV 30\%$  = диапазон активной влаги 30%.  $NV$  = мертвый запас воды.

Почвы: Разрез 62. Глубокосолонцеватая черноземовидная луговая почва с хорошей водопроницаемостью в верхних горизонтах и с неудовлетворительной в подпочве. Разрез 91. Среднемощный карбонатный луговой чернозем со средней водопроницаемостью в верхних горизонтах и хорошей водопроницаемостью в подпочве. Разрез 87. Карбонатная, многослойная гумусированная песчаная почва с хорошей водопроницаемостью в верхних слоях почвы и в подпочве, со средней водопроницаемостью в горизонте «В». Разрез 46. Карбонатная черноземовидная луговая почва с хорошей водопроницаемостью в верхних горизонтах почвы и в подпочве со слабой водопроницаемостью в горизонте «В». Разрез 31. Глубокозасоленный луговой чернозем со слабой водопроницаемостью в верхних горизонтах почвы, с хорошей водопроницаемостью в горизонте «В» и со средней водопроницаемостью в подпочве. Разрез 7. Среднемощная, карбонатная черноземовидная луговая почва с двумя удаленными друг от друга слоями, отличающимися низкой водопроницаемостью.

*Рис. 3.* Схема картограммы воднохозяйственных свойств почв (сельскохозяйственный кооператив им. Ленина, Яскараенé и сельскохозяйственный кооператив Вёрёш Чиллаг, Кёрёштететлен). Условные обозначения: Естественная водопроницаемость в мм/час верхних слоев почвы, определенная при помощи дождевателя. 1. Почвы с хорошей водороницаемостью, величина водопроницаемости 32 мм/час или выше. 2. Почвы со средней водопроницаемостью, величина водопроницаемости 18—32 мм/час. 3. Почвы с плохой водопроницаемостью, величина водопроницаемости 0—18 мм/час. Водопроницаемость определенная по горизонтам почвы методом трубок в % от водопроницаемости, определенной с поверхности. 4. Почвы с хорошей или средней водопроницаемостью по всему профилю характеризуются величинами 40—100% или выше. 5. Почвы с хорошей или средней водопроницаемостью до глубины 70 см, ниже залегает слой с низкой водопроницаемостью, 0—40%. 6. Почвы с хорошей или средней водопроницаемостью до глубины 40 см, ниже залегают два слоя с низкой водопроницаемостью. 7. Почвы с низкой водопроницаемостью в верхних горизонтах.

*Рис. 4.* Зависимость водопроницаемости, определенной с поверхности методом дождевания от интенсивности дождя. Под графиком, номера разрезов. Горизонтальная ось: количество воды насытившее почву до минимальной влагоемкости при определенной интенсивности дождя. Вертикальная ось: Интенсивность дождевания в мм/час.