

SZEMLE

A talajok víz- és sóháztartásának kérdései Hollandiában

A tengertől való területhódítás munkálatai, a földterület védelme és maximális hasznosítása érdekében tett intézkedések a középkorig nyúlnak vissza Hollandiában. A múltban erre elsősorban a gyorsan növekvő népesség megfelelő élelmiszerezellátása miatt volt szükség. A világkereskedelem mai korszakában emellett egyre inkább előtérbe lépnek olyan tényezők, mint az ipar, települések, üdülőlétesítmények igényei. Hollandia sajtósági földrajzi vízrajzi és éghajlati viszonyai miatt a területhasznosítási, meliorációs és agrotechnikai tevékenység mindig szorosan összefonódott a vízhasznosítás, vízrendezés, vízgazdálkodás munkálataival. Hagyományosan összefonódtak a hidrológiai, geológiai és talajtani kutatások is. E kutatásoknak az utóbbi években különös ösztönzést adott a holland vízgazdálkodási szakemberek munkája iránt megnyilvánuló nemzetközi igény gyors fokozódása, valamint olyan belső tényezők, mint pl.:

- a gazdasági és szociális fejlődésben bekövetkező változások (iparosodás, gépésítés, gyors népességszaporodás, nagy népsűrűség, életforma megváltozása stb.),
 - az agrárökonómiában bekövetkező változások (mezőgazdaság további erőteljes intenzifikálódása, stb.),
 - a II. világháború alatti és az 1953-as gátszakadások s jelentős területek sós tengervízzel történő elárasztása,
 - a felszíni vízkészlet (elsősorban a Rajna) erős szennyezettsége, sótartalmának fokozódása,
 - a csapadékviszonyokban az utóbbi 10 év alatt bekövetkező változások.
- A Hollandiában folyó vízgazdálkodási kutatások két alapvető célja:

1. A mezőgazdasági területek optimális hasznosításának a biztosítása
 2. A mezőgazdaság, ipar és a lakosság megfelelő vízellátásának a biztosítása.
- A kutatások — fenti két cél komplex jellegéből fakadóan — igen széles témakört ölelnek fel az elméleti hidraulikai-hidrológiai-talajfizikai kérdésektől kezdve a hidrogeológiai-regionális hidrológiai problémákon keresztül az ökonómiai, terület-

rendezési, területfejlesztési tervek elkészítéséig.

A vízgazdálkodási kutatások összefogására, koordinálására és korszerű alapokon történő továbbfejlesztésére 1955. végén egy központi intézetet létesítettek Wageningenben. A Prof. Dr. C. van den Berg vezetése alatt álló Kultúrtechnikai és Vízgazdálkodási Intézet (Instituut voor Cuultuurtechniek en Waterhuishouding, a továbbiakban röviden ICW) működésének eddigi időszaka alatt eredményesen járult hozzá a nagy hagyományokkal rendelkező holland vízgazdálkodási kutatások fejlődéséhez, s ma a világ egyik legismertebb és legelismertebb ilyenirányú intézete. A mintegy 120 főt foglalkoztató intézet kutatásai 7 tudományos főosztályon folynak (általános vízhasznosítás, hidrológia, bio-hidrológia, talajjavítás, területszervezés, ökonómia, területfejlesztési tervezés). Az ICW magasszínvonalú kutatómunkáját korszerű, kitűnően berendezett és felműszerezett laboratóriumok (többek között modern talajfizikai laboratórium, légkondicionált hidrológiai és hidraulikai modelllaboratóriumok és fitotronok), kísérleti telepek (öntözési és vízgazdálkodási kísérleti telep homoktalajon, talajvízszint kísérleti állomás agyagtalajon [30]), az ország különböző pontjain különböző céllal működő megfigyelőállomások (meteorológiai és liziméter állomások), számítóközpont és egy 15 000 kötetes szakkönyvtár biztosítják.

Az ICW széleskörű és sokoldalú bel- és külföldi kapcsolatokkal rendelkezik. Ez előbbi más, vízgazdálkodási kutatásokat végző intézményekkel (Government Service for the IJsselmeerpolders-Kampen, Government Agricultural and Horticultural Advisory Services, Experimental Stations for Horticulture in the Open and under Glass, Laboratory for Bulb Culture, Soil Survey Institute és International Institute for Land Reclamation and Improvement-Wageningen, Institut for Soil Fertility-Groningen, State Agricultural University-Wageningen), különböző állami és magánvállalatokkal (Government Service for Land and Water Use, Ministry of Public Works, Provincial Services for Waterworks and Roads stb.) történő kooperá-

cióban, közös kutató és tervezőmunkában nyilvánul meg. A külföldi kapcsolatok legfontosabb formái ugyanakkor angol nyelvű publikációk kiadása [7, 8, 9], rendszeres oktatás a Wageningenben szervezett nemzetközi továbbképző tanfolyamokon (talajtani, drenázs, területfejlesztés stb. témakörben) és egyetemeken, tervezőmunka egyes fejlődő országokban (pl. Tunisz, Nigéria, Törökország, Izrael, Irán, Csád stb.), rendelésre végzett laboratóriumi vizsgálatok (pl. pF-görbék meghatározása stb.), valamint külföldi látogatók és ösztöndíjasok továbbképzése [20].

Hollandia talajvízháztartási és sóforgalom kutatásai főként az ICW Hidrológiai és Bio-hidrológiai Főosztályán folynak. A hidromelioráció és a drenázs talajtani kérdéseivel a wageningeni Agrár-egyetem Meliorációs Tanszékén, a polderok speciális talajtani, mezőgazdasági és vízgazdálkodási kérdéseivel a kampeni Isselmeerpolder Igazgatóság Kutatási Osztályán, míg a sók mozgásának, migrációjának néhány problémájával a groningeni Talajtermékenységi Intézetben foglalkoznak.

A kutatások 5 téma köré csoportosíthatók:

1. A talajnedvesség kvalitatív és kvantitatív jellemzése.
2. Vízmozgás vízzel telített talajban (talajvízmozgás, felszínalatti szivárgás)
3. Vízmozgás vízzel csak részben telített talajban (kapilláris vízmozgás)
4. A talajok sóforgalma

1. A talajnedvesség kvalitatív és kvantitatív jellemzése

A Hollandiában folyó ez irányú kutatások a régebbi, ún. „kapilláris cső” hipotézis helyett kivétel nélkül a talajnedvesség energia összefüggéseinek korszerű elméleti alapjain nyugszanak. Ennek megfelelően a talajnedvesség állapotának jellemzésére egyrészt a nedvességtartalmat, másrészt a nedvesség potenciálját (egységnyi vízmennyiség egységnyi távolságra történő elmozdításához szükséges energiát) használják, a talajnedvesség mozgásának törvényszerűségeit pedig a hőmozgás és elektromos áram jól definiált fizikai folyamataival való analógia alapján igyekeznek megközelíteni.

A talaj nedvességtartalmának meghatározására a klasszikus, pontos, de nagyon munkaigényes szárítószekrényes eljárás mellett egyre szélesebb körben alkalmazzák a sorozatvizsgálatokra, helyszíni, sőt folyamatos mérésekre is alkalmas tenziométereket, elektromos ellenállás blok-

kokat, neutronszóródásos és gamma-adszorpciós műszereket. Tapasztalataink röviden az alábbiakban foglalhatók össze (1. táblázat).

A talajnedvesség potenciáljának és a talajban levő vízfornáknak a jellemzésére Hollandiában is (mint a harmincas évek óta világszerte) az ún. pF-görbék alkalmasak, amelyekről — mint ismeretes — közvetlenül leolvasható, hogy adott talajban milyen mennyiségű víz milyen erővel kötődik a talajrészecskékhöz. A pF-görbék meghatározásának jólismert eszközeit (porózus agyag vakuum berendezés, nyomásmembrános készülék stb.), azonban az utóbbi években jelentősen továbbfejlesztették. HARST és STAKMAN [13, 14] az alacsony pF-értékek meghatározására ún. homok és kaolin boxokat [14] szerkesztett pF 0,4—1,0—1,5—2,0, illetve pF 2,3—2,7 mérésre. A homok boxot mutatom be az 1. ábrán. A negatív nyomás alkalmazásán alapuló módszer sorozatvizsgálatokra kitűnően alkalmas (1—1 boxban egyidejűleg 40—50 db eredeti szerkezetű talajminta meghatározása végezhető), a boxok töltésére megfelelő szemcseösszetételű, karbonát- és szervesanyagmentes, természetes feltárásokból származó homok, illetőleg kaolin is felhasználható, a vakuum könnyen és pontosan tartható, s az eltömődésveszély is kisebb, mint a porózus kerámialapok esetében. Sajnos azonban a különböző szivóerő mellett kinyert talajoldatfrakciók mintánkénti elkülönítésére és kémiai elemzés céljára történő összegyűjtésére ez a berendezés nem ad lehetőséget.

Magasabb pF-tartományban (pF 3,4—4,2) a nyomásmembrános készüléket használják a meghatározásokhoz [13].

A pF-görbék alapján számítják és jellemzik a talaj (elsősorban a homoktalajok) pórusviszonyait, a talaj szerkezeti állapotát, a talaj nedvességállapota és egyéb tulajdonságai (vízvezetőképessége, szervesanyag-tartalma stb.) közti összefüggéseket, de széleskörűen használják a pF-görbék az öntözési és vízrendezési szaktanácsadásban is [27].

A pF meghatározás fenti módszerei sós és szikes talajok esetében nem adnak reális képet a talajnedvesség energia-állapotáról, összpotenciáljáról, hisz csupán a talaj szilárd fázisának szívóerejét (az ún. „matrix suction”-t) mérik. Sós és szikes talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak, a bennük levő vízfornáknak a jellemzésénél a talajnedvesség teljes potenciáljának a meghatározására van szükség, ez azonban metodikailag elég körülményes (fagyáspontesökkenés, vízgőztenzió, páranomás stb. mérése). A probléma megoldására

1. táblázat

A talajnedvesség meghatározására szolgáló módszerek összehasonlító értékelése [27]

Módszer	Előnyei	Hátrányai
Szárítószekrényes eljárás	Teljes nedvességtartományban használható, hőmérsékletre és sótartalomra nem érzékeny, pontos	Munkaigényes, a mintavételi hibák pontosságát rontják
Tenzióméterek	A talajnedvesség szívóerejét (felvehetőségét) is méri, egyszerű, gyors	Csak alacsony pF-tartományban használható, hőmérséklet érzékeny, zavarja a hiszterézis
Gipsz és neylon elemek	Gyakorlatilag a teljes nedvességtartományban használható	Só és hőmérséklet érzékeny, zavarja a hiszterézis, nehéz kalibrálni, az elemek élettartama nedves és savanyú talajban korlátozott
Neutronszóródásos nedvességmérő	Teljes nedvességtartományban használható, nem só- és hőmérsékletérzékeny	Berendezés drága, nagy mennyiségű szervesanyag, Cl, Fe és B atom jelenléte a meghatározást zavarja
Gamma radiációs műszer	Teljes nedvességtartományban használható, nem só- és hőmérsékletérzékeny, vékony talajrétegek nedvességtartalmának a meghatározására is alkalmas, a talaj térfogatsúlyának a mérésére is felhasználható	Berendezés drága, az eredmények értékelésénél a talaj térfogatsúlyának ismerete szükséges

STAKMAN [26] szellemes és viszonylag sorozatvizsgálatokra is alkalmas készüléket szerkesztett. Ebben különböző kémiai összetételű és töménységű sóoldatokkal meghatározott és stabil párányomás viszonyokat létesít, és a talajmintát ezzel egyensúlyba hozva méri a talaj nedvességtartalmát, állapítja meg a talajnedvesség össz-tenzióját. Az egyelőre még kísérleti állapotban levő berendezés egyébként igen széles pF-tartományban (pF 2—6) tesz lehetővé méréseket, s ezért alkalmazásától sokat várhatunk.

2. Vízmozgás vízzel telített talajban

A vízzel telített talajban (talajvízszint alatti talajrétegekben) végbemenő vízmozgás, tehát tulajdonképpen a talajvízmozgás tanulmányozását célzó talajtani-hidrológiai-hidrogeológiai kutatások Hollandiában elsősorban 4 vonatkozásban bírnak különös jelentőséggel:

1. a tenger felől a domborzatilag mélyebben fekvő polderok felé irányuló felszínalatti sósvízáramlás (salt intrusion) intenzitásának, fő irányainak megállapí-

tása, majd ennek lehetőség szerinti csökkentése, méréséklése szempontjából,

2. a nyári, viszonylag száraz időszak talajvízszintsüllyedésének ellensúlyozása, a talajvíz utánpótlódási lehetőségeinek a megállapítása szempontjából,

3. az őszi-téli nedves időszak várható talajvízszintemelkedésének meghatározása, illetve az ezt megakadályozó drenázsrendszer tervezése és méretezése szempontjából,

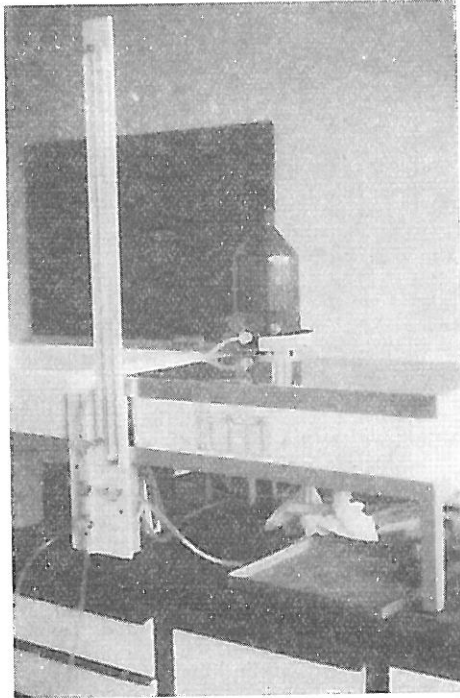
4. a homokhátak ivóvízként kitermelhető (utánpótlódó) vízkészletének a megállapítása, felmérése szempontjából.

A kutatások tervezésének alapjául az egész ország területére rendelkezésre álló geológiai és hidrológiai térkép- és adatanyag (geológiai térképek a fedőréteg vastagságáról, az I. víztartó réteg települési viszonyairól és a földtani mélyszerkezetről, a talajvízszint terepalatti mélységére és kémiai összetételére vonatkozó térkép, illetve adatanyag stb.) szolgál [21, 22]. Ennek alapján jelölik ki a részletes vizsgálatokra legalkalmasabb, jellemző „mintaterületeket”, s tervezik meg a vizsgálati hálózatot. A kutatások végcélja tulajdonképpen minden esetben egy-egy jól defi-

niált terület, illetve vízgazdálkodási egység (pl. egy-egy polder) szabatos felszíni és felszínalatti vízmérlegének, sómérlegének az elkészítése [9,15,19]. Ez ad ugyanis lehetőséget a víz- és sómérlegek kívánt irányban és mértékben történő mesterséges befolyásolására, illetve az ezt célzó megfelelő intézkedések kidolgozására. Jelentős kutatások folynak ezen mesterséges vízgazdálkodási beavatkozások (drenázs, öntözés stb.) talajvízháztartási hatásának meghatározására és e hatás minél pontosabb és biztonságosabb előrejelzésére [10, 11].

Tapasztalataik szerint egy terület hidrológiai jellemzésére az alábbi paraméterek ismerete szükséges [22, 23, 39, 40]:

- a) poldervízszint (cm)
 - b) vízáthjárhatósági tényező (transmissability, kD-faktor) (m²/nap)
 - c) a fedőréteg vertikális ellenállása (leakage koeficiens, faktor) (nap)
 - d) piezometrikus vízszint (mélyebb víztartó rétegek vízének nyomásállapotára jellemző nyugalmi vízszint) (cm)
 - e) szivárgási tényező (seepage, Q-faktor) (cm/nap)
- Ha fenti tényezők közül három ismert,



1. ábra
Homok-box alacsony pF-értékek meghatározására

úgy a további kettő számítható. A polder-vízszint (a poldereket behálózó csatornák mesterséges vízszintszabályozásával fenn tartott talajvízszint) pontosan ismert. Megfelelő piezométer-hálózat telepítésével viszonylag egyszerű a piezometrikus vízszintek mérése is. A víztartó rétegek horizontális vízvezetőképességére jellemző kD-faktor vagy a szóbanforgó rétegek szemese-összetételéből, vagy ún. kísérleti szivattyúzások (pumping tests) adataiból számítható. Előbbi eljárás azonban — különösen vastag víztartók esetében — igen munkaigényes, nehézkes, nem elég pontos, utóbbi pedig nagyon költséges és nehezen interpretálható. A kD-faktor helyett ezért inkább a fedőréteg vertikális ellenállását jellemző C-tényezőt határozzák meg az alábbi összefüggés alapján:

$$C = \frac{D}{K} \quad (1)$$

D = víztartó réteg vastagsága (m)
K = telített talaj vízvezetőképessége (m/nap).

A víztartó réteg vastagsága a geológiai térképekről leolvasható, a vízvezetőképességet pedig vagy a helyszínen, vagy laboratóriumban határozzák meg.

Fenti tényezők ismeretében a víz- és sómérlegek elkészítéséhez szükséges felszínalatti szivárgás (seepage) az alábbi összefüggés alapján számítható:

$$Q = \frac{Ah_v}{C} \quad (2)$$

Q = vertikális szivárgás, m/nap
 Ah_v = piezometrikus vízszintkülönbség, m
C = fedőréteg vertikális ellenállása, nap.

Ha pl. $Ah_v = 0,1$ m, C = 500 nap, akkor
 $Q = \frac{0,1}{500} = 0,0002$ m/nap
 $Q = 0,2$ mm/nap.

A Q-érték alapján meghatározható egy adott terület alól a vízmérleg egyensúlyának megbontása nélkül kitermelhető vízmennyiség, egy meghatározott talajvízszint tartásához pótlandó vagy elvezetendő vízmennyiség, illetve — a szivárgó vizek kémiai összetételének ismeretében — a felszínalatti vizek sóforgalmi hatása. Ilyen vizsgálatokkal állapították meg pl. Hollandia nyugati és délnyugati területein a sós tengervíz felszínalatti beszűremkedésének főbb irányait, kritikus pontjait, s tették meg a megfelelő intézkedéseket (pl. a hidrostatikus nyomáskülönbségeket mérsékelő édesvíz-tározók létesítése stb.) a vizek és talajok további elsősodásának a megakadályozására.

Mint fentiekből kiténik ilyenirányú kutatásoknál igen fontos a vízzel telített talaj vízvezetőképességének (K) az ismerete. A K -t vagy helyszíni (auger-hole módszer [2]), vagy laboratóriumi módszerekkel határozzák meg. Ez utóbbi célra WIT [46] speciális berendezést szerkesztett, amellyel nemcsak felszínközeli, hanem mélyebb és talajvízszint alatti talajrétegekből is gyűjthetők bolygatatlan szerkezetű minták. Az élesélű mintavevő hengereket vagy közvetlenül, vagy egy csővázas fűróberendezés közbeiktatásával nyomják a talajba egy benzinmotoros vibrátor segítségével (2. ábra). Ezután a mintát pneumatikus megoldással emelik ki, s szállítják a laboratóriumba. Az 5, 30 vagy 100 cm hosszú eredeti szerkezetű talajoszlopok vízvezetőképességének ameghatározására az alábbi 2 módszer valamelyikét alkalmazzák:

a) állandó vízszint (constant-head) módszer

b) süllyedő vízszint (falling head) módszer.

Az első módszer elvi vázlatát mutatom be a 3. ábrán. A bolygatatlan szerkezetű talajminta egy állandó vízszintű edénybe merül, felszíne felett egy szivornya ugyan-



2. ábra

Bolygatatlan szerkezetű talajminták vétele talajvízszint alatti mélyebb talajrétegekből

csak állandó (de a külsőnél „ h ”-értékkel alacsonyabb) vízszintet biztosít. A szivornyan időegység alatt eltávozó víz mennyiségéből a K a következő összefüggés alapján számítható:

$$K = \frac{Q \cdot L}{h \cdot F} \quad (3)$$

K = telített talaj vízvezetőképessége (cm/nap)

Q = szivornyan keresztül eltávozó vízmennyiség (ml/nap)

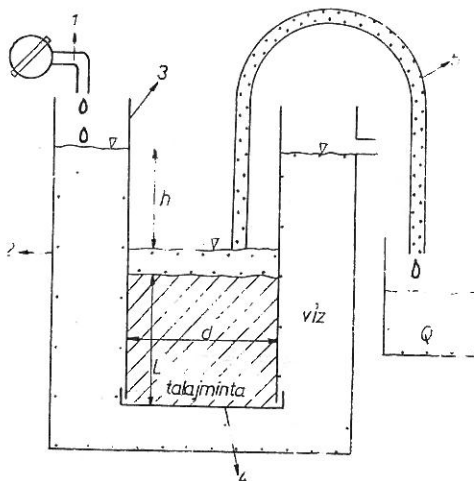
L = a minta hossza (cm)

h = külső és belső vízszint különbsége (cm)

F = minta alapterülete (cm²).

A módszerhez WIT [47] sorozatvizsgálatokra is kiválóan alkalmas berendezést szerkesztett. A 4. ábrán bemutatott készüléken — amely egyszerre 50 minta K -meghatározását teszi lehetővé — a kádban tartott és a minta feletti vízszint „ h ” különbsége egy elektromos érintkezés és nioniszskála segítségével tizedmilliméter pontossággal mérhető, az L és F a mintavevő henger méreteiből ismert, a Q pedig egy bürettároló közvetlenül leolvasható.

Kis vízvezetőképességű (<30 cm/nap) mintáknál előnyösebb és gyorsabb a hasonló elveken alapuló süllyedő-vízszint módszer alkalmazása, amikor a Q értékét



3. ábra

Telített talajok vízvezetőképességének laboratóriumi meghatározása (állandó vízszint módszer) 1. vízcsap, 2. állandó vízszintű edény, 3. mintatartó cső, 4. fémszita és tüllanyag, 5. állandó vízszintet biztosító szivornya

dás talajtani következményeiről, az elárasztott területek só- és kicserélhető kation dinamizmusáról van den BERG és WESTERHOF [3], BEEKOM [1] és van der MOLEN [16] közöl adatokat. Foglalkoznak a szóbanforgó területek meliorációjának a kérdéseivel is, és megállapítják, hogy a kilúgzás csak megfelelő horizontális és vertikális drenázs együttes alkalmazásával biztosítható [18], s eredményesen gyorsítható gipsz és megfelelő fordítás nélküli mélyművelés alkalmazásával.

3. A megfelelő tengerparti védelmi rendszer kiépülésével a sós tengervízzel történő elárasztás veszélye megszűnt. Nem szűnt meg azonban a felszíni és felszínalatti sósvíz beszivárgás (salt intrusion) veszélye. A hajútakon, zsilipeken, még le nem zárt tengeröblökön (elsősorban Hollandia délnyugati deltavidékén) keresztül a sós tengervíz közvetlenül szennyezi dúsítja sótartalmában a folyók egyébként is igen szennyezett vizét, s ugyancsak igen jelentős a tenger felől hidrosztatikusan a térszínileg mélyebb fekvésű polderek felé irányuló felszín alatti sósvízáramlás is. Bár a felszíni vizektől a mélyebb rétegek sós (tengerrel közlekedő) rétegvizeit egy vékony édesvízréteg többnyire elszigeteli, a talajvíz kitermelése, a talajvízháztartás egyensúlyának megbontása esetén a sós altalajvíz vagy közvetlenül keveredik a talajvízzel, s okozhat sófelhalmozódást a talajban, vagy a kitermelt altalajvíz öntözővízkénti felhasználása okozhat sófelhalmozódást a talaj felszínközeli rétegeiben. Elsősorban olyan helyeken fenyegethetnek e veszélyek, ahol a természetes csapadék kilúgzó hatása nem érvényesül, pl. üvegházakban.

4. Hollandia legsúlyosabb ilyen problémáját azonban — különösen az utóbbi években — a felszíni vizek igen erős szennyeződése, sótartalmának megnövekedése jelenti. Hollandia édesvíz készletei meglehetősen korlátozottak, s az ipar, a gyorsan szaporodó s igen nagy népsűrűségű lakosság és az intenzív, belterjes mezőgazdaság igényeit egyre nehezebben tudják kielégíteni. Az ország keleti részének homokdűnéketei, valamint a tengerparti homokdűnék alatti kitermelhető édesvízkészlet viszonylag csekély, s gyakorlatilag az ország teljes édesvíz ellátását a folyók, elsősorban a Rajna, vízhozama jelenti. A Rajna vízének minősége azonban a múlt század 70-es éveitől kezdve, de különösen a II. világháború óta fokozatosan romlik. Ez a sótartalom (elsősorban NaCl-tartalom) megnövekedésében, ipari szennyeződésekkel, toxikus anyagokkal való feldúsulásában egyaránt megnyilvánul. Jellemző pl. hogy a Rajna-víz egy literének Cl-tartalma 1875-ben csupán 10 mg volt, 1915-ben

60 mg-ra, a II. világháború után 150 mg-ra emelkedett, s ma nyári kisvíz idején a 200 mg-t is meghaladja. (Az összes sótartalom a Cl-tartalomnak kb. 3,5-szerese). A megnövekvő sótartalom forrásai egyrészt a víziutak, zsilipek menti sós tengervíz beszivárgások, másrészt Franciaország kálisóbányáinak, Nyugatnémetország kőszénbányáinak és a Ruhr-vidéknek ipari szennyvizei. [20].

Számunkra talán a mintegy 700 mg/literes, NaCl-típusú sótartalom nem tűnik túlságosan nagyknak, azonban Hollandiában ez a sokkoncentráció a növényekre már feltétlenül káros, a termés mennyiségében csökkenést, minőségében romlást okoz. A felszíni és felszínalatti vizek sótartalmának káros hatása rét-legelőnél, takarmánynövényeknél és gabonaféléknél gyakorlatilag nem jelentkezik, egyes érzékenyebb szántóföldi zöldségféléknél (pl. uborka, saláta stb.) száraz években már észrevehető, de mindenekelőtt az értékes szabadföldi hagymás dísnövényeknél, valamint üvegházi zöldség- és dísnövénykultúráknál okozhat érzékeny veszteségeket. Ez utóbbi oka, hogy itt nem érvényesül a természetes csapadék kilúgzó hatása, igen nagy vízmennyiségeket öntöznek ki (600—1000 mm/év), a termesztett növények (saláta, paradicsom, uborka, chrisanthemum stb.) egyébként is viszonylag kevésbé sótűrők, s só-érzékenységük a nagy termésszint (pl. 25 kg uborka + 4 kg saláta, vagy 12 kg paradicsom + 4 kg saláta/év/m²!) esetén még élesebben jelentkezik. Optimális víz-, tápanyag-, fény- és hőellátás esetén már viszonylag kis sokkoncentráció is károsít. BIERHUTZEN [4] és a Naaldwijk-i Üvegházi Kísérleti Állomás adatai szerint pl. a Cl-tartalom 100 mg/literrel történő növekedése üveg alatt termesztett salátánál 2%-os, paradicsomnál 3%-os, uborkánál 6%-os termés-csökkenést eredményez, és a növény ellenállóságát, a termés minőségét is jelentősen rontja.

A káros só-hatások kiküszöbölésére jelentős és eredményes erőfeszítéseket tesznek:

— a tenger felőli felszínalatti sósvízszivárgás csökkentésére a hidrogeológiai vizsgálatokkal megállapított fő áramlási irányokban a hidrosztatikus nyomás-különbségeket mérsékelő édesvíztárolókat létesítenek, illetve ügyelnek arra, hogy csak az édesvízzel utánpótlódó felszínalatti vízkészletet termeljék ki,

— szigorú rendszabályokat hoztak a felszíni vizek minőségének a védelmére, amelyek azonban a megfelelő nemzetközi megállapodás hiányában csak részben bizonyultak hatékonyak

— szabatos víz- és sómérlegek [6, 17, 18, 31, 32] alapján olyan drenázsrendszert terveznek, amely a nyári szárazabb időszakban felhalmozódó és az őszi—téli időszakban a talajvízbe lúgzódó sók területről történő elszállítását biztosítják [6, 18]

— az üvegházak talajában felhalmozódott sókat tenyészidőszakban vagy tenyészidőszakon kívül alkalmazott 300—500 mm öntözővíznormán felüli víz kiadagolásával lúgozzák ki a talajvízbe, s távolítják el a drenázsrendszeren keresztül a területről.

A sóforgalmi kutatásoknál a szabatos vízmérlegekre épülő sómérlegeket alkalmazták [6, 17, 18, 31, 32], amelyeket rendszerint 1—1 polder területére készítenek helyszíni vizsgálatok, modellkísérletek (liziméterek és laboratóriumi modellek) és laboratóriumi elemzések alapján.

Hollandiai tapasztalataim hazai alkalmazásának lehetőségeit röviden az alábbiakban lehetne összefoglalni:

1. A talajok — különösen öntözött talajok — minősítésénél, vízgazdálkodási tulajdonságainak értékelésénél, sőt az öntözési gyakorlat közvetlen irányításánál (pl. a Tiszai Öntözőrendszerekben végzendő folvamos és rendszeres talaj és víz ellenőrzési munkálatoknál stb.) feltétlenül érdemes lenne vizsgálat tárgyává tenni a pF-görbék hazai alkalmazhatóságát, mivel azok meghatározásának módszere tömegvizsgálatokra igen alkalmas, a pF-görbék jól definiálhatók, könnyen értékelhetők, s számos további vizsgálatokhoz nyújtanak értékes alapadatokat. Fontos lenne továbbá a módszer továbbfejlesztése, szikes talajokra való alkalmazhatóságának a kidolgozása.

A nyomásmembrános készülék alkalmazásának emellett nagy jelentősége lenne vízzel csak részben telített talajok talajoldatának kinyerésénél is, amelyek elemzése fiziológiai (sótűrés) és fizikokémiai (kationesere) szempontból egyaránt értékes adatokat szolgáltatna.

2. Mivel a vízzel telített talajokban végbemenő vízmozgás vizsgálata lehetővé teszi a felszínalatti vizek fő áramlási irányainak felderítését, valamint — megfelelő agrometeorológiai mérésekkel (csapadék, evapotranspiráció stb.) kiegészítve — szabatos területi vízmérlegek elkészítését, véleményem szerint hasonló talajtani-hidrológiai-hidrogeológiai kutatásoknak Magyarországon is nagy jelentősége lenne a szikes talajok tekintélyes sókészlete eredetének, származásának pontosabb megállapításához, a sóforrást jelentő talajvíz és rétegvizek fő áramlási irányainak a meghatározásához, az öntözőrendszerek várható komp-

lex víz- és sóháztartási hatásainak előrejelzéséhez, az öntözőrendszereket szükség-szerűen kiegészítő drenázsrendszerek tervezéséhez, valamint egy-egy jól definiált természetföldrajzi vagy vízháztartási egység víz- és sómérlegeinek az elkészítéséhez.

3. A telítetlen talajban végbemenő kapilláris vízmozgás vizsgálata, illetve a talaj kapilláris vízvezetőképességének a meghatározása a kritikus talajvízszint pontosabb meghatározására nyújt lehetőséget. Ennek jelentőségét ma Magyarországon aligha kell hangsúlyozni, hisz a tiszai öntözőrendszerek tervezésénél ez az adat nélkülözhetetlen, az öntözőrendszerek kiépülése, majd fokozatos üzembe-lépése után pedig egy egész országrész víz- és sóforgalmát kell mesterségesen kézben tartani és megfelelően szabályozni ahhoz, hogy az öntözés káros talajtani következményeit megelőzhessük. Ez csak a kritikus talajvízszint ismeretében, a víz- és sómérlegek széleskörű alkalmazásával valósítható meg, amelyek szabatos elkészítéséhez a *k*-értékek szintén nélkülözhetetlenek.

Ehhez azonban szükség van arra, hogy a kapilláris vízvezetőképesség meghatározási módszereinek alkalmazhatóságát szikes talajokra is kiterjesszük, s megkísér- ljük a telítetlen talajban végbemenő víz- mozgás nem-állandó állapotának a figye- lembe vételét is.

Irodalom

- [1] BEEKOM, C. W. G. VAN et al.: Reclaiming land flooded with salt water. *Neth. J. Agric. Sci.* 1. 153—163. 225—244. 1953.
- [2] BEERS, W. F. J. VAN: The auger-hole method. *Int. Inst. Land Recl. Impr. Bull.* No. 1. 1958.
- [3] BERG, C. VAN DEN & WESTERHOF, J. J.: Examination of soils and crops after the inundations of 1st Febr. 1953. I. Salty soils and agricultural crops. *Neth. J. Agric. Sci.* 2. 242—253. 1954.
- [4] BIERHUIZEN, J. F. & PLOEGMAN, C.: Zouttolerantie van tomaten (Salt tolerance of tomato.). *Meded. Dir. Tuinb.* 7—8. 302—310. 1967.
- [5] BON, J.: The influence of a rise of the groundwater table on crop yield. *ICW Techn. Bull.* No. 56. 89—104. 1968.
- [6] BOUMANS, J. H. & MOLEN, W. H. VAN DER: Drainagebehoefte van bevoelde gronden in samenhang met de zoutbalans. *Landbouwk. Tijdschr.* 76. 880—887. 1964.
- [7] Committee for hydrological research, T. N. O. No. 5. 1960. (1. Groundwater levels and groundwater movement in the sandy areas of the Netherlands. 2. Water in unsaturated soil.). T. N. O. Publ. No. 5. 1960.
- [8] Committee for hydrological research, T. N. O. No. 8. (The laws of groundwater flow and their application in practice.). T. N. O. Publ. No. 8. 1963.
- [9] Committee for hydrological research, T. N. O. No. 12. (Water balance studies.). T. N. O. Publ. No. 12. 1966.
- [10] ERNST, L. F.: Grondwaterstromingen in de verzadigde zone en hun bereking bij de aanwezigheid van horizontale evenwijdige open leidigen. Groundwater flow in the saturated zone and its calculation

- when horizontal parallel open conduits are present. Versl. van landbouw. onderz. (V. L. O.), Pudoc Publ. Nr 67.15. 1962.
- [11] ERNST, L. F.: The average change in groundwater level induced by simultaneous application of different methods of water supply. ICW Techn. Bull. No. 56. 49-88. 1968.
- [12] FEDDES, R. A.: The use of lysimeter data in the determination of capillary rise, available water and actual evapotranspiration on three soil profiles. Proc. Reg. Train. Sem. Agromet. 107-124. 1968.
- [13] HARST, G. G. VAN DER & STAKMAN, W. P.: Soil moisture retention curves. I. Directions for the use of the pressure membrane apparatus Range pF 3.0 to 4.2. ICW. Wageningen. 1965.
- [14] HARST, G. G. VAN DER & STAKMAN, W. P.: Soil moisture retention curves. II. Directions for the use of the sand-box apparatus Range pF 0 to 2.7. ICW. Wageningen. 1965.
- [15] MAKING, G. F. & HEEMST, H. D. J. VAN: Water balance and water bookkeeping of regions. Versl. Meded. Comm. Hydr. Onderz. T. N. O. No. 12. 90-112. 1966.
- [16] MOLEN, W. H. VAN DER: The exchangeable cations in soils flooded with sea water. Versl. Landbouwk. Onderz. 63.17. 1957.
- [17] MOLEN, W. H. VAN DER: Over de zouthuishouding in de Noordoostpolder. (Salt relationships in the North-Eastern Polder.). Van zee tot land No. 23. Zwolle. 1958.
- [18] MOLEN, W. H. VAN DER: Drainage in relation to salinity. 7th Int. Course Land Drainage. Wageningen. 1968. (Kézirat).
- [19] PEERLKAMP, P. K.: The development of water balance research in the Netherlands. Versl. Meded. Comm. Hydr. Onderz., T. N. O. No. 12. 9-17. 1966.
- [20] Research in land and water management. ICW Tech. Bull. No. 60. 1967.
- [21] RIDDER, N. A. DE: Hydrogeological investigations in the Netherlands. ICW Techn. Bull. No. 20. 1961.
- [22] RIDDER, N. A. DE, HONDIUS, P. & HELINGS, A. J.: Hydrogeological investigations of the Peel region and its environs. ICW Techn. Bull. No. 48. 1967.
- [23] RIDDER, N. A. DE & WIT, K. E.: Seepage flow analyses of a small polder in the southwestern part of the Netherlands. J. Hydrol. 5. 47-57. 1967.
- [24] RIJTEMA, P. E.: On the relation between transpiration, soil physical properties and crop production as a basis for water supply plans. Vers. Meded. Comm. Hydr. Onderz. T. N. O. No. 15. 28-58. 1968.
- [25] RIJTEMA, P. E.: An analysis of actual evapotranspiration. Versl. Landbouwk. Onderz. 65.9. 1965.
- [26] STAKMAN, W. P.: Determination of moisture tension and moisture content of soils under controlled vapour pressure conditions. ICW Mededeling No. 111. Wageningen. 1968.
- [27] STAKMAN, W. P.: Soil moisture measurements. 7th Int. Course on Land Drainage. Wageningen. 1968. (Kézirat).
- [28] Symposium on water in the unsaturated zone. Wageningen. 1966. IASH Publ. 1969.
- [29] TALSMA, T.: The control of saline groundwater. Meded. Landbouwhogeschool. Wageningen. 63. (10) 1-68. 1963.
- [30] VALK, G. G. M. VAN DER: Proefveld voor onderzoek van grondwaterstand en herontginning te Oudskarspel. (Groundwater level experimental field Oudskarspel.). Meded. Dir. Tuinb. 24. 313-317. 1961.
- [31] VERHOEVEN, B.: Soil moisture studies in view of salt movement control. 4th Int. Congr. Soil Sci. Amsterdam Trans. 3. 165-169. 1950.
- [32] VERHOEVEN, B.: Over de zout- en vocht-huishouding van geïnundeerde gronden. s/Gravenhage. 1953. Versl. Landb. Onderz. 59.5
- [33] VISSER, W. C.: Crop growth and availability of moisture. J. Sci. Food Agric. 10. 1-11. 1959.
- [34] VISSER, W. C.: The agro-hydrological survey of the Netherlands. IASH Comm. Subterr. Waters, No. 52. 51-63. 1961. ICW Techn. Bull. No. 19. 1961.
- [35] VISSER, W. C.: Moisture requirements of crops and rate of moisture depletion of the soil. ICW Techn. Bull. No. 32. 1964.
- [36] VISSER, W. C.: Rules of transfer of water management experience with special reference to the assessment of drainage design constants. Versl. Meded. Comm. Hydr. Onderz. T. N. O. No. 15. 90-149. 1968.
- [37] VISSER, W. C.: Unsaturated soil moisture conditions studied on field observations. Proc. Wageningen Symp. Water in the unsaturated zone - 1966. IASH Publ. 1969.
- [38] WESSELING, J.: Enige aspecten van de waterbeheersing in landbouwgronden. (Some aspects of the water government in agricultural soils.). Versl. Landbouwk. Onderz. 63.5. 1957.
- [39] WESSELING, J.: De stroming van het grondwater en de bepaling van de hydrologische constanten. (The flow of groundwater and the determination of hydrological constants.). Landbouwk. Tijdschr. 74. 934-948. 1962.
- [40] WESSELING, J.: Hydrologische analyse van een gebied ten behoeve van een waterbeheersingsplan. (Review of methods used in hydrological analysis of an agricultural area.). Landbouwk. Tijdschr. 76. 827-841. 1964.
- [41] WESSELING, J.: Hydrology, soil properties, crop growth and land drainage. Versl. Meded. Comm. Hydr. Onderz. T. N. O. No. 15. 9-27. 1968.
- [42] WESSELING, J. & WIT, K. E.: An infiltration method for the determination of the capillary conductivity of undisturbed soil cores. Proc. Wageningen Symp. Water in the unsaturated zone - 1966. IASH Publ. 1969.
- [43] WIND, G. P.: A field experiment concerning capillary rise of moisture in a heavy clay soil. Neth. J. Agr. Sci. 3. 60-69. 1955.
- [44] WIND, G. P.: Capillary rise and some applications of the theory of moisture movement in unsaturated soils. Versl. Meded. Comm. Hydr. Onderz. T. N. O. No. 5. 1960. ICW Techn. Bull. No. 22. 1961.
- [45] WIND, G. P.: Capillary conductivity data, estimated by a simple method. Proc. Wageningen Symp. Water in the unsaturated zone - 1966. IASH Publ. 1969.
- [46] WIT, K. E.: An apparatus for coring undisturbed samples in deep bore holes. Soil Sci. 94. 65-70. 1962.
- [47] WIT, K. E.: Apparatus for measuring hydraulic conductivity of undisturbed soil samples. ICW Techn. Bull. No. 52. 1967.
- [48] ZUUR, A. J.: Over de ontzilting van den bodem in de Wieringermeer; een studie over de zout- en waterbeweging in jonge poldergronden. 's Gravenhage. 1938.
- [49] ZUUR, A. J.: Drainage and reclamation of lakes and of the Zuiderzee. Soil Sci. 74. 75-89. 1952. *Érkezett: 1969. július 1.*