GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

ROČNÍK 42 1990 ČÍSLO 2

MILAN LEHOTSKÝ, JÁN OŤAHEĽ, ANNA GREŠKOVÁ*

KRAJINNÉ TYPY VLAHOVÉHO ZÁSOBOVANIA POĽNOHOSPODÁRSKYCH PLODÍN PODZEMNOU VODOU V ZÁUJMOVOM ÚZEMÍ VODNÉHO DIELA GABČÍKOVO

Milan Lehotský, Ján Oťaheľ, Anna Grešková: Landscape Types of Moisture Supplying Agricultural Plants with Groundwater in the Hinterland of the Hydroelectric Power-plant Gabčíkovo. Geogr. čas., *42,* 1990, 2; 4 maps, 22 refs.

The aim of the contribution is diagnosis of landscape types of moisture supplyin agricultural plants with groundwater. On the basis of criteria involving mean altitude of groundwater level in metre under the surface during vegetation period, position of the contact between gravel sediments and non-gravel sediments of the surficial cover and their physical properties conditioning velocity and altitude of capillary rise, we have identified 7 principal taxons and 20 subtaxons of landscape differentiately influencing supply of agricultural plants with groundwater.

ÚVOD

Intenzívny vstup človeka do krajiny mení mechanizmus fungovania krajinného systému, mení jeho látkové zloženie v časovej i priestorovej dimenzii. Zabezpečiť racionálne fungovanie krajinného systému predpokladá dôkladne poznať jeho prvky a interakcie, relevantné zvlášť z hľadiska plnenia spoločenských funkcií.

Príkladom intenzívneho zásahu človeka do krajiny je v súčasnosti výstavba vodného diela Gabčíkovo na Dunaji v priestore Malej dunajskej kotliny. Krajinný priestor rozsiahlej fluviálnej roviny atypický pre výstavbu klasických údolných vodných diel si vyžaduje špecifické riešenie tejto funkcie. Projekt vodného diela je lokalizovaný v krajinnom systéme, ktorý je významný najmä z týchto hľadísk:

1. prírodno-ochranárskeho (unikátny systém suchozemskej delty Dunaja s množstvom prietokových a mŕtvych ramien so zachovanými lokalitami vodných a lužných rastlinných a živočíšnych spoločenstiev stredoeurópskeho významu);
2. vodohospodárskeho (okrem energie Dunaja je Podunajská rovina mimoriadne bohatá na zásoby podzemných vôd);

* RNDr. Milan Lehotský, CSc., RNDr. Ján Oťaheľ, CSc., RNDr. Anna Grešková, CSc., Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava.

3. lesohospodárskeho a rybárskeho (lužné lesy patria u nás k najproduktívnejším typom, majú krátku dobu obnovy a ich ekosystém plní významné funkcie pre poľovníctvo a rybárstvo);

4. rekreačného (percepčne pôsobivé sú areály ticha lužných lesov, rybolovu a vodných športov);

5. poľnohospodárskeho (zázemie vodného diela patrí k najproduktívnejším regiónom u nás);

6. dopravného (tepna európskeho významu).

Projektovaná prevádzka vodného diela by výrazne ovplyvnila vlastnosti prírodnej štruktúry krajiny zmenou prietoku hlavného toku a zmenou režimových charakteristík podzemných vôd, čo by sa prejavilo v následných zmenách podmienok existencie ekosystému lužných lesov a v tejto súvislosti aj v zmenách prírodoochranných a rekreačných hodnôt krajiny, ale predovšetkým v zmenách podmienok vodného zásobovania podzemnou vodou a v tejto súvislosti aj v zmenách vodohospodárskeho, poľnohospodárskeho, lesohospodárskeho potenciálu záujmového územia.

Kľúčovým prvkom krajinného systému skúmaného územia je voda a jej vlastnosti, vyplývajúce z režimu vodného toku Dunaja a režimu s ním hydraulicky spojených podzemných vôd. Krajinných systém charakterizuje teplá a suchá nížinná klíma a výparný režim pôd, ktoré podmieňujú nedostatočné zásobovanie poľnohospodárskych plodín zrážkovou vodou, ale zároveň bohaté zásoby podzemných vôd na mnohých miestach s hladinou blízkou ku koreňovej zóne, predstavujúce vysoký potenciál vlahového zásobovania poľnohospodárskych plodín. Je pochopiteľné, že v súvislosti so spomínaným zásahom do krajinného systému skúmaného územia a zvlášť s následnými zmenami kľúčového prvku (vody), nás osobitne zaujíma priestorová diferenciácia vlastností podzemných vôd (najmä výška hladiny počas vegetačného obdobia) z aspektu potenciálneho kapilárneho vzlínania ako vlahového zdroja poľnohospodárskych plodín.

METODIKA PRÁCE

Nemusíme dokazovať, že podzemná voda nie je statickým prvkom krajiny. Jej pohyb v horninovom prostredí podmieňuje komplex síl rôzneho druhu, smeru a veľkosti. Sily pôsobiace na podzemnú vodu sú podmienené najmä vlastnosťami horninového prostredia a vlastnosťami vody samotnej ako prírodného prvku (H_2O), ale aj ako krajinného komponenta (forma hydraulickej spojitosti s povrchovým tokom, nadväznosť na jeho režim). Z tohto aspektu je dôležitá analýza kapilárneho pohybu vody v substráte a pôde ako dôsledku kapilárnych síl, vznikajúcich pri vytváraní meniskov v kapilárnych póroch. Kapilárne sily ako výsledok kombinácie adhéznych a kohéznych síl medzi molekulami vody sú v rozhodujúcej miere podmieňované fyzikálnymi vlastnosťami substrátu a pôdy, t. j. charakterom pôdnych častíc a veľkosťou pórov [18]. Nás zvlášť zaujíma, že v konečnom dôsledku kapilárne sily podmieňujú výšku a rýchlosť kapilárneho vzlínania, ktoré sa v rozhodujúcej miere podieľa na vlahovom zásobovaní koreňového systému poľnohospodárskych plodín v prevažnej časti skúmaného krajinného systému.

Na stanovenie priestorovej diferenciácie kapilárneho vzlínania ako vlahového

zdroja poľnohospodárskych plodín v krajine sme analyzovali geoekologické vlastnosti substrátu, podzemnej vody a reliéfovo-pôdnych podmienok.

Substrát sme analyzovali z aspektu:

1. kľúčových fyzikálnych vlastností, v zmysle diferenciácie prostredia podľa veľkosti pórov, podmieňujúcich kapilárne vzlínania;
2. základných chemických vlastností v zmysle diferenciácie pôdneho krytu;
3. stratigrafie sedimentov povrchového krytu a povrchu zvodnených štrkopiesčitých komplexov.

Podzemné vody sme analyzovali z aspektu týchto vlastností:

1. priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody v m pod povrchom počas vegetačného obdobia;
2. hĺbky hladiny podzemnej vody v m pod povrchom na začiatku vegetačného obdobia;
3. hĺbky hladiny podzemnej vody v m pod povrchom na konci vegetačného obdobia;
4. maximálnej úrovne hladiny podzemnej vody v m pod povrchom;
5. časového výskytu maximálnej úrovne hladiny podzemnej vody.

Cieľom morfologicko-pôdnej analýzy krajiny bola identifikácia priestorových štruktúr morfologicko-pôdnych typov krajiny charakterizovaných genetickou formou reliéfu, pôdnym subtypom, resp. varietou s dôrazom na vlastnosti týchto komponentov ovplyvňujúce vlahové zásobovanie poľnohospodárskych plodín (mechanické vlastnosti pôdy, dominantný pôdotvorný proces, poloha pôdnej skupiny v genetickej forme reliéfu) v zmysle práce [2, 5].

Uvedené geoekologické vlastnosti a ich kombinácie sa rozhodujúcou mierou podieľajú na výške a rýchlosti kapilárneho vzlínania, t. j. na vlahovom zásobovaní koreňového systému poľnohospodárskych plodín. V našom riešení sa vzťahujú v kontexte krajinných typov najmä na 3 charakteristické plodiny záujmového územia, a to: ozimnú pšenicu, kukuricu na zrno a cukrovú repu, pričom sa rešpektuje dĺžka ich koreňových systémov. Vychádzame z údajov o dĺžkach koreňov publikovaných prácach [9, 12, 16]. E. Špaldoň [16] udáva hodnoty maximálnych dĺžok koreňových systémov pre ozimnú pšenicu 1,5—1,8 m, pre kukuricu 1,3—3 m a viac a pre cukrovú repu nad 2 m, pričom prevažná časť ich koreňovej hmoty dosahuje dĺžku len 0,30—0,40 m. Pre porovnanie uvádzame ešte hodnoty P. J. Kramera [12] o hĺbke prenikania koreňových systémov kultúrnych rastlín do pôdy, ako ich v práci predkladá J. Kolek, V. Kozinka a kol. [9], podľa ktorých dĺžka zvisle rastúcich koreňov v cm pri jačmeni dosahuje 220, jarnej pšenici 103, cukrovej repy 146 a pri slnečnici 144.

Z uvedených dĺžok koreňových systémov (maximá a prevažná časť koreňovej hmoty) odvodzujeme aj teoretickú limitujúcu úroveň hladiny podzemnej vody 3—4 m pod povrchom. Predpokladáme, že uvedená limitujúca úroveň hladiny podzemnej vody podmieňuje jej kapilárne vzlínanie v substráte a pôde sprašového až ílovitého charakteru až do hĺbky 1—2 m pod povrchom, t. j. do hĺbky maximálneho dosahu koreňových systémov vybraných charakteristických poľnohospodárskych plodín a ich aspoň minimálneho potenciálneho vlahového zásobovania.

Priestorovú diferenciáciu vlahového zásobovania poľnohospodárskych plodín v záujmovom území prezentujeme podľa klasifikačného systému priestorových jednotiek (krajinných typov v zmysle princípov klasifikácie D. G. Grigga [16].

Na 1. klasifikačnom stupni sme použili kritérium priemernej výšky hladiny

podzemnej vody v m pod povrchom počas vegetačného obdobia. Postupne sme diferencovali tieto úrovne:

1. menej ako 1—1,5 m pod povrchom;
2. 1,5—2 m pod povrchom;
3. 2—2,5 m pod povrchom;
4. 2,5—3 m pod povrchom;
5. 3—4 m pod povrchom;
6. viac ako 4 m pod povrchom,

pričom každý typ sme charakterizovali podľa maximálnej výšky uvedených úrovní (rozkyvu hladín).

Na druhom stupni typizácie sme použili kritérium polohy rozhrania štrkových sedimentov s neštrkovými sedimentmi povrchového krytu, umožňujúcimi pohyb kapilárnej vody. Pri jeho priestorovom vyjadrení (pozri mapu) sme vychádzali z izohýps povrchu štrkov, prezentovaných v mape I. Vaškovského [19]. Na základe tohto kritéria diferencujeme územie podľa týchto polôh rozhrania:

1. poloha rozhrania pokryvnej vrstvy a štrkov je na úrovni, resp. pod úrovňou hladiny podzemnej vody (kapilárne vzlínanie funguje);
2. poloha rozhrania pokryvnej vrstvy a štrkov je nad úrovňou hladiny podzemnej vody (kapilárne vzlínanie je prerušené).

Na 3. stupni typizácie sme použili kritérium diferenciácie prostredia (pôd a substrátu) podľa veľkosti pórov upravené podľa [1, 3, 11], podmieňujúce vlahové zásobovanie koreňových systémov poľnohospodárskych plodín. Na základe tohto kritéria identifikujeme tieto skupiny pôd a substrátov (upravené podľa [19, 21]):

1. prostredie s jemnými kapilárnymi pórmi, podmieňujúce relatívne vysokú kapilárnu zónu, a tým aj relatívne intenzívny prítok (kapilárny) vody od hladiny podzemnej vody (ílovité až hlinité sprašové a organogénne sedimenty a pôdy);
2. prostredie so strednými kapilárnymi pórmi, podmieňujúce relatívne stredne vysokú kapilárnu zónu, a tým aj relatívne stredne intenzívny prítok vody od hladiny podzemnej vody (piesčito-hlinité až hlinito-piesčité pôdy a sedimenty nivnej fácie);
3. prostredie s hrubými kapilárnymi pórmi, podmieňujúce relatívne nízku kapilárnu zónu, a tým aj relatívne málo intenzívny prítok vody od hladiny podzemnej vody (piesočnaté pôdy a piesčité fluviálne sedimenty až fluviálno-eolické piesky);
4. prostredie s nekapilárnymi pórmi bez prítoku vody od hladiny podzemnej vody (piesčito-štrkové sedimenty a štrky korytovej fácie).

KRAJINNÝ SYSTÉM — ANALÝZA FYZIOSYSTÉMU

Študované územie predstavuje nížinný krajinný typ fluviálnej roviny s hydromorfnými pôdami, pôvodne s lesostepnou, vlhkomilnou až vodnou vegetáciou. Jeho vývoj bol podmienený antagonistickým pôsobením a vzájomnou súvislosťou dvoch procesov: nerovnakého tektonického poklesávania a nerovnako rýchlej kolmácie splavenín Dunaja na poklesávajúce záujmové územie [14]. Mechanizmus fungovania tohto krajinného systému podmieňuje najmä režim vodného toku Dunaja a režim s ním hydraulicky spojených podzemných vôd. V

prírodnej štruktúre typu nížinnej akumulačnej krajiny môžeme detailnejšie diferencovať v zmysle práce [15] tri geoekologické subtypy:

1. staré agradačné valy s černozemami, tvrdými lužnými lesmi až lesostepou;
2. mladé agradačné valy a nivy s fluvizemami a čiernicami s prevažne mäkkými lužnými lesmi;
3. mokraďové depresie s fluvizemami a čiernicami glejovými s mäkkými lužnými lesmi až spoločenstvami slatinísk.

Analyzované územie sa vyznačuje bohatými zásobami pórových podzemných vôd v mocných akumuláciách štrkov Malej dunajskej kotliny. Patrí k typu teplej a suchej nížinnej klímy so sumou teplôt 10 °C a viac, 3 000—3 200 °C, s priemernými teplotami v januári —1 °C až —4 °C, v júli 19,5 °C — 20,5 °C a priemerným ročným úhrnom zrážok 530—650 mm [17].

Ako sme už spomenuli v úvode, hladina podzemných vôd sa na mnohých miestach nachádza v úrovni koreňovej zóny poľnohospodárskych plodín, čím je do určitej miery zabezpečené ich vlahové zásobovanie v jednom z našich najproduktívnejších poľnohospodárskych regiónov.

Priestorovú diferenciáciu kapilárneho vzlínania ako vlahového zdroja poľnohospodárskych plodín podmieňujú najmä geoekologické vlastnosti substrátu, podzemnej vody a reliéfovopôdnych podmienok. V tomto zmysle uvádzame aj ich analýzu.

KRAJINNÝ SUBSTRÁT

V krajinnom type fluviálnej roviny Žitného ostrova tvoria substrát až niekoľko desiatok metrov mocné kvartérne sedimenty. V centrálnom, najviac poklesnutom priestore v okolí Dunajskej Stredy, tvoria kvartérne sedimenty spolu s levantskými súvrstviami zvodnených pieskov až štrkov (kolárovské vrstvy) bez zreteľnej stratigrafickej diferenciácie až 300 m mocný zvodnený komplex tzv. dunajských štrkov [4]. Zvodnený komplex štrkov je v priamej hydraulickej spojitosti s Dunajom a vodný režim pôd okrem režimu podzemných vôd a klímy determinujú vlastnosti povrchových sedimentov kvartéru.

Kvartérny vývoj študovaného územia okrem uvedených základných diferenciačných činiteľov (tektonických pohybov Dunaja) ovplyvnili aj klimatické oscilácie v pleistocéne. Dunaj po uložení staršieho štrkovo-piesčitého komplexu, najmä v dôsledku silnej akumulácie naplavenín, veľmi často menil na jeho povrchu, morfologicky mierne naklonenej fluviálnej rovine náplavového kužeľa s vrcholom pri Bratislave a základňou pri Komárne [14], svoje hlavné i vedľajšie korytá. Bohatou spleťou ramien, meandrov a mŕtvych ramien vytvoril svojrázny hydrologický systém suchozemskej delty. V rámci tohto systému je uloženie (stratigrafia) sedimentov povrchového krytu komplikovanejšie, pričom jeho stavbu okrem fluviálnych sedimentov spestrujú aj eolické (piesky, sprašové hliny) a organogénne sedimenty. Hrúbka sedimentov povrchového krytu je v priemere 3 m, maximálne 5—8 m.

Krajinný substrát analyzujeme z aspektu vlastností, ktoré diferencujú geoekologickú štruktúru krajiny a priamo determinujú vlahové zásobovanie poľnohospodárskych plodín podzemnou a kapilárnou vodou. V tomto zmysle krajinný substrát chápeme ako systém, časť fyziosystému, ktorý tvoria uvedené prvky

(kvartérne sedimenty, podzemná a povrchová voda) a ich vlastnosti, určujúce pôdnu a biotickú diferenciáciu krajiny. V uvedenom kontexte sú kľúčovými fyzikálne vlastnosti (rozdielna veľkosť pórov) substrátu, ktoré podmieňujú rýchlosť a výšku kapilárneho vzlínania, pričom rešpektujeme údaje o pohybe vody v substráte a v pôde v zmysle metodiky práce. Keď vychádzame z prác [19, 21], priestorovo diferencujeme krajinný substrát do 5 základných typov, a to:

1. Typ ílovitých (organických) hlín — zastupujú ho predovšetkým fácie mŕtvych ramien, charakteristické takmer lineárnym výskytom. Výplň mŕtvych ramien tvoria zrnotistne zväčša ílovité, ílovito-hlinité až hlinité, len zriedka piesčito-hlinité humózne kaly a slatiny s rôznym podielom organizačnej zložky, ktorý určuje aj sfarbenie sedimentov od tmavosivej po čiernu.

2. Typ sprašových hlín — nachádza sa na štrkovom komplexe prevažne v pleistocénnom jadre Žitného ostrova. Mocnosť hlín sa pohybuje od 80 cm (menšie plochy na holocénnej nive) až do 2,7 m (súvislejšie plochy v pleistocénnom jadre). Svetlosivohnedé až žltkasté, zrnitostne ílovité až piesčité hliny sú silne vápnité.

3. Typ fluviálnych piesčitých hlín až hlinitých pieskov — zahŕňa sedimenty tzv. nivnej fácie, charakteristické najväčším priestorovým rozšírením, najviac však na nižšom stupni holocénnej fluviálnej roviny. Mocnosti sedimentov sa pohybujú najčastejšie od 0,5 do 3 m, zriedka dosahujú 4—5 m [20]. Zrnitostne prevládajú hliny, pričom je zrejmé zjemňovanie sedimentov od hlavného koryta smerom k jadru Žitného ostrova.

4. Typ pieskov — predstavuje fluviálne a fluvioeolické sedimenty, z ktorých ako variácie pieskov nivnej fácie prevládajú fluviálne piesočnaté sedimenty od veľmi jemnozrnných po strednozrnné piesky svetlohnedej až hnedej farby. Najviac sú rozšírené a najväčšie plochy dosahujú v pririečnych rovinách (v medzihrádzovom priestore), ale vyskytujú sa aj v rámci pleistocénneho jadra. Fluviálno-eolické, previate piesky sú zriedkavé.

5. Typ štrkov — zahŕňa štrkové komplexy korytovej fácie, vystupujúce až na povrch medzi sedimenty povrchového krytu. Ich hĺbku pod sedimentmi povrchového krytu vyjadrujú izohypsy v mape 1. V hornej časti Žitného ostrova vystupujú štrky veľmi často na povrch, a to buď v pleistocénnom jadre, alebo v holocénnej nive (pozri mapu 1). Celkove mocnosť korytovej (fluviálnej) fácie kolíše podľa tektoniky. Pod Bratislavou dosahujú štrkové komplexy mocnosť 20 m, v okolí Gabčíkova 130—150 m.

Okrem priestorovej analýzy substrátu je potrebná aj stratigrafická, vertikálna analýza, diferencujúca sedimenty povrchového krytu od povrchu zvodnených štrkových komplexov. Poloha tohto rozhrania, aj vo vzťahu k hladine podzemných vôd, je rozhodujúca z aspektu fungovania kapilárneho vzlínania a na mape ju vyjadrujeme izohypsami podľa údajov I. Vaškovského [19].

Ako sme uviedli v analýze, krajinný substrát chápeme ako časť fyziosystému a v tomto zmysle pri klasifikácii krajinných typov substrátu uplatňujeme aj kritérium potenciálneho vplyvu podzemných a povrchových vôd na kvartérne sedimenty a pôdy, relevantný najmä z hľadiska poľnohospodárskych plodín (pozri mapu 1 a vysvetlivky).

Dunaj vytvoril v Malej dunajskej kotline mohutný náplavový kužeľ, ktorý tvoria dobre priepustné sedimenty. Charakter zlomovej kotliny a neotektonické poklesávanie podmienili dlhotrvajúci hydrogeologický proces akumulácie neogénnych a kvartérnych sedimentov, ktoré sú ideálnym prostredím na vytváranie zásob podzemných vôd vo veľkom množstve. Tlakové zmeny vyvolané takýmto množstvom vody a nerovnomerným horizontálnym a vertikálnym rozložením rôzne zvodnených sedimentov vytvárajú dva dynamické režimy — povrchový a hĺbkový. My sme študovali podzemné vody I. zvodneného horizontu s povrchovým režimom. Rozhodujúci vplyv na dynamiku, kvalitu i kvantitu podzemných vôd zvlášť uvedeného horizontu priľahlého územia počas celého roka má Dunaj, ktorého relatívne vysoká poloha hladiny vzhľadom na okolité územie vytvára priaznivé podmienky na infiltráciu dunajských vôd z rieky do kvartérnych sedimentov.

Režim podzemných vôd na uvedenom území sme skúmali na základe týždenných údajov o výškach hladiny podzemnej vody v objektoch základnej pozorovacej siete SHMÚ za roky 1976—1985. V záujmovom území sa nachádza 47 pozorovacích objektov SHMÚ. Do úvahy sme brali aj širšie zázemie študovaného územia, aby sme získali čo najpresnejšie údaje aj v okrajových častiach územia. Celkove sme vyhodnotili 67 pozorovacích objektov. Podzemné vody študovaného územia patria svojou genézou zväčša medzi vody dunajské, čo je zároveň hlavný faktor podmieňujúci vznik špecifického režimu podzemných vôd a spôsob doplňovania zásob. Počas roka sa vzájomná závislosť prejavuje aj tak, že režim podzemných vôd, najmä v pririečnej zóne, sa v časovom slede prispôsobuje hydrologickému režimu Dunaja.

V študovanom území sa priemerná hladina podzemnej vody v rokoch 1976—1985 pohybovala v týchto hĺbkach. Najhlbšie sa nachádzala hladina podzemnej vody v hornej časti študovaného územia, v úseku od Bratislavy po Hrušov (3,5—9,5 m pod terénom). Najväčšiu hĺbku dosahovala hladina podzemnej vody na ľavej strane Dunaja, bezprostredne pod Bratislavou (9,5 m). Táto skutočnosť je umocňovaná atropogénnou činnosťou.

Intenzívne prehlbovanie koryta Dunaja, veľkoodbery podzemných vôd, hydraulická clona petrochemického kombinátu Slovnaft a ďalšie úpravy prispeli k poklesnutiu hladiny podzemnej vody. Negatívne dôsledky činnosti človeka sa odzrkadlujú aj v zmenšovaní zdrojov podzemných vôd. Na pravej strane Dunaja, v petržalskej oblasti sa nachádzala hladina podzemnej vody 3,5—5 m pod terénom. V priestore Jarovce-Rusovce-Čunovo sa pohybovala v priemere 6—6,5 m pod terénom. V dolnej časti, od Hrušova po Medveďov sa nachádzala hladina podzemnej vody 1,5—3 m pod terénom. Najbližšie k povrchu bola hladina podzemnej vody vo východnej časti, v močaristých depresných miestach Čiližskej mokrade.

Vzhľadom na cieľ nášho výskumu zaujímal nás hlavne priebeh hladiny podzemnej vody počas vegetačného obdobia (III.—IX.). Na základe štúdia a analýzy režimových charakteristík hladiny podzemnej vody vo vegetačnom období v rokoch 1976—1985 sme v záujmovom území uskutočnili 5-stupňovú typologickú regionalizáciu v mierke 1:50 000. Pri získaní režimových charakteristík sme vychádzali z najpodrobnejších, teda týždenných údajov o výškach hladiny podzemnej vody. Tieto základné údaje sme štatisticky spracovali a vyhodnotili.

Pri vyhodnotení hladiny podzemnej vody nám pomohli mapy izočiar hĺbok hladiny podzemnej vody v metroch pod terénom, ktoré boli na tento účel zakreslené na kresliacom zariadení s použitím softwaru, ktorým disponuje Výpočtové stredisko SAV. V systéme členenia územia metódou „zhora nadol" sme získali mozaiku regiónov režimových charakteristík hladiny podzemnej vody vo vegetačnom období, ktoré sme opísali päťčíselným kódom (pozri mapu 2). Treba podotknúť, že sme vychádzali z priamych bodových meraní, ktorých hodnoty sme interpolovali do priestoru. Presnosť údajov je preto zaručená v pozorovacích bodoch. Priestorové rozloženie charakteristických hĺbok hladiny podzemnej vody v metroch pod terénom zostáva po celý rok za všetkých situácií rovnaké, menia sa iba kvalitatívne ukazovatele. Rozloženie priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody za vegetačné obdobie v rokoch 1976—1985 bolo podobné ako priemer za sledované desaťročie, hladina podzemnej vody sa však nachádzala asi o 0,5 m bližšie k povrchu terénu. V celej hornej časti študovaného územia od Bratislavy po Hrušov a po oboch stranách Dunaja sa nachádzala hladina podzemnej vody na začiatku vegetačného obdobia o 0,5 m hlbšie (3,5—9,5 m) ako v priemere za vegetačné obdobie. Na konci vegetačného obdobia sa hladina podzemnej vody pohybovala na ľavom brehu Dunaja v tých istých hĺbkach ako v priemere za vegetačné obdobie. Na pravom brehu Dunaja, v petržalskej oblasti, sa nachádzala prevažne v tých istých hĺbkach ako na začiatku vegetačného obdobia. V dolnej časti záujmového územia sa hladina podzemnej vody nachádzala na začiatku aj na konci vegetačného obdobia prevažne v tých istých hĺbkach ako v priemere za vegetačné obdobie (1—3 m). Maximálnu úroveň dosahovala hladina podzemnej vody v hornej časti územia na ľavom brehu Dunaja v júli; východne od Bratislavy zase v auguste, pričom hladina podzemnej vody bola v priemere o 0,5 m vyššia ako priemerná hladina za vegetačné obdobie. Hladina podzemnej vody sa nachádzala 2,5—9 m pod terénom. V petržalskej oblasti dosahovala hladina podzemnej vody maximálnu úroveň v júni pri hĺbkach 3,5—5 m. V oblasti Jarovce—Rusovce—Čunovo sa maximum vyskytlo v júli, pri hĺbkach 4—6 m pod terénom.

V dolnej časti územia dosahovala hladina podzemnej vody maximálnu úroveň v júni, južne od Dunajskej Stredy v máji a pohybovala sa v hĺbkach 1—3,5 m pod terénom.

RELIÉFOVO-PÔDNE PODMIENKY

Priestorovú diferenciáciu morfologického komplexu podmienili podľa M. Lukniša, E. Mazúra (14) dva protikladne pôsobiace vzájomne sa ovplyvňujúce činitele, a to diferenciačno-tektonické pohyby a práca Dunaja. Na nerovnomerné priečne poklesávanie západnej a východnej časti skúmaného územia a nerovnako rýchlu agradáciu Dunaja v uvedených poklesávajúcich častiach sa následne viaže aj vývoj konkrétnych pôd. Ich diferenciácia bola podmienená hĺbkou hladiny podzemnej vody, dĺžkou trvania dominantných hydromorfných, resp. automorfných podmienok a zrnitostným zložením sedimentov—substrátov, ktoré modifikujú režim pôdneho profilu (8).

Na základe morfogenetického (forma reliéfu), geneticko-pôdneho kritéria a kritéria režimu vlhkosti pôdy identifikujeme taxóny pedomorfologických typov krajiny skúmaného územia. Taxóny predstavujú chorologické jednotky —

pôdne asociácie s paragenetickým katénovým priestorovým aspektom (13) podmieneným tektonicko-akumulačnými t. j. morfogenetickými procesmi, následným diferencovaným stupňom hydromorfnosti, vlhkostným režimom (pozri mapu 3.) V texte sa zameriame na opis 4 hlavných taxónov.

1. Typ na alúviu s fluvizemami arenickými karbonátovými s väčšinou nevýrazne vyvinutým ochrickým humusovým horizontom s menším nadbytkom zásobenia pôdy vlahou kapilárnym vzlínaním v jarných mesiacoch a výrazným deficitom zásobovania pôdy vlahou kapilárnych vzlínaním v letných mesiacoch. Taxón je rozšírený v priestore recentného divočenia Dunaja (medzi hrádzami), t. j. v najvyššej časti recentného agradačného valu. Pôdy sú mladé fluvizeme arenické s nevýrazne vyvinutým humusovým horizontom. Lokálne, najmä vo východnej časti skúmaného územia nachádzame lepšie vlahove zásobené fluvizeme pelické, resp. glejové. Taxón predstavuje priestor vývojove najtesnejšie spojený s kolísaním hladiny Dunaja.

2. Typ na holocénnom agradačnom vale s fluvizemami väčšinou arenickými karbonátovými s ochrickým až melanickým humusovým horizontom s nadbytkom zásobenia pôdy vlahou kapilárnym vzlínaním v jarných mesiacoch (fluvizeme v západnej časti skúmaného územia) a čiernicami typickými karbonátovými, lokálne glejovými s molickým čiernicovým humusovým horizontom počas celého roka dostatočne, dobre až veľmi dobre (5) zásobené vlahou kapilárnym vzlínaním. Taxón je rozšírený v podobe paralelného pásu v západnej časti lievikovite sa rozširujúceho pozdĺž vlastného alúvia Dunaja. Hydrologicky je menej zviazaný s kolísaním hladiny vody v Dunaji (hlavne vo východnej časti skúmaného územia).

3. Typ na starom (pleistocénnom) jadre (pleistocénnych a agradačných valoch) prevažne s černozemami typickými karbonátovými arenickými a černozemami čiernicovými s výrazne vyvinutým molickým černozemným humusovým horizontom s minimálnym až nijakým zásobením pôdy vlahou kapilárnym vzlínaním.

Taxón nachádzame v najsevernejšej časti skúmaného územia, t. j. v priestore s hĺbkou hladiny podzemnej vody väčšinou nad 3 m. Zásobovanie vodou týchto pôd je len zrážkami, resp. umelo. Vlhkostný režim taxónu je veľmi málo ovplyvňovaný režimom Dunaja, ako aj režimom podzemných vôd.

4. Typ holocénnych depresií ako posledný hlavný taxón predstavuje krajinný systém najtesnejšie režimove zviazaný s režimom podzemných vôd. V závislosti od stupňa intenzity väzby na režim podzemnej vody, resp. toku, ako aj množstva zásobovania pôdy vlahou kapilárnym vzlínaním identifikujeme v rámci tohto typu 4 subtypy, z ktorých priestorove sú najviac rozšírené depresie s karbonátovými čiernicami glejovými a pelickými a organozemami počas celého roka veľmi dobre zásobované vlahou kapilárnym vzlínaním a depresie s fluvizemami typickými až glejovými karbonátovými, organozemami typickými karbonátovými, čiernicami typickými a glejovými karbonátovými na alúviu dobre zásobované vlahou kapilárnym vzlínaním len v jarnom období, menej v ostatných častiach roka.

Na miestach s menej intenzívnym vplyvom podzemnej vody sa vyvinul prechodný subtyp (medzi agradačným valom a depresiou) s černozemami čiernicovými a čiernicami černozemnými s minimálnym zásobovaním pôdy vlahou kapilárnym vzlínaním.

KRAJINNÉ TYPY VLAHOVÉHO ZÁSOBOVANIA

Priestorovú diferenciáciu podmienok vlahového zásobovania poľnohospodárskych plodín v záujmovom území vodného diela Gabčíkovo uvádzame v zmysle metodiky práce podľa klasifikačnej schémy krajinných typov. Krajinné typy na nižších taxonomických úrovniach diferencujeme podľa stratigrafie kvartérnych sedimentov (poloha rozhrania štrkových a neštrkových sedimentov vo vzťahu k hladine podzemných vôd, zrnitostné vlastnosti, pozri mapu 4 a vysvetlivky). Bližšie charakterizujeme len hlavné taxóny.

1. Krajinný typ potenciálne veľmi výrazného vlahového zásobovania plodín podzemnou vodou s priemernou hladinou podzemnej vody vo vegetačnom období v hĺbke menej ako 1 m pod povrchom

V skúmanom území sa krajinný typ nachádza na neveľkej ploche na SV od Gabčíkova. Viaže sa na priestor staroholocénnej depresie mimo inundácií povrchových vôd. Krajinný substrát tvoria sedimenty nivnej fácie (piesčité hliny až hlinité piesky). Hĺbka štrkového podložia kolíše od 2 do 3 m pod povrchom a neobmedzuje kapilárne vzlínanie. Plošne malý ostrov štrkového podložia vystupuje na povrch na V od Gabčíkova. Dané morfologicko-hydrologické podmienky podmienili vývoj karbonátových pôd s ochrickým až melanickým nivným A-horizontom (fluvizeme typické, čiernice typické až glejové). V krajinnom type s priemernou hladinou podzemnej vody počas vegetačného obdobia 1 m pod povrchom, s potenciálnou výškou vzlínania v celom profile fyziotopu sú čiastočne obmedzené poľné osevné postupy. Pre tento typ sú vhodnejšie zeleninárske osevné postupy.

2. Krajinný typ potenciálne výrazného vlahového zásobovania plodín podzemnou vodou s priemernou hladinou vody počas vegetačného obdobia v hĺbke 1,5—2 m

Krajinný typ sa v skúmanom území rozkladá v dvoch priestorových celkoch. Prvý, ktorý ohraničujú zhruba obce Dobrohošť—Rohovce—Horný Bar, sa nachádza prevažne na mladoholocénnom poriečnom agradačnom vale. Druhý, rozšírený vo východnej časti skúmaného územia medzi obcami Baka—Jurová—Pastuchy—Pálkovičovo, zasahuje do morfologických celkov mladoholocénneho agradačného valu a staroholocénnej depresie. Krajinný substrát tvoria prevažne sedimenty nivnej fácie, menej sú zastúpené ďalšie typy sedimentov povrchového krytu (ílovité hliny, fluvioeolické piesky) a na povrch vystupujú aj ostrovy štrkov. Hĺbka štrkových komplexov je väčšinou len do 2 m pod povrchom, zvlášť v centrálnom priestore záujmového územia. Keďže sa hladina podzemnej vody nachádza väčšinou v štrkových komplexoch, nedochádza ku kapilárnemu vzlínaniu a vlahová potreba poľnohospodárskych plodín je zabezpečovaná len v zóne koreňových systémov viac ako 1 m pod povrchom. V častiach, kde sa hĺbka štrkového podložia nachádza pod úrovňou hladiny podzemných vôd, nie je kapilárne vzlínanie obmedzené. V krajinnom type sú dominantné karbonátové pôdy s molickým čiernicovým A-horizontom.

3. Krajinný typ potenciálne priemerného vlahového zásobovania plodín podzemnou vodou s priemernou hladinou podzemnej vody počas vegetačného obdobia v hĺbke 2—2,5 m pod povrchom

Krajinný typ zaberá pomerne rozsiahlu centrálnu časť záujmového územia zhruba v priestore Báč—Blatná na Ostrove—Dunajská Streda—Vrakúň—Baka. Zasahuje do troch morfologických celkov, v južnej časti je rozšírený na mladoholocénnom agradačnom vale, jeho centrálnu časť vypĺňa staroholocénna depresia a severnú časť tvorí pleistocénne jadro. V substráte väčšinou dominujú sedimenty nivnej fácie, ale priestorove sú už viac zastúpené aj typy ílovitých organických hlín, sprašových hlín a fluvioeolických pieskov. Na povrch vystupujú aj väčšie ostrovy štrkov korytovej fácie. Relatívne hlbšia hladina podzemnej vody v krajinnom type podmieňuje väčšie diferencie vlahového zásobovania podľa stratigrafie a vlastností kvartérnych sedimentov. V prevažnej časti krajinného typu je hĺbka rozhrania štrkových sedimentov nad priemernou hladinou podzemných vôd počas vegetačného obdobia, čím dochádza len k málo výraznému zabezpečovaniu vlahovej potreby plodín v koreňovej zóne v hĺbke 2 m pod povrchom. V priestore staroholocénnej depresie, ako aj v častiach typu s fungujúcim kapilárnym vzlínaním predpokladáme výraznejšie zabezpečovanie vlahovej potreby poľnohospodárskym plodinám. V priestore pleistocénneho jadra prevládajú karbonátové pôdy s molickým černozemným A-horizontom, kým v priestore agradačného valu sú typické karbonátové pôdy s molickým čiernicovým A-horizontom. Podobné zastúpenie pôdnych typov, ale so zložitejším priestorovým patternom nachádzame aj v staroholocénej depresii.

4. Krajinný typ potenciálne málo výrazného vlahového zásobovania plodín podzemnou vodou s priemernou hladinou podzemnej vody vo vegetačnom období v hĺbke 2,5—3 m pod povrchom

Krajinný typ priestorove zaberá v záujmovom území len úzke pásy, prvý pozdĺž obcí Báč—Trnávka—Čechová a druhý v oblúku Dunajská Streda—Vrakúň—Padáň. Typ je rozšírený väčšinou na pleistocénnom jadre a len malá časť zasahuje do staroholocénnej depresie. Okrem sprašových hlín tvoria substrát všetky typy uvádzaných sedimentov povrchového krytu i štrkov korytovej fácie. Hĺbka podzemnej vody determinuje v tomto krajinnom type relatívne najväčšie diferencie v podmienkach vlahového zásobovania v závislosti od stratigrafie a vlastností kvartérnych sedimentov. V prevažnej časti krajinného typu je hĺbka rozhrania štrkových sedimentov nad priemernou hladinou podzemných vôd vo vegetačnom období, čím dochádza len k obmedzenému zabezpečovaniu vlahovej potreby plodín (s koreňovou sústavou siahajúcou k hladine podzemnej vody (kukurica). Prevládajúcimi pôdami sú karbonátové pôdy s molickým černozemným a čiernicových A-horizontom.

5. Krajinný typ nevýrazného vlahového zásobovania plodín podzemnou vodou s priemernou hladinou podzemnej vody počas vegetačného obdobia v hĺbke 3—4 m pod povrchom

Priestorove je lokalizovaný v oblasti Šamorína, Macova a na V od obce Vrakúň. Typ charakterizujú podobné reliéfovo-substrátovo pôdne podmienky ako

predchádzajúci taxón, len s rozšírenejším výskytom pôd s ochrickým až melanickým nivným A-horizontom na recentných fluviálnych sedimentoch agradačného valu. Priemerná hladina podzemnej vody vo vegetačnom období ešte viac obmedzuje vlahové zásobovanie poľnohospodárskych plodín.

6. Krajinný typ takmer bez vlahového zásobovania plodín podzemnou vodou s priemernou hladinou podzemnej vody počas vegetačného obdobia v hĺbke viac ako 4 m pod povrchom

Priestorove zaberá územie na SZ od Hamuliakova po oboch stranách Dunaja až po Bratislavu. Vlahové zásobovanie poľnohospodárskych plodín závisí predovšetkým od atmosferických zrážok alebo od umelého zavlažovania.

7. Krajinný typ kombinovaného povrchového a podpovrchového vlahového zásobovania plodín

Je priestorovo obmedzený na medzihrádzový priestor pozdĺž Dunaja. Charakterizuje ho potenciálne veľmi výrazné až takmer nijaké vlahové zásobovanie plodín podzemnou vodou v závislosti od výšky hladiny podzemnej vody počas vegetačného obdobia a substrátových podmienok (analyzovaných pri krajinných typoch 1.—6.). Krajinný typ okrem zásobovania podzemnou vodou dopĺňa potenciálne povrchové zaplavovanie vodami Dunaja. Poľnohospodársky je tento typ využívaný len výnimočne formou lúk a pasienkov. Z toho aspektu ho podľa kritérií uvedených v metodike práce bližšie priestorovo nediferencujeme.

ZÁVER

Schéma typizácie diferencuje analyzované územie podľa vlahového zásobovania poľnohospodárskych plodín v priestore s najvyššou poľnohospodárskou produkciou u nás. Zo schémy vyplýva, že krajinné typy 1. a 2. (veľmi výrazného vlahového zásobovania) zabezpečujú aj v suchej nížinnej klíme relatívne výrazný podiel vlahovej potreby poľnohospodárskym plodinám počas vegetačného obdobia.

Musíme si však uvedomiť, že vlahové zásobovanie podzemnou vodou (kapilárne vzlínanie), determinované substrátovo-pôdnymi podmienkami je len parciálnym faktorom, podmieňujúcim výnosnosť poľnohospodárskych plodín. Z tohto aspektu diagnostikujeme v záujmovom území vlahové najlepšie zásobené typy v priestore Rohovce—Horný Bar a Gabčíkovo—Topoľovec. V dôsledku výstavby vodného diela sa všeobecne predpokladajú zmeny hladín podzemných vôd. Tieto skutočnosti výrazne zmenia aj súčasnú diagnózu typov vlahového zásobovania poľnohospodárskych plodín podzemnou vodou, pričom v prípade negatívnych zmien musíme uvažovať aj s negatívnym ekonomickým dopadom (náklady na zavlažovanie, resp. odvodňovanie) na poľnohospodársku výrobu práve v jednom z doteraz najproduktívnejších poľnohospodárskych regiónov v ČSFR.

V tomto zmysle narastá význam ďalšieho vedeckého sledovania (monitoringu) záujmového územia s cieľom poznať mechanizmus jeho fungovanie v nových podmienkach, a tým zabezpečiť jeho racionálne využívanie.

Autori aj touto cestou ďakujú RNDr. J. Šútorovi, DrSc., z Ústavu hydrológie a hydrauliky SAV za jeho cenné rady a pripomienky k tejto práci.

LITERATÚRA

1. ATTERBERG, A. (1908): Studien aus dem Gebiete der Bodenkunde. — Low. Versucht., Bd. 69 B. In: Kovda, V. A. (1973): Osnovy učenija o počvach 1., 2. Nauka, Moskva. — 2. BEDRNA, Z. a kol.: Pôdne režimy. Veda, Bratislava 1989. — 3. BENETÍN, J. (1970): Dynamika pôdnej vlahy. Vyd. SAV, Bratislava. — 4. BUDAY, T. et al.: Regionální geologie ČSSR, II. Západní Karpaty 2, Ústř. Ústav geol., Praha 1967. — 5. FULAJTÁR, E.: Fyzikálne vlastnosti pôd Slovenska, ich úprava a využitie. Poľnohospodárstvo, 1/86, Veda, 1986. — 6. GRIGG, D. B. (1965): The logic of the regional systems. Annals of the Ass. of Am. Geogr., *55*, pp. 465—491. — 7. HÁLEK, V.: Prognóza hladin podzemních vod Žitného ostrova se zřetelem na řešení ekologických problémů Žitného ostrova. (Správa) VVÚ VSH VUT, Brno 1987. — 8. HRAŠKO, J.: Genéza a recentné procesy v černozemných pôdach Podunajskej nížiny. (Dokt. diz. práca). VÚPVR, 1974. — 9. KOLEK, J., KOZINKA, V. et al. (1988): Fyziológia koreňového systému rastlín. Veda, Bratislava. — 10. Komplexný prieskum pôd okresov: Bratislava vidiek, Dunajská Streda a Bratislava. Mapy 1:50 000 (pôdno-ekologické jednotky). Archív VÚPVR.

11. KOVDA, V. A. (1973): Osnovy učenija o počvach 1., 2. Nauka, Moskva. — 12. KRAMER, P. J. (1969): Plant and soil water relationships: A modern synthesis. McGraw-Hill Book Comp., New York. — 13. LINKEŠ, V.: A contribution to the characterization of the soil cover structure of the West Carpathians an the adjacent part of Sub-Carpathian Lowlands. Vedecké práce VÚPVR, *13*, 1985, pp. 27—35. — 14. LUKNIŠ, M., MAZÚR, E. (1959): Geomorfologické regióny Žitného ostrova. Geogr. Čas., *11*, (3), pp. 161—206. — 15. MAZÚR, E. et al.: Geoekologické (prírodné krajinné) typy. Mapa mierky 1:500 000. Atlas SSR, Bratislava, pp. 98—99. — 16. ŠPALDOŇ, E. et al. (1982): Rastlinná výroba. Príroda, Bratislava. — 17. TARÁBEK, K.: Klimatickogeografické typy. Mapa mierky 1:1 000 000. Atlas SSR, Bratislava 1980, s. 64. — 18. VÁŠA, J., DRBAL, J. (1975): Retence, pohyb a charakteristiky půdní vody. Práce a Studie, Seš. 131. Výzkum. ústav vodohosp., Praha. — 19. VAŠKOVSKÝ, I. (1975): Účelová kvartérno-geologická mapa Žitného ostrova. (1:50 000). Slovenská kartografia pre IGHP Žilina, Bratislava. — 20. VAŠKOVSKÝ, I., VAŠKOVSKÁ, E.: Regionálny kvartérnogeologický výskum Žitného ostrova. (Záv. správa). Archív GÚDŠ, Bratislava 1977.

21. VAŠKOVSKÝ, I. et al. (1988): Geologická mapa Bratislavy a okolia. (1:25 000). SGÚ a GÚDŠ, Bratislava. — 22. ZELENSKÝ, K. (1980): Typy poľnohospodárskej produkcie. Mapa mierky 1:500 000. Atlas SSR, Bratislava, pp. 206—207.

Mapy — pozri prílohy.

Mapa 1. Krajinné typy substrátu (fyziosystému): geoekologický aspekt (autor: J. Oťaheľ, spracované z podkladov: I. Vaškovský (1975), I. Vaškovský et al. (1988)

1. Krajinný substrát s hlbším zvodnením podzemnou vodou (priemerná hladina podzemnej vody je vo vegetačnom období 4 a viac m pod povrchom) — podzemná voda nemá výraznejší vplyv na pôdny a vegetačný kryt.
1. 1. Krajinný substrát v dosahu epizodických inundácií povrchových vôd (medzihrádzový priestor).
1. 1. 2. Typ ílovitých hlín (fluvioorganické sedimenty).
1. 1. 2. Typ piesčitých hlín až hlinitých pieskov (nivná fácia).
1. 1. 3. Typ pieskov (fluvioeolické sedimenty).
1. 1. 4. Typ štrkov (korytová fácia).

1. 2. Krajinný substrát mimo dosahu inundácií povrchových vôd.
1. 2. 1. Typ ílovitých hlín (väčšinou fluvioorganické sedimenty).
1. 2. 2. Typ sprašoidných (silne vápnitých) hlín.
1. 2. 3. Typ piesčitých hlín (nivná fácia).
1. 2. 4. Typ pieskov (fluvioeolické sedimenty).
1. 2. 5. Typ štrkov (korytová fácia).
2. Krajinný substrát s plytkým zvodnením podzemnou vodou (hladina podzemnej vody je vo vegetačnom období do 4 m pod povrchom) — podzemná voda má potenciálny vplyv (kapilárnym vzlínaním) na pôdny a vegetačný kryt.
2. 1. Krajinný substrát v dosahu epizodických inundácií povrchových vôd (medzihrádzový priestor).
2. 1. 1. Typ ílovitých hlín (prevažne fluvioorganické sedimenty).
2. 1. 2. Typ piesčitých hlín až hlinitých pieskov (nivná fácia).
2. 1. 3. Typ pieskov (fluvioeolické sedimenty).
2. 1. 4. Typ štrkov (korytová fácia).
2. 2. Krajinný substrát mimo dosahu inundácií povrchových vôd.
2. 2. 1. Typ ílovitých hlín (prevažne fluvioorganické sedimenty).
2. 2. 2. Typ sprašoidných (silne vápnitých) hlín.
2. 2. 3. Typ piesčitých hlín až hlinitých pieskov (nivná fácia).
2. 2. 4. Typ pieskovcov (fluvioeolické sedimenty).
2. 2. 5. Typ štrkov (korytová fácia).
3. Izohypsy povrchu štrkov (v m pod povrchom — vyjadrujú mocnosť sedimentov povrchového krytu).
4. Povrchové vody (umelá vodná nádrž a kanál).
5. Obrysy vybraných sídiel.

Mapa 2. Režimové charakteristiky hladiny podzemnej vody vo vegetačnom období (III.—IX.) v rokoch 1976—1985 (autor: Anna Grešková).

Klasifikačné znaky vyznačené v mape dvojčíslami:

1. dvojčíslie — priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v m pod povrchom vo vegetačnom období.
2. dvojčíslie — hĺbka hladiny podzemnej vody v m pod povrchom na začiatku vegetačného obdobia.
3. dvojčíslie — hĺbka hladiny podzemnej vody v m pod povrchom na konci vegetačného obdobia.
4. dvojčíslie — maximálna úroveň hladiny podzemnej vody v m pod povrchom.
5. dvojčíslie — časový výskyt maximálnej úrovne hladiny podzemnej vody.

Hodnoty 1., 2., 3. a 4. dvojčíslia (hĺbka hladiny podzemnej vody v m pod povrchom):

01	1	—	1,5	11	6	—	6,5
02	1,5	—	2	12	6,5	—	7
03	2	—	2,5	13	7	—	7,5
04	2,5	—	3	14	7,5	—	8
05	3	—	3,5	15	8	—	8,5
06	3,5	—	4	16	8,5	—	9
07	4	—	4,5	17	9	—	9,5
08	4,5	—	5	18	9,5	—	10
09	5	—	5,5	19	10	—	10,5
10	5,5	—	6				

Hodnoty 5. dvojčíslia: 1. číslo dvojčíslia poradie mesiaca v roku (máj až august).
2. číslo dvojčíslia poradie dekády v mesiaci (1 až 4).

Mapa 3. Pedomorfologické typy krajiny (autor: Milan Lehotský).

1. Alúvium recentného divočenia toku (medzihrádzový priestor) s pôdami s väčšinou ochrickým nivným humusovým A—horizontom na recentných karbonátových fluviálnych sedimentoch.
1. 1. S tendenciou periodického rozplavovania s fluvizemami typickými karbonátovými a arenickými karbonátovými.
1. 2. S tendenciou akumulácie s fluvizemami typickými karbonátovými a fluvizemami glejovými karbonátovými.
2. Holocénny agradačný val s pôdami s ochrickým až melanickým nivným A—horizontom a pôdami s molickým čiernicovým A—horizontom na recentných fluviálnych sedimentoch.
2. 1. S karbonátovými pôdami s ochrickým až melanickým nivným A—horizontom.
2. 1. 1. Fluvizeme prevažne arenické.
2. 1. 2. Fluvizeme glejové.
2. 2. S karbonátovými pôdami s molickým čiernicovým A—horizontom.
2. 2. 1. Černozeme čiernicové až čiernice černozemné.
2. 2. 2. Čiernice typické.
2. 2. 3. Čiernice glejové.
3. Pleistocénne jadro (staré agradačné valy) s prevažne karbonátovými pôdami s molickým černozemným A—horizontom na pleistocénnych fluviálnych a fluvioeolických sedimentoch.
3. 1. Černozeme typické.
3. 2. Černozeme typické až černozeme arenické.
3. 3. Černozeme čiernicové.
3. 4. Fluvizeme typické.
4. Staroholocénne depresie prevažne na karbonátových fluviálnych sedimentoch.
4. 1. S karbonátovými pôdami s molickým čiernicovým A—horizontom.
4. 1. 1. Čiernice glejové a čiernice pelické, lokálne organozeme typické.
4. 1. 2. Čiernice glejová, lokálne organozeme typické.
4. 1. 3. Čiernice typické, čiernicové až glejové a organozeme typické.
4. 1. 4. Čiernice pelické až glejové.
4. 1. 5. Čiernice typické až pelické.
4. 1. 6. Čiernice typické.
4. 2. S karbonátovými pôdami s molickým černozemným a čiernicovým A—horizontom.
4. 2. 1. Černozeme čiernicové až čiernice černozemné.
4. 2. 1. 1. Typické.
4. 2. 1. 2. Pelické.
4. 3. S karbonátovými pôdami z rôznych skupín a zložitým patternom.
4. 4. S karbonátovými pôdami s väčšinou ochrickým až melanickým nivným A—horizontom.
4. 4. 1. Fluvizeme typické a čiernice typické až glejové.
4. 4. 2. Fluvizeme glejové a organozeme typické až glejové.

Mapa 4. Krajinné typy vlahového zásobovania poľnohospodárskych plodín podzemnou vodou (autori: M. Lehotský, J. Oťaheľ).

1. Krajinný typ potenciálne veľmi výrazného vlahového zásobovania plodín podzemnou vodou s priemernou hladinou podzemnej vody vo vegetačnom období v hĺbke menej ako 1 m pod povrchom.
1. 1. Typ vlahového (kapilárneho) zásobovania s polohou rozhrania štrkov s neštrkovými sedimentmi povrchového krytu na úrovni, resp. pod úrovňou hladiny podzemnej vody, veľmi výrazne zabezpečujúci vlahovú potrebu plodinám.
1. 1. 1. Typ vlahového zásobovania v jemne pórovitých sedimentoch a pôdach ílovitých až hlinitých (sprašoidné a organogénne hliny), s relatívne vysokou kapilárnou zónou a relatívne intenzívnym prítokom vody od hladiny podzemnej vody.

1. 1. 2. Typ vlahového zásobovania v stredne pórovitých sedimentoch a pôdach piesčito-hlinitých (sedimenty nivnej fácie), s relatívne stredne vysokou kapilárnou zónou a relatívne stredne intenzívnym prítokom vody od hladiny podzemnej vody.

1. 2. Typ vlahového (nekapilárneho) zásobovania v štrkových sedimentoch povrchového krytu, veľmi výrazne zabezpečujúci vlahovú potrebu plodinám len v zóne koreňových systémov 1 m pod povrchom.

2. Krajinný typ potenciálne výrazného vlahového zásobovania plodín podzemnou vodou s priemernou hladinou podzemnej vody vo vegetačnom období v hĺbke 1,5—2 m.

2. 1. Typ vlahového (kapilárneho) zásobovania s polohou rozhrania štrkov s neštrkovými sedimentmi povrchového krytu na úrovni, resp. pod úrovňou hladiny podzemnej vody, výrazne až priemerne zabezpečujúci vlahovú potrebu plodinám.

2. 1. 1. Typ vlahového zásobovania v jemne pórovitých sedimentoch a pôdach ílovitých až hlinitých (sprašoidné a organogénne hliny), s relatívne vysokou kapilárnou zónou a relatívne intenzívnym prítokom vody od hladiny podzemnej vody.

2. 1. 2. Typ vlahového zásobovania v stredne pórovitých sedimentoch a pôdach piesčito-hlinitých (sedimenty nivnej fácie), s relatívne stredne vysokou kapilárnou zónou a relatívne stredne intenzívnym prítokom vody od hladiny podzemnej vody.

2. 1. 3. Typ vlahového zásobovania v hrubo pórovitých sedimentoch a pôdach piesčitých (fluviálne a fluviálno-eolické piesky), s relatívne nízkou kapilárnou zónou a relatívne málo intenzívnym prítokom vody od hladiny podzemnej vody.

2. 2. Typ vlahového (nekapilárneho) zásobovania s polohou rozhrania štrkov s neštrkovými sedimentmi povrchového krytu nad úrovňou hladiny podzemnej vody, výrazne zabezpečujúci vlahovú potrebu plodinám len v zóne koreňových systémov viac ako 1 m pod povrchom.

3. Krajinný typ potenciálne priemerného vlahového zásobovania plodín podzemnou vodou s priemernou hladinou podzemnej vody vo vegetačnom období v hĺbke 2—2,5 m pod povrchom.

3. 1. Typ vlahového (kapilárneho) zásobovania s polohou rozhrania štrkov s neštrkovými sedimentmi na úrovni, resp. pod úrovňou hladiny podzemnej vody len priemerne zabezpečujúci vlahovú potrebu plodinám.

3. 1. 1. Typ vlahového zásobovania v jemne pórovitých sedimentoch a pôdach ílovitých až hlinitých (sprašoidné a organogénne hliny), s relatívne vysokou kapilárnou zónou a relatívne intenzívnym prítokom vody od hladiny podzemnej vody.

3. 1. 2. Typ vlahového zásobovania v stredne pórovitých sedimentoch a pôdach piesčito-hlinitých (sedimenty nivnej fácie), s relatívne stredne vysokou kapilárnou zónou a relatívne stredne intenzívnym prítokom vody od hladiny podzemnej vody.

3. 1. 3. Typ vlahového zásobovania v hrubo pórovitých sedimentoch a pôdach piesčitých (fluviálne a eolické piesky), s relatívne nízkou kapilárnou zónou a relatívne málo intenzívnym prítokom vody od hladiny podzemnej vody.

3. 2. Typ vlahového (nekapilárneho) zásobovania s polohou rozhrania štrkov s neštrkovými sedimentmi povrchového krytu nad úrovňou hladiny podzemnej vody, len málo výrazne zabezpečujúci vlahovú potrebu plodinám v zóne koreňových systémov v hĺbke 2 m pod povrchom.

4. Krajinný typ potenciálne málo výrazného vlahového zásobovania plodín podzemnou vodou s priemernou hladinou podzemnej vody vo vegetačnom období v hĺbke 2,5—3 m pod povrchom.

4. 1. Typ vlahového (kapilárneho) zásobovania s polohou rozhrania štrkov s neštrkovými sedimentmi povrchového krytu na úrovni, resp. pod úrovňou hladiny podzemnej vody.

4. 1. 1. Typ vlahového zásobovania v jemne pórovitých sedimentoch a pôdach ílovitých až hlinitých (sprašoidné a organogénne hliny), s relatívne vysokou kapilárnou zónou a relatívne intenzívnym prítokom vody od hladiny podzemnej vody.

4. 1. 2. Typ vlahového zásobovania v stredne pórovitých sedimentoch a pôdach piesčito-hlinitých (sedimenty nivnej fácie), s relatívne stredne vysokou kapilárnou zónou a relatívne stredne intenzívnym prítokom vody od hladiny podzemnej vody.

4. 2. Typ vlahového (nekapilárneho) zásobovania s polohou rozhrania štrkov s neštrkovými sedimentmi povrchového krytu nad úrovňou hladiny podzemnej vody len obmedzene zabezpečujúci vlahovú potrebu plodinám s koreňovou sústavou dosahujúcou hladinu podzemnej vody (možné len s kukuricou).
5. Krajinný typ nevýrazného vlahového zásobovania plodín podzemnou vodou s priemernou hladinou podzemnej vody vo vegetačnom období v hĺbke 3—4 m pod povrchom.
5. 1. Typ vlahového (kapilárneho) zásobovania v jemne pórovitých sedimentoch a pôdach ílovitých až hlinitých (spraašoidné a organogénne hliny), s relatívne vysokou kapilárnou zónou a relatívne intenzívnym prítokom vody od hladiny podzemnej vody.
5. 2. Typ vlahového (nekapilárneho) zásobovania s polohou rozhrania štrkov s neštrkovými sedimentmi povrchového krytu nad úrovňou hladiny podzemnej vody len minimálne zabezpečujúci vlahovú potrebu plodinám s koreňovou sústavou dosahujúcou hladinu podzemnej vody (možné len s kukuricou).
6. Krajinný typ kombinovaného povrchového a podpovrchového vlahového zásobovania plodín.
7. Krajinný typ takmer bez vlahového zásobovania plodín podzemnou vodou s priemernou hladinou podzemnej vody vo vegetačnom období v hĺbke viac ako 4 m pod povrchom.
8. Umelé (plánované) plochy zdrže a kanálov.

Милан Леготски, Ян Отягель, Анна Грешкова

ЛАНДШАФТНЫЕ ТИПЫ ВЛАГОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПОДЗЕМНОЙ ВОДОЙ НА ТЕРРИТОРИИ НАХОДЯЩЕЙСЯ В СФЕРЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОСООРУЖЕНИЯ ГАБЧИКОВО

Интенсивные вмешательства человека в ландшафт изменяют механизм функционирования ландшафтной системы, изменяют её вещественный состав во временной и пространственной димензии. В настоящее время примером интенсивного вмешательства человека в ландшафт является строительство гидросооружения Габчиково.

Гидросооружение резко повлияет на свойства природной структуры надшафта, главным образом в результате изменения режима водотока Дуная и режима с ним гидравлически связанных подземных вод. Изменение свойств ключевого элемента ландшафтной системы отразится в последующих изменениях природоохранных и рекреационных ценностей, но, главным образом, в изменениях воднохозяйственного и сельскохозяйственного потенциала данной территории.

В статье преимущественно рассатривается пространственная дифференциация свойств подземных вод (главным образом высоты уровня подземных вод в вегетационный период) с аспектов потенциального капиллярного поднятия как источника влаги для сельскохозяйственных культур.

Для выявления пространственной дифференциации капиллярного поднятия в ландшафте нами проанализированы геоэкологические свойства субстрата, подземных вод и рельефно-почвенных условий. Эти геоэкологические свойства и их комбинации решающей мерой влияют на высоту и скорость капиллярного поднятия, т. е. на влагоснабжение корневых систем сельскохозяйственных культур. С точки зрения нашего подхода в контексте к ландшафтным типам мы их учитываем, главным образом, в отношении к озимой пшенице, зерновой кукурузе и сахарной свекле. В зависимости от длины их корневых систем (от максимумов и преоблада-

ющей части корневой массы) нами определяется также теоретически лимитирующая высота уровня подземной воды 3—4 метра под поверхностью, которая в илистых и суглинистых субстратах и почвах обеспечивает еще потенциальное капиллярное влагообеспечение избранных сельскохозяйственных культур.

Пространственная дифференциация влагоснабжения сельскохозяйственных культур подземной водой на данной территории нами документируется в виде классификационной системы пространственных единиц — ландшафтных типов (карта 4).

В качестве классификационных критериев нами избраны: на первом уровне критерий средней высоты уровня подземной воды в метрах под поверхностью в течение вегетационного периода, на втором уровне критерий местоположения предела между галечными и негалечными седиментами в поверхностном покрове и на третьем уровне критерий дифференциация среды (почв и субстрата) в зависимости от величины порозных отверстий. Среди выделенных 7 главных таксонов и 20 таксонов более низкого порядка нами диагностицируются на данной территории еще до введения гидросооружения в ход как наиболее хорошо влагоснабженные типы участки, расположенные вблизи населенных пунктов Роговце-Горны Бар и Габчиково-Топольёвец.

Влагоснабжение подземной водой (капиллярное поднятие), обусловленное субстратно-почвенными условиями является лишь частным фактором, влияющим на урожайность сельскохозяйственных культур. В результате строительства гидросооружения в общем предполагаются такие изменения высот уровней подземных вод, которые явно изменят нами приведенный диагноз типов влагоснабжения сельскохозяйственных культур подземной водой. Поэтому повышается роль мониторинга этих изменений свойств в одном из до сих пор наиболее продуктивных регионов в Чехо-Словакии.

Карта 1. Ландшафтные типы субстрата (физиосистемы): геоэкологический аспект. (Автор: Я. Отягель; составлено по материалам: И. Вашковски 1975, И. Вашковски и др. 1988).

1 Ланшафтный субстрат с более глубоким обводнением подземной водой (средняя глубина уровня подземной воды в вегетационный период 4 и более метров под поверхностью) — подземная вода более заметно не влияет на почвенный о растительный покров

1.1 Ландшафтный субстрат в пределах влияния эпизодических затоплений поверхностными водами (междамбовые участки)

1.1.1 Тип илистых глин (флювиоорганические седименты)

1.1.2 Тип суглинков и супесей (пойменная фация)

1.1.3 Тип песков (флювиоэоловые седименты)

1.1.4 Тип гальки (русловая фация)

1.2 Ландшафтный субстрат вне влияния затоплений поверхностными водами

1.2.1 Тип илистых глин (преимущественно флювиоорганические седименты)

1.2.2 Тип лессовидных (сильно калцинированных) глин

1.2.3 Тип суглинков (пойменная фация)

1.2.4 Тип песков (флювиоэоловые седименты)

1.2.5 Тип гальки (русловая фация)

2 Ландшафтный субстрат с более мелким обводнением подземной водой (глубина уровня подземной воды в вегетационный период менее 4 м под поверностью) — подземная вода потенциально влияет (в результате капиллярного поднятия) на почвенный и растительный покров

2.1 Ландшафтный субстрат в пределах влияния эпизодических затоплений поверхностными водами (междамбовые участки)

2.1.1 Тип илистых глин (преимущественно флювиоорганические седименты)

2.1.2 Тип суглинков и супесей (пойменная фация)

2.1.3 Тип песков (флювиоэоловые седименты)
2.1.4 Тип гальки (русловая фация)
2.2 Ландшафтный субстрат вне влияния затоплений поверхностными водами
2.2.1 Тип илистых глин (преимущественно флювиоорганические седименты)
2.2.2 Тип лессовидных (сильно калцинированных) глин
2.2.3 Тип суглинков и супесей (пойменная фация)
2.2.4 Тип песков (флювиоэоловые седименты)
2.2.5 Тип гальки (русловая фация)
3 Изогипсы поверхности гальки (в метрах под поверхностью — выражают мощность седиментов поверхностного покрова)
4 Поверхностные воды (искусственное водохранилище и канал)
5 Контуры застройки избранных населенных пунктов

Карта 2. Характеристики режима уровня подземной воды в вегетационный период (март — сентябрь) в 1976—1985 гг.
(Автор: А. Грешкова)
Классификационные знаки обозначенные на карте парой цифр:
1-я пара цифр — средняя глубина уровня подземной воды в метрах под поверностью в вегетационный период
2-я пара цифр — глубина уровня подземной воды в метрах под поверхностью в начале вегетационного периода
3-ья пара цифр — глубина уровня подземной воды в метрах под поверхностью в конце вегетационного периода
4-я пара цифр — максимальная глубина уровня подземной воды в метрах под поверностью
5-я пара цифр — данные о времени наличия максимальной высоты уровня подземной воды

Значения 1-ой, 2-ой, 3-ьей и 4-ой пары цифр (глубина уровня подземной воды в метрах под поверхностью):

01	1 — 1,5	11	6 — 6,5
02	1,5 — 2	12	6,5 — 7
03	2 — 2,5	13	7 — 7,5
04	2,5 — 3	14	7,5 — 8
05	3 — 3,5	15	8 — 8,5
06	3,5 — 4	16	8,5 — 9
07	4 — 4,5	17	9 — 9,5
08	4,5 — 5	18	9,5 — 10
09	5 — 5,5	19	10 — 10,5
10	5,5 — 6		

Значения 5-ой пары цифр:
1-ая цифра от 5 до 8 — номер месяца в году (май — август)
2-ая цифра от 1 до 4 — номер декады в месяце

Карта 3. Педоморфологические типы ландшафта
(Автор: М. Леготски)
1 Аллювий современного развития водотока (междамбовые участки) с почвами преимущественно с коричневым пойменным гумусным А-горизонтом на современных карбонатных флювиальных седиментах
1.1 с тенденцией периодического намывания с флювиземами типичными карбонатными и аренические карбонатными
1.2 с тенденцией аккумуляции с флювиземами типичными карбонатными и с флювиземами глеевыми карбонатными
2 Голоценовый агградационный вал с почвами с коричневым и даже меланическим пойменным А-горизонтом и почвами с молловым луговым А-горизонтом на современных флювиальных седиментах

2.1 с карбонатными почвами с коричневым и даже меланическим пойменным А-горизонтом
2.1.1 флювиземы преимущественно аренические
2.1.2 флювиземы глеевые
2.2 с карбонатными почвами с молловым луговым А-горизонтом
2.2.1 черноземы луговые и даже луговые почвы черноземные
2.2.2 луговые почвы
2.2.3 луговые почвы глееватые
3 Плейстоценовое ядро (древние агградационные валы) с преимущественно карбонатными почвами с молловым черноземным А-горизонтом на плейстоценовых флювиальных и флювиоэоловых седиментах
3.1 черноземы типичные
3.2 черноземы типичные и даже черноземы аренические
3.3 черноземы луговые
3.4 флювиземы типичные
4 Древнеголоценовые депрессии преимущественно на карбонатных флювиальных седиментах
4.1 с карбонатными почвами с молловым луговым А-горизонтом
4.1.1 луговые почвы глееватые и луговые почвы пелосоловые, местами органоземы типичные
4.1.2 луговые почвы глееватые, местами органоземы типичные
4.1.3 луговые почвы типичные, черноземные и даже глееватые и органоземы типичные
4.1.4 луговые почвы пелосоловые и даже глееватые
4.1.5 луговые почвы типичные и даже пелосоловые
4.1.6 луговы почвы
4.2 с карбонатными почвами с молловым черноземным и луговым А-горизонтом
4.2.1 черноземы луговые и даже луговые почвы черноземные
4.2.1.1 типичные
4.2.1.2 пелосоловые
4.3 с карбонатными почвами из разных групп и с разным составом
4.4 с карбонатными почвами преимущественно с коричневым и даже меланическим луговым А-горизонтом
4.4.1 флювиземы типичные и луговые почвы типичные и даже глееватые
4.4.2 флювиземы глееватые и органоземы типичные и даже глееватые

Карта 4. Ландшафтные типы влагоснабжения сельскохозяйственных культур подземной водой
(Авторы: М. Леготски, Я. Отягель)

1 Ландшафтный тип потенциально очень явного влагоснабжения культур подземной водой со средним уровнем подземной воды в вегетационный период на глубине менее 1 м под поверхностью
1.1 Тип капиллярного влагоснабжения с расположением разграничения галечных от негалечных седиментов поверхностного покрова на высоте или же ниже высоты уровня подземной воды, очень явно обеспечивающий влагоснабжение культур
1.1.1 Тип влагоснабжения в мелкопорозных седиментах и почвах илистых и даже глинистых (лессовидные и органогенные глины), с относительно высокорасположенной капиллярной зоной и с относительно интенсивным притоком воды от уровня подземной воды
1.1.2 Тип влагоснабжения в среднепорозных седиментах и почвах супесчаных (седименты пойменной фации), с относительно средне высокорасположенной капиллярной зоной и с относительно среднеинтенсивным притоком воды от уровня подземной воды

1.2 Тип некапиллярного влагоснабжения в галечных седиментах поверхностного покрова, очень явно обеспечивающий влагоснабжение культур лишь в зоне корневых систем на глубине 1 м под поверхностью

2 Ландшафтный тип потенциально явного влагоснабжения культур подземной водой со средней высотой уровня подземной воды в вегетационный период на глубине 1,5 — 2 м

2.1 Тип капиллярного влагоснабжения с расположением разграничения галечных от негалечных седиментов поверхностного покрова на высоте или ниже высоты уровня подземной воды, очень явно или же средне обеспечивающий влагоснабжение культур

2.1.1 Тип влагоснабжения в мелкопорозных седиментах и почвах илистых и даже глинистых (лессовидные и органогенные глины), с относительно высокорасположенной капиллярной зоной и с относительно интенсивным притоком воды от уровня подземной воды

2.1.2 Тип влагоснабжения в среднепорозных седиментах и почвах супесчаных (седименты пойменной фации), с относительно средне высокорасположенной капиллярной зоной и с относительно среднеинтенсивным притоком воды от уровня подземной воды

2.1.3 Тип влагоснабжения в крупнопорозных седиментах и почвах песчаных (флювиальные и флювиально-эоловые пески), с относительно низкорасположенной капиллярной зоной и с относительно малоинтенсивными притоком воды от уровня подземной воды

2.2 Тип некапиллярного влагоснабжения с расположением разграничения галечных от негалечных седиментов поверхностного покрова выше уровня подземной воды, явно обеспечивающий водоснабжение культур лишь в зоне корневых систем ниже 1 м под поверхностью

3 Ландшафтный тип потенциально среднего влагоснабжения культур подземной водой со средней высотой уровня подземной воды в вегетационный период на глубине 2 — 2,5 м под поверхностью

3.1 Тип капиллярного влагоснабжения с расположением разграничения галечных от негалечных седиментов поверхностного покрова на высоте или ниже высоты уровня подземной воды лишь в среднем обеспечивающий влагоснабжение культур

3.1.1 Тип влагоснабжения в мелкопорозных седиментах и почвах илистых и даже глинистых (лессовидные и органогенные глины), с относительно высокорасположенной капиллярной зоной и с относительно интенсивным притоком подземной воды от уровня подземной воды

3.1.2 Тип влагоснабжения в среднепорозных седиментах и почвах супесчаных (седименты пойменной фации), с относительно средне высокорасположенной капиллярной зоной и с относительно среднеинтенсивным притоком воды от уровня подземной воды

3.1.3 Тип влагоснабжения в крупнопорозных седиментах и почвах песчаных (флювиальные и эоловые пески), с относительно низкорасположенной капиллярной зоной и с относительно малоинтенсивным притоком воды от уровня подземной воды

3.2 Тип некапиллярного влагоснабжения с расположением разграничения галечных от негалечных седиментов поверхностного покрова выше уровня подземной воды, лишь незначительно явно обеспечивающий влагоснабжение культур в зоне корневых систем на глубине 2 м под поверхностью

4 Ландшафтный тип потенциально слабо явного влагоснабжения культур подземной водой со средней высотой уровня подземной воды в вегетационный период на глубине 2,5 — 3 м под поверхностью

4.1 Тип капиллярного влагоснабжения с расположением разграничения галечных от негалечных седиментов поверхностного покрова на высоте или ниже высоты уровня подземной воды

4.1.1 Тип влагоснабжения в мелкопорозных седиментах и почвах илистых и даже глинистых (лессовидные и органогенные глины), с относительно высокорасположенной капиллярной зоной и с относительно интенсивным притоком воды от уровня подземной воды

4.1.2 Тип влагоснабжения в среднепорозных седиментах и почвах супесчаных (седименты пойменной фации), с относительно средне высокорасположенной капиллярной зоной и с относительно среднеинтенсивным притоком воды от уровня подземной воды

4.2 Тип некапиллярного влагоснабжения с расположением разграничения галечных от негалечных седиментов поверхностного покрова выше уровня подземной воды лишь ограниченно обеспечивающий влагоснабжение культур с корневой системой достигающей уровня подземной воды (возможно лишь для кукурузы)

5 Ландшафтный тип неявного влагоснабжения культур подземной водой со средней высотой уровня подземной воды в вегетационный период на глубине 3 — 4 м под поверхностью

5.1 Тип капиллярного влагоснабжения в мелкопорозных седиментах и почвах илистых и даже глинистых (лессовидные и органогенные глины), с относительно высокорасположенной капиллярной зоной и с относительно интенсивным притоком воды от уровня подземной воды

5.2 Тип некапиллярного влагоснабжения с расположением разграничения галечных от негалечных седиментов поверхностного покрова выше уровня подземной воды лишь в минимальной мере обеспечивающий влагоснабжение культур с корневой системой достигающей уровня подземной воды (возможно лишь для кукурузы)

6 Ландшафтный тип комбинированного поверхностного и субповерхностного влагоснабжения культур

7 Ландшафтный тип почти без влагоснабжения культур подземной водой со средней высотой уровня подземной воды в вегетационный период на глубине превышающей 4 м под поверхностью

8 Искусственные (проектируемые) водохранилища и каналы.

Перевод: Л. Правдова

Milan Lehotský, Ján Oťaheľ, Anna Grešková

LANDSCAPE TYPES OF MOISTURE SUPPLYING AGRICULTURAL PLANTS WITH GROUNDWATER IN THE HINTERLAND OF THE HYDROELECTRIC POWER-PLANT GABČÍKOVO

An intensive entry of a man into landscape changes mechanism of working a landscape system, changes its material structure in dimension of time as well as of space. An example of intensive impact of a man upon landscape is in present construction of the hydroelectric power-plant Gabčíkovo.

A hydroelectric power-plant will influence expressively properties of natural structure in landscape, especially changing a Donau water-course regime and regime of groundwaters connected with it hydraulicaly. Change of properties of key element in landscape system will become evident in the following changes of natural protective

and recreation values, but especially in changes of water supply and agricultural potential of the hinterland. In the contribution we are interested particularly in spatial differentiation of groundwater properties (predominantly altitude of groundwater level during vegetation period) from the aspect of potential capillary rise as a moisture source of agricultural plants.

For determinating spatial differentiation of capillary rise in landscape we have analysed geoecological properties of substratum, groundwater and relief — soil conditions. Mentioned geoecological properties and their combinations share effectually with altitude and velocity of capillary rise i. e. with moisture supplying root system of agricultural plants. In our method of solution we apply them in context of landscape types particularly to winter wheat, grain maize and sugar-beet. According to lenght of their root systems (maxima and predominant part of root material) we derive also theoretical limiting level of groundwater level in 3—4 m under surface, which still allows in clayey as much as in sandy-loamy substrata and soils potential capillary moisture supplying by capillary rise of selected plants.

According to classifying system of spatial units-landscape types (Map Nr. 4) we present spatial differentiation of moisture supplying agricultural plants with groundwater in the hinterland.

As classifying criteria served us: at the 1st level criterion of mean altitude of groundwater level in metres under surface during vegetation period; at the 2nd level criterion of position of the contact between gravel sediments and non-gravel sediments in the surficial cover and at the 3rd level criterion of environment differentiation (soil and substratum) according to size of pores. From selected 7 principal taxons and 20 taxons of lower levels we diagnose in the hinterland, before getting hydroelectric power-plant into action, the best moisture supplying types in the region Rohovce—Horný Bar and Gabčíkovo—Topoľovec.

Moisture supplying with groundwater (capillary rise), determined by substratum-soil conditions, is only a partial factor which condition yield of agricultural plants. In consequence of constructing hydroelectric power-plant there are generally expected changes of water levels, which will expressively change also presented diagnosis of moisture supplying types of agricultural plants with groundwater. From the mentioned aspect there increases importance of monitoring these properties in one of the most productive agricultural regions until now in Czecho-Slovakia.

Map 1. Landscape type of substratum (physiosystem): geoecological aspect (author: J. Oťaheľ, worked up according to materials: I. Vaškovský (1975), I. Vaškovský et al. (1988).

1. Landscape substratum with deeper waterlogging with groundwater (mean groundwater level is 4 and more metres under the surface during vegetation period) — groundwater does not have more expressive influence on soil and vegetation cover.
1. 1. Landscape substratum within reach of episodic inundations of surface waters (area between dam).
1. 1. 1. Type of clayey loams (fluvio-organical sediments).
1. 1. 2. Type of sandy loams to loamy sands (alluvial facies).
1. 1. 3. Type of sands (fluvio-eolian sediments).
1. 1. 4. Type of gravels (river-bed facies).
1. 2. Landscape substratum out of the reach of inundations of surface waters.
1. 2. 1. Type of clayey loams (mostly fluvio-organical sediments.
1. 2. 2. Type of loesslike (strongly limy) loams.
1. 2. 3. Type of sandy loams (alluvial facies).
1. 2. 4. Type of sands (fluvio-eolian sediments).
1. 2. 5. Type of gravels (river-bed facies).

2. Landscape substratum with shallow waterlogging with groundwater level is to 4 m under surface during vegetation period) — groundwater has a potential influence (by capillary rise) on soil and vegetation cover.
2. 1. Landscape substratum within reach of episodic inundations of surface waters (area between dam).
2. 1. 1. Type of clayey loams (predominantly fluvio-organical sediments).
2. 1. 2. Type of sandy loams to loamy sands (alluvial facies).
2. 1. 3. Type of sands (fluvio-eolian sediments).
2. 1. 4. Type of gravels (river-bed facies).
2. 2. Landscape substratum out of reach of inundations of surface waters.
2. 2. 1. Type of clayey loams (predominantly fluvio-organical sediments).
2. 2. 2. Type of loesslike (strongly limy) loams.
2. 2. 3. Type of sandy loams to loamy sands (alluvial facies).
2. 2. 4. Type of sands (fluvio-eolian sediments).
2. 2. 5. Type of gravels (river-bed facies).
3. Isohyps of gravel surface (in m under surface-they express surface cover sediments).
4. Surface waters (artificial power-plant and canal).
5. Outlines of selected settlements.

Map 2. Regime characteristics of groundwater level during vegetation period (III.—IX.) in years 1976—1985 (author: Anna Grešková).

Classification signs expressed in map with double-numbers:
1. double-number — mean groundwater level depth in m under surface during vegetation period.
2. double-number — groundwater level depth in m under surface in the beginning of the vegetation period.
3. double-number — groundwater level depth in m under surface in the end of the vegetation period.
4. double-number — maximum level of groundwater level in m under surface.
5. double-number — temporal occurence of maximum level of groundwater level.

Values of the 1st, 2nd, 3rd and 4th double-numbers (groundwater depth in m under surface):

01	1	—	1,5	11	6	—	6,5
02	1,5	—	2	12	6,6	—	7
03	2	—	2,5	13	7	—	7,5
04	2,5	—	3	14	7,5	—	8
05	3	—	3,5	15	8	—	8,5
06	3,5	—	4	16	8,5	—	9
07	4	—	4,5	17	9	—	9,5
08	4,5	—	5	18	9,5	—	10
09	5	—	5,5	19	10	—	10,5
10	5,5	—	6				

Values of the 5th double-number: 1. number of double-number order of month in the (May to August).
2. number of double-number order of decade in the (1 to 4).

Map 3. Pedomorphological types of landscape (author: Milan Lehotský).
1. Alluvium of recent stream wildering (are between dam) with soils of mostly ochric alluvial humus A—horizon on recent calcic fluvial sediments.
1. 1. With tendency of periodical bearing in water with Fluvisols eutric calcaric and arenaceous calcaric.
1. 2. With tendency of accumulation with eutric calcaric Fluvisols and fluvi-eutric Gleysols calcaric.

2. Holocene natural levee with soils of ochric to melanic alluvial A—horizon and soils of mollic phaeozem A—horizon on recent fluvial sediments.
2. 1. With calcaric soils of ochric to melanic alluvial A—horizon.
2. 1. 1. Fluvisols predominantly arenaceous.
2. 1. 2. Fluvi-eutric Gleysols.
2. 2. With calcaric soils of mollic phaeozem A—horizon.
2. .2. 1. Haplic Phaeozems to fluvi-haplic Phaeozems.
2. .2. 2. Fluvi-gleyic Phaeozems.
2. 2. 3. Fluvi-mollic Gleysols.
3. Pleistocene core (old natural levees) with predominantly calcaric soils of mollic chernozem A—horizon on pleistocene fluvial and fluvio-eolian sediments.
3. 1. Haplic Chernozems.
3. 2. Haplic Chernozems to Chernozem arenaceous.
3. 3. Haplic Phaeozems.
3. 4. Eutric Fluvisols.
4. Old-holocene depressions predominantly on calcaric fluvial sediments.
4. 1. With calcaric soils of mollic phaeozem A—horizon.
4. 1. 1. Fluvi-mollic Gleysols and fluvi-gleyic Phaeozems, local autric Histosols.
4. .1. 2. Fluvi-mollic Gleysols, local eutric Histosols.
4. 1. 3. Fluvi-gleyic Phaeozems, phaeozemic to fluvi-mollic Gleysols and eutric Histosols.
4. 1. 4. Fluvi-gleyic Phaeozems (pellic) to fluvi-mollic Gleysols.
4. 1. 5. Fluvi-gleyic Phaeozems to pellic.
4. 1. 6. Fluvi-gleyic Phaeozems.
4. 2. With calcaric soils of mollic chernozem and phaeozem A—horizon.
4.2. 1. Haplic Phaeozems to fluvi-haplic Phaeozems.
4. 2.1. 1. Haplic Chernozem.
4. 2. 1. 2. Verti-haplic Chernozem.
4. 3. With calcaric soils from various groups and compound pattern.
4. 4. With calcaric soils of mostly ochric to melanic alluvial A—horizon.
4. 4. 1. Eutric Fluvisols and fluvi-gleyic Phaeozems to fluvi-mollic Gleysols.
4. 4. 2. Fluvi-eutric Gleysols and eutric Histosols to lepto-eutric Histosols.

Map 4. Landscape types of moisture supplying agricultural plants with groundwater (authors: M. Lehotský, J. Oťaheľ).

1. Landscape type of potentially very expressive moisture supplying plants with groundwater level during vegetation period in depth less than 1 m under surface.
1. 1. Type of moisture (capillary) supplying with position of contact between gravel and non-gravel sediments of surface cover on level, and/or under level of groundwater level, securing very expressively moisture necessity for plants.
1. 1. 1. Type of moisture supplying in slightly porous sediments and claye soils to loamy (loesslike and organogenic loams) with relatively high capillary zone and relatively intensive water inflow from groundwater level.
1. 1. 2. Type of moisture supplying in medium porous sediments and sandy-loamy soils (sediments of alluvial facies), with relatively medium high capillary zone and relatively medium intensive water inflow from groundwater level.
1. 2. Type of moisture (non-capillary) supplying in gravel sediments of surficial cover, securing very expressively moisture necessity for plants only in the zone of root systems 1 m under surface.
2. Landscape type of potentially expressive moisture supplying plants with groundwater of mean groundwater level during vegetation period in depth 1,5—2 m.
2. 1. Type of moisture (capillary) supplying with position of contact between gravels and non-gravel sediments of surficial cover on a level and/or under a level of

groundwater level, securing expressively to on the average moisture necessity for plants.

2. 1. 1. Type of moisture supplying in slightly porous sediments and clayje to loamy soils (loesslike and organogenic loams) with relatively high capillary zone and relatively intensive water inflow from groundwater level.

2. 1. 2. Type of moisture supplying in medium porous sediments and sandy-loamy soils (sediments of alluvial facies) with relatively medium high capillary zone and relatively medium intensive water inflow from groundwater level.

2. 1. 3. Type of moisture supplying in rough porous sediments and sandy soils (fluvial and fluvio-eolian sands) with relatively low capillary zone and relatively little intensive water inflow from groundwater level.

2. 2. Type of moisture (non-capillary) supplying with position of contact between gravels and non-gravel sediments of surficial cover above a level of groundwater level, securing expressively moisture necessity for plants only in zone of rock systems more than 1 m under surface.

3. Landscape type of potentially mean moisture supplying plants with groundwater of mean groundwater level during vegetation period in depth 2—2,5 m under surface.

3. 1. Type of moisture (capillary) supplying with position of contact between gravels and non-gravel sediments on a level and/or under a level of groundwater level, securing only on the average moisture necessity for plants.

3. 1. 1. Type of moisture supplying in slightly porous sediments and clayey to loamy soils (loesslike and organogenic loams) with relatively high capillary zone and relatively intensive water inflow from groundwater level.

3. 2. 1. Type of moisture supplying in medium porous sediments and sandy-loamy soils (sediments of alluvial facies) with relatively medium high capillary zone and relatively medium intensive water inflow from groundwater level.

3. 1. 3. Type of moisture supplying in rough porous sediments and sandy soils (fluvial and eolian sands), with relatively low capillary zone and relatively little intensive water inflow from groundwater level.

3. 2. Type of moisture (non-capillary) supplying with position of contact between gravels and non-gravel sediments of surficial cover above a level of groundwater level, of groundwater level, securing only little expressively moisture necessity for plants in zone of root systems in depth 2 m under surface.

4. Landscape type of potentially little expressive moisture supplying plants with groundwater of mean groundwater level during vegetation period in depth 2,5—3 m under surface.

4. 1. Type of moisture (capillary) supplying with position of contact between gravels and non-gravel sediments of surficial cover on a level and/or under a level of groundwater level.

4. 1. 1. Type of moisture supplying in slightly porous sediments and claye to loamy soils (loesslike and organogenic loams) with relatively high capillary and relatively intensive water inflow from groundwater level.

4. 1. 2. Type of moisture supplying in medium porous sediments and sandy-loamy soils (sediments of alluvial facies) with relatively medium high capillary zone and relatively medium intensive water inflow from groundwater level.

4. 2. Type of moisture (non-capillary) supplying with position of contact between gravels and non-gravel sediments of surficial cover above a level of groundwater level securing only restrictly moisture necessity for plants with root system reaching groundwater level (possible only with maize).

5. Landscape type of unexpressive moisture supplying plants with groundwater of mean groundwater level during vegetation period in depth of 3—4 m under surface.

5. 1. Type of moisture (capillary) supplying in slightly porous sediments and clayey to loamy soils (loesslike and organogenic loams) with relatively high capillary zone and relatively intensive water inflow from groundwater level.

5. 2. Type of moisture (non-capillary) supplying with position of contact between gravels and non-gravel sediments of surficial cover above a level of groundwater level, securing only at least moisture necessity for plants with root system reaching groundwater level (possible only with corn).
6. Landscape of combined surficial and undersurficial moisture supplying plants.
7. Landscape type almost without moisture supplying plants with groundwater of mean groundwater level during vegetation period in depth more than 4 m under surface.
8. Artificial (planned) areas of reservoir and canals.

Translated by J. Sýkorová