

PROBLÉM KVANTIFIKACE V AGROMETEOROLOGII V HISTORICKÉM PŘEHLEDU

Karel Krška

Summary:

Problem of quantification in agrometeorology in a historical overview

In some natural sciences, the quantitative viewpoint when researching phenomena did not start to be felt until the second half of the 19th century. In meteorology though, soon after the invention of meteorological apparatuses it was obvious, that its scientific basis must be established on the accurate measurement of weather elements, which in our country has been going on already for 250 years. However, the objective determination of some hydrometeorological characteristics could not until now be quite satisfactorily solved. These are, out of the significant agrometeorological, climatic and hydrological elements, evaporation and evapotranspiration. In phenology, with the exception of phenometry used for some field crops, the most important qualitative aspect is observation, which is based on the distinguishing of the onset of phenological phases of the observed objects. For this purpose, the Czech Hydrometeorological Institute has published the Phenological Atlas, which has become a binding aid for observers since the beginning of 2005.

Abstrakt

V některých přírodních vědách se kvantitativní hledisko při zkoumání jevů začalo uplatňovat až ve druhé polovině 19. století. V meteorologii však již brzy po vynálezu meteorologických přístrojů bylo zjevné, že její vědecký základ musí vycházet z přesného měření povětrnostních prvků, které u nás trvá již zhruba 250 roků. Objektivní určování některých hydrometeorologických charakteristik se však dosud nepodařilo zcela uspokojivě vyřešit. Z významných agrometeorologických, klimatických i hydrologických prvků jsou to výpar a evapotranspirace. Ve fenologii s výjimkou fenometrie používané u některých polních plodin je hlavní kvalitativní stránka pozorování, spočívající v rozpoznání nástupu fenologických fází sledovaných objektů. Za tím účelem vydal Český hydrometeorologický ústav Fenologický atlas, který se stal pro pozorovatele závaznou pomůckou od počátku roku 2005.

Pro některé přírodní vědy ve druhé polovině 19. století bylo typické zavádění kvantitativních vztahů při zkoumání jevů, jež byly předmětem jejich zájmu. V meteorologii, která se při studiu počasí a podnebí opírá o komplexy kvantitativních a kvalitativních charakteristik atmosféry a využívá statistickou analýzu hromadných jevů, se však kvantitativní hledisko (přístup) uplatnilo mnohem dříve. Již od vynálezu prvních meteorologických přístrojů bylo zjevné, že záznamy o počasí typu „teplo“ „déšť“, „přimrazy v noci“, jaké činil v polovině 16. století na Moravě Jan z Kunovic (1482-1545) nebo „napadl sníh, čas

ničemnej, vítr, metelice“, jaké zapsal ve 2. polovině 16. století Karel ze Žerotína (1564-1636) apod., brzy nahradí exaktní kvantitativní údaje meteorologických prvků z přístrojových pozorování. „*Měř všechno, co je měřitelné a neměřitelné učin měřitelným*“, pravil Galileo Galilei (1564-1642).

Kvantifikace meteorologických prvků postavila meteorologii na vědecký základ

Získávání kvalitních meteorologických dat předpokládá přesné přístroje, jejich vhodné umístění, správnou metodiku měření a spolehlivé pozorovatele. Jen za těchto okolností může být měření z více míst vzájemně porov-

natelné, což je předpoklad poznání stavu a vývoje povětrnostních jevů i prostorové diferenciace klimatu různého měřítka. Tuto obecně známou skutečnost vyjádřil František Augustin (1846-1908), první profesor meteorologie a klimatologie na pražské univerzitě, takto: „*Úkazy vzduchové, jejichž výzkumem se obírá meteorologie, jsou tak rozmanité, pohyblivé a složité, příčiny, z nichž tyto úkazy pocházejí, jsou většinou tak vzdálené a mnohonásobné, že k náležitému jejich objasnění jest potřeba nesčíslných pozorování časových a místních... V meteorologii mají cenu jenom pozorování, jež byla vykonána s přístroji dokonalými, odpovídajícími pokročilému stanovisku nynější techniky; všechna pozorování, jež byla učiněna na přístrojích nedostatečných a neporovnaných s přístroji normálními, jakož i pozorování na přístrojích umístěných nepříznivě, musí se zavrhnouti jako nepotřebná“ (1885).*

Proto již společnost Societas Meteorologica Palatina, která ke konci 18. století zřizovala první celosvětovou meteorologickou síť, známou pod názvem mannheimská síť, dbala na to, aby se používala stejná přístrojová technika, byl dodržen jednotný způsob měření, i stejný způsob zpracování údajů. (Od té doby se např. pozoruje v klimatologických termínech 7, 14 a 21 hodin místního času.) Uvedená společnost za účelem porovnatelných měření stanice vybavila stejnými přístroji, mezi nimi i pražskou observatoř v Klementinu. Tu na její vyzvání s radostí přihlásil do mezinárodní pozorovací sítě tehdejší ředitel observatoře Antonín Strnad (1746-1799), považovaný za zakladatele nejen české moderní meteorologie, ale i agrometeorologie a fenologie.

Mezi pozorováním meteorologickým a agrometeorologickým není tak ostrá hranice, jak by se mohlo mylně usuzovat z organizace pozorování ve staničních sítích. Pojetí zemědělsko-meteorologických stanic ve smyslu Světové meteorologické organizace jako míst k měření fyzikálních veličin a dalších jevů v porostech a jejich okolí včetně půdy a ke sledování vybraných biologických faktorů, např. fenologických fází, u nás odpovídá jen malý počet specializovaných pracovišť, jimiž jsou agrometeorologické observatoře nebo polní a lesní výzkumné stanice, které nejsou zapojeny do provozních sítí.

Pozorování na meteorologických stanicích většinou chápeme jako širší a víceúčelová, kdežto agrometeorologická pozorování jako specializovaná a úzce účelová. Toto vymezení je umělé, protože nevystihuje dialektiku přírodních vztahů a lidských potřeb. Z hlediska zemědělských aplikací lze za agrometeorologické považovat měření teploty, vlhkosti vzduchu, srážek i charakteristik větru na jakékoliv meteorologické stanici, neboť všechny tyto prvky se podílejí na tvorbě úrody, zpracování a ochraně půdy, termínech zemědělských prací a také jako proměnné vstupují do výpočtů odvozených agrometeorologických charakteristik, např. evaporace a evapotranspirace. Podobně i některá pozorování, která považujeme za čistě agrometeorologická, mají uplatnění i v jiné než zemědělské sféře: měření výparu z vodní hladiny ve vodním hospodářství, měření teploty a promrzání půdy ve stavebnictví, dopravě apod.

V kvantitativních i kvalitativních kauzálních vztazích však nemusejí být vždy příčinou soubory meteorologických prvků a následkem odezva v biotě, může tomu být i opačně. Např. při studiu funkce větrolamů zkoumáme, jak ovlivňují pole větru, mikroklimatické poměry svého okolí, větrnou erozi půdy atd. Z historie vzpomeňme rozmach dešťoměřství (tehdejší výraz pro ombrometrii), které ve velikém rozsahu probíhalo v Čechách v 70. a 80. letech 19. století pod vedením profesora Františka Josefa Studničky (1836-1903) a zvláště lesního odborníka Emanuela Purkyně (1831-1882). Jeho hlavním účelem bylo posouzení vlivu lesa na srážky a následně na vodní režim, půdu a úrodu. V souvislosti s tímto silvioklimatologickým tématem sluší uvést dobový citát profesora Jana Palackého (1830-1908) ze závěru jeho *Vzduchosloví*, první české meteorologické příručky z roku 1863: „*I podnebí je částka národního bohatství a blahobytu, a ten, kdo poráží lesy a je neobnovuje, hřeší na útraty budoucnosti vlasti naší. Kdo nemůže lesy míti, sázej aspoň stromy, a budeš míti zásluhu nejen o okrášlení a zbohacení, ale i o zúrodnění naší vlasti!*“

Přes veškerý technický pokrok, který nastal za dobu zhruba 250 let meteorologických měření na našem území, existují prvky či jevy, jejichž přesné kvantitativní určování měřením či výpočtem není považováno za zcela spolehlivé. Z těch, kterým přisuzujeme ze-

jména agrometeorologický význam, jsou to výpar a evapotranspirace. Problém spočívá v tom, že podmínky ztráty vody z různých povrchů jsou rozdílné a že výparoměry nelze dokonale simulovat podmínky výparu v přírodě. Proto také pomocí naměřených hodnot není možno uspokojivě ověřovat hodnoty vypočtené. To se týká i výparu z vodní hladiny, jehož měření by mělo být nejjednodušší, jak konstatoval již v roce 1934 profesor Václav Novák (1888-1967) v přednášce při inauguraci na rektora Vysoké školy zemědělské v Brně: „*Výpar byl v meteorologii značně zanedbáván, ač má stejnou klimatickou důležitost jako množství srážek. Zavínily to ovšem velmi komplikované poměry, kterým výpar z půdy, rostlin atd. podléhá a v důsledku toho ztížená metodika určování. Měříme aspoň výpar z volné hladiny vodní*“.

K měření výparu z vodní hladiny byly u nás ve 30. letech minulého století na stanicích výzkumných ústavů zemědělských instalovány Wildovy výparoměry, které se umísťovaly do žaluziových budek ve výšce 2 m nad zemí. Potenciální výpar měřily ve stínu a při proudění vzduchu uvnitř budky, takže jejich údaje nekorelovaly s výparem v přírodních podmínkách. Proto se v 50. letech přestaly používat. Od roku 1943 byly do sítě Státních výzkumných ústavů hydrologického a hydrotechnického zaváděny Rónovy výparoměry umístěné venku a obsluhované zaměstnanci vodních děl. Měření nepřinášela dobré výsledky, a proto síť těchto výparoměrů nebyla dobudována. Hydrometeorologický ústav se rozhodl pro měření výparu v roce 1964 a o několik let později začal zavádět na vybraných stanicích sovětské výparoměry GGI-3000. Zdálo se, že otázka měření výparu z vodní hladiny je vyřešena. Při přípravě Atlasu podnebí České republiky se však ukázalo, že z několika desítek stanic, které měřily výpar v letech 1971-2000, lze vzhledem k neúplnosti nebo nespolehlivosti měření využít údajů jen 10 stanic, což nemůže postačit k mapovému znázornění plošného rozložení výparu.

Snahy o měření výparu z vodní hladiny přímo na vodní ploše pocházejí z 20. let minulého století, kdy Státní ústav hydrologický uvedl do provozu první plovoucí výparoměrnou stanicí (1923). Od konce 50. let na měření navázal Výzkumný ústav vodohospodářský

v Praze a také na Slovensku začal provozovat čtyři plovoucí výparoměry Výzkumný ústav vodného hospodářstva v Bratislavě. Všechna uvedená měření však byla z více důvodů postupně zrušena, a to i přesto, že měla obhájece. Slovenský vědecký pracovník A. Šermer tvrdil, že „*plovoucí výparoměr o ploše 3 m², instalovaný na plavidle a zakotvený v charakteristických podmínkách vodní plochy, udává hodnoty výparu, které prakticky odpovídají absolutním hodnotám výparu této vodní plochy*“.

Nezdarem skončil i experiment s plně automatizovanou a technicky dokonalou výparoměrnou stanicí na hladině Novomlýnských nádrží na jižní Moravě, kterou provozovala brněnská pobočka Českého hydrometeorologického ústavu v letech 1998-2004. Stanice byla vybavena i čidly na měření četných meteorologických prvků, které se na výparu podílejí, a umožňovala jejich měření ve vertikálních profilech. Od dalších měření bylo upuštěno, když se zjistilo, že ani při správné metodice nelze současnými technickými prostředky stoprocentně zajistit kontinuální měření výparu za všech povětrnostních vlivů, čili nelze vyhodnocovat výpar v pravidelném denním intervalu.

Existuje mnoho metodik a modelů pro výpočet výparu vody z různých povrchů a také složitých rovnic pro výpočet aktuální a potenciální evapotranspirace, která je důležitou informací např. v závlahovém hospodářství. Vstupní data potřebná pro výpočet se však nezískávají z prostorů těsně nad vodním či jiným vypařujícím povrchem, ale pocházejí z měření na meteorologických stanicích, čili z přístrojů umístěných v meteorologických budkách, tedy ve víceméně umělém prostředí. Požadavky kladené na meteorologická měření se v tomto případě nekryjí s potřebami agrometeorologickými.

„*Nedokonalost našeho měření a statistického šetření*“, napsal v roce 1926 matematik a geofyzik profesor Václav Láška, „*jest příčinou nedokonalosti našeho poznávání, jež má určité, jedině počtem kolektivním stanovitelné meze, které nutno znáti, abychom mohli stanovit skutečnou cenu a hodnotu našich poznatků*“.

Ve fenologii na rozdíl od agrometeorologie se kvantitativní hledisko uplatňuje v malé míře. Fenometrická pozorování spočívají jen v určování délky rostlin a počtu listů některých

polních plodin. Mnohem významnější je stránka kvalitativní, tzn. vhodný výběr sledovaných objektů, jejich vývojových fází, volba pozorovacích lokalit a od pozorovatelů vyžadovaná bezpečná identifikace objektů a fenofází určených ke sledování. Tak jako pozorovatel na neautomatizované meteorologické stanici si nemůže plést suchý teploměr s teploměrem vlhkým, fenologický pozorovatel v lesích nesmí zaměňovat olší lepkaovou za olší šedivou nebo svídu krvavou za svídu dřín. Rozdíl v obtížnosti uvedených rozlišení je zřejmý.

Pro fenologická pozorování jsou proto velmi důležité návody a metodické pokyny. Základní směrnice pro fenologická pozorování s přehledem fenofází sestavil v Rakousku pražský rodák Karel Fritsch (1812-1879).

Opíral se o ně i Emanuel Purkyně, když sestavoval pro dotazníkovou akci tabulky k poznání podnebí Čech podle data květu obilí a počátku žní (1859). V období mezi světovými válkami se fenologická služba řídila „Zásadními pravidly“, která sestavil prof. V. Novák a od roku 1938 „Příručkou pro fenologické pozorovatele“, jejíž zásady přešly do stejnojmenné publikace z roku 1956. Po výrazné transformaci fenologických pozorování v ČHMÚ v roce 1983 postupně vycházely metodické předpisy pro fenologická pozorování polních plodin, ovocných dřevin a lesních rostlin. Snahy ústavu v tomto směru vyvrcholily vydáním „Fenologického atlasu“ s černobílým vyobrazením stanovených druhů rostlin a barevnými fotografiemi pozorovaných fenofází (2004).

Literatura

- / 1 / Coufal, L. – Houška, V. – Reitschläger, J. D. – Valter, J. – Vráblík, T., 2004. Fenologický atlas. Praha: Nakl. Český hydrometeorologický ústav. 264 s.
- / 2 / Krška, K. – Šamaj, F., 2001. Dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku. Praha: Univerzita Karlova, Nakl. Karolinum. 568 s.
- / 3 / Novák, V., 1935. O pojmu a významu půdního klimatu. Brno: nakl. vlastním. 17 s.