

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

F. Augustin

O příčinách a průběhu zářijové povodně v Čechách r. 1890

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 21 (1892), No. 1, 11--31

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/121511>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1892

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

nebo

$$d) u_0 + u_1 - u_2 - u_3 = - (u_0 - u_1 - u_2 + u_3) = + (u_0 - u_1 + u_2 - u_3);$$

odkud vyplývá v případě

$$(22) \quad \begin{array}{l} a) \quad u_1 = u_2 = u_3, \\ b) \quad u_2 = u_3 = u_0, \\ c) \quad u_3 = u_0 = u_1, \\ d) \quad u_0 = u_1 = u_2. \end{array}$$

Protože však výsledek (22) přičí se podmínce, nutno souditi, že *bikvadratická rovnice nemůže býti resolventou, v naznačeném shora smyslu pojatou, pro obecnou rovnici, jejíž stupeň přesahuje stupeň čtvrtý.*

Týmž způsobem se dokáže, užije-li se hned v odst. II. při (14) stejných důvodů jako při (20), že *ani rovnice kubická nemůže býti takovoutěz resolventou obecné rovnice, jejíž stupeň překročuje stupeň čtvrtý.*

O příčinách a průběhu zářijové povodně v Čechách r. 1890.

Napsal

dr. Frant. Augustin,
professor a docent v Praze.

I.

Povodeň, jaká byla v září minulého roku jest v Čechách úkazem neobyčejným a řídkým a zasluhuje proto, aby byla všestranně popsána a vysvětlena, zvláště též aby ze stanoviska meteorologicko-fyzikálního byly vytčeny příčiny, určen byl rozsah a průběh tohoto zhoubného a zároveň velkolepého úkazu přírodního.*)

Jelikož povodně a zátopy vznikající vystupováním tekoucích vod z břehů povstávají výjevy atmosferickými, buď náhlým táním

*) O povodni v Čechách r. 1890 viz „*Výroční zpráva měst. střední školy v Praze za rok 1891.*“

nahromaděných sněhů, buď protržením mračen aneb trvalými dešti, musíme k jejich úplnému vysvětlení znáti především současný stav atmosféry nad větší částí povrchu zemského. V tomto případě jest nutno *poznati hlavní podmínky hojných a trvalých dešťů*, jimiž bylo řekám poskytnuto více vody, než mohly pojmáti.

Zdali byly deště záříjové, jež způsobily velkou vodní katastrofu v Čechách, ve spojení s nějakým neobyčejným výjevem atmosférickým, poznáme nejlépe na mapách povětrnostních, zhotovovaných každodenně na ústavech meteorologických pro určité lhůty, nejčastěji pro dobu ranní. Na těchto tak zvaných povětrnostních *mapách synoptických* zobrazuje se dle zpráv telegrafických stav atmosféry jak se jeví rozdělením tlaku a teploty, pohybů vzduchových a dešťů nad územím dosti rozsáhlým. Rozdělení tlaku jest na těchto mapách vyznačeno „*isobarami*“ t. j. čarami spojujícími místa stejného tlaku atmosférického uvedené na hladinu moře a rozdělení teploty ustanovuje se „*isothermami*“. Směr a síla větru vyznačeny jsou šipkou a počtem čárek na ní, při čemž jednou čárkou udává se vítr slabý, 6 čárkami orkán. Pro oblaky, sněhy a deště zavedena jsou zvláštní znaménka. Hlavní pozornost věnuje se ustanovení a vymezení oborů vysokého a nízkého tlaku, barometrickému „*maximu*“ a „*minimu*“, ohraničenému isobarou normální 760 mm.

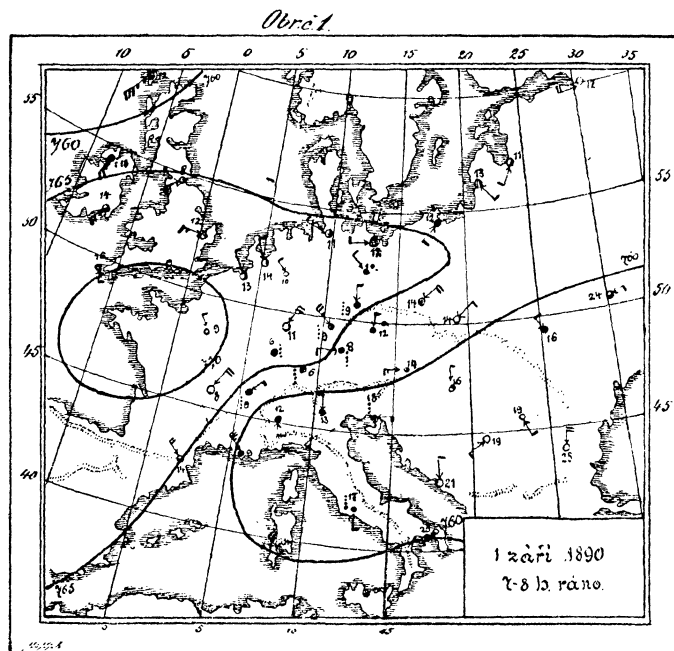
Ustanovením barom. maxim a minim jest určen úplně směr větru, neb vzduch proudí z míst, kde jest ho přebytek, k místům, kde jest nedostatek; z barom. maxima vzduch na všechny strany odchází, do barom. minima vzduch ze všech stran vniká. Účinkem rotace zemské nevěje vítr od vysokého tlaku přímo směrem „*gradientu*“ k tlaku nízkému, nýbrž ve dráhách spirálně zakřivených, uzavírajících s isobarami ostré úhly, jejichž velikost jest závislá hlavně na zeměp. šířce a na tření se větru o povrch zemský.

Střed každého maxima a minima pokládáti lze za hlavní střed činnosti atmosférické, jenž otočen jest celou soustavou větrovou, zvanou v minimech „*cyklonální*“, v maximech „*anticyklonální*“. V anticyklonech točí se na severní polokouli vítr směrem ruček u hodin, v cyklonech směrem opačným.

Poměr směru větru k rozdělení tlaku ustanoven jest zákonem Buys-Ballotovým tím způsobem, že *postavíme-li se k větru zády, máme po pravé ruce poněkud na zad tlak nejvyšší, po levé ruce o něco v před nejnižší tlak vzduchu.*

Síla proudů vzduchových bývá tím větší, čím větší jsou rozdíly tlakoměrné „*gradientsy*“, měřené kolmo na isobary.

Dle povětrnostních map „*Ústřed. meteor. ústavu*“ ve Vídni *) rozprostíralo se v prvních dnech měsíce září 1890 (viz obr. 1.—4.) barom. maximum 770 mm nad severoz. Francií a nad

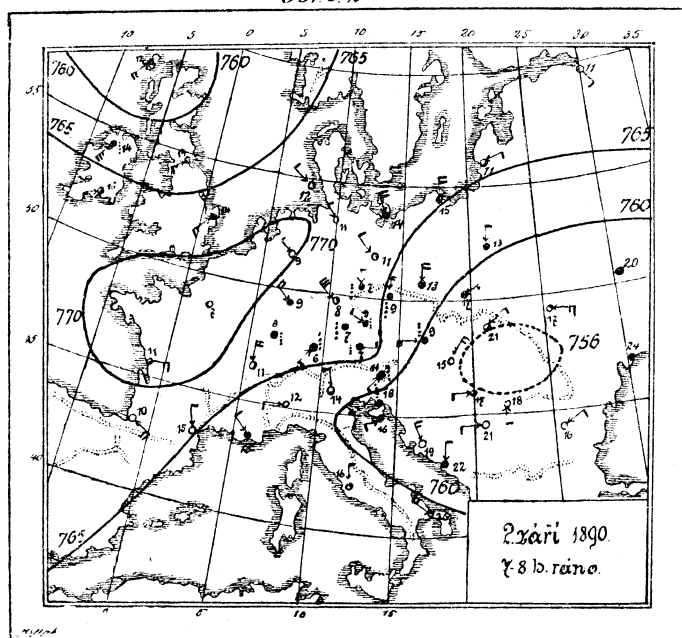


Atlant. okeánem jsouc rozšířeno přes Evropu hlavně směrem od JZ k SV.

*) Mapy synoptické poskytují jedině pevný a pravý základ k vysvětlování proměn v povětrnosti a k určování povětrnosti příští. Přese všechnu praktickou důležitost nejsou však u nás ještě všeobecně známy a rozšířeny. V Praze nalezají se, pokud mi známo, pouze na c. k. hvězdárně a ve fysik. kabinetu prof. dra. Strouhala.

Tlak nízký rozkládal se po obou stranách tlaku vysokého na severozápadě a jihovýchodě Evropy; minimum severozáp. nemělo však žádného účinku na povětrnost ve střední Evropě, nýbrž hlavním činitelem povětrnostním bylo zde minimum jihovýchodní. Obor jeho byl dosti rozsáhlý, avšak bez hlubokého středu; nejnižší tlak dne 1. září nad sev. Itálií a nad Chorvatskem, dne 2. září nad východ. Uherskem činil pouze 755 mm; ve dnech následujících minimum vzdalování se k východu pozbyvalo hloubky.

Obr. 2



Největší rozdíly tlakoměrné vyskytovaly se ve střední Evropě na rozhraní barom. maxima a minima v záhybu isobary 765 mm ohraničující výběžek vysokého tlaku na severu Alp. V tomto výběžku shledáváme gradienty

$$g = 111 \cdot \frac{r}{v},$$

kde značí r rozdíl tlakoměrný v mm a v vzdálenost isobar

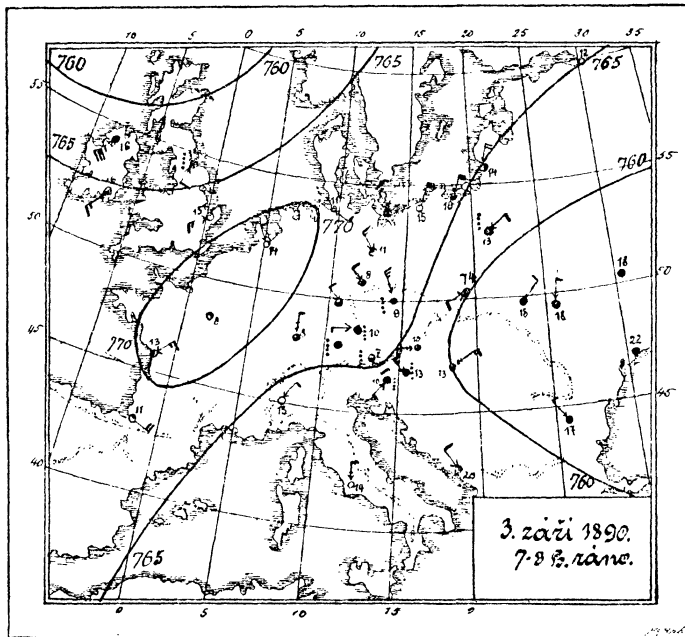
v km, v označených dnech až 3 mm. Vítr vál tudíž nejsilněji při přechodu z maxima barom. do minima. Rychlost větru v metrech za vteřinu v můžeme ustanoviti pomocí vzorce

$$v = a + bg + cg^2,$$

kdež jsou a , b , c konstanty, jež nutno vyšetřiti pro různé krajiny.

Z map povětrnostních lze určití původ, dráhu, sílu proudů vzduchových i jejich vlastnosti. Ve dnech od 1—4. září proudil

Obr. 3

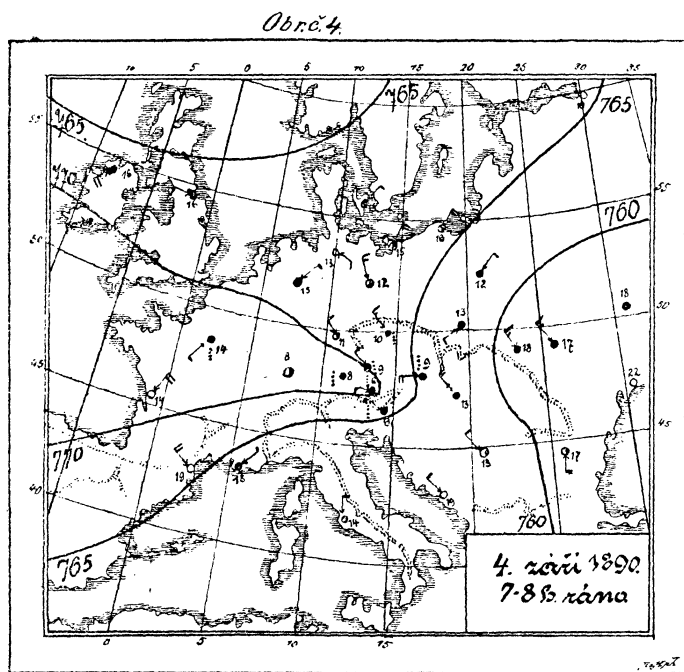


vzduch z oboru vysokého tlaku nad Atlant. okeánem dvojm směrem k nízkému tlaku na SZ a na JV Evropy. Vítr směřující k minimu severozáp. přicházel od J, JZ a Z; vítr ženoucí se k minimu jihovýchod. vál přes střed. Evropu od Z, SZ a S. Ve vlastním oboru vysokého tlaku nad sz. Francií a nad Atlant. okeánem panovaly slabé a různé větry. Také v barom. minimu nad již. a vých. Evropou byl vítr slabý a neurčitého směru,

takže zde nemůže býti řeči o cyklonu úplně vyvinutém, jenž by byl způsobil katastrofu vodní.

Za hlavní příčinu velkých dešťů a povodní záříjových roku 1890 ve střední Evropě můžeme dle synoptických map povětrnostních pokládati *mocný přívál mořského vzduchu, způsobený rozdělením tlaku atmosferického a udržovaný po delší dobu v jedné a téže dráze.*

Vzduchový proud, jenž se z oboru vysokého tlaku následkem značných gradientů s velkou silou hrnul přes střed.



Evropu k vyplnění barom. minima na jihovýchodě, byl původu mořského. Do Čech přicházel přímo od sev. moří. Dne 1. září vál severozáp. vítr od břehů Sev. moře až na hranice Čech, kde přecházel odchylnou v pravo poněkud více do směru severního. Dne 2. září hrnul se zvláště mocný proud severoz. a sev. ze Sev. i z Balt. moře do střední Evropy, nabývající na horách kolem Čech a zvláště v Alpách rázu sev. vichřice. V následu-

jících dvou dnech 3. a 4. září vál vítr celkem slaběji než dne předcházejícího, avšak stále z téže strany mořské od SZ a S.

Vzduchový proud mořský hrnul se po všechny 4 dni přes střední Evropu, jelikož rozdělení tlaku zůstalo dlouho bez značných změn. Zvláště barom. minimum postupovalo velice zvolna na dráze z nížiny pádské přes Chorvátsko a Uhersko k Černému moři a nemohlo tudíž dosti rychle odvésti příval mořského vzduchu ze střed. Evropy v jinou stranu, neb s pohybem barom. minima postupuje zároveň celá soustava větrová. Po dráze této, po které se barom. depresse v naznačených dnech ubírala, postupují depresse dosti často od Atlant. okeánu k východu, avšak jejich objevení se v již. Evropě nemá vždycky za následek katastrofu vodní, protože se minimum i maximum pohybuje obyčejně rychleji a že se tím deštivý vítr severozáp. a sever. vystřídá záhy s jinými směry.

Silným a stálým přívalem vzduchovým přineseno bylo z Atlant. okeánu veliké množství páry vodní do střední Evropy, jež se zde ochlazováním srážely v oblaky a deště. Hojné srážky par vodních byly způsobeny jednak náhlým přechodem vzduchu z hustších vrstev barom. maxima do řídkších vrstev barom. minima a pak hlavně vystupováním vlhkého proudu vzduchového z nižších teplejších poloh do vyšších poloh chladnějších. Deště stále panovaly na vysočině českoněmecké, na předhorách a sev. svazích alpských, kde vzduch silně vystupoval a následkem rozprostraňování se značně ochlazoval.

U severních moří měl vzduch přicházející k nám v prvních dnech měsíce září dobou ranní teplotu 12—14° C. Jelikož byl vlhký, parami úplně nasycený, ochlazoval se při vystupování přes vyvýšený terrain zdouhavěji než vzduch suchý, o 0·5° na 100 m výšky*), takže vystoupil-li vzduch na své dráze do výšky o 600—800 m, klesla jeho teplota o 3—4°. Vskutku byla v Čechách a v předhorách alpských v době dešťů zářijových pozorována teplota 9—10°, o 3—4° nižší, než daleko na severu u Balt. moře a ve Skandinavii.

*) O theorii vzduchových proudů výstupných pojednali *W. Thomson, Poisson, Reyhe, Hann* atd.

Jelikož při úplném nasycení parami vodními jest obsaženo v krychlovém metru vzduchu, 12—14° C teplém, 10·6 až 12·0 *gr* páry vodní*), musilo se snížením bodu rosného o 3—4° vyloučiti z každého m^3 vzduchu při povrchu zemském, 2·0 až 2·6 *gr* vody, poněvadž nemůže vzduch při teplotě 9—10° obsahovati více než 8·2 až 9·4 *gr* páry. Sahala-li vrstva vzduchová parami nasycená do výše 3000 *m*, spadlo z každého metrového sloupce vzduchu, ochlazením o 4° C, přibližně 6 *kg* srážek, kteréžto množství se rovná 0·006 m^3 . Toto množství vyloučené vody rozdělilo se na povrchu zemském dle toho, jak rychle se vzduch ochlazoval a s jakou rychlostí na své dráze postupoval.

Dle pozorování dešťoměrných sahaly srážky vodní spadlé ve dnech od 1—4. září na poříčí horního Dunaje až k Vídní a na poříčí Vltavy a Labe v Čechách do výše 83·37 *mm*. Na celém tomto území spadlo tudíž celkem

$$15342000000 \times 0\cdot08337 = 12790$$

millionů m^3 vody, z čehož připadá na poříčí

Vltavy a Labe	(51300 km^2) . . .	4342 mill. m^3
mimoalp. přítoků Dunaje	(50200 ") . . .	3971 " "
alpských přítoků Dunaje .	(51902 " (. . .	4477 " "

Z tohoto množství vody spadlé v prvních dnech měsíce září na severu východních Alp, můžeme určití jak mocný byl příval vlhkého vzduchu a jak rychle přes naznačené krajiny postupoval. Jelikož vyloučená část srážky z m^3 vzduchu, celkem 2 *gr*, má objem 2 cm^3 , což jest $\frac{1}{500\cdot000} m^3$, bylo k vyloučení

srážky 12790 mill. m^3 potřebí nejméně 500·000kráté tolik m^3 vzduchu. Ve skutečnosti byl příval vzduchový, jenž přinesl deště zářijové asi ještě větší než 12790 \times 500·000 mill. m^3 , protože nespadává všechna sražená voda dolů k zemi, nýbrž se udržuje značná její část v podobě oblaků ve vyšších vrstvách atmosféry.

Z množství vzduchu při srážkách spotřebovaného lze určití přibližně prostřední rychlost, s kterou se pohyboval vzduchový proud v oboru deště. Jelikož se toto množství rovnalo tělesu, jehož krychlový obsah byl 13·9kráté větší než obsah vlhké

*) Viz *Hann-Jelinek*: Anleitung zu meteorologischen Beobachtungen. Vídeň 1884.

vzduchové vrstvy nad oborem deštovým spočívající a celkem asi do výše 3 *km* sahající, musil se veškerý vzduch nad prostranstvím celkem 500 *km* dlouhém a 300 *km* širokém 13·9krát za uvedených podmínek úplně vyměnit, než spadlo shora uvedené množství vody. Výměna takovéto spousty vzduchu prouděním horizontálním v dolní části atmosféry vyžadovala při čtyřdenní době deště prostřední rychlost proudu vzduchového, jenž se hrrnul po šířce oboru deště, $\frac{300 \cdot 13 \cdot 9}{4} = 1042 \cdot 5$ *km* za den aneb 12 *m* za vteřinu.

Známe-li plochu příčného průřezu a prostřední rychlost proudu vzduchového v oboru deště, můžeme vypočísti množství vzduchu procházejícího za vteřinu tímto průřezem dle vzorce

$$Q = Fv,$$

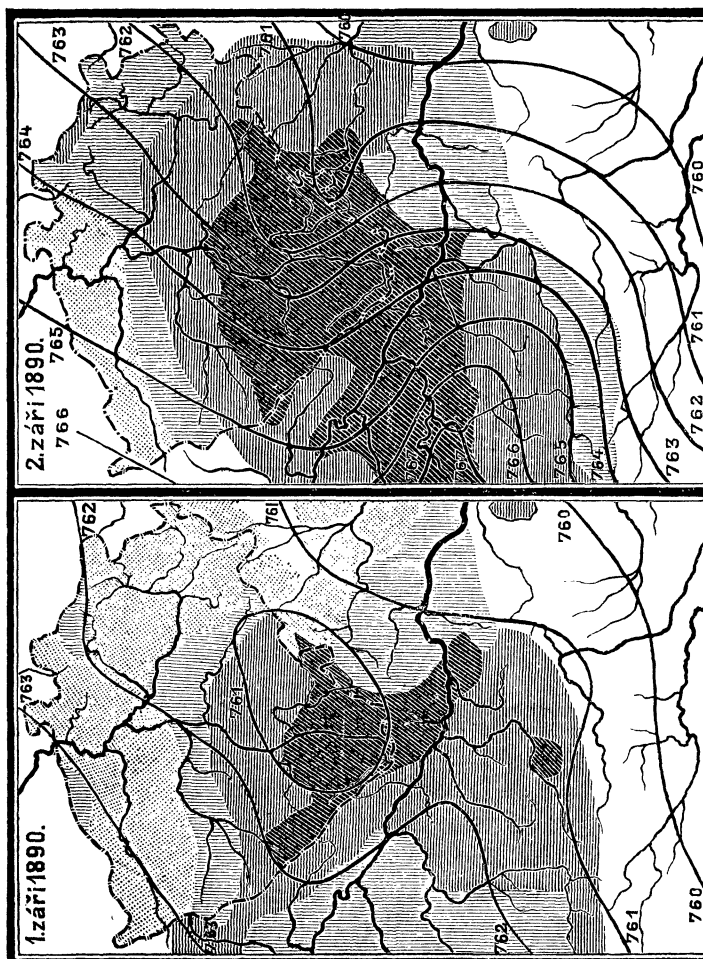
kde jest *Q* množství vzduchu v *m*³, *F* plocha průřezná v *m*² a *v* rychlost v *m* za vteřinu.

Vystupováním přes vysočinu českoněmeckou a přes Alpy byl zbaven vlhký proud vzduchový k barom. minimu směřující velkého množství páry vodní, takže byl na delší dráze k minimu již mnohem sušší, zvláště tam, kde se opět oteploval klesáním z vyšších poloh horských do poloh nižších. Vysočiny stojící v cestě proudům vzduchovým barom. nesrovnalosti vyrovnávajícím byly příčinou, že se nevyskytly jako obyčejně hlavní deště až teprve v oboru barom. minima, nýbrž že deště zářijové náležely z větší části barom. maximu a padaly při tlaku stoupajícím. V barom. depressi byla tenkrát obloha z větší části pouze pod mrakem bez značných srážek. Obor nejhojnějšího deště nacházel se ve výběžku vysokého tlaku, rozprostírajícího se na severu Alp *) a posunujícího se poněmáhle od Z k V.

Na mapě (viz obr. 5. a 6.) jsou vyznačeny denní výšky deště zároveň s tlakem barom. v Čechách a v zemích sousedních, kde byla právě největší rozmanitost jak v rozdělení tlaku, tak i v rozdělení výšek deštoměrných. Pro množství vody spadlé během jednoho dne ustanovená byla stupnice výšek od 0—10, od 10—20

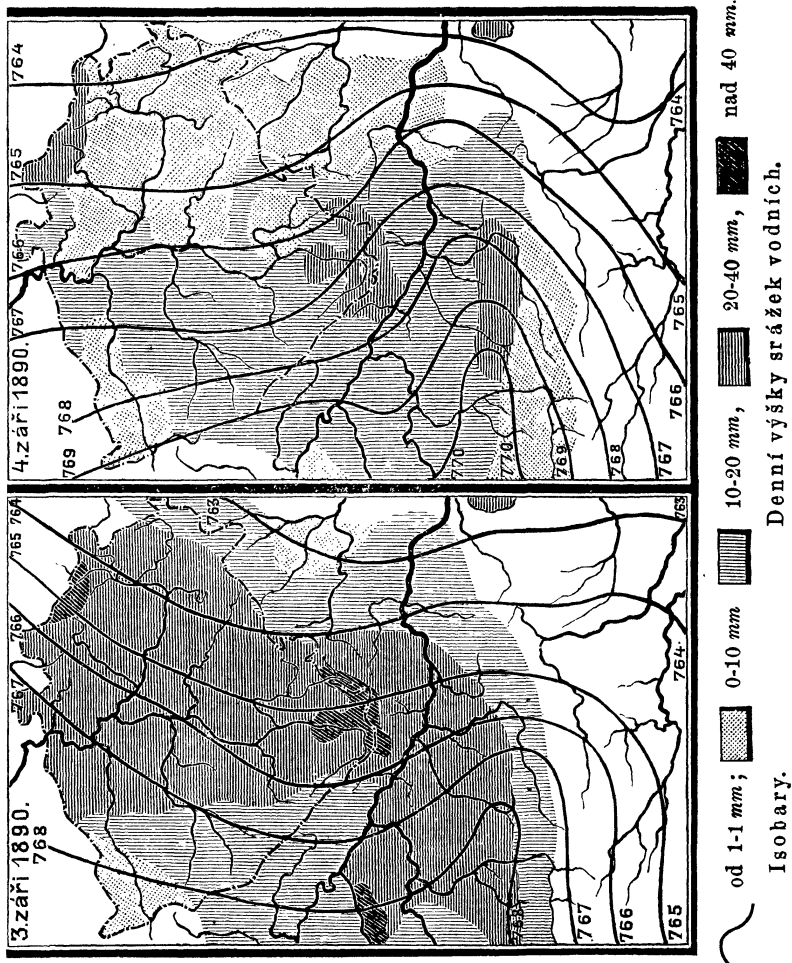
*) O tomto výběžku vysokého tlaku, jenž bývá dobou letní normální, pojednal *Hann*: Die Vertheilung des Luftdruckes über Mittel- und Süd-Europa. Vídeň 1887.

Obr. 5. a 6. Tlak vzduchu a deště od 1.—4. září 1890.



od 20—40 a přes 40 mm; isobary, t. j. čáry stejného tlaku jsou kresleny od 1—1 mm. Směr větru lze přibližně určit dle běhu isobar, neb vítr věje od vyššího tlaku k nižšímu uzavíraje s isobarami ostré úhly od 20—40°.*)

*) Isobary a deště na jihu Čech jsou kresleny dle mapy přiložené ku spisu univers. prof. Ant. Pencka „Die Donau“. Pro isobary v Čechách užito bylo tlakoměrných pozorování C. k. ústřed. meteorologického ústavu



Dle tohoto vyobrazení vysvětluje se rozšíření dešťů v jednotlivých dnech nahromaděním vzduchu na severu Alp a nedostatkem vzduchu v již. Čechách. Dne 1. září vyskytly se největší deště v jižních Čechách v oboru vedlejšího barom. minima.

ve Vídni: rozdělení deště v Čechách zakládá se na výsledcích měření řízených „Technickou kancelář zemědělské rady“; pro Moravu užito bylo pozorování „Přírodovědeckého spolku v Brně“. Obsírnější zprávy viz v „Programmu městské střední školy v Praze za rok 1891“.

Takovéto místní a často nepatrné snížení tlaku bývá při vlhkých větrech vždy provázeno silnými lijáky. Na horní Vltavě až k Malši, na již. straně minima spadlo deště za den až do výše 56 mm, na některých místech až 70 mm. Nejdeštivějším dnem byl však 2. září, kdy byly isobary nejvíce stěsnány a „gradienty“ následkem toho nejsilnější. Na čáře Mnichov-Tábor, jež jest jaksi osou oboru nejhojnějšího deště, shledáváme rozdíly tlakoměrné na 111 km 2·5 mm. Pás dešťů s výškou větší než 40 mm za 24 hod. rozprostíral se od řeky Ilery směrem severových. až k řece Sázavě. Maximum hojnosti deště, jež bylo před tím na Malši, postoupilo nad Lužnici, nad níž se posud snížení tlaku udrželo v podobě barom. úžlabí. Téhož dne spadlo na některých místech v již. Čechách vody až do výše 80—100 mm, jakéž množství shledáváme jen zřídka při lijácích bouřkových v letě. Zmizením tohoto nízkého tlaku vzdálily se poněkud isobary od sebe a dešťů celkem ubylo; denní výšky nad 40 mm spatřujeme 3. září jenom v některých krajinách jako na již. hranicích Čech a v Krkonoších. Jinak jsou deště slabší a při tom zároveň s barom. tlakem stejnoměrněji po zemi rozděleny. Dne 4. září ubylo opět hojnosti dešťů. V Čechách západních, kde se silnější spád tlakoměrný dosud udržel, přšelo více než v Čechách východních. Větší stěsnání isobar na západě Čech jest ve spojení s jejich postupným posunováním a přecházením do jiné polohy. Isobary v Čechách dne 1. září celkem od JZ k SV směřující, přešly poznenáhlu v polohu od JV k SZ, při čemž se isobary v záp. Čechách sobě sblížily, v Čechách východ. naproti tomu od sebe vzdálily.

Nejhojnější deště nalezájí se zde ve spojení s největšími gradienty a následkem toho s nejrychlejším prouděním vzduchu, jenž stále nové páry vodní přinášel a se při tom ochlazoval nejen výstupem do výše nad nerovný terrain, nýbrž též rozprostraňováním při přechodu z hustších vrstev tlaku vysokého do řidších vrstev tlaku nízkého.*)

Největší spousty vody spadly v nejjíž. cípu Čech v Novohradských horách a v Greinském lese, v okolí Budějovic, kde

*) Podrobné výpočty o klesání teploty vzduchu se rozprostraňujícího viz v učebných knihách meteorologických a fysikálních.

na některých místech byla měřena výška srážek vodních za 4 dni 200—240 *mm*, jako obyčejně v Praze za půl roku. Jižní cíp Čech byl jaksi středem celého oboru, od kterého ubývalo deště na všechny strany nejrychleji k SZ a JV, nejzdlouhavěji k SV a JZ.

Z čísel v následující tabulce obsažených lze přehlednouti rozdělení deště v Čechách dle pořičí jednotlivých řek. Shledáváme, jak od J k S ubývá výšek spadlé vody dešťové ve dnech 1—4. září. Čím dále přicházíme od jednoho přítoku vltavského neb polabského k S, tím menší shledáváme výšku. Na Malší a na horní Vltavě vystupují spadlé srážky vodní do výše 164, na Lužnici do výše 139, na Otavě do výše 130, na Ohři již jen do výše 41 *mm*. Také denní maximum hojnosti deště postupuje tímže směrem, jak lze z přehledu tohoto seznaní.

Výška srážek vodních v *mm*.

Ř e k y	Pořičt v <i>km</i> ²	Z á ř í 1890				
		1.	2.	3.	4.	1—4.
Malše a hor. Vltava .	2860	56	50	37	21	164
Lužnice	4220	38	56	34	11	139
Otava	3740	41	47	26	16	130
Sázava	4350	19	36	32	10	97
Berounka	8860	20	29	18	15	82
Jizera	2300	4	11	26	12	53
Ohře	5590	6	7	17	11	41
Vltava s přítoky . .	28140	29	39	27	14	109
Malé Labe	13690	7	21	27	6	61
Velké Labe	9490	5	8	21	12	46
Vltava a Labe . . .	51320	18·8	28·6	25·7	11·5	84·6

II.

Veškeré množství vody 4342 mill. *m*³, spadlé v Čechách na území 51320 *km*², neliší se valně od množství, připadajícího na obvod horního Dunaje z kterékoliv strany, avšak rozdělení

srážek na jednotlivá pöřící vedlejších přitokü bylo na Vltavé a na Labi mnohem rüznější než na Dunaji. Vltavé a jejím přitoküm až ku Praze dostalo se na 26080 km^2 pöřící mnohem více srážek 3000 mill. m^3 , než ostatním řekám českým 1342 mill. m^3 na pöřící 24340 km^2 .

Voda, jež spadává z oblakü k zemi, nepřichází všechna do rybníků, potokü a řek, nýbrž velká její část ztrácí se vypařováním, zvlažováním rostlin a půdy zemské, napájením pramenü a t. d. V Čechách dle 10letého průměru od r. 1876—1885 spadává ročně vody do výše 662·7 mm neboli 33955 millionü m^3 a odchází Labem u Děčína za hranice zemské 9278 mill. m^3 čili 30·2% veškerého množství. Poměr odtoku vody k padajícím srážkám není však ve všech dobách ročních stejný. Ze srážek napadaných v pololetí chladnějším od listopadu do dubna prochází Labem 50·1%, ze srážek letních od května do října pouze 14·4%.

Jelikož byla předcházejícími dešti letními půda zemská promočena a v době deštü samých teplota nízká, nevypařilo se a neztratilo tolik vody do země, jako se obyčejně stává za deštü v této době roční panujících. Prahou prošlo během 17 dní od 2—19. září, pokud trvalo rozvodnění Vltavy dešti spadlými v prvých dnech tohoto měsíce, 2035 mill. m^3 vody. Počítáme-li starou zásobu vodní na 350 mill. m^3 , připadá na vodu z deštü zářijových 1685 mill. m^3 čili 56% z veškerého množství 3000 mill. m^3 , jež spadlo na pöřící Vltavy až ku Praze. U Děčína odešlo Labem z Čech za hranice zemské ve stejné době 17 dní od 3—20. září úhrnem 2666 mill. m^3 a odečteme-li starou zásobu vodní 440 mill. m^3 , zbývá na vodu zářijovou 2226 mill. m^3 t. j. 51% z veškeré v Čechách spadlé vody 4342 mill. m^3 .

Výpočty tyto byly učiněny na základě četných měření odtoku vody, vykonaných prof. *Harlachrem* na uvedených místech při rozličných výškách hladiny vodní. Pro Prahu sestrojil *Harlach* křivku odtoku vzhledem k vodoměru v Karlíně umístěnému, pro Děčín odvodil mimo to ještě vzorec, vyjadřující relaci mezi odtékajícím množstvím vody a výškami hladiny říční.*)

*) *Hydrometrische Arbeiten in der Elbe bei Tetschen. Praha 1883.*

V Praze odpovídá výškám na vodoměru Karlínském

0·0, 1·0, 2·0, 3·0, 4·0, 5·0 *m*

množství odtékající vody za vteřinu

59, 285, 701, 1360, 2260, 3250 *m*³.

V Děčíně lze toto množství určití dle vzorce

$$Q = y (T + d)^x,$$

kde značí *Q* množství za vteřinu, *T* výšku vody nad nullou vodoměru, postaveného u řetězového mostu, *d* = 1·45 *m* hloubku počátku křivky odtoku pod nullou vodoměru, *y* a *x* konstanty, kteréž nutno vyšetřiti methodou nejmenších čtverců. Pro výšky vodoměrné až do 2 *m* jsou hodnoty těchto konstant

$$y = 78·09, \quad x = 1·953;$$

pro výšky nad 2 *m* sahající

$$y = 124·86, \quad x = 1·581.$$

Dešti zářijovými bylo řekám v krátké době poskytnuto tolik vody, že nastala povodeň, jaké nebylo v Čechách od roku 1845. Jelikož předcházejícími letními dešti byla půda promočena a přirozené nádržky vodní, prameny, rybníky a lesy vodou hojně zásobeny, zdvihly se řeky velmi prudce a trvalo jejich rozvodnění poměrně velmi dlouho. Jelikož nepršelo v září r. 1890 po celé zemi stejně, nebyly ovšem všechny řeky v Čechách stejnou měrou rozvodněny, jako při největších známých povodních letních v září r. 1118, v červenci 1432 a v srpnu 1501. Nejvíce vody dostalo se dešti zářijovými minulého roku řekám na jihu Čech, Vltavě a přítokům jejím, nejméně přítokům Labe, jež se jako obyčejně rozvodnilo velkou vodou Vltavy.

Rozvodnění řek není však pouze závislé na hojnosti spadlých srážek, nýbrž také na rychlém stoku jejich a tím zároveň na jakosti a tvaru terrainu. S terrainu nerovného a holého stéká voda rychleji než s terrainu rovného a porostlého, zvláště lesy zabraňují rychlému odtoku vody do řek. Kotlovitý tvar Čech s pokrajními pásmy horskými jest příznivý rychlému stoku a spojení vody v hlavním toku Vltavy a Labe, jdoucím středem země od jihu k severu; zvláště se rozvodňují velmi rychle a od-

vádějí vodu do tohoto hlavního toku země přítoky přicházející z hornatější západní polovice Čech.

Každé zednutí řeky lze považovati za vlnu velmi plochou, kteráž stéká po konstantní nakloněné rovině. Zářjová vlna povodňová, jež povstala na Vltavě následkem hojných dešťů v již. Čechách a postupovala dolů po Labi, byla několik metrů vysoká a několik set kilometrů dlouhá, počítáme-li vzdálenost od dolního bodu v řece, kde začala voda stoupati až k bodu hornímu, kde opadla opět na původní výšku. V Čechách, kde se vlna vytvořila, byla její přední strana mnohem strmější než strana zadní t. j. voda přicházela a stoupala mnohem rychleji než opadávala. Čím však dále velká voda za hranicemi Čech postupovala, tím více se vrchol její nížil a tím více dostávala též i přední strana vlny svah mírnější, neboť z přítoků postranních mnoho nové vody nepřibývalo a v hlavním toku předbíhala voda, jež byla rychlejším proudem uprostřed řeky unášena, vodu na pokrajích řeky a vodu rozlitou. S prodlužováním a splošťováním vlny vodní mírnily se zhoubné účinky povodně.

V Čechách trvalo stoupání vody 2—3 dni, v Německu 4—10 dní. Vrchol vlny, jenž měl v Děčíně výšku 8·5 m nad normálem, klesl v Lauenburku na 4·5 m.

Jak byl dešti zářjovými hlavní tok Čech rozvodněn, seznáme, když sledujeme průběh velké vody na některých nejdůležitějších stanicích vodoměrných v jižní, střední a severní části jeho se nalezajících. K seznání velké vody na Vltavě a na Labi hodí se nejlépe vodoměrná pozorování, vykonaná v *Budějovicích*, v jejichž okolí spadlo nejvíce dešťů a kde vznikla velká voda nejdříve, v *Praze*, kde prochází voda sběhlá s téměř celého pořčí Vltavy a kde se jevily nejzhoubnější účinky povodně, a v *Děčíně*, kde téměř voda z celých Čech odchází Labem za hranice zemské.*)

Nejdříve ze všech řek českých rozvodněna byla horní Vltava, protékající Šumavou a Malše, odvádějící vodu z hor a

*) Vltava od Budějovic až k Mělníku, jakož i Labe od Mělníka až ku hranicím zemským jest řekou říšskou; pozorování vodoměrná koná na této trati „Technický departement při c. k. místodržitelství“ svými orgány, pozorování na ostatních řekách „Technická kancelář zemědělské rady.“

z rybníků novohradských na rovinu budějovickou. V pořadí těchto řek spadly největší spousty vody již dne 1. září (viz tab.). Vltava v *Budějovicích* následkem toho vystoupila během 24 hodin od 1. do 2. září ze 0·2 až na 3·0 *m*, nad kterouž výší se udržela téměř po 2 dni, dosáhnuvši dne 3. září od 4—12 hodin večer největší výšky 3·4 *m*. Na původní výšku klesla hladina řeky teprve 17. září, takže zedmutí řeky trvalo 17 dní.

Při povodních v *Praze* jest důležitou okolnost, že Vltava sbírá svou vodu většinou z Čech západních, kde při větší horopisné rozmanitosti voda rychleji stéká a naplňuje řeky než v Čechách východních a že přijímá největší přítoky nedaleko hlavního města. Sázava ústí se do Vltavy ve vzdálenosti 25 *km* od Prahy, Berounka pouze 10 *km*. Nejdříve bývá v Praze voda z Berounky, jež při rychlosti 1·5 *m* za vteřinu přichází od Plzně za 27 hodin, kdežto voda ze Sázavy od Něm. Brodu a voda z Vltavy od Budějovic se dostavuje při téže rychlosti skoro zároveň za 35 až 36 hodin. Za současného rozvodnění těchto tří řek setkávají se v Praze značné spousty vodní.

Při poslední povodni zářijové počala voda v Praze stoupati v noci ze dne 2. na 3. září a vystoupila před staroměstskými mlýny, kde jest hlavní vodoměr pražský, za 24 hod. z 0·7 na 3·3 o 2·6 *m* a pod Karlínem z 1·6 na 4·8 o 3·2 *m*; v následujících 24 hod. ze dne 3. na 4. září vystoupila voda na naznačených místech ještě o 1 až 1½ *m*, dosáhnuvši večer téhož dne největší výšky v Praze 4·8, v Karlíně 5·8 *m*. Stoupání vody k nejvyššímu stavu trvalo pouze 2 dni, opadávání vody naproti tomu 15 dní.

Voda z r. 1784 a 1845 byla v Praze sice vyšší než voda z roku 1890, nikoliv však mocnější. Obě uvedené velké sněhové povodně měly rychlý průběh a následkem toho kratší trvání. Po dosažení největší výšky během 1½ dne nastalo ihned rychlé opadávání vody. Při povodni z r. 1784 udržela se výška vody před staroměst. mlýny nad 2·0 *m* od 27—29. února, z r. 1845 od 28—30. března po 3 dni, kdežto r. 1890 nacházela se voda nad touto výší celých 5 dní. Pod Karlínem, kde bývá voda v čas povodně o 1 *m* vyšší než v Praze byla pozorována výška vody nad 5 *m* po 53 hod., nad 4 *m* po 32 hod. a nad 3 *m* po 48 hodin, celkem trvání velké vody 133 hodin. Co do mohutnosti

a zhoubných účinků nemohla se rovnati povodni z r. 1890 žádná z předcházejících posledních velkých vod.

Za minulé povodně ubíhalo Prahou při největší výšce plných 4000 m³ vody za vteřinu a během 17 dní od 2—19. září, pokud trvalo rozvodnění řeky, oteklo 2035 millionů m³ vody. Nejvíce odcházelo vody ve dnech:

3. září . . .	205	millionů	m ³
4. „ . . .	329	„	„
5. „ . . .	302	„	„
6. „ . . .	239	„	„
7. „ . . .	170	„	„

Při posuzování zhoubných účinků velké vody jest hlavně přihlížeti k rychlosti toku. Jelikož voda neteče ve všech částech toku se stejnou rychlostí, ustanovuje se celková nebo-li střední rychlost, jež se vyjadřuje známým vzorem

$$v = k\sqrt{r\tau},$$

kde k značí koeficient pro každý tok jiný, $r = \frac{F}{p}$ poloměr profilu (F plošný obsah, p perimetr čili navlažený obvod, $\tau = \frac{h}{l}$ relat. spád toku.*)

Střední rychlosti toku při různých výškách hladiny vodní v témže profilu budou se míti jako druhé odmocniny poloměrů profilu

$$v : v_1 = k\sqrt{r\tau} : k\sqrt{r_1\tau} = \sqrt{r} : \sqrt{r_1}.$$

Teče-li voda naproti ploše tělesa do ní ponořeného, naráží na plochu tuto každá jednotlivá částička celou svou hybností a velikosti nárazu mají se k sobě jako čtverce rychlostí.

V Praze jest řečiště Vltavy dosti široké a hluboké, avšak běh její velice nepravidelný a silně zakřivený; ostrovy dělí řeku v několik ramen, jezy zdvihají vodu a přivádějí ji ku břehům. Mimo to byl stav vody zvýšen nahromaděním se dříví před mostem kamenným. Katastrofu Karlova mostu zavinilo hlavně

*) Rozličné vzorce pro ustanovování rychlosti toků vodních viz ve spise inženýra V. Plenknera, „Uplavnění řek“. Praha 1887.

dříví, jímž bylo několik mostních otvorů ucpáno, takže celkem široký tok vody byl zde súžen až na 160 m.*)

U *Děčína* blíže hranic zemských, kde opouští Labe Čechy byl průběh velké vody dosti pravidelný; voda počala stoupati ze 3. na 4. září o 1 den později než v Praze, největší výška 8·5 m byla dosažena teprve po třídenním stoupání 6. září, skoro o 2 dni později než v Praze a klesla na původní stav až 20. září. Příval vodní, způsobený dešti zářijovými, procházel tak jako na celém toku též profilem u *Děčína* po 17 dní. Od 4. do 12. září odcházelo denně přes 100 millionů m^3 vody z Čech za hranice zemské a sice nejvíce dne 5. září 327, dne 6. září 405 a dne 7. září 363 mill. m^3 . Při největší výšce 8·5 m odcházelo 4765 m^3 vody za vteřinu.

Labe v Německu bylo rozvodněno pouze přívalem vody z Čech; jeho hlavní přítoky měly při nepatrných deštích vodu pouze obyčejnou, která neměla žádného účinku na další vzrůstání povodně a na rozhodňování škod. Průběh povodně v německé části Labe byl příznivější než v Čechách, ačkoliv i zde způsobily se značné škody protržením hrází zvláště v Sasku a v území pruském.

Postup velké vody byl zvláště na Vltavě nepravidelný a kolísavý a poměrně zdouhavý hlavně následkem toho, že voda vystupovala z břehů a se silně rozlévala. Trať z Budějovic k Štěchovicům 161 km dlouhou proběhl vrchol vlny povodňové celkem za 36 hod. s průměrnou rychlostí asi 1·25 m za vteřinu. Do Prahy dostavila se voda ze Sázavy a z Berounky, která samojediná může zde způsobiti povodeň jako r. 1872, dříve a byla vyšší než voda Vltavy od Budějovic postupující. Teprve u Mělníka objevuje se nejvyšší voda z jižních Čech opět na vrcholku vlny. Trať od Štěchovic do Mělníka 84·4 km proběhla velká voda při menším spádu za 21 hod. s rychlostí 1·1 m za vteřinu.

Dolů po Labi od Mělníka postupovala velká voda poněkud pravidelněji než na Vltavě pro poměrně malé rozvodnění pří-

*) Povodeň zářijová hrozila, mimo most Karlův, záhubou ještě jiným mostům pražským. Pan c. k. inženýr *M. Machulka* vyšetřil, že účinkem této povodně bylo dno Vltavy prohloubeno u mostu spojovací dráhy místy až o 3 m a u některých pilířů mostu Palackého až o 4 m.

toků a z počátku též s větší rychlostí. Vrchol vlny nacházel se 6. září v 1 hod. s půlnoci v Mělníce, o poledni v Děčíně a o půlnoci v Drážďanech, i postupoval na této trati s rychlostí celkem 2·0 *m* za vteřinu.

V nížině severoněmecké postupovala velká voda čím dále tím zdouhavěji. Do Magdeburka, vzdáleného od Drážďan 271 *km*, dostavil se vrchol vlny povodňové teprve koncem 10. září téměř o 4 dni později. Rychlost postupu byla 0·8 *m* za vteřinu a klesla na další trati od Magdeburka do Lauenberka 242 *km* dlouhé až na 0·4 *m*, takže se tam dostavila nejvyšší voda teprve 17. září o 166 hodin později.*) Do Hamburka dostala se nejvyšší voda z Čech při této rychlosti asi 19., do Cuxhavena asi 22. září.

V následujícím přehledu jsou sestavena některá data o postupu velké vody na trati od Budějovic až k Lauenburku :

M í s t o	Největší výška vody v <i>m</i> nad null. bodem v Cuxhavenu	Vzdálenost místa od vodoměru v Budějovicích v <i>km</i>	Prům. spád v <i>m</i> na 1 <i>km</i>	Datum a hodina nejvyšší vody
Budějovice . .	390·79	—	—	3./IX. 4—12 ^h p
Praha-Karlín .	191·31	194·5	1·02	4./IX. 10—12 ^h p
Děčín . . .	135·74	340·6	0·38	6./IX. 0—6 ^h p
Magdeburg .	45·91	680·9	0·26	10./IX. 10 ^h p
Lauenburg . .	7·87	923·2	0·15	17./IX. 8 ^h p

Traf od Budějovic do Lauenburka 923·2 *km* dlouhou proběhla nejvyšší voda za 14 dní s prům. rychlostí 0·76 *m* za vteřinu.

Nejvyšší voda zářijová pohybovala se tudíž velmi zdouhavě zvláště v terrainu rovném, kde se mohla volně rozlévatí a pak

*) Dle zprávy staveb. úřadu magdeburského: *Graph. Darstellung verschiedener Hochwässer der Elbe seit 1845.*

v té části řeky, kde jest spád její malý. Vrchol vysoké rozlévající se vody postupuje tím pomaleji, čím bývá vyšší, takže mívá voda v proudu říčním větší rychlost a dostává se dříve do moře než vrchní voda při velkých povodních.

Velkou vodu zářijovou lze stopovati ještě v té části Labe, jež podlehá účinkům přílivu a odlivu mořského; v Zollenspiekeru 25 km nad Hamburkem příchodem jejím zmizely úplně rozdílly mezi přílivem a odlivem, v Hamburku a v Cuxhavenu se rozdílly tyto zmenšily. Poslední zbytky velké vody z Čech dostaly se do moře koncem září a začátkem října.*)

Voda spadlá začátkem září 1890 v Čechách *vrátila se ještě během téhož měsíce nazpět do moře, vykonavši při tom oběh, jenž zůstane ještě dlouho památným.* Byvši přinesena proudy vzduchovými do země v podobě páry od severu, srážela se zde hojně silným ochlazením zvláště na výšinách pokrajních, a stékala velmi rychle přepĺňujíc potoky, rybníky a řeky, valíc se mocným proudem do moře nazpět.

O přesnosti hodnot nabytých průkladem praktických tabulek mathematických.

Napsal

Vavřinec Jelínek,

professor v Novém Městě u Vídně.

Při technických výpočtech dobře sloužívají praktickým počtářům ode dávna mathematické tabulky, obsahující druhou a třetí mocninu i odmocninu a jiné hodnoty čísel nanejvýše trojmístných. Bývají proto tabulky takové v různém rozsahu připojeny k technickým knížkám kapesním i k tak zvaným technickým kalendářům. Za příčinou pohodlí a rychlejšího vypočítávání číselných hodnot seznamují se i žáci nynějších vyšších škol průmyslových s podobnými tabulkami, jak tomu nasvědčuje „Sbírka tabulek a vzorců“, již v Praze r. 1889 sestavil prof.

*) Dle měření vody na dolním Labi konaných staveb. úřadem hamburským: *Baudeputation, Section für Strom- u. Hafenubau.*