



Český
hydrometeorologický
ústav

VYHODNOCENÍ POVODNĚ V ČERVENCI 2011



VYHODNOCENÍ POVODŇOVÉ SITUACE V POVODÍ LUŽICKÉ NISY A SMĚDÉ

ODDĚLENÍ APLIKOVANÉHO HYDROLOGICKÉHO VÝZKUMU

Jablonec nad Nisou

Zpracovali:

Mgr. Jan Jirák

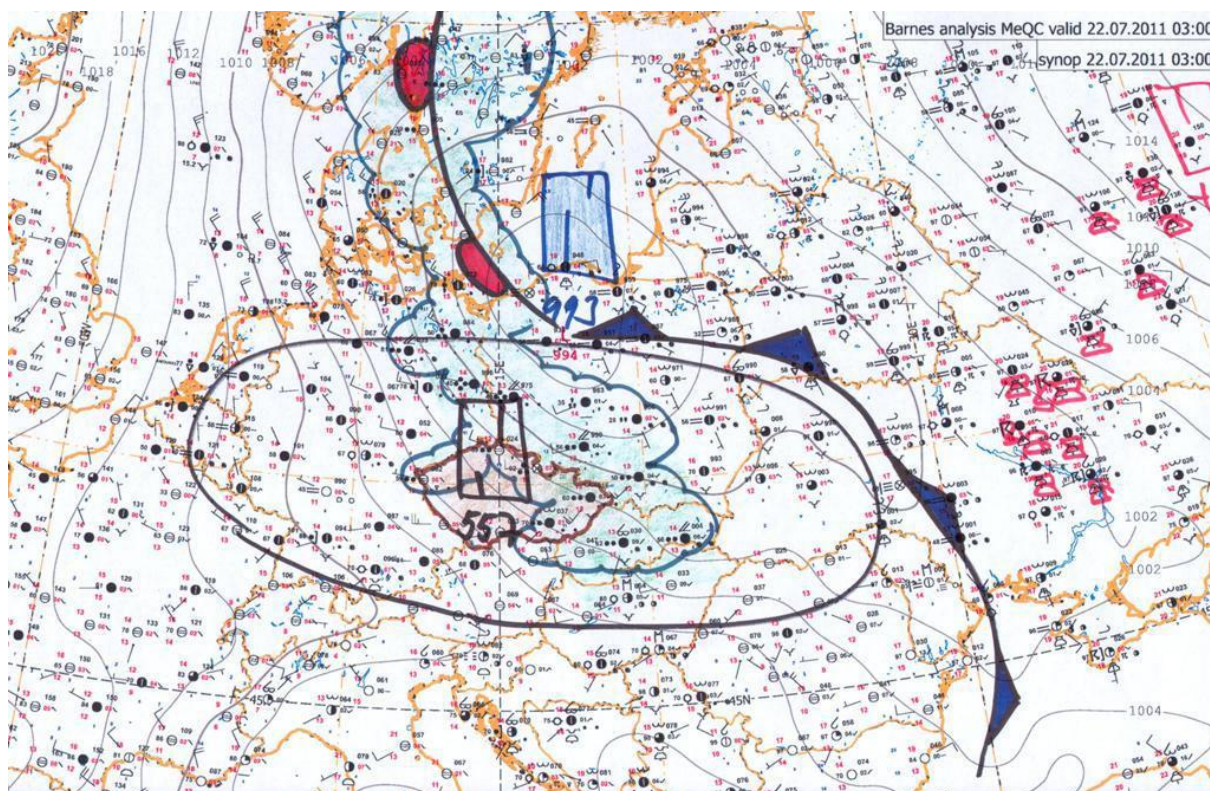
Mgr. Libor Ducháček

Ing. Jana Pobřísllová

Mgr. Václav Vajskebr

1. METEOROLOGICKÁ SITUACE

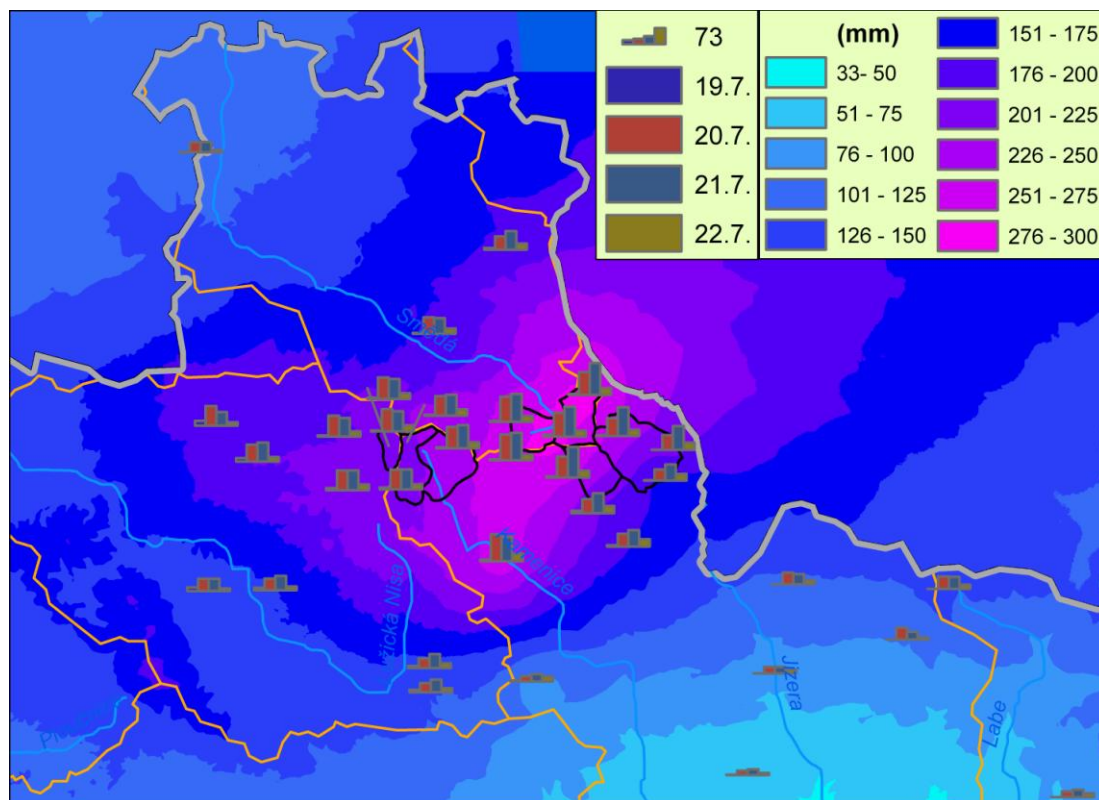
Zásadním faktorem způsobujícím povodně byla meteorologická situace v období od 19.7. do 22.7. 2011. V předcházejícím období do 18.7. proudil po přední straně brázdy nad západní Evropou nad území České Republiky teplejší vzduch od jihozápadu, a srážky se vyskytovaly jen ojediněle s výjimkou 13.7. až 14.7 a 17.7, kdy přecházely přes naše území studené fronty s průměrnými denními úhrny 4 až 9 mm. Dne 20.7. se nad Alpami prohlubovala tlaková níže, která postupovala přes naše území k severovýchodu a po její zadní straně k nám proudil chladný a vlhký vzduch. Řídícím tlakovým útvarem tak byla tlaková níže se středem nad severovýchodním Polskem, která zasahovala ve vyšších vrstvách atmosféry svým středem nad střední Evropu. Během tohoto období se vyskytly vytrvalé srážky na celém území ČR, mnohde i velmi vydatné. Tlaková níže se v průběhu pátku 22.7. a soboty 23.7. zvolna přesouvala přes Baltské moře nad jižní Skandinávii. V přízemní hladině se do střední Evropy od západu rozšířil v noci na sobotu 23.7. nevýrazný výběžek vyššího tlaku vzduchu a srážková činnost ustala.



obr. 1. Tlakové pole nad střední Evropou způsobující vytrvalé srážky v období od 19.7. do 22.7.2011

19.7. byly denní srážkové úhrny ve sledovaném území do 10 mm, jen ojediněle přesáhly 15 mm (VD Mlýnice 22 mm, VD Fojtka 16 mm a Liberec 17 mm). Následující den nastal od poledních hodin vytrvalý déšť, který dosahoval největších intenzit kolem 22. hodiny. Nejvyšší denní úhrny pro 20.7. vykazovaly srážkoměry na vrcholových partiích Jizerský hor a to i přes 100 mm (Smědavská hora 116 mm, Knajpa 118 mm, Černá Smědá 110 mm). Vytrvalý déšť pokračoval i další den 21.7. a průměrná intenzita deště v pramenné oblasti Smědé byla více jak 4,5 mm/ hod. Zde byly taky zaznamenány nejvyšší denní úhrny

(U Jeřábu 147 mm, Černá Smědá 137,2 mm) a dále také v povodí Jizerky a Černé Desné (Jizerská cesta 133 mm, Kasárenská 139 mm). Poměrně vysoká intenzita deště trvala i do následujícího dne a poslední srážky spadly na sledovaná povodí ve večerních hodinách. Suma srážek pro 22.7. se ve vyšších polohách pohybovala okolo 30 mm a v nižších partiích činila v průměru 15 mm.



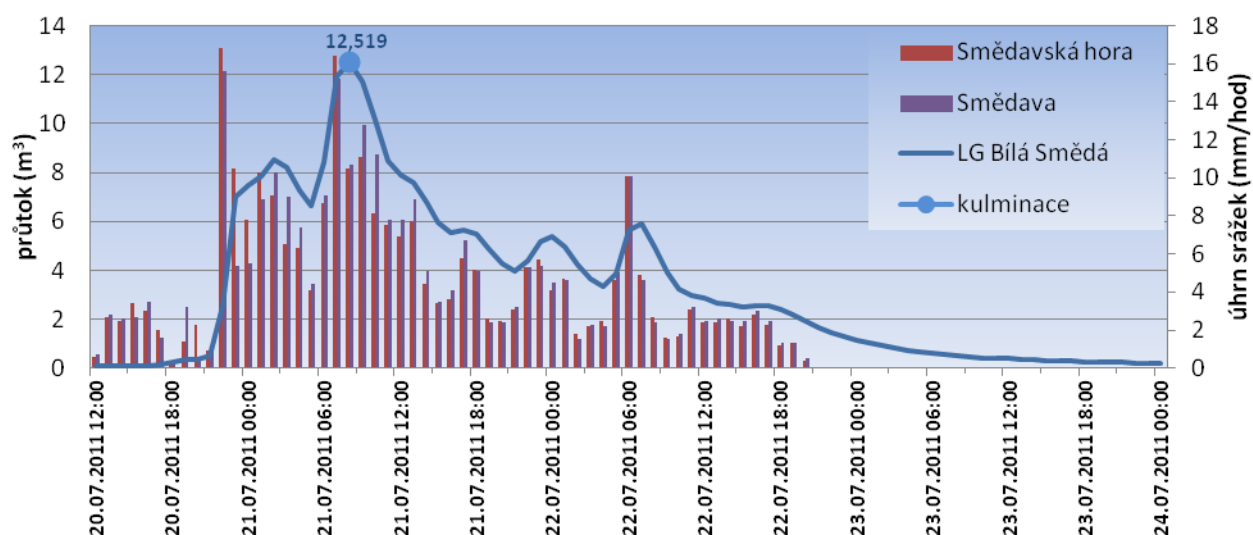
obr. 2. Celkový úhrn srážek v Jizerských horách v období od 19.7. do 22.7. 2011

2. HYDROLOGICKÁ SITUACE

Vzhledem k následkům ničivé povodně v srpnu 2010, při které byla vážně poškozena pozorovací síť ČHMÚ, je vyhodnocení povodňových vln na dolních úsecích toků značně komplikované. LG stanice Frýdlant není po loňských povodních ještě zprovozněna a na stanicích Bílý Potok, Předlánce a Frýdlant - Řasnice probíhá zpřesňování měrné křivky průtoků po nutných opravách. Zpřesňování měrné křivky průtoků na stanicích v povodí Smědé bylo prováděno pracovníky OHV Jablonec právě během povodňových stavů. Charakteristika průběhu povodňové vlny je tak založena především na vodních stavech jednotlivých stanic a přiřazení kulminačních průtoků bude aktualizováno po zpřesnění měrných křivek.

2.1. Povodí Smědé

Pramenná oblast řeky Smědá patří v rámci jizerskohorských experimentálních povodí k těm s nejrychlejší odezvou na příčinné srážky. Je to dáno především vysokou sklonitostí svahů, četnými granitovými skalními výchozy a mělkým půdním profilem. Tyto faktory způsobily také masivní sesuvy na svazích Smědavské hory při povodni v roce 2010.



obr. 3. Průběh povodně na LG Bílá Smědá

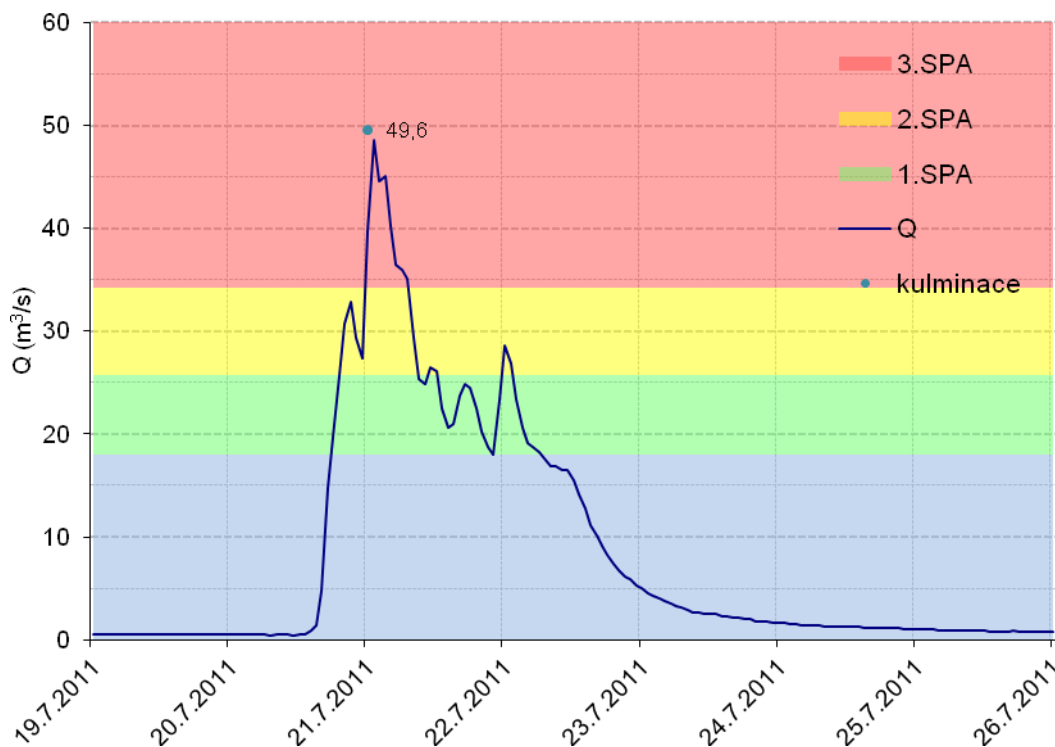
Již na výše položeném povodí Bílé Smědé jsou patrné dvě kulminační vlny, kterým předcházely srážky s intenzitou přes 15 mm/ hod. Odezva průtoků na významné hodinové úhrny se po první vlně zkrátila ze 4 hodin na necelou hodinu, což dosvědčuje značnou nasycenost povodí. Po dosažení kulminačního průtoku 12,5 m³/s 21.7. v 8:00 SEČ se postupně snižovaly i hodinové úhrny srážek a voda pozvolna opadala. V profilu LG Bílá Smědá došlo k mírnému vybřežení toku mimo dlážděné koryto, ale k dosažení úrovně hladiny ze srpna 2010 chybělo přibližně 20 cm.



obr. 4. LG Bílá Smědá, 21.7.2011, 9:30 SEČ

Přibližně hodinu a půl po kulminaci toku bylo pracovníky OHV Jablonec provedeno srovnávací měření průtoku plovákovou metodou. Ze dvou sad měření byla vypočtena maximální povrchová rychlost (V_{pmax}) 2,7 m/s. Po přepočtu na střední profilovou rychlost (MATTAS,2011) vyšel průtok při stavu 117 cm přibližně 13,4 m³/s, ale byl následně snížen na 12 m³/s, což je spodní hodnota intervalu výsledků použitých parametrů. Vzhledem k turbulentnímu proudění a kolísající hladině je tato hodnota pouze přibližná a je potřeba výpočetní vzorec ověřit dalším terénním měřením a následně přepočítat měrnou křivku profilu.

Kulminace Smědé na LG Bílý Potok proběhla přibližně ve stejný čas jako na horním povodí, tedy v 8 hodin ráno a hodnota kulminačního průtoku Q_K je odhadována přibližně na 50 m³/s, což odpovídá pětileté vodě. Vybřežení toku nebylo nad limnigrafickou stanicí tak masivní jako v roce 2010, jelikož jízek, který částečně zvedal hladinu pro měrný přepad, byl právě za loňských povodní stržen.



obr. 5. Průběh povodně na LG Bílý Potok

Pracovníci OHV Jablonec provedli dvě hodiny po kulminaci orientační měření průtoku plovákovou metodou. Měření pomocí ADCP není při takto turbulentním a provzdušněném průtoku možné, ale rozvržení proudnic a středních profilových rychlostí při nejvyšším doposud změřeném stavu umožňuje přepočítat rychlost plováků na svislicové rychlosti. Při výpočtu se vychází ze starších sovětských prací (MATTAS, 2001), které udávají vzorec

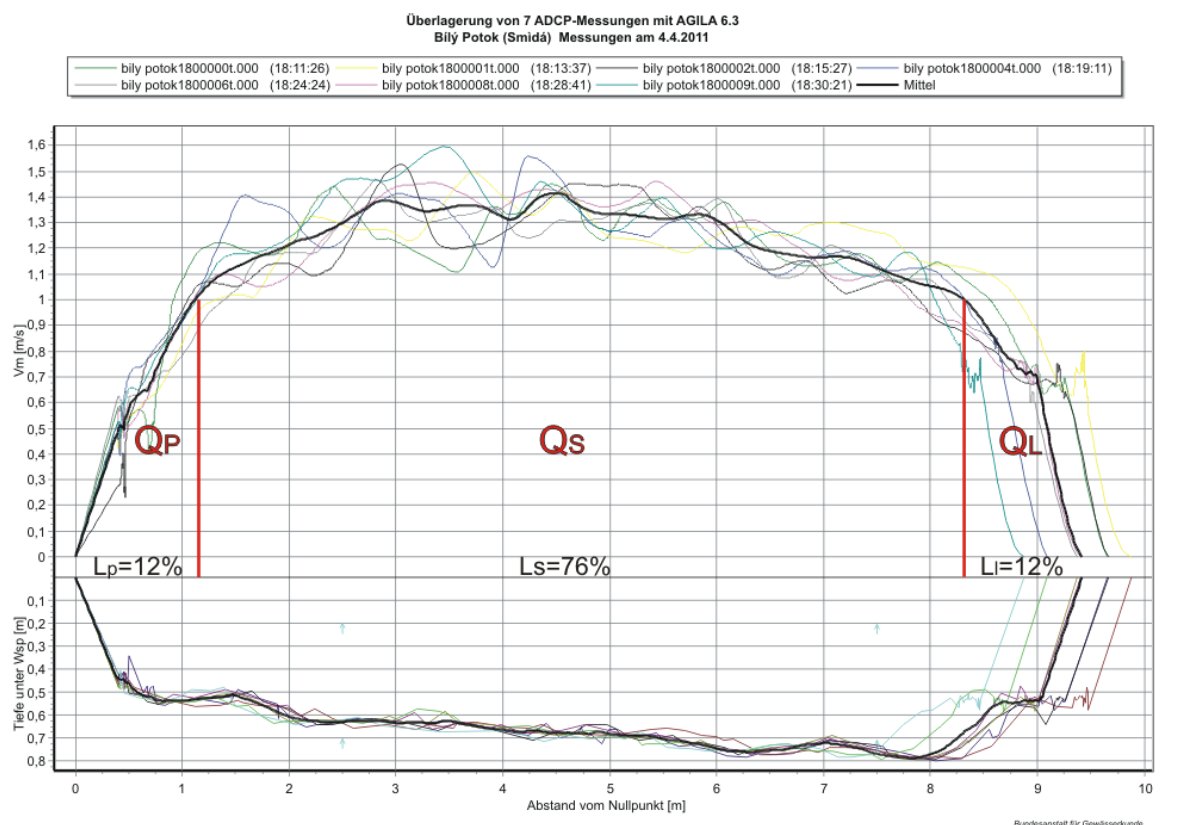
$$Q = \lambda * V_{pmax} * S$$

kde Q je průtok, λ je korekční součinitel (0,55 pro střední toky), V_{pmax} je maximální povrchová rychlost = průměrná rychlost plováků 4,91 m/s a S je plocha průtočného profilu

a průměrné profilové rychlosti V_m , kterou společně s plochou průtočného profilu vygeneruje software Agila na vyhodnocování měření s ADCP. Přepočet průměrných profilových rychlostí V_m na V_{pmax}

$$V_m = 0,55 * V_{pmax}$$

na všech dosavadních měření v profilu Bílý Potok prokázal, že se koeficient 0,55 jeví jako poměrně vhodný. Takto zredukované rychlosti byly následně aplikovány dle plošného rozložení profilových rychlostí v délce profilu, viz obr. č. 6. Střednímu úseku toku, kterému odpovídá 76% plochy profilu, byla přiřazena V_{pmax} o hodnotě průměrné rychlosti plováků, zatímco úsekům při břehu byla vzhledem ke zpomalení proudění přidělena hodnota poloviční. Jako plováky byly použity z části vodou naplněné PET láhve.



obr. 6. Rychlostní pole z ADCP pro profil Bílý Potok

Nivelačně zaměřeným profilem se proložila hladina odpovídající stavu při měření plovákovou metodou a byly vypočteny průtočné plochy dle procentuálního rozložení rychlostí. Tedy:

$$\begin{aligned}
 Q_S &= S_S * V_{ms} = 15 * 0,55 * 4,91 = 40,50 \text{ m}^3/\text{s} \\
 Q_P &= S_P * V_{mP} = 0,095 * 0,55 * 4,91/2 = 0,13 \text{ m}^3/\text{s} \\
 Q_L &= S_L * V_{mL} = 1,72 * 0,55 * 4,91/2 = 2,32 \text{ m}^3/\text{s} \\
 Q &= Q_S + Q_P + Q_L = 42,95 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$



obr. 7. LG Bílý Potok s vyznačeným měřeným úsekem, 21.7.2011, 10:17 SEČ

Způsob výpočtu sice vychází jen z empiricky zjištěných hodnot a z částečně generalizovaných vlastností koryta, ale vzhledem k množství vody, nepříznivým podmínkám a časové náročnosti je takto možné získat jistý přehled o povodňových průtocích. Pro zpřesnění výpočtu je ovšem nutné dodatečně změřit povrchovou rychlost plováků současně s měřením ADCP za maximálního možného stavu.

Limnigrafická stanice Frýdlant na Smědě byla kvůli opravám na stanici po povodních 2010 nefunkční, proto neexistuje datový záznam o průběhu povodně níže po toku. Stejně tak i na stanicích Višňová a Předlánci lze pouze odhadovat hodnotu kulminačního průtoku, jelikož šířka inundace měla takový rozsah, že řeka Smědá postupně zaplavila přilehlé louky a odtok tak probíhal až ve třech různých korytech. Měření v profilu Višňová pomocí ADCP sice technicky proveditelné bylo, ale vzhledem k silným turbulencím a nestabilnímu dnu vzešel z měření nepoužitelný záznam. Limnigrafická stanice v Předláncích byla během povodní nedostupná.

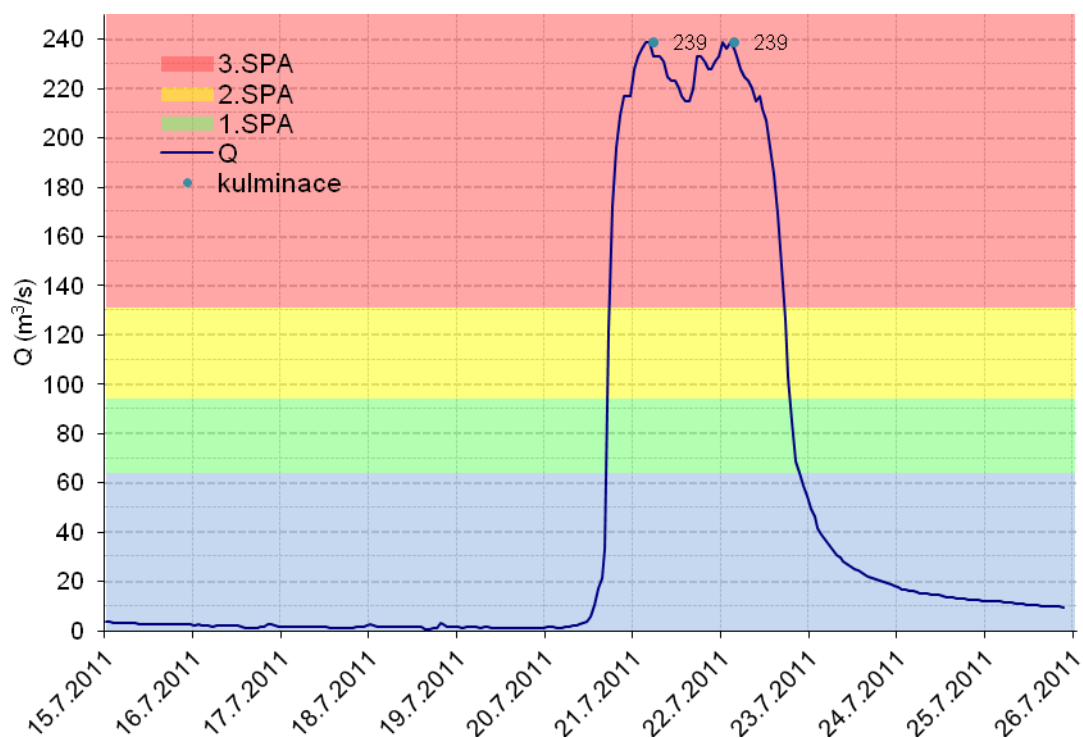


obr. 8. LG Višňová, 22.7.2011, 9:30 SEČ



obr. 9. Rozliv Smědé nad LG Předlánce, 21.7.

Dle záznamu hladinoměru lze určit alespoň časy kulminace dvou srovnatelných povodňových vln. První nastala 21.7. na LG Višňová ve 12:00 SEČ, stejně jako o 3,7 km níže na LG Předlánce. Druhá, o něco výraznější, pak kulminovala 22.7. v 10:00 SEČ při vodním stavu 283 cm v profilu Předlánce. Odhadovaná hodnota $239 \text{ m}^3/\text{s}$ odpovídá n-letostí dvacetileté vodě. Na obou těchto stanicích došlo k rychlému vzestupu hladin v nočních hodinách 21.7., kdy byl také vyhlášen 3. SPA, a opadnutí hladiny započalo až ve večerních hodinách 23.7..



obr. 10. Průběh povodně na LG Předlánce

Výraznější vlnu potvrzují i přítoky do Smědé Řásnice a Bulovský potok, na kterých došlo k jediné kulminaci, a to 22.7. v 10 hodin. I na těchto tocích bylo provedeno kontrolní měření s ADCP. Na Bulovském potoku došlo k mírnému vyběžení v profilu limnigrafu již při první vlně 21.7., kdy bylo naměřeno $5,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Na Řásnici se měřením zpřesňovala měrná křivka jak 21.7., kdy bylo změřeno $7,6 \text{ m}^3/\text{s}$, tak i těsně před kulminací, kdy bylo v obtížně měřitelném profilu dosaženo hodnoty $18,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.2. Ostatní povodí

I v dalších povodích v rámci působnosti pracoviště OHV v Jablonci došlo k výraznému navýšení průtoků. Průtoky na horních tocích v povodí Jizery byly v Jizerských horách částečně zmírněny vodními nádržemi Josefův důl a Souš. Stejně tak Lužická Nisa, regulovaná VD Mšeno, dosáhla 3. SPA jen v Hrádku nad Nisou a ani její přítoky nedosáhly podobné povodňové intenzity jako v roce 2010.

2.3. Činnost OHV Jablonec

Tok	Stanice	datum	čas (SEČ)	stav (cm)	průtok (m^3/s)	metoda
Bílá Smědá	Bílá Smědá	21.7.2011	9:30	117	13,4	plováky
Smědá	Bílý Potok	21.7.2011	10:30	142	43	plováky
Řásnice	Frýdlant	21.7.2011	13:00	117	7,6	ADCP
Řásnice	Frýdlant	22.7.2011	11:00	158	18,1	ADCP
Bulovský p.	Předlánce	21.7.2011	13:45	130	5,8	ADCP
Lužická Nisa	Liberec	21.7.2011	16:30	111	15,6	ADCP
Jizerka	Jizerka	22.7.2011	13:30	106	15,9	ADCP

3. NÁSLEDKY POVODNÍ

Červencová povodeň naštěstí nedosáhla intenzity povodně ze srpna 2010, ale především na dolním toku Smědé byl průběh podobný. Díky flexibilitě obyvatelstva i nižšímu vodnímu stavu bylo uchráněno více majetku v postižených oblastech. Povodňová vlna ovšem znásobila škody na břehovém opevnění, které se nestačily od loňských povodní opravit a zároveň bylo nutno opět odtěžit akumulovaný materiál na exponovaných místech a v inundačních zónách. Stanice ČHMÚ neutrpěly výraznější újmy, ale přesto se podniklo několik důležitých oprav, aby se zajistil plynulý chod stanice i při intenzivnějších povodních.

4. ZDROJE

ŠIFTAŘ. Z. a kol. (2011): Povodňová situace v oblasti severovýchodních Čech, červenec 2011, ČHMÚ Hradec Králové, Hradec Králové, 17 s..

MATTAS. D., (2001): Praktické cvičení z hydrometrie, ČVUT, Stavební fakulta, Praha, 23 s..

SIMPSON. M. R. (2001): Discharge measurement using a broad-band acoustic doppler current profiler, USGS, Sacramento, California, 123 s..

4.PŘÍLOHY

tabulka 1. Přehled SPA vydaných RPP Ústí nad Labem

Tok	Stanice	dosažení 2. SPA		dosažení 3. SPA		pokles pod 3. SPA		pokles pod 2. SPA	
		datum	čas	datum	čas	datum	čas	datum	čas
Smědá	Předlánce	21.7.2011	3:50	21.7.2011	4:10	23.7.2011	3:50	23.7.2011	5:30
Smědá	Bílý Potok	21.7.2011	2:50	21.7.2011	07:40	21.7.2011	15:10	22.7.2011	9:30
Řásnice	Frýdlant - Řásnice	21.7.2011	10:20	21.7.2011	14:50	23.7.2011	01:20	23.7.2011	3:40
Lužická Nisa	Liberec	22.7.2011	8:30					22.7.2011	12:50
Lužická Nisa	Hrádek nad Nisou	21.7.2011	1:10					21.7.2011	2:40
		21.7.2011	10:20	22.7.2011	14:30	22.7.2011	14:40	23.7.2011	2:20
Jeřice	Chrastava	21.7.2011	10:00					21.7.2011	21:10
		22.7.2011	1:00					22.7.2011	19:10
Mandava	Varnsdorf	20.7.2011	23:40	21.7.2011	00:40	21.7.2011	04:20	21.7.2011	6:10
Kamenice	Hřensko	21.7.2011	2:40					21.7.2011	6:30

tabulka 2. Vybrané srážkoměrné stanice

srážkoměr	19.7.	20.7.	21.7.	22.7.	suma
U Jeřábu	4,9	105	146,8	31,6	288,3
Smědava	8,7	110	137,2	27,7	288,3
Knajpa	4,7	118	126,5	26,2	275,4
Smědavská hora	4,1	116	128,3	26,7	275,1
Kasárenská	4,5	95,9	139,2	31,5	271,1
Jizerská cesta	4,5	82,1	132,6	29,3	248,5
Černá Hora	4,2	97,5	106,3	28,5	236,5
Polední kameny	5,2	103	98,8	25,2	232,2
Prameny Černé Nisy	4,6	103	92,5	28,4	228,5
Tomšovka	5,7	98,5	90,9	26	221,1
Hřebínek	4,2	89,3	95,5	29,2	218,2
Bedřichov	9,4	90,6	90,6	26,6	217,2
Nová Louka	8,6	90,4	91,2	24,1	214,3
Lasičí	1,1	68,2	109,8	33,6	212,7
Olivtská hora	5	95,7	85,5	24,4	210,6
Jezdecká	12	65,9	92,2	34,1	204,2
Fojtka	16	77,8	87,8	21,8	203,4
Fojtka	16	75,5	89,3	22,6	203,4
Mlýnice	22	89,7	62,5	15,4	189,6
N. Město p. Smrkem	7,9	61	85,2	28,2	182,3
Hejnice	4,7	75,5	72,8	25,1	178,1
Desná Souš	7,4	59,3	75,7	34,8	177,2
Jizerka	1,9	51,1	74,1	31,3	158,4
Harcov	12	54,2	66,2	17,8	150,2
Liberec	17	56,9	57,2	11,8	142,9
Mšeno	10	44,2	64,8	22,3	141,3
Jablonec n.N.	11	42,3	58,4	18,5	130,2
Zhořelec	3	63	49	9,1	124,1
Harrachov	0	53,8	47,5	20,1	121,4
Předlánce	2,1	46,4	47,8	10,8	107,1