

# N-LETOST SRÁŽEK A PRŮTOKŮ PŘI POVODNI 2002

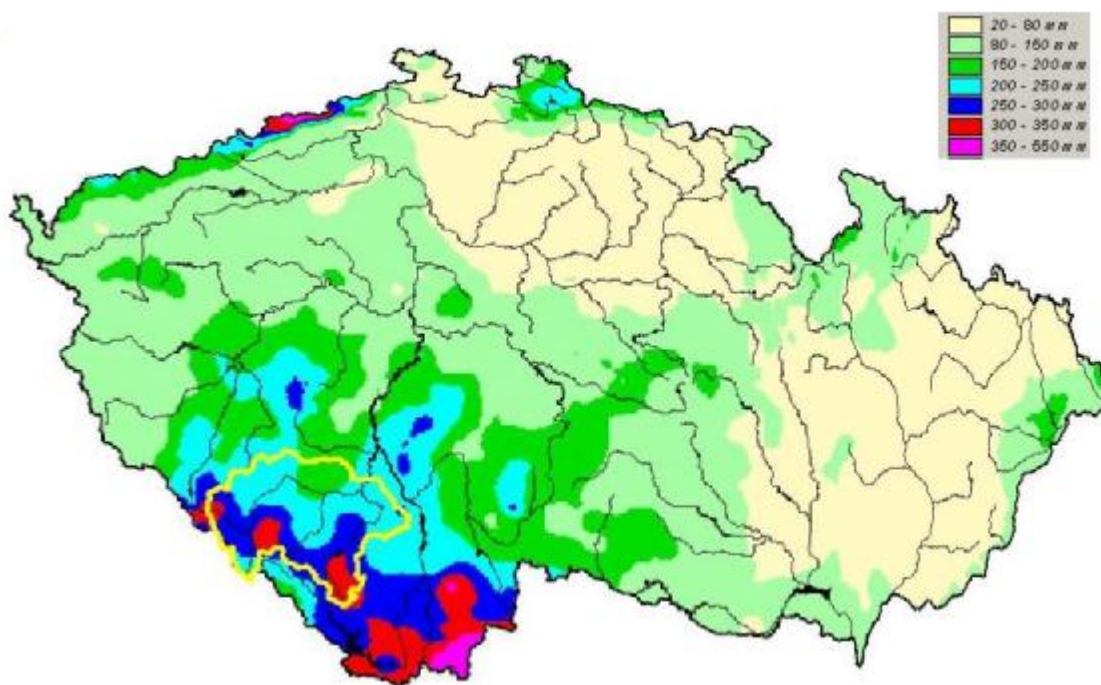
MARTIN STEHLÍK\*

\* Oddělení povrchových vod, ČHMÚ; e-mail: [stehlikm@chmi.cz](mailto:stehlikm@chmi.cz)

## 1. ÚVOD

Povodeň v srpnu 2002 v České republice byla způsobena přechodem dvou frontálních systémů mezi 6. a 15. srpnem. V těchto dnech spadlo na povodí Labe po státní hranici 142 mm srážek. Z hlediska množství srážek bylo nejvíce zasaženo povodí Vltavy po České Budějovice, oblast Krušných hor s toky směřujícími do Spolkové republiky Německo a dále povodí Otavy (obr. 1). V povodí Otavy po Písek spadlo v těchto dnech 248 mm srážek, přičemž 6. až 7. srpna spadlo 118 mm a 11. až 12. srpna 129 mm. Příčinné srážky v povodí Otavy tedy tvořily dvě zřetelně vymezené dvoudenní epizody.

Obr. 1 Úhrn srážek 6.-15. srpna 2002



Základem hodnocením povodňové situace je určení velikosti spadlých srážek a velikosti průtoků v absolutním (mm a  $m^3/s$ ) i v relativním měřítku (doby opakování). Zhodnocení extremity povodně je součástí projektu MŽP „Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002“. Tento úkol přebírá ze zmíněného projektu vyhodnocení extremity

---

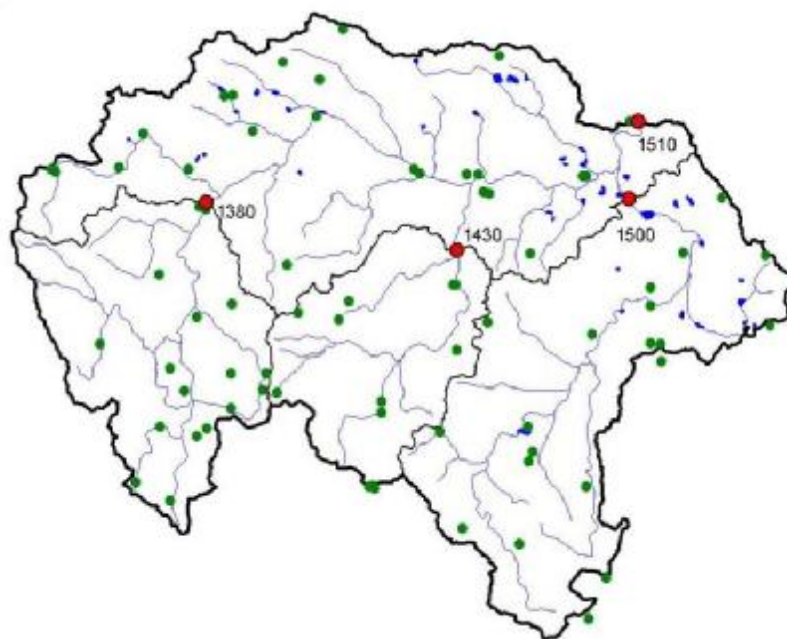
průtoků pro povodí Otavy po Písek a tři subpovodí (Otava – Sušice, Volyňka – Němětice, Blanice – Heřmaň). Jako vlastní příspěvek úkolu je vyhodnocena N-letost dvou dvoudenních srážkových epizod pro zmíněná povodí.

## 2. POSTUP ŘEŠENÍ A POUŽITÁ DATA

### 2.1. VÝBĚR DAT

Jako podklad pro statistickou analýzu slouží denní úhrny srážek z let 1895-2002 (a roku 1890) z celkem 72 stanic v povodí Otavy po Písek. Podkladová data byla získána z klimatologické databáze CLIDATA (1961-2002), databáze maximálních srážek (1897-1960) a srážkoměrných ročenek (1890, 1895, 1896). Umístění srážkoměrných stanic a rozdělení povodí Otavy po Písek (datatábázové číslo 1510, plocha povodí 2913 km<sup>2</sup>) na subpovodí Otava po Sušici (DBČ 1380, 536 km<sup>2</sup>), Volyňka po Němětice (DBČ 1430, 383 km<sup>2</sup>) a Blanice po Heřmaň (DBČ 1500, 840 km<sup>2</sup>) je patrné na obr. 2. Z vybraných stanic měly nejdelší období pozorování stanice Sedlice (100 let), Čachrov (98), Kašperské Hory (96), Kolinec (93) a Paračov (93). Prostřednictvím databázových operací byly určeny dvoudenní úhrny srážek a vybrána maxima pro každý hydrologický rok (listopad-říjen). Pro povodí Otavy bylo vytvořeno 109 souborů s maximálními dvoudenními srážkami ve stanicích.

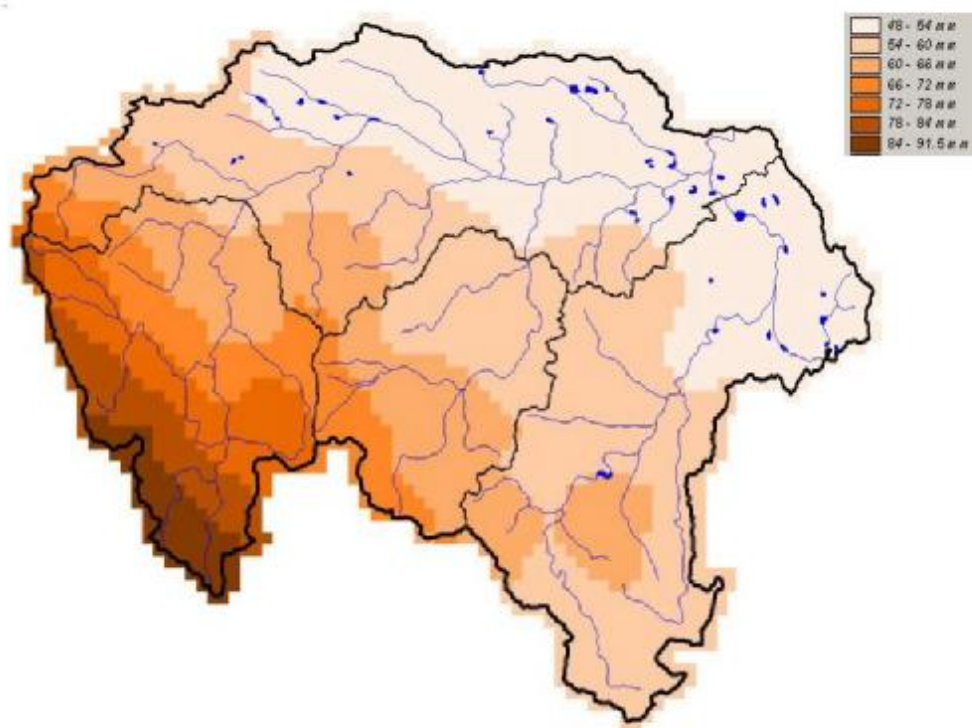
**Obr.2: Umístění srážkoměrných a vodoměrných stanic v povodí Otavy po Písek**



## 2.2. INTERPOLACE

V dalším kroku byly srážky ze stanic převedeny na plochu. K tomuto účelu byla použita interpolační metoda kombinující metody Kriging a IDW s možnou lineární regresní závislostí úhrnu srážek na nadmořské výšce (Šercl et Lett, 2002). Do prostředí ArcView Spatial Analyst je tato metoda zahrnuta prostřednictvím tzv. Oroextenze.

**Obr. 3 Průměr maximálních 2-denních srážek (1890, 1895-2002)**

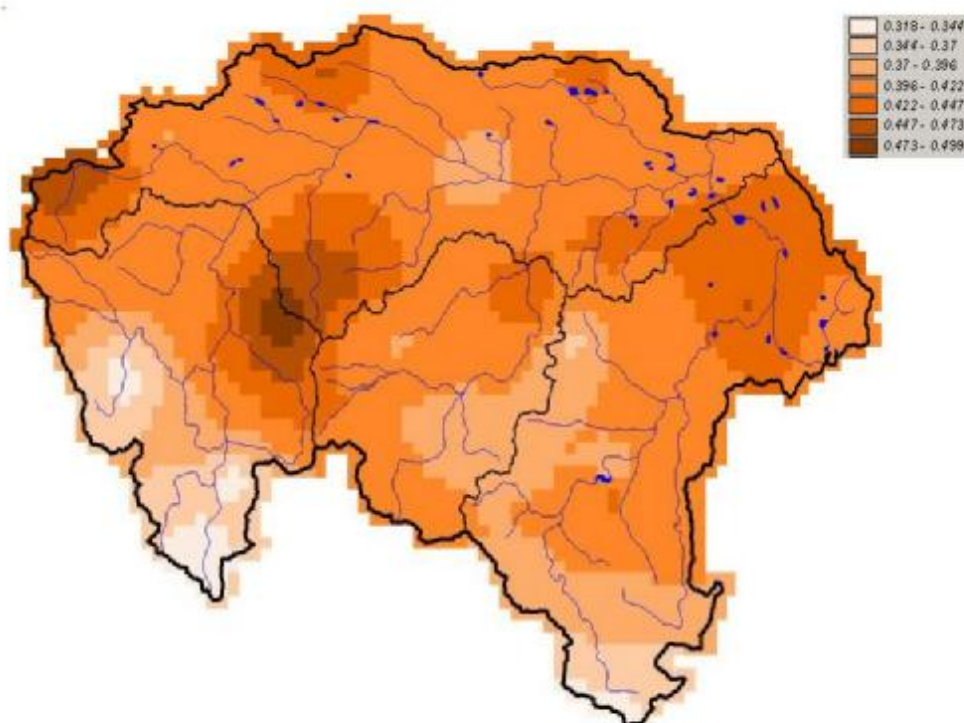


## 2.3. URČENÍ KVANTILŮ

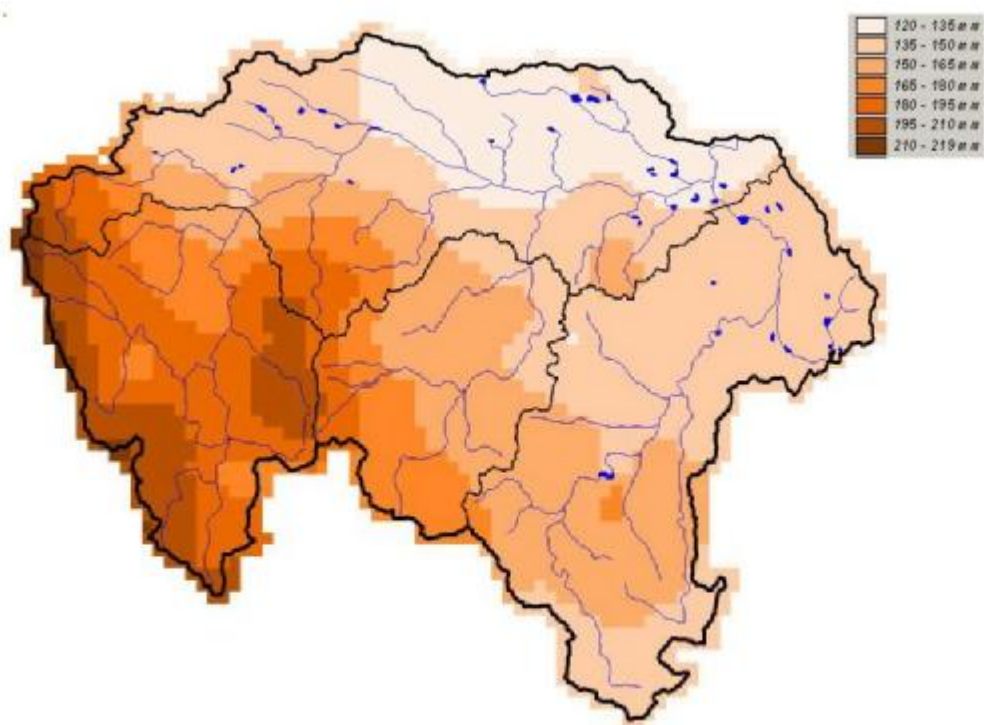
K určení kvantilů (N-letostí) bylo zvoleno lognormální rozdělení. Toto rozdělení je používáno jako základní rozdělení pro vyhodnocení N-letosti průtoků v ČR (Novický, Kašpárek, Kolářová, 1992) a je používáno i pro vyhodnocení N-letosti srážek (Cunnane, 1989). Ze souboru 109 interpolovaných map s dvoudenními maximy byly prostřednictvím Multirastrové extenze (Šercl, ČHMÚ, 2002) určeny momenty souboru – průměr, koeficient variace a koeficient asymetrie (viz obr. 3, 4, a 5). K získání kvantilů byl použit skript v jazyce Avenue aplikující tříparametrické lognormální rozdělení na zadané gridy momentů

souboru. Tímto způsobem byly získány mapy bodových 2-denních srážek v povodí Otavy pro dobu opakování 10, 20, 50, 100, 200, 500 a 1000 let. Protože všechny podkladové maximální srážky byly měřeny v pevných časových intervalech, maximální srážky v intervalu 48 hodin mohly být vyšší. Britská Flood estimation handbook (Faulkner, 1999) doporučuje pro diskretizaci 2-denních srážek navýšení koeficientem 1,11. Tímto koeficientem proto byly zvýšeny i mapy pro jednotlivé doby opakování. Příklad mapy s kvantilem 2-denní bodové srážky je mapa 100-letých srážek na obr. 6.

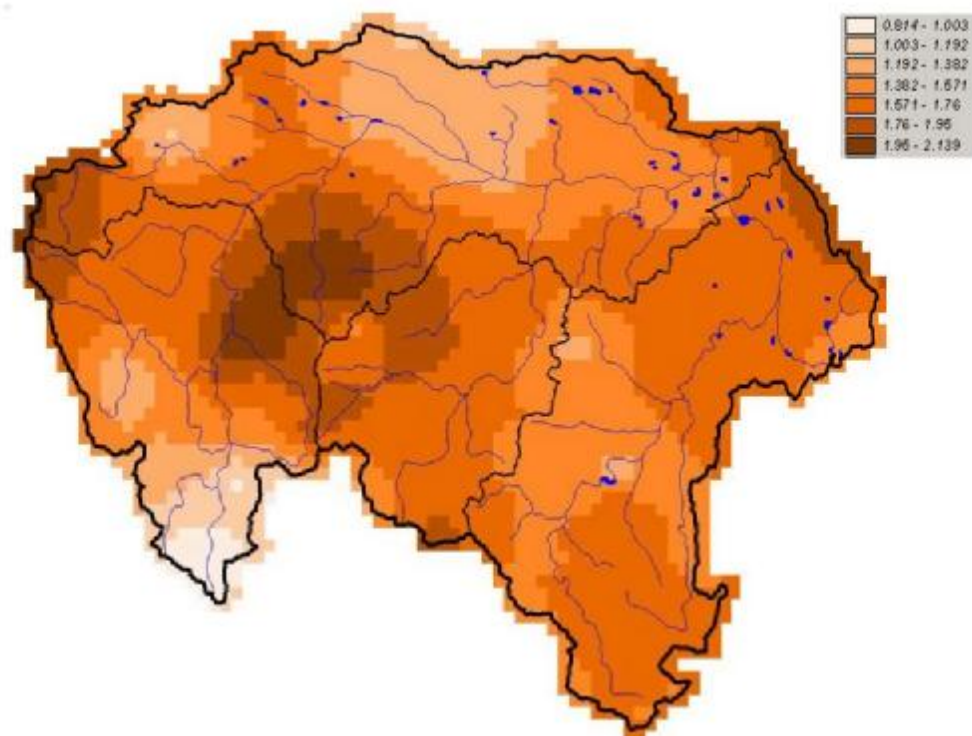
**Obr. 4 Koeficient variace maximálních 2-denních srážek (1890, 1895-2002)**



Obr. 5 Koeficient asymetrie maximálních 2-denních srážek (1890, 1895-2002)



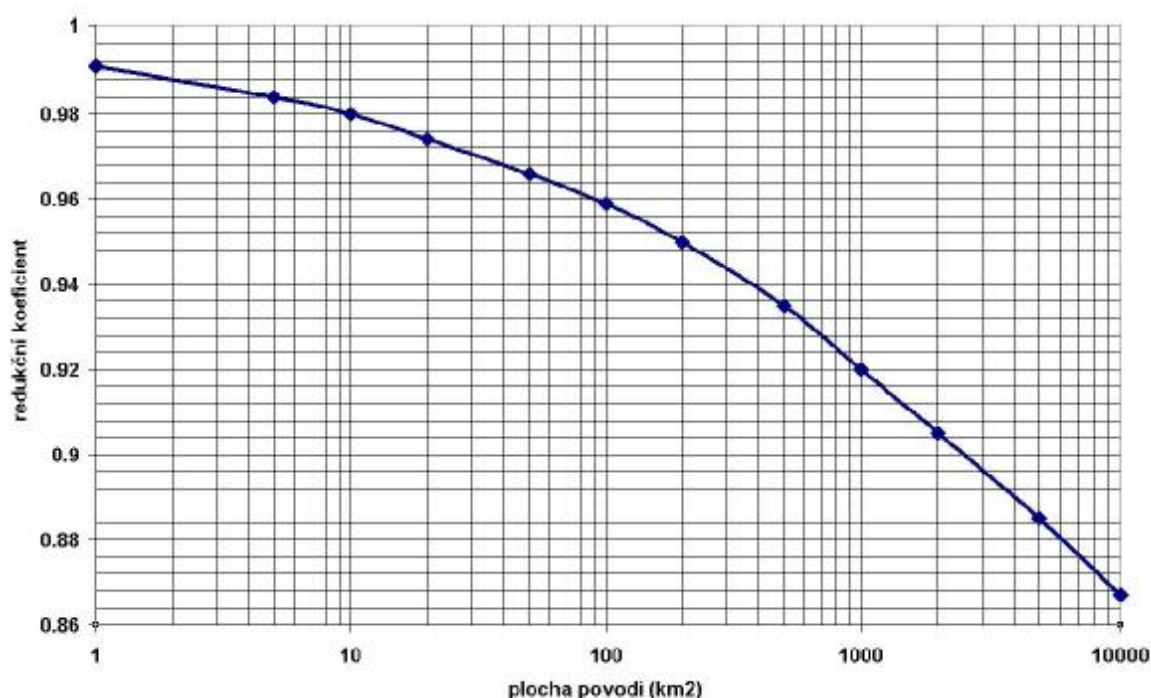
Obr. 6 100letá 2-denní srážka



## 2.4. REDUKCE NA PLOCHU POVODÍ

Mapy N-letých srážek jsou sestaveny z bodových maximálních srážek. Proto lze předpokládat, že plošné N-leté srážky na povodí jsou nižší než průměr bodových N-letých srážek. Na základě porovnání různých přístupů doporučuje Lett (in Kulasová, Šercl a kol, 2003) pro Českou republiku používat redukční koeficienty podle britské Flood estimation handbook (Faulkner, 1999). Na obr. 7 je křivka redukcí použitá pro 2-denní srážky, v tabulce 1 jsou uvedeny redukované plošné N-leté srážky pro povodí Otavy po Písek a tři subpovodí.

Obr. 7 Redukce úhrnu 2-denních bodových srážek na plošné podle plochy povodí (Faulkner, 1999)



Tabulka 1 N-leté plošné 2-denní srážky (v mm) v povodí Otavy

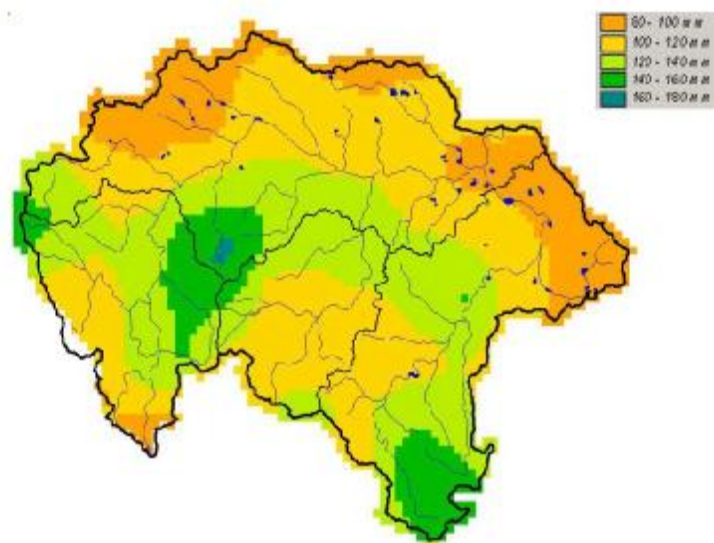
N-letost	Otava - Sušice (1380)	Volyňka - Němětice (1430)	Blanice – Heřmaň (1500)	Otava - Písek (1510)
10	116	98	89	91
20	134	114	103	105
50	157	134	122	124
100	176	152	137	140
200	195	169	153	156
500	223	194	174	177

---

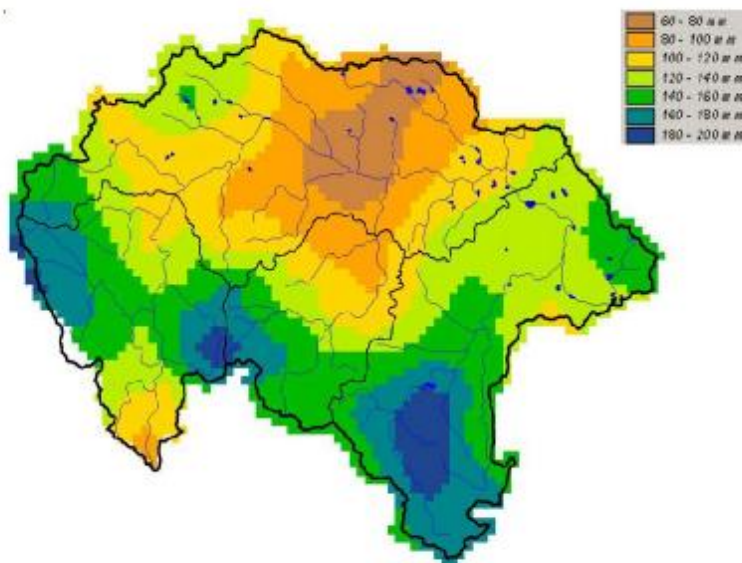
## 2.5. ZPRACOVÁNÍ ÚDAJŮ O SRÁŽKÁCH V SRPNU 2002

Na obr. 7 a 8 jsou znázorněny úhrny srážek v epizodách 6.-7. srpna 2002 a 11.-12. srpna 2002. Průměrné úhrny srážek na povodí Otavy po Písek a na třech subpovodích jsou uvedeny v tabulce 2.

**Obr. 7 Úhrn srážek 6.-7. srpna 2002**



**Obr. 8 Úhrn srážek 11.-12. srpna 2002**



Tabulka 2 Úhrny srážek dvou 2-denních epizod ze srpna 2002 pro povodí Otavy

	Otava - Sušice (1380)	Volyňka - Němčice (1430)	Blanice - Heřmaň (1500)	Otava – Písek (1510)
6.-7.8.	125	119	119	118
11.-12.8.	143	131	150	129

## 2.6. POUŽITÁ DATA

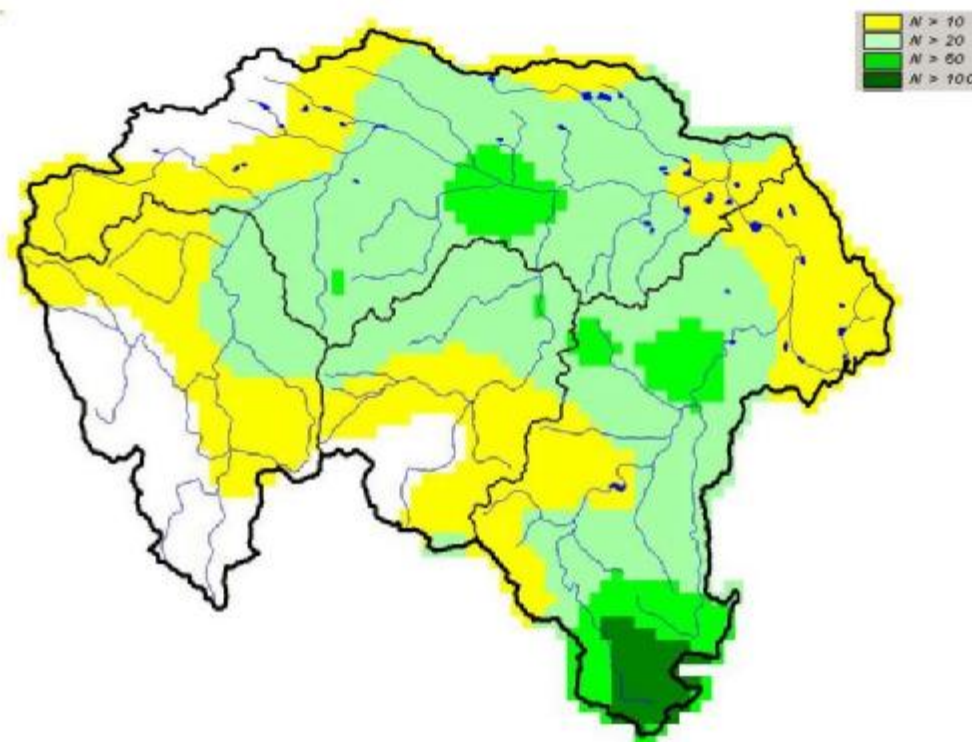
- gridy srážek ze 6.-15. srpna 2002 v povodí Otavy
- srážková databáze 1890, 1895-2002 stanic v povodí Otavy
- kulminační průtoky ze srpna 2002 pro čtyři profily v povodí Otavy

## 3. VÝSLEDKY

### 3.1. URČENÍ N-LETOSTI BODOVÝCH SRÁŽEK

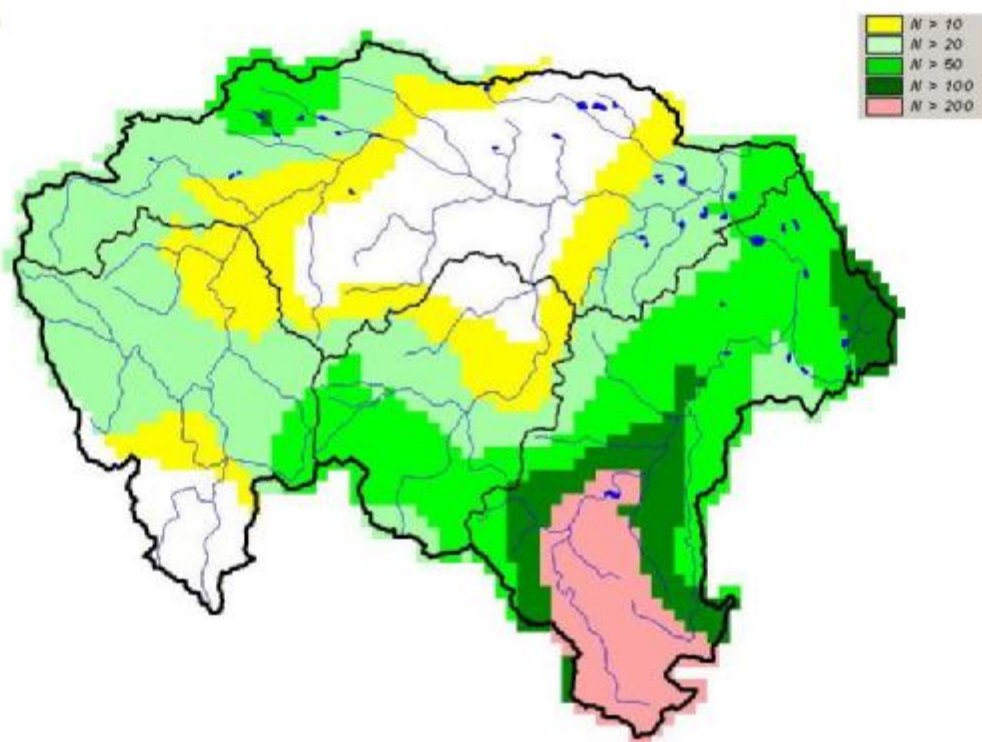
Srážkové epizody ze srpna 2002 jsou zatříděny podle N-letostí na obr. 9 a 10.

Obr. 9 N-letost srážek 6.-7. srpna 2002





Obr. 10 N-letost srážek 11.-12. srpna 2002



Epizoda 6.-7. srpna dosáhla na 1,5% povodí Otavy po Písek nad dobu opakování 100 let, na 8,8% povodí nad 50 let, na 52,4% povodí nad 20 let a na 87,6% povodí nad 10 let. Epizoda 11.-12. srpna dosáhla na 6,7% povodí Otavy po Písek nad dobu opakování 200 let, na 13,5 % nad 100 let, na 35,5% nad 50 let, na 66,2% nad 20 let a na 81,6% nad 10 let. Územím s největší extremitou srážek při obou epizodách je povodí horní Blanice.

### 3.2. URČENÍ N-LETOSTI PLOŠNÝCH SRÁŽEK

Srážkové úhrny na povodích jsou zaříděny podle hodnot kvantilů (N=10, 20, 50, 100, 200, 500 let) v tabulce 3.

Tabulka 3 N-letost plošných srážek dvou 2-denních epizod ze srpna 2002

	Otava - Sušice (1380)	Volyňka - Němčice (1430)	Blanice - Heřmaň (1500)	Otava - Písek (1510)
6.-7.8.	10-20	20-50	50	20-50
11.-12.8.	20-50	50	200	50-100

Pozn.: Pokud je rozdíl mezi úhrny a hodnotami kvantilů do 20% rozdílu mezi hodnotami kvantilů v jejichž rozmezí leží úhrn, je jako odpovídající N-letost určen daný kvantil (např. 50 let doby opakování), pokud je rozdíl mezi úhrny a rozdílem kvantilů nad 20% je hodnota úhrnu zaříděná jako rozmezí kvantilů (např. 20-50 let).

### 3.3. URČENÍ N-LETOSTI PRŮTOKŮ

Hodnoty kulminačních průtoků a jejich odvozená N-letost jsou uvedeny v tabulce 4, údaje jsou převzaty z projektu „Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002“ (MŽP, 2003). Jsou zde zhodnoceny N-letosti kulminace z druhé povodňové vlny (kulminace ze srpna 2002 byly zahrnuty do vyhodnocovaného souboru průtoků). Na Otavě v Písku činila kulminace u první povodňové vlny 558 m<sup>3</sup>/s (8. srpna ve 23:00), u druhé vlny dosahovala 1180 m<sup>3</sup>/s (13. srpna v 11:00). Dvojnásobná kulminace při zhruba stejné velikosti dvoudenní příčinné srážky u druhé povodňové vlny byla způsobena dobíháním první povodňové vlny a značným nasycením povodí.

**Tabulka 4 Kulminační průtoky (z období 12. až 13. srpna 2002) a jejich odvozená N-letost (MŽP, 2003)**

	<b>Otava - Sušice (1380)</b>	<b>Volyňka - Němětice (1430)</b>	<b>Blanice - Heřmaň (1500)</b>	<b>Otava - Písek (1510)</b>
<b>Q (m3/s)</b>	<b>299</b>	<b>199</b>	<b>443</b>	<b>1180</b>
<b>N-letost</b>	<b>100</b>	<b>50-100</b>	<b>200-500</b>	<b>200-500</b>

### 4. DISKUSE

První dvoudenní srážková epizoda 6.-7. srpna v povodí Otavy po Písek byla zhodnocena jako 20-50 letá, druhá epizoda 11.-12. srpna jako 50-100 letá. Vyhodnocena byla i tři subpovodí, z nichž největší N-letosti dosahovaly srážky na povodí Blanice po Heřmaň (200 let pro druhou srážkovou epizodu). Nejzajímavější je následnost dvou srážkových epizod vymezených třemi dny prakticky beze srážek. Nabízí se otázka, jakou N-letostí zhodnotit následnost dvou po sobě jdoucích epizod. Možným řešením je hodnocení 7-denních srážkových epizod, pro takové řešení však zatím nejsou v ČHMÚ připraveny datové podklady. Jiným přístupem je předpoklad, že kombinovaná N-letost bude zhruba odpovídat N-letosti kulminací druhé povodňové vlny. To naznačují N-letosti pro první srážkovou epizodu, druhou srážkovou epizodu a kulminaci při druhé povodňové vlně:

Otava-Sušice ... 10-20, 20-50, 100 let,

Volyňka –Němětice ... 20-50, 50, 50-100 let,

Blanice-Heřmaň ... 50, 200, 200-500 let,

Otava – Písek ... 20-50, 50-100, 200-500 let.

---

## 5. ZÁVĚR

V příspěvku jsou uvedeny N-letosti kulminací ze srpna 2002 pro profily Otava-Sušice, Volyňka-Němětice, Blanice-Heřmaň a Otava-Písek. Pro stejné profily byla určena N-letost srážek na povodí pro dvoudenní epizody 6.-7. srpna a 11.-12. srpna. Pro stanovení N-letosti srážek byla použita nově vyvíjená metodika ČHMÚ, se zpracováním srážkových podkladů z let 1890, 1895-2002.

## 6. LITERATURA

- Cunnane, C. *Statistical distributions for flood frequency analysis. Operational hydrology report No. 33.* Geneva: WMO, 1989.
- Faulkner, D.: *Flood estimation handbook. Volume 2 – Rainfall frequency estimation.* Wallingford: Institute of Hydrology, 1999.
- Kulasová, B., Šercl, P. et al. *Verifikace metod odvození hydrologických podkladů pro posuzování bezpečnosti vodních děl za povodní. Závěrečná zpráva za rok 2002 projektu MZe (2001-4).* Praha: ČHMÚ. 2003.
- MŽP: *Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002.* Praha: MŽP, 2003.
- Novický O., Kašpárek L., Kolářová S. *Hydrologická data pro návrhové účely. Světový klimatický program.* Praha: ČHMÚ, 1992.
- Šercl P., Lett P. *Výpočet rastru srážek v prostředí GIS - uživatelská příručka.* Praha: ČHMÚ, 2002.