

## NOVÉ POŽIADAVKY NA HODNOTENIE VÝZNAMNÝCH ZRÁŽKOVÝCH ÚHRNOV

*Ol'ga Majerčáková, Pavel Faško, Pavel Šťastný, Jana Marikovičová*

---

### Abstract

In the article different approaches to the flood risk of the Slovakia region are discussed. Products of this activity is one of basic inputs from point of view of the floods warning system and the flood protection planning, too. In more detailed form are presented climatic and hydrologic parameters for risk evaluation. The frequency of high 24-hour precipitation totals and the probability of occurrence of one to five days precipitation totals are analysed. The higher influence of the orography in connection with longer interval of precipitation duration is the important result of this analyse.

---

### Úvod

V doterajšej hydrologickej praxi požiadavky na hodnotenie významných zrážkových úhrnov (prípadne zrážkových oddielov) a na spracovanie pravdepodobnostných zrážok najčastejšie predkladala urbanistická hydroológia v súvislosti s navrhovaním stokových sietí a inžinierska hydroológia najmä v súvislosti s aplikáciou metód na výpočet maximálnych prietokov.

V posledných rokoch sa požiadavky na významné zrážkové úhrny rozširujú, a to ako na ich spracovanie, tak na ich využitie pri tvorbe kvalitatívne nových informácií. Takéto nové požiadavky sme na klimatológov postavili aj pri tvorbe systému predpovedania a varovania pred povodňami rôznych typov.

Z hľadiska základnej stavby možno na podobné systémy nazerať ako na prepojenie technických, technologických a softvérových prvkov, pričom k technickým možno priradiť meráciu a prenosovú techniku, k technologickým napr. spracovanie informácií, využívanie historických a operačných databáz

a ostatnej informačnej nadstavby a podpory a k softvérovým prvkom možno zaradiť spracované predpovedné metodiky a modely do programových balíkov. Samozrejme ide o generalizovaný pohľad, všeobecná schéma sa vždy modifikuje a detailizuje vzhľadom na praktické požiadavky ale aj danosti krajiny, prípadne vzhľadom na preferovanie špecifického účelu, ktorému má systém predovšetkým vyhovieť, ale tiež vzhľadom na technické a finančné možnosti.

### Rizikovosť územia vzhľadom na povodňovú hrozbu

Na Slovensku sa dnes takýto predpovedný a varovný systém buduje pod názvom POVAPSYS. Do jeho technologickej časti bolo začlenené aj vypracovanie rizikovosti územia vzhľadom na povodňovú hrozbu. Výsledkom úlohy je súbor máp (či už podkladových, samonosných, podkladových aj samonosných zároveň alebo syntetických). Využitie uvedených (mapových alebo dátových) výstupov vidíme vo viacerých rovinách.

---

### Kontakt

RNDr. Ol'ga Majerčáková, CSc., e-mail: [Olga.Majercakova@shmu.sk](mailto:Olga.Majercakova@shmu.sk);

RNDr. Pavel Faško, CSc., e-mail: [Pavol.Fasko@shmu.sk](mailto:Pavol.Fasko@shmu.sk);

RNDr. Pavel Šťastný, CSc., e-mail: [Pavel.Stastny@shmu.sk](mailto:Pavel.Stastny@shmu.sk);

Ing. Jana Marikovičová, [Jana.Marikovicova@shmu.sk](mailto:Jana.Marikovicova@shmu.sk)

V prvom rade je to pre samotnú hydro-prognóznú službu ako doplnková informačná databáza pri:

- ▶ pri tvorbe a poskytovaní výstrah a predpovedí
- ▶ pri tvorbe predpovedných metodík
- ▶ pri zahusťovaní monitorovacích sietí
- ▶ pri výbere povodí na scenárové riešenia zrážkovo-odtokových vzťahov.

Ďalšie využitie vidíme ako zdroj podporných informácií v rozhodovacích procesoch

- ▶ pri výbere prioritných oblastí pre uplatňovanie technických aj netechnických preventívnych protipovodňových opatrení
- ▶ pri umiestňovaní lokálnych varovných systémov
- ▶ pri integrovanom manažmente povodí.

Špecifickou oblasťou je využitie aj týchto informácií v racionálnych a efektívnych „public relation“ v systéme preventívnej a aktuálnej ochrany. Tu máme na mysli „public relation“ nielen vo väzbe na verejnosť v najširšom zmysle slova, ale aj na sektory, ako napr. poisťovníctvo, tlačové a elektronické médiá, samosprávy, školstvo a pod.

### **Tvorba podkladov pre stanovenie rizikovitosti územia**

Pri stanovovaní rizikovitosti územia vzhľadom na povodňovú hrozbu sme sa zamerali na vyjadrenie citlivosti na jednej strane a na strane druhej na vyjadrenie zraniteľnosti. Prekrytie týchto dvoch separátnych vyjadrení (či už reálne alebo virtuálne) sme ponechali na užívateľovi a jeho potrebách. To znamená, že riešenie vlastne vychádzalo z definície prírodného rizika podľa Panizzu:

$\text{riziko} = \text{hrozba} + \text{citlivosť} + \text{zraniteľnosť}$

Keďže sme v prvom kroku v našom riešení vynechali parameter hrozby, vyjadrili sme potenciálne riziko. Citlivosť územia,

t.j. schopnosť reagovať na podnet, sa riešila vzhľadom na dve základné skupiny parametrov:

- ▶ *fyzicko-geografické* (kvázistacionárne) – napr. reliéf, podmienky vegetačné, hydrogeologické, pôdne aj geologické
- ▶ *klimatické a hydrologické* vyjadrené štatisticky spracovanými charakteristikami dlhodobých pozorovaní – napr. hydro-modul, povodňové indexy, výskyt povodní, pravdepodobnostné zrážky, denné úhrny zrážok nad 100 mm.

Zraniteľnosť územia, t.j. možná zmena oproti východiskovému stavu po prijatí impulzu, sa riešila vyhodnotením socio-ekonomického, demografického a vodohospodárskeho stavu v jednotlivých intravilánoch miest a obcí tzv. bodovacím systémom a následnou kategorizáciou.

### **Spracovanie významných zrážkových úhrnov**

Z klimatických ukazovateľov citlivosti územia na povodňovú hrozbu sme volili dva: 24 hodinové úhrny zrážok a pravdepodobnostné zrážky jedno- a viacdňové.

Konkrétne boli spracované a mapovo vyjadrené: frekvencia výskytu 24 hodinových úhrnov zrážok nad 100 mm za posledných 55 rokov a pravdepodobnostné zrážky 1, 2 a 5-dňové s dobou opakovania raz za 100, 50 a 20 rokov.

Výber bol do značnej miery zúžený (vychádzal z okamžite dostupných charakteristík) a nevystihuje problém v celej šírke; preto uvedené spracovania postupne dopĺňame. Stavebnicový systém riešenia rizikovitosti územia nám takéto dopĺňanie v plnej miere umožňuje.

#### *Denné zrážkové úhrny*

Využívanie 24 hodinových zrážkových úhrnov v sebe zahŕňa ako intenzívne krát-

kodobé zrážky (t.j. zrážky privalové – najčastejšie definované ako 30 mm a viac do 180 minút), tak časti zrážkových epizód viacdňových. Preto takéto hodnotenie bude vhodné a potrebné ďalej doplniť a analyzovať.

Z dlhoročnej praktickej skúsenosti vieme, že už denné úhrny zrážok  $\geq 50$  mm neznamenávajú v sieti zrážkomerných staníc na Slovensku v mnohých staniaciach každoročne, a že už takéto úhrny môžu spôsobovať významné škody. Osobitná pozornosť sa významným denným úhrnom zrážok venovala aj pri koncipovaní ročenky atmosférických zrážok, pretože v tomto periodiku im prislúcha samostatná tabuľka. V nej sú zaznamenané všetky významné denné úhrny zrážok s dátumom a miestom výskytu. Zrážky  $\geq 70$  mm sa v ročenkách uvádzajú do roku 1964. Od roku 1965 sa

prijalo tolerantnejšie kritérium a publikované sú všetky denné úhrny zrážok  $\geq 50$  mm.

V ďalšom kroku sa pristúpilo k tvorbe a doplneniu špeciálnych súborov zrážok  $\geq 50$  mm (od roku 1965) a zrážok  $\geq 70$  mm (od roku 1951). Ako ďalšie hranice v intervale nad 70 mm (za 24-hodín) sa zvolili zrážkové úhrny  $\geq 100$ , 150 a 200 mm. Všetky súbory (t.j. pre zrážky  $\geq 50$ , 70, 100, 150 a 200 mm) boli usporiadané *chronologicky*, ďalej *podľa výskytu v jednotlivých mesiacoch* a nakoniec boli usporiadané *podľa počtu zaznamenaných denných úhrnov zrážok nad zvoleným limitom* – od dátumu s najväčším výskytom po dátum v výskytom najmenšom. Príklad takéhoto usporiadania súborov uvádzame pre zrážky nad 150 mm v Tab. 1 – 3:

Tab. 1. Denné úhrny zrážok  $\geq 150$  mm. Počet a chronologicky zoradené dátumy ich výskytu od roku 1951.

Dátum	Počet $\geq 150$ mm
03.06.1951	1
19.07.1956	1
12.07.1957	1
29.06.1958	3
18.10.1961	1
19.08.1966	1
18.07.1970	5
30.06.1973	1
29.10.1990	2
12.08.1996	1
10.07.1999	2

Špeciálne súbory významných denných úhrnov sú, okrem iného, vhodným materiálom pre vyhľadávanie mimoriadnych meteorologických a hydrologických udalostí. Ako zaujímavosť z analýzy týchto

Tab. 2. Denné úhrny zrážok  $\geq 150$  mm. Počet a dátum výskytu od roku 1951 v jednotlivých mesiacoch roka.

Dátum	Počet $\geq 150$ mm
03.06.1951	1
29.06.1958	3
30.06.1973	1
10.07.1999	2
12.07.1957	1
18.07.1970	5
19.07.1956	1
12.08.1996	1
19.08.1966	1
18.10.1961	1
29.10.1990	2

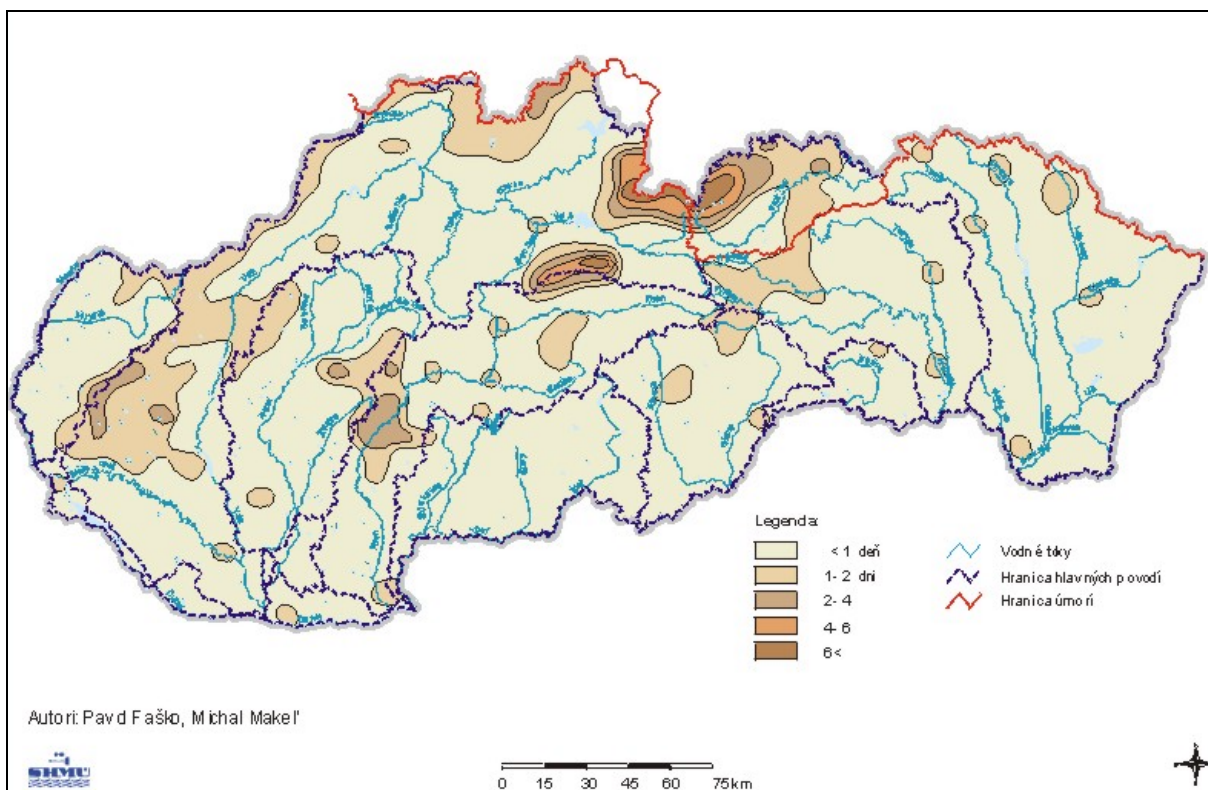
súborov možno uviesť nápadne časté zastúpenie dátumov s početným výskytom denných úhrnov zrážok nad 50 mm v 90. rokoch minulého a začiatkom súčasného storočia.

Tab. 3. Denné úhrny zrážok  $\geq 150$  mm. Dátumy výskytu zoradené podľa počtu prípadov od roku 1951.

Dátum	Počet $\geq 150$ mm
18.07.1970	5
29.06.1958	3
10.07.1999	2
29.10.1990	2
03.06.1951	1
30.06.1973	1
19.07.1956	1
12.07.1957	1
19.08.1966	1
12.08.1996	1
18.10.1961	1

Vytvorenie spomenutých súborov zrážok umožňuje ich priestorové spracovanie a vytvorenie mapovej interpretácie rozloženia denných úhrnov zrážok. Pre hranicu 100 mm (za obdobie 1947 – 2002) bola

takáto mapová interpretácia vybraná ako jeden z parametrov pre určenie citlivosti územia vzhľadom na povodňovú hrozbu (Obr. 1).



Obr. 1. Počet dní so zrážkami 100 mm a viac v rokoch 1947 - 2002

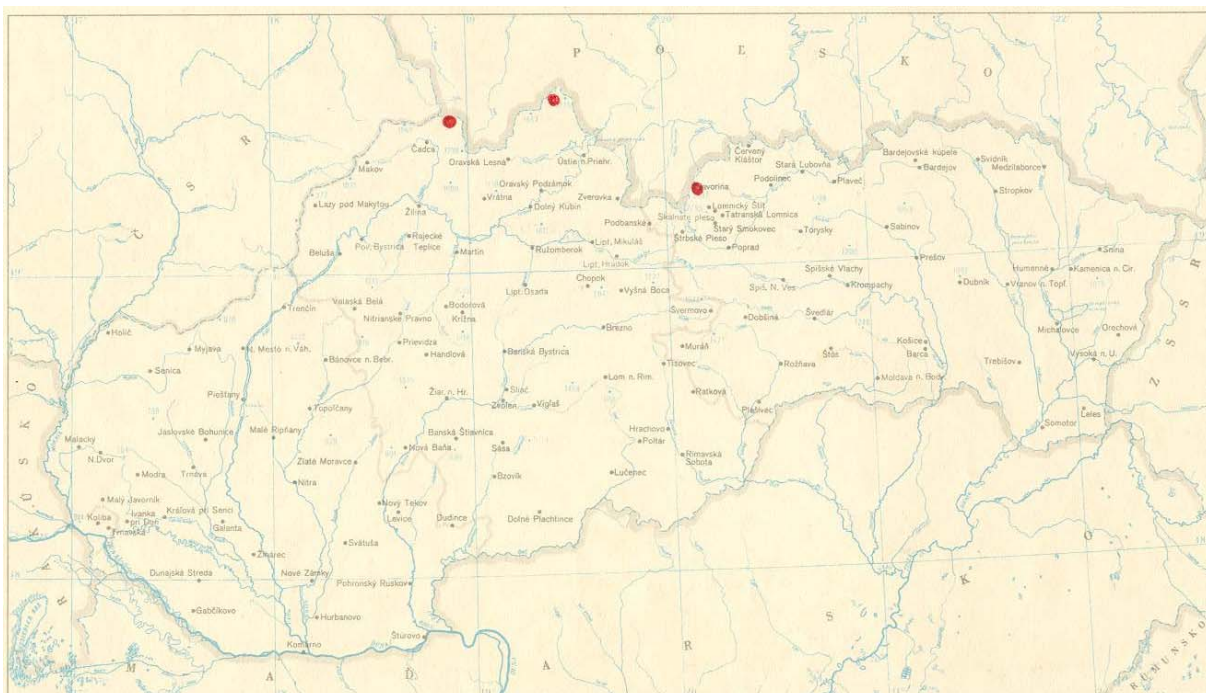
Z analýzy tejto mapy možno vybrať napr. tie územia, kde sú významné zrážkové udalosti (nad 100 mm) zaznamenané relatívne častejšie a ich výskyt nie je až

takou mimoriadnou udalosťou. Treba však doplniť, že veľkosť takýchto území dosahuje na Slovensku len 3,8 % celkovej plochy územia. Na druhej strane však možno

konštatovať, že na ostatnom území je tento jav veľmi náhodný, bez súvisu so zemepisnou polohou a reliéfom územia. Z toho nám vypláva, že významné zrážky nad 100 mm za 24 hodín môžeme na 96,2 % plochy Slovenska očakávať v podstate kedykoľvek a kdekoľvek. Vyššia pravdepodobnosť je samozrejme v letných mesiacoch jún až august a v mesiaci október (čo môže mať s hľadiska tvorby a prejavov povodní horší efekt).

Príklad mapového spracovania denných zrážkových úhrnov nad 70 mm pre mesiace január, jún, júl, august a október uvádzame na Obr. 2 – 6. V januári je ich výskyt veľmi ojedinelý, viaže sa na severné oblasti

Slovenska. Výskyt takýchto vysokých denných úhrnov zrážok v januári práve v severných regiónoch Slovenska nie je náhodný. Príčinou je v tomto období možná advekcia vlhkého vzduchu od severozápadu a uplatnenie náveterných a záveterných efektov. Že nejde iba o regionálny rozsah, dokazujú záznamy o zrážkach z Českej republiky, kde sú v Krušných a Jizerských horách a v Krkonošiach registrované v januári nielen najvyššie hodnoty maximálnych denných úhrnov zrážok za rok, ale aj významné mesačné úhrny zrážok a dokonca aj ich dlhodobé priemery.



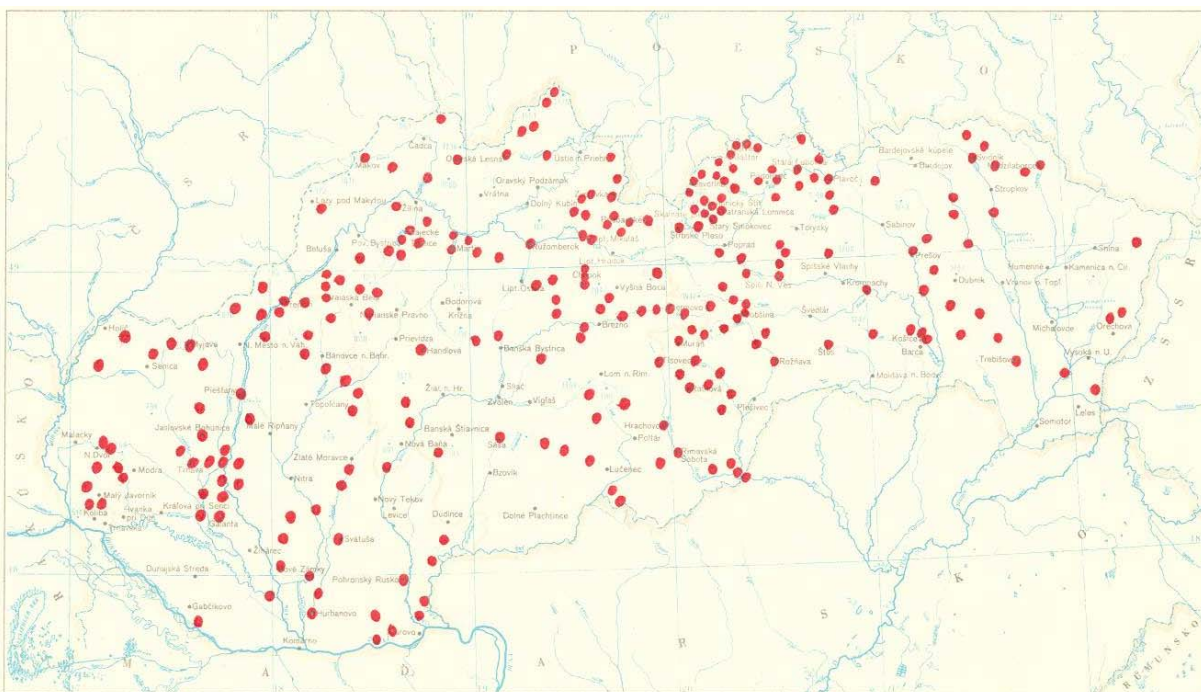
Obr. 2. Výskyt denných úhrnov zrážok  $\geq 70$  mm na Slovensku od roku 1951 v januári.

V lete je (podobne ako v prípade zrážok nad 100 mm) výskyt takýchto denných úhrnov zrážok možný prakticky na celom území Slovenska. Sú však regióny, kde je výskyt takýchto vysokých denných úhrnov zrážok koncentrovanejší, pričom hlavne v auguste je ich priestorová nevyváženosť

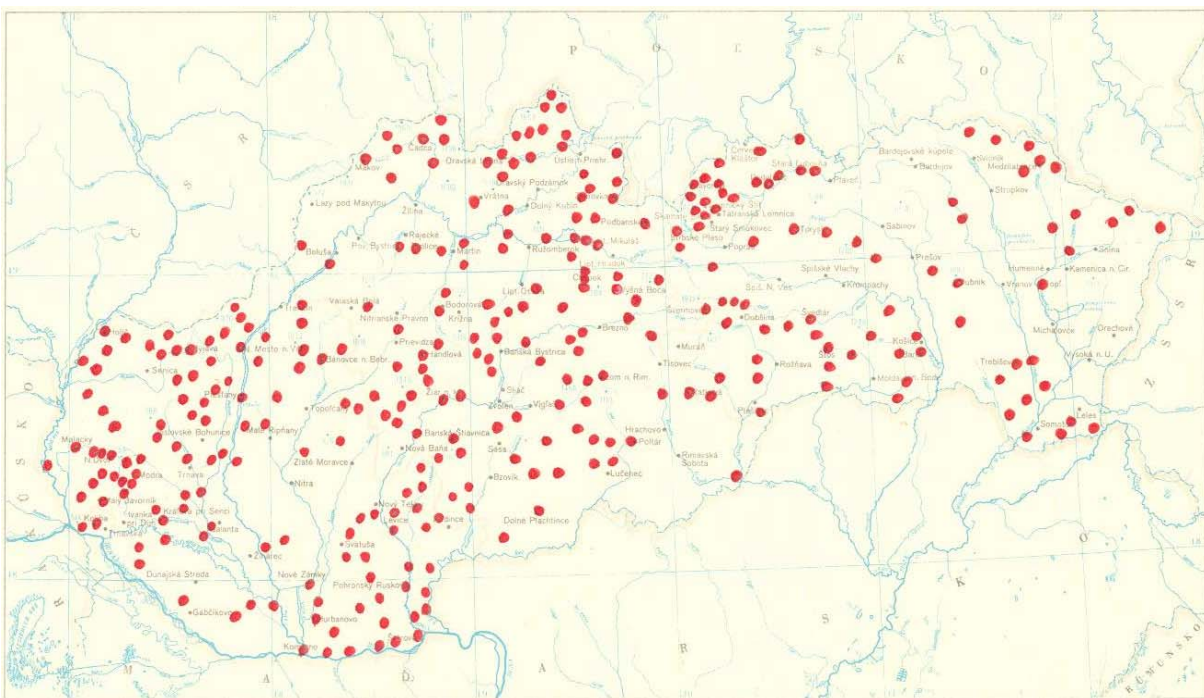
zreteľnejšia. Príčinou môže byť rastúca aktivita mediteránnych cyklón na konci leta, čo môže prispievať ku koncentrácii týchto vysokých denných úhrnov zrážok do Pohronia alebo juhovýchodných oblastí Slovenska. Celkom zreteľné je to v októbri, kedy sa popri tejto skutočnosti uplatňujú už

aj náveterné efekty na juhovýchodných svahoch Kremnických vrchov a na južných

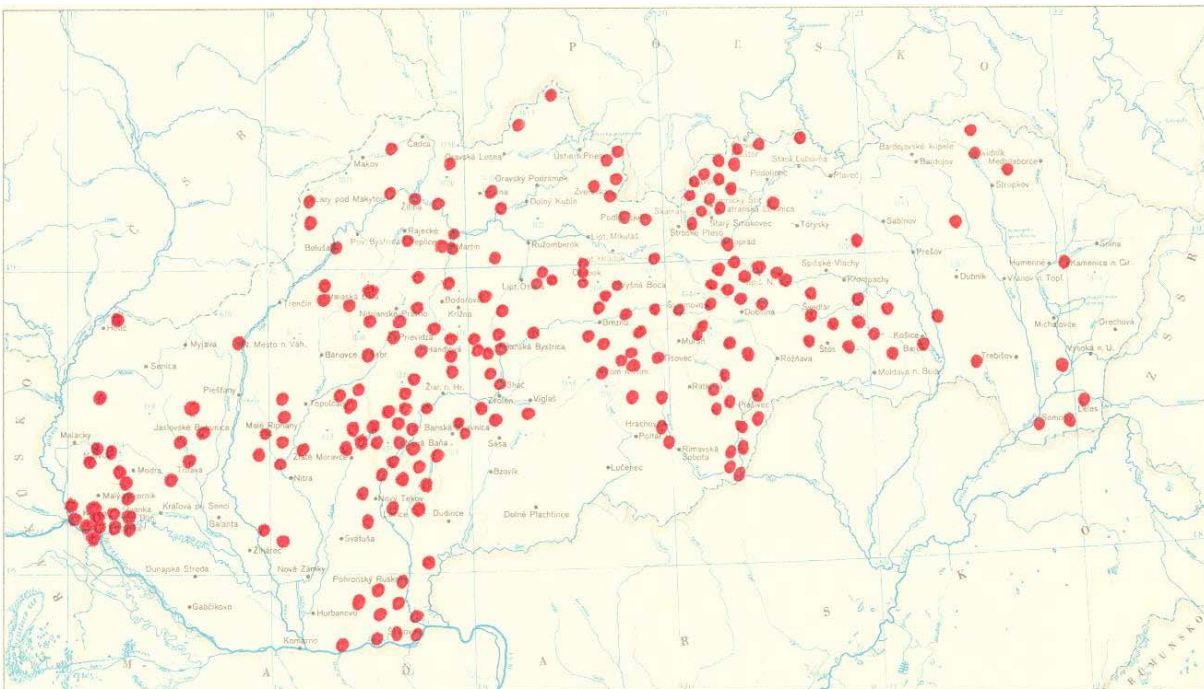
svahoch Nízkych Tatier a Slovenského Rudohoria.



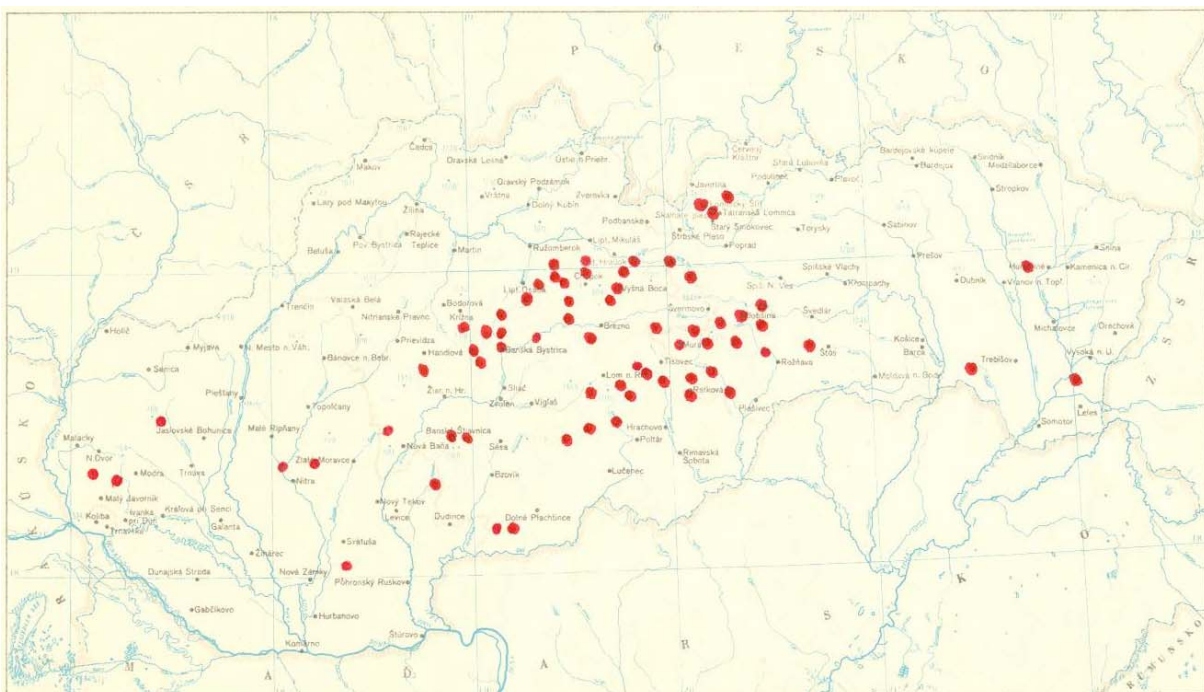
Obr. 3. Výskyt denných úhrnov zrážok  $\geq 70$  mm na Slovensku od roku 1951 v júni.



Obr. 4. Výskyt denných úhrnov zrážok  $\geq 70$  mm na Slovensku od roku 1951 v júli.



Obr. 5. Výskyt denných úhrnov zrážok  $\geq 70$  mm na Slovensku od roku 1951 v auguste.



Obr. 6. Výskyt denných úhrnov zrážok  $\geq 70$  mm na Slovensku od roku 1951 v októbri.

### *1 a viacdňové úhrny zrážok*

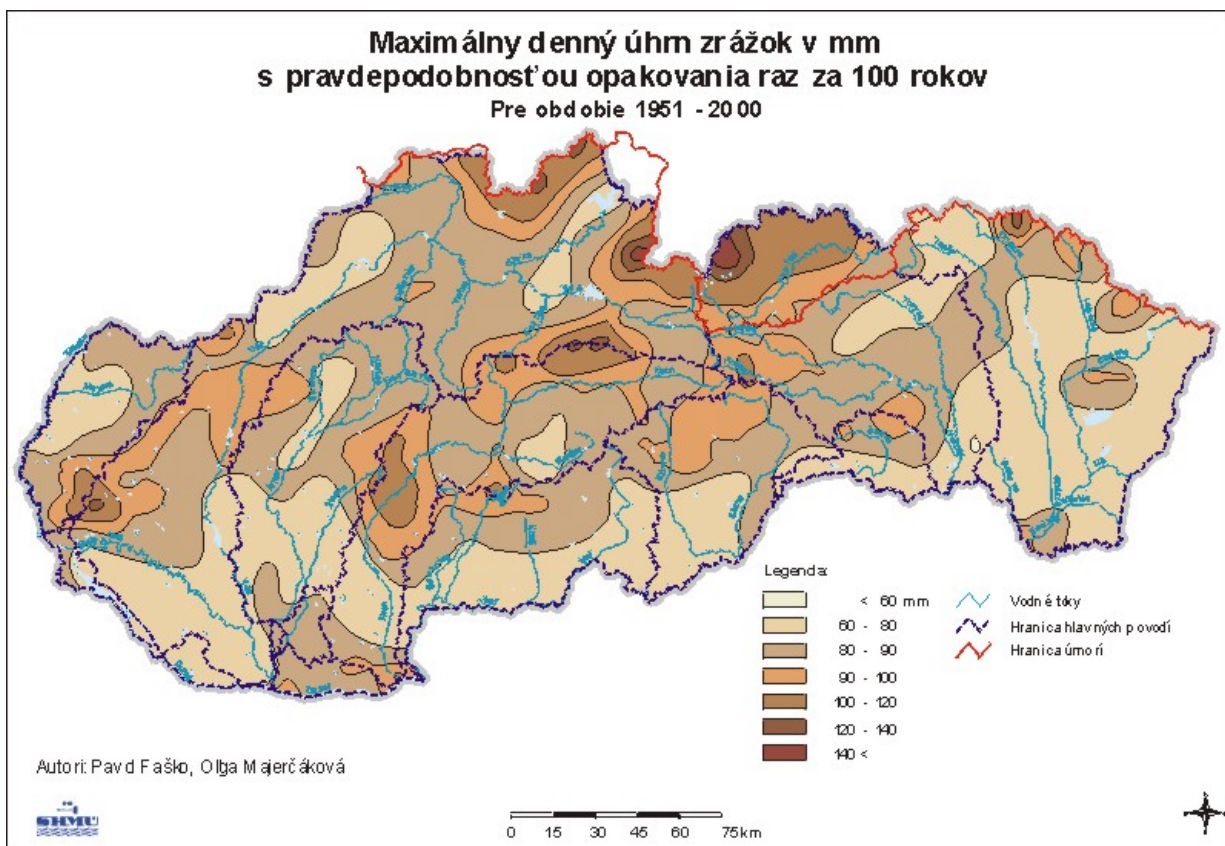
Táto charakteristika bola do riešenia citlivosti územia poňatá vo forme pravdepodobnostných máp pre 1, 2 a 5-dňové zrážky s dobou opakovania raz za 100, 50 resp. 20

rokov. Tu by sme sa chceli zmieniť o jednom metodickom probléme, a to o preferencii tzv. objektívneho a expertného prístupu.

Pravdepodobnostná mapa 24-hodinových zrážok pre dobu opakovania raz za 100 rokov sa riešila v prvom prípade uplatnením Gumbelovho rozdelenia pravdepodobnosti – objektívnou interpolačnou metódou (Obr. 7) a v druhom prípade uplatnením Pearsonovho rozdelenia pravdepodobnosti – expertnou interpolačnou metódou (Obr. 8).

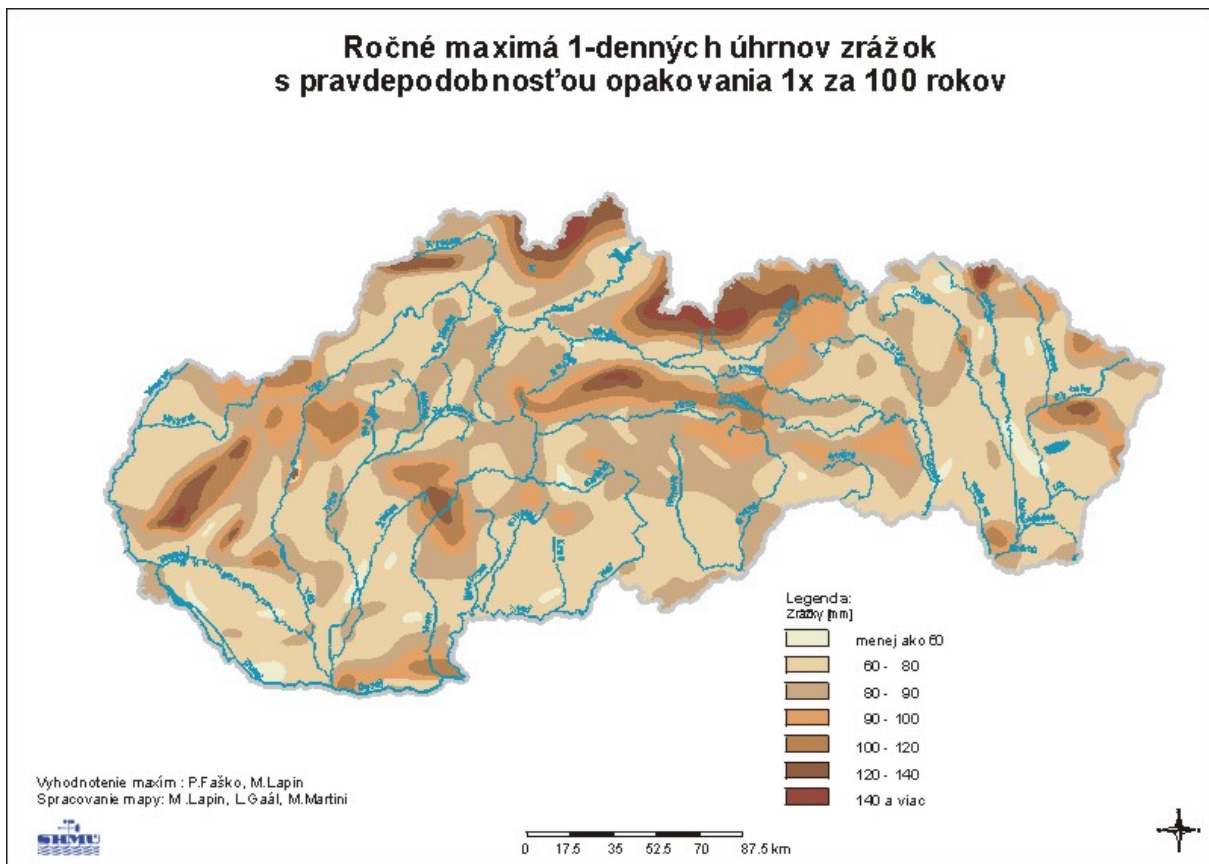
Pri vizuálnom porovnaní uvedených dvoch máp môžeme vidieť, že ich všeobecná podobnosť je pomerne vysoká, aj keď pri porovnaní oboch spracovaní treba mať na pamäti rozdielne typy rozdelenia. Ak zobe-

rieme do úvahy spôsob spracovania (objektívny – expertný), už na prvý pohľad vidno, že rukopis mapy na Obr. 8 je detailnejší a prepracovanejší. Na strane druhej treba však zdôrazniť, že kvalita spracovania v prípade expertného prístupu priamo závisí od erudície, intuície a skúseností experta. Ak by sme mali stručne zhrnúť náš postoj k jednému alebo druhému prístupu, uprednostnili by sme najmä pri spracovaní extrémnych zrážok prístup expertný. Výsledky takéhoto spracovania je však nevyhnutné podrobiť dôslednejšej diskusii a oponentúre.



Obr. 7. Maximálny denný úhm zrážok s pravdepodobnosťou opakovania raz za 100 rokov (podľa Gumbelovho rozdelenia)





Obr. 8. Maximálny denný úhrn zrážok s pravdepodobnosťou opakovania raz za 100 rokov (podľa Pearsonovho rozdelenia)

## Literatúra

- Babiaková, G., Majerčáková, O., Škoda, P. (2003): Poznámky k potenciálnej ochrane krajiny pred hydrologickými extrémami. In: Ochrana pred povodňami a bezpečnosť vodných stavieb. Zborník z medzinárodnej konferencie. INCHEBA, Bratislava.
- Faško, P., Lapin, M., Šťastný, P. (2002): Zhodnotenie vysokých denných úhrnov zrážok na Slovensku. Zborník zo slávnostného kolokvia pri príležitosti 100. výročia narodenia akademika Ota Duba. SHMÚ, Bratislava, s. 37-38.
- Faško, P., Šťastný, P., Vívoda, J. (2003): Pole maximálnych denných úhrnov zrážok v jednotlivých mesiacoch a sezónach roka na Slovensku v období 1951-2000. Zborník abstraktov zo seminára MŽP SR, Bratislava.
- Faško, P., Šťastný, P., Vívoda, J. (2003): The orography influence on the maximum daily sums of precipitation in Slovakia. 27-th International Conference on Alpine Meteorology, 19 to 23 May, Brig, Switzerland.
- Majerčáková, O. (2003): Povodňový varovný a predpovedný systém Slovenskej republiky - Riziková úroveň územia. Metodika k výskumnej úlohe 100-152/2003. SHMÚ, Bratislava, 10 s.