

ZBORNÍK

vedeckých príspevkov z konferencie
o výsledkoch riešenia projektu
ASFEU OP Výskum a vývoj:

Výskum dopadu klimatickej zmeny na
dostupné množstvá podzemných vôd
v SR a vytvorenie expertného GIS

14. - 16. november 2011, Stará Lesná

editori: František Bottlík & Peter Malík

ISBN 978-80-89343-60-7



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

ZBORNÍK VEDECKÝCH PRÍSPEVKOV

z konferencie o výsledkoch
riešenia projektu ASFEU OP Výskum a vývoj:

**VÝSKUM DOPADU KLIMATICKEJ ZMENY NA
DOSTUPNÉ MNOŽSTVÁ PODZEMNÝCH VÔD
V SR A VYTVORENIE EXPERTNÉHO GIS**

14. – 16. november 2011

Stará Lesná

Editori: František BOTTLIK & Peter MALÍK

OBSAH

1. VÝSKUM KLIMATICKÉHO VÝVOJA A SCENÁRE VÝVOJA KLÍMY NA ÚZEMÍ SLOVENSKA.....	5
1.1 ÚVOD.....	5
1.2 CHARAKTER KLIMATICKÝCH ZMIEN, PALEOTEPLY A ZRÁŽOK NA ZÁKLADE ABIOTICKEJ A BIOTICKEJ ZLOŽKY PRÍRODY	5
1.3 KLIMATICKÉ ZMENY, PALEOTEPLA A ZRÁŽKY V OBDOBÍ OD 110 000 ROKOV DO SÚČASNOSTI	12
1.4 PALEOPÔDY A KLIMATICKÉ ZMENY	36
1.5 KLÍMA A SEDIMENTY NEOGÉNU	45
1.6 ZÁVER	50
1.7 POUŽITÁ LITERATÚRA.....	50
 2. ZHODNOTENIE ZMIEN VÝDATNOSTI PRAMEŇOV A HLADÍN PODZEMNEJ VODY V POZOROVACÍCH OBJEKTOCH ŠTÁTNEJ HYDROLOGICKEJ SIETE POSÚDENIE MOŽNÉHO DOPADU KLIMATICKÝCH ZMIEN NA PODZEMNÉ VODY DO ROKU 2009	 61
2.1 PREDSLOV	61
2.2 ÚVOD.....	61
2.3 ANALÝZA VPLYVU KLIMATICKÝCH ZMIEN NA ZDROJE PODZEMNÝCH VÔD NA ZÁKLADE VÝSLEDKOV MERANÍ NA PRAMEŇOCH	62
2.4 ANALÝZA VPLYVU KLIMATICKÝCH ZMIEN NA ZÁSoby PODZEMNÝCH VÔD NA ZÁKLADE VÝSLEDKOV MERANÍ NA SONDÁCH	86
2.5 ZÁVER – VZÁJOMNÉ PREPOJENIE VÝSLEDKOV HODNOTENÍ VPLYVU KLIMATICKÝCH ZMIEN V POHORIACH SLOVENSKA A V NÍŽINÁCH A KOTLINÁCH SLOVENSKA	116
2.6 POUŽITÁ LITERATÚRA.....	120
 3. ANALÝZA CITLIVOSTI A VERIFIKÁCIA VÝPOČTU TVORBY EFEKTÍVNYCH ZRÁŽOK THORNTHWAITOVOU METÓDOU PRE ÚZEMIE SLOVENSKEJ REPUBLIKY	 122
3.1 ÚVOD.....	122
3.2 CITLIVOSTNÁ ANALÝZA VÝPOČTU EFEKTÍVNYCH ZRÁŽOK	123
3.3 VERIFIKÁCIA VÝPOČTU TVORBY EFEKTÍVNYCH ZRÁŽOK	125
3.4 ZÁVER	128
3.5 POĎAKOVANIE.....	129
3.6 POUŽITÁ LITERATÚRA.....	129

1. VÝSKUM KLIMATICKÉHO VÝVOJA A SCENÁRE VÝVOJA KLÍMY NA ÚZEMÍ SLOVENSKA

Martina Moravcová¹, Peter Šefčík¹, Klement Fordinál¹, Alexander Nagy¹

¹ Štátny geologický ústav Dionýza Štúra; Mlynská dolina 1; 817 04 Bratislava 11;
martina.moravcova@geology.sk; peter.sefcik@geology.sk; klement.fordinál@geology.sk;
alexander.nagy@geology.sk

1.1 ÚVOD

Predkladaná práca vychádza z najmodernejších výskumov paleoklimatických zmien v období kvartéru. Je súborom odborných článkov interdisciplinárneho charakteru, ktorých autori (Juraj Maglay, Peter Šefčík, Klement Fordinál, Martin Vlačíky, Alexander Nagy a Martina Moravcová) patria medzi dlhoročných odborníkov slovenskej geológie a paleontológie a využitia týchto odborov pri štúdiu klimatických zmien.

Práca sa zameriava na obdobie poslednej doby ľadovej (würmský, resp. viselský glaciál), obdobia holocénu až do súčasnosti. Jedná sa o obdobie od 110 000 rokov BP (skratka z angl. *before present* ~ *pred súčasnosťou*) do súčasnosti. Klimatické zmeny, paleoteplota a zrážky v tomto období sú interpretované na základe: abiotickéj a biotickéj zložky prírody, stabilných izotopov, vegetácie, malakofauny, fauny cicavcov, pedológie, sedimentológie a geomorfológie.

Štúdium klimatických zmien je veľmi zložitá a preto sme sa rozhodli, že jednotlivé interpretácie rozšírime o výskumy z celej Európy, s detailnejším zameraním na Slovenskú republiku.

Klíma v poslednom glaciále nebolo nikdy dlhšiu dobu stabilné, čo sa samozrejme nutne odrážalo v diverzite spoločenstiev rastlín a flóry. Vývoj klímy dokumentujú zmeny sedimentárneho pokryvu, na ktorý bezprostredne reagujú spoločenstvá flóry, fauny ale i ľudské spoločnosti. V tomto období je zjavná stála cykličnosť, ktorá je zrejme prírodnou zákonitosťou a platí i pre obdobie nasledujúceho holocénu a samozrejme i pre dnešnú dobu. Vedľa globálneho pohľadu na klimatické zmeny je nutné prihliadnuť tiež i k možným lokálnym zvláštnostiam. Existovali refúgiá, ktoré sa líšili svojím mezoklimatom od najbližšieho okolia. Rozmanitý reliéf strednej Európy tento jav ešte podporoval.

Obdobie posledného glaciálu je klimaticky omnoho zložitejšie, ako sme si na základe našich niekdajších predstáv a na základe fosílnych záznamov predstavovali. A preto je nutné zdôrazniť, že klimatické zmeny v minulých geologických obdobiach nie je možné študovať bez interdisciplinárneho prístupu rôznych vedných disciplín. Len takýto prístup predstavuje kľúč k riešeniu mnohých problémov. Takisto je dôležité si uvedomiť, že klimatické zmeny, ktoré panujú v súčasnosti a čakajú nás v budúcnosti nie je možné interpretovať a predpovedať bez toho, aby sme poznali základné charakteristiky a vývoj klimatických zmien v minulosti.

1.2 CHARAKTER KLIMATICKÝCH ZMIEN, PALEOTEPLY A ZRÁŽOK NA ZÁKLADE ABIOTICKEJ A BIOTICKEJ ZLOŽKY PRÍRODY

Cyklus ľadových dôb

Ľadové doby spočiatku trvali asi 40 000 rokov. Ale v dobe pred 1 miliónom rokov sa presadzuje cyklus, ktorého ľadová doba trvá v priemere 100 tisíc rokov a medziľadová doba asi 20 000 rokov. Vo vývoji klímy majú malé zmeny ďalekosiahle dôsledky. Spočiatku sa uplatňoval silnejší, ale kratší parameter obežnej dráhy Zeme, trvajúci asi 40 000 rokov, ale medzitým sa ľadové čapice rozrástli do takej veľkosti, že behom krátkeho teplejšieho obdobia nestačili ustúpiť. Teplotná zotrvačnosť spôsobila, že sa zvýšenou mierou začal uplatňovať slabší, ale dlhší parameter obežnej dráhy, ktorý trvá 100 tisíc rokov. Tento parameter sa týka tvaru obežnej dráhy Zeme okolo Slnka. Táto dráha sa mení z takmer kruhovej na eliptickú a v závislosti na vzdialenosti Zeme od Slnka sa mení aj množstvo energie dopadajúcej na zemský povrch. V každom prípade patrí posledný milión rokov medzi najintenzívnejšie obdobia klimatických zmien, aké Zem prekonala asi za posledných 100 miliónov rokov. Odporcovia myšlienky globálneho otepľovania následkom skleníkového javu preto upozorňujú, že súčasné podnebie je jedným z najstudnejších, akým bola Zem za posledné desaťmilióny rokov zasiahnutá (Svoboda, 2009).

Klimatické zmeny a vývoj hominidov

Klimatické zmeny s najväčšou pravdepodobnosťou tiež pomohli k vývoju hominidov. Už na začiatku kvartéru spôsobilo ochladenie ústup lesov a predchodcovia človeka boli donútení zísť zo stromov a začať sa pohybovať po zadných končatinách. Náhle klimatické zmeny mohli prispieť k nešpecializácii človeka, vedúce k jeho „chýtrému“ chovaniu, ktoré mu umožnilo obsadiť tak odlišné prostredia ako sú chladné oblasti hlboko za polárnym kruhom, tropické piesočné púšte a dažďové pralesy. Bez drastických a rýchlych klimatických zmien by ľudia v dnešnej podobe neexistovali. Náhle klimatické zmeny – dnes by sme ich nazvali katastrofy – nepochybne prispeli k vývoji človeka ako druhu. Civilizácie však vznikajú za prírodných klimatických podmienok a pre ich ďalší rozvoj nie sú ani tak nutné tie najlepšie klimatické faktory, ale predovšetkým ich stabilita (Svoboda, 2009).

Človek a biosféra v poslednej dobe ľadovej

Aký bol dopad týchto klimatických zmien na človeka a biosféru? Ľudské osídlenie je behom posledného glaciálu v stredných zemepisných šírkach diskontinuálne. Ľudia prichádzali v rámci niekoľkých migračných vln a rôznych kultúr a opäť sa sťahovali. Osídlenie je viazané nielen na teplejšie a vlhšie medziobdobia (napríklad na vlhký horizont datovaný do obdobia pred 40 tisíc rokmi je viazaná špecifická moravská kultúra tzv. bohunicién), ale tiež na niektoré studené obdobia (Svoboda, 2009). Zvlášť významné je osídlenie v oblasti Moravian nad Váhom, Trenčianskych Bohuslavíc, Nitry, jaskyne Dzeravá skala, Slaninovej jaskyne a podobne, v období pred 30 000 až 20 000 rokmi (Svoboda a kol., 2002; Kozłowski, 2000; Musil, 2003; Holec a Kernátsová, 1997). Prostredie v tomto období interpretujeme ako studenú trávnatú tundru s rozptýlenými lesíkmi. Trávnaté plochy sú všeobecne schopné užiť omnoho väčšie stáda zverí ako napríklad lesy (pakone v Serengeti, bizóni na prériách, soby v ruskej a fínskej tundre), takže – zdanlivo k počudovaniu – mohla v niektorých obdobiach glaciálu vzniknúť umelecky rozvinutejšia kultúra ako v teplejšom, lesnom prostredí mezolitu v období postglaciálu (Svoboda, 2009).

Čo znamenalo striedanie teplejších a chladnejších medziobdobí v rámci glaciálu pre vtedajšiu prírodu? Predovšetkým rozširovanie a zužovanie lesných ostrovov a pásiem. V kratších teplejších obdobiach pozorujeme dokonca rozširovanie i pomerne náročných listnatých drevín ako je dub, jaseň a javor. Zmeny prostredia však boli obmedzené teplotnou zotrvačnosťou pôdneho a skalného substrátu. V našej krajine musíme počítať s prítomnosťou nepravidelne vyvinutého permafrostu – trvalo zamrzutej pôdy. Jej roztápanie bolo pozvoľné, mohlo trvať až niekoľko tisíc rokov, takže teplejší kratší výkyv sa na rastlinnom pokryve nemusel príliš prejaviť. V priebehu posledného glaciálu dochádzalo k tvorbe plytkých, slabých pôd len asi pre 20 tisíc rokmi a potom až na sklonku posledného glaciálu. V priebehu ľadovej doby nepozorujeme na našom území ani väčšie premeny fauny – opakovane sa vyskytuje pomerne obmedzená škála chladnomilných živočíchov. V období kvartéru sa stretávame s neustálymi ústupmi a nástupmi flóry a fauny. Časť ekosystému nejakú dobu prežíva v ostrovkovitých útočiiskách, napríklad v kotlinách na južných svahoch pohorí. Zbytok vymiera a ak je dosť času, ustupuje za teplom na juh alebo za miernejším oceánskym počasím na západ. Pri oteplení dochádza k akémusi závodu – niektoré druhy sa k nám šíria pozdĺž Dunaja a Panónskej nížiny, iné prichádzajú smerom od Francúzska. Každý interglaciál je trochu iný – napríklad dikobraz u nás žil v niekoľkých interglaciáloch, ale nie v tom poslednom – eemskom (Svoboda, 2009). Smerom k rovníku sú klimatické zmeny stále menšie. V tropickom pásme došlo k zníženiu priemerných ročných teplôt asi len o 5°C, možno 7°C. To znamená, že z tróпов sa stali len o niečo chladnejšie trópy, ale o klimatickej či globálnej katastrofe sa hovoriť nedá. Väčší dosah malo celkové vysušenie, ktoré viedlo k ústupu tropických lesov a rozšíreniu trávnatých saván (Svoboda, 2009). Slovenská republika leží v citlivom pásme medzi kontinentálnym zaľadnením a teplejšími областami na juhu, kde sa klimatické zmeny prejavujú málo. Práve preto patrí ku svetovo klasickým oblastiam štúdia priebehu ľadových dôb na kontinente (Svoboda, 2009).

Klíma ako vec merítka

Pri študovaní klimatických zmien si musíme uvedomiť, v akých merítkach a v akých pravdepodobnostiach sa pohybujeme. Základné merítko poskytuje samotná história Zeme. Vďaka nej vieme, že klíma Zeme bolo väčšinou teplejšie ako je dnes, a že niekoľkokrát – vcelku nepravidelne – sa objavovali dlhé obdobia zaľadnenia, tzv. ľadové epochy alebo glaciály (Svoboda, 2009). Druhé merítko nám poskytujú štvrthory – kvartér (obr. 1), trvajúci 2,58 milióna rokov (Gibbard et al., 2010). Pre toto obdobie je charakteristické striedanie ľadových a medziľadových dôb. I tu sa pohybujeme vo veľkých merítkach stoviek a desiatok tisícov rokov. Tretím merítkom sú klimatické oscilácie v holocéne, v posledných 10 tisícoch rokoch. Mnohé z nich úzko súvisia s rozvojom a zánikom ľudských kultúr. A nakoniec, posledným merítkom sú klimatické oscilácie trvajúce niekoľko desiatok rokov. Klimatické oscilácie, ktoré sa udejú v priebehu jedného ľudského života. Dôležité je uvedomiť

The chart displays several key stratigraphic scales and their correlations:

- Global divisions (left):** Quaternary (Quaternary), Pleistocene (Pleistocene), Holocene (Holocene), and Neogene (Neog. Plioc. Piac.).
- Magnetic polarity zones (left):** Brunhes (Brunhes), Matuyama (Matuyama), and Gauss (Gauss).
- Marine isotope stages (left):** 5a, 5b, 6, 7a, 7b, 8, 9a, 9b, 10, 11, 12, 13, 14, 15a, 15b, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106.
- Antarctic ice core data (center):** Vostok (Vostok), Dome-c (Dome-c), and Dome-f (Dome-f).
- Regional stage divisions (right):**
 - Europe:** Weichselian, Elsterian, Cromerian, Bavelian, Menapian, Waalian, Eburonian, Tiglian, Praetiglian, Reuverian C, Reuverian B.
 - British Isles:** Devensian, Ipswichian, Wolstonian, Hoxnian, Anglian, Cromerian, Beestonian, Pastonian, Pre-Pastonian / Bavelian, Bramertonian / Antian, Thurnian, Ludhamian, Pre-Ludhamian, Waltonian.
 - Russian steppe:** Valdian, Mikulian, Moscovian, Dnieper, Likhvinian, Okian, Muchkapian, Donian, Ilynian, Pokrovian, Petropavlovian, Krimitian / Krimisa, Eopliocene, Toluchevskian / Toluchevska, Klaprovian / Klapry, Verkhod / Verkhod, Klaprovian / Klapry.

GSPP = Global Stratotype Section and Point

Pocitová teplota

$$WC (^{\circ}F) = 35,74 + 0,6215.T_a - 35,75.V^{0,16} + 0,4275.V^{0,16}$$

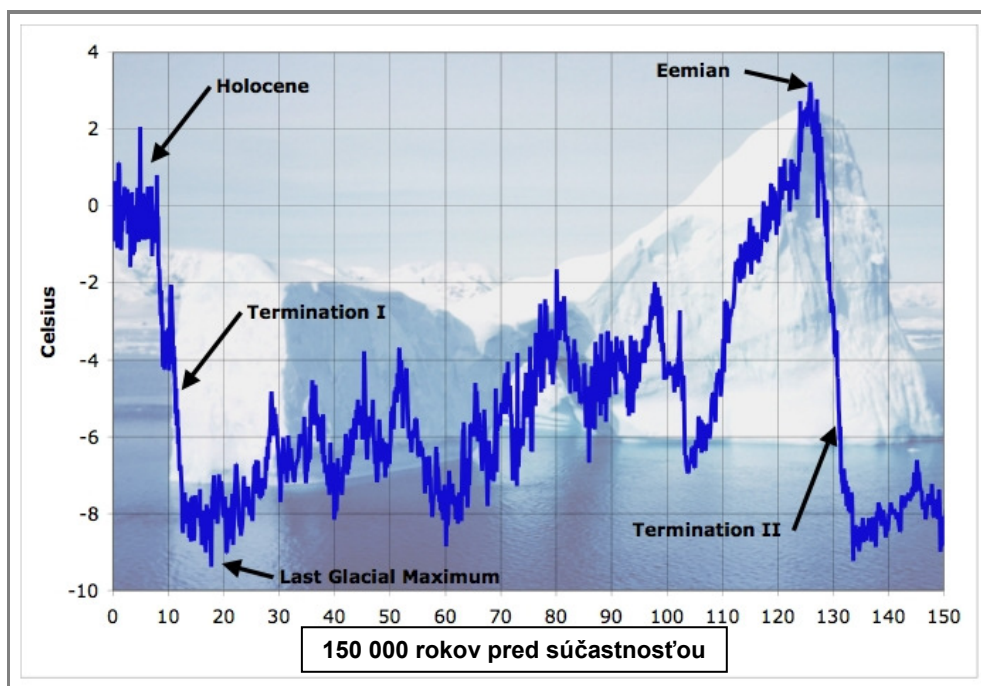
- 7 -

Výsledky výskumov (Projekt Stage 3 Andel and Davies, 2003) ukazujú, že oveľa väčšie rozdiely v pocitovej teplote (na základe analýzy 457 Európskych lokalít) sú medzi súčasnou zimou a zimou v období OIS 3 (45 000 – 37 000 BP), ako medzi súčasným letom a letom v období OIS 3. Teplotný rozdiel medzi modernou zimou a zimou v období glaciálneho maxima je 12,5 °C a rozdiel medzi súčasnou zimou a zimou v teplých periódach počas OIS 3 je 8 °C. Naproti tomu teplotný rozdiel medzi súčasným letom a letom v období glaciálneho maxima je 7 °C, rozdiel medzi súčasným letom a letom počas teplej periódy v období OIS3 je 2,9 °C (Aiello and Wheeler in Andel and Davies, 2003).

Svedectvá prírodných archívov o klimatických zmenách

Spôsobov, akými určujeme klimatické zmeny, je množstvo. Vychádzame pri nich z rôznych typov fosílného a recentného záznamu – inými slovami zo sledov vrstiev, z nich každá obsahuje nejakú informáciu o teplote, zrážkach alebo spoločenstvách organizmov. Každý tento záznam má inú citlivosť, rozlišovaciu schopnosť a často reaguje na odlišné parametre klimatických zmien (Svoboda, 2009).

Napríklad v povodňových sedimentoch riečnych nív nájdeme záznam extrémnych vodných stavov – povodní a dlhých súch, ale ťažko rozpoznáme teplotné variácie. Rašelinistiť zase dobre zachytia zmeny okolitého porastu, ale sú málo citlivé na zmeny teploty a vlhkosti. Ľadový vrt v Antarktíde má vysokú vypovedaciu hodnotu práve len pre Antarktídu, ktorá je systémom riftov značne izolovaná od hlavného oceánskeho prúdenia na južnej pologuli, zatiaľ čo ľadový vrt v Grónsku ležiaci priamo v dosahu oceánskeho výmenníku vypovedá o značnej časti severnej pologule (obr. 2) (Svoboda, 2009).



Obr. 2. Vývoj paleoteploty od 150 000 rokov po súčasnosť. Na základe výpočtov izotopu kyslíku z grónskych ľadovcových vrtných jadier. Holocene = posledný (súčasný) interglaciál, Termination I – ukončenie poslednej doby ľadovej, Last Glacial Maximum – posledné glaciálne maximum, Eemian – predposledný (eémsky) interglaciál, Termination II – ukončenie predposlednej doby ľadovej

Hlbokomorské sedimenty a spraše

V merítke kvartéru sú hlavným fosílnym archívom hlbokomorské sedimenty v oceáne a spraše na pevnine. Morské dno veľmi dobre zachytí celkový priebeh desiatok chladných a teplých oscilácií za dobu dlhšiu ako je 1 milión rokov. Vo vrtoch je možné sledovať jednak stabilné izotopy uhlíku a kyslíku, ktoré vypovedajú o teplote v dobe vzniku a biologickej aktivite. Vrtý ďalej obsahujú mikroorganizmy, na základe ktorých je možné tiež zistiť teplotné fluktuácie. Podľa zrnitosti a zloženia sedimentov môžeme usudzovať na rýchlosť morských prúdov a smery vetrov. Rozdiely medzi planktónom a bentosom pomáhajú určiť mieru zmien medzi morskou hladinou a morským dnom. Obsahy fosforu a kadmia indikujú chod oceánskeho výmenníku. Hlbokomorský fosílny záznam predstavuje akúsi pevnú kostru kvartérnej stratigrafie. Nehovorí nám však nič o tom, čo sa dialo na pevnine, a nemáme istotu, či niektoré jeho časti neboli odnesené morskými prúdmi (Svoboda, 2009).

Spraš je usadený sediment a vzniká naviatím vetra. Predstavuje druh slabej glaciálnej pôdy. Spraše vytvárajú súvislý pokryv, záveje alebo sprašové komplexy (niekoľko sprašových pokryvov nad sebou, ktoré sú oddelené polohami fosílnych pôd). Tieto fosílné pôdy označujeme ako pôdne komplexy. Ukladanie spraší v našom území skončilo v neskorom glaciále, t.j. na konci poslednej doby ľadovej (Chlupáč a kol., 2002). V teplých obdobiach je povrch spraše zmenený na rôzne druhy pôd – podľa toho, či teplý výkyv prináša iba trávnatú step alebo dokonca listnatý les. Podľa počtu a vývoja pôd, obsahu mäkkýšov a kostí cicavcov, existencie vápnitých krúst a dokonca novotvoreného magnetitu vznikajúceho činnosťou baktérií usudzujeme na premeny klímy v období kvartéru. Piesočné vrstvy indikujú silné búrky, tvar a zloženie minerálov ukazuje smer prevládajúcich vetrov a dĺžku transportu. Spraše predstavujú podobný typ záznamu ako hlbokomorské sedimenty. Spraše predstavujú najlepšie záznamy klimatických zmien, aké máme na pevnine a v dlhých časových merítkach k dispozícii (Svoboda, 2009).

Kontinentálne a horské ľadovce

Kontinentálne a horské ľadovce sú študované vrtmi. Meriame v nich mocnosť prírastkových línií, hodnoty pH indikujúce sopečné výbuchy doprevádzané exhaláciami plynov, prašnosť a obsahy plynov v bublinách. Vek grónskych ľadovcov siaha asi 150 000 rokov do minulosti, antarktických až milión rokov do minulosti. Ľadovce sú výhodné zvlášť pri štúdiu zloženia atmosféry. Vďaka bublinám v ľade vieme, koľko metánu alebo oxidu uhličitého obsahovala atmosféra v rôznych obdobiach poslednej doby ľadovej a v holocéne. Na základe letných a zimných vrstvičiek v grónskom ľadovci je možné určiť intenzitu zrážkovej činnosti v severnej polárnej oblasti (metóda založená na princípoch profesora Dansgaarda (Dansgaard et al. 1993)). Dnes sú k dispozícii presné merania zahrňujúce sled týchto vrstiev za posledných zhruba 13 tisíc rokov, rok po roku (Svoboda, 2009).

Jazerné a riečne sedimenty

Jazerné a riečne sedimenty predstavujú menšie analógie oceánskych paniev, ktoré majú nižšiu teplotnú zotrvačnosť a sú viac závislé na okolí. Najviac vyhľadávané sú jazerá s premenlivou sezónnou sedimentáciou. V takomto jazere sa počas leta usadzuje vrstvička svetlého, vďaka činnosti organizmov dobre okysličeného sedimentu a v zime tenšia lamela tmavého, organickým uhlíkom bohatého sedimentu. Je možné v nich sledovať množstvo a zloženie fosílného peľu, ktoré ukazuje zmeny okolitého prostredia (Svoboda, 2009).

Travertíny

Väčšinu stredoeurópskych travertínov môžeme považovať za uloženiny interglaciálne. Výnimočne vznikali aj v niektorých interštádiách (Ložek, 1963). Ich štúdium nám slúži na objasnenie paleoklimatických otázok, uľahčenie riešenia problému zaľadnenia slovenských hôr, ale aj pre štúdium osídlenia (Ivan, 1943).

Letokruhy stromov, kvaple, prírastky zubného dentínu a cementu, koralý

Letokruhy stromov a koralý obsahujú prírastkové línie. Zatiaľčo u stromov môžeme podľa šírky, zloženia jednotlivých letokruhov, výskytu tzv. mazových kýl a pod. usudzovať predovšetkým na sezónne výkyvy typu vlhké leto, suché leto, chladná zima, koralý reagujú na jednotlivé prílivy a odlivy. Obvykle sa však nedarí nájsť presný začiatok a koniec záznamu. Vieme čo je „vnútri“, ale nepoznáme dátum, kedy záznam začal. Podobne je možné počítat prírastkové línie napríklad v kvapľoch (Svoboda, 2009). Podobne, veľmi dobrým indikátorom klimatických zmien je izotopové štúdium kyslíka a uhlíka v prírastkoch zubného dentínu a cementu v zuboch cicavcov alebo kloch chobotnatcov (Ábelová 2005a, 2005b, 2006a, 2006b, 2007a, 2007b, 2008).

Peľové zrná

Pre naše územie máme veľmi dobrú predstavu o celkovej premenlivosti klímy a krajiny, ktoré sme získali hlavne z rozboru peľových zŕn (napr. Krippeľ 1963a, 1963b, 1986). Hlavne v krasových jaskyniach obsahujú sedimenty záznamy ľudských kultúr, takže môžeme korelovať vývoj prostredia a civilizácie. Chýba však pohľad na kratšie časové úseky a oscilácie tvoriace stovky a desiatky rokov (Svoboda, 2009).

Vegetácia

Charakter krajiny je daný predovšetkým jej vegetačným pokryvom. Ten je výsledkom

spolupôsobenia rôznych faktorov. Na prvom mieste je to geologická stavba a geomorfológia, klíma a zhruba asi od stredného holocénu nie sú zanedbateľné i vplyvy antropologické, zvlášť v starých sídelných oblastiach (Jankovská, 2003). Pri rýchlych a krátkodobých klimatických osciláciách, a tie boli pre určitú časť posledného glaciálu typické, sa spoločenstvo rastlín nemohlo rýchle adaptovať na zmenené klimatické podmienky a vznikol tak rozpor medzi priemernou teplotou a rastlinným krytom. Toto takisto samozrejme platí i pre faunu, ktorá je na rastlinnom kryte závislá. Posledný glaciál mal veľmi nestabilnú teplotu, v podstate sa stále jednalo o veľmi rýchlo prebiehajúce oscilácie teplej a studenej klímy, ktoré niekedy trvali len niekoľko 100 rokov, inokedy i tisíce rokov. Tento veľký počet teplotných oscilácií sa samozrejme mohol lokálne prejavovať rôzne a vedie k zamysleniu nad časovou paralelizáciou teplých období na väčšiu vzdialenosť s oblasťami s rôznou miestnou klímou (Járai – Komlódi, 1987, 2000; Kertész & Sümegi, 1999; Sümegi, 1996, 1999; Sümegi & Kertész, 1998, 2001; Sümegi et al., 2002; Willis et al., 1995; 1997, 1998).

Severná časť strednej Európy, ktorá leží v glaciále v bezprostrednej blízkosti kontinentálneho ľadovca, sa iste v intenzite niektorých klimatických oscilácií odlišovala od južnej časti, ktorá je otvorená skôr do Panónskej nížiny, teda na teplejší juh. Na území Moravy panovala po väčšinu doby skôr aridnejšia klíma (ako v západnejších častiach Európy), a to ako v glaciáloch, tak i v interglaciáloch (Musil, 1997).

Fauna ako indikátor klimatických podmienok

Pleistocén je obdobie, v ktorom dochádza k poslednému formovaniu dnešného rastlinstva aj živočíšstva. Selekcia nemá čas pôsobiť dlhšiu dobu v rovnakých podmienkach, pretože je to obdobie silných, periodicky sa opakujúcich, časovo krátkych klimatických zmien. V priebehu pleistocénu sa stabilita neustále zmenšovala a doteraz sa stále ešte zmenšuje. Fauna dnešnej strednej Európy je výsledkom mnohých procesov: vznik nových druhov alebo rodov – hlavne fylogenetický vývoj; vymieranie niektorých druhov alebo rodov; migrácie a imigrácie zvierat. Posledné základy zloženia celej nasledujúcej fauny v holocéne dáva starý pleistocén. Počet stabilných druhov v priebehu pleistocénu je pomerne malý. Počet vymierajúcich alebo migrujúcich je v podstate väčší. V priebehu pleistocénu môžeme pozorovať veľké zmeny v zložení živočíšneho spoločenstva, ktoré nastáva jednak vplyvom zániku druhov alebo následkom zmenšovania areálu ich rozšírenia (Musil, 1980). Celá Európa mala v poslednom glaciály bióm, ktorý v tomto rozsahu dnes neexistuje – striedanie sa lesov a stepí, ktorý končí nástupom holocénu. Väzba väčšiny druhov existovala skôr na rastlinný kryt ako na priemernú ročnú teplotu, aridita a oceanita klíma tu bola niekedy oveľa dôležitejšia ako vlastné zníženie alebo zvýšenie priemernej ročnej teploty. Rozdiely v teplote neboli teda u mnohých druhov cicavcov hlavným faktorom ich rozšírenia v študovanej oblasti. Posledný glaciál mal funistické spoločenstvá počtom druhov omnoho bohatšie ako tomu bolo kedykoľvek v holocéne, ktorý pre ne znamená podstatné ochudobnenie. A hlavnú úlohu tohto ochudobnenia – aspoň v začiatkoch nehrá prítomnosť človeka (Musil, 1985). Hlavnými limitujúcimi faktormi pre množstvo druhov nie sú ani tak priemerné ročné teploty ako ich letné a zimné extrémny. Ak dôjde k eliminácii týchto extrémnych teplôt, potom celá rada druhov z dnešného boreálneho pásma dokáže žiť pospolu s druhmi dnešného pásma mierneho (Musil, 1997).

Stavovce

Nálezy stavovcov vrchného pleistocénu pochádzajú prevažne z kultúrnych vrstiev a na rozdiel od ulitníkov nepredstavujú celé spoločenstvo daného ekosystému. Avšak aj z takéhoto nekompletného spoločenstva je možné vyvodit dôležité závery (Musil, 2000). Guthrie (1990) tvrdí, že niektoré druhy patria skôr do diskusie o faunistickej revolúcii neskorého pleistocénu ako do diskusií o ich vyhynutí. Jasný biologický obraz druhov dostaneme, ak ich pochopíme v kontexte evolučných zmien alebo ich redukciách týkajúcich sa ich rozsahu, namiesto toho aby sme ich brali ako vyhynuté druhy.

V dôsledku rozsiahlych zmien ekologických zón, bolo rozmedzie faunistických komplexov podrobené rapídny zmenám. Komplex holocénnej fauny prekonal značné teritoriálne expanzie (*Bison* sp., *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Ursus arctos*, *Equus* sp., *Capreolus capreolus*, *Alces alces*, *Vulpes vulpes*, *Castor fiber*). Lesná fauna, veľmi podobná v rámci celej Európy sa líšila len v percentuálnom zastúpení: napr. *Alces alces* bol hojnejší vo východnej Európe, *Sus scrofa* v západnej a *Cervus elaphus* v strednej Európe Guthrie (1990).

V priebehu atlantického klimatického optima sa utvárala dnešná fauna a flóra celého územia severnej polovice Európy. Do odľadneného územia sa šírila zo stanovíšť na juhu, juhovýchode a juhovýchode. Posun prebiehal pomerne rýchlo a prekonával najrôznejšie prekážky (Ložek, 2001). Druhy otvorenej krajiny ustupovali (Horáček, 2002).

Obdobie posledného glaciálu je najhojnejšie zastúpené nálezmi fauny, vykazuje celú radu klimatických oscilácií. Prechádza do holocénu -je to obdobie, v ktorom sa definitívne formovala dnešná fauna. Fauna dnešnej strednej Európy je výsledkom mnohých procesov: vznik nových druhov

alebo rodov – hlavne fylogenetický vývoj; vymieranie niektorých druhov alebo rodov; migrácie a imigrácie zvierat (Musil, 1980).

Posledné základy zloženia celej nasledujúcej fauny holocénu dáva starý pleistocén. Počet stabilných druhov v priebehu pleistocénu je pomerne malý. Počet vymierajúcich alebo migrujúcich je v podstate väčší. V priebehu pleistocénu môžeme pozorovať veľké zmeny v zložení živočíšneho spoločenstva, ktoré nastáva jednak vplyvom zániku druhov alebo následkom zmenšovania areálu ich rozšírenia (Musil, 1980). Asociácia fauny je vždy vo vzťahu k rastlinnému pokryvu, detailne reagujúcemu na klíma v tom čase.

Cicavce

Nálezy cicavcov vrchného pleistocénu pochádzajú prevažne z kultúrnych vrstiev a na rozdiel od ulitníkov nepredstavujú celé spoločenstvo daného ekosystému. Avšak aj z takéhoto nekompletného spoločenstva je možné vyvodiť dôležité závery (Musil, 2000). Vyhynutie cicavčích druhov sa mohlo udiať tromi spôsobmi:

- 1) vyhynutie s nahradením: druh A je ekologicky nahradený iným druhom (B) (napríklad *Cervalces* bol nahradený druhom *Alces* zo starého sveta);
- 2) vyhynutie bez nahradenia: areál rozsahu druhu sa zmenšuje (Do tejto kategórie spadajú najviac druhov: chobotnatce, leňochody...);
- 3) vyhynutie rýchlou evolúciou druhu: (napríklad zmena druhu *Bison antiquus* na *Bison bison*) Guthrie (1990).

Komplex neskoro pleistocénnej a holocénnej fauny pozostával z:

- predstaviteľov veľkej mamutovej fauny (*Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Ursus spelaeus*, *Megaloceros giganteus*, *Panthera spelaea*, *Crocota spelaea*);
- cicavcov, ktorí vyhynuli v Európe na konci pleistocénu (*Bison* sp., *Ovibos moschatus*, *Ursus spelaeus*, *Crocota crocuta*, *Coelodonta antiquitatis*, *Panthera spelaea*);
- v podstate vyhynutých zvierat, ktoré prežili len v určitých častiach Európy (*Equus hydruntinus* v mediteránnej oblasti);
- veľké cicavce, ktoré stále obývali Európu, typický zástupcovia tundry (*Rangifer tarandus*), lesov (*Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Ursus arctos*, *Sus scrofa*, *Lynx lynx*, *Cervus elaphus*, *Alces alces*, *Bison bonasus*, *Capreolus capreolus*), stepy (*Saiga tatarica*, *Equus* sp.) a vysokých hôr (*Capra ibex*, *Rupicapra rupicapra*);
- mikrofauny cicavcov a cicavcov obývajúcich oblasti tundry: *Dicrostonyx torquatus*, *Lemmus lemmus*, *Gulo gulo*, *Lepus timidus*, *Alopex lagopus*; oblasti stepné: *Citellus citellus*, *Cricetus cricetus*, *Ochotona pusilla*, *Spermophilus* sp.; lesy mierneho pásma, lúky, vodné plochy: *Ursus arctos*, *Ursus priscus*, *Lynx lynx*, *Martes martes*, *Martes foina*, *Lutra lutra*, *Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Castor fiber*, *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Bos primigenius*, *Dama dama*, *Glis glis*, *Felis silvestris*, *Panthera leo*, *Oryctolagus cuniculus*, *Sciurus vulgaris* (Musil, 1985; Stuart & Lister, 2007).

Malakofauna

Zmeny fauny mäkkýšov v rôznych kvartérnych obdobiach nie sú závislé výhradne na podnebí, ale i na zmenách vlastného podkladu jednotlivých stanovišť, t.j. na ich morfológicko-edafickom vývoji. Pôsobí tu mnoho rôznych ekologických činiteľov. Sukcesie ulitníkov sa vyvíjajú paralelne s klimaticky vyvolanými sukcesiami fauny a stavovcov (Mania, 1995). Nástup novej ľadovej doby vždy prebiehal v postupných vlnách, takže väčšina organizmov mala čas postupne sa stiahnuť do území, kde mohla glaciál prežiť (Ložek, 2001).

Stabilné izotopy

Stabilné izotopy predstavujú významný nástroj pre rekonštrukciu paleoekologických a paleoenvironmentálnych podmienok prírodného prostredia v minulosti. Izotopy poskytujú spôsob identifikácie paleoprostredia (teploty, potravných zložiek...) bez spoľahnutia sa na archeologické údaje zo zvieracích kostí. Znamená to, že sú imúnne k faktorom, ktoré môžu ovplyvniť akumuláciu kostí na nálezisku, na ktorých sú tradičné potravné analýzy založené. Pretože nahromadenia kostí na nálezisku reprezentujú „neobjektívny priemer potravných odpadkov skupiny“ (Bocherens et al., 2005).

Stabilné izotopy sú významné z niekoľkých dôležitých aspektov pri výskume globálnych zmien.

- Jednou dôležitou oblasťou využitia stabilných izotopov je rekonštrukcia minulých environmentálnych podmienok, ktorá je možná vtedy, keď je zlúčenina usadená a uchovaná po dlhý čas. Niektoré bežné príklady zahŕňajú ľadovcové profily, schránky mäkkýšov alebo letokruhy.
 - rekonštrukcia paleoteploty za použitia izotopov vodíku a kyslíku vo vode z ľadovcových jadier. Základom je to, že izotopická frakcionácia spojená s výparom z mrakov až k precipitácií je závislá na teplote.
 - rekonštrukcia zrážkového režimu dovoľuje dedukcie o type lesa vo fosílnom zázname.
- Ďalším významným využitím stabilných izotopov je rekonštrukcia paleodiéty zvierat a rekonštrukcia štruktúry ekosystému, štruktúra potravného siete a trofických úrovní. Izotopické zloženie zvierat odráža jeho potravný zdroj. Zatiaľ čo mäkké tkanivá a srsť po smrti rozpadnú, zuby a kosti je možné použiť na rekonštrukciu paleodiéty. Podobne pre ekosystémy platí, že izotopické zloženie pôdnej organickej hmoty odráža rastlinnú pokrývku, ktorá sa rozkladala na povrchu tejto pôdy v minulosti.
- Stabilné izotopy je možné využiť tiež ako stopovače pre identifikáciu pôvodu materiálu. Toto je mocný nástroj pri atmosférických štúdiách, kde je záujem kladený na zistenie toho, ktorý povrch (napr. oceán verus pevnina) alebo ktorý terestrický ekosystém (napr. trávnaté oblasti verus les) prispieval alebo odstraňoval druhy plynov z atmosféry (Ehleringer and Cerling, 2002).

1.3 KLIMATICKÉ ZMENY, PALEOTEPLOTA A ZRÁŽKY V OBDOBÍ OD 110 000 ROKOV DO SÚČASNOSTI

Obdobie 110 000 – 107 000 rokov BP

Na začiatku posledného glaciálu nedochádza k nejakej rýchlej zmene klímy, ale skôr k postupnému ochladzovaniu. Menšie zhoršenie klimatických podmienok netrvá však dlho. Vyskytovalo sa v období medzi 109 000 až 107 000 rokmi BP. Trvalo teda len 3 000 rokov (Musil, 2005).

Obdobie 107 000 – 98 000 rokov BP (MIS 5c, teplé eventy 24, 23 – amersfoort / brörup)

V tejto dobe nasledujú v časovom rozmedzí 107 000 až 98 000 rokov BP dva teplé eventy oddelené medzi sebou krátkodobým ochladením. Do obdobia 104 000 – 92 000 rokov BP je dávaný interštadiál amersfoort/brörup (= st. germain 2, MIS 5c). V období 92 000 – 84 000 rokov BP štadiál redestall / melisey 2. Predstavuje chladnejšiu eróznú fázu nasledovanú vznikom stepí (Guiter et al. 2003).

Obdobie 98 000 – 88 000 rokov BP (MIS 5b, teplý event 22)

Obdobie trvajúce cca. 6 000 rokov medzi 98 000 až 88 000 rokov BP sa vyznačuje opätovným poklesom priemerných teplôt. V žiadnom prípade však nedochádza ku vzniku typického arktického klimatu (Musil, 2005).

Obdobie 88 000 – 68 000 rokov BP (MIS 5a a st. fáza MIS 4, teplé eventy 21, 20, 19)

Začiatok ďalšieho obdobia je charakterizovaný rýchlym zvýšením teplôt. Od 88 000 rokov BP až do 68 000 rokov BP nasleduje výrazne teplé klíma. Toto obdobie však nie je teplotne homogénne, ale má celú radu časovo rôzne veľkých chladných výkyvov. Teplotné eventy sú klimaticky veľmi podobné predchádzajúcemu interglaciálu. Časovo sa jedná o cca. 20 000 rokov výrazne teplého klimatu, prerušeného ku koncu dvoma výrazne studenými výkyvmi. Staršia časť tohto obdobia (bez nasledujúcich dvoch výrazných teplotných výkyvov) patrí MIS 5a, t.j. interštadiálu odderade. Mladšia časť tohto obdobia patrí už začiatku MIS 4 a je charakterizovaná ako klimaticky nestabilné obdobie (Musil, 2005).

Obdobie 68 000 – 60 000 rokov BP (MIS 4, mladšia fáza, teplý event 18)

Ľadovce v horách Škandinávie sa v období 66 000 – 60 000 rokov BP posúvajú južným a juhovýchodným smerom, ale nedosiahli zrejme ani pobrežia Baltického mora. Ich rozšírenie trvalo len niekoľko tisíc rokov. Už okolo 57 000 rokov BP sa stiahli späť do hôr. Jedná sa o prvé glaciálne maximum trvajúce cca. 8 000 rokov s výraznou a náhlou klimatickou zmenou (Barron et al., 2003). Panujú arktické podmienky, vzniká typická mamutová step. Alpy sú bez zväčšovania ľadovcov (Musil, 2005).

Obdobie 60 000 – 31 000 rokov BP (MIS 3)

- **staršia fáza 60 000 – 46 000 rokov BP** (MIS 3, teplé eventy 17, 16 – oerel, 15, 14 – glinde, 13), 57 000 rokov BP – heinrich event 6, jedná sa o krátkodobé chladné obdobie (Fronval et al., 1995).
- **mladšia fáza 46 000 – 28 000 rokov BP** (MIS 3, teplé eventy 12 – hengelo, 9 a 8 – denekamp). 43 000 rokov BP – heinrich event 5, jedná sa o krátkodobé chladné obdobie (Fronval et al. 1995). V období 42 000 – 38 000 rokov BP sa jedná o studené eventy s minimálnymi teplotami (Barron et al, 2003).

Obdobie medzi 60 000 až 28 000 rokov môžeme označiť ako prechodné mierne teplé obdobie, prerušované rôzne veľkými chladnými výkyvmi. Mierne oteplenie trvá cca. až do 44 000 rokov BP a potom už dochádza k postupnému ochladzovaniu až do cca 37 000 rokov BP. Event MIS 3 je v severozápadnej Európe charakterizovaný minimálnou akumuláciou spráše. Bolo to skôr humídne obdobie, ktoré nebolo vhodné pre jej viatie. Jeho začiatok je charakterizovaný náhlým oteplením, ktoré je prerušované krátkymi veľmi studenými eventmi. Pohľad na klimatické krivky ukazuje, že ich môžeme rozdeliť do dvoch klimaticky odlišných fáz. Zatiaľ čo priemerné teploty jednotlivých teplých eventov sú po celú dobu veľmi podobné, líšia sa obe fázy intenzitou chladných výkyvov. Zatiaľčo v prvej staršej fáze v dobe medzi 60 000 až 46 000 rokov BP (= komplex interštádiálov pod názvom moershoofd medzi 60 000 – 43 000 rokov BP, samotný moershoofd potom medzi 50 000 – 43 000 rokov BP nedosahuje ešte výrazne studených výkyvov (teplota bola podobná dnešnej), je tomu v druhej polovici tohto obdobia (46 000 – 28 000 rokov BP) inak. Studené výkyvy sú už výrazne chladné, omnoho chladnejšie ako v predchádzajúcej dobe. Jedná sa zrejme o prechodnú fázu k poslednému glaciálnemu maximu. Predovšetkým z tohto obdobia sú popisované jednotlivé interštádiály dobre zachované v terestrických suchozemských sedimentoch (Musil, 2005).

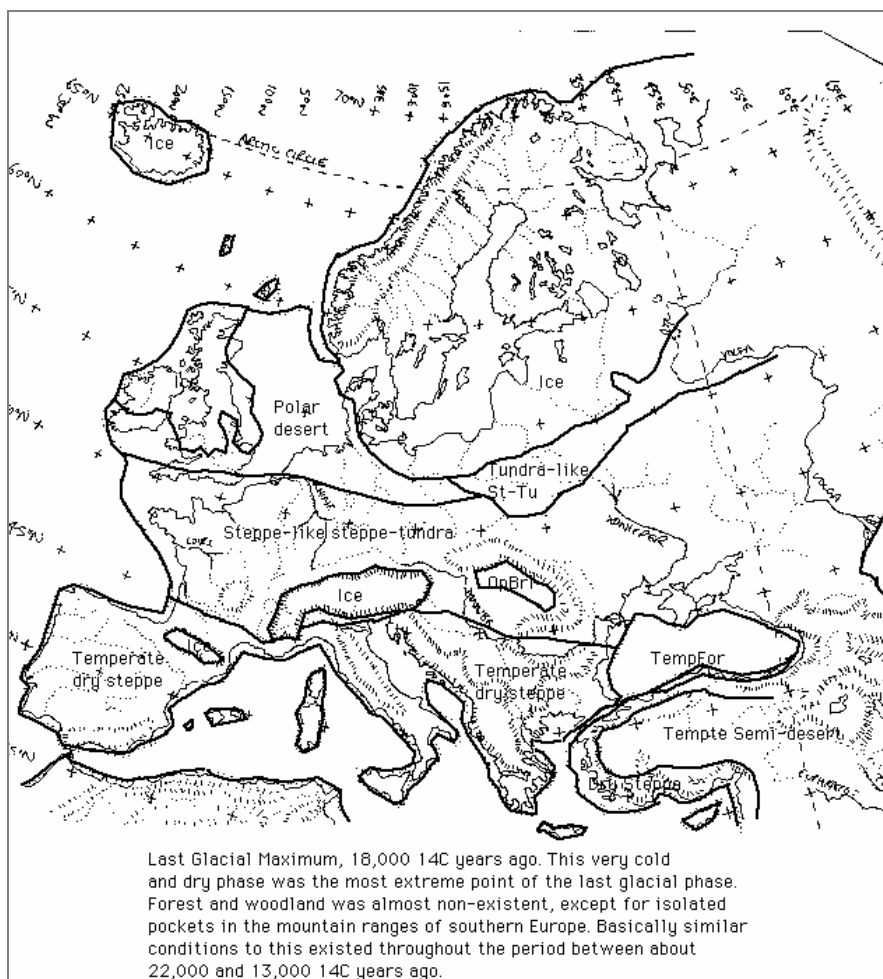
Obdobie 31 000 – 15 000 rokov BP (koniec MIS 3 a začiatok MIS 2, teplé eventy 7, 6, 5, 4 a 3 – interštadiál pavlov, neskorý pleniglaciál – posledné glaciálne maximum (LGM = Last Glacial Maximum))

V interštadiálnom období medzi 31 000 – 23 000 BP (35 038 – 27 585 cal. BP) bol stromovitý porast nepravidelný a nekompletný, s vysokým obsahom stepnej vegetácie (Guiot et al., 1989). Také isté chladné (4 °C pod dnešným priemerom) a semi-arídne podmienky mohli v tom čase prevažovať naprieč väčšiny severnej a centrálnej Európy. Podobný obraz je možné získať z jadier z hôr Balkánskej oblasti (Tzedakis, 1993). Väčšina južnej Európy mohla tiež byť v podstate suchou lesnou stepou s ojedinelými riedkymi elementmi stromov (Watts et al., 1996).

Postupne dochádza k poslednému zhoršeniu klímy a k veľkému ochladeniu v priebehu posledného glaciálu. Obdobie 27 000 – 16 000 rokov BP predstavuje najväčšie ochladenie v poslednom glaciále, ktoré dosiahlo svojho vrcholu v dobe medzi 27 000 až 20 000 rokmi BP. Ochladenie trvá však ešte ďalej do 16 000 rokov BP (tzv. posledné glaciálne maximum, LGM) (obr. 3). Maximum ochladenia bolo v dobe okolo 20 000 rokmi BP. Do doby cca. 26 000 – 25 000 rokov BP sú ešte hory v Škandinávii pod úrovňou 1 500 m n. m. bez ľadu. Až potom sa rozširujú horské ľadovce Škandinávie do nížin a prekračujú ako kontinentálny ľadovec Baltické more, aby sa rozšírili hlboko do severonemeckých a poľských nížin. Toto veľmi rýchle rozšírenie svedčí mimo iného o jeho veľkej dynamickosti, a to ako v jeho rozšírení, tak i v jeho ústupe. Rozšírenie kontinentálneho ľadovca do Nemecka a Poľska trvalo pomerne krátku dobu, okolo 9 000 rokov. Okolo 15 000 rokov bola už oblasť južne od Baltického mora bez ľadovca (Musil, 2005).

Okolo roku 18 000 pred n.l. vrcholila posledná doba ľadová. Ľadovce siahali do Poľska a stredného Nemecka a v predpolí ľadovca sa rozprestierala tundra. Tretinu zemegule pokrývali ľadovce. Dnes pokrývajú len desatinu pevniny.

Klimatické podmienky v období posledného glaciálneho maxima (LGM) boli oveľa extrémnejšie ako v prechádzajúcom teplejšom období. Letné teploty nad 18 °C sa na základe simulácií vyskytovali len v mediteránnej oblasti a na sever od transeurópskej bariéry. V západnej Európe teploty sotva dosahovali 10 °C. Ale zimné teploty na pobreží Atlantického oceánu a Mediteránneho mora v južnom Francúzsku, Iberskom poloostrove a západnom Taliansku boli relatívne mierne s teplotami okolo 4 °C - 6 °C. Vo vnútrozemí boli zimy veľmi chladné s teplotami pod - 8 °C, siahajúcimi často pod - 20 °C v okolí ľadovcových pokryvov (Barron et al., 2003). Okolo roku 15 000 pred n.l. prišlo oteplenie. Kilometer hrubé ľadovce sa sťahovali na sever. Na ich mieste vzniklo Baltické more. Kaspické more bolo štyrikrát väčšie ako dnes. Sahara sa zazelenala. Globálne topenie ľadovcov trvalo 10 000 rokov. Za tú dobu svetový oceán stúpol o 130 metrov a zabral ďalších osem percent Zeme (<http://www.trivis.info/view.php?cisloclanku=2005091101>).



Obr. 3. Vegetačný charakter Európy počas plne glaciálnych podmienok (22 000 – 14 000 r. BP). Veľké ľadovcové pokryvy kryli Škandináviu. Väčšina severnej a strednej Európy je pokrytá stepno-tundrovou vegetáciou, v suchom a chladnom klimate sa vyskytoval riedky vegetačný pokryv. V južnej Európe poskytovali mierne teplejšie podmienky rozvoj suchých, takmer polo púštnych stepí. Na niektorých miestach sa vyskytovali zalesnené oblasti. www.esd.ornl.gov/projects/qen/nercEUROPE.html

Klimatické zmeny na základe vegetácie

V ďalšom období medzi 23 000 – 15 000 BP (27 585 – 18 252 cal. BP) môžeme zistiť významnú zmenu v prírodných podmienkach Panónskej panvy (proces sprašovej tvorby). Táto zmena ukazuje na značné ochladenie a vývoj chladného kontinentálneho lesostepného prostredia s tundrovitými miestami (Sümeği & Krolopp, 2002). Počas teplejšieho eventu okolo 22 000 a 23 000 cal. BP dochádza k expanzii široko-listých boreálnych lesíkov, čo naznačuje početnosť výskytu vysokých stromov, hlavne *Pinus* sp. (60-80 %) popri vysokej hojnosti *Picea abies*, *Alnus* sp. a *Salix* sp. (Sümeği et al., 1999; Magyari et al., 1999).

Posledné neskoro glaciálne maximum bolo v strednej Európe veľmi chladné a suché. Lesy a lesíky neboli takmer vôbec prítomné, okrem niektorých izolovaných oblastí lesnej vegetácie. Miesto toho riedke trávnaté plochy alebo polopúšte pokrývali väčšinu južnej Európy, zatiaľ čo severnú Európu nepokrytý ľadovcovým pokryvom pokrývali kombinácie suchej, otvorenej "stepnej tundry", parkovej krajiny a lesostepi. Ľadové kliny naznačujú, že pozdĺž celej Európy, až do zemepisnej šírky v oblasti stredného Francúzska sa rozprestieral permafrost. Viaty piesky a veterná erózia boli v oblasti severnej a strednej Európy bežné (Adams, 1997; Adams & Faure, 1997).

Rôzne geomorfologické, zoologické, botanické a izotopové indikátory teploty naznačujú, že všetky časti Európy boli oveľa viac chladnejšie ako dnes (Frenzel et al., 1992). V oblasti zemepisnej šírky na úrovni juhu až stredného Nemecka a severozápadu Ukrajiny prezentuje Frenzel (1992a) mapy, ktoré predpokladajú priemerné augustové teploty okolo 10-11 °C, porovnateľné s dnešným pobrežím Sibíri. Zimné (februárové) priemerné teploty boli prinajmenšom -19 °C v strednom Nemecku a -27 °C naprieč väčšinou Ukrajiny. V oblasti južnej Európy, naprieč väčšinou mediteránnej zóny, boli letné aj zimné teploty pravdepodobne o 8-10 °C nižšie ako dnes (Frenzel 1992 a, b).

Podľa Putshkova (1997) je vysoko pravdepodobné, že celé územie Európy a severnej Ázie, ktoré podľa pôvodných predpokladov malo byť pokryté bezlesnou tundrovou stepou, bolo v skutočnosti

parkovou krajinou. I v najchladnejšom období posledného glaciálu (24 000 -18 000 BP; 28 831 – 21 713 cal. BP) na severnej Ukrajine a v centrálnej časti Ruska sa nachádzala lesostep s *Pinus* sp., *Salix* sp. a *Larix* sp. Po tomto glaciálnom maxime tam boli v dobe okolo 18 000 -12 000 BP (21 713 – 13 971 cal. BP) dokázané *Tilia* sp., *Ulmus* sp., *Quercus* sp. a asi aj *Fagus* sp. I keď súvislé lesy v tejto dobe neexistovali, nebola krajina v tejto dobe celkom bez drevín. Podstatnú úlohu hrala nielen znížená priemerná ročná teplota, ale i menšie množstvo zrážok a predovšetkým lokálna klíma. Medzi 25 000 -15 000 rokmi BP (29 988 – 18 252 cal. BP) prevládala všeobecne v strednej Európe tundrová, tundrovo-stepná a stepná vegetácia prispôbena jak chladným zimám, tak i suchým podmienkam. Jednalo sa o mozaiku rôznych rastlinných spoločenstiev, ktoré sa mohli lokálne meniť. Oproti dnešnej oblasti tundry a tajgy je nutné v strednej Európe i v tejto dobe počítať s vyšším slnečným žiarením spôsobujúcim silnejšie oteplenie (Musil, 1999).

Willis et al. (2000) analyzujú výskyt stromov v období neskoro glaciálneho maxima. Na základe drevených uhlíkov porovnaných s palynologickými údajmi z jazier, predpokladajú, že stromy prežili neskoro glaciálne chladné a suché klimatické podmienky v teplejších a humidnejších „mikro-prostrediach“, malých lesných „oázach“, podobných boreálnym typom. Avšak Carcaillet & Vernet (2001) s ich interpretáciou boreálnych lesov založených na osamelých identifikáciách *Pinus sylvestris*, *Pinus cembra*, *Juniperus* sp., *Betula* sp., *Picea* sp., *Larix* sp., *Salix* sp. a *Carpinus betulus* nesúhlasia. Nálezy z Moravských lokalít, napr. Dolní Věstonice (okolo 29 000 – 27 000 BP; 33 515 – 31 773 cal. BP: *Abies* sp., *Larix* sp., *Picea* sp., *Pinus cembra*, *Pinus mugo*, *Juniperus* sp., *Ulmus* sp., *Salix* sp. a *Fagus* sp.) (Klíma, 1963), Pavlov (okolo 26 000 – 25 000 BP; 30 962 – 29 988 cal. BP: *Pinus* sp., *Abies* sp., *Picea* sp., *Pinus cembra*, *Pinus mugo*, *Juniperus* sp. a *Larix* sp (Musil, 2003), však podporujú názory Willis et al. (2000).

V období mikrointerštadiálu medzi 20 000 a 18 200 cal. r. BP mierna a vlhká klimatická fáza prerušila periódu sprásovej formácie. Peľové zloženie z rôznych povodí sa líši (Willis et al., 1995; Magyari et al., 1999; Sümegi et al., 1999) a množstvo zvyškov drevených uhlíkov (Stieber, 1967) z rôznych sprásových profilov naznačuje, že v Panónskej panve sa počas tohto krátkeho interštadiálu vyvinul prechod z lesostep / uzavretého lesa.

Po 18 200 cal. r. BP do približne 15 000 cal. r. BP stromový porast ubúdala a do popredia sa dostávali *Artemisia* sp., *Helianthemum* sp., *Chenopodiaceae*, *Juniperus communis*, *Betula* sp. a *Salix* sp. Tieto svedčia o veľkej expanzii kontinentálnych heliofilných rastlinných spoločenstiev. V tom istom čase percento rodu *Pinus* kleslo. Paleobotanické údaje potvrdzujú výsledky z paleoekologických analýz založených na mäkkýšoch, ktoré indikujú vývoj a expanziu otvorenej, suchej a chladnej sprásovej stepy v Panónskej panve medzi 18 200 a 15 000 cal. BP (Sümegi & Krolöpp, 2002).

Klimatické zmeny na základe malakofauny

Zmeny vo faune mäkkýšov v sprášiach poukazujú v období medzi 34 000 až 12 000 rokmi BP na 9 paleoklimatických cyklov, trvajúcich približne 1000 až 3000 rokov. Tieto zmeny opakovane transformovali paleoekologické podmienky a vegetáciu v Panónskej panve. Výskumy ukazujú, že vrchno-würmské prostredie bolo mozaikovitá a nehomogénne a že rôzne rastliny a zvieratá sa rozširovali z rozličných ekologických miest počas klimatických zmien, keď sa rozšírenie lesa, trávy, alebo tundrovitého habitatu menila. Druhovú zloženie suchozemských slimákov je zväčša závislé na mikroklimatických podmienkach a faktoroch miestneho stanovišťa, predovšetkým vegetačného pokryvu (Sümegi & Krolöpp, 2000).

Panónska panva poskytuje dôležité nezaľadnené územie nízkeho reliéfu, v rámci hlavného horského pásma Strednej Európy (Karpáty, Alpy, Dinaridy). Panónska panva predstavovala veľkú zónu zmien a migrácie medzi rozličnými paleobiogeografickými jednotkami. V neskorom pleniglaciále je možné zrekonštruovať dva lesné typy, trávnaté krajiny a lesostep. Oblasť Panónskej panvy má rozlohu 300 000 km². Panva je veľmi zložitá z hľadiska jej geológie, topografie a vegetácie. Geológia, klíma, georeliéf, vegetácia a pôdy sú tak heterogénne, že sú považované za najdôležitejší faktor prispievajúci k diverzite prevládajúcich paleoenvironmentálnych podmienok. Viac ako 15 % územia panvy bolo pokrytých pleistocénnymi sprásovými sedimentmi. V tomto regióne sa stretávajú 4 klimatické oblasti. Moderná fauna mäkkýšov je silne ovplyvnená klímou (miestne teploty a zrážky), vegetačnými, geomorfologickými a povrchovo pôdnymi podmienkami a rovnako tak aj ľudskou aktivitou (Sümegi & Hertelendi, 1998; Sümegi & Krolöpp, 2000).

Medzi 27 000 a 25 000 cal. r. BP môžeme zistiť význačnú zmenu v prírodných podmienkach začatú procesom vzniku sprásovej formácie. Stredoázijský, kryoxerofilný druh mäkkýša ako je *Vallonia tenuilabris* imigroval do študovaného územia a bol dominantný v SV časti územia. Ale *Columella columella*, typicky obmedzená na tundru alebo tundre podobné prostredie (Ložek, 1964; Rousseau, 1991) sa znovu objavila v niektorých častiach regiónu. Táto zmena ukazuje na značné ochladenie a vývoj chladného kontinentálneho lesostepného prostredia s tundrovitými miestami. Radiokarbónové a malakozoologické údaje naznačujú, že paleoklimatická a paleoekologická zmena sa vyvinula paralelne s 2 úrovňou Heinrichovho eventu (Bond et al., 1993). Intenzívna prachová

akumulácia a vývoj sprašových vrstiev začal počas tohto chladného a suchého obdobia (Pécsi, 1993). Júlová paleoteplota klesla na 11 – 12 °C na severe panvy. Zatiaľčo júlová paleoteplota okolo 14 °C prevládala v južnej časti panvy. Táto sprašová vrstva sa usadila počas jedného chladného výkyvu vrchného würmu. Mikroklimatické a mikroenvironmentálne podmienky boli v priaznivých reliktných miestach vhodné pre mäkkýše obývajúcce mierne klimatické oblasti. Preto mohli prežiť v týchto nepriaznivých globálnych paleoklimatických a regionálne paleoenvironmentálnych zmenách (Sümegi & Krolopp, 2002).

V období medzi 23 000 až 22 000 cal. BP je viditeľná nie príliš silná, ale charakteristická zmena v zložení mäkkýšej fauny. Prevaha kryofilných druhov sa znížila, zatiaľ čo množstvo mezofilných druhov jednoznačne vzrástlo. Navyše sa niektoré termofilné druhy (napr. *Granaria frumentum*) vyskytli v sprašových profiloch v južnej časti panvy (Sümegi et al., 1999). Júlová paleoteplota vzrástla a dosiahla hodnoty 15-17 °C. Táto kompozičná zmena malakofauny a krátky interštadiál by mohli byť paralelné s druhou úrovňou Dansgaard-Oeschegerovho interštadiálu (Johnsen et al., 1992). Dominancia kryofilných, sub-hygrofilných a tieňomilných druhov vzrástla. Tieto kompozičné zmeny malakofauny naznačujú na vzrast zrážok počas vegetačného obdobia a humidity. Najpravdepodobnejšie vlhký a mierny interštadiálny klimatický vplyv zanechal stopy na znovuzalesnení. Tieňomilné mäkkýše sa rozšírili cez rozličné oblasti (Sümegi, 1996).

Medzi 22 000 a 20 000 cal. BP potvrdzujú výsledky z malakotermometrovej metódy (Sümegi & Krolopp, 2002) a modelových simulácií (Kuzbach & Guetter, 1986) vývoj chladného klimatického vrcholu vrchného würmu. Môžeme zistiť ďalšiu zmenu v zložení malakofauny – úbytok termofilných druhov a expanziu kryoxerofilných, severoázijských horských prvkov, *Vallonia tenuilabris*, spolu s boreo-alpínskou *Columella columella*. Prevaha kryofilných mäkkýšich elementov dosiahla hodnoty 80 % v severnej časti územia, zatiaľ čo v južnej časti bola dominancia tej istej skupiny 40 %. Hlavné júlové paleoteploty boli okolo 12 °C v severnej časti a okolo 14 °C v južnej časti panvy. Tento rádiokarbónovo datovaný kvartérno-malakologický horizont môže byť spojený s neskoro glaciálnym maximom. V tomto horizonte je úbytok v množstve hygrofilných a sub-hygrofilných mäkkýšov. Okrem toho môžeme pozorovať náhly nárast dominancie suchu tolerujúcich mäkkýšov a mäkkýšov preferujúcich otvorené stanovištia. Táto kompozičná zmena indikuje vývoj suchej klimatickej fázy. Avšak, tieňomilné a hygrofilné druhy s nízkymi dominantnými hodnotami zvládli prežiť túto paleoklimatickú a paleoenvironmentálnu zmenu a utváranie chladnej a suchej klimatickej fázy. Tieto výsledky naznačujú prítomnosť malých oázovitých miest (reliktných miest), kde miestne vlhkostné a teplotné podmienky a tiež vegetačný pokryv boli priaznivé pre druhy mäkkýšov obývajúcich mierne oblasti (Sümegi & Hertelendi, 1998; Willis et al., 2000).

Po LGM nastal silný úbytok kryoxerofilných, kryofilných, xerofilných a suchu tolerujúcich elementov mäkkýšov. Hygrofilné, sub-hygrofilné, mierne klíma a tieň preferujúce mäkkýše expandovali do Panónskej panvy. Podľa malakotermometra júlová paleoteplota stúpala a dosiahla 15-17 °C. Tieto údaje naznačujú, že júlové paleoteploty boli iba o 3-5 °C nižšie ako dnes. Typické lesné elementy ako *Discus ruders*, *Semilimax kotulai* a *Vestia turgida*, *Arianta arbustorum* sa rozšírili v severnej a východnej časti (Krolopp & Sümegi, 1990). Vzrástla dominancia tieňomilných druhov. Medzitým sa v sprašových profiloch južnej časti panvy objavili niektoré paleoilýrske (indo-európske), mäkkýše preferujúce uzavreté lesné prostredie, ako napr. *Cochlodina laminata*, *Semilimax semilimax*, *Aegopinella ressmanni*, *Orcula dolium* (Sümegi & Hertelendi, 1998; Hum, 2000; Hum & Sümegi, 2000; Sümegi & Krolopp, 2000). Táto kompozičná zmena indikuje miernu a vlhkú klimatickú fázu a vývoj interštadiálu medzi 18 200 a 20 000 cal. BP.

Po 18 200 cal. BP. môžeme znovu pozorovať vzrast dominancie kryofilných, xerokryofilných mäkkýšov, ako *Pupilla sterri*, *Pupilla cf. loessica*, *Vallonia tenuilabris*, *Columella columella*. Medzitým klesal počet mäkkýšov preferujúcich miernu klímu a tieň. Tieto zmeny indikujú formovanie novej chladnej a suchej klimatickej, štadiálnej fázy vyvíjajúcej sa v medzi 18 200 a 15 000 cal. BP. Tento štadiálny horizont môže byť spojený s Heinrichovou prvou úrovňou. Záznamy malakotermometra indikujú, že júlová paleoteplota bola medzi 12 a 15 °C.

Klimatické zmeny na základe stabilných izotopov

Rekonštrukcia paleoteploty na základe izotopov kyslíku $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ z klov mamutov

Na základe izotopových analýz sa prepočítané hodnoty ^{18}O dentínu klov mamutov pohybovali od 14,3 ‰ do 24,4 ‰ (tab. 1). Priemerná ročná prepočítaná paleoteplota pohybovala od 5,8 °C do 25,3 °C.

Kly mamutov sú zložené zo sezónnych prírastkových vrstiev, v ktorých izotopové zloženie odráža teplotné variácie. Na základe izotopových analýz prírastkových zón z klu mamuta z Trenčianskych Bohuslavíc sme zistili priemerné hodnoty ^{18}O za niekoľko rokov rastu a vypočítali priemernú ročnú paleoteplotu tejto oblasti v období pred $30\,053 \pm 258$ cal. BP. Na základe rozsahu hodnôt $\delta^{18}\text{O}$ medzi -8,9 ‰ až -10,8 ‰ predpokladáme, že hodnoty priemerných ročných paleoteplôt sa pohybovali

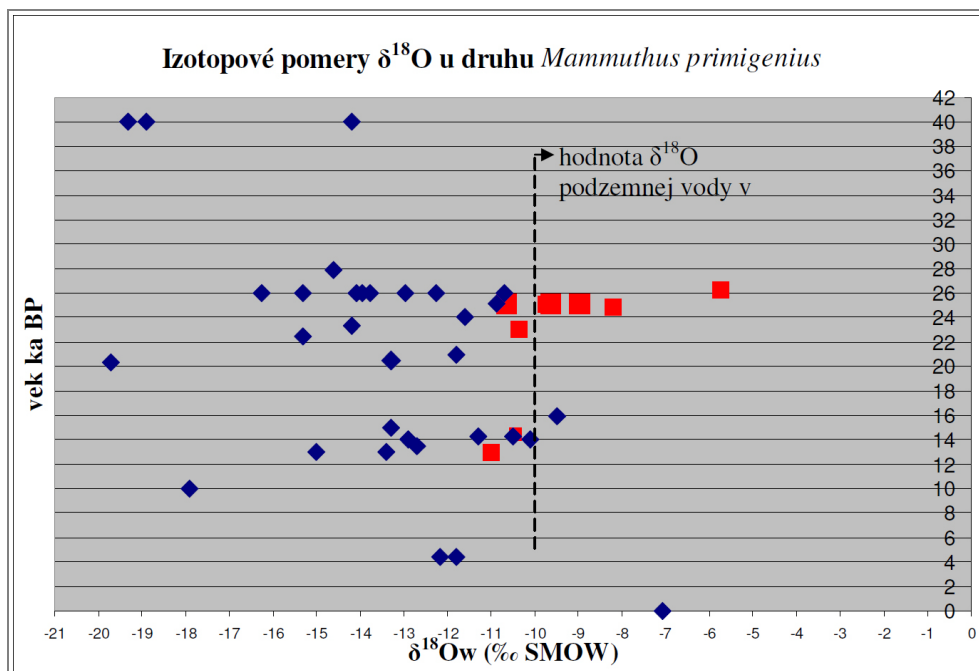
v rozmedzí od 5,8 do 9,1 °C (tab. 1; obr. 4). Na základe analýz ročných prírastkových zón taktiež môžeme povedať, že priemerná ročná paleoteplota kolísala v rozmedzí niekoľkých stupňov počas rastu klu mamuta.

Na základe porovnania s údajmi z iných Európskych lokalít, sa naše hodnoty najviac približujú údajom z Helsínk (15 910 BP; 19 086 cal. BP), Wranglerovho ostrova (4 400 BP; 4 978 cal. BP) a taktiež údajom z Dolních Věstoníc (26 000 – 25 000 BP; 30 962 - 29 988 cal. BP) (Ábelová, 2008).

Tabuľka Tab. 1 zobrazuje výsledné analýzy a prepočítané hodnoty izotopových pomerov z klu druhu *Mammuthus primigenius* zo Slaninovej jaskyne, Předmostí – Přerov II., Trenčianskych Bohuslavíc, Dzeravej skaly a Brna (Vídeňská ulica) z obdobia medzi 31 000 – 23 000 BP (35 038 – 27 585 cal. BP).

lokalita	vzorka	$\delta^{18}\text{O}_c$ ‰ PDB	$\delta^{18}\text{O}_c$ ‰ SMOW	$\delta^{18}\text{O}_p$ ‰ SMOW *1	$\delta^{18}\text{O}_w$ ‰ SMOW *2	$\delta^{18}\text{O}_w$ ‰ SMOW *3	Paleo- teplota (°C) *4	Paleo- teplota (°C) *5
Slaninova jaskyňa	MP SJ 1	2,6	33,6	24,428	1,2	0,6	26,356	25,339
Předmostí - Přerov II.	MP Pr 2	-2,9	27,9	18,842	-4,743	-5,748	16,284	14,580
Trenčianske Bohuslavice	1. MP TB 1	-6,4	24,3	15,314	-8,495	-9,756	9,922	7,785
Trenčianske Bohuslavice	2. MP TB 1	-5,7	25,0	16,0	-7,765	-8,977	11,159	9,106
Trenčianske Bohuslavice	3. MP TB 1	-6,3	24,4	15,412	-8,391	-9,645	10,099	7,974
Trenčianske Bohuslavice	4. MP TB 1	-7,2	23,5	14,53	-9,329	-10,647	8,509	6,275
Trenčianske Bohuslavice	5. MP TB 1	-7,4	23,3	14,334	-9,538	-10,870	8,155	5,898
Dzeravá skala	MP DS1	-5,1	25,7	16,686	-7,036	-8,198	12,396	10,428

Tab. 1. Výsledky z analýz izotopového pomeru $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ a vypočítaných $\delta^{18}\text{O}_p$, $\delta^{18}\text{O}_w$ a paleoteploty z klov druhu *Mammuthus primigenius*. (Výsledky pochádzajú z karbonátovej zložky klov). Údaje boli vypočítané podľa vzorcov: *1 podľa Iacumin et al., 1996; *2 podľa Ayliffe et al., 1992; *3 podľa Jones et al., 2001; *4 podľa Rosanski et al., 1992, na základe $\delta^{18}\text{O}_w$ z Ayliffe et al. 1992; *5 podľa Rosanski et al., 1992, na základe $\delta^{18}\text{O}_w$ z Jones et al., 2001. (Ábelová, 2008)



Obr. 4. Kyslíkové izotopové zloženie zrážok $\delta^{18}\text{O}_w$ vypočítané z $\delta^{18}\text{O}_p$ vzoriek z mamutov druhu *Mammuthus primigenius* z rôznych lokalít. Vlastné výsledky sú označené štvorčekom. (Ábelová, 2008).

Priemerná súčasná ročná teplota v študovaných oblastiach sa pohybuje okolo 8 až 10 °C. Paleoteplota v období leta počas glaciálneho maxima dosahovala podľa najnovších výpočtov (Andel &

Davies, 2003) hodnoty okolo 8°C, v období zimy počas glaciálneho maxima okolo -23 °C, v období leta počas teplej klimatickej oscilácie okolo 13,5 °C a v období zimy počas teplej klimatickej oscilácie okolo -18 °C.

Vypočítané paleoteploty zo Slaninovej jaskyne, Předmostí – Přerova II. a pravdepodobne tiež z Dzeravej skaly nezodpovedajú doterajším výskumom a tiež sú vyššie ako súčasné priemerné ročné teploty v týchto oblastiach. V tomto prípade sa s najväčšou pravdepodobnosťou jedná o vzorky ovplyvnené post depozičnou alteráciou, ktoré nemôžeme brať pri rekonštrukcii paleoteploty do úvahy.

Vypočítané priemerné ročné paleoteploty z Trenčianskych Bohuslavíc a Brna – Vídeňskej ulice dosahujú vyššie hodnoty, ako predpokladajú niektoré analýzy na základe malakotermometrie (napr. Kernátsová, 1997; Sümegi & Krollop, 2002) alebo simulácií (Aiello & Wheeler, 2003). Avšak je možné, že sme pri izotopových analýzach dentínu klov mamutov zachytili teplé klimatické oscilácie. Isté je, že pri rýchlych a krátkodobých klimatických osciláciách, a tie boli pre určitú časť posledného glaciálu typické, sa spoločenstvo rastlín nemohlo rýchle adaptovať na zmenené klimatické podmienky a vznikol tak rozpor medzi priemernou teplotou a rastlinným pokryvom. Toto takisto samozrejme platí i pre faunu, ktorá je na rastlinnom pokryve závislá. Naše výsledky takéto klimatické oscilácie potvrdzujú.

Ďalším možným vysvetlením vyššej teploty zaznamenatej v kloch mamutov je možná migrácia týchto zvierat z južnejších teplejších oblastí. No túto domnienku môžeme potvrdiť alebo vyvrátiť na základe izotopov stroncia, ktoré nám osvetlia pôvod mamutov ich migrácie alebo nemigrácie mamutov. Stáda mamutov sa pohybovali na pomerne veľké vzdialenosti, a to i v priebehu jedného dňa. Ešte dlhšie však boli ich migrácie medzi zimou a letom, ktoré v tomto prípade viedli okolo vodných tokov. Predpokladáme, že tieto sezónne migrácie poludníkového smeru smerovali začiatkom leta z Panónskej nížiny do severoeurópskych nížin širokou údolnou nivou Dunaja, Moravy a Moravskou bránou ďalej na sever, začiatkom zimy potom opačným smerom. Túto domnienku potvrdzujú tiež analýzy malakofauny Sümegiho & Kroloppa (2002) z oblasti Panónskej nížiny, kde zaznamenávajú až 2-3 °C rozdiely medzi severnými a južnými oblasťami v júlovej paleoteplote (Ábelová, 2008).

Posledným vysvetlením vyššej teploty zaznamenatej v kloch mamutov je skutočnosť, že sme pri analýzach zachytili letné prírastky. Takže vypočítaná paleoteplota by predstavovala priemernú letnú paleoteplotu v študovanom období.

Porovnanie a rekonštrukcia vývoja prírodného prostredia Moravy a Slovenska v období od 31 000 až 23 000 BP (35 038 – 27 585 cal. BP) – gravettien

Paleoklimatický a sedimentárny vývoj

Lokálna diferenciácia klímy a vývoja prírodného prostredia bola pomerne vysoká a to i na relatívne tak malom území ako je Morava a Slovenská republika. Klimatický vývoj, ako i vývoj prírodného prostredia nemožno zovšeobecňovať na veľké oblasti. Veľký vplyv na rozdielny vývoj sedimentárneho pokryvu, flóry, fauny a v návaznosti na ne i ľudských sídlisk mali predovšetkým klimatické oscilácie a vertikálna diferenciácia georeliéfu, ktorá je na študovanom území značná.

sídliisko	glaciálne maximum leto	glaciálne maximum zima	teplá perióda leto	teplá perióda zima	súčasnú leto	súčasnú zima
29-26 ka BP						
Milovice I	8,3	-23,2	14,3	-17	16,6	10,7
Pavlov I	8,3	-23,2	14,3	-17	16,6	10,7
D. Věstonice II	8,3	-23,2	14,3	-17	16,6	10,7
Ptřkovice	7,7	-24	13,6	-20,8	15,7	-11,9
Nitra-Čermáň	9,5	-22,8	16,05	-16,4	18,1	-9,9
25-22 ka BP						
Kůlna	7,6	-23,6	13,3	-18	15,4	-11,7
D. Věstonice I	8,3	-23,2	14,3	-17	16,6	-10,7
Petřkovice	7,7	-24	13,6	-20,8	15,7	-11,5
Moravany - Žakovská, Lopata II	9,5	-22,8	16	-16,4	18,7	-9,9

Tab. 2. Vypočítaná teplota vzduchu v °C pre vybrané vrchnopaleolitické sídliská, na základe výsledkov projektu The Stage 3 Project. (Andel & Davies, 2003).

V období od 29 000 do 26 000 BP (33 515 – 30 962 cal. BP) počas teplých eventov dosahovala priemerná letná teplota na základe výsledkov projektu The Stage 3 Project (tab. 2) v oblasti kotlín a horských oblastí okolo 14 °C, v oblasti nížin okolo 16 °C a priemerná zimná teplota v oblasti kotlín a horských oblastí okolo -18 °C, v oblasti nížin okolo -16,4 °C.

Počas chladných eventov dosahovala priemerná letná teplota v oblasti kotlín a horských oblastí okolo 8 °C, v oblasti nížin okolo 9,5 °C a priemerná zimná teplota v oblasti kotlín a horských oblastí okolo -23,3 °C, v oblasti nížin okolo -22,8 °C. Priemerná ročná teplota počas obdobia od 29 000 do 26 000 BP v kotlinách a horských oblastiach dosahovala hodnôt okolo -4,5 °C.

V období od 25 000 do 22 000 BP (29 988 – 26 409 cal. BP) počas teplých eventov dosahovala priemerná letná teplota v oblasti nížin okolo 14,3 °C a priemerná zimná teplota okolo -18 °C. Počas chladných eventov dosahovala priemerná letná teplota okolo 8,2 °C a priemerná zimná teplota okolo -23,4 °C. Priemerná ročná teplota počas obdobia od 25 000 do 22 000 BP (29 988 - 26 409 cal. BP) dosahovala hodnôt okolo -4,7 °C. (Andel & Davies, 2003).

Ako vyplýva z výskumov paleoklimatických, sedimentologických, paleontologických či archeologických, klíma v období posledného glaciálu nebola nikdy dlhšiu dobu stabilná, čo sa samozrejme odrážalo v diverzite spoločenstiev rastlín a fauny. Klimatické oscilácie a tým podmienené zmeny v rastlinnom kryte, ako i charakter prírodného prostredia sa odrážajú a veľmi vplyvajú na izotopové zloženie biominerálov zvierat a ľudí. Potvrdzujú to aj naše výskumy izotopov kyslíku u mamutov. Naše izotopové analýzy kyslíka $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ z dentínu mamutov (z obdobia približne od 32 300 ± 268 cal. BP do približne 27 793 cal. BP) potvrdzujú oscilačný charakter klímy, kolísanie priemernej ročnej paleoteploty v rámci niekoľkých rokov a dokumentujú, že priemerná ročná paleoteplota v období gravettien nebola tak nízka, ako predpokladajú niektoré analýzy na základe najrôznejších podkladov z rôznych vedných odborov. Pretože počas krátkodobých a rýchlych klimatických oscilácií, zaznamenaných ako Dansgaard-Oeschgerove oscilácie, Heinrichove eventy alebo grónske štádiá či interštádiá, sa spoločenstvo rastlín nemohlo rýchle adaptovať na zmenené klimatické podmienky a vznikol tak rozpor medzi priemernou teplotou a rastlinným krytom. Toto takisto samozrejme platí i pre faunu, ktorá je na rastlinnom kryte závislá. Naše výsledky takéto klimatické oscilácie potvrdzujú. Do úvahy pri interpretáciách vyššej priemernej ročnej paleoteploty na základe izotopov z dentínu klov mamutov musíme brať tiež migrácie týchto zvierat z južnejších teplejších oblastí. Izotopový záznam paleoteploty v kloch mamutov by tak potom zodpovedal hodnotám z juhu Panónskej nížiny. Túto domnienku potvrdzujú tiež analýzy malakofauny Sümegiho & Kroloppa (2002) z oblasti Panónskej nížiny, kde zaznamenávajú až 2-3 °C rozdiely medzi severnými a južnými oblasťami v júlovej paleoteplote. Túto hypotézu je možné tiež testovať a potvrdiť alebo vyvrátiť na základe izotopov stroncia, ktoré nám osvetlia pôvod migrácie alebo nemigrácie mamutov a ich migračné cesty (Ábelová, 2008).

Najlepšie spracovanie paleoteplôt z tohto obdobia pochádza z oblasti Maďarska, na základe syntézy z 31 lokalít:

- 32 500 – 28 700 rokov BP: teplejšie a humídnejšie klíma, v refúgiách Panónskej nížiny sa rozkladajú vedľa ihličnanov i listnaté lesy s termofilnými drevinami (Willis et al., 2000)
- 27 000 – 25 000 rokov BP: ochladenie a arídne podnebie, akumulácia spraše – na základe analýzy ulitníkov v niektorých oblastiach tundrové klíma. Júlové paleoteploty v severnej časti 11-12 °C, na juhu miestami okolo 14 °C.
- 23 000 – 22 000 rokov BP: teplé klíma, zalesnenie, expanzia listnatých stromov, júlové paleoteploty 15-17 °C, interštadiál.
- 22 000 – 20 000 rokov BP: ochladenie, júlové paleoteploty na severe okolo 12 °C, na juhu 14 °C. Prítomnosť menších „oáz“, v ktorých humidita a teplota spolu s vegetáciou bola priaznivejšia.
- 20 000 – 18 200 rokov BP: mierna a humídna klimatická fáza.
- 18 200 – 15 000 rokov BP: chladná a arídna klimatická fáza, step. Júlové teploty medzi 15 – 12 °C.

V období medzi 34 000 – 12 000 rokov BP bolo v oblasti Panónskej nížiny dokumentovaných celkom deväť klimatických výkyvov, časovo veľmi krátkych, trvajúcich len 1 000 až 3 000 rokov (Sümegi a Krolopp, 2002).

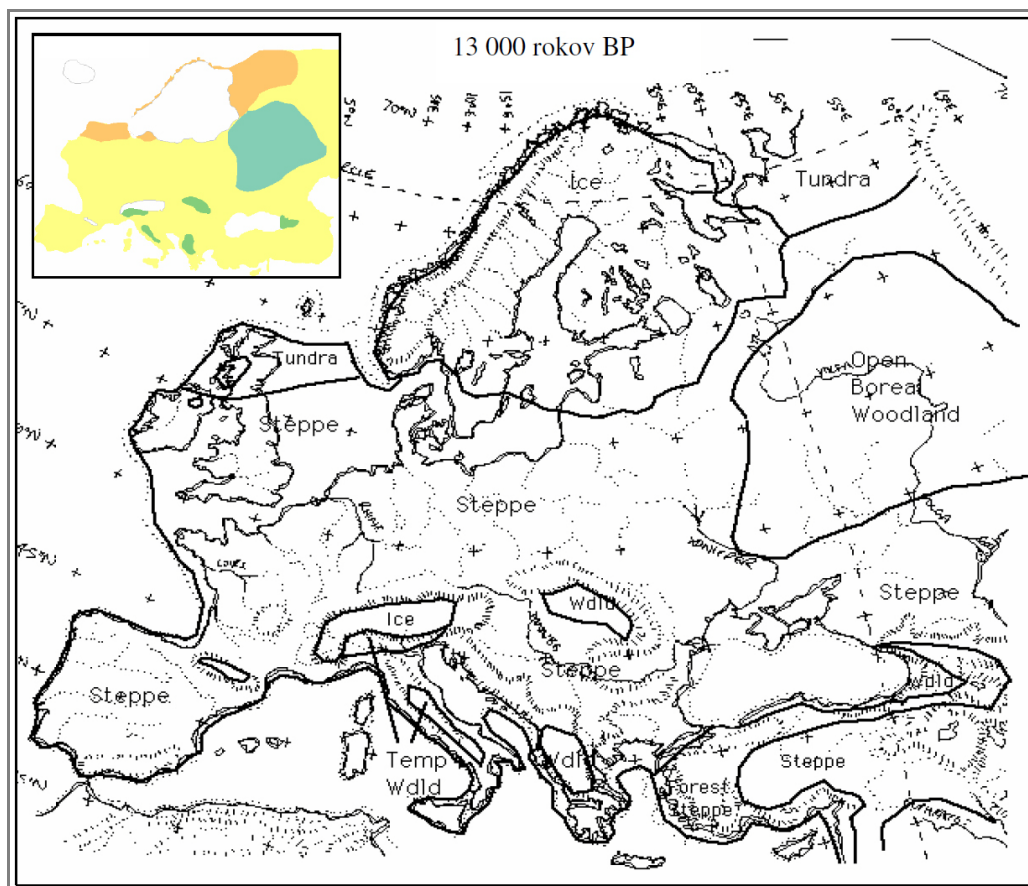
Obdobie 15 000 – 10 000 rokov BP (18 252 – 11 482 cal. BP) – neskorý glaciál (MIS 2, 2 teplé eventy bölling a alleröd a studené eventy)

Jedná sa o obdobie prechodu z pleniglaciálu do holocénu. Je tu zaznamenaných veľa chladných oscilácií s náhlymi teplými eventmi. Od 15 000 rokov BP sa teplota začína zvyšovať. Avšak medzi 14 000 – 13 000 rokmi BP je toto zvyšovanie teploty prerušené chladnou epizódou. Medzi 16 000 – 15 000 rokmi BP je zaznamenaná akumulácia spraše v Normandii (SZ Francúzsko), Anglicku, Belgicku, Holandsku a v celej strednej Európe. Tomuto obdobiu medzi 16 00 a 15 000 rokmi BP nebola zatiaľ v našej krajine venovaná toľká pozornosť, ktorú by si zasluhovalo. Pritom sa jedná

o dobu, ktorá je nesmierne dôležitá nielen z hľadiska rastlinstva a fauny, ale i človeka. V tejto dobe zaniká dlhú dobu trvajúci ekosystém posledného glaciálu, ktorý bol na začiatku holocénu nahradený ekosystémom dnešným. I v tomto období sú zjavné klimatické výkyvy. Paleoklimatické záznamy napr. zo stalagmitov strednej a západnej Európy zaznamenávajú teplejšie periódy medzi 20 000 – 17 000 rokmi BP a potom až okolo 14 000 rokov BP (Musil, 2005). Neskorý glaciál je charakterizovaný striedaním sa chladných a teplých klimatických intervalov s veľmi rýchlymi prechodmi (napr. Taylor et al., 1993) v priebehu niekoľkých desaťročí (Alley et al., 1993; Severinghaus & Brook, 1999). V severozápadnej Európe vzrástla januárová paleoteplota o viac ako 20°C z hodnôt medzi –25°C a –15°C v staršom dryase (12 700 BP; okolo 14 700 cal. BP) a mladšom dryase (okolo 10 000 BP; 11 500 cal. BP) na teploty medzi –5°C a 5°C (v bøllingu a preboreále). Počas júla boli zmeny menšie. Júlová teplota vzrástla v severozápadnej Európe o 3-5°C, z 10°C až 15°C (v staršom dryase a mladšom dryase) na hodnoty od 13°C do 17°C (v bøllingu a preboreále). V južnej Európe bol vzrast júlovej teploty menej intenzívny. Zrážky zostávali na prechode staršieho dryasu a bøllingu (okolo 14 700 cal. BP) rovnaké. Ale v niektorých oblastiach je v období prechodu mladšieho dryasu do preboreálu (11 500 cal. BP) zaznamenaný malý nárast zrážok (Renssen & Isarin, 2001).

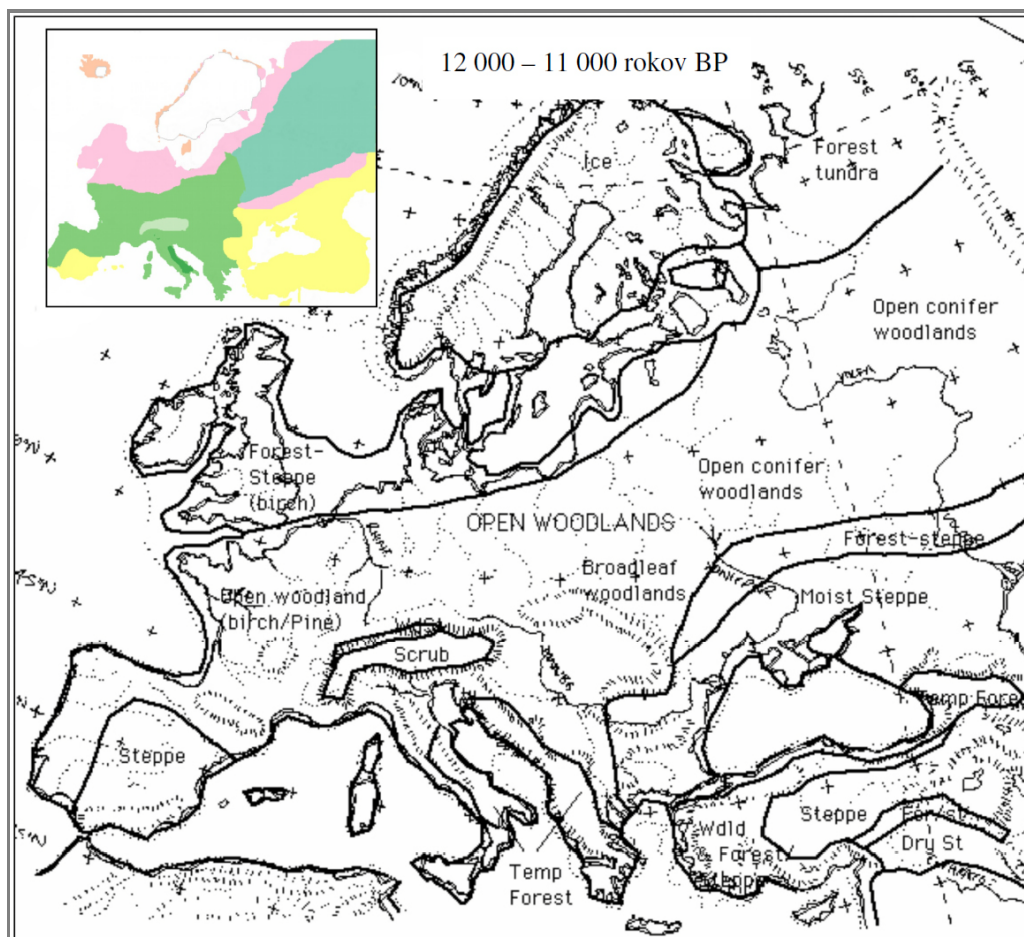
Klimatické zmeny na základe vegetácie

Po 15 000 cal. BP začalo znovuzalesnenie expanziou široko listnatých boreálnych lesov do nízkych hôr a podhorí. Avšak niektoré nepublikované peľové údaje z centrálnej časti Panónskej panvy naznačujú na expanziu miernej stepnej vegetácie do niektorých oblastí. Podľa radiokarbónových sedimentologických datovaní tvorba spráše skončila v Panónskej panve okolo 13 000 cal. BP (Sümegi & Krolopp, 2002). Ešte v severnej časti Maďarska boli v období neskorého glaciálu peľoanalyticky zistené v sedimentoch jazera Nagy-Mohos také dreviny ako *Larix*, *Pinus cembra*, *Picea* a pod. (Magyari et al., 1999). Takéto prvky vegetácie (i fauny!) sa tu miešali s prvkami stepnými (pozri tiež Bennet et al., 1991; Willis et al., 2000; Stevart & Lister, 2001). Krátko pred 13 000 BP (15 854 cal. BP) sa pozdĺž celej Európy prejavilo rapídne oteplenie a zvlhčenie klimatu.



Obr. 5. Vegetačný charakter Európy v období na začiatku interglaciálneho oteplenia (13 000 r. BP). Náhle oteplenie počas tohto eventu vyviedlo ekosystém z rovnováhy. Stromy nemali ešte čas rozšíriť sa späť naprieč Európou a stepná vegetácia prevažovala. Ľadovcové pokryvy na severe začali ustupovať, ale ich rozsah znamenal, že to trvalo tisíce rokov, dokonca i v teplom klimate. Na západe Ruska sa po začiatkových teplých eventoch celkom rýchlo- v priebehu niekoľkých sto rokov - vyskytli otvorené lesné pokryvy. V hornatých oblastiach južnej Európy sa lesné porasty, ktoré prežili zaľadnenie začali rozširovať.

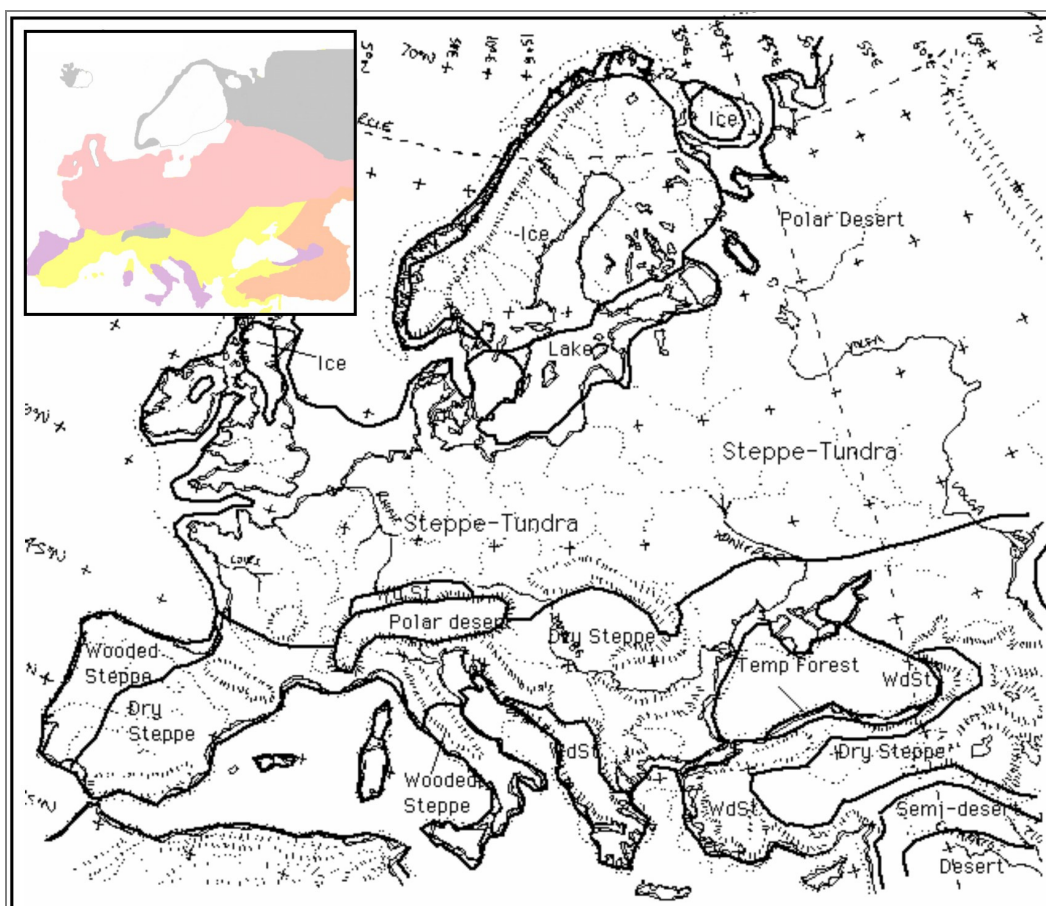
Spoločenstvá hmyzu v SZ Európe indikujú podmienky, ktoré boli tak teplé alebo dokonca teplejšie ako dnešné (Atkinson et al. 1987). Pozdĺž väčšiny Európy začali zmeny rastlinných spoločenstiev: od suchých a chladných stepno-tundrových k stepným, s pomalým objavovaním sa lesných pokryvov. V európskom Rusku lesíky pozostávajúce z briez a boreálnych ihličnanov veľmi rýchlo nasledovali teplý event (Velichko, 1993), hoci západná Európa a Iberský poloostrov zostávali po niekoľko sto rokov potom, skôr otvorenou stepou. SZ Európa zostávala v období 14 000 - 13 000 BP (17 245 - 15 854 cal. BP) slabozalesnená, s otvorenou tundrou s trpasličími kríkmi (*Juniperus* sp, *Salix* sp.) (Anderson, 1977) (obr. 5).



Obr. 6. Vegetačný charakter Európy v období 12 000 až 11 000 rokov BP (krátko pred mladším dryasom) www.esd.ornl.gov/projects/qen/nercEUROPE.html

SZ Európa zostala v období okolo 12 000 BP (13 971 cal. BP) v podstate bez stromov, len s veľmi mozaikovitým pokryvom briez smerom ku koncu tejto periódy. Dokonca trpasličie kríky, ktoré boli spoiatku prítomné pred 12 000 BP, začali ubúdať počas krátkeho ochladenia staršieho dryasu (okolo 12 000 - 11 800 BP; 13 971 - 13 697 cal. BP) (Huntley & Birks, 1983; Turner & Hannon, 1988; Velichko, 1993; Anderson, 1997). V návaznosti na chladnejšie podmienky nastalo obnovenie tundrovej vegetácie (Guiot & Pons, 1986) (obr. 6).

Chladná a suchá perióda mladšieho dryasu znamenala dočasné vymiznutie lesnatého krytu, ktorý sa predtým rozšíril po takmer celej Európe (severnej aj južnej) a jeho nahradenie suchou stepnou a stepno-tundrovou vegetáciou (Velichko, 1993; Laval et al. 1991; Starkel, 1991). Avšak podľa niektorých autorov (napríklad Adams & Faure, 1997) podmienky počas mladšieho dryasu nemuseli byť v severozápadnej Európe až tak drsné. Podľa týchto autorov bola väčšina Poľska a Nemecka lesnou tundrou, premiešanou so stepnými elementmi. Severnejšia oblasť Poľska a Nemecka, v blízkosti škandinávského ľadovcového pokryvu predstavovala krovinatú tundru. Podmienky počas väčšiny mladšieho dryasu boli suchšie ako v súčasnosti, ale nikde nie tak suché ako počas neskorého glaciálneho maxima. Na konci mladšieho dryasu pred 10 000 BP (11 482 cal. BP) sa do väčšiny Európy vrátili lesné porasty (obr. 7). Dokonca ešte pred 9 000 rokmi (10 203 cal. BP) mal lesný porast vo viacerých častiach Európy skôr otvorenejší charakter ako v súčasnosti (Starkel, 1991; Huntley & Prentice, 1993; Roberts & Wright, 1993).



Obr. 7. Vegetačný charakter Európy počas mladšieho dryasu (11 000 – 10 000 rokov BP).

Klimatické zmeny na základe malakofauny

Po 15 000 cal. BP. postupne vymizli skutočné kryofilné mäkkýše, ustupujúce do chladných reliktných miest, ktoré sa vyvinuli vo vyšších častiach Karpát. Bola to perióda dominancie chladných rezistantov, nasledovaná rozmachom mezofilných druhov vo faune mäkkýšov (Sümegi & Krolopp, 2002). Klimatické podmienky a teplotné hodnoty vykazujú dobre identifikovateľný trend v smeroch JZ a SV. Smerom k JZ boli zaznamenané vyššie priemerné júlové paleoteploty aj počas teplých aj chladných období. Nižšie júlové paleoteploty boli namerané na severe a juhu. Rozdiely medzi júlovou paleoteplotou merané v severných a južných oblastiach boli medzi 2 °C až 4 °C. Tieto teploty sú v súlade s júlovými teplotami pozorovanými dnes medzi severnými a južnými oblasťami (Sümegi & Krolopp, 2002). Moderné druhy ulitníkov obývajúce vyššie oblasti pohorí centrálnej Európy (bukovú a borovicovú zónu) obsadili počas vrchného würmu S a V časť. Boli to buď dominantné druhy, alebo expandovali do tejto oblasti pozdĺž hlavných riek tečúcich z Karpát počas tejto periódy (Deli & Sümegi, 1999; Sümegi & Krolopp, 2000).

Medzi rekonštrukciou neskorého glaciálu navrhnutou rôznymi postupmi je veľký rozdiel. Podľa klimatického simulačného modelu nastávalo v tomto čase postupné otepľovanie. Avšak zmeny v zložení malakofauny, práve tak ako údaje z datovaných ročných vrstiev jadra GISP2 sa zmieňujú o prítomnosti striedania sa teplejších a chladnejších periód dokonca v priebehu neskorého glaciálu. Zmeny v radiokarbónovo datovaných faunách mäkkýšov sprašových oblastí, spoločne s paleogeografickými interpretáciami nimi naznačenými, potvrdzujú najnovšie výsledky získané z radiokarbónových datovaní peľových analýz (Magyari et al., 1999; Sümegi et al., 1999). Výsledky peľových analýz čiastočne prekrývajú malakologické údaje potvrdzujúce expanziu stromovitých oblastí a vegetácie počas miernych, humídnych periód a expanziu stepnej vegetácie pre chladnejšie, suchšie periód ako naznačovali kompozičné údaje z malakofauny. Panónska panva môže byť považovaná za širokú fluktuálnu zónu v biogeografickom zmysle, umožňujúcu expanziu paleoilýrskych, paleokarpatských, paleobalkánskych, paleokontinentálnych a boreo-alpínskych elementov počas období s vhodnými klimatickými podmienkami. Avšak, kvôli mozaikovitej povahe environmentálnych faktorov, mohli zaujímať len malú časť tohto vysoko heterogénneho regiónu (Sümegi & Krolopp, 2002).

Obdobie 10 000 rokov BP – súčasnosť (11 482 cal. BP - súčasnosť) (holocén)

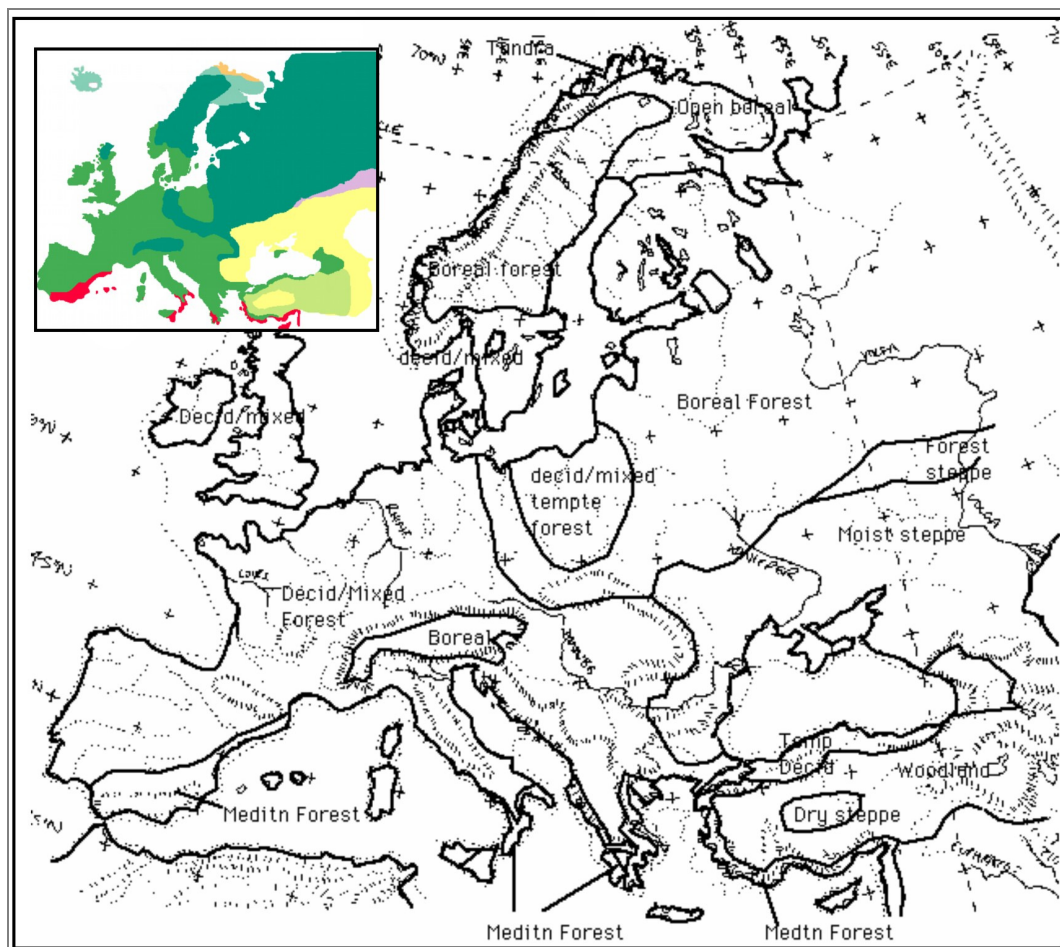
Preboreál (10 000 – 9 000 BP; 11 482 – 10 203 cal. BP)

Preboreálne obdobie tvorí prechod medzi vlastným teplým holocénnym obdobím a subarktickým neskorým glaciálom (dryasovým obdobím). Predstavuje teda vstupné obdobie holocénu po poslednom chladnom výkyve neskorého glaciálu. Vzhľadom k predchádzajúcemu mladšiemu dryasu nastalo oteplenie a mierne zvlhčenie s priemernými teplotami nižšími až o 5 °C v porovnaní s dneškom. Podnebie bolo teda podstatne chladnejšie ako dnes, postupne sa však otepľovalo a od vegetáciou neosídlených lokalít smeroval vývoj k bezlesnej tundre, až sa objavili menej náročné dreviny (borovica, breza). Riedke tajgy hustnú a chladné stepy sa vďaka otepľovaniu a zvlhčovaniu podnebia začínajú zalesňovať (*Pinus* sp., *Betula* sp.). V suchých a teplých stepných oblastiach sa začínajú tvoriť černozy. V archeológii nastáva prelom neskorého paleolitu a mezolitu (Svobodová et al., 2001).

Rekonštrukcie prírodného prostredia jasne ukazujú, že Panónska panva bola v období preboreálu až atlantiku charakterizovaná pestrou environmentálnou mozaikou na makro, mezo aj mikro-úrovni (Kertész & Sümegi 1999, 2001; Sümegi & Kertész 1998, 2001; Sümegi et al. 2002; Sümegi, 1996). Na makro úrovni bola táto mozaikovitosť tvorená stykom hlavných klimatických zón: dopad kontinentality ubúdajúci od východu na západ, oceanity zo západu na východ, submediteranity z juhu na sever a subkarpatského klimatu v horských oblastiach. Mozaikový vzor klimatických zón a vegetačných pásov mal za následok mozaikovitosť pôdnych typov, ktoré boli ešte ďalej ovplyvňované silnou diverzitou podložia. Kertész (2002) vysvetľuje kultúrnu mozaikovitosť mezolitu Panónskej panvy predovšetkým mozaikovitosťou prostredia.

Boreál (9 000 – 8 000 BP; 10 203 – 8 900 cal. r. BP)

Prvé významné klimatické obdobie plného holocénu, vyvíjajúce sa z ranno holocénneho preboreálu. Smer vývoja podnebia pokračuje, až priemerná teplota a nakoniec aj vlhkosť o niečo prevyšuje dnešný stav.



Obr. 8. Vegetačný charakter Európy počas raného Holocénu (okolo 9 000 – 8 000 r. BP).

Priemerné ročné teploty sú až o 2 °C vyššie ako dnes. Letá sú suché a podnebie má celkovo kontinentálny ráz. Porasty s *Pinus* sp. a *Betula* sp. ustupujú zmiešaným dúbavam, kde sa vedľa *Quercus* sp. vyskytujú ďalšie listnaté stromy – *Ulmus* sp., *Tilia* sp., *Fraxinus* sp. na prechodoch lesa sa šíri *Corylus* sp., v horských polohách *Picea* sp. (obr. 8). Vo výrazne teplých a suchých sprašových stepiach pokračuje vývoj černoziemí. Človek ešte neovplyvňuje krajinu (Svobodová et al., 2001).

Atlantik (okolo 8 000 – 6 000 BP; 8 900 – 6 837 cal. r. BP)

Predstavuje holocénné klimatické optimum. Na základe palynologických pozorovaní bolo teplotné maximum zistené v období medzi 6 000 – 5 000 rokmi BP. Teploty boli vyššie v porovnaní s dnešnými a globálne ročné priemerné teploty sa počas klimatického optima zvýšili o 3°C. Zvýšilo sa aj množstvo zrážok – až o 60-70 % oproti predchádzajúcemu boreálu. Klíma bola vlhká a pritom teplá, s oceánskym charakterom, čo podmienilo rozvoj lesov. Na povrchu spraší sa tvorili pôdy (černozeme). V nížinách sa porasty zmiešaných dúbav (*Quercus* sp., *Ulmus* sp., *Tilia* sp.) spájali do súvislých lesov. Začínalo i šírenie *Fagus* sp. a *Abies* sp., zároveň začínalo poľnohospodárske odlesňovanie. V jaskynných sedimentoch sa vlhké, pre obývanie nepriaznivé klíma atlantiku, prejavilo tvorbou sintru. Toto obdobie bolo charakterizované vývojom neskoro až stredno-neolitických kultúr a nehomogénnym klimatom. (Velichko, 1989).

Od 8 000 (8 900 cal. BP) rokov začali mať lesné porasty uzavretý charakter, ale s hojnejšou prítomnosťou ihličnanov ako v súčasnej východnej Európe. Na základe vegetačných a jazerných dokladov môžeme usudzovať že počas tohto obdobia dominovali daždivejšie podmienky vo väčšine centrálnej a južnej Európy v porovnaní s dneškom (Harrison et al., 1996).

Epiatlantik (6 000 – 3 200 r. BP; 6 837 – 3 423 cal. r. BP)

V tomto období sa často striedali vlhké a suché obdobia, letá boli v priemere teplejšie ako v súčasnej dobe. Teplota bola o 1 až 2 °C vyššia ako dnes. Postupom času ubúdalo vlhkosti (<http://lfskripta.webpark.cz/fyto/fyto12.htm>).

Termín epiatlantik podľa Ložeka nie je dodnes úplne bežný. Zaviedol ho Jäger (1969) pre úsek odpovedajúci Firbasovým dobám VII (Firbas, 1949, 1952) (mladší atlantik) a čiastočne aj VIII (starší úsek subboreálu), aby vyjadril obdobia s rýchlym a výrazným striedaním vlhkých a suchých periód. Toto obdobie predstavuje prelom vo vývoji rastlinstva i celej stredoeurópskej prírody, lebo na jeho začiatku ku koncu atlantiku sa objavuje človek – poľnohospodár, ktorý zo začiatku zakladá svoje osady v najúrodnejších lesostepných a stepných oblastiach, neskoršie zatláča lesy a vytvára odlesnenú obrábanú oblasť. Zavádza nielen obilné kultúry so sprievodnými spoločenstvami burín, ale podporuje nechcene i nový rozvoj xerothermnej vegetácie, ktorá by inak musela ustúpiť šíriacemu sa lesu.

Subboreál (3 200 – 2 700 r. BP; 3 423 – 2 786 cal. r. BP)

V období subboreálu bola klíma v priemere o 1 až 2 °C teplejšia ako dnes, ale podnebie bolo suché, skôr subkontinentálne. Začiatkom tohto obdobia dochádza k vzniku poľnohospodárskej ekumeny, t.j. vznikajú súvislé osídlené a poľnohospodársky využívané oblasti (klčovanie lesa – neskôr dubín v nižších polohách a neskoršie bučín v stredných polohách – a rozorávanie pôdy). Následkom trvalej orby pôdy, odstránenia súvislého rastlinného krytu, zvýšenie množstva zrážok vzniká silná erózia pôdy, hlavne vo svahovitom reliéfe. Tým vznikajú silné vrstvy svahovín a v údoliach vodných tokov sa v tejto dobe vytvárajú rozľahlé nivy. Naše fluvizeme sú teda len 3 tisíc rokov staré. V nižších polohách sa rozširujú už hrabové dúbavy. Tieto však ustupujú na otvorených plochách, na ktoré sa znovu šíri xerothermná stepná vegetácia (<http://lfskripta.webpark.cz/fyto/fyto12.htm>).

Subatlantik (2 700 - 600 r. BP)

Podnebie bolo celku vlhšie a o niečo chladnejšie ako dnes. Dochádzalo však ku kolísaniu vlhších a suchších fáz. Celkovo však bolo podnebie oceánskejšie ako v súčasnosti. horná hranica lesa sa znižovala a možno predpokladať, že asi ku koncu tohto obdobia dosiahla dnešnú klimatickú hranicu lesa. Subatlantikum spadá celkovo do doby železnej. Na jeho konci dochádza v strednej Európe k sťahovaniu národov a naša krajina bola osídlená Slovanmi (<http://lfskripta.webpark.cz/fyto/fyto12.htm>).

Subrecent (600 r. BP – súčasnosť)

Ide o najmladšie obdobie subatlantika, ktorý je však silne ovplyvnený ľudským osídlením prenikajúcim do oblastí predtým nezaľudnených. V priebehu subrecentu nastalo zreteľné vysušenie krajiny a zvýšila sa kontinentalita. Zväčšil sa rozdiel vlhkosti medzi zalesnenými hornatinami

a odlesnenými nížinami. Sprievodným javom je opäť vzostup svetlomilných drevín ako duba, liesky, jelše a miestami i borovice. Šíri sa smrek a na pastvinách borievka a celý rad bylín viazaných na otvorené plochy. Stredoveké rúbanie lesov zasahuje aj dovtedy súvislé zalesnené horské oblasti, čo vedie k vysušovaniu rozsiahlych oblastí a k postupnému nedostatku vody v nížinných oblastiach. Súvislá lesná pokrývka je rozdrobená na menšie celky vzájomne oddelenými pastvinami (valašská kolonizácia v Karpatoch a iné typy horského osídlenia). Porasty tak strácajú svoju vnútornú klímu a mnoho prvkov náročnejších na vlhkosť mizne. Najnovšia doba je v znamení rozmachu umelých lesných kultúr borovice a smreka. V niektorých teplých oblastiach sa umelo rozširuje agát. Nové oživenie poľnohospodárstva sa začína príchodom Slovanov a plynule pokračuje až doteraz (<http://lfskripta.webpark.cz/fyto/fyto12.htm>).

Zrážky v období od 5 000 rokov pred n.l. až 1 000 n.l.

Ukázalo sa, že veľmi významným faktorom, podieľajúcim sa na sociálnych zmenách v ľudskej spoločnosti, bol predovšetkým pokles zrážkovej činnosti. Z toho potom vyplýva, že poznanie zrážkových výkyvov v určitom historickom období bude rozhodujúcim momentom v poznaní klimatických dopadov a v objasnení klimatických zmien v tej dobe.

Zrážkovú činnosť v minulosti a spolu s ňou súvisiacu oblačnosť je možné popísať len na základe analýzy údajov získaných z jadier grónskych ľadovcov. Vzhľadom k tomu, že americké a dánske pramene umožnili získať len absolútne údaje, bolo nutné previesť ich do prehľadnejšej relatívnej podoby (Svoboda, 2009).

Výsledkom je 12 grafov zobrazujúcich priebeh kolísania hrúbky snehových vrstvičiek, resp. odchýlok od dlhodobého priemeru za obdobie od roku cca. 5 000 pred n.l. až do roku 1 000 n.l., v nich sú šípkami zdôraznené hlavné body maxim a miním. Oscilujúca krivka jasne ukazuje na striedanie sa hlavných a podružných maxim (M) a podobne hlavných a podružných miním (m). Tieto výkyvy (oscilácie) odpovedajú vlhším a suchším úsekom, pričom niektoré z nich sú krátke a zvlášť intenzívne a niektoré naopak dlhé a vcelku mierne. Ak sa striedajú vlhšie a suchšie časové úseky, je logické, že ide vlastne o obdobie výmen s nižšou a vyššou oblačnosťou. Vďaka precíznej práci dánskych a amerických glaciológov je možné striedanie týchto polarít určiť s presnosťou približne dvoch rokov. To je veľmi významný prielom datovania pravekého obdobia, pretože je možné s vysokou presnosťou určiť nástupy a zároveň i závery určitých etáp vývoja ľudskej spoločnosti. Tie sú síce známe, avšak ich detailné chronologické zaradenie doteraz chýbalo. Ukazuje sa, že súčasne s klimatickými výkyvmi, ktoré je možné veľmi detailne určiť, dochádzalo k zásadným zmenám štruktúr ľudskej spoločnosti, ktorá musela na tieto prírodné zmeny reagovať. Spolu so zmenami klimatickými dochádzalo i ku zmenám hospodárskym, ale predovšetkým sociálnym, ktoré prinášali postupnú diferenciáciu vnútri ľudských skupín (Svoboda, 2009).

Zrážky v období od 4 970 až 3 000 rokov pred n.l.

Aby bolo možné sledovať klimatické výkyvy i pred rokom 3 000 pred n.l., bolo nutné vypracovať sériu grafov, ktoré sú však už mimo písomne sledovateľné obdobie. Avšak k dispozícii sú archeologické nálezy a Radiokarbónové datovanie, ktoré môže pomôcť v objasnení väzieb medzi klimatickou osciláciou a vývojom ľudskej spoločnosti. Grafy sú celkom štyri a zachycujú časový priebeh od roku 4 970 pred n.l. až do roku 3 000 pred n.l. Sú odstupňované po 500 rokoch s časovým krokom 50 rokov. Vzhľadom k tomu, že číslovanie maxim a miním bolo urobené pre radu historických grafov, Svoboda (2009) použil pomocné označenie podľa názvu grafu, napríklad maximum v grafe A je označené ako M-a a minimum potom logicky m-a.

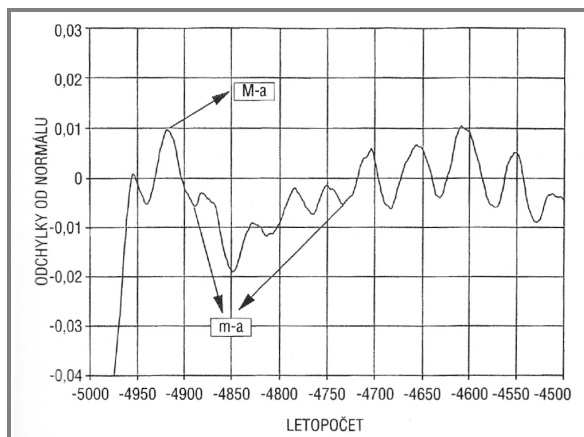
Zrážky v období od 4 970 až 4 500 rokov pred n.l.

Na grafe sú dobre viditeľné dva extrémny v tesnej blízkosti. Prvý predstavuje zrážkové maximum M-a, ktoré prebiehalo v rokoch 4 940 až 4 920 pred n.l. Nešlo o nijak zvlášť veľký extrém, takže možno predpokladať, že sa zrážky pohybovali skôr v klimatickom optime.

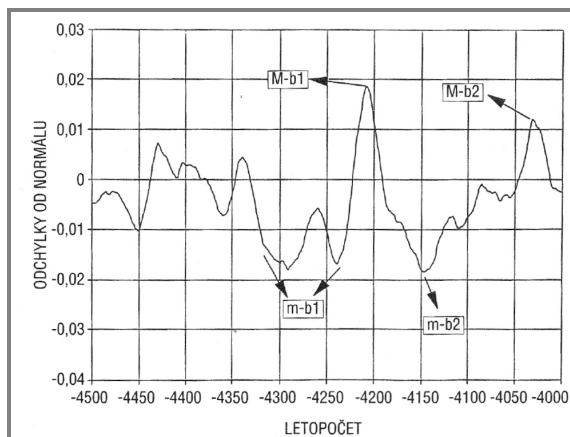
Hneď po ňom, v rokoch 4 920 až 4 735 pred n.l., nasledovalo veľmi dlhé a výrazné minimum m-a. Počiatkový razantný pokles a potom dĺžka tohto minima nasvedčujú, že išlo o epizódu, ktorá bola pociťovaná pravdepodobne veľmi výrazne. Ďalší priebeh až do roku 4 500 pred n.l. bol však klimaticky vyrovnaný, skôr s tendenciou k miernemu navršovaniu zrážkovej činnosti, ktoré bolo celkom pravidelne striedané podružnými minimami (graf 1).

Obdobie 4 500 až 4 000 rokov pred n.l.

Rok 4 210 pred n.l. predstavuje zrážkové minimum M-b1, ktoré kulminovalo okolo tohto roku. Roky od 4 440 až 4 100 pred n.l. odpovedajú výraznému zrážkovému maximu. Výrazné je aj druhé zrážkové maximum M-b2 v rokoch 4 050 až 4 030 pred n.l. V tejto dobe možno predpokladať určité migračné procesy v značnej časti strednej Európy, lebo išlo o obdobie klimaticky veľmi rozkolísané (graf 2).



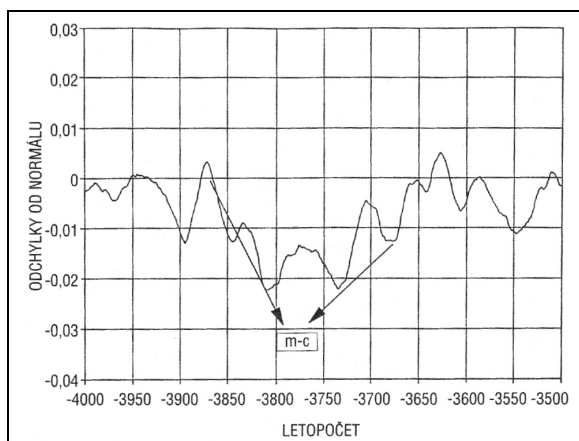
Graf. 1. GISP-2 Grónsko - ročné prírastky snehu v období 5 000 - 4 500 r. BP (Sboboda, 2009)



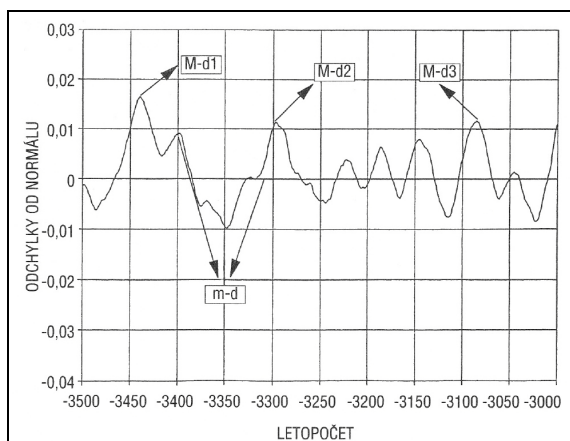
Graf. 2. GISP-2 Grónsko - ročné prírastky snehu v období 4 500 - 4 000 r. BP (Sboboda, 2009)

Obdobie 4 000 až 3 500 pred n.l.

Celý tento úsek je úplne v znamení dlhého a relatívne hlbokého zrážkového minima 3 870 až 3 640 rokov pred n.l., označeného m-c, ktoré nepochybne muselo veľmi silne ovplyvniť klímu na značne veľkom území Eurázie. V celom úseku od roku 4 000 pred n.l. až do roku 3 500 pred n.l. bolo len veľmi málo zreteľných nárastov zrážkovej činnosti. Dá sa skôr hovoriť o dlho suchom období, ktoré bolo pravdepodobne i dosť studené (graf 3).



Graf. 3. GISP-2 Grónsko - ročné prírastky snehu v období 4 000 - 3 500 r. BP (Sboboda, 2009)



Graf. 4. GISP-2 Grónsko - ročné prírastky snehu v období 3 500 - 3 000 r. BP (Sboboda, 2009)

Obdobie 3 500 až 3 000 pred n.l.

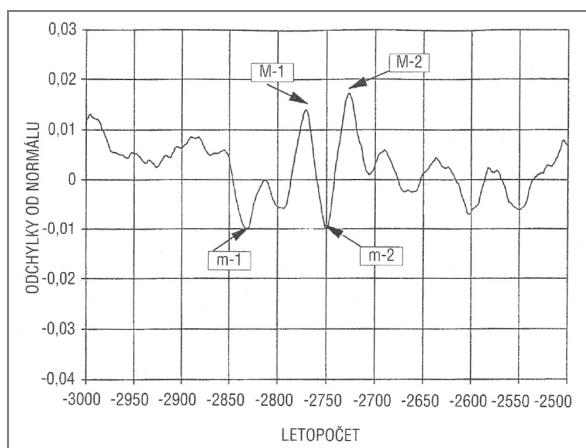
Na grafe 4 je možné zistiť zreteľný nárast zrážkovej činnosti medzi rokmi 3 485 až 3 400 pred n.l., ktorý sa prejavil v maxime M-d1. V tomto období sa objavilo viacero maxím. Za uvedeným maximom M-d1 nasledovalo v rokoch 3 400 až 3 330 pred n.l. výrazné zrážkové minimum m-d, po ňom opäť razantné zrážkové maximum v období rokov 3 330 až 3 300 pred n.l. označené M-d2. Po sérii drobných oscilácií veľmi nízkych maxím a miním opäť nastupuje v rokoch 3 120 až 3 080 pred n.l. výrazné maximum M-d3.

Zrážky v období 3 000 rokov pred n.l. až 1000 rokov n.l.

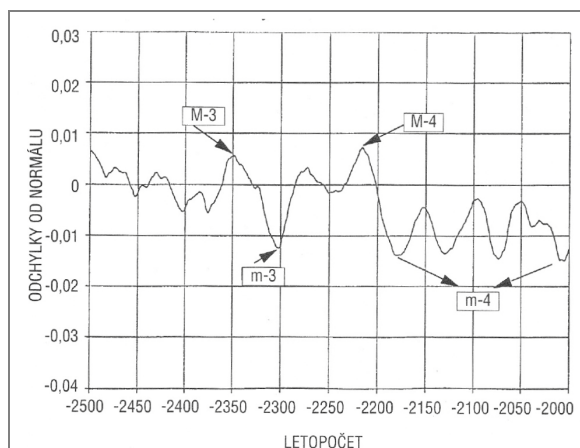
Veľmi významným faktorom podieľajúcim sa na sociálnych zmenách, bol predovšetkým pokles zrážkovej činnosti. Z toho vyplýva, že poznanie zrážkových výkyvov v určitom historickom období bude rozhodujúcim momentom v poznaní klimatických dopadov a v objasnení klimatických zmien v tej dobe (Svoboda, 2009).

Klimatické extrémny: Môžeme konštatovať, že v sledovanom období, trvajúcim 4 000 rokov, sa objavilo niekoľko úsekov, ktoré majú charakter silnej oscilácie, a to ako maximálnej, tak minimálnej. Ide o zrážkové extrémny, u ktorých možno veľmi pravdepodobne predpokladať prípady s vyšším stupňom nadnormality. Vzhľadom k tomu, že sa jedná o určité klimatické etapy, ktoré mali výrazný podiel na formovaní ľudských spoločností, je nutné zdôrazniť ich dôležitosť. Tá nevyplýva len z ich extrémity, ale predovšetkým z dopadu na život pravekých populácií (Svoboda, 2009).

Obdobie 3 000 rokov pred n.l. až 10 rokov n.l. (graf 5, 6, 7, 8, 9, 10)



Graf. 5. GISP-2 Grónsko – ročné prírastky snehu v období 3 000 – 2 500 r. BP (Svoboda, 2009)



Graf. 6. GISP-2 Grónsko – ročné prírastky snehu v období 2 500 – 2 000 r. BP (Svoboda, 2009)

- 3 000 – 2 860: Veľmi pozvoľný pokles zrážkovej činnosti.
- 2 860 – 2 833: Dlhší suchý úsek zrážkového minima m-1 s drobnejšou osciláciou zvýšenia zrážok v rokoch 2830 až 2820.
- 2 815 – 2 770: Razantný nástup zrážkovej činnosti do maxima M-1. Behom nástupu zrážok došlo k menšiemu poklesu zrážok do podružného minima približne v rokoch 2715-2793.
- 2 770 – 2 750: Veľmi rýchly pokles zrážok do minima m-2.
- 2 750 – 2 725: Prudký nárast zrážok do maxima M-2.
- 2 725 – 2 350: Viac-menej normálne zrážky s drobnejšími výkyvmi.

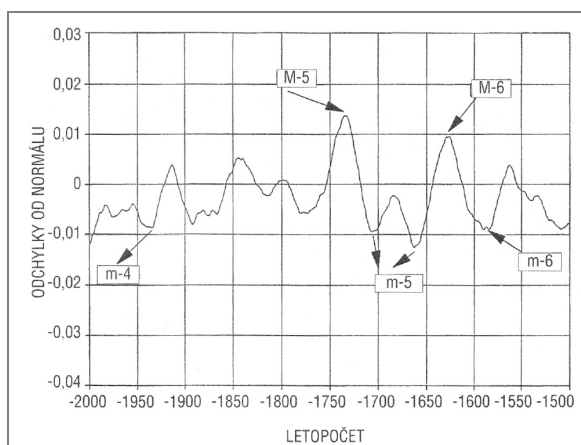
Všeobecne možno charakterizovať úsek 3 000 pred n.l. až 2 500 pred. n.l. ako skôr vlhší, pričom približne do roku 2 850 panovalo permanentne vlhké a zrážkovo bohaté klíma. Medzi rokmi 2830 až 2730 pred. n.l. došlo k niekoľkým menej výrazným osciláciám, po ktorých začali zrážky zreteľne ubúdať.

- 2 500 – 2 400: Pozvoľné ubúdanie zrážok s drobnejšími výkyvmi.
- 2 400 – 2 375: Veľmi malý nárast oblačnosti a zrážok, ktorý nedosiahol ani normálu. Sucho bolo dlhodobé.
- 2 375 – 2 350: Veľmi mierne zrážkové maximum M-3, ktoré však svojimi parametrami odpovedá skôr podružnej oscilácii.
- 2 350 – 2 300: Rýchlejší pokles zrážkovej činnosti vedúci k menšiemu minimu m-3.
- 2 300 – 2 245: Strmšie navýšenie zrážok, nie však do extrémnych hodnôt. Približne od roku 2275 – 2245 menší a nevýrazný pokles.
- 2 245 – 2 220: Menšie zrážkové maximum M-4.
- 2 220 – 1 935: Veľmi dlhé zrážkové minimum m-4 s niekoľkými výkyvmi smerom k navýšeniu zrážkovej činnosti, avšak hodnoty navýšenia sa nedostali ani k hranici normálu. Veľmi výrazná klimatická oscilácia, ktorá mala za následok veľmi pravdepodobne dlhodobé sucho.

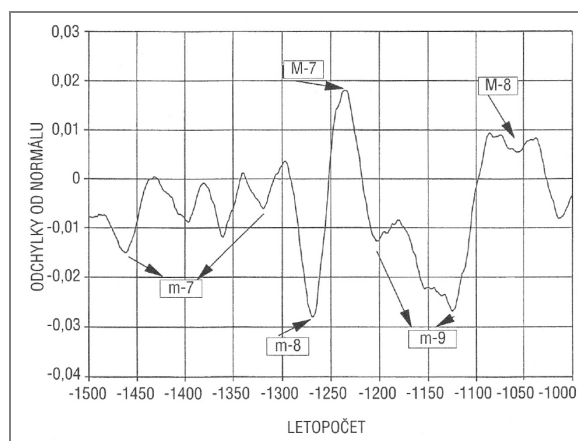
Hydrologická charakteristika rokov 2 500 pred n.l. až 2 000 pred n.l. je poznamenaná tendenciou skôr ubúdania zrážok. Až do polovice tohto obdobia (približne do roku 2 200 pred n.l.) je možné hovoriť o zrážkovo menej bohatom, nie však suchom klimate. Po tomto období však nastupuje výrazne suchý, zrážkovo veľmi slabý úsek s dlhodobým minimum m-4.

- 1 935 – 1 770: Relatívne dlhý úsek zrážkovej stability s veľmi nízkymi osciláciami približne v rokoch 1930 – 1770.
- 1 770 – 1 735: Nástup výrazne vysokej oblačnosti a zrážok až do maxima M-5.
- 1 735 – 1 665: Viditeľný pokles zrážkovej činnosti až do minima m-5 s miernym navýšením v rokoch 1 700 až 1 680.
- 1 665 – 1 630: Veľmi výrazné maximum M-6 s rýchlym nástupom zrážkovej činnosti.
- 1 630 – 1 585: Menej výrazné zrážkové minimum m-6.
- 1 585 – 1 560: Nevýrazné navýšenie zrážkovej činnosti mierne nad normál.
- 1 560 – 1 320: Veľmi dlhé, i keď pomerne málo výrazné zrážkové minimum m-7, ktoré bolo prerušované drobnejšími výkyvmi smerujúcimi k zvýšeniu oblačnosti.

Celkovo je možné povedať, že priebeh obdobia od roku 2 000 pred n.l. až do roku 1 500 pred n.l. bol skôr suchý, s niekoľkými menej výraznými maximami M-5 a M-6, a rovnako tak i minimá m-4 až m-6 boli veľmi výrazné. Zistené oscilácie neboli extrémne a pohybovali sa v nevelkej vzdialenosti od priemeru, avšak mali dlhodobý charakter.



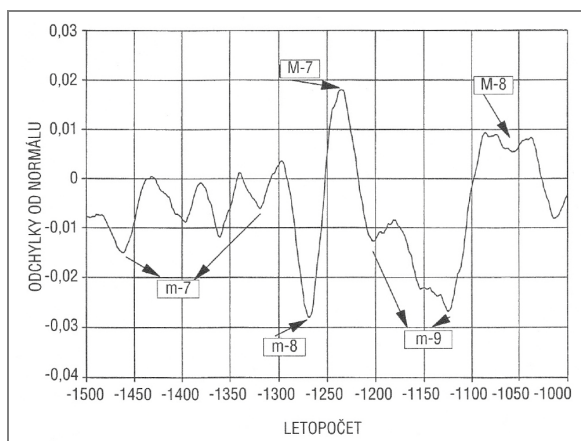
Graf 7. GISP-2 Grónsko – ročné prírastky snehu v období 2 000 – 1 500 r. BP (Sboboda, 2009)



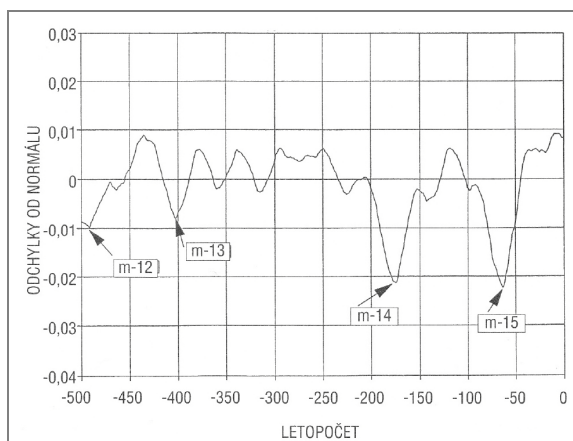
Graf 8. GISP-2 Grónsko – ročné prírastky snehu v období 1 500 – 1 000 r. BP (Sboboda, 2009)

- 1 320 – 1 296: Nepatrné navýšenie zrážok mierne nad normál.
- 1 296 – 1 270: Mimoriadne hlboké a silné zrážkové minimum m-8. Išlo o veľmi suchý výkyv.
- 1 270 – 1 235: Prudké a strmé navýšenie zrážkovej činnosti až do maxima M-7, ktoré predstavovalo veľmi výrazné vlhké obdobie.
- 1 235 – 1 125: Veľmi dlhé a intenzívne zrážkové minimum m-9 s menšou osciláciou v rokoch 1 205 – 1 180. Jednalo sa však o veľmi slabý výkyv.
- 1 125 – 1 035: Veľmi razantný nástup zrážkovej činnosti predovšetkým v rokoch 1 125 až 1 086. Potom zostala zrážková činnosť na maxime M-8 až do roku 1 035.

Poltisícročie od roku 1 500 pred n.l. do roku 1 000 pred n.l. je možné hodnotiť ako suché, avšak s veľmi výraznými maximami M-7 a M-8, ktoré boli zrážkovo dosť bohaté. Výrazné je oscilačné obdobie v rokoch cca 1 290 až 1 130 pred n.l., ktoré je charakterizované mimoriadne mohutnými výkyvmi zrážkovej činnosti. Práve toto obdobie je možné považovať za jednu z najsilnejších klimatických oscilácií staroveku, behom ktorej došlo k niekoľkým mohutným migračným vlnám po celom eurázijskom kontinente.



Graf 9. GISP-2 Grónsko – ročné prírastky snehu v období 1 000 – 500 r. BP (Sboboda, 2009)



Graf 10. GISP-2 Grónsko – ročné prírastky snehu v období 500 – 0 r. BP (Sboboda, 2009)

- 1 015 – 972: Po miernom a podružnom minime v rokoch 1 036 – 1 015 začínajú zrážky intenzívne narastať až do maxima M-9.
- 972 – 883: Veľmi mierny zrážkový pokles.
- 883 – 843: Výraznejšie maximum M-10 sa prejavilo strmým nárastom do roku 860. Vysoká zrážková činnosť zostala na rovnakej úrovni až do roku 843.
- 843 – 775: Veľmi výrazné a hlboké minimum m-10, ktoré predstavuje s veľkou pravdepodobnosťou bezvodé obdobie.
- 775 – 750: Po hlbokom minime m-10 nasledoval veľmi razantný zrážkový nástup, ktorý však dosiahol len normálne hodnoty, takže ho nie je možné považovať za maximum.
- 750 – 660: Celkom dlhý, avšak zrážkovo takmer normálny úsek s miernymi osciláciami.
- 660 – 550: Veľmi výrazné a dlhé zrážkové minimum m-11 s menšou slabou osciláciou v rokoch 590 – 570, kedy však navýšenie nedosiahlo ani normálu.
- 550 – 528: Trochu strmší nárast zrážok do podružného maxima.
- 528 – 491: Menšie nevýrazné minimum m-12.

Všeobecne možno vyhodnotiť úsek od 1 000 pred n.l. až do 500 pred n.l. ako normálny s jedným výrazným minimom m-10 kulminujúcim okolo roku 770 pred n.l. Môžeme povedať, že v tomto časovom úseku muselo v európskych šírkach panovať extrémne sucha. Miernejšie sucha vládlo v priebehu ďalšieho minima m-11, približne v rokoch 650 – 520 pred n.l. Tieto zrážkové anomálie je možné dať do súvislosti s možnými migráciami pravekých európskych i neeurópskych populácií. Nasledujúce oscilácie boli nízke a pohybovali sa okolo priemerných hodnôt.

- 491 – 435: Pozvoľný nárast zrážok do veľmi malého a podružného maxima.
- 435 – 400: Nevýrazné minimum m-13.
- 400 – 250: Pomerne dlhý úsek zrážkového normálu s niekoľkými miernymi osciláciami smerujúcimi do mínim. Suchšie roky boli pravdepodobne v rokoch 380 – 360, 338 až 316 a 250 až 225.
- 250 – 176: Veľmi výrazné zrážkové minimum m-14.
- 176 – 120: Silnejší nárast zrážok, avšak len do normálnych hodnôt.
- 120 – 64: Veľmi výrazné zrážkové minimum.
- 64 pred n.l. – 10 n.l.: Razantný nárast zrážok, avšak nie do maxima, ale do normálu.

Obdobie rokov 500 pred n.l. až 0 je možné charakterizovať ako takmer normálne. Krivka zrážkovej činnosti síce oscilovala, avšak v prekvapivo nízkej hladine. Výrazné boli dve zrážkové minimá, m-14 a m-15, ktoré boli zrážkovo mimoriadne chudobné.

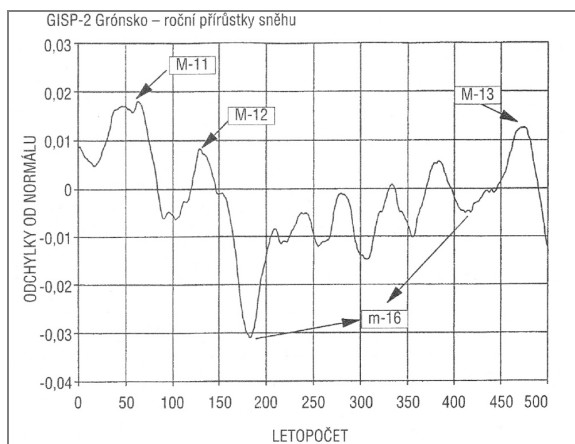
Obdobie 10 až 1 000 rokov n.l. (graf 11, 12)

- 10 – 16: Miernejší úbytok zrážok, ale išlo skôr o drobnú osciláciu.
- 16 – 60: Veľmi razantný nárast až do roku 38, kedy kulminovalo maximum M-11, ktoré sa udržalo na rovnakej intenzite až do roku 65.
- 60 – 100: Menší pokles zrážok s podružným minimom okolo roku 100 n.l. Dá sa však predpokladať, že v tomto prípade išlo o odštartovanie mimoriadne dlhého úseku citelného poklesu zrážkovej činnosti.

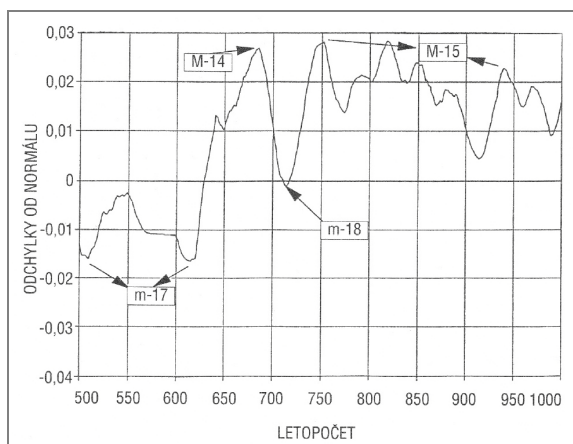
- 100 – 128: Trochu miernejší nárast zrážok do menšieho maxima M-12.
 130 – 418: Veľmi výrazné a extrémne zrážkové minimum m-16. Všeobecne však možno charakterizovať nástup veľmi dlhého zrážkovo výrazne slabého úseku. V tejto dlhej perióde možno zaregistrovať niekoľko drobnejších výkyvov smerujúcich ku zvýšeniu zrážok, a to v rokoch 184 až 208, 225 až 235, 255 až 278, 310 až 333, 356 až 383.
 418 – 475: Zrážky sú bohatšie, avšak maximum M-13 nie je príliš výrazné.
 475 – 618: Druhé veľmi dlhé a výrazné minimum m-17 s drobnou osciláciou v rokoch 510 – 550, kedy sa zrážky vrátili k normálu.

Úsek rokov od roku 0 až do roku 500 n.l. bol celkom pod vplyvom dlhého a veľmi hlbokého zrážkového minima m-16. Podružné maximá M-11 až M-13, stojace na počiatku a na konci hlbokého zrážkového prepadu medzi rokmi 170 až 420, nedosahovali žiadnych mimoriadnych hodnôt.

- 618 – 685: Mimoriadne výrazný a mohutný nárast zrážkovej činnosti až do maxima M-14.
 685 – 713: Citeľný pokles do menšieho minima m-18.
 713 – 1000: Trvalo vysoké zrážky na extrémnych hodnotách s vlhkými osciláciami, ktoré nikdy nepoklesli k hranici normálu (Svoboda, 2009).



Graf. 11. GISP-2 Grónsko – ročné prírastky snehu v období 0 – 500 r. n. l. (Svoboda, 2009)



Graf. 12. GISP-2 Grónsko – ročné prírastky snehu v období 500 – 1 000 r. n. l. (Svoboda, 2009)

Budúcnosť

Okolo roku 2 050 bude teplota na planéte o jeden stupeň Celzia vyššia, v strednej Európe možno výraznejšie. Že sa celkovo klíma otepľuje, je dokázané a už sto rokov je známa súvislosť medzi oxidom uhličitým (CO₂) a zmenou klímy. Ideológia sa dohadujú o tom, nakoľko a či vôbec zmeny klímy spôsobil človek svojou industriálnou činnosťou. Avšak bude viac extrémnych klimatických udalostí. Alpy za posledných sto rokov stratili polovicu ľadovcov a do roku 2 050 z nich zostane len veľmi málo. Za pol storočia bude zrejmé Severný ľadový oceán v lete bez ľadu a plne splavný. Zmiznú ľadové medvede a pravdepodobne tiež niektoré súostrovia v Oceánii a Indickom oceáne. Zvýšenie hladiny svetových oceánov sa odhaduje medzi 9 až 88 centimetrami. Očakáva sa, že medzi rokmi 2100 až 2160 príde chladnejšia perióda. Po roku 2 300 vraj znovu nastane „malá doba ľadová“ (<http://www.trivis.info/view.php?cisloclanku=2005091101>).

Metóda použitá k zostrojuvaniu klimatologických grafov

Všetky tabuľkové údaje boli vzťahované k dlhodobému priemeru. Od tejto relatívnej hodnoty boli potom všetky údaje odpočítané, takže výsledkom bola krivka výkyvov okolo dlhodobého priemeru. Táto metóda umožňuje veľmi dobre rozlíšiť vzrast či pokles sledovanej hodnoty, bez toho, aby sa museli absolútne údaje práce porovnávať. Vzhľadom k tomu, že počet meraní prevyšoval niekoľko tisíc, nebolo ich možné použiť v pôvodnej podobe. Keby sa tak stalo, bola by výsledkom veľmi zhustená krivka s jednotlivými vrcholmi, patriacimi jednotlivým rokom, ktorá by bola takmer neprehľadná. Preto boli všetky hodnoty zahladené 41 ročným klízavým priemerom. Nepárny počet rokov sa používa preto, pretože pri párnom počte hodnôt vyvstáva otázka, ktorým rokom máme zahladené položky priradiť. Pre kratšie časové rady sa viac ako tridsať zahladených položiek nedoporučuje, pretože takéto zahladenie môže zakryť krátkodobé kolísanie. Pri dlhodobých radách je v podstate povolený akýkoľvek zahladzovací krok, pokiaľ sa nepresiahne približne 1/10 dĺžky celej

časovej rady. V našom prípade ide o radu o dĺžke 7 000 rokov, takže použitie dlhších krokov je úplne oprávnené. Zahľadzovanie je pomerne jednoduchá a bežne používaná štatistická metóda, ktorú nie je treba podrobnejšie popisovať. Len pre informáciu je možné doplniť, že táto metóda spočíva vo voľbe štandardného kroku, v našom prípade 41 rokov. Na polovici tejto dĺžky sa určí prvý vstupný bod x_i ako stredová hodnota, teda na 21 roku. Ďalej sa postupuje bežne podľa vzorca:

$$x_{i1} = (x_{i-20} + x_{i-19} + x_{i-18} + \dots x_i \dots + x_{i+18} + x_{i+19} + x_{i+20}) / 41$$

$$x_{i2} = (x_{i-21} + x_{i-20} + x_{i-19} + \dots x_i \dots + x_{i+19} + x_{i+20} + x_{i+21}) / 41$$

(Nosek, 1972)

Bolo by samozrejme možné použiť aj 51, 61, 71 alebo 101 ročnú zahladenú radu, avšak tým by sa mnoho nedosiahlo, pretože všetky krivky by boli takmer identické, len vrcholy maxim a minim by sa zreteľne približovali k stredovým hodnotám. Na druhej strane, pri použití kratšieho zahľadzovacieho kroku je krivka viditeľne rozkmitaná a neprehľadná, avšak vrcholy maxim a minim sú veľmi výrazné. Táto metóda, akokoľvek je veľmi jednoduchá, je pomerne dosť práca, takže bez pomoci modernej výpočtovej techniky by ju bolo sotva možné použiť. Výsledkom popísanej štatistickej metódy sú predchádzajúce grafy. Šípkami sú zdôraznené hlavné body maxim a minim, spolu s pomenovaním oboch extrémov. Grafy zobrazujú priebeh kolísania hrúbok snehových vrstvičiek, resp. odchýlok od dlhodobého priemeru (Svoboda, 2009).

KLIMATICKÉ ZMENY NA ZÁKLADE MALAKOFAUNY

Študovaný časový úsek kvartéru zahŕňa obdobie vrchného pleistocénu (interglaciál riss/würm a glaciál würm) a holocénu.

Pleistocén

V priebehu posledného interglaciálu riss/würm (R/W) dochádzalo na území Slovenska k postupnému otepľovaniu a zvlhčovaniu klímy. Oslabilo sa mrazové zvetrávanie a činnosť vetra (Vaškovský, 1979). V lesnom poraste postupne nadobúdala prevahu borovica a dreviny náročnejšie na teplo ako je brest, jaseň, jelša a dub. Hlavným modelujúcim činiteľom bol plošný zmyv a erózna činnosť tokov.

Mladšiu časť interglaciálu (R/W), nazývame ako prewürmská fáza. Na základe korelácie s morskou stratigrafiou OIS v prewürmskej fáze boli na území Slovenska vyčlenené dva štádiály (špW1 a špW2) a interštádiály (ipW₁ a ipW₂) (Kernátsová, 2001).

Prvý prewürmský štádiál (94 000-105 000 BP) sa vyznačoval zmiešaným charakterom fauny mäkkýšov prechodného typu pupilovo – tridensovej a kolumelovo – ariantovej fauny. V spoločenstvách z tohto obdobia sa vyskytovali druhy *Pupilla triplicata* (Stud.), *Pupilla sterri* (Vth.), *Columella columella* (Mart.), *Vertigo pygmaea* (Drap.), *Vertigo parcedentata* (A.Br.), *Vallonia costata* (Müll.), *Vallonia tenuilabris* (A. Br.), *Pupilla muscorum* (L.), *Cochlicopa lubrica* (Müll.), *Clausilia dubia* Drap., *Orcula dolium* (Drap.), *Succinella oblonga* Drap. V spoločenstve mäkkýšov boli zastúpené chladnomilné ako i teplomilné taxóny. Klíma bola teplá, priemerná vypočítaná júlová paleoteplota dosahovala hodnotu 15,5 °C. (Kernátsová et al., 2004).

V období druhého prewürmského interštádiálu zaznamenávame o dva stupne vyššiu teplotu. Spoločenstvá sa vyznačovali prítomnosťou väčšieho množstva lesných a teplomilných prvkov frutikovej a striatovej fauny (*Fruticicola fruticum* (Mull.), *Cochlodina laminata* (Mont.), *Arianta arbustorum* (L.), *Truncatellina cylindrica* (Fér.), *Euomphalia strigella* (Drap.). Prítomné boli aj prvky chladnej pupilovo - kolumelovej fauny (Kernátsová et al., l.c.).

V dôsledku opätovného nástupu kontinentálneho ľadovca došlo k postupnému ochladzovaniu. Obdobie posledného glaciálu würmu sa vyznačovalo početnými klimatickými zmenami. V priebehu strednej časti würmského glaciálu sú pre klimatický záznam charakteristické rýchle klimatické treťoradové eventy, tzv. Dansgaard-Oescherove eventy. Na severnej hemisfére majú podobu rýchlych teplých epizód. Objavili sa náhle, počas niekoľkých desaťročí. Trvali okolo 500 – 2000 rokov. Teplotný rozdiel medzi teplými a studenými fázami dosahoval aj 7 °C. Každá bola nasledovaná postupným ochladením počas dlhej periódy.

V tomto období sa striedali výrazne chladnejšie obdobia štádiálov s teplejšími obdobiami interštádiálov a podľa najnovších výskumov ešte v rámci štádiálov dochádzalo ku teplejším klimatickým výkyvom nižšieho rádu (subinterštádiálom). Klimatické zmeny sa odrazili ako v charaktere fauny a flóry.

Vo vysokohorských polohách vysokých pohorí sa vytvoril ráz krajiny bez rastlinného porastu s centrami vysokohorských ľadovcov. Na odkrytých plochách územia prebiehalo intenzívne mrazové zvetrávanie (Vaškovský, 1979). Modelujúcim činiteľom bola činnosť vetra a tečúcej vody. Najbežnejšia

bola lesotundrová a lesostepná krajina s riedkym porastom a primitívnymi pôdami. V nížinách dochádzalo k vyvíjaniu riečnych sedimentov, tvorbe viatych pieskov a k pomerne hrubej akumulácii sprašových pokryvov.

Staršia fáza prvého würmského štadiálu (w11) nastúpila v podmienkach suchej a chladnej klímy. Priemerná vypočítaná júlová paleoteplota mala hodnotu 13,8 °C. Spoločenstvá mali charakter pupilovo - tridensovej a pupilovo - striatovej fauny (*Pupilla triplicata* (Stud.), *Pupilla sterri* (Vth.), *Chondrula tridens* (Müll.), *Helicopsis striata* (Müll.), *Vallonia costata* (Müll.), *Pupilla muscorum* (L.), *Vallonia tenuilabris* (A.Br.), *Cochlicopa lubrica* (Müll.), *Limacidae/Agriolimacidae...*) (Kernátsová, 2004).

Subinterštadiál prvého würmského štadiálu sa vyznačoval vysokou priemernou júlovou paleoteplotou dosahujúcou až 16,7 °C. Spoločenstvá mali charakter tridensovej fauny vo vlhkejšom vývoji s prvkami pupilovej fauny. Častejšie sa vyskytoval taxóny *Quickella arenaria* (Bouch. - Chan.), *Pupilla bigranata* (Ross.) a *Fruticicola fruticum* (Müll.) (Kernátsová et al., 2004).

Mladšia fáza prvého würmského štadiálu sa vyznačovala vyššou priemernou júlovou paleoteplotou ako fáza staršia a to 14,7 °C. Spoločenstvá mali charakter pupilovo - tridensovej fauny s *Pupilla sterri* (Vth.) (Kernátsová, 2001).

Staršia fáza druhého würmského štadiálu nastúpila chladnou klímou, priemerná júlová paleoteplota nadobúdala hodnotu 13 °C. Spoločenstvá mali charakter pupilovo - striatovej fauny s prvkami kolumelovej fauny (*Helicopsis striata* (Müll.), *Pupilla sterri* (Vth.), *Pupilla muscorum* (L.), *Pupilla musí. densegyrata* Lžk., *Pupilla loessica* Lžk., *Vallonia tenuilabris* (A. Br.), *Trichia hispida* (L.) (Kernátsová, l.c.).

Subinterštadiál druhého würmského štadiálu mal priemernú júlovú paleoteplotu 15,4 °C (Kernátsová, 2001). V suchom vývoji sa vyznačoval spoločenstvami charakteru pupilovo - tridensovej fauny a vo vlhkom vývoji pupilovo - ariantovej fauny v zmysle Ložek (1964).

Mladšia fáza druhého würmského štadiálu mala priemernú júlovú paleoteplotu 14,8 °C. Spoločenstvá mali charakter pupilovej fauny s prvkami kolumelovej fauny. Dominantné postavenie zaujíma *Pupilla muscorum* (L.) a *Vallonia tenuilabris* (A. Br.) a *Helicopsis striata* (Müll.) je na ústupe (Kernátsová, 2001).

Staršia fáza posledného würmského štadiálu nadobúdala priemernú júlovú paleoteplotu okolo 14 °C. Spoločenstvá mali charakter chladnomilnej fauny s boreo - alpínskymi taxónmi ako sú *Columella columella* (Mart.), *Vertigo parcedentata* (A. Br.), *Vallonia tenuilabris* (A. Br.), *Pupilla muscorum* (L.), *Pupilla muscorum densegyrata* Lžk., *Pupilla loessica* Lžk., *Succinella oblonga* Drap., *Trichia hispida* (L.), ale bez *Pupilla sterri* (Vth.)

Subinterštadiál posledného würmského štadiálu sa vyznačoval suchšou a teplejšou klímou. Priemerná júlová paleoteplota mala hodnotu 14,7 °C. Spoločenstvá mali charakter pupilovo - kolumelovej fauny s prvkami tridensovej fauny bez *Chondrula tridens* (Müll.).

Mladšia fáza posledného würmského štadiálu mala o niečo chladnejšiu klímu. Priemerná júlová paleoteplota má hodnotu 14,4 °C. Spoločenstvá majú charakter pupilovo - kolumelovej fauny s talónom *Pupilla sterri* (Vth.).

Interštadiály würmu nadobúdajú vysoké priemerné júlové paleoteploty. W1/2 16 °C a W2/3 15,8 °C. Všetky majú z hľadiska charakteru fauny recentný ráz.

Spoločenstvá interštadiálu W1/2 mali charakter zmiešanej tridensovej fauny s prvkami vlhkej ariantovej fauny. Vo vlhkom vývoji badáme častejší výskyt taxónu *Vallonia enniensis* (Gred.) (Kernátsová, 2001). Spoločenstvá interštadiálu W2/3 (denekamp) (31 350 ± 350 BP) mali na území Podunajskej nížiny charakter zmiešanej pupilovo - tridensovej fauny s prvkami chladnejšej a vlhšej ariantovej fauny. Jedná sa o lesostepné spoločenstvo. Priemerná júlová paleoteplota vypočítaná na základe výskytu indikátorových druhov bola okolo 17,5 °C. Na uvedenom území sa v tomto období rozprestierala lesostep s ostrovčekmi parkovej tajgy (Kernátsová, 2006; Kernátsová & Vaněková, 2005a). V tomto období (32-25 ka) bola na území Maďarska priemerná júlová paleoteplota okolo 17-20 °C (Sümeghi & Krolopp, 2000).

Staršia klimatická fáza (W3 okolo 23 000 – 21 000 BP; 27 585 – 25 138 cal. BP) nadobúdala na základe malakofauny priemernú júlovú paleoteplotu okolo 14 °C. Spoločenstvá mali charakter chladnomilnej fauny s boreo-alpínskymi taxónmi (ako sú *Columella columella*, *Vertigo parcedentata*, *Vallonia tenuilabris*, *Pupilla muscorum*, *Pupilla loessica*, *Succinella oblonga*, *Trichia hispida*, ale bez *Pupilla sterri*).

Subinterštadiál (stredná klimatická fáza okolo 21 000 – 17 000 BP; 25 138 – 20 272 cal. BP) sa vyznačovala suchšou a teplejšou klímou. Priemerná júlová paleoteplota bola 14,7 °C. Spoločenstvá mali charakter pupilovo kolumelovej fauny s prvkami tridensovej fauny bez *Chondrula tridens*.

Mladšia klimatická fáza (okolo 17 000 – 16 000 BP; 20 272 – 19 144 cal. BP) mala o niečo chladnejšiu klímu. Priemerná júlová paleoteplota bola 14,4 °C. Spoločenstvá mali charakter pupilovo kolumelovej fauny s taxónom *Pupilla sterri*.

V konečnej klimatickej fáze (okolo 16 000 –15 000 BP; 19 144 – 18 252 cal. BP) predpokladáme miernu klímu na základe druhu *Vallonia costata*. Prostredie malo charakter stepy s ostrovmi parkovej tajgy. Dominovali druhy *Helicopsis striata*, *Chondrula tridens* a *Vallonia costata* (Kernátsová, 2001).

Obdobie neskorého glaciálu (dryasu) je charakteristické veľkými klimatickými ako i geografickými zmenami. Je to dôležité obdobie na prechode medzi dobami maximálneho zaľadnenia a holocénom. Boli v ňom zaznamenané dva výrazné teplé intervaly charakteru interštadiálov (alleröd, bolling). Uvedené obdobie sa vyznačovalo ešte chladnou a suchou klímou s júlovou paleoteplotou 13,9 °C. Neskôr prevládala vlhšia klíma s júlovou paleoteplotou okolo 14,9 °C. Celkovo dochádzalo k ústupu chladnomilných prvkov otvorených formácií ako sú *Pupilla loessica* Lžk. a *Vertigo parcedentata* (A.Br.) a k nástupu teplomilných druhov najmä v teplých a suchých intervaloch (*Fruticola fruticum* (Müll.), *Carychium tridentatum* (Riss.), *Discus rudatus* (Fér.), *Pupilla triplicata* (Stud.) a *Helicopsis striata* (Müll.).

Starý dryas zahŕňa časové obdobie, počas ktorého bolo územie strednej Európy pod silným vplyvom ustupujúceho pevninského ľadovca ako aj vysokohorských ľadovcov. Baltické more, časť pevniny a najvyššie pohoria boli ešte pod súvislou ľadovou pokrývkou. Celkový ráz podnebia bol subarktický. Priemerné ročné teploty boli až o 10 °C nižšie od dnešných, čo značí, že v nížinách a nižších polohách pohorí sa pohybovali medzi -4 až 0 °C. Zrážok bolo oproti dnešku pravdepodobne o niečo menej a priemerne možno predpokladať v nížinách a nižších polohách pohorí okolo 400-500 mm za rok. Veterné pomery počas starého dryasu boli odlišné v porovnaní s dnešnými. Najmä v jarných a jesenných mesiacoch pôsobili silné západné a severozápadné vetry, ktoré vyvievali z náplavov riek piesok, prípadne prinášali na naše územie spod čela pevninského ľadovca aj sprašové sedimenty (Krippel, 1986).

Alleröd môžeme považovať na našom území z hľadiska vývoja klímy, pôd a vegetácie za priaznivejší krátky časový úsek – ako prechod medzi starým a mladým dryasom. Priemerné ročné teploty v nížinách a nižších pohoriach sa pohybovali medzi 2-3 °C. Vegetačné obdobie sa v porovnaní s predchádzajúcim obdobím dvojnásobne predĺžilo. Výrazne sa pravdepodobne zvýšili teploty v letných mesiacoch, zimné mesiace nemali oveľa vyššie teploty ako v minulom období. Najteplejší mesiac v roku mohol mať priemernú teplotu okolo 15 °C. Množstvo zrážok sa v porovnaní s predchádzajúcim obdobím tiež zvýšilo, v nížinách bolo asi 800 mm zrážok za rok. V dôsledku oteplenia ako i zvýšeným zrážkam došlo k intenzívnejšiemu topeniu pevninského ako i vysokohorských ľadovcov. Pod trvalou snehovou pokrývkou boli už len najvyššie polohy našich pohorí nad 2 100- 2 200 m n. m.

Pre spoločenstvá gastropódov z tohto obdobia v Poľsku je charakteristická prítomnosť chladu tolerantných druhov ako *Semilimax kotulae* (West.), *Arianta arbustorum* (L.) spoločne s mezofylnými druhmi *Nesovitreia hammonis* (Ström) a *Euconulus fulvus* (Müll.) (Alexandrowicz, 2009).

Priaznivejšie klimatické pomery v tomto období umožnili aj rýchlejší vývoj pôd. Rastlinná pokrývka bola v porovnaní s predchádzajúcim obdobím bohatšia a pri vývoji pôd mala dôležitú úlohu. V období allerödu už boli pravdepodobne zreteľné určité náznaky vertikálnej diferenciácie vegetačného pokryvu. Borovicovo-brezové lesy s príslušnými lužnými lesmi a lesostepné porasty na skalách, pieskoch a sprašiach tvorili dolný vegetačný stupeň. Tundrové porasty lišajníkov na hranici vegetácie tvorili horný vegetačný stupeň (Krippel, 1986).

V západnej Sibíri rástli počas allerödu brezové lesy. Júlová priemerná paleoteplota dosahovala až 18 °C. Priemerná januárová teplota bola v rozmedzí -20 až -30 °C a zrážky dosahovali 350-400 mm za rok (Volkova et al., 1989).

Mladý dryas reprezentuje obdobie, počas ktorého došlo k rýchlemu ochladeniu severnej pologule a k veľkej miere k reorganizovaniu atmosférickej a oceánickej cirkulácie (Bakke et al., 2009) Uvedené obdobie je charakteristické ústupom lesov a rozmachom tundrovitej vegetácie (Pokorný & Růžičková 2000). Veľká časť územia Slovenska nebola v tomto období zarastená vyššou vegetáciou, rozprestierali sa tu mrazové pustatiny, ktoré boli väčšiu časť roka pokryté snehovou pokrývkou. Na čistinách bez lesnej pokrývky prevládali spoločenstvá druhov rodu *Artemisia* a čeľade Poaceae. Uvedená skupina porastov pozvoľna prechádzala do tundrovitej vegetácie s ojedinelými zakrpatenými borovicami, brezami a vrbami V nížinách a nižších polohách pohorí dosahovali priemerné ročné teploty hodnotu okolo 0 °C. Ľadovce boli zastúpené v pásme najvyšších hrebeňov Tatier v nadmorskej výške 1800-1900 m (Krippel, 1986).

Pre uvedené časové obdobie je charakteristická chladnomilná a hydrofilná fauna gastropódov s druhmi *Vertigo genesii* (Gredl.), *Vertigo geyeri* Lindh. a *Columella columella* (G. Mart.) (Alexandrowicz, 2009) V tomto období bola v Maďarsku priemerná júlová teplota 14-15 °C (Nádor et al., 2005).

V západnej Sibíri sa počas tohto obdobia rozprestierali periglaciálne stepi a tundry. Priemerná júlová paleoteplota bola 8-10 °C. Priemerná januárová teplota dosahovala až -30 °C a zrážky boli okolo 300 mm za rok (Volkova et al., 1989).

V dôsledku zhoršenia klímy a obnaženia pôd dochádzalo v tomto období na mnohých miestach k výraznej veternej erózii spojenú s tvorbou dún viatych pieskov. V tomto chladnom výkyve sa spomalil ústup ľadovcov, či dokonca došlo k postupu ľadovcov, ktoré sa šírili zo severnej Európy

južným smerom Došlo k znovu obnoveniu tvorby permafrostu. Týmto studeným výkyvom definitívne skončil posledný glaciál a teda i celé obdobie pleistocénu.

Holocén

Holocén (postglaciál) predstavuje všeobecne obdobie teplejšieho a vlhšieho klimatického vývoja, kde júlová paleoteplota dosahovala hodnotu 18 až 20 °C. V tomto období nastúpila postglaciálna klíma. Holocén je rozčlenený do viacerých období a to preboreálu, boreálu, atlantiku, subboreálu a subatlantiku.

V období preboreálu nastal náhly vzostup teploty s miernym poklesom zrážok. V atlantiku sa klíma otepľuje a hlavne zvlhčuje, ide o klimatické optimum. V subboreáli zaznamenávame podstatnejší pokles zrážok. V subatlantiku mierne ochladenie a postupné zvlhčovanie. Výrazným prvkom je narastajúca aridizácia klímy v subboreáli, ktorá ovplyvnila zloženie dnešnej fauny.

V priebehu holocénu dochádza na našom území k zoslabnutiu svahových procesov a tvorby svahových sedimentov (Vaškovský, 1979). Silne sa rozvíja činnosť organizovaného toku vody. V pohoriach vzrastá tvorba sladkovodných vápencov, slatín, rašelin a jaskynných sedimentov. Intenzívne nastupujú lesy, čo súvisí s rozvojom pôdotvorných procesov. Optimum rozvoja pôd spadá do obdobia atlantiku. Významnou črtou holocénu na našom území je vplyv neolitického človeka na prírodné prostredie najmä chovom dobytky a rozvojom poľnohospodárstva. Vážnejšie zmeny v prírode však spôsobil človek už v historických dobách.

Preboreálne obdobie tvorí prechod medzi vlastným teplým holocénnym obdobím a subarktickým neskorým glaciálom (dryasovým obdobím).

V preboreáli sa začalo podnebie oproti predchádzajúcim obdobiam neskorého glaciálu otepľovať a zvlhčovať. Na začiatku obdobia bolo ešte chladné, priemerne asi o 5 °C chladnejšie ako dnešné. O postupnom otepľovaní podnebia tohto obdobia svedčí v strednej Európe zmena vo floristickom spoločenstve. Bohatý výskyt peľových zrníkov rodu *Betula* v peľových spektrách súvisiaci s prevahou brezy v porastoch poukazuje na to, že najmä letá boli na začiatku tohto obdobia ešte veľmi chladné. Spôsobilo to rýchle topenie ľadovcov kontinentálneho zaľadnenia, pri ktorom sa spotrebovalo veľké množstvo tepla (Kripel, 1986).

V severnej časti Fínska bola júlová paleoteplota v tomto časovom období 11 °C a ročné zrážky boli v rozmedzí 600-800 mm (Seppä & Birks, 2001).

V západnej Sibíri rástli počas preboreálu jedľovo-brezové lesy. Júlová priemerná paleoteplota dosahovala v staršej časti 11-13 °C a v mladšej časti 12-16 °C. Priemerná januárová teplota dosahovala v staršej časti do -13 °C a v mladšej časti bola v rozmedzí -23 až -27 °C a zrážky dosahovali 400-450 mm za rok (Volkova et al., 1989).

V spoločenstvách mäkkýšov bol pozorovaný ústup prvkov neskorého glaciálu ako sú *Vallonia tenuilabris* (A. Br.), *Columella columella* (Mart.) a *Vertigo genesii* (Gred.). Okrem spoločenstva tvoreného taxónmi ako *Helicopsis striata* (Müll.), *Chondrula tridens* (Müll.), *Pupilla muscorum* (L.), *Vallonia costata* (Müll.), *Truncatellina cylindrica* (Fér.) a *Cochlicopa lubricella* (Por.). Vo väčšom množstve sa vyskytovali *Discus rudersatus* (Fér.), *Fruticicola fruticum* (Müll.) a *Euomphalia strigella* (Drap.) (Kernátsová 2001).

Obdobie boreálu bolo v porovnaní s predchádzajúcim obdobím (preboreálom) podstatne teplejšie a suchšie. Podnebie strednej Európy malo kontinentálny charakter. Poukazuje na to rýchle šírenie xerotermných prvkov flóry a fauny. Priemerne bolo o 2 °C teplejšie ako dnes. Zrážok bolo podstatne menej ako v súčasnosti. Letá boli teplé a suché, zimy pomerne tuhé s malým množstvom zrážok. Suché podnebie v období boreálu a náhle zvyšovanie teploty spôsobilo spomalenie vývoja pôdných typov. V nížinách prevládali slabo humózne a silno vápnité pôdy. Mnohé močiare a plytšie vodné nádrže z minulého obdobia zanikli, pretože boli vyplnené naviatymi sedimentmi alebo vyschli. Na viacerých miestach prichádzalo aj k zasoleniu pôd. Sedimentácia nívnych sedimentov sa znížila a väčšie rozmery nadobudla eolická sedimentácia a erózia. Lužné lesy sa v nivách riek rozšírili oproti tokom ešte ďalej do pohorí, ich šírka sa však na území jednotlivých tokov oproti minulému obdobiu zúžila. Na miestach s upevnenými nívными sedimentmi pristúpili vo zvýšenej miere brest, dub hrab a jaseň, ktoré podmienili vznik dnes známych tzv. tvrdých lužných lesov (Kripel, 1986).

Obdobie boreálu sa vyznačuje vo faune gastropódov expanziou taxónu *Granaria frumentum* (Drap.) a lokálne aj *Truncatellina costulata* (Nils.) (Horáček a Ložek, 1988).

V západnej časti Európy (Francúzsko) boli pre uvedené obdobie charakteristické lesy, v ktorých mali dominantné zastúpenie rody *Corylus* a *Quercus*. Priemerná ročná teplota bola okolo 12 °C a zrážky boli 800 mm (Sifeddine et al., 1996).

V západnej Sibíri rástli počas boreálu brezové a borovicové lesy. Júlová priemerná paleoteplota dosahovala v staršej časti 13-15 °C a v mladšej časti 13-17 °C. Priemerná januárová teplota dosahovala v staršej časti -21 až -30 °C a v mladšej časti bola v rozmedzí -21 až -30 °C a zrážky dosahovali 450-350 mm za rok (Volkova et al., 1989).

Atlantik predstavuje obdobie klimatického optima holocénu. Teploty dosiahli holocéne maximum (Davis et al., 2003) a vlhkostné pomery podnebia boli veľmi priaznivé pre rozvoj flóry a fauny. Podnebie bolo počas atlantiku teplé a vlhké. Uvedené obdobie sa vyznačovalo výdatnými zrážkami (boli cca o 70 % bohatšie oproti súčasnosti na území Slovenska), ktoré zvýšili vodnatosť riek a podmienili vznik množstva bočných ramien. V jaskyniach v tomto období dochádzalo k vyžrážavaniu vápnitých sintrov (Ložek & Cílek, 1995). Priemerné ročné teploty mohli dosahovať až 14 °C (o 2-3 °C viac než dnes). Letá boli teplé, vlhké a zimy mierne s hojnými zrážkami. Zrážky prekročovali 800 mm (Ložek & Cílek, l.c.). Podnebie celej strednej Európy malo oceánickejší charakter, oproti predchádzajúcemu boreálnemu obdobiu, ktoré charakterizovalo výlučne kontinentálne podnebie.

Vďaka oceánickej klíme a rýchlemu šíreniu drevín sa priestor strednej Európy v priebehu atlantiku rýchlo pokryl lesmi čo sa prejavilo rozvojom hlavne lesnej malakofauny. V Poľsku sa v počas uvedeného obdobia v spoločenstvách gastropódov vyskytovali prevažne lesné druhy *Discus perspectivus* (Mühlh.), *Ruthenica filograna* (Rossm.), *Aegopinella minor* (Stab.) atď. (Alexandrowicz, 2009). Lesné spoločenstvá gastropódov (*Discus rotundatus*, *D. ruderatus*, *D. perspectivus*, *Platyla polita*, *Bulgarica cana*, *Macrogastra latestriata* atď.) s nepatrným zastúpením druhov otvorenej krajiny boli opísané z tohto obdobia aj z oblasti Bielych Karpát (Ložek, 1999). Podobná fauna lesných druhov gastropódov bola rozšírená aj v južnej časti strednej Európy a to na území Maďarska (Fököh, 1993). Júlová teplota počas uvedeného obdobia bola v Maďarsku 20-23 °C (Nádor et al., 2005).

V karpatskej oblasti Slovenska prevládali v počas atlantiku podhorské a horské ihličnaté (*Pinus* sp.) a široko listnaté lesy s druhmi *Quercus* sp., *Ulmus* sp. a *Carpinus* sp. (Jankovská, 1998). V Tatrách sa počas tohto obdobia zvýšila horná hranica lesa až na 1850- 1950 m n. m. (Lindner et al., 2003).

V Krkonošiach sa v tomto období rozšírili smrekové lesy i do vyšších nadmorských výšok. Rozsah horskej tundry sa zmenšil. Bezlesné zostali len plochy veľkých rašelinísk, ktoré boli tvorené hlavne druhom *Eriophorum vaginatum* a taxónmi čeľade Ericaceae, Vacciniaceae. V horských údoliach a stredných polohách prevládali smrek, na lesných mokradiach sa vyskytovali jelše (*Alnus* cf. *incana*). V stredných polohách sa v tomto období začal šíriť buk (*Fagus*) a pravdepodobne aj jedľa (*Abies*). Na úpätiach Krkonôš prevládali dubové lesy s lieskou (Jankovská, 2004).

V západnej časti Európy (Francúzsko) boli pre uvedené obdobie charakteristické lesy, v ktorých mali dominantné zastúpenie rody *Quercus* a *Tilia*. Priemerná ročná teplota bola okolo 12 °C a zrážky boli 900 mm (Sifeddine et al., 1996).

Na území západnej Sibíri rástli v tomto období prevažne brezovo-borovicové lesy. Priemerná júlová paleoteplota dosahovala 22-23 °C, januárová -16 až -21 °C. Priemerná ročná teplota dosahovala 1,2-1,5 °C. Zrážky boli v rozsahu 600 až 650 mm (Volkova et al., 1989).

Počas atlantiku sa v Európe v teplej a humídnej klíme tvorilo najviac travertínov počas holocénu (Boehnert, 2008).

Epiatlantik sa vyznačoval striedaním vlhších a suchších periód. Oproti atlantiku sa mierne ochladilo, priemerné ročné teploty poklesli na 11-13 °C, počas ktorých možno pozorovať celkové ubúdanie množstva zrážok. Ráz podnebia začal opäť nadobúdať kontinentálnejší charakter. Zistilo sa striedanie kratších suchých a vlhkých výkyvov podnebia (Kripel, 1986). V období epiatlantiku v oblastiach, ktoré človek osídľoval a začal kultivovať došlo k ústupu lesných prvkov. Ustupujú aj taxóny ako *Discus ruderatus* (Fér.) a *Helicopsis striata* (Müll.). Objavuje sa prvý moderný prístahovalec *Oxychilus inopinatus* (Ul.) (Horáček a Ložek, 1988). Zaznamenávame inváziu takých taxónov ako je *Truncatellina claustralis* (Gred.) a *Cepaea vindobonensis* (Fér.) (Kernátsová et al., 2004).

V období **subboreálu** pozorujeme úpadok klimatického optima a znovu rozpínanie prvkov otvorenej krajiny. V porovnaní s atlantikom malo podnebie viac kontinentálny charakter. Došlo k miernemu zníženiu teplôt a výraznému zníženiu zrážok. V letných mesiacoch boli pravdepodobne dlhšie obdobia sucha. Charakter podnebia môžeme zhruba prirovnať k podnebiu boreálneho obdobia. Rozsiahle lužné lesy z minulého obdobia ustúpili zo širokých nív riek do užších pásov pozdĺž tokov, čiastočne následkom vysušenia podnebia a v menšej miere vplyvom zásahu človeka. V nížinách a pahorkatinách sa v tomto období na našom území vyvíjali zmiešané dubiny s bohatým druhovým zložením stromovej ako aj bylinnej zložky. Významnú súčasť ihličnanov tvorila v týchto lesoch borovica (Kripel, 1986).

V oblasti Kremnických vrchov sa v tomto období vyskytovali ihličnaté lesy tvorené jedľami a smrekmi. Bukové lesy boli zastúpené len okrajovo (Rybníček & Rybíčková, 2009). V Hornonitrianskej kotline sa počas teplejšej a vlhšej fázy subboreálu (3 770 ± 35 BP) tvorili penovce v okolí ktorých sa nachádzalo lesolúčne prostredie. Počas tohto obdobia dosahovala júlová paleoteplota hodnoty pohybujúce sa v intervale od 15,5 do 20,5 °C (Kernátsová & Vaněková, 2005b).

Na území Poľska došlo k zmene lesných biotopov na biotopy otvorenej krajiny. Druhovú diverzitu v spoločenstvách mäkkýšov sa v tomto období znížila. V spoločenstvách terestrických gastropódov dominovali druhy otvorenej krajiny ako *Vallonia pulchella* (Müll.) a *V. costata* (Müll.) (Alexandrowicz, 2009).

Subatlantik sa vyznačoval v porovnaní s predchádzajúcim obdobím poklesom teploty o 1-2 °C a podnebie nadobudlo v strednej Európe postupne dnešný charakter. V staršej časti obdobia sa zistilo

niekoľko výrazných vlhkejších a suchších výkyvov. Priemerné ročné teploty nížin na našom území sa ustálili na hodnote okolo 9,5°C, so zrážkami medzi 550-650 mm za rok.

Počas teplejšieho a vlhšieho obdobia subatlantiku (2 3350 ± 30 BP) boli v okolí Bojníc zmiešané lesy tvorené prevažne borovicami, smrekmi a brezami. Obývali ich menšie stavovce ako napr. *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus* cf. *flavicollis* a *Microtus agrestis*. V spoločenstvách mäkkýšov dominovali teplo- a vlhkomilné taxóny ako *Ena montana*, *Discus perspectivus*, *Aegopinella pura*, *Cochlodina laminata*, *Ruthenica filograna* a *Bulgarica cana* (Kernátsová et al., 2005).

V subatlantickom období nastala na našom území v podhorských oblastiach pomerne silná tvorba svahovín s hrubou suťou. V osídlených územiach sa objavila pôdna erózia. V nívach riek sedimentovali na veľkých plochách hlinité náplavy. V mladšej časti obdobia nastal ďalší intenzívny ron, splach, výmoľová erózia a odnos pôdy, ktoré boli najmarkantnejšie v odlesnených pohoriach, a to najmä počas kolonizácie na valaskom práve. Nastalo vysušovanie niektorých rašelinísk a močiarov, najmä v najmladšej časti obdobia, spôsobené predovšetkým umelým odvodňovaním. Lesné pôdy sa zreteľne diferencovali a vznikli všetky dnes známe pôdne typy. Odlesnené pôdy zaznamenali prudkú premenu na pôdy poľnohospodárske. (Krippel, 1986).

Na území západnej Sibíri rástli v tomto období prevažne borovicové a brezové lesy. Priemerná júlová paleoteplota dosahovala 16,5-19,0 °C, januárová -17 až -24 °C. Zrážky boli v rozsahu 450 až 550 mm (Volkova et al., 1989).

1.4 PALEOPÔDY A KLIMATICKÉ ZMENY

Základná charakteristika pôd

Pôdy sú štruktúrnymi a funkčnými prvkami terestrických ekosystémov, ktoré vznikali v procese historického vývoja v dôsledku interakcie medzi geologickými, klimatickými a biotickými faktormi na určitom stanovišti. Všeobecne sa udáva, že pôda – P je funkciou pôdotvorných faktorov: $P = f(m, o, k, r, \check{c}, \dots)$, m – materská hornina, o – organizmy, k – klíma, r – reliéf, č – čas..., prípadne iné menej významné faktory (Jenny, 1941; Birkenland, 1984).

Pôdy sú dôležitou časťou globálneho cyklu uhlíka a zdrojom biodiverzity, nielen v súčasnosti ale aj v geologickej minulosti, (Amundson, 2003; Ekart a kol., 1999; Retallack, 2003). Sú indikátorom a historickým záznamom environmentálnych procesov, ktoré boli alebo sú ešte aktívne v danej časti krajiny.

Na rozdiel od recentných pôd, paleopôdy boli formované v geologickej minulosti, t.j. pedogenéza bola ukončená v minulosti (Kraus, 1999; Retallack, 1998, 2001; Yaalon, 1971). Doterajšie výskumy archaických až holocénných paleopôd dokumentujú, že *paleopôdy* sú veľmi významným geologickým archívom obsahujúcim informácie nielen o histórii vývoja atmosféry a klimatických zmenách ale aj vývoji života na Zemi (Alekseeva a kol., 2007; Bekker a kol., 2005; Cerling, 1991; Gornitz a kol., 2009; Hamer a kol., 2007; Holland a kol., 1989; Chumakov & Zharkov, 2003; Kopp a kol., 2005; Mack & James, 1994; Prasad & Roscoe, 1996; Scott a kol., 2006; Sheldon, 2006a, 2006b; Pandit a kol., 2008; Rye & Holland, 1998; Retallack, 1997; Retallack a kol., 2006; Yamaguchi a kol., 2007; Yang a kol., 2002; Yang & Holland, 2003).

Paleopôdy môžu vytvárať „pôdno stratigrafické“ alebo „pedostratigrafické“ jednotky (Catt, 1986; NACSN, 2005). Wysocki a kol. (2005) upravil definíciu pedostratigrafie ako štúdium stratigrafických priestorových vzťahov a implikácií povrchových a pochovaných pôd. Problematika vyčleňovania pedostratigrafických jednotiek je podmienená klasifikáciou paleopôd (Mack a kol., 1993; Nettleton a kol., 2000; Dahms & Holliday, 1998), pri ktorej sa používajú štandardizované metódy výskumu a paleopedologickej nomenklatúry založenej na pôdnych vlastnostiach (Catt, 1990; Reuter, 2000; Sheldon & Tabor, 2008) a klasifikáciach recentných pôd (FAO/IUSS/ISRIC, 2006; Soil Survey Staff, 2006).

Výskum sedimentov a paleopôd v Čechách a na Slovensku vychádzal z Kubienových klasifikácií a jeho metodike laboratórneho výskumu pôd a paleopôd (Kubiena, 1953a, 1953b, 1953c), pričom ako pôdny klimax označil maximálne zosaditeľný stupeň vývojovej rady pôd v určitej oblasti na určitom východnom materiáli („pôdne reťazce“, katény – zákonitá postupnosť pôd v priestore, zhodná s povrchovým uložením hornín na svahu od hrebeňa po dno doliny). „Alpská“ klimatostratigrafická škála horského zaľadnenia (Penck & Brückner, 1909) bola aplikovaná pri stratigrafickom členení sedimentov a paleopôd Slovenska (Tab. 3). V komplexných a interdisciplinárnych prácach geologického vývoja Slovenska počas kvartéru, vývoja flóry a fauny, zaľadnenia, klímy, riečnej siete, kvartérnych sedimentov, pôd a paleopôd (Baňacký, 1968; Harčár, 1971; Harčár & Schmidt, 1985; Košťálik, 1974, 1999; Kovanda, 1971; Krippel, 1963, 1965, 1986; Ložek, 1964, 1965, 1973; Lukniš, 1973; Lukniš a kol., 1972; Maglay a kol., 2008; Schmidt & Harčár, 1985; Šajgalík & Modlitba, 1983; Šály, 1986; Smolíková, 1990; Vaškovský, 1977) boli použité kategórie a klasifikácie vo výskume sedimentov a paleopôd kvartéru, ktoré sú v súčasnosti veľmi ťažko aplikovateľné v medzinárodných korelačných štúdiách, **ale tvoria nepostrádateľnú bázu poznatkov pre zostavenie nových**

projektových cieľov založených na moderných a štandardne používaných analytických metódach geologického s pedologického výskumu.

Stupeň	Podstupeň	Vek (ky)	MIS
Würm (G)	Würm 3 (Š)	12-110	2, 3, 4, 5a-d
	Würm 2/3 (IŠ)		
	Würm 2 (Š)		
	Würm 1/2 (IŠ)		
	Würm 1 (Š)		
Riss - Würm (IG)	R-W (IG)	110-130	5e
Riss (G)	Riss 3 (Š)	130-200	6
	Riss 2/3 (IŠ)		
	Riss 2 (Š)		
	Riss 1/2 (IŠ)		
	Riss 1 (Š)		
Mindel - Riss (IG)	M-R (IG)	200-300/380	7,9,11 (?)
Mindel (G)	Mindel 2 (Š)	300/380-455	8,10,12 (?)
	Mindel 1/2 (IŠ)		
	Mindel 1 (Š)		
Günz - Mindel (IG)	G-M (IG)	455-620	13-15
Günz (G)	Günz 2 (Š)	620-680	16
	Günz 1/2 (IŠ)		
	Günz 1 (Š)		
Donau - Günz (IG)	D-G (IG)		
Donau (+Biber) (G)	Donau 1,2,3		

Tab. 3. Členenie „alpskej“ klimatostratigrafickej škály

Základné kategórie a klasifikácie použité pri výskume sedimentov a paleopôd Slovenska

Fink (1954) označuje ako pôdny komplex (Bodenkomplex) sled pôdnych horizontov zahrňujúci humusovú zónu, zónu zahlinenia a Ca-horizont, prípadné sprašovú vložku medzi zahlinením a humusovou zónou, ktorá je niekedy rozčlenená na viac horizontov. Typický je pôdny komplex v profile Stillfried A v Dolnom Rakúsku (Stillfried an der March).

Vzhľadom k tomu, že charakteristickým znakom sprašových sérií je ich cyklický vývoj Kukla (1961) ich rozčlenil na „glaciálne cykly“ (cykly I. rádu), ktoré tvoria hlavné litostratigrafické hranice oddeľujúce vrstvy chladných typov spraší od splachovín. Jednotlivé cykly označil nasledovne: cyklus A – holocén, cyklus B – Eem + würm, cyklu C+D – Holstein + riss, cyklus E – Cromer + mindel, cyklus F – Waal + günz, cyklus G – Telegen + eburon.

Kukla a Ložek (1961) pojem pôdny komplex bez bližšej definície zovšeobecnil a zaviedli skratku PK (pedokomplex). Vymedzili jeho stratigrafický sled v českých a slovenských sprašových sériách, ktoré sú od najmladších po najstaršie označené symbolmi PK I až PK VIII. Najmladšie tri PK tvoria vzhľadom na svoj častý výskyt výnimku, pretože v cyklickom poňatí spolu zodpovedajú jednotlivým starším PK, teda PK IV, V atď. PK IV je takto vývojovým ekvivalentom PK III+II+I. Označenie PK s číselným indexom je stručné pomocné označenie pôdnych súvrství, ktoré sa členia na sprašové série. V jednotlivých oblastiach môžu byť tieto komplexy pomenované podľa typických lokalít, a získať tak hodnotu stratigrafických jednotiek. Za sprašové série považujú také súvrstvie, ktoré vzniklo sedimentáciou spraše v priebehu viacerých studených výkyvov, v ktorom sa striedajú sprašové pokryvy, odpovedajúce jednotlivým sprašovým fázam, s fosílnymi pôdami a svahovinami. Ich stavba najlepšie odráža klimaticko-sedimentačný cyklus kvartéru.

Sprašové série majú 3 základné typy úložných pomerov:

- 1) plošné (subhorizontálne) niekedy nazývané aj ako „plató – loess“ – spraše a pôdne komplexy tvoria viac-menej vodorovné pokryvy, ktoré sú uložené zhruba súhlasne na sebe;
- 2) šupinovité (teleskopické) – mladšie spraše a PK vyklíňujú pozvoľne v nadloží starších súvrstviach ležiacich vo vyšších častiach svahu;
- 3) úvalinový – sa vyskytuje tam, kde sa striedala erózia a akumulácia aj keď nedochádzalo k väčšiemu zahĺbeniu údolia, súvrstvia sú členené jednotlivými úvalinami.

Podľa Kuklu a Ložeka (1961) v českých a slovenských sprašových sériách sú pôdne komplexy a ich korelácia so stratigrafickými škálami Európy nasledovná:

- PK I – interštadiál vo vnútri pleniglaciálnej fázy posledného glaciálu (würm), zodpovedá Stillfridu B v Rakúsku, prípadne dolnověstonickému interštadiálu. V starších prácach bol označovaný indexom W2/3.
- PK II – černoziemné pôdy PK II predstavujú interštadiály skorého würmu a pravdepodobne ich možno paralelizovať brörupským a amersfortským interštadiálom severoeurópskej oblasti. Zhodujú sa s modrickým pôdnym komplexom alebo s dvoma vrchnými humusovými zónami stillfriedského komplexu – Stillfried A.
- PK III – bazálna parahnedozem zodpovedá poslednému interglaciálu (R-W, ém) a zhoduje sa s bazálnou zónou Stillfriedu A, nadložná černoziem zase so spodnou humusovou zónou tohto komplexu.
- PK IV – parahnedozeme tohto typu možno paralelizovať s predposledným interštadiálom, ktorý je mladší než sálske zaľadnenie a patrí do obdobia medzi sálskym a wartským zaľadnením (treene, rügen).
- PK V – bazálna parahnedozem zodpovedá interglaciálu, ktorý bezprostredne predchádzal sálskemu zaľadneniu, ide pravdepodobne o mladší interglaciál holsteinského komplexu.
- PK VI – bazálna parahnedozem je pravdepodobne ekvivalentom staršieho interglaciálu holsteinského komplexu.
- Staršie PK (VII atď.) sa vyznačujú intenzívnejším stupňom zvetrávacích procesov v pôdach, ktoré siahajú až do braunlehmového štádia, zatiaľ čo vrchné humózne pôdy sú vyvinuté nedokonalé alebo celkom chýbajú. Patria do teplých výkyvov starého pleistocénu až eopleistocénu.

Neskôr Ložek (1965) definoval pôdny komplex nasledovne: pedokomplex (PK) je uzavreté súvrstvie zákonitej stavby, v ktorom prevládajú fosílné pôdy. Hlavná bazálna pôda pedokomplexu (zvyčajne parahnedozem, menej často braunlehm až rubifikovaný braunlehm) zodpovedá interglaciálu, nadložné černozieme zasa teplejším výkyvom skorého glaciálu. Výnimkou sú uvedené PK II a PK I, ktoré patria do interštadiálov posledného glaciálu.

Podobne ako sú sprašové série vyčleňuje Ložek (1973) i svahové a jaskynné série, pretože svahoviny na priaznivých geomorfologických miestach vytvárajú vrstevné sledy zákonitého vývoja, pričom jednotlivé vrstvy odpovedajú jednotlivým fázam klimaticko-sedimentačného cyklu. Z popisu sedimentačnej dynamiky jaskynných vyplýva stratigrafický význam vstupných súvrství, ktoré ale môžu zachytiť len časovo ohraničené úseky kvartérnej histórie (Kukla a Ložek, 1958). Ložek (1973) v rámci sedimentačnej dynamiky kvartérnych uloženín vyčleňuje 5 fáz, ktoré definoval Kriger (1962):

1. protogenéza je v podstate príprava materiálu pred transportom – zvetrávanie hornín;
2. transport – prenos materiálu je ovplyvňovaný rôznymi faktormi (gravitácia, voda, ľad, vietor);
3. sedimentácia – akumulácia prenášaného materiálu vo vhodných sedimentačných priestoroch;
4. diagenéza zahŕňa zmeny sedimentu po sedimentácii;
5. epigenéza zahŕňa druhotné porušenie už hotového sedimentu.

Ak sa vo vrstevných sledoch kvartérnych sedimentov (spraše) vyskytujú i pôdy, vtedy tieto komplexy podobne ako Richmond & Frye (1957) označuje ako **pedostratigrafické jednotky**. Pri klasifikácii kvartérnych pôd aplikoval niekoľko kritérií (geologický vek, pôvodnosť uloženia, charakter výskytu na povrchu) a pôdy rozčlenil podľa:

- pôvodnosti uloženia na: 1. pôdy autochtónne (primárne, pôvodné), 2. pôdy para autochtónne (deformované, porušené) a 3. pôdne sedimenty (pôdy druhotne premiestnené);
- geologického veku na: 1. pôdy recentné (súčasný, „živý“), 2. pôdy staré = paleosoli, 2a) fosílné (prekryté) a 2b) reliktné (povrchové).

Autochtónne pôdy sa vyvíjali na mieste a nie sú ani druhotne porušené a ani premiestnené.

Paraautochtónne pôdy sú druhotne porušené deformáciami (soliflukcia, mrazové klíny a pod.), ktoré čiastočne zmenili priebeh jednotlivých pôdných horizontov.

Pôdne sedimenty sú naproti tomu druhotne premiestnené pôdy (alochtónne). Materiál pôdných horizontov prekonal transport a sedimentoval na inom mieste.

Recentné pôdy sa nachádzajú na súčasnom povrchu, vyvinuli sa v priebehu postglaciálu a ich vývoj pokračuje i v súčasnosti.

Pôdy staré – paleosol vznikli v starších geologických obdobiach a pedogenéza v súčasnosti už nepokračuje.

Fosílné pôdy – sú paleosoly, ktoré boli prekryté mladšími sedimentmi alebo vulkanitmi, ktoré ich chránia pred súčasnými pôdotvornými procesmi.

Reliktné pôdy – sú paleosoly, ktoré neboli prekryté mladšími sedimentmi alebo vulkanitmi a v súčasnosti sa nachádzajú na zemskom povrchu. Identifikovateľné sú len vtedy ak ich pedogenéza bola intenzívnejšia ako súčasná pôdotvorné procesy, t.j. súčasná pedogenéza nemôže výrazne zmeniť ich pôvodné diagnostické znaky.

Zvláštnym prípadom sú *harmonické pôdy*, t.j. reliktné pôdy, ktoré odpovedajú svojim stupňom vývoja súčasným podmienkam pedogenézy (*terra fusca*). Za *polygenetické pôdy* označuje také pôdy, ktoré v rámci jedného klimatického cyklu podľahli viacerým pôdotvorným procesom (vplyv striedania lesa a stepi na sprášu).

Ako *pochované pôdy* označuje také pôdy, ktoré boli v priebehu svojho vývojového cyklu prekryté splachmi alebo inou sedimentáciou a tým boli predčasne fosilizované (rendziny a černozeme pochované na úpätí svahov mladšími splachmi, fluvizeme, čiernice a gleje pochované v holocénných nivách, rendziny pochované pramennými travertínmi a penovcami).

Na základe výskumu kvartérnych sedimentov Ložek a Vaškovský (1983) charakterizovali PK I až VI a zostavili korelačnú schému rozšírenia pôdných komplexov v stredohorských a nížinných oblastiach Slovenska (Tab. 4).

- PK I – interštadiál vo vnútri pleniglaciálnej fázy posledného glaciálu (würm, Vislan, W 2/3) a zodpovedá Stillfriedu B v Rakúsku.
- PK II – černozemné pôdy predstavujú interštadiály skorého würmu a pravdepodobne ich možno paralelizovať s brörupským a amersfortským interštadiálom severoeurópskej oblasti.
- PK III – bazálna parahnadozem zodpovedá poslednému interglaciálu (ém, riss –würm) a zhoduje sa s bazálnou zónou Stillfriedu A, nadložná černozem zasa so spodnou humusovou zónou tohto komplexu.
- PK IV – parahnadozeme tohto typu možno paralelizovať s predposledným interštadiálom, ktorý je mladší než sálske zaľadnenie a patrí do obdobia medzi sálskym a wartský zaľadnením (treene, rügen).
- PK V – bazálna parahnadozem zodpovedá interglaciálu, ktorý bezprostredne predchádzal sálskemu zaľadneniu. Ide pravdepodobne o mladší interglaciál holsteinského komplexu.
- PK VI – bazálna parahnadozem je pravdepodobne ekvivalentom staršieho interglaciálu holsteinského komplexu.

Staršie PK (VII atď.) sa vyznačujú silnejším vývojom zvetraných pôd, ktoré siahajú až do braulehmového štádia, zatiaľ čo vrchné humózne pôdy sú vyvinuté nedokonale alebo celkom chýbajú. Patria do teplých výkyvov starého pleistocénu až eopleistocénu.

Šály (1986) pri štúdiu komplexov svahovín a pôd Západných Karpát vychádza z definície svahovinových sérií, ktoré majú podobnú stavbu ako sprašové série v nížinách (Ložek, 1973), pričom sa prikláňa k názoru, že väčšina svahovín je würmského veku. Klimatické podmienky, a tým rozšírenie vegetácie, vývoj pôd a zvetralín počas würmu značne kolísali. V tak členitom georeliéfe Západných Karpát je nutné vziať do úvahy i zmeny v nadmorskej výške, expozičné rozdiely a klimatické rozdiely medzi klímou pohorí a nížin boli samozrejme i v minulosti čoho je odrazom pôdna mozaika krajiny. Svahoviny študoval v regiónoch kryštalinika, neovulkanitov, krasu, sprašových pahorkatinách a vo flyšových pohoriach.

Hlavným mechanizmom vzniku svahovín je transport zvetralín vplyvom vody a gravitácie. Niektorých horských a vysokohorských regiónoch k nim zaraďuje i periglaciálnu modeláciu – intenzívne mrazové zvetrávanie (gelivácia) a kryogénne fenomény (kryoturbácia) – mrazové štruktúry. Vo svahovinách rozlišuje rovnorodý a cudzorodý skelet, pretože skelet môže pochádzať aj z úplne inej horniny z ktorej vznikla jemnozem (pod 2 mm).

Na základe zrnitosti svahovín definuje čo je to sutina, svahová hlina, piesčitá svahovina, ílovito hlinitá svahovina a svahový íl. *Soliflukčnú spraš* charakterizuje a definuje nasledovne: je to pôvodná eolická, ktorá sa dostala do pohybu na svahu, pri tomto pohybe sa mohlo primiešať i malé množstvo drobného skeletu, má menej karbonátov (resp. je odvápnená) a viac ílu v dôsledku zvetrávania alebo mechanického ovplyvnenia počas transportu, nemá preto pôvodnú sprašovú štruktúru a jej stavba je viac horizontálne vrstvitá, prirovnáva ich k sprašovým hlinám v nemeckej literatúre označovaných ako Solifluktionsschlöss a Lösslehm (Šály, 1986).

		Stredohorská oblasť	Oblasť nížin
Würm (G)	Würm ₃ (Š)	spraše a sprašové hliny	mocné spraše
	Würm _{2/3} (IŠ)	PK I , Zamarovce, Ivanovce, Zemianske Lieskové	PK I , Nitra – Čermáň, Moravany, Trnava, Mnešice - Búdy
	Würm ₂ (Š)	spraše a sprašové hliny	spraše a sprašové hliny
	Würm _{1/2} (IŠ)	PK II , Zamarovce, Ivanovce, Trenčín, Ipeľ, Predmostie, Dolinka	PK II (černozeme), Mnešice, Trnava, Alekšince, Búč, Kovarce, Modrany I, Kamenica n. H., Cejkov, Brehov, Hrčel, Zbudza
	Würm ₁ (Š)	pôdne sedimenty	svahoviny, pôdne sedimenty
Riss - Würm (IG)	R-W (IG)	PK III (parahnadozeme), Ivanovce, Zamarovce	PK III (parahnadozeme), Mnešice, Trnava, Alekšince, Kovarce, Modrany I, Kamenica n. H., Trakovice, Brehov, Hrčel
Riss (G)	Riss ₃ (Š) mladší		mocné spraše
	Riss _{2/3} (IŠ)		PK IV (rubifikovaná fosílna pôda), Komjatice, Alekšince, Hrčel (?), Mnešice (tehelňa)
	Riss ₂ (Š) starší		spraše
Mindel - Riss (IG)			PK V , N. Mesto n. V. (Mnešice), Levice (Monako), Moravany, Senec, Krčava, Hrčel (?)
	R ₁ (preriss)		spraše, vrt DŽ – 2 Senec
			? PK VI , Senec, Komjatice, Levice (Monako)
Mindel (G)	Mindel ₂ (Š)		spraše, poloha vulkanického popola v Komjaticiach
	Mindel _{1/2} (IŠ)		? PK VII , Komjatice, Senec
	Mindel ₁ (Š)		spraše
Günz - Mindel (IG)	G-M (IG)		
Günz (G)	Günz ₂ (Š)		? spraše, vrt DŽ – 2 Senec
	Günz _{1/2} (IŠ)		
	Günz ₁ (Š)		
Donau - Günz (IG)	D-G (IG)	? PK , Poltár, Ožďany	
Donau (+Biber) (G)	Donau _{1,2,3}		

Tab. 4. Korelačná schéma pôdnych komplexov na Slovensku (Ložek a Vaškovský, 1983, In: Andrusov a Samuel, 1983)

V skúmaných svahovinách Slovenska na základe prác Semmela (1964, 1968), Hoffmanna (1970), Rotscheho (1973), Schmidta a Schmidta (1972), Schrödera a Friedlera (1977a, b) vyčleňuje nasledovné súvrstvia: zvetralina in situ, bazálne súvrstvie svahovín, hlavné súvrstvie svahovín a krycie súvrstvie svahovín. Uvedené súvrstvia na základe výsledkov výskumu 217 profilov (850 vzoriek) charakterizuje nasledovne:

- *bazálne súvrstvie* má celkovú hrúbku 20 – 250 cm a skladá sa z 1 – 4 vrstiev,
- *hlavné súvrstvie* vo väčšine prípadov tvorí jedna, prípadne dve vrstvy a hrúbku má 30 – 140 cm, má výrazne hnedšiu farbu ako bazálne súvrstvie, menej skeletu, je jemnozrnnejšie a kyprejšie,
- *krycie súvrstvie* je reprezentované jednou vrstvou hrubou 5 – 80 cm a najčastejšie ide o blokovú, kamenitú alebo štrkovú sutinu.

Bazálne súvrstvie svahovín alebo aj bazálna sutina (Basischutt, Basisfolge) sa nachádza nad zvetralinou podložnej horniny, nikdy neobsahuje sprašovú prímes, skelet býva nezvrstvený ale

jemnozemia môže mať znaky zvrstvenia. Sedimentácia bazálnej sutiny ukončovala periglaciálnu denudáciu podložnej horniny a je výsledkom soliflukcie a aj vymývania.

Hlavné súvrstvie svahovín alebo aj stredná sutina (Mittelschutt, Hauptfolge) obsahuje veľa sprašovej prímesi. Počas genézy hlavného súvrstvia svahovín bola i intenzívna sedimentácia spraší. Toto súvrstvie je obvyčajne menej skeletnaté ako bazálne, najčastejšie ho tvoria natečené zeminy, svahové kamenité hliny až hliny.

Krycie súvrstvie svahovín (Deckschutt, Deckfolge) môže ležať na predchádzajúcich súvrstviach alebo priamo na podložnej hornine. Neobsahuje významný podiel prachovej prímesi.

Termínom *Folge* sa má zdôrazniť, že vždy nejde o jednotné vrstvy, je to teda súvrstvie s charakteristickými kombináciami alebo sekvenciami viac či menej odlišných vrstiev. Z hľadiska časového začlenenia vzniku svahovín sa prikláňa k schéme Weiperta (1960), ktorý na základe korelácie sutín k terasám zostavil nasledovnú časovú schému:

postglaciál:	tvorba vrchnej vrstvy zahlinenia
neskorý würm:	slabý transport sutiny, začiatok tvorby pôd
stredný würm:	<i>vrchol:</i> vytvorenie mrazových klinov a káps, tvorba drobnej sutiny, prímes eolicky transportovaného materiálu <i>posuvná fáza:</i> transport a uloženie hrubej sutiny, čiastočné premiestňovanie podložných vrstiev; <i>interštadiál:</i> tvorba spodnej zahlinenej vrstvy
raný würm	intenzívny pôdotok, silný transport a uloženie hrubej sutiny, ku koncu tvorba drobnej sutiny

V zmysle Kubiena (1953b) sprašové sedimenty a fosílné pôdy Slovenska rozčlenila Vašková (1986) do troch paleopedologických provincií: 1. panónska – Podunajská nížina; 2. baltická – Východoslovenská nížina a 3. prechodná, ktorá sa člení na dve subprovincie a to podľa toho, či prevládajú znaky panónskej alebo baltickej provincie.

Podľa základných genetických kritérií a paleopedologickej formy výskytu paleopôd, Smolíková (1990) vyčleňuje nasledovné formy zachovania pôd:

- 1) *Autochtónne pôdy na primárnej materskej hornine:* 1. recentná pôda, 2. Reliktná pôda, 3. fosílna pôda.
- 2) *Pôdne sedimenty:* 1. recentný pôdny sediment, 2. reliktný pôdny sediment, 3. fosílny pôdny sediment.
- 3) *Autochtónne pôdy na pôdnych sedimentoch:* 1. recentná pôda na pôdnom sedimente, 2. reliktná pôda na pôdnom sedimente, 3. fosílna pôda na pôdnom sedimente.
- 4) *Autochtónne formy premien na autochtónnych pôdnych reliktoch:* 1. recentná pôda na pôdnom sedimente, 2. reliktná pôda na pôdnom sedimente, 3. fosílna pôda na pôdnom sedimente.

Recentná pôda zodpovedá poslednému pôdotvornému cyklu (holocén – postglaciál). Reliktná pôda sa vyvinula v stanovištných podmienkach, ktoré boli v minulosti a ktoré sa podstatne odlišovali od súčasných. Pôdny kryt sa však zachoval na povrchu a je neustále ovplyvňovaný súčasnými pôdotvornými faktormi a je pokrytý živou flórou a faunou, takže pôda podlieha plynulej premene v dimenziách súčasných pôdotvorných podmienok. V podstate však stále sú v prevahe reliktné znaky vytvorené v minulosti. Fosílna pôda je vtedy ak pôdny profil je prekrytý vrstvami sedimentov alebo vulkanitov. Pôda totiž nie je oživená a ani pokrytá vegetáciou a môže byť v podstate i petrifikovaná.

Termín „pochované“ pôdy má byť vyčlenený pre postglaciálne pôdy, ktorých vývoj bol prerušený zakrytím rôznymi sedimentami (napr. povodňové), pričom v stanovištných podmienkach mimo dosahu sedimentácie – povodne (napr. na okrajoch nivy) vývoj pôd pokračoval neprerušene do súčasnosti. Termín „pochované“ pôdy sa prekrýva s pôdami „subfosílnymi“ alebo „subrecentnými“. Väčšina autorov doposiaľ termíny „pochované“ a „fosílné“ pôdy nerozlišuje, takže termínom „pochovaná“ pôda označuje akúkoľvek pôdu prekrytú ďalšou sedimentáciou (Smolíková, 1990).

Kvartérne sedimenty, pôdy a erózo-akumulačné procesy sa striedajú v zákonitom poradí a vytvárajú sledy, ktoré sa opakujú podľa výkyvov podnebia – klímy. Tento kolobeh, na ktorom je založená väčšina stratigrafických sústav kvartéru, označujeme ako klimaticko-sedimentačný a pôdotvorný proces, ktorý je veľmi dobre zachovaný v sprašových sériách. Smolíková (1990) rozlišuje 6 vývojových fáz erózo-akumulačných a pôdotvorných procesov v rámci klimaticko-sedimentačného cyklu. Pôdy českých a slovenských sprašových sérií majú polygenetické znaky, ktoré sú najvýraznejšie prejavili v interglaciálnych pôdach. Pôdny komplex (pedokomplex) definuje Smolíková (1990) ako súvrstvie zákonitej stavby, v ktorom majú prevahu pôdy a pôdne sedimenty. Pôdne komplexy sa mohli vytvoriť len na tých stanovištiach, kde sú jednotlivé fázy pedogenézy vzájomne oddelené novou sedimentáciou. Pedogenéza je prerušovaná kratšími obdobiami

sedimentácie spraše alebo procesmi svahovej modelácie (zosúvanie, bahnotok, soliflukcia, spalch ron, sufózia, atď.). Pôdne komplexy sú teda významným produktom klimatických oscilácií, ktoré sa niekoľkokrát za sebou opakovali. Za *polygenetické pôdy* označuje také pôdy, ktorých vývoj pôd nebol prerušovaný sedimentáciou ale ich súčasné diagnostické znaky – charakter je ovplyvnený mladšími pôdotvornými procesmi. Na základe pedologického, a najmä mikromorfologického výskumu, Smolíková (1990) zostavila schému vývoja fosílnych pôd v sprašových sériách (Tab. 5) a charakteristiku jednotlivých pedokomplexov.

PK	Stratigrafia	Vývoj pôd
I	„W 3“	slabo vyvinuté pôdy charakteru pseudoglejov v iniciálnom štádiu prerušenie pedogenézy „arktická“ hnedozem z hlinitých pieskov
	„W 2/3“	prerušenie pedogenézy arktická“ hnedozem
II	„W 2“	slabo vyvinuté pôdy charakteru pseudoglejov a pararendzin prerušenie pedogenézy pararendzina až černozem
	„W 1/2“	prerušenie pedogenézy degradovaná černozem až hnedozem
III	„W 1“	slabo vyvinuté pôdy charakteru pseudoglejov, hnedozemí a pararendzin prerušenie pedogenézy černozem
	„RW“	prerušenie pedogenézy illimerizovaná pôda
IV	teplé obdobie „R“	slabo vyvinuté pôdy charakteru pseudoglejov a pararendzin prerušenie pedogenézy pseudočernozem až mierne ozemnená parahnedozem
		prerušenie pedogenézy pseudočernozem až mierne ozemnená parahnedozem
V	mladší „M/R“	pseudočernozem ozemnená braunlehmová parahnedozem
		prerušenie pedogenézy pseudočernozem silno braunlehmová parahnedozem
VI	starší „M/R“	pseudočernozem ozemnená braunlehmová parahnedozem
		prerušenie pedogenézy silno braunlehmová parahnedozem s vývojom k braunlehm prerušenie pedogenézy pseudočernozem (prípadne černozem) silno braunlehmová parahnedozem (s vývojom k braunlehm)
VII	teplé obdobie „M“	černozem (prípadne škvrnitá pôda) ozemnený braunlehm
VIII	teplé obdobie „M“	pseudočernozem ozemnená parahnedozem ozemnený braunlehm
IX	teplé obdobie „M“	pseudočernozem braunlehmová parahnedozem
X	„G/M“	pseudočernozem braunlehmová parahnedozem zemitý braunlehm
XI	„G 1/2“	zemitý braunlehm zemitý rubifikovaný braunlehm
(?) XII	„D/G“	dvojica rubifikovaných braunlehmov

Tab. 5. Schéma vývoja fosílnych pôd v sprašových sériách (Smolíková, 1990)

PK 0 je pedokomplex, stratigraficky odpovedajúci holocénu.

PK I (Stillfried B, „W2/3“) pozostáva zo súboru pôd, z ktorých vrchná patrí už do „W3“. Jej vývoj neobsiahol vyššieho stupňa ako sú iniciálne pseudogleje a „arktické“ hnedozeme. Na väčšine lokalít sa PK I zachoval buď v silne redukovanej forme alebo v podobe jednej polygenetickej pôdy.

PK II (vrchný úsek Stillfriedu A, „W1/2“) sa rovnako skladá z viacerých pôd, z ktorých sú najlepšie vyvinuté dve bazálne (vo všeobecnosti je to vo všetkých PK). Spodná odpovedá degradovanej černozemi až hnedozemi, vrchná pararendzine až černozemi. V ich nadloží („W2“) sa vyskytujú slabo

vyvinuté pôdy, ktoré sú buď analogické PK I, alebo reprezentujú počiatočné členy černozeovej vývojovej rady.

PK III (spodný úsek Stillfriedu A, R/W, Eem) je zastúpený súborom pôd odpovedajúcim „W1“ a bazálnou pôdou vlastného interglaciálu. Interglaciálnemu klimatickému optimu zodpovedá parahnedozem. Ak po jej vývoji nasledovala eolická sedimentácia, leží na nej černoze. Ak tento černozeový pôdotvorný proces zasiahol priamo bazálnu parahnedozem, vyvinula sa z nej sekundárne polygenetická pseudočernoze (prérijná pôda). Vo vyšších častiach („W1“) sú opäť slabo vyvinuté pôdy. Stillfried A pozostáva v bazálnej parahnedozemi a 3 černozeových pôd, nad ktorými sa vyskytujú slabo vyvinuté pôdy.

PK IV (teplé obdobie v rámci riasu, Treene, Rügen) má na báze dvojicu parahnedozem, ktoré majú v nadloží humózne horizonty (pseudočernoze). PK IV má paraautochtónny charakter, pretože je spravidla v celej hrúbke bazálnych pôd silno porušený periglaciálnymi procesmi (ľadovcové klíny a pod.).

PK V (mladší Holstein) reprezentujú dve braunlehmové parahnedozeme, v nadloží ktorých ležia pôdy černozeového vývojového radu (pseudočernoze, prérijná pôda) a slabo vyvinuté pôdy.

PK VI (starší Holstein) sa od PK V odlišuje tým, že zahŕňa 3 parahnedozeme, z ktorých dve bazálne parahnedozeme javia výraznú vývojovú tendenciu k braunlehmovým pôdam. V nadloží najspodnejšej a v nadloží najvrchnejšej parahnedozeme sa vyskytujú humózne horizonty – pseudočernoze.

PK VII, VIII a IX (teplé obdobia elesterského glaciálu, „M“), PK X (Kromer, „G/M“), PK XI (Waal, „D/G“) a staršie pedokomplexy sa vyznačujú tým, že ich bazálne členy sú reprezentované pôdami typu braunlehm alebo rotlehm, v nadloží ktorých sa nachádzajú silne vyvinuté (braunlehmové) parahnedozeme. Pseudočernoze (humózne horizonty) vyskytujúce sa obyčajne v ich nadloží sa nachádzajú len v pedokomplexoch VII, VIII, IX a X.

V sprašových sériách sú vyvinuté najmä slabo vyvinuté pôdy (iniciálne), černoze, pseudočernoze, illimerizované pôdy, braunlehmové parahnedozeme a pseudogleje – oglejené pôdy a iné pôdy. Slabo vyvinuté pôdy charakteru iniciálnych pseudoglejov, „arktických“ hnedozemí, pararendzin sa vyskytujú vo vrchných úsekoch takmer všetkých pedokomplexov. Výhradne len týmto vývojovým radom pôd je tvorený PK I. Prave černoze sa vyskytujú len v PK II a PK III.. Polygenetické pseudočernoze sa vyskytujú v rozmedzí PK III až PK X – vyskytujú sa v stratigraficky vyšších úsekoch príslušných pedokomplexov. Illimerizované pôdy sa vyskytujú hlavne v PK III a PK IV, v nadloží silnejšie zvetralých pôd v PK VI a PK VIII a v starokvartérnych pedokomplexoch. Braunlehmové parahnedozeme (vývojovou tendenciou k braunlehmom) sa vyskytujú v PK V, PK VI, PK IX a PK X. Pôdy typu Brauhlehm sa vyskytujú od PK VII po najstaršie pedokomplexy.

Identifikácia parahnedozemí a pseudočernoze v pôdnych komplexoch vychádza z ich charakteristiky podľa Ložeka (1973):

- *parahnedozem* je pôda, ktorá vznikla illimerizáciou spraši a jej podobným sedimentom (pôdotvorný proces illimerizácia je mechanické vyplavovanie minerálnych koloidov, najmä ílov do hlbších horizontov);
- *pseudočernoze* (prérijná pôda) je polygenetická pôda, ktorej hrubý humusový horizont vznikol v otvorenej krajine podobne ako černoze, ale obvykle sa vyvinula zo zvetralého parahnedozemného substrátu (dezintegrácia Bt-horizontu), ktorý spôsoboval dočasné zamokrenie.

Bedrna a Košťálik (1999) členia prekryté pôdy a pôdne sedimenty na fosílna a pochované. *Fosílna pôdy a pôdne sedimenty* sú staroholocénne a staršie, prekryté mladším alebo starším prekryvom pôd, sedimentov a zvetralín. *Pochované pôdy a pôdne sedimenty* sú mladšie ako 5000 rokov, pričom ich prekryv je mladohocénny, ale látkovo mohol vzniknúť v starších geologických obdobiach. Fosílna pôdy predstavujú autochtónne sa vyvíjajúce solum (súbor pôdnych horizontov v vzniknutých počas pedogenézy), alebo len ich zvyšku v podobe jednotlivých horizontov „in situ“, pôdny sediment je zmiešaná „pôdna hmota“ rôznych pôdnych horizontov a zvetralín hornín (allochtónna) pretransportovaná na iné miesto a uložená v rôznej vzdialenosti od miesta vzniku. Ako základné kategórie klasifikačného systému fosílnych pôd a pôdnych sedimentov vyčleňujú: série, typy, subtypy a druhy.

Série predstavujú v klasifikačnom systéme skupiny zvetralín a hornín, v ktorých typy, subtypy a druhy fosílnych pôd a pôdnych sedimentov sa vyskytujú v určitom zákonitom zoskupení. Vyčlenili nasledovné série fosílnych pôd a fosílnych sedimentov:

1. fosílna pôdy a pôdne sedimenty v sprašiach a sprašovitých horninách,
2. fosílna pôdy a pôdne sedimenty v eolických pieskoch,
3. fosílna pôdy a pôdne sedimenty vo zvetralinách silikátových pevných hornín,

4. fosílné pôdy a pôdne sedimenty vo zvetralinách karbonátových a karbonátovo-silikátových hornín,
5. fosílné pôdy a pôdne sedimenty v riečnych, jazerných a močiarnych sedimentoch,
6. fosílné pôdy a pôdne sedimenty v heterogénnych zvetralinách a sedimentoch.

Typy a subtypy fosílnych pôd a pôdných sedimentov vyčlenili podľa diagnostických určujúcich morfológických znakov vytvorených pedogenetickými a morfogenetickými procesmi (ochrický humus, molický humus, fibrická rašelina, mezická rašelina, saprická rašelina, humolit, kambizemnosť, červozemnosť, luvizemnosť, podzolovanosť, pseudoglejovosť, glejovanosť, silikátovosť, karbonátovosť, sekundárna karbonátovosť, zvyšková karbonátovosť, vylúhovanosť, zasolenosť, a kryogénosť). Pôdne typy fosílnych pôd sú na základe pôdných vlastností a morfológických znakov rozčlenené na jednotlivé subtypové kategórie. Vyčlenili nasledovné fosílné pôdne typy: regozem, černozem, rašelina, humolit, rendzina, kambizem, červozem, hnedozem, luvizem, podzol, pseudoglej, glej, čiernica a fluvizem. V rámci fosílnych pôdných sedimentov vyčlenili nasledovné typy:

1. pôdne sedimenty *regozemné* so znakmi ochrického humusu,
2. pôdne sedimenty *černozemné* so znakmi molického humusu,
3. pôdne sedimenty *mullové* so znakmi molického horizontu mulkovej rendziny,
4. pôdne sedimenty *rašelinové* s prímiesou rašeliny,
5. pôdne sedimenty *humolitové* s prímiesou humolitu,
6. pôdne sedimenty *kambizemné* so znakmi kambizemnosti,
7. pôdne sedimenty *červozemné* so znakmi sčervenania (rubefikácie),
8. pôdne sedimenty *luvizemné* so znakmi luvizemnosti,
9. pôdne sedimenty *podzolové* so znakmi podzolovanosti,
10. pôdne sedimenty *pseudoglejové* so znakmi pseudoglejovosti, glejovosti

Druhy fosílnych pôd a pôdných sedimentov sú kategórie podľa zastúpenia zrnitostných frakcií: kameňov, štrku, piesku, prachu a ílu, pričom zrnitostné frakcie sú definované nasledovne: kameň (nad 30 mm), štrk (2-30 mm), piesok (0,05 – 2 mm), prach (0,002-0,05 mm) a íl (pod 0,002 mm). Podrobná a zjednodušená klasifikácia druhov je založená podľa obsahu skeletu a obsahu jemnozeme.

Michalík a kol. (2007) definovali základné princípy identifikácie a vyčlenenia pedostratigrafických jednotiek a ich odlišností od iných stratigrafických jednotiek.

Pedostratigrafická jednotka je horninový celok, ktorý sa skladá z jedného alebo viacerých pôdných horizontov vyvinutých v jednej alebo viacerých litostratigrafických, alostratigrafických alebo litodemnických jednotkách a leží na jednej alebo viacerých formálne definovaných litostratigrafických alebo alostratigrafických jednotkách.

Pedostratigrafická jednotka je zistiteľné pochované trojrozmerné horninové teleso, ktoré je tvorené jedným alebo viacerými odlišiteľnými pôdnymi horizontmi. Rozlišovacím znakom pedostratigrafickej jednotky je prítomnosť jednej alebo viacerých vlastností, odlišujúcich pôdne horizonty. Na identifikáciu a odlíšenie jednotlivých pedostratigrafických jednotiek môžu byť použité pôdne vlastnosti stanovené v laboratóriách.

Pedostratigrafická jednotka môže byť založená na pôdných horizontoch pochovaných pôd, vyvinutých ako produkty „in situ“ zvetrávania, tak ako saprolit. Vrchná hranica pedostratigrafickej jednotky je povrchom najvrchnejšieho pôdneho horizontu v pochovanom pôdnom profile, vytvorenom v procese pedogenézy. Spodná hranica pedostratigrafickej jednotky je najspodnejšou jednoznačne fyzickou hranicou pôdneho horizontu v pochovanom pôdnom profile. Stratigrafická pozícia pedostratigrafickej jednotky je stanovená na základe jej vzájomného vzťahu k nadložnej a podložnej stratigrafickej jednotke.

Vývoj pôd v kvartéri

Vývoj pôd v kvartéri bol ovplyvnený najmä striedaním klímy, t.j. glaciálnych a interglaciálnych dôb, štádií a interštádií, čiže striedaním sedimentácie a pedogenézy. Z ďalších prírodných faktorov to bol georeliéf ovplyvňujúci prúdenie vzdušných hmôt a erózo-akumulačných procesov v krajine, variabilita a rozšírenie fyto geografických oblastí a typom pôdotvorných substrátov a materských hornín pôd.

V interglaciáli donau/günz vznikali silno rubifikované fosílné pôdy s braunlehmovou plazmou. V kotlinách a na svahoch stredne vysokých pohorí vznikali hnedozeme s výraznými znakmi rubifikácie, ich výskyt je viazaný na riečne, riečno-jazerné, svahové sedimenty a na pevné karbonátové horniny. V stredne vysokých pohoriach na deluviálnych sedimentoch vznikali kambizeme. Interglaciál günz/mindel sa vyznačoval tvorbou mohutného pedokomplexu rubifikovaných lesných pôd – pôdy vznikajúce v lesnej krajine. Vývoj pôd v interglaciáli mindel/riss bol podmienený zonálnym charakterom krajinných celkov:

1. hydromorfná trávno-lesná krajina v poriečnych nivách a nížinách s „močiarnymi“ pôdami (glejové subtypy fluvizemí a čiernic, gleje)
2. hydromorfná lesná krajina (mäkké lužné lesy) na poriečnych nivách s fluvizemiami, čiernicami a glejmi;
3. lesná krajina s tvrdým lužným lesom na riečnych terasových stupňoch a znížených častiach pahorkatín s oglejenými pôdami na riečnych sedimentoch (fluvizeme, čiernice) a rubifikovanými a oglejenými hnedozemami na sprašiach, sprašových hlinách a sypkých deluviálnych sedimentoch;
4. lesostepná a stepná krajina na riečnych terasových stupňoch, pahorkatinách a v nízkych vysočinách s rubifikovanými hnedozemami;
5. lesná krajina s teplomilnými listatými lesmi v kotlinách a na svahoch stredne vysokých
6. pohorí s výskytom rubifikovaných a ilimerizovaných kambizemí a v niektorých
7. častiach s výskytom „terra fusca“.

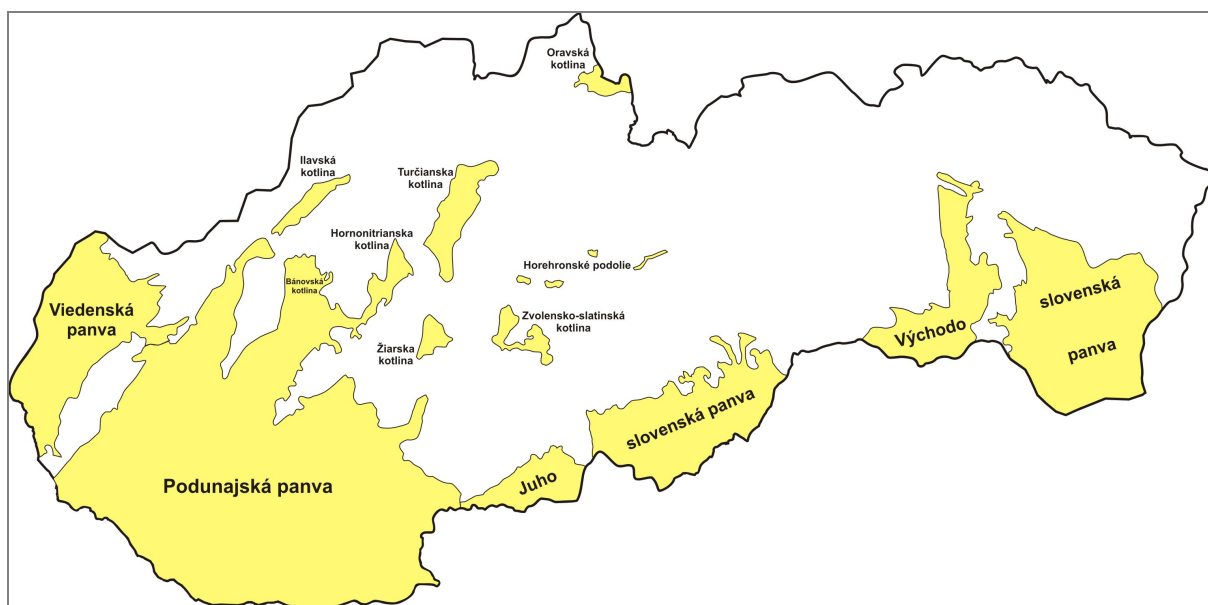
V lesnej krajine vo vyšších nadmorských výškach v závislosti od množstva atmosférických zrážok a petrografického zloženia pôdotvorných substrátov vnikali kambizeme, podzoly, rendziny a na vrcholoch to boli najmä rankre a litozeme. Pedogenéza v interglaciáli riss/würm mala podobných charakter ako v interglaciáli mindel/riss. V priebehu poslednej doby ľadovej v interstádiách bola pedogenéza, ale zachované prejavy sú dokumentované najmä v sprašových komplexoch (PK I a PK II), kde pôdy majú charakter černoziemí a oglejených hnedozemí. Výsledkom geologického vývoja a pedogenézy v holocéne je súčasný obraz rozšírenia pôd (Šály a Šurina, 2002), ktorý je odrazom geologického a klimatického vývoja krajiny.

1.5. KLÍMA A SEDIMENTY NEOGÉNU

V rámci tejto kapitoly sme sa zamerali na charakterizovanie sedimentov najbližšieho stratigrafického horizontu pod uloženinami kvartéru – pliocénu.

Pliocén

Pliocénne sedimenty sa na území Slovenskej republiky vyskytujú predovšetkým v neogénnych panvách (Viedenská, Podunajská, Východoslovenská a Juhoslovenská) a s menším plošným aj hrúbkovým rozsahom v niektorých vnútrohorských kotlinách (Bánovská, Turčianska, Ilavská, Oravská, Hornonitrianska, Žiarska, Zvolensko-slatinská, Horehronské podolie) (Obr. 9).



Obr. 9. Rozmiestnenie neogénnych panví Slovenska (Nagy, 2010)

Podľa Kováča (2000) má báza pliocénu vek 5,2 až 5,6 mil. rokov. O jeho vrchnom ohraničení rozhodol posledný kongres INQA, keď hranicu kvartéru posunul z 1,8 na 2,588 mil. rokov. Toto rozhodnutie bude mať v najbližšej budúcnosti dopad na prehodnotenie obdobia zaplňovania neogénnych paniev resp. vnútrohorských kotlin. V zmysle staršieho delenia (Papp, 1953) sa obdobie pliocénu delí

na spodný (dák) a vrchný (roman). Podľa posledných výskumov v súvislosti so zostavovaním regionálnych geologických máp v M 1: 50 000 (Pristaš et al. 2000, Maglay et al. 2004) a Prehľadnej geologickej mapy v M 1: 200 000 (Bezák et al. 2008) nie je exaktne doložený výskyt oboch stupňov na území SR. Preto sedimenty pliocénneho veku charakterizujeme vcelku, aj keď uvádzame, podľa starého delenia, k akému stupňu pliocénu boli v minulosti pričlenené.

NEOGÉNNE PANVY

VIEDENSKÁ PANVA

Brodské súvrstvie (pliocén)

Súvrstvie leží konkordantne na gbelskom súvrství (panón) a je zakryté kvartérnymi sedimentami. Je rozšírené v priestore medzi Brodským, Lanžhotom, Kútami a pozdĺž rieky Moravy v Dolnomoravskom úvale.

Sedimenty súvrstvia tvoria jemnopiesčité íly s medzivrstvami piesku, štrku a s preplaveným zbridlíchnatým lignitom. Dosahujú maximálnu hrúbku cca 50 m (Bartek 1989).

Prostredie vzniku je jazerné, alebo jeho časti reprezentujú riečne alúvium. Nálezy ostrakód, na základe ktorých bol vek stanovený, sú veľmi zriedkavé.

Ekvivalentom tohto súvrstvia v podunajskej panve je kolárovske súvrstvie a vo východoslovenskej panve vrchná časť čečehovského súvrstvia (Vass, 2002).

PODUNAJSKÁ PANVA

Volkovské súvrstvie (dák)

Súvrstvie leží so skrytou diskordanciou na beladickom súvrství, resp. na severnom okraji podunajskej panvy leží diskordantne na predterciálnom podloží. Pri Štúrove na budínskome (maďarskom) paleogéne. Zakryté je kolárovske súvrstvom (roman), alebo kvartérnymi sedimentami. Rozšírené je v celej podunajskej panve a najväčšiu hrúbku dosahuje v gabčíkovej priehlbine (Buday in Buday et al., 1967; Gaža, 1966 fide Biela 1978).

V okrajových častiach podunajskej panvy súvrstvie tvoria hlavne štrk a piesok, na karbonátovom podloží aj sladkovodný vápenec a jazerná krieda. V centrálnej časti panvy sú to pestrý íl, prach a piesok. Pestré pelity vznikli v jazernom prostredí. Celková hrúbka súvrstvia je max. 1200-1400 m.

Súvrstvie možno korelovať s gbelským súvrstvom Viedenskej panvy. a vo východoslovenskej panve so spodnou časťou čečehovského súvrstvia. V súvrství boli vyčlenené dva členy: nemčinianský štrkopiesok a piešťanské vrstvy.

Nemčinianský štrkopiesok (dák)

Štrkopiesok leží skrytodiskordantne na beladickom súvrství, resp. na predterciálnom podloží. Je zakrytý kolárovske súvrstvom (roman), alebo kvartérnymi sedimentami. Rozšírený je v severnej časti Hronskej pahorkatiny (Brestenská in Kuthan et al., 1963).

Sú to štrky, piesky a štrkopiesky s dobre opracovanými obliakmi pestrého zloženia vrátane rôznych variet andezitu.

Štrkovo-piesčité sedimenty vybudovali v komjatickej priehlbine vejárovú deltu, v ktorej bol rozlíšený aluviálny kužeľ a distálna delta až prodelta (Baráth & Kováč 1995). Hrúbka dosahuje prvé desiatky metrov. Prostredím vzniku sú distribučné kanály delty pra-Hrona, resp. sedimenty sa podieľajú na geologickej stavbe aluviálneho kužeľa a delty Gilbertovho typu (Baráth & Kováč l.c.).

Piešťanské vrstvy (dák)

Sú rozšírené na západnom úpätí Považského Inovca, v okolí Piešťan (Mahel', 1951). Jedná sa o pestro sfarbený (fialový, žltý, ružový) jemne a stredne zrnitý kaolinický kremité pieskovec a zlepenec. Vyskytuje sa v nich aj červený a svetlosivý kaolinický íl (farbiaca hlinka) s pyritovými konkréciami. Valúny v zlepení sú prevažne z kremeňa, zastúpené sú i vápence a rohovce. V puklinách kaolinického pieskovca sa v nachádza vykryštalizovaný kaolinit a halloyzit. Červené sfarbenie vrstiev je spôsobená prímiesou jemnozrnného hematitu.

Vo vrstvách boli nájdené odtlačky listov (Ferenczi, 1916). Pliocénny vek je iba odhadnutý a korelácia s volkovským súvrstvom je urobená len na základe pestrého sfarbenia, ktoré je typické pre íl volkovského súvrstvia. Dosahujú hrúbku max. 50 metrov.

Kolárovske súvrstvie (roman)

Súvrstvie leží skrytodiskordantne na volkovskom súvrství (dák) a je zakryté kvartérnymi sedimentami (Vass 1989 a in Keith 1989, 1994). Sedimenty boli opísané z úzkoprofilových vrtovej hĺbených systémom CF (Dlabač 1960, Janáček 1969). Súvrstvie je rozšírené v centrálnej a západnej časti severnej (t.j. Slovensko) podunajskej panvy.

Je tvorené sľudnatým pieskom a drobným štrkom striedajúcim sa so silne piesčitým sivým, hrdzavým, zelenosivým ílom ojedinele vápnitým (Dlabač l.c.). Hrúbka súvrstvia je 100-150 m. Vek súvrstvia je určený na základe superpozičného vzťahu, ako i na základe magnetostratigrafie (vrt Čuňovo 1; Vass et al., 1992). Fauna je zriedkavá, sladkovodná (Buday in Buday et al., 1967).

V maďarskej časti podunajskej panvy ekvivalentom kolárovskeho súvrstvia je súvrstvie Hanság (hanságske súvrstvie; Németh in Gyalog ed. 1996). Vo Viedenskej panve brodske súvrstvie a vo východoslovenskej panve vrchná časť čečehovského súvrstvia.

JUHOSLOVENSKÁ PANVA

Cerová bazaltová formácia (Pliocén -pleistocén)

Cerovú bazaltovú formáciu v kontexte pliocénnych hornín opisujeme preto, lebo pozícia jej produktov, uvádzaných nižšie, môže mať vplyv na rozmiestnenie podzemných vôd v súčasnosti. Sprievodné znaky vulkanizmu mali vplyv na vtedajšiu klímu.

Formáciu pod týmto názvom opísali Vass & Kraus (1985). Produkty cerovej bazaltovej formácie ležia na sedimentoch spodného miocénu ale aj na riečnych štrkoch pliocénu (belinské vrstvy). Zakrývajú ich zvetraliny kvartérneho veku. Cerová bazaltová formácia je rozšírená v Cerovej vrchovine a vo vrchovine Cserhát v severnom Maďarsku.

Hlavným litotypom formácie sú tmavosivé celistvé bazalty (alkalické olivinické bazalty a nefelinické bazalty; Mihaliková & Šimová, 1989), tvoriace najmä prúdy, ktoré sa pôvodne vylievali do dolín paleoreliéfu, ale dnes sú v inverznej pozícii a budujú tiahle vrcholy Cerovej vrchoviny. Ďalšími litotypmi sú tuhy a tufobrekcie vyplňujúce diatrémy, tuhy a lapilové tuhy v okolí struskových kužeľov a budujúce ringy maarov (Konečný & Lexa in Vass & Elečko et al., 1992). Maximálna hrúbka lávových prúdov je do 50 m.

Vek formácie stanovili početné radiometrické datovania, ktoré kolíšu od 4,70 do 1,16 Ma (Balogh et al., 1981, 1994 a in Konečný et al., 1995), ako i cicavčia fauna z Hajnáčky s *Miomys hajnackensis* Fejfar, ktorá umožňuje koreláciu so zónou MN16, resp. podzónou MN16a európskej cicavčej časovej škály (Mein 1975, Fejfar & Heinrich 1987).

Člen cerovej bazaltovej formácie reprezentujú belinské vrstvy.

Belinské vrstvy (pliocén)

Belinské vrstvy (Vass, Elečko & Pristaš in Vass & Elečko et al., 1992) ležia diskordantne na filakovskom súvrství (egenburg) a sú zakryté lávovými prúdmi cerovej bazaltovej formácie. Typický profil sa nachádza na báze bazaltového lomu pri Čamovciach. Rozšírené sú iba v Cerovej vrchovine.

Tvorí ich štrk a pestrý íl. Štrk je až hrubozrnný, tvorený valúnmi kremeňa, kremenca, pieskovca a metakvarcitu. Íl je plastický a má pestré sfarbenie (je červený, sivý, nazelenalý, hnedo a sivoškvrnitý).

Jedná sa o riečne sedimenty dnovej akumulácie (štrk), resp. sú to sedimenty riečnej nivy (íl). Vznikli v dolinách drenážnej siete predbazaltového reliéfu, do ktorých sa neskôr vyliali bazaltové lávy. Ich známa hrúbka je okolo 1 m.

Keďže v nich neboli nájdené organické zvyšky, vek je určený iba na základe pozície v podloží datovaných bazaltov a tie nie sú rovnakého veku. Preto aj vekové zaradenie belinských vrstiev kolíše v rámci pliocénu.

VÝCHODOSLOVENSKÁ PANVA

Čečehovské súvrstvie (pliocén: dák-roman)

Je rozšírené v jv. časti východoslovenskej panvy. Súvrstvie leží diskordantne na senianskom súvrství, resp. na hnojníanskych vrstvách (Rudinec & Čverčko 1970, Jiříček 1972; Vass & Čverčko 1985). Tvorí ho pestré íly, piesky a štrky s prevahou andezitových valúnov. Jedná sa o riečne a jazerné sedimenty. Je hrubé okolo 200 m. Súvrstvie je vekovo korelované s pliocénom (dák a roman). Nálezy fauny sú zriedkavé (Jiříček, 1972). Ekvivalentom súvrstvia vo Viedenskej panve je brodske a gbelské súvrstvie, v podunajskej panve volkovské a kolárovske súvrstvie a v Maďarsku súvrstvie od Hanságu a od Zágyvy (Németh a Juhás et al. in Gyalog ed., 1996).

VNÚTROHORSKÉ KOTLINY

BÁNOVSKÁ KOTLINA

Sedimenty pliocénu v bánovskej kotline (Pristaš et al. 2000) sú reprezentované iba volkovským súvrstvom, ktoré má rovnaký vývoj a litologickú náplň, ako v podunajskej panve, opísané vyššie. Dosahujú hrúbku do 250 m.

TRENČIANSKA, ILAVSKÁ KOTLINA A BECKOVSKÁ DEPRESIA

Vrchnú časť výplne tvoria ekvivalenty volkovského súvrstvia podunajskej panvy: štrk, piesok a pestrý íl (Buday in Mahel' et al. 1962).

Podľa Elečka (in Mello et al, in press) pliocénne sedimenty stredného Považia sú tvorené štrkami, miestami mierne spevnenými, s častými šošovkami, miestami i súvislejšími vrstvami pieskov a svetlošedých až svetlozelenošedých, vzácnejšie hnedošedých, jemno-, miestami až silne piesčitých sľudnatých vápnitých ílov.

Piesky sú svelosivej a žltkavej farby. Sú polymiktné a prevažne drobno- až strednozrnné, krížovo zvrstvené.

Valúny v štrkoch sú tvorené vápencami, pieskovcami kriedového a paleogénneho veku, granitoidmi, kryštalickejšími horninami a kremeňom. Veľkosť valúnov sa pohybuje v rozmedzí 3 až 6 cm. Ojedinele sa vyskytujú aj o priemere 30 až 50 cm. Opracovanosť valúnov je dobrá až dokonalá. Hrúbka sedimentov nepresahuje prvé desiatky metrov.

Uvedené sedimenty neobsahujú takmer žiadnu faunu, len vzácne úlomky tenkostenných, zrejme sladkovodných alebo suchozemských gastropódov (Buday & Cicha, 1956; Buday in Mahel' et al. 1962).

TURČIANSKA KOTLINA

Blážovské súvrstvie pliocén: *dák-roman*)

V severnej časti Turčianskej kotliny sa nachádzajú hruboklastické sedimenty opísané Gašparikom et al. (1995) ako blážovské vrstvy. Sedimenty nasadajú na svoje podložie (martinské súvrstvie). Rozšírené je v centrálnej časti Turčianskej kotliny.

Súvrstvie pozostáva zo štrku, zlepenca a piesku. Štrk/zlepenec tvorí polohy 0,5-5 m hrubé, prevládajú valúny karbonátov, menej je valúnov kremeňa a vulkanitov s rôznym stupňom opracovania. Triedenie je zlé, zriedkavo štrk je šikmo a korytovito zvrstvený, s gradáciou a imbrikáciou valúnov. Piesok tvorí polohy a šošovky hrubé 0,5 až 2 m, miestami horizontálne laminované. V súvrství sú aj polohy tmavošedého ílu a šošovky lignitu. Blážovské súvrstvie predstavuje sedimenty divočiacej rieky paleo-Turca vrátane močiarnych epizód na aluviálnej pláni (Gašparik l.c.; Hók et al., 1998).

Gašparik (l.c.) zaradil toto súvrstvie bez paleontologických dôkazov do pliocénu - daku až rumanu. Z organických zvyškov boli nájdené peľové zrná tráv a niektorých drevín (Planderová in Gašparik et al., l.c.).

Hrúbka je ťažko zistiteľná, ale mohla by sa pohybovať v rozmedzí prvých desiatok m (? do 30 m).

Diviacke vrstvy (pliocén-pleistocén?)

V južnej časti kotliny Buday (1962) opísal jednotvárne prevažne pelitické súvrstvie vytvárajúce veľké plochy západne a juhozápadne od obce Diviaky.

Íly sú svetlosivé, zelenosivé prípadne žltohnedé, plastické len slabo piesčité. Ojedinele však obsahujú vložky jemnozrnných sľudnatých kremeňových pieskov. Podľa zistenia Březinu (in Buday, 1962) sú výhradne montmorilonitické, pričom klastická zložka je podradná a obsahuje vulkanogénnu prímes, čo by naznačovalo, že sú to preplavené andezitové zvetraliny.

Ojedinelé medzivrstvy štrkov sú zložené hlavne z obliakov rozložených tmavých andezitov a podradne sa vyskytuje kremeň a granitoidy. Usporiadanie štrkov býva chaotické a granulometricky nevytriedené. Merané smery transportu poukazujú na depozíciu od juhu, čo je v dobrom súlade so skladbou obliakov, keďže predpokladaná znosová oblasť je v neovulkanitoch.

Stratigrafické zaradenie je diskutabilné. Priame paleontologické datovania chybujú. Hók a Rakús (nepublikované) zastávajú názor, že hlavná časť diviackych vrstiev by mala patriť vrchnému pliocénu, pričom nie je vylúčené, že najvrchnejšie časti sú až pleistocénneho veku.

Hrúbka podľa Budaya (1962) nepresahuje 40-60m. Halouzka (in Gašparik et al., 1995) udáva len 20 m (juh), pričom k severu sa znižuje na 5 m. Hrúbkové údaje z vrtov tiež nepresahujú 10 m.

ORAVSKÁ KOTLINA

Čimhovské súvrstvie (*pliocén: dák-roman*)

Súvrstvie leží skrytodiskordantne na oravskom súvrství vrchnomiocénneho veku a je zakryté usadeninami kvartéru. Je rozšírené v Oravskej kotline (údolie potoka Jelešňa, Čimhová, s. od Suchej Hory, s. od Trstenej, pri Tvrdošíne). Súvrstvie je tvorené sivozeleným a žltohnedoškvrnitým ílom a prachom s vložkami piesku a zemitého lignitu (Pulec et al. 1976). K súvrstviu je radený aj štrk v okolí Tvrdošína (Nagy & Halouzka in Gross et al., 1993). Jedná sa o sedimenty akumulácie poriečnej rovne (štrky) a riečnej nivy (íl a prach s lignitom). Hrúbka súvrstvia je okolo 90 m. Vek súvrstvia je pliocén. Súvrstvie obsahuje mäkkýše, na základe ktorých Ondrejičková (in Pulec et al. 1.c.) koreluje súvrstvie so sedimentami pliocénu v Bavorsku.

HOREHRONSKÉ PODOLIE, ŽIARSKA A ZVOLENSKO-SLATINSKÁ KOTLINA

Banskobystrické súvrstvie (*pliocén: dák-roman*)

Opísal ho Andrusov (1954) ako banskobystrickú štrkovú formáciu. Neskôr pod názvom hronská štrková formácia ho opísal Nemček (1957). Prednosť má názov, ktorý zaviedol Andrusov. Súvrstvie je rozšírené nad údolím horného a stredného Hrona od Pohorelej až do Hronskej pahorkatiny v podunajskej panve. V Horehronskom podolí tvoria výplň čiastkových depresí pri Pohorelej, Heľpe, Zavadke, Bacúchu, Beňuši, Ľubietovej, Lučatíne, Selciach a v okolí Banskej Bystrice. Súvrstvie tvorí svetlosivý piesok, ílovitý piesok, štrk s veľkými blokmi a s valúnmi kremeňa, kremenca a kryštalických hornín. Sú to riečne a riečno-jazerné sedimenty, vystupujúce dnes ako vysoké terasy nad údolím Hrona (Holouzka in Konečný ed., 1998). Hrúbka súvrstvia je niekoľko metrov. Vek súvrstvia je stanovený hlavne na základe superpozičného vzťahu ku kvartérnym terasám rieky Hron, bez biostratigrafických dôkazov.

KLIMATICKÉ PODMIENKY POČAS OBDOBIA PLIOCÉNU

Podľa sedimentárneho záznamu pliocénnych sedimentov zložených prevažne z hrubodetritického materiálu (štrkov, štrkopieskov a pieskov, podradne ílov) a ich hrúbky by bolo možné predpokladať, že obdobie ich vzniku bolo poznačené zvýšeným priemerným úhrnom zrážok ako je tomu dnes. Je to pravdou iba sčasti. Pretože hrúbka sedimentov by bez tektonickej aktivity nemohla dosahovať takých hodnôt (napr. cca 2400 m v Podunajskej panve, Nagy in Nagy et al., 2004).

Tektonika

Tektonicky kontrolovaná subsidencia v centrálnych Západných Karpatoch, generálne stúpajúca od severu na juh iba poskytovala priestor na ukladanie materiálu z postupne sa dvíhajúcich Západných Karpát v terestrických podmienkach utvárajúcou sa riečnou sieťou, v spodnom pliocéne ešte s existenciou systému jazier (Kováč, 2000). Zdvih centrálnej časti západokarpatského priestoru pokračoval aj v kvartéri a bol stále sprevádzaný, rovnako ako v období pliocénu subsidenciou predovšetkým vo viedenskej a dunajskej panve. Povrchnomiocénny kompresný event bol zistený v oblasti Východoslovenskej nížiny (Kováč, 2000). Kvartérny kompresný režim je tiež príčinou stúpania externe situovaných jadrových pohorí, ako sú Považský Inovec a Tatry (Kvitkovič, 1975). Relatívny zdvih je tiež pozorovaný v oblasti Nízkych Tatier, Rimavsko-lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny. Ostatné celky, osobitne panvy v západnej a východnej časti Karpát majú poklesovú tendenciu (Joó et al., 1985 in Kováč, 2000).

Hoci sa v neogéne vyskytlo niekoľko kompresných eventov výrazne dominovala extenzná tektonika, sprevádzaná tektonickým poklesmi v panvách, kde je jasne preukázaná, a čiastočne aj vo vnútrohorských kotlinách. Práve dlhodobá extenzná tektonika by mohla byť vhodnou podmienkou mechanizmu formovania zarovnaného povrchu, tvoriaceho sa v období spodného pliocénu – poriečnej rovne (Mazúr, 1963, 1965; Lukniš, 1962, 1964). Produkty jej tvorby sú dnes uložené v panvách tvoriace vrstvy a súvrstvia ich pliocénnej výplne.

Klíma

Podľa rozboru klímy počas vzniku kaolínových kôr zvetrávania Západných Karpát vyplýva, že počas neogénu dochádzalo oproti paleogénu k postupnému ochladzovaniu. Všetky kaolínové výskyty sú sprevádzané uhľotvorbou, čo poukazuje, že sa usadzovali v teplej a humídnej klíme (Kraus, 1989). Avšak nie s vysokým úhrnom zrážok, aby neboli odnesené a tým zničené.

V Európe v spodnom pliocéne nastala nová fáza klimatického optima. (Obr. 10) Podľa výskumu zvyškov stavovcov (mamutov, šablozubých tigrov a hominidov) priemerná teplota bola vyššia o 5 °C a priemerný úhrn zrážok bol o 400 až 700 mm väčší ako v súčasnosti (Agustí & Antón, 2002).

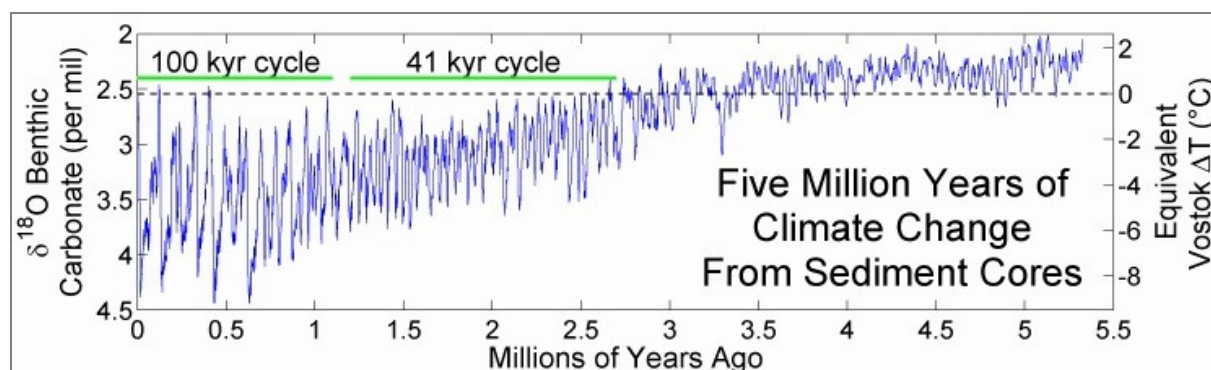
Podľa Halásza (<http://www.sulinet.hu/tart/fcikk/Kiad/0/13668/1>) bola klíma v Karpatoch v období pliocénu teplejšia ako dnes. Spočiatku bola vhodnejšia pre teplomilné rastliny (palmy, magnólie). V priebehu pliocénu nastalo postupné ochladzovanie, takže teplomilné druhy drevín boli nahrádzané listnatými lesmi brestov, dubov a gaštanov. Severné oblasti sa začali pokrývať ihličnatými lesmi. Stále však bolo pomerne teplo a vlhko. Postupné ochladzovanie bolo následkom rozširovania sa ľadovej čiapky vytvorenej na južnom póle v období oligocénu a ktorá v miocéne pokrývala už celú Arktídu a spôsobila ochladzovanie podnebia planéty. Klíma sa ešte viac ochladila v pliocéne, keď sa ľadový pokryv vytvoril aj na severnom póle. Väčšina lesov zmizla na konci pliocénu na úkor rozširovania sa stepí. (<http://vsechnapriroda.blog.cz/>).

Približne v rovnakom období dochádza k zaľadneniu horských oblastí vyzdvihnutých alpínskych pohorí (Alpy, Kaukaz, Himaláje) a k trvalému zaľadneniu Grónska (http://w5.shmu.sk/sk/webnetix_print_page.php?page=1&id=klimat_zmena_history).

Na zhoršovanie klimatických podmienok v priebehu pliocénu poukazuje aj postupné nahradenie spoločenstva cicavcov *Dolomys* – *Propliomys* spoločenstvom *Miomys* – *Dolomys* – *Borsodia* (Kováč et al., 2005). Na základe peľových analýz Kováč et al. (l.c.) usudzujú na klímu mierneho pásma s malými ročnými výkyvmi teplôt ale predpokladajú striedanie sa období s rôznym množstvom zrážok. Zloženie vegetácie sa menilo postupne tak, popri hojných horských prvkoch nabúdajú peľové zrná bylín *Apiaceae*, *Poaceae* a *Compositae*. Ihličnany zastupoval rod *Pinus* ale najmä vysokohorské taxóny *Albies*, *Cedrus* a *Picea* (Pländerová, 1972).

Pliocén bol obdobím výraznej výškovej zonality. Okrem horských regiónov sa na charaktere krajiny výrazne podieľali nížinné oblasti porastené vegetáciou lužného lesa na riečnych nivách s efemérnymi menšími jazerami, ale aj oblasti s otvoreným, trávnatým rázom krajiny. Na základe terestrických systémov ide o temperovanú klímu mierneho pásma (Kováč et al., 2005).

V pliocéne sa začali tvoriť rubifikované pôdy ktoré pre svoj vznik potrebujú subtropickú až miernu klímu (Šarinová, 2004). Na základe analógie s recentom sa tvorili pravdepodobne pri priemernej letnej teplote okolo 25 °C a pri priemerných ročných zrážkach minimálne 500 – 1 500 mm/r, pričom zrážky boli sústredené do jednoročného obdobia (4 mesiace v roku).



Obr. 10. Celkový trend poklesu teploty za obdobie 5,5 milióna rokov. (<http://www.osel.cz/index.php?clanek=2964>)

1.6 ZÁVER

Na základe výsledkov vyššie uvedenej správy je možné konštatovať, že klíma v minulosti nebolo nikdy po dlhšiu dobu stabilné. Striedanie klimatických cyklov sa odrážalo na vývoji sedimentov, na čo reagovala flóra, fauna a samozrejme aj ľudské spoločnosti. Predkladaná správa ukazuje na dôležitosť skúmania klimatických zmien na základe viacerých vedných disciplín.

1.7 POUŽITÁ LITERATÚRA

- Agustí, J. and Antón, M. (2002): Mammoths, Sabertooths and Hominids. Columbia University Press. New York, 316 s.
- Ábelová, M. (2005a): Dental cementum of bears (Ursidae) – possibilities of microscopic study. Neue Forschungen zum Höhlenbären in Europa. Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg e.V., Abhandlung Band 45, 11-18.

- Ábelová, M. (2005b): Analýza mikroštruktúr klov druhu *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1803). *Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.* LXXXXI, Brno, 227-233.
- Ábelová, M. (2006a): Analýza mikroštruktúr zubného cementu medveďov (Ursidae) z lokality jeskyně Za Hájovnou. *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku, Sci. Geol.* LXXXXI, Brno, 227-233.
- Ábelová, M. (2006b): Migration pattern inferred from *Ursus spelaeus* (Rosenmüller et Heinroth) tooth from Tmavá skala cave (Slovak Republic) using strontium isotope analyses. *Scientific Annals, School of Geology, Aristotle University, special volume, thessaloniki*, 121-125.
- Ábelová, M. (2007a): Paleodiet inferred from *Ursus spelaeus* (Rosenmüller et Heinroth) tooth from Tmavá skala cave (Slovak Republic) using carbon isotope analyses. *Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.* LXXXXII, Brno, 151-156.
- Ábelová, M. (2007b): Paleoclimate inferred from *Ursus spelaeus* teeth: the evidence from oxygen isotopes. *Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Geology*, 35, 13th International Cave Bear Symposium, September 20 - 24, 2007, 117-122.
- Ábelová, M. (2008): Schreger pattern analysis of *Mammuthus primigenius* tusk: analytical approach and utility. *Bulletin of Geosciences* 83, 2, Czech Geological Survey, Prague, 225-232.
- Ábelová, M. (2008): Zánik ekosystému pleistocénného a vznik ekosystému holocénného. Dizertačná práca. *Přírodovědecká fakulta MU, Brno*, 180.
- Adams, J. M. (1997): Global land environments since the last interglacial. Oak Ridge National Laboratory, TN, USA. <http://www.esd.ornl.gov/ern/qen/nerc.html>.
- Adams, J. M. and Faure, H. (1997) (eds): QEN members. Review and Atlas of Palaeovegetation: Preliminary land ecosystem maps of the world since the Last Glacial Maximum. Oak Ridge National Laboratory, TN, USA. <http://www.esd.ornl.gov/ern/qen/adams1.html>.
- Aiello, L.C. and Wheeler, P. (2003): Neanderthal Thermoregulation and the Glacial Climate. In: Van Andel, T.H and William, D. (Eds.): *Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation: archaeological results of the Stage 3 Project*. Oxbow Books, Cambridge, 147-166.
- Alekseeva, T., Alekseev, A., Maher, B. A., Demkin, V. (2007): Late Holocene climate reconstruction for the Russian steppe, based on mineralogical and magnetic properties of buried paleosols. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 249 (2007), 103 –127
- Alexandrowicz, W. P. (2009): Malacostratigraphy of Vistulian and Holocene in Poland. *Studia Quaternaria*, 26, 55-63.
- Alley, R. Meese, C. A. Shuman, A. J. Gow, K. C. Taylor, P. M. Grootes, J. W. C. White, M. Ram, E. D. Waddington, P. A. Mayewski, and G. A. Zielinski (1993): Abrupt accumulation increase at the Younger Dryas termination in the GISP2 ice core, *Nature* 362, 527-529.
- Amundson, R. (2003): Soil formation. In: *Treatise on Geochemistry, Volume 5.*, Editor: James I. Drever. Executive Editors: Heinrich D. Holland and Karl K. Turekian. pp. 605., ISBN 0-08-043751-6. Elsevier, 2003., p.1-35.
- Anderson, D. E. (1997): Younger Dryas research and its implications for understanding abrupt climatic change. *Progress in Physical Geography*, 230-240.
- Andrusov, D. (1954): O veku výplne Turčianskej kotliny a o vývine pliocénu na strednom Slovensku. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied*, 5/1-4, Bratislava, 255-269.
- Atkinson, T. C., Briffa, K. R. and Coope, G. R. (1987): Seasonal temperatures in Britain during the past 22,000 years, reconstructed using beetle remains. *Nature* 325, 587-592.
- Bakke, J., Lie, Ø., Heegaard, E., Dokken, T. & Haug, G. H. (2009): Rapid oceanic and atmospheric changes during the Younger Dryas cold period. *Nature geoscience*, DOI: 10.1038/NGO439, 1-4.
- Balogh, K. (1984): Adaptation of the K/Ar method in Hungary, and the results of its application. *Cand. Sci These. Manuscript, Hung. Acad. Sci. Budapest*.
- Balogh, K., Mihaliková, A., Vass, D. (1981): Radiometric dating of basalts in Southern and Central Slovakia. *Žápad. Karpaty, Sér. Geol.* 7, Bratislava, 113-126.
- Bañacký, V. (1968): Geological history of the northern part of the east Slovakian lowland in the Quaternary. *Geologické práce, Zprávy* 44-45, GÚDŠ Bratislava, s. 241-262.
- Baráth, I. a Kováč, P. (1995): Sedimentologická a paleogeografická charakteristika pliocénnej delty Hrona v Komjatickej depresii dunajskej panvy. *Mineralia slovaca* 27, Bratislava, 236-242.
- Barron, E., Van Andel T. H. a Pollard, D. (2003): Glacial Environments II: Reconstructing the Climate of Europe in the Last Glaciation. In: Van Andel, T. H and Davies, W. (Ed.) (2003): *Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glacial glaciation*, McDonalds institute monographs, Cambridge, 57-78.
- Bedrna, Z. a Košťálík, J. (1999): Klasifikácia fosílnych pôd a pôdnych sedimentov Slovenska. ISBN 80-85361-48-5, VÚPOP Bratislava, 39 s.
- Bekker, A., Kaufman, A. J., Karhu, J. A., Eriksson, K. A. (2005): Evidence for Paleoproterozoic cap carbonates in North America. *Precambrian Research* 137, 167-206.
- Bennet, K. D., Tzedakis, P. C. and Willis, K. J. (1991): Quaternary refugia of north European trees. *Journal of Biogeography*, 18, 103-115.

- Biela, A. (1978): Hlboké vrty v zakrytých oblastiach vnútorných Západných Karpát. Záhorská nížina, Podunajská nížina. Regionálna geológia 10, Geol. Ústav D.Štúra, Bratislava, 224 s.
- Birkenland, P. W. (1984): Soils and Geomorphology. Oxford University Press, New York, pp. 372
- Boehnert, S. (2008): Travertine Deposition and Human Impact In: www.geo.tu-freiberg.de/Sandy_Boehnert.pdf
- Bocherens, H., Drucker, D. G., Billiou, D., Patou-Mathis, M. and Vandermeersch, B. (2005): Isotopic evidence for diet and subsistence pattern of the Saint-Césaire I Neanderthal: Review and use of a multi-source model. *Journal of Human Evolution*. 49, 71-87.
- Bond, G., Broecker, W., Johnsen, S., McManus, J., Labeyrie, L., Jouzel, J. and Bonani, G. (1993): Correlation between climate records from North Atlantic sediments and Greenland ice. *Nature* 365, 143- 147.
- Buday, T. (1962): Neogén Turčianské kotliny. Sbor. Ústř. Úst. geol., 27, odd. geol., Praha, 475-502
- Buday, T. a Cicha, I. (1956): Nové názory na stratigrafiu spodného a stredného miocénu Dolnomoravského úvalu a Považí. *Geol. Práce, Sošit*, 43, Bratislava, 3-56.
- Buday, T., Cicha, I., Hanzlíková, E., Chmelík, F., Koráb, T., Kuthan, M., Nemčok, J., Pícha, F., Roth, Z., Seneš, J., Scheibner, E., Stráník, Z., Vaškovský, I., Žebera, K. (1967): Regionální geologie ČSSR II., Západní Karpaty, sv. 2., 624 s.
- Carcaillet, Ch. and Vernet, J. L. (2001): Letter to the editor. Comments on "The Full-Glacial Forests of Central and Southeastern Europe" by Willis et al. *Quaternary Research* 55, 385-387.
- Catt, J. (1990): Paleopedological manual. *Quaternary International* 6, 1-95.
- Catt, J. (1986): Soils and Quaternary Geology. A Handbook for Field Scientists. Monographs on Soil and Resources Survey no. 11. Clarendon Press Oxford, ISBN 0 19 854568 1, pp. 267.
- Cerling, T. E. (1991): Carbon dioxide in the atmosphere: evidence from Cenozoic and Mesozoic paleosols. *American Journal of Science* 291, 377-400.
- Dahms, D. E. and Holliday, V. T. (1998): Soil taxonomy and paleoenvironmental reconstruction: a critical commentary. *Quaternary International* 51/52, 109-114 .
- Dansgaard, W., Johnsen, S., Clausen, H., Dahl-Jensen, D., Gundestrup, N., Hammer, C., Hvidberg, C., Steffensen, J., Sveinbjornsdottir, A., Jouzel, J., Bong, G. (1993): Evidence for general instability in past climate from a 250 kyr ice-core record. *Nature*, 364, 218- 220.
- Davis, B.A.S., Rewer, S., Stevenson, A.C., Guiot, J. & Data Contributors (2003): The temperature of Europe during the Holocene reconstructed from pollen data. *Quaternary Science reviews* 22, 1701-1716.
- Deli, T. and Sümegi, P. (1999): Biogeographical characterisation of Szatmár-Bereg plain based on the mollusc fauna. In: Hamar, J. and Sárkány-Kiss, A. (Eds): The Upper Tisa Valley. Tiscia Monograph Series, Szeged, 471-477.
- Dlabač, M. (1960): Poznámky ke vzťahu medzi tvarem povrchu a geologickou stavbou Podunajské nížiny. *Geol. Práce, Zošit* 59, Bratislava, 69-101
- Ehleringer, J. R. and Cerling, T. E. (2002): The Earth system: biological and ecological dimensions of global environmental change. Stable Isotopes. Volume 2. In: *Encyclopedia of Global Environmental Change*. (Ed): Mooney, H. A. and Canadell, J. G., John W. and Sons, Ltd, Chichester, 544-550.
- Ekart, D. D., Cerling, T. E., Montañez, I. P., Tabor, N. J. (1999): A 400 million year carbon isotope record of pedogenic carbonate: implications for paleoatmospheric carbon dioxide. *Am. J. of Science*, vol. 299, 805-827
- FAO/IUSS/ISRIC (2006): World Reference Base (WRB) for Soil Resources. A framework for international classification and communication. 2 nd edition, World Soil Resources Reports No. 103, ISBN 92-5-105511-4, FAO Rome, pp. 132
- Fejfar, O. und Heinrich, W. D. (1987): Zur biostratigraphischen Gliederung des jüngeren Känozoikums in Europa an Hand von Muriden und Cricetiden (Rodentia, Mammalia). *Čas. Miner. Geol.* 32/1, Praha, 1-16
- Ferenczi, I. (1916): Az Inovec-hegység Pöstyéntől keletre első részének geológiai viszonyai. *Magy. Kir. Földt. Intéz. Évi Jelent.* 1915, Budapest, 131-159.
- Fink, J.(1954): Die fossilen Böden in österreichischen Löss. *Quartär*, 6, Bonn, p. 85-108.
- Frenzel, B. (1992b): August mean temperature. Maximum cooling of the Last Glaciation. In: Frenzel, B., Pecsí, B and Velichko, A. A.: Atlas of Palaeoclimates and Palaeoenvironments of the Northern Hemisphere. INQUA/Hungarian Academy of Sciences. Budapest, 41.
- Frenzel, B., Pecsí, B. and Velichko, A. A. (Ed.s) (1992): Atlas of Palaeoclimates and Palaeoenvironments of the Northern Hemisphere. INQUA/Hungarian Academy of Sciences. Budapest.
- Frenzel, B. (1992a): February mean temperature. Maximum cooling of the Last Glaciation. In: Frenzel, B., Pecsí, B. and Velichko, A. A.: Atlas of Palaeoclimates and Palaeoenvironments of the Northern Hemisphere. INQUA/Hungarian Academy of Sciences. Budapest, 39.

- Fronval, T., Jansen, E., Bloemendal, J. and Johnsen, S. (1995): Oceanic evidence for coherent fluctuations in Fennoscandian and Laurentide ice sheets on millenium scales. *Nature* 374, 443-446.
- Főköh, L. (1993): Holocene malacofaunal assemblages in Hungary. *Scripta Geol., Spec. Issue* 2, Leiden, 121-125.
- Gašparik, J. (ed.), Halouzka, R., Miko, O., Gorek, J., Rakús, M., Bujnovský, A., Lexa, J., Panáček, A., Samuel, O., Gašpariková, V., Planderová, E., Snopková, P., Fendek, M., Hanáček, J., Modlitba, I., Klukanová, A., Žáková, E., Horniš, J. a Ondrejčíková, A. (1995): Vysvetlivky ku geologickej mape Turčianskej kotliny 1: 50 000. GÚDŠ, Bratislava, 196 s.
- Gibbard, P.L. and van Kolfschoten, T. (2005): The Quaternary System. (The Pleistocene and Holocene Series), 441-452. In: Gradstein, F. Ogg, J. and Smith, A. (Eds.) *A Geologic Time Scale 2004*. Cambridge University Press, 589.
- Gornitz, V. (Ed.) (2009): *Encyclopedia of paleoclimatology and ancient environment*. Springer Dordrech, The Netherlands. ISBN 978-1-4020-4551-6, pp. 1047
- Gross, P., Köhler, E. (ed.), Mello, J., Haško, J., Halouzka, R., Nagy, A., Kováč, P., Filo, I., Havrila, M., Maglay, J., Salay, J., Franko, O., Zakovič, M., Pospíšil, L., Bystrická, H. & Snopková, P. (1993): *Geológia južnej a východnej Oravy*. GÚDŠ, Bratislava, 320 s.
- Guiot, J., Pons, A., de Beaulieu, J.L. and Reille, M. (1989): A 140,000 year continental climate reconstruction from two European pollen records. *Nature*, 338, 309-313.
- Guiter, F., Ponel, V. A., De Beaulieu, J. L., Cheddadi, R., Guiot, J., Calvez, M., Ponel, P., Reille, M., Keller, T., and Goeury, C. (2003): The last climatic cycles in Western Europe: a comparison between long continuous lacustrine sequences from France and other terrestrial records. *Quaternary International* 111/1, 59-74.
- Guthrie, R. D. (1990): Late Pleistocene Faunal Revolution-A New Perspective on the Extinction Debate. *Mega fauna and Man. Discovery of America's Heartland*. Scientific Papers, 1, Hot Springs, 42-53.
- Gyalog, L. (ed.) (1996): *A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása*. Magyar. Áll. Földt. Int. Alkalmi kiadványa, 187, Budapest, 171 s.
- Hamer, J. M. M., Sheldon, N. D., Nichols, G. J., Collison, M. E. (2007): Late Oligocene-Early Miocene paleosols of distal fluvial system, Ebro Basin, Spain. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 247, 220-235
- Harčár, J. a Schmidt, Z. (1985): *Geológia spraší Hronskej pahorkatiny*. Západné Karpaty, sér. geológia 10, 109-172
- Harčár, J., 1971: *Spraše v okolí Svodína na hronskej pahorkatine*. Časopis pro mineralogii a geologii, 16,3/1971, 263-274
- Harrison, S. P., Yu, G. and Tarasov, P. E. (1996): Late Quaternary lake-level record from northern Eurasia. *Quaternary Research*, 45, 138-159.
- Hoffmann, W. (1970): Die pleistozänen Deckschichten auf Bundsandstein in Thüringen und ihre Bedeutung für das Wachstum von Koniferen. *Tagungsbericht DALW Berlin*, 112, s. 25-48
- Hók, J., Kováč, M., Rakús, M., Kováč, P., Nagy, A., Kováčová-Slámková, M., Sitár, V. & Šujan, M. (1998): Geologic and tectonic evolution of the Turiec Depression in the Neogene. *Slovak Geol. Mag.* 4/3, Bratislava, 165-176
- Holec, P. a Kernátsová, J. (1997): Cicavce (Mammalia) a ulitníky (Gastropoda) vrchného pleistocénu mladopaleolitického táboriska v Trenčianskych Bohuslaviciach. *Mineralia Slovaca*, 29, 3, Bratislava, 234-236.
- Holland, H. D., Feakes, C. R., Zbinden, E. A. (1989): The Flin Flon paleosol and the composition of the atmosphere 1,8 by BP. *American Journal of Science* 289, 362-389
- Horáček, I. a Ložek, V. (1988): Paleozoology and the Midd-European Quaternary past: scope of the approach and selected results. *Rozpravy ČSAV*, Praha, 98, 4, p.102. <http://lfskripta.webpark.cz/fyto/fyto12.htm>
- Hum, L. (2000): Palaeoecological investigation of the loess – paleosol sequence on old “Buda” brickyard at Szekszárd. *Malakológiai Tájékoztató*, 18, 29-50.
- Hum, L. and Sümegi, P. (2000): Cyclic climatic records in loess-palaeosol sequences in southeastern Transdanubia (Hungary) on the basis of sedimentological, geochemical and palaeontol. examinations. *GeoLines*, 11, 99-100.
- Huntley, B. and Birks, H. J. B. (1983): *An Atlas of Past and Present Pollen Maps for Europe: 0-13,000 years ago*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Huntley, B. and Prentice, I.C. (1993): Europe. Chapter 7. In: Wright, H.E. (Ed.): *Global Climates Since the Last Glacial Maximum*. University of Minnesota Press, USA, 136-168.
- Chlupáč, I., Brzobohatý, R., Kovanda, J. a Stráník, Z. (2002): *Geologická minulost české republiky*. Praha, 436.

- Chumakov, N. M. and Zharkov, M. A. (2003): Climate during the Permian-Triassic Biosphere reorganizations, Article 2. Climate of the Late Permian and Early Triassic: General Inferences. *Stratigraphy and Geological Correlation*, vol. 11, no. 4, 361-375
- Ivan, Ľ. (1943): Výskyty travertínov na Slovensku. *Práce Štátneho geologického ústavu*, 9, Bratislava, 1-71.
- Janáček, J. (1969): Nové stratigrafické poznatky o pliocénnej výplni centrálnej časti Podunajskej nížiny. *Geol. Práce, Správy*, 50, Bratislava, 113-131
- Jankovská, V. (1998): Pozdní glaciál a časný holocén podtatranských kotlin – obdoba sibiřské boreální a subboreální zóny? In: Benčaťová, B. a Hrivnák, R. (Eds.): *Rastliny a člověk*. Technická Univerzita, Zvolen, 89-95.
- Jankovská, V. (2003): Vegetační poměry Slovenska a Českých zemí v posledním glaciálu jako přírodního prostředí člověka a fauny. *Ve službách archeologie IV*, 186-201.
- Jankovská, V. (2004): Krkonoše v době poledové – vegetace a krajina. In: Štursa, J., Mazurski K., R., Palucki, A. & Potocka J., (eds.): *Geoekologické problémy Krkonoš*. Sborn. Mez. Věd. Konf., Listopad 2003, Szklarska Poreba. *Opera Corcontica*, 41, 111- 123.
- Járai Komlódi, M. (1987): Postglacial Climate and Vegetation History in Hungary. In: Pécsi, M. and Kordos, L. (Eds.): *Holocene Environment in Hungary*, Budapest, 37-47.
- Járai-Komlódi, M. (2000): A Kárpátmedence növényzetének kialakulása. *Tilia*, 9, 5-59.
- Jenny, H. (1941): *Factors of soil formations: a system of quantitative pedology*. McGraw-Hill New York, pp. 279, Dover edition ISBN 0-486-68128-9, Dover Publications, INC. New York (1994)
- Jiríček, R. (1972): Problém hranice sarmat/panón ve Vídenské, podunajské a východoslovenské pánvi. *Mineralia slovac* 14/4, Bratislava, 39-81
- Johnsen, S. J., Dansgaard, W., Fuhrer, K., Gundestrup, N., Hammer, C. U., Iversen, P., Jouzel, J., Stauffer, B. and Steffensen, J. P. (1992): Irregular glacial interstadials recorded in a new Greenland ice core. *Nature*, 359, 311-313.
- Keith, F. Jr., Vass, D., and Kováč, M. (1994): The Danube Lowland Basin. ESRI, Univ. S.C., Occasional Publ. 11 A, Columbia, 63-87.
- Keith, J. F. jr., Vass, D., Kanes, W., H., Pereszlényi, M., Kováč, M. and Král, J. (1989): Sedimentary basins of Slovakia, Part II., Final report on the Hydrocarbon potential of Danube Lowland Basin, vol. 1, Manuscript Univ. South Carolina, ESRI, Technical Report 89-0019, 143 s.
- Kernátsová, J. & Vaněková, H. (2005a): Fossilne ekosystémy posledného glaciálu Trnavskej pahorkatiny. *Mineralia Slovaca*, 37, 3, 333-334.
- Kernátsová, J. & Vaněková, H. (2005b): Fossilne ekosystémy Vyšehradného (región Horná Nitra, Sk). In: Lehotský, T., ed.: 6. paleontologický seminář – sborník příspěvků. Univerzita Palackého, Olomouc, s. 31.
- Kernátsová, J. (1997): Mollusc Fauna of loess complex from Mnešice locality, Danube Basin. *Slovak Geological Magazine*, 3, 4, Bratislava, 247-261.
- Kernátsová, J. (2001): Vrchonpleistocénna a holocénna fauna mäkkýšov Slovenska v oblasti Malých Karpát, Podunajskej nížiny, Hornonitrianskej kotliny a Záhorskej nížiny. Dizertačná práca, Manuskript – archív PriFUK, Katedra geológie a paleontológie, Bratislava
- Kernátsová, J. (2004): Vrchonpleistocénna a holocénna fauna mäkkýšov Slovenska v oblasti Malých Karpát, Podunajskej nížiny, Hornonitrianskej kotliny a Záhorskej nížiny. *Geol. práce, Spr.* 109, 93-100.
- Kernátsová, J. (2006): Posledný glaciál vo svetle klimatických zmien a ich vplyvu na živé ekosystémy. In: Kováč, M. & Dubíková, K. (zost.): *Nové metódy a výsledky výskumu v geológii Západných Karpát*. Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, 105-107.
- Kernátsová, J., Fordinál, K., Maglay, J., Vaněková, H. & Harčová, E. (2004): Paleoklimatický vývoj Západných Karpát v období terciéru a kvartéru na základe sledovania zmien v charaktere sedimentácie a biologických spoločenstiev. Manuskript – archív Štát. geol. úst. D. Štúra Bratislava
- Kernátsová, J., Vaněková, H., Ivanov, M. & Fordinál, K. (2005): Holocénna fauna a flóra niekoľkých lokalít Hornonitrianskej kotliny. In: Ábelová, M. & Ivanov, M. (Edit): 11. Kvartér 2005, Brno, 1.12. 2005. Sborník abstract. Masarykova Univerzita v Brne, s.32
- Kertész, R. (2002): Mesolithic hunter-gatherers in the Northwestern part of the great Hungarian plain. *Praehistoria*, 3, 281-304.
- Kertész, R. and Sümegi, P. (1999): Az Északi-középhegység negyedidiszak végi istörténete (Ember és környezet kapcsolata 30.000 és 5.000 BP évek között). *Nógrád Megyei Múzeumok Évkönyve*, 23, 66-93.
- Kertész, R. and Sümegi, P. (2001): Theories, Critiques and a Model: Why Did Expansion of the Körös-Starčevo Culture Stop in the Centre of the Carpathian Basin? In: Kertész, R. and Makkay, J. (Eds.): *From the Mesolithic to the Neolithic*. Proceedings of the International Archaeological Conference held in the Damjanich Museum of Szolnok, September 22-27, 1996. *Archaeolingua*, Budapest, 225-246.

- Klíma, B. (1963): Dolní Věstonice. Výzkum tábořiště lovců mamutů v letech 1947-1952. *Monumenta archaeologica*, 11, Praha, 427.
- Konečný, V. (ed.), Lexa, J., Halouzka, R., Hók, J., Vozár, J., Dublan, L., Nagy, A., Šimon, L., Havrila, M., Ivanička, J., Hojstřichová, V., Miháliková, A., Vozárová, A., Konečný, P., Kováčiková, M., Filo, M., Marcin, D., Klukanová, A., Liščák, P. a Žáková, E. (1998): Vysvetlivky ku geologickej mape Štavnických vrchov a Pohronskeho Inovca (štiavnický stratovulkán) 1: 50 000. GS SR, Bratislava, 473 s.
- Konečný, V., Balogh, K., Orlický, O., Lexa, J., Vass, D. (1995): Evolution of the Neogene - Quaternary alkali basalt volcanism in Central and Southern Slovakia (West Carpathians). *Geol. Soc. Sp. Publ.* 4/2. Proceedings of the XV Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association, September 1995, Athens, 535-538.
- Kopp, R. E., Kirschvink, J. L., Hilburn, I. A., Nash, C. Z. (2005): The Paleoproterozoic snowball Earth: A climate disaster triggered by the evolution of oxygenic photosynthesis. *PNAS* 2005, vol. 102, no. 32, 11131-11136
- Košťálik, J. (1974): Charakteristika a stratigrafia fosílnych pôd a spraší Nitrianskej pahorkatiny. *Náuka o Zemi VIII, Seria Pedologica*, VEDA SAV Bratislava, 143 s.
- Košťálik, J. (1999): Spraše a fosílné pôdy východného Slovenska, ich genéza, chronostratigrafia a využitie. ISBN 80-7097-384-6, PF Univ. P.J. Šafárika Košice, 191 s.
- Kováč, M. (2000): Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatskopanónskeho regiónu v miocéne: Nový pohľad na neogénne panvy Slovenska. VEDA, Bratislava, 202 s.
- Kováč, M., Fordinál, K., Grigorovich, A. S. A., Halássová, E., Hudáčková, N., Joniak, P., Pipík, R., Sabol, M., Kováčová, M a Sliva, L. (2005): Západokarpatské fosílné ekosystémy a ich vzťah k paleoprostrediu v kontexte neohénneho vývoja eurázijského kontinentu. *Geol. Práce, Spr.* 111, ŠGÚDŠ, Bratislava, 61-121.
- Kovanda, J. (1971): Kvartérní vápence Československa. *Antropozoikum*, řada A, sv. 7, 7-236
- Kozłowski, S. K. (2000): Eco-Cultural/Stylistic Zonation of the Mesolithic/Epipalaeolithic in Central Europe. In: Kertész, R. and Makkay, J. (Eds.): From the Mesolithic to the Neolithic. Proceedings of the International Archaeological Conference held in the Damjanich Museum of Szolnok, September 22-27, 1996. Budapest, *Archaeolingua*, 261-282.
- Kraus, I. (1989): Kaolíny a kaolínové íly Západných Karpát. *Záp. Karpaty, sér. Min., petrogr, geoch., metalog.*, 13, GÚDŠ, Bratislava, 287 s.
- Kraus, M. J. (1999): Paleosols in clastic sedimentary rocks: their geologic applications. *Earth Science Rev.* 47, 41-70
- Kruger, N. I. (1962): Löss kak produkt geografičeskoj sredy. *Trudy Komissi po izučeniju četvertičnogo perioda*, XIX, Moskva, s. 117-139
- Krippel, E. (1963): Postglaciálny vývoj lesov Tatranského národného parku. *Biologické práce IX/5*, SAV Bratislava, 44 s.
- Krippel, E. (1963a): Postglaciálny vývoj lesov Tatranského národného parku. *Biologické práce*, 9, Bratislava, 5, 1-41.
- Krippel, E. (1963b): Vývoj rastlinnej pokrývky počas kvartéru na Slovensku. *Geologické práce*, 64, 53-58.
- Krippel, E. (1965): Postglaciálny vývoj lesov Záhorskej nížiny (Historicko-geobotanická štúdia). *Biologické práce XI/3*, SAV Bratislava, 100 s.
- Krippel, E. (1986): Postglaciálny vývoj vegetácie Slovenska. VEDA SAV, Bratislava, 312 s.
- Krippel, E. (1986): Postglaciálny vývoj vegetácie Slovenska. VEDA, SAV Bratislava. 307 s.
- Krippel, E. (1986): Postglaciálny vývoj vegetácie Slovenska. Veda, Slovenská akadémia vied, Bratislava, 312.
- Krolopp, E. and Sümegi, P. (1990): Vorkommen von *Vestia turgida* (Rossmässler, 1836) in den Pleistozänen Sedimenten Ungarns. *Soosiana*, 18, 5-10.
- Kubiena, W. L. (1953a): Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. F. Enke Verlag, Stuttgart, 392 s.
- Kubiena, W. L. (1953b): Zur Methodik der Paläopedologie. *Actes du IV. Congres International du Quaternaire Roma- Pise*, s. 297-305.
- Kubiena, W. L. (1953c): Zur Mikromorphologie, Systematik und Entwicklung der recenten und fossilen Lössböden. *EG* 7, s. 102-112.
- Kukla, J. (1961): Quaternary sedimentation cycle. Survey of Czechoslovak Quaternary. Warszawa, *Czwartozend Europy Środkowej i Wschodniej, Cześć I.*, Prace Inst. Geol. 34. 145-154
- Kukla, J. a Ložek, V. (1958): K problematice výskum jeskynních výplní. *Československý kras*, 12, Praha, s. 19-83.
- Kukla, J. a Ložek, V. (1961): Loesses and Related deposits. *Prace Pol. Inst.* 34, 1, Warszawa, p. 11-28.

- Kuthan, M., Biely, A., Brestenská, E., Brlay, A., Krist, E., Kullman, E., Mazúr, E., (1963): Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000, M-34-XXX, list Nitra. Geofond, Bratislava, 170 s.
- Kuzbach, J. and Guetter, P. J. (1986): The influence of changing orbital parameters and surface boundary conditions on climate simulations for the past 18, 000 years. *Journal of Atmospheric Science*, 43, 1726-1759.
- Kvitkovič, J. (1975): Movement tendencies of the West Carpathians in the Quaternary. *Tectonophysics*, 29, 369–375
- Laval, H., Medus, J. and Roux, M. (1991): Palynological and sedimentological records of Holocene human impact from the Etang de Berre, southeastern France. *The Holocene*, 1, 269-272.
- Lindner, L., Dzierzek, J., Marciniak, B. & Nitychoruk, J. (2003): Outline of Quaternary glaciation in the Tatra Mts.: their development, age and limits. *Geological Quarterly*, 47,3, 269-280.
- Ložek, V. & Cílek, V. (1995): Klimatické zmeny a vývoj krasových sedimentů. *Vesmír*, 74, 1, 16-24.
- Ložek, V. (1963): Interglaciály na Slovensku a jejich význam pro stratigrafii kvartéru. *Geologické práce*, zošit 64, str 77-92, Bratislava.
- Ložek, V. (1964): Eine Lössserie mit roten fossilen Bodenbildungen bei Milanovce im Nitra – Tal., Praha, Sbor. Čs. spol. Zeměp., vol. 65, 1, p. 6-14.
- Ložek, V. (1964): Quartärmollusken der Tchechoslowakei. *Rozpravy ÚÚG*, 31, Praha, 374.
- Ložek, V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei. *Rozpravy Ústředního Ústavu Geologického*, 31, 5–374.
- Ložek, V. (1965): The relationship between the development of soils and fauna in the warm Quaternary phases. *Sbor. geol. věd, Ř. A-Antropozoikum*, 3, Praha, p. 7-33
- Ložek, V. (1973): Příroda ve čtvrtohorách. *Academia Praha*, 372 s.
- Ložek, V. (1999): Malakostratigrafický výzkum pěnovců Bílých Karpat. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1998. Český geologický ústav Praha*, 114-115.
- Ložek, V. (2001): Přirozené změny podnebí. Život se přispůsobil i drastickým výkyvům klimatu. *Vesmír* 80, 146-150.
- Ložek, V. a Vaškovský, I. (1983): Kvartér. In: Andrusov, D. a Samuel, O. (eds.) (1983): *Stratigrafický slovník Západných Karpát*, 1 – A/K. GÚDŠ Bratislava, 440 s.
- Ložek, V., (1973): Příroda ve čtvrtohorách. *Academia*, Praha, 372 s.
- Lukniš, M. (1962): Die Reliefentwicklung der Westkarpaten. *Wissenschaftliche Zeitschrift des M. Luther Universität Halle-Wittenberg*, 11, 1235-1244
- Lukniš, M. (1964): Pozostatky starších povrchov zarovnávania reliéfu československých Karpát. *Geografický časopis*, 16, 3, 289-299
- Lukniš, M. (1973): Reliéf Vysokých Tatier a ich predpolia. *SAV*, Bratislava, 375 s.
- Lukniš, M., Bako, J., Berta, J., Ferienc, O., Feriencová-Masárová, Z., Fusán, O., Futák, J., Hejný, S., Jurko, A., Korbel, L., Kurpelová, M., Mičian, L., Michalko, J., Petrovič, Š., Schmidt, Z., Šimo, E., Vilček, F. a Zaťko, M. (1972): Slovensko – Príroda. *Obzor Bratislava*, 920 s.
- Mack, G. H. and James, W. C. (1994): Paleoclimate and the global distribution of paleosols. *The Journal of Geology* 102, 360-366
- Mack, G. H., James, W. C., Monger, H. C. (1993): Classification of paleosols. *Geol. Soc. Am. Bull.* 105, 129-136
- Maglay, J. (ed.), Pristaš, J., Nagy, A., Fordinál, K., Elečko, M., Buček, S., Havrila, M., Kováčik, M., Hók, J., Kernátsová, J., Baráth, I., Kubeš, P., Kucharič, L., Malík, P., Zuberec, J., Klukanová, A., Ondrášik, M., Čurlík, J. a Šefčík, P. (2004): *Geologická mapa a vysvetlivky - Trnavská pahorkatina 1: 50 000*. MS, Geofond, Bratislava
- Maglay, J., Ábelová, M., Kučera, M. (2008): *Geologická mapa kvartéru Slovenska v mierke 1:500 000 s textovými vysvetlivkami*. Manuscript, Geofond Bratislava, 114 s.
- Magyari, E., Jakab, G., Rudner, E. and Sümegi, P. (1999): Palynological and plant macrofossil data on the Late Pleistocene short-term climatic oscillations in North- Eastern Hungary. *Proceedings 5th EPPC, Acta Paleobotanica*, 2, 491-502.
- Mahel', M. (1951): Tektonika strednej časti Inovca. *Geol. Sbor.* 2, Bratislava, 151-168.
- Mahel', M., Brestenská, E., Buday, T., Čechovič, V., Eliáš, K., Franko, O., Hanáček, J., Kamenický, L., Kullman, E., Kuthan, M., Matějka, A., Mazúr, M., Salaj, J. (1962): Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1: 200 000 M - 34 - XXV list Žilina. Geofond Bratislava, 5-271.
- Mania, D. (1995): The influence of Quaternary climatic development on the Central European mollusc fauna. *Acta zoologica cracoviensia*, 38, 1, Kraków, 17-34.
- Mazúr, E. (1963): Žilinská kotlina a príhlé pohoria (Geomorfológia a kvartér). *SAV*, Bratislava, 184 s.
- Mazúr, E. (1965): Major features of the West Carpathians in Slovakia as a result of young tectonic movements. In Mazúr, E., Stehlík, O., eds. *Geomorphological problems of Carpathians*. SAV, Bratislava, 9-53.
- Mein, P. (1975): Résultats du group de travail des Vertébrés. Report on activity of the R.C.M.N.S working groups Bratislava, 79-81.

- Mihaliková, A. a Šimová, M. (1989): Geochémia a petrológia vrchnomiocénnych a pliocénno-pleistocénnych bazaltov Stredného a južného Slovenska. Západ. Karpaty, Sér. Petrogr. Bratislava.
- Michalík, J., Vass, D., Hudáčková, N., Kováčová, M., Lintnerová, O., Reháková, D., Soták, J., Schlögl, J., Aubrecht, R., Vozárová, A., Sliva, L., Lexa, J., Konečný, V., Túnyi, I., Potfaj, M. (2007): Stratigrafická príručka. Slovenská stratigrafická terminológia, stratigrafická klasifikácia a postupy. VEDA SAV Bratislava, ISBN 978-80-22409797, 168s.
- Moravcová, M. (in press): Paleoeologické a paleoklimatické interpretácie na základe izotopovej analýzy $^{18}O/^{16}O$ a $^{13}C/^{12}C$ skloviny druhov Rangifer tarandus, Equus sp. A Ursus sp. z lok. Balcarka (Moravský kras, Česká republika).
- Musil, R. (1980): Fázovité vymírání savců v pleistocénu.- Scripta Facultatis scientiarum naturalium Universitatis Purkynianae Brunensis, 10/7, Brno, 351-353.
- Musil, R. (1985): Palaeobiography of Terrestrial Communities in Europe during the Last Glacial. Sborník Národního muzea v Praze, 41 B/1-2, Praha, 84.
- Musil, R. (1997a): Klimatická konfrontace terestrických a marinních pleistocenních sedimentů. (Climatic comparison of terrestrial and marine Pleistocene sediments). Dynamika vztahů marinního a kontinentálního prostředí, Brno, 93-167.
- Musil, R. (1999): Životní prostředí v posledním glaciálu na území Moravy. Acta Musei Moraviae, LXXXIV, 161-186.
- Musil, R. (2000): Natural environment. Anthropologie 38/3, Brno, 307-310.
- Musil, R. (2003): The Middle and Upper Palaeolithic Game Suite in Central and Southeastern Europe. In: Andel, T. H. and William, D. (Eds.): Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation: archaeological results of the Stage 3 Project. Mc. Donald Institute Monographs, Cambridge, 167-190.
- Musil, R. (2005): Klima v posledním glaciálu. The Climate of the Last Glacial. Acta Musei Moraviae, Sci. geol., Brno, XC, 223-246.
- Nádor, A., Thamóné, B. E., Magyari Á., Babinszki, E., Dudko, A. & Tóth, Z. (2005): Neotektonika és klímaváltozás együttes a Körös-medence kési-pleisztocén vízhálózatfejlődésére. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi jelentése 2005, 131-148.
- Nagy, A., Maglay, J., Fordinál, K., Hók, J., Konečný, V. (2004): Geologická mapa 1:200 000 list 45, Nitra a textové vysvetlivky. MS, Geofond, Bratislava.
- Nemčok, A. (1957): Vplyv geologických štruktúr na morfológický vývoj údolia Hrona. Geol. Sbor. 8/2, Bratislava, 194-203.
- Nettleton, W.D., Olson, C.G., Wysocki, D.A. (2000): Paleosol classification: Problems and solutions. Catena 41, 61-92.
- North American Commission on Stratigraphic Nomenclature (2005): North American Stratigraphic Code. American Association of Petroleum geologist Bulletin, vol. 89, no. 11, 1547-1591.
- Nosek, M. (1972): Metody v klimatologii. Academia, Praha. not, vert, similar 2.76 Ga Mt. Roe 2 paleosol, Western Australia: Part 3. Geochemica et Cosmochemica Acta, vol. 66, no. 21, 3707-3718.
- Pandit M. K., de Wall, H., Chauhan, N. K. (2008): Paleosol at the Archean-Proterozoic contact in NW India revisited: Evidence for oxidizing conditions during paleoweathering? J. Earth Syst. Sci. 117, No. 3, 201-209
- Papp, A. (1953): Die Molluskenfauna des Pannon im Wiener Becken. Mitt. Geol. Gesel. (Wien), 44, (1951), 85-222.
- Pécsi, M. (1993): Quaternary and loess research. Hungarian, Akademic Press, Budapest, 375.
- Penck, A. and Brückner, E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig, Vol. 1-3, pp. 1159
- Planderová, E. (1990): Miocene micloflora of Slovak Central Paratethys and its biostratigraphical significance. Bratislava, GÚDŠ, 144 s.
- Pokorný, P. & Růžicková, E. (2000): Changing environments during the Younger Dryas climatic deterioration: correlation of aolian and lacustrine deposits in southern Czech republic. Geolines 11, 89-92.
- Prasad, N. and Roscoe, S.M. (1996): Evidence for anoxic to oxic atmospheric change during 2.45 – 2.22 Ga from lower and upper sub-Huronian paleosols. Catena, 27, 105-121.
- Pristaš, J. (ed.), Elečko, M., Maglay, J., Fordinál, K., Šimon, L., Gross, P., Polák, M., Havrila, M., Ivanička, J., Határ, J., Vozár, J., Mello, J. a Nagy, A. (2000): Geologická mapa Podunajskej nížiny - Nitrianskej pahorkatiny 1: 50 000. MŽP SR – ŠGÚDŠ, Bratislava.
- Pulec, M., 1976: Závěrečná správa z vrtu OH-1 (Hladovka - Oravská kotlina). Manuskript, Geofond, Bratislava.
- Putschkov, P. V. (1997): Were the mammoths killed by the warming? (Testing of the climatic versions of Wurm extinctions). Vestnik Zoologii, 4-81.
- Renssen, H. and Isarin, R. F. B. (2001): The two major warming phases of the last deglaciation at ~14.7 and ~11.5 kyr cal BP in Europe: climate reconstructions and AGCM experiments. Global and Planetary Change, 30, 117-154.

- Retallack, G. (1997): Early Forest Soils and Their Role in Devonian Global Change. *Science* 276, 583-585
- Retallack, G. J. (2001): *Soils of the Past: An Introduction to Paleopedology*. ISBN 0-632- 05376-3, Blackwell Science Ltd., Oxford, 2nd edition, pp. 404
- Retallack, G. J. (2003): Soils and Global Change in the Carbon Cycle over Geological Time. In: *Treatise on Geochemistry, Volume 5.*, Editor: James I. Drever. Executive Editors: Heinrich D. Holland and Karl K. Turekian. pp. 605. ISBN 0-08-043751-6. Elsevier, 2003., p.581-605.
- Retallack, G., Metzger, Ch. A., Greaver, T., Jahren, A. H., Smith, R. M. H., Sheldon, N. D. (2006): Middle-Late Permian mass extinction on land. *GSA Bulletin*, v. 118, no. 11/12, 1398-1411.
- Retallack, G.J. (1998): Core concepts of paleopedology. *Quaternary International* 51/52, 203-212
- Reuter, G. (2000): A logical system of paleopedological terms. *Catena* 41, 93-109.
- Richmond, G. M. and Frye, J. C. (1957): Note – 19 Status of Soils in Stratigraphy Nomenclature. *The Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*. 41, 4, 758 -763.
- Roberts, N. and Wright, H. E. Jr. (1993): Vegetational, lake-level and climatic history of the Near East and southwest Asia. In: Wright, H.E. (Ed.): *Global climates since the last glacial maximum*. Univ. of Minnesota Press, 194-220.
- Rousseau, D. D. (1991): Climatic transfer function quaternary molluscs in European loess deposits. *Quaternary Research*, 36, 195-209.
- Rudinec, R. a Čverčko, J. (1970): Výsledky štruktúrneho a čiastočne pionierskeho prieskumu v podivhorlatskej oblasti so zreteľom na prieskum živíc. Manuskript, Geofond, Bratislava.
- Rybíček, K. & Rybníčková, E. (2009): Precultural vegetation in the western foothills of the Kremnické vrchy Mts in central Slovakia and transformation by man. *Preslia* 81, 423- 437.
- Rye, R. and Holland, H. D. (1998): Paleosols and the evolution of atmospheric oxygen: A critical review. *American Journal of Science* 298, 621-672.
- Scott, A. E. (Ed.) (2006): *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. Hardbound, 4 volumes, 180 + 3365 pages. ISBN vol. 1 978-0-444-51920- 7; vol. 2 978-0-444-51921-4; vol. 3 978-0-44-51922-1; vol. 4 978-0-444-51923-8; set 978-0-44-51919-1.
- Semmel, A. (1964): Junge Schuttdecken in hessischen Mittelgeb. *Notizbl. Hess. L.-Amt f. Bodenforsch.*, 92, s. 275-285.
- Semmel, A. (1968): Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen. *Frankfurter geogr.. Hefte*, 45, 133 s.
- Seppä, H. & Birks, H. J. B. (2001): July mean temperature and annual precipitation trends during the Holocene in the Fennoscandian tree-line area: pollen-based climate reconstruction. *The Holocene*, 11, 5, 527-539.
- Severinghaus, J. P. and Brook, E. J. (1999): Abrupt climate change at the end of the last glacial period inferred from trapped air in polar ice. *Science*, 286, 930-934.
- Sheldon, N. D. (2006a): Abrupt chemical weathering increase across the Permian-Triassic boundary. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 231, 315-321.
- Sheldon, N. D. (2006b): Precambrian paleosols and atmospheric CO₂ level. *Precambrian R.* 147, 1 – 2, 148-155.
- Sheldon, N. D. and Tabor, N.J. (2008): Quantitative paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction using paleosols. *Earth-Science Reviews* 95, 1-2, 1-52.
- Schmidt, I. and Schmidt, R. (1972): Periglaziale Decken und periglaziale Raumtypen in der östlichen Oberlausitz. *Pet. Geogr. Mitt.*, 116, Heft 4, s. 225-266.
- Schmidt, Z. a Harčár, J. (1985): Geológia spraší Hronskej pahorkatiny. *Západné Karpaty, sér. geológia* 10, GÚDŠ Bratislava, s. 109-172.
- Schröder, H. and Friedler, H. J. (1977a): Beitrag zur Kenntnis der periglazialen Deckschichten des östlichen Harzes. *Zeitschrift f. geol. Wiss. Berlin*, s. 51-81.
- Schröder, H. and Friedler, H. J. (1977b): Beitrag zur Kenntnis der periglazialen Deckschichten des östlichen Harzes. Teil 2, *Zeitschrift f. geol. Wiss. Berlin*, s. 1083-1004.
- Sifeddine, A., Bertrand, P., Lallier-Vergès, E. & Patience, A.J. (1996): Lacustrine organic fluxes and palaeoclimatic variations during the last 15 ka: Lac du Bouchet (Massif Central, France). *Quaternary Science reviews*, 15, 203-211.
- Smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady z 23. októbra 2000 ustanovujúca rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky.
- Smolíková, L. (1990): Problematika paleopedologie. *Regionální paleopedologie. Zákonitostí půdního vývoje v kvartéru*. In: Němeček, J., Smolíková, L. & Kuřílek, M. (1990): *Pedologie a paleopedologie*. ISBN 80-200-0153-0, 552 s.
- Soil Survey Staff, 2006: *Keys to Soil Taxonomy*. 10th edition, USDA-NRCS, ISBN 1410224740, pp. 341.
- Starkel, L. (1991): Environmental changes at the Younger Dryas - Preboreal Transition and during the early Holocene: some distinctive aspects in central Europe. *The Holocene*, 1, 234-242.

- Stewart, J., and Lister, A. (2001): Cryptic northern refugia and the origins of the modern biota. *Trends in Ecology and Evolution*, 16, 608-613.
- Stieber, J. (1967): Hungarian Upper Pleistocene vegetation history based on the macrocharcoal results (until 1957). *Földtani Közlöny* 97, 308–316.
- Stuart, A. J and Lister, A. M. (2007): Patterns of Late Quaternary megafaunal extinctions in Europe and northern Asia. *Courier Forschungs institut Senckenberg*, 259, 287-297.
- Sümeghi, P. & Krolopp, E. (2000): Quaternary-Malacological Analyses for Modeling of the Upper Weichselian Palaeoenvironmental Changes in the Carpathian Basin. *GeoLines*, 11, 139-141.
- Sümeği, P. (1996): Az ÉK-magyarországi löszterületek összehasonlító paleoökológiai és sztratigráfiai értékelése. Kandidátusi értekezés, Debrecen, 120.
- Sümeği, P. (1999): Reconstruction of Flora, Soil and Landscape Evolution, and Human Impact on the Bereg Plain from Late-Glacial up to the Present, Based on Palaeoecological Analysis. In: Hamar, J. and Sárkány-Kiss, A. (Eds.): *The Upper Tisza Valley. Tiscia Monograph Series*, Szeged, 173–204.
- Sümeği, P. and Hertelendi, E. (1998): Reconstruction of microenvironmental changes in Kopasz Hill loess area at Tokaj (Hungary) between 15,000 – 70,000 BP years. *Radiocarbon* 40, Hungarian national Museum, Museum of Samogy Country, Archeocomp Association Budapest, 855-863.
- Sümeği, P. and Kertész, R. (1998): Ablak az idire. Ember és környezet kapcsolata a Kárpátmedencében az iditudományok tükrében. *Szolnoki Tudományos Közlemények* 1, 66-69.
- Sümeği, P. and Kertész, R. (2001): Palaeogeographic Characteristics of the Carpathian Basin – an Ecological Trap During the Early Neolithic? In: Kertész, R. and Makkay, J. (Eds.): *From the Mesolithic to the Neolithic. Proceedings of the International Archaeological Conference held in the Damjanich Museum of Szolnok, September 22–27, Budapest, Archaeolingua*, 405–415.
- Sümeği, P. and Krolopp, E. (2000): Palaeoecological conditions of the Carpathian Basin during an climatic event of the Upper Weichselian. Part I. *Soosiana*, 25-49.
- Sümeği, P. and Krolopp, E. (2002): Quaternary malacological analyses for modeling of the Upper Weichselian palaeoenvironmental changes in the Carpathian Basin. *Quaternary International*, 91, 11, 53-63.
- Sümeği, P., Kertész, R. and Hertelendi, E. (2002): Environmental Change and Human Adaptation in the Carpathian Basin at the Late Glacial/Postglacial Transition. In: Jerem, E. and T. Biró, K. (eds.): *Archaeometry 98: Proceedings of the 31st Symposium. Budapest, April 26– May 3. 1998. BAR International Series 1043 (I) – Archaeolingua Central European Series 1*, 171–177.
- Sümeği, P., Magyar, E., Daniel P., Hertelendi, E. and Rudner, E. (1999): Reconstruction of the Quaternary evolution of the Fehér-lake at Karoskút (Hungary). *Földtani Közlöny* 129, 479-519.
- Svoboda, J. (2009): *Utajené dějiny podnebí. Řídilo počasí dějiny lidstva?* Praha, ISBN 978-80-73097-99-8.
- Svoboda, J., Havlíček, P., Ložek, V., Macoun, J., Musil, R., Přichystal, A., Svobodová, H. a Vlček, E. (2002): *Paleolit Moravy a Slezska. 2. aktualizované vydání*, Archeologický ústav Akademie věd ČR, Brno, 303.
- Svobodová, H., Soukupová, L. and Reille, M. (2001): Diversified development of mountain mires, Bohemian Forest, Central Europe, in the last 13,000 years. *Quaternary International*, 91, 1, 123-135.
- Szőör, G., Sümeği, P. & Hertelendi, E. (1991): Malacological and isotope geochemical methods for tracing upper Quaternary climatic changes in Pécsi. M. *Studies in geography in Hungary Budapest, Geographical Research Inst. Hungarian Acad.Sci.*, 61-73.
- Šajgalík, J. a Modlitba, I. (1983): *Spraše Podunajskej nížiny a ich vlastnosti*. VEDA Bratislava, 242 s.
- Šály, R. (1986): *Svahoviny a pôdy Západných Karpát*. VEDA Bratislava, 200 s.
- Šály, R., a Šurina, B. (2002): *Pôdy (M=1:500 000)*. In: *Atlas krajiny Slovenskej republiky – Landscape Atlas of the Slovak Republic – IV. Prvotná krajinná štruktúra*, s. 106-107, 1.vyd., ISBN 80-88833-27-2, MŽP SR Bratislava, 344 s.
- Šarinová, K. (2004): Petrografická analýza červených sedimentov spodného kvartéru Nitrianskej a Trnavskej pahorkatiny a Trenčianskej kotliny. Dizertačná práca, Manuskript, Archív Katedry mineralógie a petrológie PriF UK, Bratislava.
- Turner, C. and Hannon, G. E. (1988): Vegetational evidence for late Quaternary climate changes in SW Europe. *Philosophical transactions of the Royal Society of London*, 451-485.
- Tzedakis, P. C. (1993): Long-term tree populations in northwest Greece through multiple Quaternary climatic cycles. *Nature*, 364, 437-40.
- Van Andel, T. H and Davies, W. (Ed.) (2003): *Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glacial glaciation*. McDonalds institute monographs, Cambridge, 265.
- Vass, D. & Elečko, M. (eds.), Bezák, V., Bodnár, J., Pristaš, J., Konečný, V., Lexa, J., Molák, B., Straka, P., Stankovič, J., Stolár, M., Škvarka, L., Vozár, J. a Vozárová, A. (1992): *Vysvetlivky ku geologickej mape Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny 1: 50 000*. GÚDŠ, Bratislava, 196 s.
- Vass, D. & Kraus, I. (1985): Dvojaký vek bazaltov na južnom Slovensku a ich vzťah k poľtárskemu súvrstviu. *Mineralia slovacae* 17/5, Bratislava, 435-440.

- Vass, D. (1989): Alpine Molase basins as a mirror of genesis and development of block structure in the West Carpathians. *Z. geol. Wiss.* 17/9, Berlin, 879-885.
- Vass, D. (2002): Litostratigrafia Západ. Karpát - sedimentárny neogén a budínsky paleogén. ŠGÚDŠ, Bratislava, 7-202.
- Vass, D. a Čverčko, J. (1985): Litostratigrafické jednotky neogénu Východoslovenskej nížiny. *Geol. Práce, Spr.* 82, Bratislava, 111-126.
- Vass, D., Pagáč, P., Fejdiová, O., Planderová, E. a Nagy, A. (1992): Neskorý neogén na západnom okraji podunajskej panvy. *Západ. Karpaty. Sér. Geol.* 16, Bratislava, 85-88.
- Vaškovská, E. (1986): Loess sediments and fossil soils (Loess-soil provinces, subprovinces) of Slovakia. *Regionálna geológia Západných Karpát, Správy* 21, 139-150.
- Vaškovský, I. (1977): Kvärtér Slovenska. GÚDŠ Bratislava, 247 s.
- Vaškovský, I. (1979): Paleogeografické mapy Slovenska, Kvärtér, 1: 1 250 000, Bratislava GÚDŠ, 35 p.
- Velichko, A. (1989): Golotsen kak element obshcheplanetarnogo prirodnoho protsessu. *Paleoklimaty pozdnelednikov'ya i golotsena (Holocene as an Element of the Universal Planetary Natural Process: Late Glaciation and Holocene Paleoclimates)*, Moscow, Nauka, 5-12.
- Velichko, A. A. (1993): Evolution of Landscapes and Climates of Northern Eurasia. Late Pleistocene-Holocene elements of prognosis. Volume 2, Moscow 'Nauke'.
- Volkova, V. S., Bachareva, V. A. & Levina, T. P. (1989): Rastiteľnosť i klimat golocena zapadnoy Sibiri. In: Chotinskij N. A. (edit): *Paleoklimaty pozdnelednikovja i golocena*. Akademia nauk SSR, Institut geografii, 90-95.
- Watts, W.A., Allen, J. R. M. and Huntley, B. (1996): Vegetation history and palaeoclimate of the last glacial period at Lago Grande di Monticchio, Southern Italy. *Quaternary Science Review*, 5, 133-153.
- Weipert, D. (1960): Zur Gliederung, Bildung und Alterstellung des Kalksteinschutts am Trauf der westl. Schwäb. Alb. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, XI, s. 24-30.
- Willis, K. J., Rudner, E. and Sümegi, P. (2000): The full-glacial forests of central and southeastern Europe. *Quaternary Research* 53, 203-213.
- Willis, K.J., Bennett, K.D. and Birks, H.J.B. (1998): Late Quaternary dynamics of pines in Europe. In: Richardson, D. M. (Eds.): *Ecology and biogeography of Pinus*. Cambridge university press, Cambridge, 107-121.
- Willis, K.J., Braun, M., Sümegi, P. and Toth, A. (1997): Does soil development cause vegetation change or vice versa? A temporal perspective from Hungary. *Ecology*, 78, 3, 740-750.
- Willis, K.J., Sümegi, P., Braun, M. and Tóth, A. (1995): The late quaternary environmental history of Bátorliget, N.E. Hungary. *Palaeoclimatology, Palaeoecology, Palaeogeography*, 118, 25-47.
- www.esd.ornl.gov/projects/qen/nercEUROPE.html
- www.quaternary.stratigraphy.org.uk/correlation/chart.html
- www.trivis.info/view.php?cisloclanku=2005091101.
- Wysocki, D. A., Schoeneberger, P. J. and LaGarry, H. E. (2005): Soil Surveys: A window to the subsurface. *Geoderma* 126, 167-180.
- Yaalon D. H. (Ed.) (1971): *Paleopedology: Origin, Nature and Dating of Paleosols*. ISSS and the Israel University Press, Jerusalem, pp. 360.
- Yamaguchi, K. E., Johnson, C. M., Beard, B. L., Beukes, N. J., Gurtmer, J., Ohmoto, H. (2007): Isotopic evidence for iron mobilization during Paleoproterozoic laterization of the Hekpoort paleosol profile from Gaborone, Botswana. *Earth and Planetary Science Letters* 256, 577-587.
- Yang, W., Holland, H. D. (2003): The Hekpoort paleosol profile in strata 1 at Gaborone, Botswana: Soil formation during the Great oxidation event. *American Journal of Science* 303, 187-220.63.

2. ZHODNOTENIE ZMIEN VÝDATNOSTI PRAMEŇOV A HLADÍN PODZEMNEJ VODY V POZOROVACÍCH OBJEKTOCH ŠTÁTNEJ HYDROLOGICKEJ SIETE

POSÚDENIE MOŽNÉHO DOPADU KLIMATICKÝCH ZMIEN
NA PODZEMNÉ VODY DO ROKU 2009

Eugen Kullman¹

¹ Slovenský hydrometeorologický ústav, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava
eugen.kullman@shmu.sk

2.1. PREDSLOV

Cieľom tejto časti riešenia projektu bolo zhodnotiť zmeny výdatností prameňov a hladín podzemnej vody na základe údajov nameraných na vybraných pozorovacích objektoch štátnej hydrologickej siete podzemných vôd za celé obdobie ich pozorovania až do roku 2009 a posúdiť plošne pre územie Slovenska možný dopad klimatických zmien na podzemné vody do roku 2009 v porovnaní s vopred stanoveným referenčným obdobím.

2.2. ÚVOD

Z výsledkov zhruba 50 – 60 ročných hydrogeologických výskumov a prieskumov boli pre územie Slovenska stanovené využiteľné množstvá podzemných vôd v hodnote približne 77 000 l.s⁻¹ (Vodohospodárska bilancia SR, Vodohospodárska bilancia množstva podzemnej vody za rok 2009, SHMÚ 2010). Tieto publikované množstvá podzemných vôd predstavujú základnú ponuku pre vodné hospodárstvo, primárny zdroj pitných vôd a tvoria vstupný údaj pri spracovávaní aktuálnych a výhľadových vodohospodárskych bilancií podzemných vôd, vodohospodárske plánovanie a pre hodnotenie kvantitatívneho stavu útvarov podzemných vôd v súlade so Smernicou 2000/60/EK Európskeho parlamentu a rady z 23. októbra 2000 ustanovujúcu rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky. Hodnotenie disponibilného potenciálu podzemných vôd (využiteľných množstiev podzemných vôd) na národnej úrovni vychádza najmä z výsledkov hydrogeologických výskumov a prieskumov a terénnych meraní realizovaných najmä do roku 1985 – 1990. Využiteľné množstvá podzemných vôd, s výnimkou využiteľných množstiev podzemných vôd odsúhlasovaných každoročne formou protokolu Komisiou pre schvaľovanie množstiev podzemných vôd pri MŽP SR, sa aj pre súčasnosť akceptujú v takom množstve, v akom boli k príslušnému obdobiu realizácie výskumu / prieskumu vyčíslené. Ich aktuálne publikované hodnoty preto v plnej miere nezohľadňujú medziročne sa meniaci súbor aspektov pozitívne, alebo negatívne ovplyvňujúcich ich kvantitatívne hodnotenie z minulosti. Je reálny predpoklad, že hodnoty využiteľných množstiev podzemných vôd, vyčíslené v minulosti, môžu byť dlhodobou zmenou jedného, alebo viacerých faktorov vplyvujúcich na zrážkovo odtokové pomery územia v súčasnosti, ovplyvnené.

Jedným z možných faktorov ovplyvňujúcich historicky stanovené kvantitatívne množstvá podzemných vôd na Slovensku (a nepriamo s ohľadom na možnú redukciu riediaceho média i kvalitatívne parametre podzemných vôd) sú práve globálne klimatické zmeny. Otázka hodnotenia miery ich vplyvu a dopadu na zdroje a zásoby podzemných vôd nielen na Slovensku, ale v celosvetovom kontexte podlieha najmä v posledných rokoch širokej medzinárodnej diskusii. Na uvedenú problematiku sú orientované i rozsiahle medzinárodné a národné projekty, vedecké štúdie a výskumné práce.

Z uvedeného dôvodu sa už od roku 1992 začala aj na Slovensku, na národnej úrovni, venovať zvýšená pozornosť posúdeniu existencie a kvantifikácie vplyvu možných klimatických zmien na podzemné vody. Vytváral sa tak postupne podklad pre definovanie rámcových postupov na prípadnú zmenu (prehodnotenie) v minulosti vyčíslených využiteľných množstiev podzemných vôd na Slovensku práve v dôsledku možného vplyvu klimatických zmien. V prevažnej miere sa pre tieto účely využívali, ako podkladové dáta, výsledky základných meraní z antropogénne neovplyvnených pozorovacích objektov štátnej hydrologickej siete podzemných vôd. Zabezpečujú totiž jedinečné a najrozsiahlejšie časové rady meraní podzemných vôd, umožňujúce analyzovať krátkodobé, alebo dlhodobé zmeny vo výdatnostiach prameňov, alebo v hladinách podzemnej vody za obdobie pozorovania. Umožňujú tiež určiť predpokladaný nástup vplyvu klimatických zmien a vzájomne porovnávať priebehy a základné štatistické parametre vopred účelovo zvolených časových radov

meraní na jednotlivých monitorovaných objektoch a výsledky z nich následne bodovo, alebo plošne interpretovať. Jednalo sa postupne najmä o práce:

Chalupka, J. – Kullman, E. st. 1992: *Príspevok k posúdeniu existencie trvalého poklesu výdatnosti zdrojov podzemných vôd vplyvom klimatických faktorov. Zborník prác zo sympózia „Využívanie podzemných vôd vo vzťahu k ekológii“. Rajecké Teplice.*

PHARE Projekt EU/95/WAT/31, 1997 „*Prehodenie zdrojov podzemných vôd Slovenska*

Kullman, E. st., Kullman E. ml, 1998: *Hodnotenie zmien režimu podzemných vôd do roku 1997 a 1998 na území Slovenska*

Kullman, E. st., Kullman E. ml, Patschová A., 2002: *Hodnotenie zmien hydrologického režimu podzemných vôd v pohoriach Slovenska od začiatku pozorovania do roku 2000 s kvantifikáciou ich dopadu na dokumentované zdroje podzemných vôd*

Kullman, E. st., Kullman E. ml, 2003: *Prehodenie zmien zdrojov podzemných vôd v pohoriach a zásob podzemných vôd v nížinách a kotlinách Slovenska v období 1981 – 2000 ako odraz vplyvu klimatických zmien.*

Predložená správa priamo nadväzuje na uvedené štúdie, s cieľom aktualizovať hodnotenie podzemných vôd na základe dostupných údajov nameraných zo štátnej hydrologickej siete podzemných vôd (prameňov a sond) do roku 2010 (t.j. s využitím údajov z jednotlivých pozorovacích objektov od začiatku pozorovania na nich po ukončení hydrologický rok 2009). Využíva osvedčený, základný metodický postup vzájomného porovnávania meraní z vopred zvolených časových úsekov (päťročia, desaťročia a pod.) k meraniam z referenčného obdobia pričom toto porovnanie sa vykonáva samostatne na jednotlivých vybraných pozorovacích objektoch štátnej hydrologickej siete podzemných vôd.

Jedným z kľúčových vstupov pre celkové hodnotenie možného vplyvu klimatických zmien je stanovenie referenčného obdobia. Napriek skutočnosti, že na Slovensku je pozorovaných viac ako 1500 objektov podzemných vôd, merania podzemných vôd vykazujú (z pohľadu hodnotenia vplyvu možných klimatických zmien) relatívne krátke časové rady (napríklad začiatky meraní u prameňov sa datujú rokmi 1957 – 1959). Nebolo preto možné stanovenie referenčného obdobia pre hodnotenie klimatických zmien na podzemné vody na Slovensku vykonať len na základe analýzy údajov z meraní na pozorovacích objektoch podzemných vôd. Potrebné bolo v maximálnej miere využiť a analyzovať výrazne dlhšie časové rady klimatických údajov resp. hydrologických údajov na povrchových tokoch, alebo merania podzemných vôd v Českej republike na výrazne dlhšie pozorovanom objekte (vrt V-12, Banín, Svitavy, pozorovaný od roku 1901). Na základe analýz a záverov M. Lapin a P. Faško (1996), O. Majerčáková a P. Šedík (1994), Majerčáková, 1994 a ďalších, publikovaných v záverečnej správe projektu PHARE EU/95/WAT/31 možno konštatovať, že obdobie do roku 1980 je možné považovať za reprezentatívne, bez významných klimatických zmien. Tieto tvrdenia podporujú i údaje z meraní na vrte V-12 Banín a spracovaná súčtová čiara meraní. Namerané hladiny podzemnej vody z uvedenej sondy potvrdzujú, že rozdiely meraní období 1901 – 1960 a 1961 – 1980 sú z dlhodobého hľadiska minimálne a bez výrazných odchýliek.

S ohľadom na uvedené skutočnosti sme za referenčné obdobie v našej práci, podobne ako v predchádzajúcich prácach hodnotiacich danú problematiku, zvolili obdobie meraní na pozorovacích objektoch podzemných vôd do roku 1980. Výhodou tohto postupu je i možnosť vzájomného porovnania súčasných výsledkov so závermi a výstupmi publikovanými v minulosti.

2.3. ANALÝZA VPLYVU KLIMATICKÝCH ZMIEN NA ZDROJE PODZEMNÝCH VÔD NA ZÁKLADE VÝSLEDKOV HODNOTENIA MERANÍ NA PRAMEŇOCH

Postup hodnotenia vplyvu klimatických zmien na zdroje podzemných vôd je založený na hodnotení dlhodobých radoch priemerných ročných výdatností antropogénne neovplyvnených prameňov situovaných do pohorí a pahorkatín Slovenska, alebo na styku pohorí s paleogénnymi alebo kvartérnymi sedimentmi kotlin a nížin, pričom pramene predstavujú výlučne odvodňovanie podzemných vôd z pohorí resp. pahorkatín. Pozorované pramene vybraté pre hodnotenie, predstavujú dlhodobé merané objekty štátnej hydrologickej siete podzemných vôd, ktoré boli pred začlenením do hodnotenia podrobené viacstupňovému posúdeniu s ohľadom na technické parametre merných objektov, dĺžku pozorovacích radov a elimináciu antropogénnych vplyvov na ich režim, využívajúc najmä dostupné údaje a informácie o polohe využívaných zdrojov podzemných vôd na území Slovenska.

Primárnym vstupným súborom (zoznamom) monitorovaných prameňov bola katalógová databáza prameňov so začiatkom monitorovania pred rokom 1980 a s neprerušenou dĺžkou pozorovaní do roku 2009. Cieľom bolo disponovať, v maximálnej miere, ucelenými a neprerušenými radmi meraní s dĺžkou pozorovania presahujúcou minimálne 30 ročné obdobie. Základným vstupným súborom bolo 357 prameňov spĺňajúcich toto prvé kritérium. Jednotlivé pozorovacie objekty boli následne posudzované z hľadiska úplnosti ich pozorovacích radov, s ohľadom na technický stav merných

objektov a zariadení, ako aj s ohľadom na prevádzkové záznamy technických kariet jednotlivých merných objektov, výskytu krátkodobých prerušení, evidencii opráv a údržby objektov. 125 objektov z 357 objektov prvotného výberu spĺňovalo nastavené kritéria požadujúce, aby meraný prameň nemal v priebehu celého pozorovania taký zásah do technického stavu objektu, ktorý by mohol výrazne porušiť homogenitu radu meraní s ohľadom na uvedené kritériá. Jednalo sa teda o ucelené rady pozorovaní od začiatku ich merania (muselo byť pred rokom 1980) do roku 2009, s referenčným obdobím končiacim jednotne rokom 1980. Vybraných 125 pozorovacích objektov (prameňov) s odpovedajúcou dĺžkou pozorovania a akceptovateľných technických parametroch po celú dobu merania bolo následne zobrazených na mape spolu s údajmi o polohe a veľkosti evidovaných odberov podzemných vôd presahujúcich odberom 1250 m³ za mesiac. Expertným posúdením bolo z nich vybraných **98 prameňov** u ktorých možno deklarovať minimálny predpoklad ich ovplyvnenia exploataciou podzemných vôd. Pramene boli následne pričlenené, pre jednu časť spracovania, k príslušným geomorfologickým celkom v súlade s platnou regionalizáciou (Regionálne geomorfologické členenie Mazúr, Lukniš 1980).

Tabuľka č. 1 dokumentuje konečný výber objektov (prameňov) pre hodnotenie možného vplyvu klimatických zmien na zdroje podzemných vôd v pohoriach do roku 2009 a dĺžky ich meraných referenčných období do roku 1980. Jedná sa o hodnotenie prameňov v 36 morfológických celkoch, pričom najväčšie zastúpenie objektov majú Považský Inovec, Veľká Fatra, Nízke Tatry, Slovenský raj a Slovenský kras. Najdlhšie pozorovacie rady majú objekty č. 1063 Handlová, prameň Pekelňa (pozorovaný od roku 1956), objekt č. 1821 Slánska Huta, prameň Dolinky (1956) a objekt č. 1901 Gemerská Hôrka, prameň Malá Studnička (1958). V priemere sa ale pozorovacie rady hodnotených prameňov pohybujú v rozmedzí od rokov 1972 až 1978 do roku 2009.

Základné zhodnotenie a číselné vyjadrenie hodnotenia vplyvov klimatických zmien na režim prameňov podáva tabuľka č. 2. V tabuľke sú pre presnejšie ocenenie vplyvu klimatických zmien na vodnosť prameňov spracované samostatne jednotlivé hodnotenia:

- a) po jednotlivých pentádach 1981-85, 1986-90, 1991-95, 1996-2000, 2001-2005 a neúplná pentáda 2006-2009,
- b) po jednotlivých dekádach 1981-90, 1991-2000 a neúplná dekáda 2001-2009,
- c) za obdobia 1981-2000 a 1981- 2009.

Štruktúra tabuľky bola spracovaná tak, aby prehľadne poskytovala získané výsledky. Prvé stĺpce tabuľky dokumentujú jednak začlenenie hodnotených prameňov do jednotlivých geomorfologických celkov, indikujú číslo stanice, lokalitu a názov prameňa. Následne bola stanovená dlhodobá priemerná ročná výdatnosť hodnoteného prameňa za referenčné obdobie (od začiatku pozorovania prameňa do roku 1980 (referenčná hodnota)). Ďalšie stĺpce určujú dlhodobé priemerné ročné výdatnosti po roku 1980 za jednotlivé hodnotené pentády, dekády pod. v l.s⁻¹ a zmenu vyčíslenej výdatnosti vo vzťahu k výdatnosti za referenčné obdobie v percentách.

Spracovanie výsledkov hodnotenia prameňov formou súčtových čiar ich priemerných ročných výdatností predstavuje veľmi vhodný grafický spôsob zobrazenia a analýzu dlhodobých zmien výdatností prameňov. Umožňujú vizuálne posúdiť či v priebehu hodnoteného obdobia došlo k významnejším zmenám v režime podzemných vôd a zároveň určiť termín začiatku (resp. konca) týchto zmien. Analýza zobrazených informácií, bodov súčtovej čiary, je založená na skutočnosti, že v priebehu celého obdobia pozorovania bez prípadného vplyvu antropogénnych faktorov (ktoré sme sa snažili vylúčiť výberom vhodných pozorovacích objektov) a významnejších zmien klimatických parametrov, by mali byť hodnoty priemerných ročných výdatností prameňov vôd bez významných anomálií a body súčtovej čiary by mali približne kopírovať priamkový – lineárny priebeh. Každá významnejšia zmena režimu spôsobí odchylenie od tohto predpokladaného lineárneho trendu. Medziročný nárast tohto odchylenia dokumentuje pokračovanie vplyvu, ustálenie medziročného nárastu tejto odchýlky znamená, že došlo k ustáleniu poklesu (resp. nárastu) výdatností prameňa, pričom tieto zmeny neboli v dôsledku technického stavu merného objektu alebo v dôsledku antropogénnych vplyvov (odbermi podzemných vôd).

INTERPRETÁCIA VÝSLEDKOV

NUMERICKÉ HODNOTENIE

Je prehľadne spracované v už spomenutej tabuľke č. 2 a tabuľke č. 3. Údaje v tabuľke č. 3 sú len upraveným a doplneným výstupom hodnotenia z tabuľky č. 2. Uvádzajú pre jednotlivé geomorfologické celky minimálnu, priemernú a maximálnu hodnotu vyčíslených zmien výdatností jednotlivých prameňov (prislúchajúcich k danému geomorfologickému celku) v percentách pre dané hodnotené obdobie vo vzťahu k referenčnému obdobiu do roku 1980. Hodnota percentuálnej zmeny výdatností prameňov daného obdobia vo vzťahu k referenčnému obdobiu bola stanovená z dôvodu eliminácie

možnej náhodnej zložky u niektorého prameňa v rámci hodnoteného celku a prispieva k vytvoreniu rámcového obrazu o možných zmenách, ktoré sa v danom celku mohli v priemere vyskytnúť.

tabuľka č. 1

REFERENČNÉ OBDOBIA DO ROKU 1980 PRE HODNOTENIE VPLYVU MOŽNÝCH KLIMATICKÝCH ZMIEN NA VÝDATNOSŤ PRAMEŇOV DO ROKU 2009

	číslo stanice	lokalita	názov prameňa	referenčné obdobie
Borská Nižina	119	PLAVECKÝ ŠTVRTOK	Bezedné	1971 - 1980
Malé Karpaty	113	PERNEK	Štola	1971 - 1980
	86	PLAVECKÉ PODHRADIE	Pod hradom	1972 - 1980
	241	HORNÉ OREŠANY	Husí stok	1972 - 1980
	243	HORNÉ OREŠANY	Nové domy	1973 - 1980
	43	JABLONICA	Stužková	1972 - 1980
Chvojnická pahorkatina	1	VIESKA	Pavlova	1965 - 1980
	5	SKALICA	Priepastný mlyn	1972 - 1980
Biele Karpaty	52	SOBOTIŠTE	Janíkov mlyn	1971 - 1980
Javorníky	837	IHRISŤE	Káčerová	1972 - 1980
Kysucké Beskydy	757	ČADCA	U Šimčíska	1973 - 1980
Považský Inovec	983	MODROVÁ	Studienka	1973 - 1980
	989	BANKA	Vápníšte	1972 - 1980
	1108	DUBODIEL	Salaš	1966 - 1980
	978	KRIVOSÚD	Rybník	1972 - 1980
	1153	STARÁ LEHOTA	U Dominov	1975 - 1980
Strážovské vrchy	884	PRUŽINA	Riečnica 1	1965 - 1980
	903	KOLAČÍN	Lahké zeme	1968 - 1980
	876	PRUŽINA	Bobot	1965 - 1980
Súľovské vrchy	811	KOSTELEC	Ostrenec 2	1972 - 1980
	833	BODINA	Biela voda	1973 - 1980
	832	PREČÍN	Puklinový	1973 - 1980
Kysucká vrchovina	760	BELÁ - KUBÍKOVA	pr. Veľhora	1975 - 1980
Malá Fatra	777	RAJECKÁ LESNÁ	Brčné	1973 - 1980
	778	RAJECKÁ LESNÁ	Sučie	1971 - 1980
	555	KRAĽOVANY	Bystríčka č. 1	1974 - 1980
Žiar	632	KLÁŠTOR POD ZNIEVOM	Studenec	1969 - 1980
Tribeč	1071	KOLAČNO	Valachov	1973 - 1980
	1164	DRAŽOVCE	Šindolka	1973 - 1980
Vtáčnik	1411	HORNÉ HÁMRE	Kajlovka	1972 - 1980
Štiavnické vrchy	1423	BREHY	Lesná dolina	1972 - 1980
	1394	PODHORIE	Handľová	1972 - 1980
	1458	PUKANEC	Egri štôľňa	1966 - 1980
Kremnické vrchy	1386	HORNÁ VES	U hrantu	1972 - 1980
	1063	HANDLOVÁ, REMATA	Pekelňa	1956 - 1980
Veľká Fatra	394	ĽUBOCHŇA	Salatín 3	1969 - 1980
	673	BELÁ	Havranovo Lučecné	1971 - 1980
	664	BLATNICA	Dedšova dolina 1	1969 - 1980
	665	BLATNICA	Dedšova dolina 2	1969 - 1980
	613	ČREMOŠNÉ	Výver z tunela	1968 - 1980
	392	ĽUBOCHŇA	Salatín č. 1	1969 - 1980
	395	ĽUBOCHŇA	Salatín č. 4	1969 - 1980
Horehronské podolie	1201	TELGART	Hron	1972 - 1980
Nízke Tatry	352	LIPTOVSKÝ JÁN	Pri Staniš. Jaskyni 1	1971 - 1980
	351	LIPTOVSKÝ JÁN	V Škopovej doline	1971 - 1980
	314	MALUŽINA	Škarkétka horný	1971 - 1980
	2171	TELGART	V Zadnej doline 1	1975 - 1980
	1252	JARABA	Žliabok	1976 - 1980
	1265	SLOVENSKÁ LUPČA	Driekyňa	1978 - 1980
	1266	MOLČA	Teplica	1977 - 1980
	1267	HORNÝ HARMANEC	V rigole	1978 - 1980
	1287	KRÁLIKY	Pod kameňolomom	1975 - 1980
	1291	KORDÍKY	Pod širokou	1975 - 1980

Nízke Tatry	1292	KORDÍKY	Na table	1975 - 1980
	1304	BADIN	Pod Kord. Chatou	1978 - 1980
	1305	NEMEČKA	Pod motorestom	1978 - 1980
	1315	DOLNÁ LEHOTA	Dolný	1978 - 1980
	315	MALUŽINA	Škarkétka dolný	1971 - 1980
Podtatranská kotlina	320	PRIBILINA	Surový Hrádok	1972 - 1980
	322	PRIBILINA	Pleso	1973 - 1980
Vysoké a Belanské Tatry	2402	TATRANSKÁ KOTLINA	Malý Šumivý	1975 - 1980
	536	ZUBEREC	Teplica	1971 - 1980
	537	ZUBEREC	Teplý žľab	1974 - 1980
Spišsko - gemerský kras Muránska planina	1908	MURÁŇ	Biela voda	1965 - 1980
Spišsko - gemerský kras Slovenský raj	2155	DOBŠINSKÁ LADOVÁ JAS.	Pri sosničkách	1974 - 1980
	2154	DOBŠINSKÁ LADOVÁ JAS.	Sedem prameňov	1972 - 1980
	2156	DEDINKY	Zejmarská studňa	1974 - 1980
	2115	VERNÁR	Za potokmi	1975 - 1980
	2116	HRANOVNICA	Na Hranovnickom plese	1976 - 1980
	2153	TELGÁRT	V spišskom potoku	1974 - 1980
Spišská Magura	2353	JEZERSKO	Pod svahom	1972 - 1980
Ľubovnianska vrchovina	2417	MATYSOVÁ	V obci	1971 - 1980
	2419	MNÍŠEK NAD POPRADOM	Na svahu	1971 - 1980
Busov	1753	CHMELOVÁ	Podstavy 3	1971 - 1980
	1754	CHMELOVÁ	Podstavy 4	1971 - 1980
Laborecká vrchovina	1725	VYŠNÝ KOMÁRNIK	Pod Dolhoncom	1972 - 1980
Vihorlatské vrchy	1606	KAMENICA NAD CIROCHOU	Pod drevinou	1973 - 1980
Slanské vrchy	1821	SLÁNSKA HUTA	Dolinky	1956 - 1980
Volovské vrchy	2158	MLYNKY	Havrania dolina	1974 - 1980
	2230	OPATKA	Vo Vinič. potoku dolný	1975 - 1980
	2207	VEĽKÝ FOLKMÁR	V Orlás. Potoku	1975 - 1980
	2229	OPATKA	Vo Vinič. potoku horný	1975 - 1980
Čierna hora	2222	DRUŽSTEVNÁ p. HORNÁDE	Irenka	1974 - 1980
Juhoslovenská kotlina	2282	BOLIAROV	Rybniček	1966 - 1980
Podunajská pahorkatina	1467	KAMENÍN	Studňa	1972 - 1980
	281	MUŽLA	Višňová studňa	1977 - 1980
	1465	NÝROVCE	Pri JRD	1972 - 1980
	1464	VEĽKÝ DVOR	Bažantnica	1972 - 1980
Revúcka vrchovina	1966	KYJATICE	Prdlavka	1959 - 1980
Slovenský kras	2019	DRIENOVEC	Jaskyňa	1968 - 1980
	1901	GEMERSKÁ HORKA	Malá Studnička	1958 - 1980
	2032	JABLONOV NAD TERŇOU	Koszoru	1964 - 1980
	1859	KOVÁČOVÁ	Pri križi	1967 - 1980
	1884	KUNOVA TEPLICA	Žugo - jaskyňa	1958 - 1980
	1872	PLEŠÍVEC	Pod vápenkou	1970 - 1980
	2023	SILICKÁ JABLONICA	Sokolova dolina	1968 - 1980
	2024	SILICKÁ JABLONICA	Mlýnsky	1967 - 1980
	1869	SLAVEC	Čierna vyviereačka	1968 - 1980

HODNOTENIE VPLYVU KLIMATICKÝCH ZMIEN NA VÝDATNOSŤ PRAMEŇOV DO ROKU 2009

LEGENDA : Referenčná hodnota - priemerná výdatnosť hodnoteného prameňa za referenčné obdobie od začiatku pozorovania do roku 1980 [l/s]

1981-1985

priemerná výdatnosť hodnoteného prameňa za obdobie 1981 - 1985 [l/s]

40,656

6,10 pokles resp. nárast priemernej výdatnosti za hodnotené obdobie vo vzťahu k priemernej výdatnosti referenčného obdobia [%]

číslo stanice	lokalia	názov	REFERENČNÁ HODNOTA do roku 1980	1981-1985 [l/s-1] [%]	1986-1990 [l/s-1] [%]	1991-1995 [l/s-1] [%]	1996-2000 [l/s-1] [%]	2001-2005 [l/s-1] [%]	2006-2009 [l/s-1] [%]	1981-1990 [l/s-1] [%]	1991-2000 [l/s-1] [%]	2001-2009 [l/s-1] [%]	1981-2000 [l/s-1] [%]	1981-2009 [l/s-1] [%]
Boráča Nižná	119	PLAVECKÝ ŠTVRTOK	Bezodné	43,297	40,656	39,344	40,330	41,632	37,986	40,000	40,981	38,02	40,491	39,723
					6,10	9,13	6,85	3,85	-13,65	-7,61	-5,35	-12,20	-6,48	-8,26
Malé Karpáty	113	PERNEK	Štola	0,826	1,100	0,990	0,864	0,854	0,716	1,045	0,859	0,79	0,952	0,902
	86	PLAVECKÉ PODHRADIE	Pod hradiom	2,241	2,268	2,646	1,992	2,236	2,004	2,457	2,114	2,07	2,286	2,218
	241	HORNÉ OREŠANY	Huší stok	4,573	4,446	4,064	4,652	4,946	3,912	4,256	4,799	4,17	4,528	4,416
	243	HORNÉ OREŠANY	Nové domy	1,168	1,162	1,186	1,172	1,332	1,170	1,174	1,244	1,22	1,209	1,213
Biele Karpaty	43	JABLONICA	Službová	8,365	8,496	8,252	4,814	10,054	5,992	8,374	7,434	7,90	7,904	7,902
					1,57	-1,35	-42,45	20,19	-28,37	0,11	-11,13	-5,59	-5,51	-5,53
Čivčojická pohorkatna	1	VIESKA	Pavlova	0,532	0,512	0,502	0,138	0,443		0,507	0,273		0,366	
	5	SKALICA	Priepasty mlyn	1,478	1,312	1,646	0,950	1,254	1,428	1,478	1,102	1,38	1,291	1,321
Biele Karpaty	52	SOBOTIŠTE	Jankov mlyn	0,410	0,468	0,436	0,522	0,636	0,452	0,452	0,579	0,44	0,516	0,492
					14,15	6,34	27,32	55,12	10,24	10,24	41,22	7,32	25,73	20,02
Javorinky	837	HRŠTE	Káčerová	1,290	1,248	1,170	1,252	1,284	1,170	1,209	1,268	1,10	1,239	1,195
					3,26	-9,30	2,95	0,47	-9,30	-6,28	-1,71	-14,81	-3,99	-7,35
Sredné Berekdy	757	ČADCA	U Šimčištie	5,445	5,684	5,242	5,406	5,030	6,094	5,463	5,218	5,58	5,341	5,413
					4,39	-3,73	0,72	-7,62	11,92	0,33	-4,17	2,40	-1,92	-0,58
Povečský Inovec	983	MODROVÁ	Študenta	7,216	6,588	6,710	5,380	9,430		6,649	7,405		7,027	
	989	BAŇKA	Vápnište	2,257	2,618	2,474	0,928	1,828	1,082	-7,86	2,62		2,62	x
	1108	DUBODIEL	Selaš	1,311	1,152	0,862	1,224	1,278	1,034	2,546	1,378	1,13	1,962	1,703
					16,01	9,63	-58,88	-19,00	-52,05	12,82	-38,94	-49,98	-13,06	-24,51
Sredné Berekdy	978	KRIVOSÚJO	Rybník	6,846	7,240	8,320	5,542	5,440		0,907	1,248	0,91	1,088	
	1153	STARÁ LEHOTÁ	U Dominov	5,118	5,326	4,776	5,216	4,852	4,29	-30,80	-4,80	-30,65	-10,48	x
					5,76	21,54	-19,04	-20,53	x	7,780	5,504	x	-1,13	x
					4,06	-6,68	1,91	7,74	-5,20	13,65	-19,60	4,60	-1,13	x
Sredné Berekdy	884	PRUŽINA	Riečnica1	11,593	10,224	8,702	8,718	12,346	8,726	-1,31	4,83	-10,12	1,76	-1,93
	903	KOLÁČIN	Lahné zeme	1,886	-11,81	-24,94	-24,80	6,49	-35,37	9,463	10,532	8,16	9,998	9,433
					10,224	8,702	8,718	12,346	8,726	-18,37	-9,15	-29,46	-13,76	-18,63
	876	PRUŽINA	Bobot	13,674	14,572	13,946	13,956	16,888	13,006	-18,37	-9,15	-29,46	-13,76	-18,63
Sredné Berekdy	811	KOSTELEČ	Ostrenec 2	5,199	4,420	4,306	3,506	5,006	3,802	4,863	4,256	3,63	4,560	4,272
	833	BODINA	Biele voda	16,683	17,384	16,542	8,874	10,532	7,546	-6,46	-18,14	-30,09	-12,50	-17,82
					4,21	-0,84	-46,81	-54,75	-49,33	16,963	9,803	7,95	13,263	11,628
	832	PREČIN	Puklinový	1,164	1,210	1,468	1,312	1,710	1,754	1,68	-42,44	-52,35	-20,38	-30,30
Sredné Berekdy					3,97	26,14	12,74	46,94	50,72	1,39	1,511	1,70	1,435	1,509
										15,06	29,84	45,70	22,45	29,66

číslo stanice	lokality	názov	REFERENČNÁ HODNOTA do roku 1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2009	1981-1990	1991-2000	2001-2009	1981-2000	1981-2009
				[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]
Kysucká vrchovina	760	BELÁ - KUBÍKOVÁ	pr. Veľhora	1,532 -10,06	1,490 -12,52	1,490 -12,52	1,274 -25,21	1,224 -28,14	1,233 -22,06	1,511 -11,29	1,382 -18,86	1,27 -25,44	1,447 -15,08	1,382 -18,29
	777	RAJECKÁ LESNÁ	Brčné	9,040 1,56	7,594 -14,69	8,598 -3,41	10,116 13,65	8,976 0,84	9,985 11,89	8,317 -6,56	9,357 5,12	9,41 5,75	8,837 -0,72	9,016 1,29
Malá Fatra	778	RAJECKÁ LESNÁ	Sučie	7,888 -2,23	7,032 -10,58	7,888 -0,31	8,526 8,42	8,266 5,12	8,56 5,79	7,380 -6,41	8,207 4,36	8,39 6,75	7,784 -1,02	7,973 1,39
	555	KRALOVANY	Bystrická č. 1	17,422 28,87	9,820 -27,36	15,128 11,91	17,688 30,69	17,794 31,63	13,76 1,77	13,621 0,76	16,398 21,30	16,00 18,36	15,010 11,03	15,317 13,30
Žiar	632	KLÁŠTOR POD ZNIEVOM	Studenec	8,806 39,67	8,278 34,35	8,288 34,51	7,578 22,99	7,688 36,21	8,39 36,21	8,442 37,01	7,933 28,75	8,00 29,85	8,188 32,88	8,130 31,94
	1071	KOLAČNO	Valachov	1,874 -8,08	1,804 -21,32	1,252 -38,59	1,088 46,63	0,676 63,58	0,74	1,739 -14,70	1,170 42,61	0,71 65,39	1,455 -28,66	1,222 40,06
Triebeč	1184	DRAŽOVCE	Šindolka	0,994 8,19	1,120 21,90	1,164 26,69	1,166 26,91	0,994 8,19	0,99 7,21	1,057 15,05	1,165 26,80	0,99 7,76	1,111 20,93	1,073 16,84
	1411	HORNÉ HÁMRE	Kalovka	1,202 -19,57	0,830 -57,84	0,870 41,78	0,836 44,06	0,710 52,49	0,86 42,62	0,916 -38,71	0,853 42,92	0,78 48,10	0,885 40,81	0,851 43,08
Štiavnické vrchy	1423	BREHY	Lesná dolina	3,166 7,65	2,964 0,78	3,240 10,16	3,420 16,28	2,942 0,03	2,80 -4,88	3,065 4,21	3,330 13,22	2,88 -2,15	3,198 8,72	3,098 5,34
	1394	PODHORIE	Handľová	0,690 -0,54	0,552 -21,02	0,592 -15,29	0,584 -16,44	0,560 -19,87	0,58 -17,73	0,578 -17,30	0,588 -15,87	0,57 -18,92	0,583 -16,58	0,578 -17,31
Kremnické vrchy	1458	PUKANEC	Egri štôlňa	4,200 0,00	4,026 -4,14	4,310 2,62	4,758 13,29	4,102 -2,33	4,01 -4,64	4,113 -2,07	4,534 7,95	4,06 -3,36	4,324 2,94	4,241 0,99
	1386	HORNÁ VES	U hranu	1,862 -0,19	1,530 -17,99	1,830 -1,91	1,554 -16,70	1,482 -20,56	1,34 -28,31	1,696 -9,09	1,692 -9,30	1,42 -24,00	1,694 -9,20	1,608 -13,79
Veľká Fatra	1063	HANDĽOVÁ, REMATA	Pekleňa	2,452 15,83	2,590 5,64	2,382 -2,85	2,436 -0,64	2,446 -0,24	2,45 -0,07	2,701 10,17	2,409 -1,74	2,45 -0,16	2,547 3,90	x
	394	LUBOCHŇA	Salatin 3	24,520 -7,27	23,552 -10,93	21,106 -20,18	26,642 0,75	22,974 -13,12	26,05 -1,49	24,036 -9,10	23,874 -9,71	24,34 -7,95	23,955 -9,41	24,074 -8,96
	673	BELÁ	Havránovo Lučecké	27,232 2,88	26,980 1,93	27,818 5,10	34,728 31,20	34,042 28,61	33,18 25,34	27,106 2,41	31,273 18,15	33,66 27,16	29,190 10,28	30,576 15,52
	664	BLATNICA	Dedšova dolina 1	8,072 -11,15	7,778 -14,39	9,260 9,65	9,962 9,54	9,952 -4,77	8,85 4,81	7,925 -12,77	9,611 5,79	9,37 3,18	8,768 -3,49	8,956 -1,42
	665	BLATNICA	Dedšova dolina 2	4,430 -7,11	4,270 -10,47	4,714 -1,16	4,790 0,44	5,162 8,24	4,81 0,75	4,350 -8,79	4,752 -0,36	5,00 4,91	4,551 -4,57	4,691 -1,63
	613	ČREMOŠNÉ	Výver z tunela	23,176 -3,69	19,810 -17,68	17,858 -25,79	19,798 -17,73	18,650 -22,50	19,94 -17,13	21,493 -10,69	18,828 -21,76	19,22 -20,11	20,161 -16,22	19,870 -17,43
	392	LUBOCHŇA	Salatin č. 1	23,008 27,18	19,060 1,82	14,506 -22,51	16,182 -13,56	17,202 8,11	20,56 9,82	21,434 14,50	15,344 -18,03	18,69 0,14	18,389 -1,77	18,483 -1,26
	395	LUBOCHŇA	Salatin č. 4	29,998 61,66	29,756 60,36	26,178 41,08	30,722 65,57	28,490 53,54	30,05 61,94	29,877 61,01	28,450 53,32	29,18 57,27	29,164 57,17	29,170 57,20
	1201	TELGART	Hron	7,448 -9,07	6,448 -21,28	7,916 -3,36	8,014 -2,16	8,042 -1,82	8,44 3,04	6,948 -15,18	7,985 -2,76	8,22 0,34	7,457 -8,97	7,693 -6,08
	352	LIPTOVSKÝ JÁN	Prí Staníš. Jaskyni 1	5,106 -15,30	4,112 -31,79	5,068 -15,93	4,574 -24,12	4,516 -25,08	4,82 -20,04	4,609 24,957	4,821 20,989	4,65 19,99	4,715 22,978	4,695 22,11
	351	LIPTOVSKÝ JÁN	V Škopovej doline	27,144 -5,78	22,770 -20,96	20,912 -27,41	21,086 -26,81	19,386 -32,67	20,73 -28,03	24,957 -13,37	20,989 -27,11	19,99 -30,61	22,978 -20,24	22,051 -23,46
Nízke Tatry	314	MALUŽINA	Škarkétka horný	9,268 -8,04	5,686 43,58	9,636 4,39	12,292 21,97	9,176 -8,95	8,57 -14,94	7,477 -25,81	10,964 8,79	8,91 -11,61	9,221 -8,51	9,123 -9,47
	2171	TELGART	V Záhrnej doline 1	63,490 -29,74	53,644 40,64	68,412 23,19	70,180 22,34	68,152 -24,58	76,77 -15,05	58,567 -35,19	68,796 22,76	71,98 -20,34	64,182 -28,97	66,602 -26,30
	1252	JARABA	Žliabok	2,190 -14,01	1,928 -24,29	2,460 -3,40	2,318 -8,98	2,334 -8,35	2,07 -18,82	2,059 -19,15	2,389 6,19	2,22 -13,00	2,224 -12,67	2,221 -12,77

	číslo stanice	lokality	názov	REFERENČNÁ HODNOTA do roku 1980	1981-1985 [1:s-1] [%]	1986-1990 [1:s-1] [%]	1991-1995 [1:s-1] [%]	1996-2000 [1:s-1] [%]	2001-2005 [1:s-1] [%]	2006-2009 [1:s-1] [%]	1981-1990 [1:s-1] [%]	1991-2000 [1:s-1] [%]	2001-2009 [1:s-1] [%]	1981-2000 [1:s-1] [%]	1981-2009 [1:s-1] [%]
	1265	SLOVENSKÁ LUPČA	Dielňa	4,593	3,972	3,606	5,256	2,590	3,386	3,555	3,789	3,924	3,43	3,857	3,724
	1266	MOLČA	Teplica	18,060	-13,53	-21,49	15,340	43,61	-27,33	-22,82	13,028	-14,57	-25,33	-16,04	-18,92
	1267	HORNÝ HARMANEC	V rípgle	9,020	8,000	7,110	-16,72	8,154	7,978	8,893	7,555	7,833	8,36	7,894	7,899
	1287	KRÁLIKY	Pod kameňomnom	5,282	3,950	3,628	5,324	4,218	3,340	3,58	3,789	4,771	3,45	4,280	4,021
	1291	KOROKY	Pod šírocou	7,563	5,410	4,760	6,178	5,786	5,962	5,56	5,085	5,982	5,79	5,534	5,614
Nízke Tatry	1292	KOROKY	Na table	6,042	-28,47	37,06	-18,32	7,556	7,236	7,370	32,77	20,91	23,40	26,84	25,774
	1304	BADIN	Pod kord. Chabou	1,370	7,91	5,88	25,06	19,77	21,99	22,07	7,39	7,396	7,37	6,486	6,768
	1305	NEMECKA	Pod motorstom	28,410	28,316	22,338	29,264	28,540	38,948	33,92	1,228	2,48	1,03	1,316	1,228
	1315	DOLNÁ LEHOTA	Dolný	27,055	29,494	29,248	24,994	26,958	26,572	24,70	-10,85	1,73	31,19	4,56	6,53
	315	MALUŽINA	Štiavetka dolný	14,439	9,01	8,11	7,62	0,36	5,61	8,70	8,56	3,99	0,75	2,29	1,34
Podtatranská kotlina	320	PRIELUNA	Surový Hrádok	10,117	9,502	7,232	7,928	8,600	6,042	4,18	8,367	8,264	5,21	8,316	7,353
	322	PRIELUNA	Pleso	34,470	-6,08	-28,51	-21,63	-14,99	-40,28	-58,71	-17,29	-18,31	-48,47	-17,80	-27,52
Vysoké a Balanské Tatry	2402	TATRANSKÁ KOTLINA	Malý Šumivý	3,478	3,528	3,550	3,506	3,386	4,542	4,25	3,539	3,447	4,41	3,493	3,779
	536	ZUBREC	Teplica	59,346	1,43	2,06	0,80	-2,60	30,58	22,26	1,74	0,90	26,88	0,42	7,65
	537	ZUBREC	Teplý žlab	15,857	-11,96	-11,75	7,88	-1,09	17,15	4,04	-11,86	4,49	7,73	8,17	3,24
Muránska planina	1908	MURÁŇ	Biela voda	17,439	5,75	-38,73	39,25	-14,71	-1,26	-22,12	-22,24	-26,98	-10,53	-24,61	-20,24
				17,439	15,682	10,734	13,750	13,196	11,830	11,83	13,208	13,473	11,83	13,341	12,872
Slovenský raj	2155	DOŠINSKÁ LADOVÁ JAS.	Pri soseničkách	7,756	7,032	6,066	6,936	5,564	5,988	3,57	6,549	6,250	4,91	6,400	5,938
	2154	DOŠINSKÁ LADOVÁ JAS.	Sedem prameňov	40,182	9,33	31,774	28,776	32,26	-22,79	-54,00	-15,56	-19,41	-36,66	-17,49	-23,44
	2156	DEDIŇKY	Zelňarská studňa	23,903	13,11	-20,93	-28,39	-18,88	-8,17	-22,55	3,91	23,63	-14,56	-13,77	-14,02
	2115	VERNÁR	Za potokmi	2,067	13,478	13,840	19,542	19,580	17,90	2,16	42,86	-18,19	-32,84	30,52	31,24
	2116	HĽANOVNICA	Na Hranovnickom pl.	66,210	-12,23	-19,39	-18,32	-16,19	-20,55	-20,16	1,740	1,710	1,65	1,725	1,700
Spišská Magura	2153	TELČART	V spískom potoku	4,000	48,966	43,392	48,380	63,792	66,716	81,98	46,179	56,086	73,50	51,133	58,074
				4,000	3,122	2,628	2,448	1,702	2,470	2,16	2,875	2,075	2,33	2,475	2,430
Lubovnianska vrchovina	2353	JEZERSKO	Pod svahom	2,204	1,804	1,780	1,590	1,610	1,752	1,66	1,682	1,800	1,71	1,641	1,662
	2417	MATYSOVÁ	V obci	1,204	-27,24	-20,16	27,87	-26,97	-20,52	-24,81	23,70	27,42	-22,43	-25,56	-24,59
	2419	MANŠEK NAD POPRADO	Na svahu	1,369	1,162	1,082	1,096	1,214	1,138	1,05	1,122	1,156	1,10	1,139	1,127
				1,369	1,210	1,141	1,007	0,83	5,48	-12,58	6,81	3,99	8,64	5,40	6,40
				-11,62	-16,63	26,41	24,05	-36,28	44,18	-14,13	-25,23	-39,19	-19,68	-25,92	-1,014

číslo stanice	lokality	názov	REFERENČNÁ HODNOTA do roku 1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2009	1981-1990	1991-2000	2001-2009	1981-2000	1981-2009
				[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]	[ls-1] [%]
Nízke Beskydy	1753	CHMELOVÁ	1,199	0,956 -20,27	0,854 -28,77	0,768 -35,95	0,518 -56,84	0,518 -56,84	x	0,905 -24,52	0,857 -45,23	x	0,787 -34,33	x
	1754	CHMELOVÁ	3,909	3,304 -13,26	3,390 -11,00	2,756 -27,65	2,672 -29,85	2,444 -35,84	2,14 -43,95	3,347 -12,13	2,714 -28,75	2,31 -39,44	3,031 -20,44	2,806 -26,34
Laborecká vrchovina	1725	VÝŠNÝ KOMÁRNIK	0,419	0,406 -3,08	0,330 -21,22	0,360 -14,06	0,372 -11,19	0,256 -38,89	0,24 -43,30	0,368 -12,15	0,366 -12,63	0,25 -40,85	0,367 -12,39	0,330 -21,22
	1806	KAMENICA NAD CÍROCHOU	2,580	2,600 0,78	1,856 -28,06	1,632 -36,74	1,976 -23,41	2,018 -21,78	1,76 -31,98	2,228 -13,64	1,804 -30,08	1,90 -26,31	2,016 -21,86	1,980 -23,24
Slaná vrchy	1821	SLÁNSKA HUTA	1,393	1,670 19,88	1,504 -11,58	1,758 26,20	2,138 53,48	1,560 11,99	x	1,587 13,92	2,114 51,75	x	2,018 44,83	x
	2158	MLYNKY	2,615	2,684 2,65	2,450 -6,30	2,436 -6,83	2,416 -7,60	2,466 5,69	2,43	2,567 -1,82	2,426 -7,22	2,45	2,497 4,52	2,482 5,09
Veleovské vrchy	2230	OPATKA	0,698	0,602 -13,79	0,720 3,10	0,844 -7,78	0,714 2,24	0,706 1,10	0,77	0,661 -5,35	0,679 -2,77	0,73	0,670 -4,06	0,690 -1,19
	2207	VEĽKÝ FOLKIMÁR	1,602	1,802 12,47	1,522 -5,00	1,396 -12,87	1,696 5,86	1,388 -13,37	1,37	1,662 3,73	1,546 -3,51	1,38	1,604 0,11	1,535 4,20
	2229	OPATKA	2,623	2,094 -20,18	1,948 -25,74	1,884 -28,18	2,240 -14,61	2,014 -23,23	2,37	2,021 -22,96	2,062 -21,40	2,17	2,042 -22,18	2,082 -20,62
	2222	DRUŽSTEVNÁ PRI HORNÁDE	1,813	1,632 -9,98	1,650 8,98	1,754 -3,25	2,056 13,41	1,912 5,47	2,14	1,641 -9,48	1,905 5,08	2,01	1,773 -2,20	1,848 1,92
Čierna hora	2282	BOLIAROV	3,229	2,820 -12,68	3,470 7,45	3,538 9,56	3,670 13,65	3,850 19,22	3,72	3,145 -2,61	3,604 11,60	3,79	3,375 4,50	3,504 8,50
Podunajská pahorkatina	1467	KAMENÍN	0,944	1,008 6,73	0,790 -16,35	0,836 -32,66	0,536 -43,25	0,338 -64,21	0,45	0,899 -4,81	0,586 -37,95	0,39	0,743 -21,38	0,632 -33,08
	281	MUŽLA	0,320	0,246 -23,13	0,178 -44,38	0,126 -60,63	0,170 -46,88	0,126 -60,63	x	0,212 -33,75	0,139 -56,70	x	0,182 -43,20	x
	1465	NYROVCE	1,539	1,370 -16,41	0,976 -40,45	0,472 -71,20	0,606 -63,02	0,710 -56,68	0,79	1,173 -28,43	0,539 -67,11	0,74	0,856 -47,77	0,821 -49,90
	1464	BAŽANTICA	1,110	1,026 -7,57	0,872 -21,44	0,516 -53,51	0,838 -24,50	0,698 -37,12	0,77	0,949 -14,50	0,877 -39,01	0,73	0,813 -26,76	0,787 -29,14
Revúcka vrchovina	1966	KYJATICE	0,524	0,448 -14,52	0,428 -18,33	0,426 -18,72	0,473 9,84	x	x	0,438 -16,43	0,447 -14,77	x	0,442 -15,64	x
Slovenský kras	2019	DRIENOVEC	27,243	21,728 -20,24	16,686 -38,75	24,648 -9,53	26,186 -3,88	21,804 -19,96	26,04	19,207 -29,50	25,417 -6,70	23,68	22,312 -18,10	22,738 -16,54
	1901	GEMERSKÁ HORKA	1,005	0,894 -11,03	0,660 -34,31	0,810 -39,29	0,666 -33,72	0,558 -44,47	x	0,777 -22,67	0,638 -36,50	x	0,708 -29,59	x
	2032	JABLONOV NAD TERŇOU	17,112	16,738 -2,24	13,926 -18,62	13,008 -23,98	16,262 -4,97	13,134 -23,25	11,37	15,332 -10,40	14,635 -14,48	12,35	14,984 -12,44	14,166 -17,22
	1859	KOVÁČOVÁ	9,800	10,224 4,33	6,166 -37,08	7,580 -22,65	10,494 7,08	7,572 -22,73	8,54	8,195 -16,38	9,037 -7,79	8,00	8,616 -12,08	8,425 -14,03
	1884	KUNOVA TERUČA	94,852	76,962 -18,86	42,700 -54,98	48,410 -48,96	58,660 -38,16	48,444 -48,93	x	59,631 -36,92	53,535 -43,56	x	56,683 -40,24	x
	1872	PLEŠEVEC	9,128	8,078 -11,50	4,156 -54,47	8,310 -8,96	7,838 -14,13	5,238 -42,61	5,05	6,117 -32,98	8,074 -11,54	5,15	7,096 -22,26	6,492 -28,87
	2023	SILICKÁ JABLONICA	38,663	30,728 -20,52	14,278 -63,07	21,776 -43,68	30,423 -21,31	x	x	22,503 -41,80	25,619 -33,74	x	23,979 -37,98	x
	2024	SILICKÁ JABLONICA	12,583	14,422 14,62	7,114 -43,46	10,368 -17,60	13,672 8,66	11,592 -7,87	10,50	10,768 -14,42	12,020 -4,47	11,11	11,394 -9,45	11,304 -10,16
	1869	SLAVEC	93,515	81,298 -13,06	53,436 -42,86	72,310 -22,68	81,560 -12,78	63,274 -32,34	73,40	67,367 -27,96	76,935 -17,73	67,78	72,151 -22,85	70,793 -24,30

HODNOTENIE VPLYVU KLIMATICKÝCH ZMIEN NA VÝDATNOSŤ PRAMEŇOV DO ROKU 2009
hodnotené pre jednotlivé obklastičky Slovenska (Regionálne geomorfologické členenie Mazú, Lukniš 1980) na základe vyhodnotenia prameňov k nim prislúchajúcim

	číslo stanice	lokalia	názov	1981-1985 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]	1986-1990 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]	1991-1995 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]
Borská vlna	119	PLAVECKÝ ŠTYRTOK	Bezodné	-6,10	-6,10	-6,10	-6,10	-9,13	-9,13	-9,13	-9,13	-6,85	-6,85	-6,85	-6,85
Malé Karpaty	113	PERNEK	Štola	33,17				19,85				4,60			
	86	PLAVECKÉ PODHRADIE	Pod hradom	1,20				18,07				-11,12			
		HORNÉ OREŠANY	Husí stok	-2,74	-2,74	33,17	6,55	-11,14	-11,14	19,85	5,40	1,72	-42,45	4,80	-9,65
	243	HORNÉ OREŠANY	Nové domy	-0,47				1,58				-0,99			
	43	JABLONICA	Šužková	1,57				-1,35				-42,45			
Oravská pahorkatina	1	VIESKA	Pavlova	-3,74	-11,22	-3,74	-7,48	-5,62	-5,62	11,38	2,88	-74,05	-74,05	-35,71	-54,88
	5	SKALICA	Priepeštný mlyn	-11,22				11,38				-35,71			
Biele Karpaty	52	SOBOTIŠTE	Janíkov mlyn	14,15	14,15	14,15	14,15	6,34	6,34	6,34	6,34	27,32	27,32	27,32	27,32
Javorníky	837	IHRÍŠTE	Káčerová	-3,26	-3,26	-3,26	-3,26	-9,30	-9,30	-9,30	-9,30	-2,95	-2,95	-2,95	-2,95
Kysucké Beskydy	757	ČADCA	U Šimčíčka	4,39	4,39	4,39	4,39	-3,73	-3,73	-3,73	-3,73	-0,72	-0,72	-0,72	-0,72
Považský Inovec	983	MODROVÁ	Studienka	-8,71				-7,02				-25,45			
	989	BANKA	Vápníšte	16,01				9,63				-58,88			
	1108	DUBODIEL	Sásaš	-12,11	-12,11	16,01	1,01	-49,49	-49,49	21,54	-6,40	-6,61	-58,88	1,91	-21,61
	978	KRIVOSUD	Rybňík	5,76				21,54				-19,04			
	1153	STARÁ LEHOTA	U Dominov	4,06				-6,68				1,91			
Štáňovské vrchy	884	PRUŽINA	Riečnica 1	-11,81				-24,94				-24,80			
	903	KOLAČÍN	Lahé zeme	-10,08	-11,81	6,56	-5,11	-11,33	-24,94	2,00	-11,42	-2,98	-24,80	2,06	-6,57
	876	PRUŽINA	Bobot	6,56				2,00				2,06			
Suľovské vrchy	811	KOSTELEC	Ostnec 2	4,25				-17,17				-32,56			
	833	BODINA	Biele voda	4,21	3,97	4,25	4,14	-0,84	-17,17	26,14	2,71	-46,81	-46,81	12,74	-22,21
	832	PREČIN	Puklinový	3,97				26,14				12,74			
Kysucká vrchovina	760	BELÁ - KUBÍKOVÁ	pr. Veľhora	-10,06	-10,06	-10,06	-10,06	-12,52	-12,52	-12,52	-12,52	-12,52	-12,52	-12,52	-12,52
Malé Fatra	777	RAJECKÁ LESNÁ	Brčňe	1,56				-14,69				-3,41			
	778	RAJECKÁ LESNÁ	Súčie	-2,23	-2,23	28,87	9,40	-10,58	-27,36	-10,58	-17,54	0,31	-3,41	11,91	2,94
	555	KRALOVANY	Bystrica č. 1	28,87				-27,36				11,91			
Žiar	632	KLÁŠTOR POD ZNIEVOM	Studenec	39,67	39,67	39,67	39,67	34,35	34,35	34,35	34,35	34,51	34,51	34,51	34,51
Triebeč	1071	KOLAČNO	Valachov	-8,08	-8,08	8,19	0,05	-21,32	-21,32	21,90	0,29	-38,59	-38,59	26,69	-5,95
	1164	DRAŽOVCE	Šindolka	8,19				21,90				26,69			
Vtáčnik	1411	HORNÉ HÁMBRE	Kajlovka	-19,57	-19,57	-19,57	-19,57	-57,84	-57,84	-57,84	-57,84	-41,78	-41,78	-41,78	-41,78
Štáňovské vrchy	1423	BREHY	Lesná dolina	7,65				0,78				10,16			
	1394	PODHORIE	Handlová	-13,58	-13,58	7,65	-1,98	-21,02	-21,02	0,78	-8,13	-15,29	-15,29	10,16	-0,84
	1458	PUKANEC	Egri štôlna	0,00				-4,14				2,62			

Kremnické vrchy	číslo stanice	lokalita	názov	1981-1985 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]	1986-1990 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]	1991-1995 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]
	1386	HORNÁ VES	U hranu	-0,19	-0,19	15,83	7,82	-17,99	-17,99	5,84	-6,17	-1,91	-2,85	-1,91	-2,38
	1063	HANDLOVÁ, REMATA	Pekelňa	15,83				5,84				-2,85			
Veľká Fatra	394	LUBOCHŇA	Salatin 3	-7,27				-10,93				-20,18			
	673	BELÁ	Havranovo Lučáčné	2,88				1,93				5,10			
	664	BLATNICA	Dedšova dolina 1	-11,15				-14,39				1,93			
	665	BLATNICA	Dedšova dolina 2	-7,11	-11,15		8,93	-10,47	-17,68	60,36	1,52	-1,16	-25,79	41,08	-3,08
	613	ČREMOŠNÉ	Výver z tunela	-3,69				-17,68				-25,79			
	392	LUBOCHŇA	Salatin č. 1	27,18				1,82				-22,51			
	395	LUBOCHŇA	Salatin č. 4	61,66				60,36				41,08			
Horehronské podolie	1201	TELGART	Hron	-9,07	-9,07	-9,07	-9,07	-21,28	-21,28	-21,28	-21,28	-3,36	-3,36	-3,36	-3,36
Nízke Tatry	352	LIPTOVSKÝ JÁN	Pri Staniš. Jaskyni 1	-15,30				-31,79				-15,93			
	351	LIPTOVSKÝ JÁN	V Skopovej doline	-5,78				-20,96				-27,41			
	314	MALUŽINA	Skarkátka horný	-8,04				-43,58				-4,39			
	2171	TELGART	V Zadnej doline 1	-29,74				-40,64				-23,19			
	1252	JARABA	Žiabok	-14,01				-24,29				-3,40			
	1265	SLOVENSKÁ LUPČA	Drekýňa	-13,53				-21,49				14,47			
	1266	MOLČA	Teplica	-16,53				-39,19				-15,06			
	1267	HORNÝ HARMANEC	V rígle	-11,31	-29,74	9,01	-11,17	-21,18	-43,58	8,11	-23,30	-16,72	-27,41	25,06	-5,95
	1287	KRALIKY	Pod kameňolomom	-25,21				-31,31				0,80			
	1291	KORDIKY	Pod širokou	-28,47				-37,06				-18,32			
	1292	KORDIKY	Na table	-7,91				-6,88				25,06			
	1304	BADIN	Pod Kord. Chatou	-7,59				-13,14				2,77			
	1305	NEMECKA	Pod motorestom	-0,33				-21,37				3,01			
	1315	DOLNÁ LEHOTA	Dolný	9,01				8,11				-7,62			
	315	MALUŽINA	Skarkátka dolný	7,21				-4,69				-3,39			
Podtatranská kotlina	320	PRIIBILINA	Surový Hrádok	-6,08	-15,69	-6,08	-10,88	-28,51	-35,93	-28,51	-32,22	-21,63	-25,27	-21,63	-23,45
	322	PRIIBILINA	Pleso	-15,69				-35,93				-25,27			
Vysoké a Belanské Tatry	2402	TATranská KOTLINA	Malý Šumový	1,43	-11,96	1,43	-5,43	2,06	-38,73	2,06	-16,14	0,80	-39,25	0,80	-15,44
	536	ZUBEREC	Teplica	-11,96				-11,75				-7,88			
	537	ZUBEREC	Teplý žľab	-5,75				-38,73				-39,25			
Spišsko - generálny kras Muránska planina	1908	MURÁŇ	Biela voda	-10,08	-10,08	-10,08	-10,08	-38,45	-38,45	-38,45	-38,45	-21,16	-21,16	-21,16	-21,16
Spišsko - generálny kras Slovenský raj	2155	DOBŠINSKÁ LADOVÁ JAS.	Pri osničkách	-9,33				-21,79				-10,57			
	2154	DOBŠINSKÁ LADOVÁ JAS.	Sedem prameňov	13,11				-20,93				-28,39			
	2156	DEDINKY	Žejmarská studňa	-43,61	-43,61	13,11	-16,49	-42,10	-42,10	-19,39	-28,66	-18,13	-38,80	-10,57	-23,34
	2115	VERNAR	Za potokmi	-12,23				-19,39				-18,32			
	2116	HRANOVNICA	Na Hranovnickom plese	-24,91				-33,46				-25,81			
	2153	TELGART	V spišskom potoku	-21,95				-34,30				-38,80			
Spišská Magura	2353	JEZERSKO	Pod svahom	-27,24	-27,24	-27,24	-27,24	-20,16	-20,16	-20,16	-20,16	-27,87	-27,87	-27,87	-27,87
Lubovnianska vrchovina	2417	MATYSOVÁ	V obci	-3,49	-11,62	-3,49	-7,56	-10,13	-16,63	-10,13	-13,38	-8,80	-26,41	-8,80	-17,61
	2419	MINÍSEK NAD POPRADOM	Na svahu	-11,62				-16,63				-26,41			

	číslo stanice	lokality	názov	1981-1985 [%]	min [%]	max [%]	príem [%]	1986-1990 [%]	min [%]	max [%]	príem [%]	1991-1995 [%]	min [%]	max [%]	príem [%]
Busov	1753	CHMELOVÁ	Podstavy 3	-20,27	-20,27	-13,26	-16,16	-28,77	-11,00	-11,00	-19,89	-35,95	-35,95	-27,65	-31,80
	1754	CHMELOVÁ	Podstavy 4	-13,26	-20,27	-13,26	-16,16	-11,00	-28,77	-11,00	-19,89	-35,95	-35,95	-27,65	-31,80
Laborecká vrchovina	1725	VYŠNÝ KOMÁRNIK	Pod Dolhonom	-3,08	-3,08	-3,08	-3,08	-21,22	-21,22	-21,22	-21,22	-14,06	-14,06	-14,06	-14,06
Vihorlatské vrchy	1606	KAMENICA NAD CÍRCHOU	Pod drevenou	0,78	0,78	0,78	0,78	-28,06	-28,06	-28,06	-28,06	-36,74	-36,74	-36,74	-36,74
Slanské vrchy	1821	SLÁNSKA HUTA	Dolinky	19,88	19,88	19,88	19,88	7,97	7,97	7,97	7,97	26,20	26,20	26,20	26,20
Vohovské vrchy	2158	MLÝNKY	Havrania dolina	2,65				-6,30				-6,83			
	2230	OPATKA	Vo Vinič. potoku dolný	-13,79	-20,18	12,47	-4,71	3,10	-25,74	3,10	-8,49	-7,78	-28,18	-6,83	-13,92
	2207	VEĽKÝ FOLKMAR	V Oriáš. Potoku	12,47				-5,00				-12,87			
	2209	OPATKA	Vo Vinič. potoku horný	-20,18				-25,74				-28,18			
Čierna hora	2222	DRUŽISTEVNÁ p. HORNÁDE	Iľenka	-9,98	-9,98	-9,98	-9,98	-8,98	-8,98	-8,98	-8,98	-3,25	-3,25	-3,25	-3,25
Juhoslovenská kotlina	2282	BOLAROV	Rybníček	-12,68	-12,68	-12,68	-12,68	7,45	7,45	7,45	7,45	9,56	9,56	9,56	9,56
Podunajská pahorkatina	1467	KAMENIN	Stuďňa	6,73				-16,35				-32,66			
	281	MUŽLA	Višňová stuďňa	-23,13	-23,13	6,73	-10,09	-44,38	-16,35	-30,65	-32,66	-60,63	-71,20	-32,66	-54,50
	1465	NYROVCE	Prí. JRD	-16,41				-40,45				-71,20			
	1464	VEĽKÝ DVOR	Bazantnica	-7,57				-21,44				-53,51			
Revúcka vrchovina	1966	KYJATICE	Prdlavka	-14,52	-14,52	-14,52	-14,52	-18,33	-18,33	-18,33	-18,33	-18,72	-18,72	-18,72	-18,72
Slovenský kras	2019	DRIENOVEC	Jaskyňa	-20,24				-38,75				-9,53			
	1901	GEMERSKÁ HORKA	Malá Studnička	-11,03				-34,31				-39,29			
	2032	JABLONOV NAD TERŇOU	Košzoru	-2,19				-18,62				-23,98			
	1869	KOVAČOVA	Prí. krži	4,33				-37,08				-22,65			
	1884	KUNOVA TEPLICA	Zlugo-jaskyňa	-18,86	-20,52	14,62	-8,72	-54,98	-63,07	-18,62	-43,07	-48,96	-48,96	-8,96	-26,37
	1872	PLEŠINEC	Pod väpenkou	-11,50				-64,47				-8,96			
	2023	SILICKÁ JABLONICA	Sokolova dolina	-20,52				-63,07				-43,68			
	2024	SILICKÁ JABLONICA	Mlýnsky	14,62				-43,46				-17,60			
	1869	SLAVEC	Čierna vyvieracka	-13,06				-42,86				-22,68			

číslo stanice	lokality	názov	1996-2000 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]	2001-2005 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]	2006-2009 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]
Borská Nížina	119	PLAVECKÝ ŠTVRTOK	-3,85	-3,85	-3,85	-3,85	-13,65	-13,65	-13,65	-13,65	-10,37	-10,37	-10,37	-10,37
Malé Karpaty	113	PERNEK	3,39				-13,08				7,14			
	86	PLAVECKÉ PODHRADIE	-0,23				-10,58				-4,07			
		HUSÍ STOK	8,15	-0,23	20,19	9,12	-14,46	-28,37	0,21	-13,25		-4,07	22,89	6,87
	243	HORNÉ OREŠANY	14,09				0,21				10,28			
	43	JABLONICA	20,19				-28,37				22,89			
Chvojnická pahorkatina	1	VIESKA	-16,80	-16,80	-15,14	-15,97	x	-3,37	-3,37	-3,37	x	-9,15	-9,15	-9,15
	5	SKALICA	-15,14				-3,37				-9,15			
Biele Karpaty	52	SOBOTIŠTE	55,12	55,12	55,12	55,12	10,24	10,24	10,24	10,24	3,66	3,66	3,66	3,66
Javorníky	837	IHRÍŠTE	-0,47	-0,47	-0,47	-0,47	-9,30	-9,30	-9,30	-9,30	-21,71	-21,71	-21,71	-21,71
Kysucké Beskydy	757	ČADCA	-7,62	-7,62	-7,62	-7,62	11,92	11,92	11,92	11,92	-9,50	-9,50	-9,50	-9,50
	983	MODROVÁ	30,68				x				x			
Považský Inovec	989	BANKA	-19,00				-52,05				-47,38			
	1108	DUBODIEL	-2,53	-20,53	30,68	-0,73	-21,11	-52,05	-5,20	-26,12	-42,59	-47,38	-16,28	-35,41
	978	KRIVOSUD	-20,53				x				x			
	1153	STARÁ LEHOTA	7,74				-5,20				-16,28			
Strážovské vrchy	884	PRUŽINA	6,49				-24,73				-35,37			
	903	KOLAČÍN	-1,07	-1,07	23,50	9,64	-15,70	-24,73	-3,43	-14,62	-24,85	-35,37	-7,88	-22,70
	876	PRUŽINA	23,50				-3,43				-7,88			
Súľovské vrchy	811	KOSTELEČ	-3,71				-26,87				-34,12			
	833	BODINA	-38,07	-38,07	46,94	1,72	-54,75	-54,75	50,72	-10,30	-49,33	-49,33	39,42	-14,68
	832	PREČÍN	46,94				50,72				39,42			
Kysucká vrchovina	760	BELÁ - KUBIKOVA	-25,21	-25,21	-25,21	-25,21	-28,14	-28,14	-28,14	-28,14	-22,06	-22,06	-22,06	-22,06
		pr. Veľhora												
Malá Fatra	777	RAJECKÁ LESNÁ	13,65				0,84				11,89			
	778	RAJECKÁ LESNÁ	8,42	8,42	30,69	17,59	5,12	0,84	31,63	12,53	8,79	1,77	11,89	7,48
	555	KRAJOVANY	30,69				31,63				1,77			
Žiar	632	KLÁŠTOR POD ZNIEVOM	22,99	22,99	22,99	22,99	24,77	24,77	24,77	24,77	36,21	36,21	36,21	36,21
Tribeč	1071	KOLAČNO	-46,63	-46,63	26,91	-9,86	-66,84	-66,84	8,19	-29,33	-63,58	-63,58	7,21	-28,18
	1164	DRAŽOVCE	26,91				8,19				7,21			
Vlčník	1411	HORNÉ HÁMRE	-44,06	-44,06	-44,06	-44,06	-52,49	-52,49	-52,49	-52,49	-42,62	-42,62	-42,62	-42,62
Štiavnické vrchy	1423	BREHY	16,28				0,03				-4,88			
	1394	PODHORIE	-16,44	-16,44	16,28	4,38	-19,87	-19,87	0,03	-7,39	-17,73	-17,73	-4,64	-9,08
	1458	PUKANEC	13,29				-2,33				-4,64			

Kremnické vrchy	číslo stanice	lokality	názov	1996-2000 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]	2001-2005 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]	2006-2009 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]
	1386	HORNÁ VES	U hrantu	-16,70	-16,70	-0,64	-8,67	-20,56	-20,56	-0,24	-10,40	-28,31	-28,31	-0,07	-14,19
	1063	HANDLOVÁ, REMATA	Pekelňa	-0,64	-16,70	-0,64	-8,67	-0,24	-20,56	-0,24	-10,40	-28,31	-28,31	-0,07	-14,19

Veľká Fatra	394	ĽUBOCHŇA	Salatin 3	0,75				-13,12				-1,49			
	673	BELA	Havranovo Lučecné	31,20				28,61				25,34			
	664	BLATNICA	Dedšova dolina 1	9,65				9,54				-4,77			
	665	BLATNICA	Dedšova dolina 2	0,44	-17,73		65,57	8,24	-22,50		53,54	8,03	-17,13	61,94	10,64
	613	ČREMOSNÉ	Výver z tunela	-17,73				-22,50				-17,13			
	392	ĽUBOCHŇA	Salatin č. 1	-13,56				-8,11				9,82			
	395	ĽUBOCHŇA	Salatin č. 4	65,57				53,54				61,94			

Horehronské podolie	1201	TELGART	Hron	-2,16	-2,16	-2,16	-2,16	-1,82	-1,82	-1,82	-1,82	3,04	3,04	3,04	3,04
---------------------	------	---------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------

Nízke Tatry	352	ĽIPTOVSKÝ JAN	Pri Staniš. Jaskyni 1	-24,12				-25,08				-20,04			
	351	ĽIPTOVSKÝ JAN	V Škopovej doline	-26,81				-32,67				-28,03			
	314	ĽALUŽINA	Škatelka homý	21,97				-8,95				-14,94			
	2171	TELGART	V Zadnej doline 1	-22,34				-24,58				-15,05			
	1252	JARABA	Zlabok	-8,98				-8,35				-18,82			
	1265	SLOVENSKÁ LUPČA	Driekyňa	-43,61				-27,33				-22,82			
	1266	MOLČA	Teplica	-20,11				-23,16				-34,99			
	1267	HORNÝ HARMANEC	V rigole	-9,60	-43,61	21,97	-9,38	-11,55	-36,76	40,61	-12,21	-2,13	-37,04	22,07	-15,68
	1287	KRALIKY	Pod kameňolonom	-20,14				-36,76				-32,27			
	1291	KORDIKY	Pod širokou	-23,50				-21,17				-26,19			
	1292	KORDIKY	Na table	19,77				21,99				22,07			
	1304	BADIN	Pod Kord. Chatou	2,19				-14,89				-37,04			
	1305	NEMEČKA	Pod motorestom	0,46				40,61				19,40			
	1315	DOLNÁ LEHOTÁ	Dolný	-0,36				5,61				-8,70			
	315	ĽALUŽINA	Škatelka dolný	14,54				-16,84				x			

Podtatranská kotlina	320	PRIBILINA	Surový Hrádok	-14,99	-14,99	-9,03	-12,01	-40,28	-40,28	-13,04	-26,66	-58,71	-58,71	-21,53	-40,12
	322	PRIBILINA	Pleso	-9,03				-13,04				-21,53			

Vysoké a Belianské Tatry	2402	TATRANSKÁ KOTLINA	Malý Šumivý	-2,60				30,58				22,26			
	536	ZUBEREC	Teplica	-1,09	-14,71	-1,09	-6,14	17,15	-1,26	30,58	15,49	-4,04	-22,12	22,26	-1,30
	537	ZUBEREC	Teplý žlab	-14,71				-1,26				-22,12			

Spíšsko - gemerský kras	1908	MURÁN	Biela voda	-24,33	-24,33	-24,33	-24,33	-32,17	-32,17	-32,17	-32,17	-32,17	-32,17	-32,17	-32,17
Múľanska planina															

Spíšsko - gemerský kras	2155	DOBŠINSKÁ LADOVÁ JAS.	Pri oseníčkách	-28,26				-22,79				-54,00			
	2154	DOBŠINSKÁ LADOVÁ JAS.	Sedem prameňov	-18,88				-8,17				-22,55			
	2156	DEĎINKY	Želmaiská studňa	-18,24	-67,45		-2,17	-39,00	-39,00	2,31	-21,08	-25,13	-64,00	25,72	-23,71
	2115	VERINAR	Za potokmi	-16,19				-20,55				-20,16			
	2116	HRANOVNICA	Na Hranomickom pleso	-2,17				2,31				25,72			
	2153	TELGART	V spíšskom potoku	-57,45				-38,25				-46,13			

Spíšská Magura	2353	JEZERSKO	Pod svahom	-26,97	-26,97	-26,97	-26,97	-20,52	-20,52	-20,52	-20,52	-24,81	-24,81	-24,81	-24,81
----------------	------	----------	------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Ľubovnianska vrchovina	2417	ĽMATYSOVÁ	V obci	0,83	-24,05	0,83	-11,61	-5,48	-36,28	-5,48	-20,88	-12,58	-44,18	-12,58	-28,38
	2419	ĽMNIŠEK NAD PORRADO	Na svahu	-24,05				-36,28				-44,18			

	číslo stanice	lokality	názov	1996-2000 [%]	min [%]	max [%]	priem. [%]	2001-2005 [%]	min [%]	max [%]	priem. [%]	2006-2009 [%]	min [%]	max [%]	priem. [%]
Busov	1753	CHMELOVÁ	Podstavy 3	-56,84	-56,84	-29,85	-43,34	x	-35,84	-35,84	-35,84	x	-43,95	-43,95	-43,95
	1754	CHMELOVÁ	Podstavy 4	-29,85											
Laborecká vrchovina	1725	VÝŠNÝ KOMÁRNIK	Pod Dolhoncom	-11,19	-11,19	-11,19	-11,19	-38,89	-38,89	-38,89	-38,89	-43,30	-43,30	-43,30	-43,30
	1606	KAMENICA NAD CÍROCHOU	Pod drevinou	-23,41	-23,41	-23,41	-23,41	-21,78	-21,78	-21,78	-21,78	-31,98	-31,98	-31,98	-31,98
Volovské vrchy	2158	MLYNKY	Havrania dolina	-7,60				-5,69				-7,16			
	2230	OPATKA	Vo Vinič. potoku dolný	2,24	-14,61	5,86	-3,53	1,10	-23,23	1,10	-10,30	10,26	-14,33	10,26	-5,20
Čierna hora	2207	VEĽKÝ FOLKMAR	V Oriáš. Potoku	5,86				-13,37				-14,33			
	2209	OPATKA	Vo Vinič. potoku horný	-14,61				-23,23				-9,56			
Juhoslovenská kotlina	2222	DRUŽSTEVNÁ p. HORNÁDE	Irenka	13,41	13,41	13,41	13,41	5,47	5,47	5,47	5,47	18,05	18,05	18,05	18,05
	2282	BOLJAROV	Rybniček	13,65	13,65	13,65	13,65	19,22	19,22	19,22	19,22	15,12	15,12	15,12	15,12
Revúcka vrchovina	1467	KAMENÍN	Stuďňa	-43,25				-64,21				-52,62			
	281	MUŽLA	Višňová studňa	-46,88	-63,02	-24,50	-44,41	x	-64,21	-37,12	-52,67	x	-52,62	-31,08	-45,27
Slovenský tras	1465	NYROVCE	Pr. JRD	-63,02				-56,68				-52,10			
	1464	VEĽKÝ DVOR	Bažantnica	-24,50				-37,12				-31,08			
Drienovec	1966	KYJATICE	Pridávka	-9,84	-9,84	-9,84	-9,84	x	x	x	x	x	x	x	x
	2019	DRIENOVEC	Jaskyňa	-3,88				-19,96				-4,43			
Slovenský tras	1901	GEMERSKÁ HORKA	Malá Studnička	-33,72				-44,47				x			
	2032	JABLONOV NAD TERNOU	Koszoru	-4,97				-23,25				-33,56			
Laborecká vrchovina	1859	KOVAČOVA	Prí križi	7,08				-22,73				-12,88			
	1884	KUNOVA TEPLICA	Župo-jaskyňa	-38,16	-38,16	8,66	-12,58	-48,93	-48,93	-7,87	-30,27	x	-44,73	-4,43	-22,28
Slovenský tras	1872	PLEŠÍVEC	Pod vápenkou	-14,13				-42,61				-44,73			
	2023	SILICKÁ JABLONICA	Sokolova dolina	-21,31				x				x			
Slovenský tras	2024	SILICKÁ JABLONICA	Mlýnsky	8,66				-7,87				-16,57			
	1869	SLAVEC	Čierna vyvírečka	-12,78				-32,34				-21,51			

	číslo stanice	lokalia	názov	1961-1990 [%]	mln [%]	max [%]	priem [%]	1991-2000 [%]	mln [%]	max [%]	priem [%]	2001-2009 [%]	mln [%]	max [%]	priem [%]
Borská Nižina	119	PLAVECKÝ ŠTVRTOK	Bezehrú	-7,61	-7,61	-7,61	-7,61	-5,35	-5,35	-5,35	-5,35	-12,20	-12,20	-12,20	-12,20
Malé Karpaty	113	PERNEK	Štola	26,51				4,00				-4,09			
	86	PLAVECKÉ PODHRADIE	Pod hradom	9,63				-5,67				-7,68			
		HORNÉ OREŠANY	Husí stok	-6,94	-6,94	26,51	5,97	4,93	-11,13	6,55	-0,26	-8,87	4,69	-4,31	
	243	HORNÉ OREŠANY	Nové domy	0,56				6,55				4,69			
	43	JABLONICA	Služková	0,11				-11,13				-5,59			
Chvojnická pahorkatina	1	VIESKA	Pavlova	-4,68	-4,68	0,08	-2,30	-48,61	-48,61	-25,43	-37,02	x	-5,94	-5,94	-5,94
	5	SKALICA	Priepastný mlyn	0,08				-25,43				-5,94			
Biele Karpaty	52	SOBOTIŠTE	Jankov mlyn	10,24	10,24	10,24	10,24	41,22	41,22	41,22	41,22	7,32	7,32	7,32	7,32
Javorníky	837	IHRISŤE	Káčerová	-6,28	-6,28	-6,28	-6,28	-1,71	-1,71	-1,71	-1,71	-14,81	-14,81	-14,81	-14,81
Kysucké Beskydy	757	ČADCA	U Šimčíška	0,33	0,33	0,33	0,33	-4,17	-4,17	-4,17	-4,17	2,40	2,40	2,40	2,40
Povežský Inovec	983	MODROVÁ	Studienka	-7,86				2,62				x			
	989	BANKA	Vápníšte	12,82				-38,94				-49,98			
	1108	DUBODIEL	Salaš	-30,80	-30,80	13,65	-2,70	-4,80	-38,94	4,83	-11,18	-30,65	-49,98	-10,12	-30,25
	978	KRIVOSUD	Rybník	13,65				-19,60				x			
	1153	STARÁ LEHOTÁ	U Dominov	-1,31				4,83				-10,12			
Svrážovské vrchy	884	PRUŽINA	Riečnica 1	-18,37				-9,15				-29,46			
	903	KOLAČIN	Ľahké zeme	-10,60	-18,37	4,28	-8,24	-2,02	-9,15	12,78	0,53	-19,77	-29,46	-5,40	-18,21
	876	PRUŽINA	Bobot	4,28				12,78				-5,40			
Suľovské vrchy	811	KOSTELEC	Ostrenec 2	-6,46				-18,14				-30,09			
	833	BODINA	Bielá voda	1,68	-6,46	15,06	3,43	-42,44	-42,44	29,84	-10,24	-52,35	-52,35	45,70	-12,25
	832	PRECIN	Puklinový	15,06				29,84				45,70			
Kysucká vrchovina	760	BELÁ - KUBIKOVA	pr. Veľhóra	-11,29	-11,29	-11,29	-11,29	-18,86	-18,86	-18,86	-18,86	-25,44	-25,44	-25,44	-25,44
Malá Fatra	777	RAJECKÁ LESNÁ	Brčné	-6,56				5,12				5,75			
	778	RAJECKÁ LESNÁ	Sučie	-6,41	-6,56	0,76	-4,07	4,36	4,36	21,30	10,26	6,75	5,75	16,36	10,29
	555	KRAĽOVANÝ	Bystrická č. 1	0,76				21,30				18,36			
Žiar	632	KLAŠTOR POD ZNIEVOM	Studenec	37,01	37,01	37,01	37,01	28,75	28,75	28,75	28,75	29,85	29,85	29,85	29,85
Triebeč	1071	KOLAČNO	Valachov	-14,70	-14,70	15,05	0,17	-42,61	-42,61	26,80	-7,90	-65,39	-65,39	7,76	-28,82
	1164	DRAŽOVCE	Šindlika	15,05				26,80				7,76			
Vtáčnik	1411	HORNÉ HÁMRE	Kajločka	-38,71	-38,71	-38,71	-38,71	-42,92	-42,92	-42,92	-42,92	-48,10	-48,10	-48,10	-48,10
Štiavnické vrchy	1423	BREHY	Lesná dolina	4,21				13,22				-2,15			
	1394	PODHORIE	Handľová	-17,30	-17,30	4,21	-5,05	-15,87	-15,87	13,22	1,77	-18,92	-18,92	-2,15	-8,14
	1458	PUKANEC	Egri štola	-2,07				7,95				-3,36			

	číslo stanice	lokality	názov	1981-1990 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]	1991-2000 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]	2001-2009 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]
Kremnické vrchy	1386	HORNÁ VES	U hrantu	-9,09	-9,09	10,17	0,54	-9,30	-9,30	-1,74	-5,52	-24,00	-24,00	-0,16	-12,08
	1063	HANDLOVÁ, REMATA	Pekeliňa	10,17				-1,74				-0,16			
Veľká Fatra	394	LUBOCHŇA	Salatin 3	-9,10				-9,71				-7,95			
	673	BELÁ	Havranovo Lučeché	2,41				18,15				27,16			
	664	BLATNICA	Dedšova dolina 1	-12,77				5,79				3,18			
	665	BLATNICA	Dedšova dolina 2	-8,79	-12,77		61,01	-0,36	-21,76	53,32	3,91		-20,11	57,27	9,19
	613	ČREMOŠNÉ	Výver z tunela	-10,69				-21,76				-20,11			
	392	LUBOCHŇA	Salatin č. 1	14,50				-18,03				-0,14			
	395	LUBOCHŇA	Salatin č. 4	61,01				53,32				57,27			
Horehronské podolie	1201	TELGART	Hron	-15,18	-15,18	-15,18	-15,18	-2,76	-2,76	-2,76	-2,76	0,34	0,34	0,34	0,34
	352	LIPTOVSKÝ JÁN	Pri Staniš. Jaskyni 1	-23,54				-20,02				-22,84			
Nízke Tatry	351	LIPTOVSKÝ JÁN	V Škopovej doline	-13,37				-27,11				-30,61			
	314	MALUŽINA	Skarkátka horný	-25,81				8,79				-11,61			
	2171	TELGART	V Zadnej doline 1	-35,19				-22,76				-20,34			
	1252	JARABA	Žiabok	-19,15				-6,19				-13,00			
	1265	SLOVENSKÁ LUPČA	Driekyňa	-17,51				-14,57				-25,33			
	1266	MOLČA	Teplica	-27,86				-17,59				-28,42			
	1267	HORNÝ HARMANEC	V rigole	-16,24	-35,19	8,56	-17,23	-13,16	-27,11	22,42	-7,66	-7,37	-34,76	31,19	-13,57
	1287	KRALIKY	Pod kameňolomom	-28,26				-9,67				-34,76			
	1291	KORDIKY	Pod širokou	-32,77				-20,91				-23,40			
	1292	KORDIKY	Na table	-7,39				22,42				22,02			
	1304	BADIN	Pod Kord. Chatou	-10,36				2,48				-24,74			
	1305	NEMEČKA	Pod motorešom	-10,85				1,73				31,19			
	1315	DOLNÁ LEHOTA	Dolný	8,56				-3,99				-0,75			
	315	MALUŽINA	Skarkátka dolný	1,26				5,58				x			
Podtatranská kotlina	320	PRIEBILINA	Surový Hrádok	-17,29	-25,81	-17,29	-21,55	-18,31	-18,31	-17,15	-17,73	-48,47	-48,47	-16,81	-32,64
	322	PRIEBILINA	Pleso	-25,81				-17,15				-16,81			
Vysoké a Belarské Tatry	2402	TATranská KOTLINA	Malý Šumivý	1,74				-0,90				26,88			
	536	ZUBEREC	Teplica	-11,86	-22,24	1,74	-10,78	-4,49	-26,98	-0,90	-10,79	7,73	-10,53	26,88	8,03
	537	ZUBEREC	Teplý žľab	-22,24				-26,98				-10,53			
Spišsko - gemerský Muránska planina	1908	MURÁŇ	Biela voda	-24,26	-24,26	-24,26	-24,26	-22,74	-22,74	-22,74	-22,74	-32,17	-32,17	-32,17	-32,17
	2155	DOBEŠINSKÁ LADOVÁ JAS.	Pri sosničkách	-15,56				-19,41				-36,66			
Spišsko - gemerský kras Slovenský ráj	2154	DOBEŠINSKÁ LADOVÁ JAS.	Sedem prameňov	-3,91				-23,63				-14,56			
	2156	DEDINKY	Zejmarská studňa	-42,86	-42,86	-3,91	-22,57	-18,19	-48,13	-13,99	-23,43	-32,84	-41,75	12,71	-22,25
	2115	VERNAR	Za potokmi	-15,81				-17,26				-20,38			
	2116	HRANOVNICA	Na Hranovníckom plese	-29,18				-13,99				12,71			
	2153	TELGART	V spišskom potoku	-28,13				-48,13				-41,75			
Spišská Magura	2353	NEZERSKO	Pod svahom	-23,70	-23,70	-23,70	-23,70	-27,42	-27,42	-27,42	-27,42	-22,43	-22,43	-22,43	-22,43
Lubovnianska vrchovina	2417	MATYSOVÁ	V obci	-6,81	-14,13	-6,81	-10,47	-3,99	-25,23	-3,99	-14,61	-8,64	-39,79	-8,64	-24,22
	2419	MINIEK NAD POPRADOM	Na svahu	-14,13				-25,23				-39,79			

	číslo stanice	lokalia	názov	1981-1990 [%]	mln [%]	max [%]	priem [%]	1991-2000 [%]	mln [%]	max [%]	priem [%]	2001-2009 [%]	mln [%]	max [%]	priem [%]
Busov	1753	CHMELOVÁ	Podstavy 3	-24,52	-24,52	-12,13	-18,32	-45,23	-45,23	-28,75	-36,99	x	-39,44	-39,44	-39,44
	1754	CHMELOVÁ	Podstavy 4	-12,13				-28,75							
Laborecká vchovina	1725	VYŠNÝ KOMÁRNIK	Pod Dolhomorn	-12,15	-12,15	-12,15	-12,15	-12,63	-12,63	-12,63	-12,63	-40,85	-40,85	-40,85	-40,85
Vihorlátské vrchy	1806	KAMENICA NAD CÍROCHOU	Pod drevinou	-13,64	-13,64	-13,64	-13,64	-30,08	-30,08	-30,08	-30,08	-26,31	-26,31	-26,31	-26,31
Slanské vrchy	1821	SLÁNSKA HUTA	Dolinky	13,92	13,92	13,92	13,92	51,75	51,75	51,75	51,75	x	x	x	x
Volovské vrchy	2158	MLYNKY	Havrania dolina	-1,82				-7,22				-6,34			
	2230	OPATKA	Vo Vinič, potoku dolný	-5,35	-22,96	3,73	-6,60	-2,77	-21,40	-2,77	-8,72	5,17	-17,15	5,17	-8,03
	2207	VEĽKÝ FOLKMAR	V Oľas, Potoku	3,73				-3,51				-13,80			
	2209	OPATKA	Vo Vinič, potoku horný	-22,96				-21,40				-17,15			
Čierna hora	2222	DRUŽSTEVNÁ p. HORNADE	Irenka	-9,48	-9,48	-9,48	-9,48	5,08	5,08	5,08	5,08	11,06	11,06	11,06	11,06
Juhoslovenská kotlina	2282	BOUJAROV	Rybniček	-2,61	-2,61	-2,61	-2,61	11,60	11,60	11,60	11,60	17,40	17,40	17,40	17,40
Podunajská pahorkatina	1467	KAMENIN	Stuďňa	-4,81				-37,95				-59,06			
	281	MLŽLA	Vyšňová studňa	-33,75	-33,75	-4,81	-20,37	-56,70	-67,11	-37,95	-50,19	x	-59,06	-34,43	-49,38
	1465	NYROVCE	Prí JRD	-28,43				-67,11				-54,64			
	1464	VEĽKÝ DVOR	Bažantnica	-14,50				-39,01				-34,43			
Revúcka vchovina	1966	KYJATICE	Pridávka	-16,43	-16,43	-16,43	-16,43	-14,77	-14,77	-14,77	-14,77	x	x	x	x
Slovenský kras	2019	DRIENOVEC	Jaskyňa	-29,50				-6,70				-13,06			
	1901	GENEERSKÁ HORKA	Malá Studnička	-22,67				-36,50				x			
	2032	JABLONOV NAD TERNOU	Koszou	-10,40				-14,48				-27,83			
	1859	KOVAČOVA	Prí križi	-16,38				-7,79				-18,36			
	1884	KUNOVA TEPLICA	Zugo -jaskyňa	-36,92	-41,80	-10,40	-25,89	-43,56	-43,56	-4,47	-19,61	x	-43,55	-11,74	-23,68
	1872	PLEŠÍVEC	Pod vápenkou	-32,98				-11,54				-43,55			
	2023	SILICKÁ JABLONICA	Sokolova dolina	-41,80				-33,74				x			
	2024	SILICKÁ JABLONICA	Mlýnsky	-14,42				-4,47				-11,74			
	1869	SLÁVEC	Čierna vyvieračka	-27,96				-17,73				-27,52			

číslo stanice	lokalita	názov	1981-2000 [%]	min [%]	max [%]	príem [%]	1981-2009 [%]	min [%]	max [%]	príem [%]
Borská nížina	119	PLAVECKÝ ŠTVŔTOK	Bezodné	-6,48	-6,48	-6,48	-8,26	-8,26	-8,26	-8,26
Malé Karpaty	113	PERNEK	Štola	15,25			9,25			
	86	PLAVECKÉ PODHRADIE	Pod hradom	1,98			-1,02			
		HORNÉ OREŠANY	Husí stok	-1,00	-5,51	15,25	-3,44	-5,53	9,25	0,63
	243	HORNÉ OREŠANY	Nové domy	3,55			3,91			
	43	JABLONICA	Stužková	-5,51			-5,53			
Chvojnická pahorkatina	1	VIESKA	Pavlova	-25,49	-25,49	-12,67	x	-10,58	-10,58	-10,58
	5	SKALICA	Priepastný mlyn	-12,67			-10,58			
Biele Karpaty	52	SOBOTIŠTE	Janíkov mlyn	25,73	25,73	25,73	20,02	20,02	20,02	20,02
Javorníky	837	IHRÍŠTE	Káčerová	-3,99	-3,99	-3,99	-7,35	-7,35	-7,35	-7,35
Kysucké Beskydy	757	ČADCA	U Šimčíška	-1,92	-1,92	-1,92	-0,58	-0,58	-0,58	-0,58
Považský Inovec	983	MODROVÁ	Studienka	-2,62			x			
	989	BANKA	Vápnište	-13,06			-24,51			
	1108	DUBODIEL	Salaš	-18,48	-18,48	1,76	x	-24,51	-1,93	-13,22
	978	KRIVOSÚD	Rybík	-1,13			x			
	1153	STARÁ LEHOTA	U Dominov	1,76			-1,93			
Stražovské vrchy	884	PRUŽINA	Riečnica 1	-13,76	-13,76	8,53	-18,63	-18,63	4,21	-7,21
	903	KOLAČIN	Lahké zeme	-6,10			x			
	876	PRUŽINA	Bobot	8,53			4,21			
Súľovské vrchy	811	KOSTELEČ	Ostrenec 2	-12,30		22,45	-17,82			
	833	BODINA	Bielá voda	-20,38	-20,38		-30,30	-30,30	29,66	-6,15
	832	PREČÍN	Puklinový	22,45			29,66			
Kysucká vrchovina	760	BELÁ - KUBÍKOVA	pr. Veľhora	-15,08	-15,08	-15,08	-18,29	-18,29	-18,29	-18,29
Malá Fatra	777	RAJECKÁ LESNÁ	Brčné	-0,72			1,29	1,29	13,30	5,33
	778	RAJECKÁ LESNÁ	Sučie	-1,02	-1,02	11,03	1,39			
	555	KRALOVANY	Bystrička č. 1	11,03			13,30			
Žiar	632	KLAŠTOR POD ZNIEVOM	Studenec	32,88	32,88	32,88	31,94	31,94	31,94	31,94
Tribeč	1071	KOLAČNO	Valachov	-28,66	-28,66	20,93	-40,06	-40,06	16,84	-11,61
	1164	DRAŽOVCE	Šindofka	20,93			16,84			
Vlácnik	1411	HORNÉ HÁMRE	Kajlovka	-40,81	-40,81	-40,81	-43,08	-43,08	-43,08	-43,08
Štiavnické vrchy	1423	BREHY	Lesná dolina	8,72		8,72	5,34		5,34	-3,66
	1394	PODHORIE	Handlová	-16,58	-16,58		-17,31	-17,31		
	1458	PUKANEC	Egri stôliňa	2,94			0,99			

	číslo stanice	lokality	názov	1961-2000 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]	1961-2009 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]
Kremnické vrchy	1386	HORNÁ VES	U hranu	-9,20	-9,20	3,90	-2,65	-13,79	-13,79	-13,79	-13,79
	1063	HANDLOVÁ, REMATA	Pekelňa	3,90				x			
Veľká Fatra	394	LUBOCHNA	Salatin 3	-9,41				-8,96			
	673	BELA	Havranovo Lučejné	10,28				15,52			
	664	BLATNICA	Deďšova dolina 1	-3,49				-1,42			
	666	BLATNICA	Deďšova dolina 2	-4,57	-16,22	57,17	4,57	-1,63	-17,43	57,20	6,00
	613	ČREMOŠNÉ	Výver z tunela	-16,22				-17,43			
	392	LUBOCHNA	Salatin č. 1	-1,77				-1,26			
	395	LUBOCHNA	Salatin č. 4	57,17				57,20			
Horehronské podolie	1201	TELGART	Hion	-8,97	-8,97	-8,97	-8,97	-6,08	-6,08	-6,08	-6,08
Nízke Tatry	352	LPTOVSKÝ JÁN	Prí Staniš, Jaskyni 1	-21,78				-22,11			
	351	LPTOVSKÝ JÁN	V Skopovej doline	-20,24				-23,46			
	314	MALUŽINA	Skarkeňa homý	-8,51				-9,47			
	2171	TELGART	V Zadnej doline 1	-28,97				-26,30			
	1252	JARABA	Žliabok	-12,67				-12,77			
	1266	SLOVENSKÁ LUPČA	Dnekyňa	-16,04				-18,92			
	1266	MOLČA	Teplica	-22,72				-24,49			
	1267	HORNÝ HARMANEC	V rigole	-14,70	-28,97	7,51	-12,45	-12,42	-26,30	12,02	-13,58
	1287	KRALIKY	Pod kameňomom	-18,96				-23,87			
	1292	KORDIKY	Pod širokou	-26,84				-25,77			
	1304	BADIN	Na table	7,51				12,02			
	1305	NEMEČKA	Pod Kord, Chatou	-3,94				-10,40			
	1315	DOLNÁ LEHOTÁ	Pod motorstom	-4,56				6,53			
	315	MALUŽINA	Dolný	2,29				1,34			
			Skarkeňa dolný	3,42				x			
Podtatranská kotlina	320	PRIEILINA	Surový Hrádok	-17,80	-21,48	-17,80	-19,64	-27,32	-27,32	-20,03	-23,68
	322	PRIEILINA	Pleso	-21,48				-20,03			
Vysoké a Belanské Tatry	2402	TATRANSKÁ KOTLINA	Máľový Šumivý	0,42				8,63			
	536	ZUBEREC	Teplica	-8,17	-24,61	0,42	-10,79	-3,24	-20,24	8,63	-4,95
	537	ZUBEREC	Teplý žľab	-24,61				-20,24			
Spišsko - gemerský kras Muránska planina	1908	MURÁŇ	Biela voda	-23,50	-23,50	-23,50	-23,50	-26,19	-26,19	-26,19	-26,19
Spišsko - gemerský kras Slovenský raj	2156	DOBŠINSKÁ LADOVÁ JAS.	Prí sosničkách	-17,49				-23,44			
	2154	DOBŠINSKÁ LADOVÁ JAS.	Sedem prameňov	-13,77				-14,02			
	2156	DEDINKY	Zelianska studňa	-30,52	-38,13	-13,77	-23,00	-31,24	-39,25	-10,94	-22,77
	2115	VERINAR	Za potokmi	-16,53				-17,73			
	2116	HRANOVNICA	Na Hranovníckom plesse	-21,59				-10,94			
	2153	TELGART	V spišskom potoku	-38,13				-39,25			
Spišská Magura	2353	JEZERSKO	Pod svahom	-25,56	-25,56	-25,56	-25,56	-24,59	-24,59	-24,59	-24,59
Lubovnianska vrchovina	2417	MATYSOVÁ	V obci	-5,40	-19,68	-5,40	-12,54	-6,40	-25,92	-6,40	-16,16
	2419	MIŠIEK NAD PORRADOM	Na svahu	-19,68				-25,92			

	číslo stanice	lokalita	názov	1981-2000 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]	1981-2009 [%]	min [%]	max [%]	priem [%]
Busov	1753	CHMELOVÁ	Podstavy 3	-34,33	-34,33	-20,44	-27,38	x	-26,34	-26,34	-26,34
	1754	CHMELOVÁ	Podstavy 4	-20,44							
Laborecká vrchovina	1725	VYŠNÝ KOMÁRNIK	Pod Dolhoncom	-12,39	-12,39	-12,39	-12,39	-21,22	-21,22	-21,22	-21,22
	1806	KAMENICA NAD CÍROCHOU	Pod drevinou	-21,86	-21,86	-21,86	-21,86	-23,24	-23,24	-23,24	-23,24
Slanské vrchy	1821	SLÁNSKA HUTA	Dolinky	44,83	44,83	44,83	44,83	x	x	x	x
	2158	MLYNKY	Havrania dolina	-4,52				-5,09			
Volvorské vrchy	2230	OPATKA	Vo Vlnič. potoku dolný	-4,06	-22,18	0,11	-7,66	-1,19	-20,62	-1,19	-7,78
	2207	VEĽKÝ FOLKMÁR	V Orľas. Potoku	0,11				-4,20			
	2209	OPATKA	Vo Vlnič. potoku horný	-22,18				-20,62			
	2222	DRUŽSTEVNÁ p. HORNÁDE	Irenka	-2,20	-2,20	-2,20	-2,20	1,92	1,92	1,92	1,92
Juhoslovenská kotlina	2282	BOLIAROV	Rybníček	4,50	4,50	4,50	4,50	8,50	8,50	8,50	8,50
	1467	KAMENIN	Studňa	-21,38				-33,08			
Podunajská pahorkatina	281	MUŽLA	Višňová studňa	-43,20	-47,77	-21,38	-34,78	x	-49,90	-29,14	-37,37
	1465	NYROVCE	Pri JRD	-47,77				-49,90			
	1464	VEĽKÝ DVOR	Bažantnica	-26,76				-29,14			
	1866	KYJATICE	Pridlanka	-15,64	-15,64	-15,64	-15,64	x	x	x	x
Slovenský kras	2019	DRIENOVEC	Jaskyňa	-18,10				-16,54			
	1901	GEMERSKÁ HORKA	Malá Studnička	-29,59				x			
	2032	JABLONOV NAD TERNOU	Koszoru	-12,44				-17,22			
	1859	KOVAČOVÁ	Pri križi	-12,08				-14,03			
	1884	KUNOVA TEPLICA	Zúgo-Jaskyňa	-40,24	-40,24	-9,45	-22,78	x	-28,87	-10,16	-18,52
	1872	PLEŠÍVEC	Pod vápenkou	-22,26				-28,87			
	2023	SILICKÁ JABLONICA	Sokolova dolina	-37,98				x			
	2024	SILICKÁ JABLONICA	Mlýnsky	-9,45				-10,16			
	1869	SLAVEC	Čierna vyvírečka	-22,85				-24,30			

INTERPRETÁCIA VÝSLEDKOV

PLOŠNÉ HODNOTENIE - KRIGGING

Zvolené, ako alternatívne riešenie celoplošného, vizuálneho mapového zobrazenia možných dopadov klimatických zmien na zdroje podzemných vôd Slovenska. Gridding metódy vo všeobecnosti produkujú pravidelne rozložené pole hodnôt v uzloch vopred definovanej mriežky, vyčíslené extrapoláciou, alebo interpoláciou vypočítaných bodových dát. Krigging je veľmi flexibilná geoštatistická gridding metóda vytvárajúca vizuálne príťažlivé dvojdimenzionálne mapy vytvorené na základe nepravidelne rozložených dát. Pre vypracovanie plošného mapového hodnotenia možného dopadu klimatických zmien na zdroje podzemných vôd bol použitý bodový krigging, odhadujúci hodnoty bodov na mriežke uzlov (Abramowitz, M., a Stegun, I. (1972)).

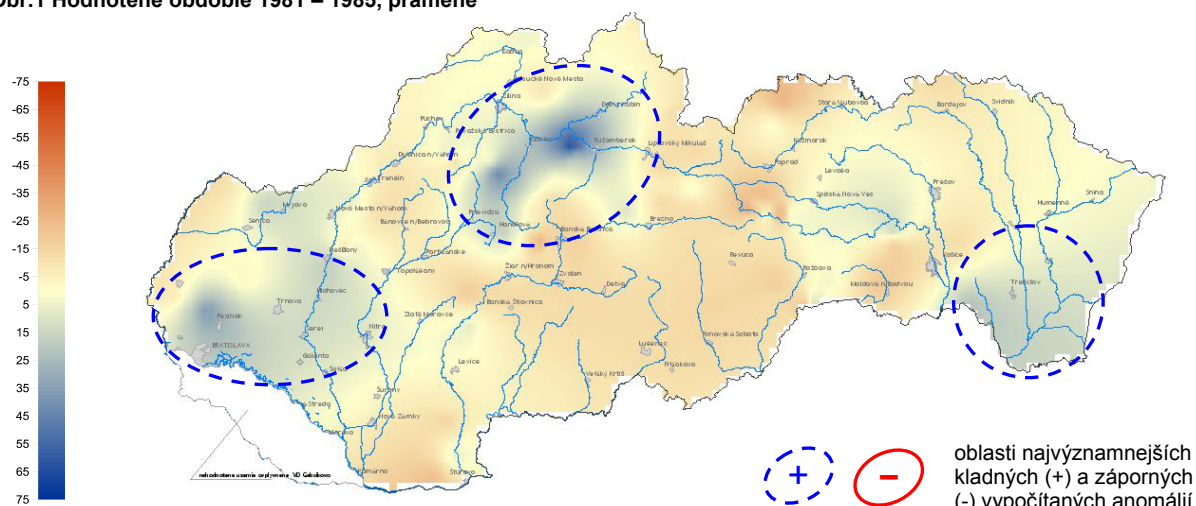
Mapové zhodnotenia územia Slovenska pre jednotlivé obdobia po roku 1980 dokumentujú obrázky č. 1 až 6. Pre zobrazenie bodových hodnôt zmien výdatností prameňov v percentách vo vzťahu k referenčnému obdobiu bola použitá zvolená škála vľavo. Nárast výdatností prameňa v porovnaní s referenčnou hodnotou výdatnosti prameňa do roku 1980 (+) a pokles výdatností prameňa v porovnaní s referenčnou hodnotou výdatnosti prameňa do roku 1980 (-) sú uvádzané v %.

Obrázky boli spracované tak, aby sme zároveň vymedzili oblasti najvýznamnejších kladných, alebo záporných vypočítaných anomálií indikovaných pre územie Slovenska. Je potrebné na tomto mieste zdôrazniť, že sa stále jedná o geoštatistickú metódu s primeranou presnosťou, odpovedajúcou lokalizácii a hustote bodových údajov, poskytujúcu generalizovaný pohľad na hodnotený vplyv. Na druhej strane sa jedná o veľmi vhodnú a z nášho pohľadu dostatočnú metódu pre základný popis nehomogenity dopadu hodnoteného vplyvu klimatických zmien na území SR resp. pre popis odlišných dopadov možných vplyvov klimatických zmien na podzemné vody medzi jednotlivými hodnotenými obdobiami vo vnútri územia SR.

Hodnotené obdobie 1981 – 1985 (obrázok č. 1)

Obdobie charakterizované veľmi miernymi zmenami výdatností prameňov vo vzťahu k referenčnému obdobiu. Plošne interpolované hodnoty vzťahnuté na celé územie Slovenska sa pohybujú približne od -10% do +20%. Možný veľmi mierny pokles výdatností zdrojov podzemných vôd sa predpokladá v celej južnej časti územia Slovenska (lúnia Komárno–Zlaté Moravce- Žiar nad Hronom – Banská Bystrica- Brezno Košice – štátna hranica s Maďarskom). Výraznejšie kladné anomálie, nárast výdatností zdrojov podzemných vôd boli vyčíslené pre dané obdobie v oblasti Bratislava - Nitra - Piešťany -Senica - Pezinok a ďalej v oblasti širšieho okolia Martina, Turčianskej kotliny, juhozápadne o Ružomberka a v časti Oravy. Približne okolo +5% až +10% možný nárast výdatností zdrojov podzemných vôd je indikovaný i vo východnej časti územia Slovenska v oblasti Slanec -Humenné - Snina - štátna hranica s Ukrajinou a štátna hranica s Maďarskom.

Obr.1 Hodnotené obdobie 1981 – 1985, pramene

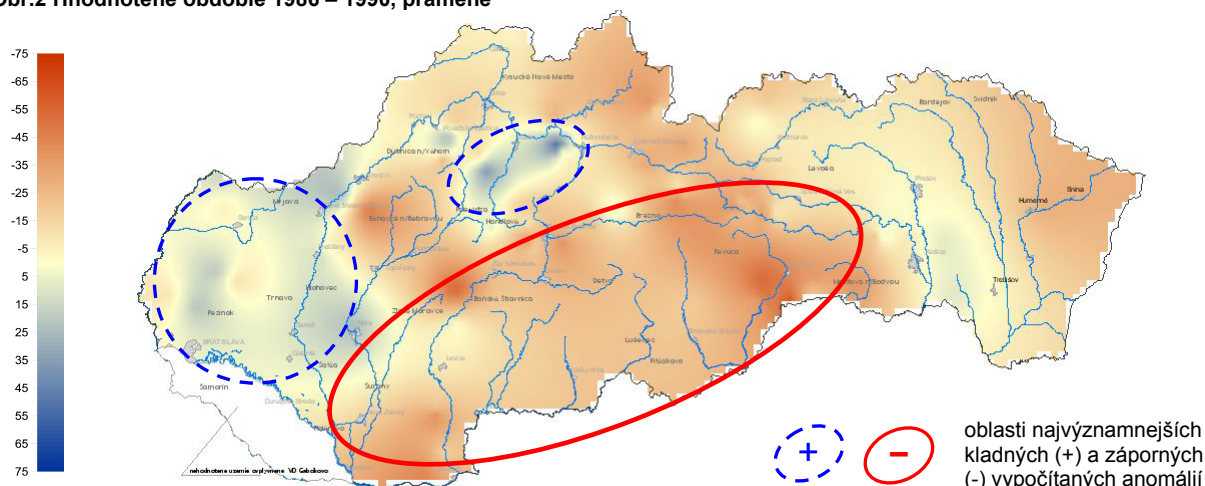


Hodnotené obdobie 1986 – 1990 (obrázok č. 2)

Plošne preukazuje veľmi významný dokumentovaný negatívny dopad (pokles) výdatností zdrojov podzemných vôd takmer na celom území Slovenska. V porovnaní s obdobím 1981-1985 výrazne odlišný a výrazný vplyv možných klimatických zmien. Pokles zdrojov podzemných vôd zasahuje najvýznamnejšie celú centrálnu a južnú časť Slovenska, čiastočne negatívne ovplyvňuje aj severnú časť v oblasti Oravy a Liptova. Takmer 70 až 80% územia Slovenska sa odhaduje s poklesom zdrojov

podzemných vôd vo vzťahu k referenčnému obdobiu, približne v intervale od -15% do -40%. Najvýznamnejší negatívny dopad sa predpokladá v juhovýchodnej časti Slovenska (oblasť Slovenský kras a širšie okolie Revúcej, čiastočne i lúnia Bánovce nad Bebravou až Banská Štiavnica). Pokles zdrojov podzemných vôd (i keď výrazne miernejší) je na mape dokumentovaný i v celej východnej časti Slovenska (širšie okolie Humenné, Svidník, Snina). Možný mierny nárast zdrojov podzemných vôd je na druhej strane na mape viditeľný najmä v dvoch oblastiach. Jedná sa jednak o územie Turčianskej kotliny, ale plošne rozsiahlejšie je územie západnej časti Slovenska – Považie od Piešťan po Šaľu, širšie okolie Nitry a takmer celé Záhorie.

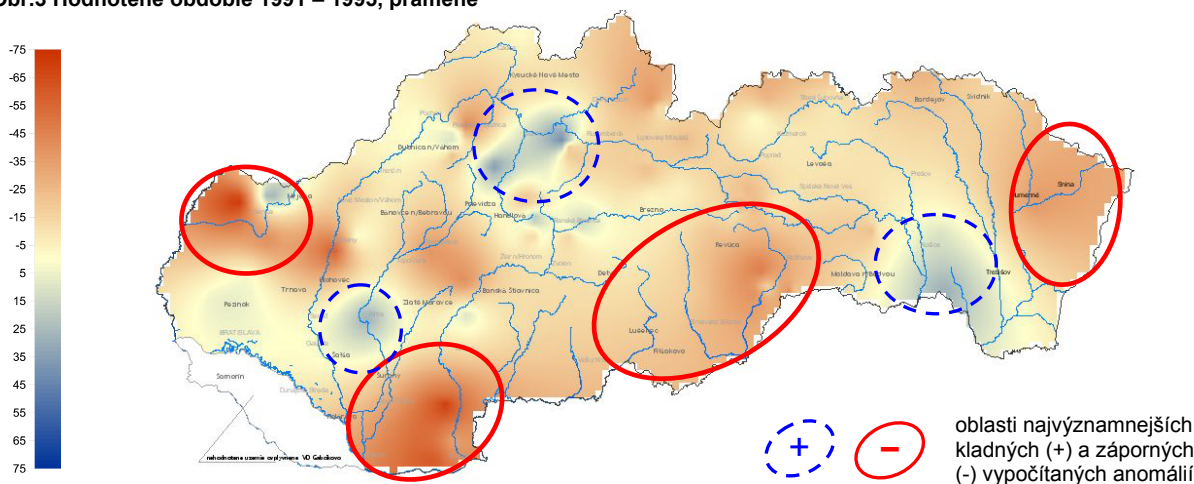
Obr.2 Hodnotené obdobie 1986 – 1990, pramene



Hodnotené obdobie 1991 – 1995 (obrázok č. 3)

Negatívny dopad možných klimatických zmien na zdroje podzemných vôd v podstate celoplošne pretrváva aj v tejto pentáde. Bez podstatnejšej zmeny ostáva takmer celá južná a juhovýchodná časť územia Slovenska (opäť najmä oblasť Slovenského krasu, ale aj oblasť Nové zámky, Štúrovo - Levice). Rovnaká situácia ako v období 1986-1990, skôr mierne zhoršenie (nárast možného vplyvu klimatických zmien) je vo východnej časti územia Slovenska (oblasť Humenné - Snina). Na druhej strane zmiernenie dopadu je preukazné v centrálnej časti Slovenska. Prekvapením je podstatná zmena v západnej časti Slovenska, kde z pôvodného mierneho nárastu v období 1986-1990, dochádza v tomto období k veľmi významnému negatívnemu vplyvu možných klimatických zmien (poklesu zdrojov podzemných vôd) a to najmä v oblasti Jablonica - Senica - Skalica s čiastočným postupom tohto vplyvu i smerom na západ (širšie okolie Piešťan). Nárast výdatností prameňov bol plošne interpolovaný z bodových meraní do oblasti okolia Nitry, do Turčianskej kotliny a južne od mesta Košice do časti Košickej kotliny. Plošný rozsah tohto vplyvu (predpokladaný nárast zdrojov podzemných vôd) je v porovnaní s oblasťami s významným negatívnym vplyvom klimatických zmien v rámci územia Slovenska veľmi zanedbateľný.

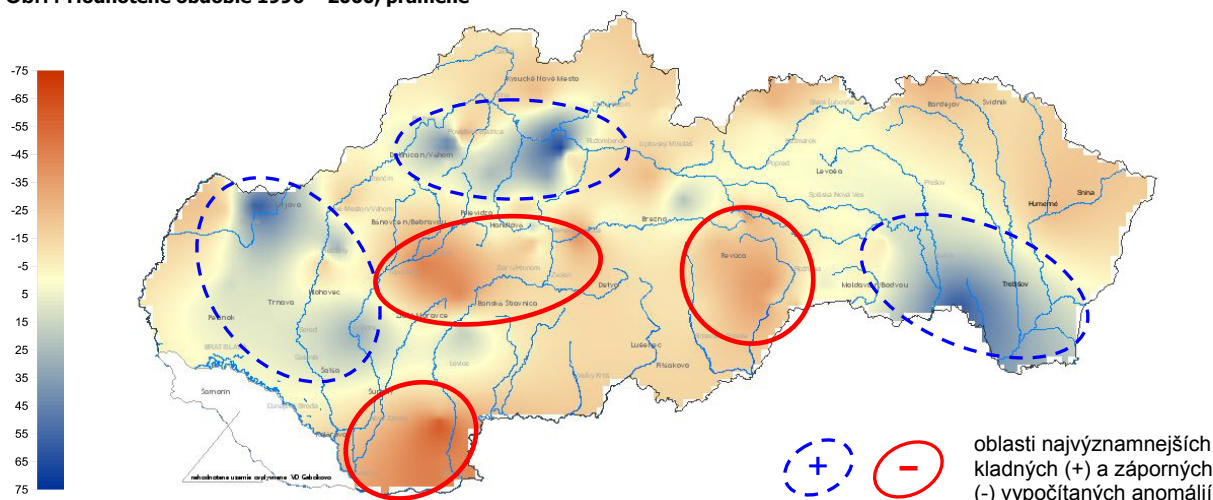
Obr.3 Hodnotené obdobie 1991 – 1995, pramene



Hodnotené obdobie 1996 – 2000 (obrázok č. 4)

Na základe vypočítaného stavu predpokladaného vplyvu klimatických zmien na výdatnosti prameňov možno dané obdobie charakterizovať, ako pentádu významného zmiernenia negatívnych vplyvov v porovnaní s predchádzajúcou pentádou 1991-1995. Výrazne sa rozširujú oblasti s predpokladom nárastu výdatností prameňov vo vzťahu k referenčnému obdobiu do roku 1980 a to najmä v oblasti juhu východného Slovenska, dosahujúc až líniu Moldava nad Bodvou-Prešov-Michalovce. Pretrvávajú i nárast výdatností prameňov v Turčianskej kotline, pričom sa daná oblasť rozširuje i na územie stredného Považia (Púchov a Dubnica nad Váhom). Výrazne sa rozširuje oblasť s predpokladaným nárastom výdatností prameňov v porovnaní s referenčným obdobím do roku 1980 i pre oblasť južného a juhozápadného Slovenska, pokrývajúc značnú časť Záhoria, Malé Karpaty, dolný Váh, zasahujúc svojim východným výbežkom až do oblasti Ponitria a Levíc. Negatívny dopad možných klimatických zmien v tomto období bol dokumentovaný vo všeobecnosti najmä v celej centrálnej a južnej časti Slovenska (-15% až -25%). Významnejšie poklesy výdatností prameňov dokumentujú oblasti ohraničené líniou Partizánske–Topľčany–Žarnovica, ďalej Revúca-Rožňava-Rimavská Sobota a celé dolné Pohronie.

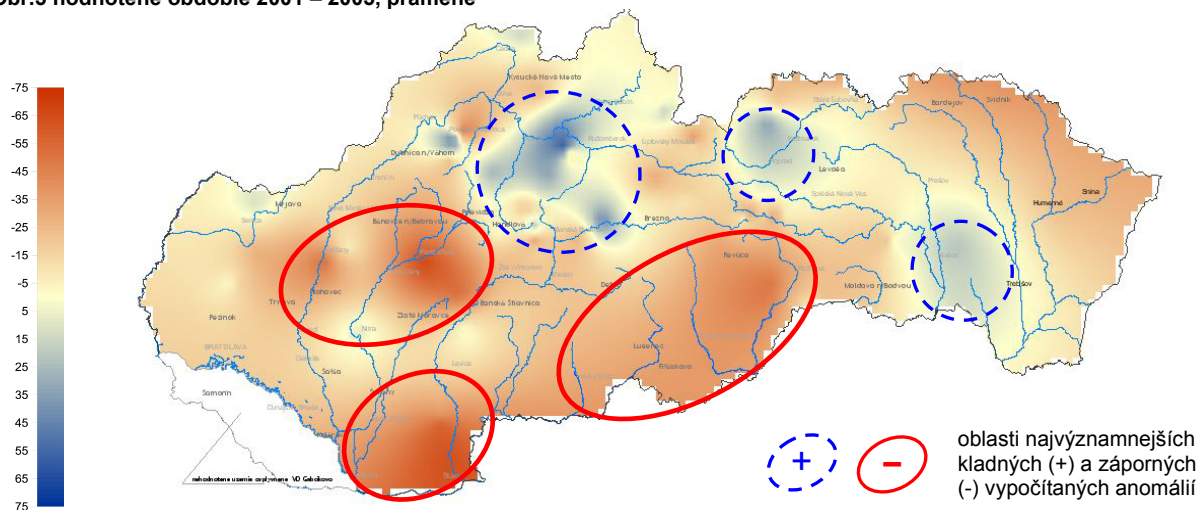
Obr.4 Hodnotené obdobie 1996 – 2000, pramene



Hodnotené obdobie 2001 – 2005 (obrázok č. 5)

Opätovný nástup obdobia s prevládajúcimi negatívnymi vplyvmi možných klimatických zmien na výdatnosti prameňov v porovnaní s referenčným obdobím do roku 1980. Negatívny dopad sa prejavuje takmer na celom území Slovenska a pokrýva viac ako 80% jeho územia. Negatívne zmeny (pokles výdatností prameňov) významne zosilňujú v centrálnej a južnej časti Slovenska, pričom dosahujú hodnoty cez -30%.

Obr.5 hodnotené obdobie 2001 – 2005, pramene



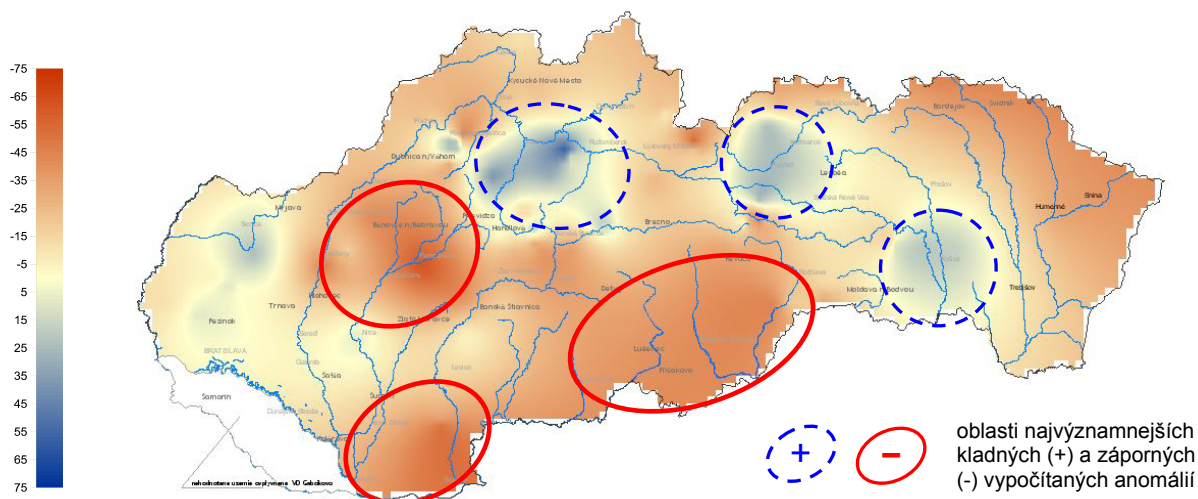
Najvýznamnejšie postihujú oblasti dolného Pohronia, Považie v oblasti Piešťany-Hlohovec, horné Ponitrie, povodie Žitavy a širšie okolie Slovenského krasu. Predpokladaný pokles výdatnosti

prameňov bol štatisticky definovaný na mape i pre celý severovýchod Slovenska, dokonca mierny pokles (do -5% až -10%) dokumentuje aj Záhorie. Oblasť s nárastom výdatností prameňov sú len výnimočné, v podstate ich možno ohraničiť len troma lokalitami. Jedná sa najmä o oblasť stredného Považia, Turčiansku kotlinu pričom daná oblasť zasahuje svojim juhovýchodným výbežkom i do oblasti stredného Pohronia (Brezno-Banská Bystrica). Druhou oblasťou je sever Slovenska (Poprad-Ždiar), tu sa však hodnotenie opiera len o výsledky z jedného prameňa a preto je jeho reprezentatívnosť primerane nižšia. Na druhej strane preukaznejší pozitívny vplyv možných klimatických zmien pre hodnotenú pentádu (nárast výdatností prameňov) je dokumentovaný v širšom okolí Košíc, ale najmä južne od Košíc až po štátnu hranicu s Maďarskom.

Hodnotené obdobie 2006 – 2009 (obrázok č. 6)

Na základe vizuálneho hodnotenia spracovanej mapy a po porovnaní s predchádzajúcimi pentádami a ich mapovými výstupmi možno, čo do intenzity, hovoriť v tomto prípade o neúplnom päťročí s najvýznamnejším negatívnym dopadom možných klimatických zmien v rámci všetkých hodnotených pentád. Dá sa povedať, že dané obdobie, čo do plošného rozloženia možných vplyvov klimatických zmien na výdatnosti prameňov, takmer kopíruje obdobie 2001-2005, ale negatívny dopad (pokles výdatností prameňov) ešte zosilnel. A to najmä v celej centrálnej časti Slovenska, ďalej v južnej, juhozápadnej a severovýchodnej časti Slovenska, pričom tento pokles lokálne dosahuje cez -35%. Oblasť s predpokladaným poklesom výdatností prameňov zasahujú ďalej celé Kysuce a Oravu a celý sever SR. Plošné pokrytie týmto negatívnym dopadom dosahuje takmer 90% územia Slovenska. Oblasť s nárastom výdatností prameňov sa vyskytujú len výnimočne, sú opäť tri, rovnaké ako pre obdobie 2001-2005, veľmi mierna zmena je dokumentovaná i pre oblasť Záhorie.

Obr.6 Hodnotené obdobie 2006 – 2009, pramene



Hodnotené obdobia 1981-1990, 1991-2000, 2001-2009

Preukazne najvýznamnejší negatívny dopad klimatických zmien na výdatnosti prameňov možno prisúdiť poslednej neúplnej dekáde 2001-2009, pričom tento negatívny dopad (pokles výdatností prameňov) postihuje takmer celé územie Slovenska, ale najmä jeho centrálnu a južnú časť, plošne v priemere dosahuje hodnoty -25% a -35%. Na úrovni -15% až -20% boli pre obdobie 2001-2009 štatisticky vyčíslené poklesy i pre severovýchodnú časť Slovenska.

Hodnotené obdobie 1981- 2009 – CELKOVÉ HODNOTENÉ OBDOBIE

Súhrnným celoplošným zhodnotením možného dopadu klimatických zmien na výdatnosti prameňov analyzujúcim celé obdobie pozorovania jednotlivých prameňov až do roku 2009 pre územie Slovenska sú mapové výstupy na obrázku č. 13. Dokumentujú predpokladaný stav zmien výdatností prameňov (zdrojov podzemných vôd) vplyvom možných klimatických zmien, pričom porovnávajú celé obdobie, ktoré bolo riešiteľovi k dispozícii (1981 – 2009) k určenému referenčnému obdobiu do roku 1980. Už z prvého pohľadu na mapy je zrejmé, že možno jednoznačne predpokladať dominantne plošne negatívny dopad možných klimatických zmien na zdroje podzemných vôd po roku 1980 takmer na celom území SR. Viac ako 65% územia SR leží v škále štatisticky vypočítaných dopadov na zdroje podzemných vôd s dokumentovaným poklesom ich výdatností v intervale -5% až -15%, dokonca aj menej (-20% -25%). Plošne jednoznačne tu možno hovoriť o celej centrálnej a južnej časti územia

SR, kde zdroje podzemných vôd v priemere za uvedené obdobie pravdepodobne dosahujú 80% a menej ich dlhodobej priemernej ročnej výdatnosti v porovnaní s dlhodobým priemerom svojich ročných výdatností do roku 1980. Územie výrazne negatívnych dopadov klimatických zmien na zdroje podzemných vôd možno ohraničiť jednak oblasťou N. Zámky-Partizánske-B. Bystrica-Brezno-Revúca-Moldava n. B - štátna hranica s Maďarskom, ako aj oblasťou Trebišov-Bardejov-štátna hranica s Ukrajinou. O veľmi miernom negatívnom vplyve možných klimatických zmien na zdroje podzemných vôd obdobia 1981-2009 možno hovoriť o oblasti Kysúc a Oravy, ako aj celého severného Slovenska (odhadované zmeny do -10%). Západná časť SR sa javí v priemere ako neutrálna, v intervale -5% – +10%. Podobný charakter má i dolné Považie a oblasť Hornádu, najmä medzi Prešovom a Košicami. Zaujímavou oblasťou je Turčianska kotlina a časť stredného Váhu (širšie okolie miest Ružomberok, Martin) kde viaceré pramene vykazujú mierny nárast výdatnosti, čo následne interpoláciou vytvára plochu štatisticky vypočítaných hodnôt v intervale +15 až +22%. Pre dané obdobie sa jedná o jediné územie na SR, kde väčšie zoskupenie prameňov (7) s rovnakým výsledkom vytvára predpoklad, že vplyvom možných klimatických zmien mohlo dôjsť k miernemu nárastu ich výdatností za posudzované, takmer 30-ročné obdobie.

2.4. ANALÝZA VPLYVU KLIMATICKÝCH ZMIEN NA ZÁSoby PODZEMNÝCH VÔD NA ZÁKLADE VÝSLEDKOV MERANÍ NA SONDÁCH

Na rozdiel od priameho hodnotenia zmien zdrojov podzemných vôd v pohoriach v dôsledku novej existencie klimatických zmien prostredníctvom hodnotenia zmien výdatností dlhodobo sústavne meraných prameňov, nie je takto zvolený postup možné uplatniť u zmien zásob podzemných vôd. Pri hodnotení zmien zásob podzemných vôd je nutné popri samotnom zhodnotení zmien hladín podzemných vôd zohľadňovať aj koeficient zásobnosti podzemných vôd μ . Umožňuje prevod zmien hladín podzemných vôd na objemové zmeny a tým i na vyčíslenie vzájomne porovnateľných zmien zásob podzemných vôd pre územie Slovenska ako celok, využívajúc obecnú rovnicu zmeny zásob podzemných vôd: $W = F (H_2 - H_1) \cdot \mu$.

Konkrétne riešenie je možné realizovať dvoma spôsobmi:

- a) **Spresneným riešením pre vybratú hydrogeologickú štruktúru (nádrž podzemných vôd a pod.)** s dostatočným počtom pozorovacích objektov indikujúcich zmeny hladín podzemných vôd a s "in situ" stanovenými koeficientmi zásobnosti μ v nich. Tento postup umožňuje pri detailnom poznaní geologických a hydrogeologických pomerov vyčísliť s dostatočnou presnosťou zmeny zásob podzemných vôd vplyvom klimatických zmien v hodnotenej nádrži ako celku. Vyžaduje však detailné priestorové vymedzenie nádrže a exaktné priradenie príslušnej časti nádrže k jednotlivým zhodnoteným/reprezentatívnym pozorovacím objektom.
- b) **Orientačným riešením pre rozsiahle územia nížin, kotlín a alúvií tokov Slovenska.** Z časového a ekonomického hľadiska, ako aj z hľadiska nerovnomernej preskúmanosti a rozsahu informačnej databázy pre hodnotenie tejto problematiky pre rozsiahle územia Slovenska nie je prakticky možná realizácia hodnotení postupom a). Využíva sa preto riešenie vychádzajúce z bodových hodnotení zmien hladín podzemných vôd v pozorovacích sondách, s dostatočnou presnosťou a dĺžkou pozorovania, umožňujúcou stanoviť reprezentatívnu priemernú hladinu podzemných vôd za referenčné obdobie (zvolené ako obdobie od začiatku pozorovania až rok 1980) a za obdobie s predpokladom vplyvu klimatických zmien na zásoby podzemných vôd (obdobie 1981 – 2000). Prevod zmien hladín podzemných vôd v jednotlivých objektoch na porovnateľnú hodnotu zmeny zásob podzemných vôd sa realizuje pre jednotkovú rozlohu územia (1 km^2) reprezentujúcu územie o tejto rozlohe, prilahlé k hodnotenému pozorovaciemu objektu. Príslušný koeficient zásobnosti sa stanoví podľa zrnitosti charakteru sypkých hornín v zóne rozkvyu hladiny podzemnej vody v danom objekte s použitím publikovaných tabuliek pre jednotlivé zrnitostné typy hornín s medzizrnovou priepustnosťou. Zavádza sa pri tom predpoklad, že zrnitostný charakter hornín na rozlohe 1 km^2 v blízkom okolí hodnoteného vrtu je totožný (výrazne sa neodlišuje) so zrnitostným charakterom hornín v hodnotenom vrte (pozorovacej sonde hladiny podzemnej vody).

Obdobným postupom ako u prameňov, pre výber vhodných objektov na analýzu, bolo aj u sond primárnym vstupným súborom katalógová databáza sond so začiatkom monitorovania pred rokom 1980 a s neprerušenou dĺžkou pozorovaní až do roku 2009. Týmto prvotným hodnotiacim kritériom prešlo 1125 sond. Jednotlivé pozorovacie objekty boli následne posudzované z hľadiska úplnosti ich pozorovacích radov, s ohľadom na technický stav merných objektov a zariadení, ako aj s ohľadom na prevádzkové záznamy technických kariet jednotlivých merných objektov, výskytu krátkodobých prerušení, evidencii opráv a údržby objektov a dobu merania výraznejšie pred rokom 1980. 501

objektov z 1125 objektov splňovalo takto nastavené kritéria požadujúce, aby meraná sonda nemala v priebehu celého pozorovania taký zásah do technického stavu objektu, ktorý by mohol výrazne porušiť homogenitu radu meraní s ohľadom na uvedené kritériá. Taktiež sa vylúčili merné objekty (sondy) u ktorých došlo k presunu merania z jedného objektu na druhý vyvŕtaný v jeho tesnej blízkosti pričom evidenčné číslo objektu zostalo totožné. Z uvedeného počtu sond bolo následne vybratých 99 pozorovacích sond hladín podzemnej vody, ktorých výber expertným posúdením, bol zameraný na minimalizovanie predpoklad ovplyvnenia meraní exploataciou podzemných vôd. Vybrané sondy boli následne priradované k 10 čiastkovým povodiám. Do hodnotenia teda vstupujú objekty s dostatočnou dĺžkou časových radov sústavných meraní v referenčnom období (do 1981 roku) považovanom za obdobie bez významného vplyvu klimatických zmien na zásoby podzemných vôd a zároveň so sústavnými, neprerušovanými pozorovaniami hladín podzemných vôd za hodnotené obdobie (1981 – 2009). Prihliadalo sa tiež na dostatočné a reprezentatívne pokrytie nížin, kotlín a alúvií tokov v rámci Slovenska hodnotenými sondami s výnimkou vymedzeného územia s dokumentovaným antropogénnym vplyvom vodného diela Gabčíkovo na režim podzemných vôd, u ktorého by merania odrážali manipulačný poriadok na vodnom dele a nie možný vplyv klimatických zmien.

V tejto časti hodnotenia je dôležité opätovne pripomenúť, že výber antropogénne absolútne neovplyvnených objektov v alúviách hlavných vodných tokov je veľmi obtiažny a úplná eliminácia možného antropogénneho ovplyvnenia sond odbermi vôd po toku je prakticky nemožná (napr. energetické a vodohospodárske stupne na Váhu). Cieľom nášho prístupu pri analýze vplyvu klimatických zmien na podzemné vody bola ale snaha orientovať sa skôr na objekty vzdialenejšie od osi vodného toku a tým rozšíriť komplexnosť hodnotenia Slovenska cez zmeny režimu prameňov v pohoriach i na územia alúvií, nížin a kotlín. A to i napriek vedomia možnej chyby, ktorej sa pri spracovaní dopustíme ak v niektorých prípadoch nebudeme schopný absolútne odfiltrovať vplyvy vodohospodárskych zásahov do režimu povrchových vôd a následne i do režimu podzemných vôd. Generálny prístup pri riešení nami postaveného problému a mierka spracovania nám to však umožňujú v plnom rozsahu. Zároveň pri celkovom zhodnotení možného vplyvu klimatických zmien na podzemné vody Slovenska sa primárne prihliadalo k dosiahnutým výsledkom najmä u prameňov a hodnotenie sond je tu skôr v polohe dopĺňujúceho, podporného hodnotenia.

Tabuľka č. 4 dokumentuje konečný výber 99 objektov (sond) vstupujúcich do hodnotenia možného vplyvu klimatických zmien na zásoby podzemných vôd v nížinách a kotlinách Slovenska zaradených do jednotlivých čiastkových povodí a dĺžky ich meraných referenčných období do roku 1980. Najdlhší pozorovací rad majú objekty v povodí Moravy so začiatkom pozorovania v roku 1958. (v lokalite Kúty, Malé Leváre, Zohor a Suchohrad), prevažná väčšina objektov má pozorovacie rady so začiatkom merania v období 1964 – 1969.

Celkové hodnotenia možných vplyvov klimatických zmien na zmeny hladinového režimu podzemných vôd uvádza tabuľka č. 5. Cieľom tejto časti hodnotenia bolo podanie komplexnej informácie o vypočítaných zmenách hladín podzemnej vody v jednotlivých sondách medzi referenčným obdobím a vybraným časovým intervalom (obdobím s predpokladom ovplyvnenia podzemných vôd klimatickými zmenami) pre alúvia, nížiny a kotliny, vrátane určenia priemerného špecifického poklesu/nárastu objemu podzemných vôd v m^3 na km^2 pre jednotlivé čiastkové povodia.

Štruktúra tabuľky č. 5 bola spracovaná tak, aby prehľadne poskytovala získané výsledky. Prvé stĺpce tabuľky dokumentujú jednak začlenenie jednotlivých sond do čiastkových povodí, uvádzajú evidenčné číslo stanice a lokalitu jej umiestnenia. Nasleduje stanovená hodnota koeficienta zásobnosti.

určená podľa zrnitostného charakteru sypkých hornín v zóne rozkvyu hladiny podzemnej vody v príslušnom objekte. Ďalšie stĺpce predstavujú nadmorskú výšku terénu v okolí sondy, vypočítanú referenčnú hladinu podzemnej vody, určenú ako dlhodobú priemernú hodnotu ročných hladín podzemnej vody za monitorované obdobie do roku 1980. Uvedená hodnota je následne prepočítaná, s využitím hodnoty nadmorskej výšky terénu, na referenčnú hĺbku podzemnej vody v metroch pod terénom za obdobie od začiatku monitorovania do roku 1980. K jednotlivým zvoleným päťročiam, desaťročiam a ďalším časovým intervalom je potom vypočítaná priemerná ročná hodnota pre dané obdobie v m n.m., rozdiel voči referenčnej hladine podzemnej vody v metroch, ktorý po vynásobení koeficientom zásobnosti určí predpokladaný pokles/nárast objemu podzemnej vody v m^3 na km^2 pre príslušnú sondu. Posledné stĺpce tabuľky reprezentujú absolútne minimum, maximum a priemer zmien zásob podzemných vôd v m^3 na km^2 . Sú vyčíslené na základe výsledkov súboru hodnotení zo všetkých sond spadajúcich do príslušného čiastkového povodia.

Výsledky hodnotenia sond spracované formou súčtových čiar ich priemerných ročných výšok hladín podzemnej vody nad zrovnávacou rovinou v metroch je ďalší spôsob interpretácie výsledkov hodnotenia.

**REFERENČNÉ OBDOBIA DO ROKU 1980 PRE HODNOTENIE VPLYVU MOŽNÝCH
KLIMATICKÝCH ZMIEN NA HLADINY PODZEMNÝCH VÔD V SONDÁCH DO ROKU 2009**

čiasťkové povodie	číslo stanice	lokalita	nadmorská výška terénu v [m.n.m.]	referenčné obdobie
Morava	10	KUTÝ	153,79	1958 - 1980
	20	MALE LEVARE	154,41	1958 - 1980
	24	SUCHOHRAD	144,79	1958 - 1980
	26	MALACKY-BRECLAVSKA CESTA	154,20	1958 - 1980
	30	ZOHOR	142,89	1958 - 1980
	76	LAKSARSKA NOVA VES	219,75	1966 - 1980
	77	SASTIN-JUH	183,26	1970 - 1980
	80	DOJC	179,42	1966 - 1980
	83	GBELY	167,55	1966 - 1980
	85	STUDIENKA - JUH	193,05	1971 - 1980
	86	MALACKY-BOR	184,64	1971 - 1980
Dunaj	516	BUC-PERES PUSTA	121,94	1959 - 1980
Váh	56	VLCKOVCE	129,10	1962 - 1980
	64	NIZNA	175,46	1962 - 1980
	120	CIERNY BROD	117,66	1961 - 1980
	124	KRALOV BROD	113,30	1960 - 1980
	141	VELKE KOSTOLANY	148,68	1961 - 1980
	153	RAKOLUBY	186,33	1964 - 1980
	185	POVAZANY	175,63	1969 - 1980
	188	TUCHYNA	249,98	1969 - 1980
	236	ZIHAREC	111,68	1960 - 1980
	242	HLINIK	109,85	1960 - 1980
	332	LISKOVA-OBEC	486,39	1971 - 1980
	340	LIPTOVSKY PETER	695,96	1967 - 1980
	379	NOVE ZAMKY-JUH	113,62	1970 - 1980
	416	DUNAJOV	375,32	1969 - 1980
	422	CADCA-PRI MENIARNI	418,34	1969 - 1980
	430	KRIVA	540,11	1969 - 1980
	449	SUCANY	389,16	1961 - 1980
	463	KLASTOR POD ZNIEVOM	457,67	1959 - 1980
	466	IVANCINA	453,86	1969 - 1980
	468	BODOROVA	463,06	1969 - 1980
	251	NEDOZERY	286,52	1970 - 1980
	258	BYSTRICANY	215,58	1970 - 1980
	274	DOLNE NASTICE	190,43	1970 - 1980
	277	CHYNORANY	175,27	1970 - 1980
	290	KONIAROVCE	150,36	1970 - 1980
	294	CAKAJOVCE	144,04	1970 - 1980
	307	CERNIK	125,72	1970 - 1980
	309	RASTISLAVICE	123,35	1969 - 1980
	355	VIESKA NAD ZITAVOU	158,01	1969 - 1980
	364	ULANY NAD ZITAVOU	122,24	1969 - 1980
Hron	543	SVODIN	172,78	1969 - 1980
	546	KURALANY	142,84	1969 - 1980
	548	MEDVECKE	163,10	1969 - 1980
	553	LOK	167,44	1969 - 1980
	565	ZALABA	120,86	1964 - 1980
	572	NYROVCE	152,58	1969 - 1980
	575	SIKENICA-TRHYNA	133,70	1964 - 1980
	580	ZEMLIARE	150,20	1964 - 1980
	583	MYTNE LUDANY-VYCHOD	149,50	1964 - 1980
	762	LOVCA	237,25	1966 - 1980
	877	ZOLNA	332,52	1969 - 1980
	878	VIGLAS	345,37	1970 - 1980
	881	KRIVAN	392,43	1969 - 1980
	896	BREZNO	490,06	1969 - 1980
	898	POLOMKA-HAMOR	599,70	1969 - 1980
Ipeľ	813	KOSIHY NAD IPLOM	135,10	1965 - 1980
	815	SAHY	125,08	1969 - 1980
	817	IPELSKY SOKOLEC	116,90	1969 - 1980
	819	STREDNE TUROVCE	131,49	1969 - 1980
	828	SKLABINA	157,80	1969 - 1980
	833	KIAROV	147,07	1969 - 1980
	850	HOLISA	175,66	1969 - 1980
	856	OZDANY	203,15	1969 - 1980
Slaná	903	BETLIAR	314,85	1964 - 1980
	908	PLESIVEC-NOVY HAMOR	215,58	1964 - 1980
	917	CHANAVA	160,45	1966 - 1980
	929	BOTTOVO	201,57	1968 - 1980
	930	ROCHOVCE	360,20	1968 - 1980
	937	REVUCA	318,46	1968 - 1980
	942	GEMERSKY MILHOST	229,74	1968 - 1980
	957	SIMONOVCE	174,48	1968 - 1980
	959	JANICE	163,10	1968 - 1980
	972	ZIAR	178,78	1968 - 1980
Bodva	1007	CECEJOVCE	199,73	1960 - 1980
	1008	BUZICA	190,92	1959 - 1980
	1090	MEDZEV	293,42	1968 - 1980

Poprad	977	PLAVNICA	497,13	1966 - 1980
	978	BUSOVCE	592,33	1966 - 1980
	979	SPISSKA BELA	599,48	1966 - 1980
Hornád	1019	HANISKA-GRAJCIAR	186,95	1960 - 1980
	1041	BUDIMIR	198,43	1962 - 1980
	1101	NALEPKOVO	503,03	1970 - 1980
	1109	RADATICE	281,92	1970 - 1980
Bodrog	1146	SNINA	206,51	1967 - 1980
	1152	VELKE SLEMENCE	102,03	1959 - 1980
	1160	PARCHOVANY	114,74	1962 - 1980
	1170	STRAZSKE	132,00	1962 - 1980
	1175	SUCHE	119,43	1962 - 1980
	1202	VELKY HORES	97,62	1963 - 1980
	1211	VELKE TRAKANY-KOLONIA	100,40	1963 - 1980
	1244	CHONKOVCE	181,59	1967 - 1980
	1251	BLATNA POLIANKA	102,27	1966 - 1980
	1299	VELKY KAMENEC	97,21	1963 - 1980
	1308	TARNOV	318,31	1966 - 1980
	1318	VYSNY ZPOV	144,87	1965 - 1980
	1329	PAVLOVCE NAD UHOM	106,86	1968 - 1980
	1335	VYSNY HRUSOV	193,78	1970 - 1980

HODNOTENIE VPLYVU MOŽNÝCH KLIMATICKÝCH ZMIEN V NÍŽINÁCH A KOTLINÁCH SLOVENSKA DO ROKU 2009 **URČENÉ PROSTREDNÍCTVOM VÝČÍSLENIA ZMIEN OBJEMU PODZEMNEJ VODY NA 1 km²**

Legenda :

1981 - 1985

hodnotené obdobie

rozdiel
[m]

rozdiel hladín podzemných vôd medzi referenčným obdobím do roku 1980 a hodnoteným obdobím

zmena
[m³km²]

výčíslená zmena objemu vody v m³ vypočítaná na 1 km x 1km s využitím zodpovedajúceho koeficienta zásobnosti

minimálnym
maximálnym
[m³km²]

výčíslená minimálna (resp. priemerná alebo maximálna) hodnota objemu vody v rámci čiastkového povodia vypočítaná z výsledkov hodnotenia jednotlivých sond prístupujúcich k čiastkovému povodiu

čiastkové povodie	číslo stanie	lokalia	koeficient zásobnosti μ	nadmožská výška terénu v m.n.m.	referenčná hladina podzemnej vody do roku 1980 v m.n.m.	referenčná hĺbka podzemnej vody do roku 1980 v metroch pod terénom	1981 - 1985	rozdiel [m]	zmena [m ³ km ²]	minimum [m ³ km ²]	maximum [m ³ km ²]	priemer [m ³ km ²]
Morava	10	KUTV	0,20	153,79	152,92	0,873	152,86	-0,057	-11391			
	20	MALE LEVARE	0,12	154,41	152,01	2,401	151,85	-0,161	-19336			
	24	SUCHOHRAD	0,13	144,79	142,33	2,463	142,12	-0,207	-28961			
	26	MALACKY-BRECLAVSKA CESTA	0,18	154,20	153,08	1,118	152,57	-0,508	-91393			
	30	ZOHOR	0,25	142,89	141,24	1,651	141,13	-0,113	-28283			
	76	LAŠARSKA NOVA VES	0,16	219,75	207,55	12,101	205,45	-2,203	-352533	-352533		
	77	SASTIN-JUH	0,17	183,26	178,01	5,245	177,70	-0,313	-53133			
	80	DOUC	0,20	179,42	177,77	1,655	177,75	-0,017	-3467			
	83	GBEL'Y	0,19	167,55	165,56	1,993	165,47	-0,085	-16213			
	85	STUDIENKA - JUH	0,17	193,05	185,10	7,953	184,42	-0,675	-114750			
Dunaj	86	MALACKY-BOR	0,19	184,54	178,49	6,155	177,89	-0,805	-152950			
	516	BUC-PERES PUSTA	0,081	121,94	114,38	7,559	113,94	-1,041	-83273	-83273	-83273	83273
	56	VLCOKOVCE	0,22	129,10	125,55	3,548	125,35	-0,202	-44463			
	64	NIZNA	0,28	175,46	158,07	17,388	157,30	-0,772	-216042			
	120	CIERNY BROD	0,23	117,66	115,46	2,205	115,35	-0,108	-24725			
	124	KRALOV BROD	0,25	113,30	110,29	3,010	110,14	-0,154	-38500			
	141	VELKE KOSTOLANY	0,23	148,68	147,39	1,293	147,52	0,133	30590			
	153	RAKOLUBY	0,20	185,33	180,80	5,531	180,27	-0,531	-106165			
	185	POVAZANY	0,27	175,53	171,51	4,017	171,48	-0,129	-34695			
	188	TUCHYNA	0,20	249,98	240,00	9,977	239,74	-0,265	-53067			
Váh	236	ZIHAREC	0,10	111,68	109,65	2,030	109,59	-0,056	-5648			
	242	HULNIK	0,10	109,85	106,92	2,932	106,70	-0,214	-21410			
	332	LISKOVA-OBEC	0,25	485,39	483,72	2,671	483,66	-0,055	-13750			
	340	LPTOVSKY PETER	0,25	695,96	694,40	1,560	694,57	0,170	42500			
	379	NOVE ZAMKY-JUH	0,30	113,62	111,41	2,210	111,27	-0,140	-42000			
	416	DUNAJOV	0,28	375,32	372,51	2,815	372,28	-0,227	-63560			
	422	CADCA-PRI MENIARNI	0,30	418,34	417,10	1,245	416,99	-0,107	-32100			
	430	KRIVA	0,15	540,11	537,79	2,323	537,71	-0,080	-11925	-216042	131250	26129
	449	SUCANY	0,35	389,16	383,34	5,821	383,71	0,375	131250			
	463	KLASTOR POD ZNIEVOM	0,25	457,67	455,33	2,340	454,85	-0,480	-120114			
	466	IVANICA	0,30	453,86	451,89	2,172	451,57	-0,120	-35100			
	468	BODOROVA	0,30	463,06	461,06	1,998	460,81	-0,250	-74900			
	251	NEDOZERY	0,25	286,52	283,66	2,864	283,70	0,048	11909			
	258	BYSTRICANY	0,20	215,58	213,40	2,176	213,50	0,098	19673			
	274	DOUNE NASTICE	0,25	190,43	187,36	3,066	187,45	0,086	21691			
	277	CHYNORANY	0,17	175,27	172,99	2,895	172,47	0,083	14033			
	290	KONJAROVCE	0,28	150,36	147,79	2,572	147,84	0,054	15069			
	294	CAKAJOVCE	0,20	144,04	141,16	2,875	141,15	-0,019	-3709			
	307	CERNIK	0,15	125,72	123,93	1,795	123,45	-0,475	-71182			
	309	RASTISLAVICE	0,25	123,35	119,10	4,250	118,75	-0,340	-85000			
	355	VIESKA NAD ZITAVOU	0,12	158,01	156,33	1,682	156,44	0,108	13020			
	364	ULANY NAD ZITAVOU	0,25	122,24	120,70	1,544	120,75	0,052	15542			

Hron	543	SVODIN	0,17	172,78	155,74	17,037	153,79	-1,955	-332407	-332407	28800	43752
	546	KURALANY	0,23	142,84	141,58	1,257	141,36	-0,221	-50907			
	548	MEDVECKE	0,30	163,10	156,47	6,633	156,23	-0,239	-71600			
	553	LOK	0,30	167,44	159,31	8,128	159,04	-0,288	-80300			
	565	ZALABA	0,27	120,86	119,55	1,305	119,24	-0,315	-84971			
	572	NYROVCE	0,30	152,58	144,34	8,237	144,22	-0,121	-36400			
	575	SIKENICA-TRHYNA	0,30	133,70	132,53	1,170	131,85	-0,678	-203400			
	580	ZEMLIARE	0,20	150,20	146,50	3,695	146,15	-0,359	-71741			
	583	MYTNE LUDANY-VYCHOD	0,30	149,00	145,00	3,496	145,01	0,002	741			
	762	LOVCA	0,15	237,25	234,97	2,282	235,16	0,192	28800			
	877	ZOLNA	0,30	332,52	331,86	0,661	331,78	-0,075	-22550			
	878	VIGLAS	0,30	345,37	344,25	1,123	344,31	0,061	18218			
	881	KRIVAN	0,20	392,43	390,96	1,467	390,87	-0,069	-17700			
	896	BREZNO	0,22	490,06	487,94	2,117	488,01	0,063	13787			
	898	POLOMKA-HAMOR	0,30	599,70	598,75	0,949	598,60	-0,153	-46850			
Ipeľ	813	KOSIHY NAD IPILOM	0,20	135,10	133,81	1,294	133,40	-0,406	-81125	-115000	-2425	-64200
	815	SAHY	0,20	125,08	124,38	0,703	124,25	-0,127	-25333			
	817	IPELSKY SOKOLEC	0,15	116,90	115,95	0,946	115,94	-0,016	-2425			
	819	STREDNE TUROVCE	0,30	131,49	129,06	2,434	128,72	-0,336	-100750			
	828	SKLABINA	0,30	157,80	155,97	1,827	155,59	-0,383	-115000			
	833	KIAROV	0,20	147,07	146,19	0,879	145,76	-0,435	-86967			
	850	HOLISA	0,20	175,66	173,61	2,053	173,18	-0,425	-85100			
	856	OZDANY	0,20	203,15	201,54	1,607	201,46	-0,084	-18900			
	903	BETLIAR	0,28	314,85	313,50	1,355	313,32	-0,177	-49642			
	908	PLESIVEC-NOVY HAMOR	0,12	215,58	213,97	1,612	214,11	0,140	16842			
Slaná	917	CHANAVA	0,30	160,45	159,25	1,199	158,98	-0,275	-82400	-209095	16842	-47965
	929	BOITTOVO	0,25	201,57	195,89	5,679	195,89	-0,005	-1192			
	930	ROCHOVCE	0,28	360,20	359,28	0,919	358,53	-0,747	-209095			
	937	REVUCA	0,25	318,46	316,16	2,303	316,11	-0,049	-12231			
	942	GEMERSKY MILHOST	0,28	229,74	228,77	0,972	228,54	-0,228	-63969			
	957	SIMONOVCE	0,20	174,48	172,94	1,536	172,84	-0,106	-21169			
	959	JANICE	0,19	163,10	162,03	1,069	161,96	-0,073	-13626			
	972	ZIAR	0,30	178,78	176,64	2,001	176,64	-0,143	-42969			
	1007	CECEJOVCE	0,26	199,73	197,29	2,441	197,42	0,131	34171			
	1008	BUZICA	0,30	190,92	189,43	1,489	189,15	-0,283	-84873			
Poprad	1090	MEDZEV	0,18	293,42	292,11	1,315	292,48	0,371	66711	-56746,67	-14520	-35222
	977	PLAVNICA	0,28	497,13	493,83	3,301	493,63	-0,203	-56747			
Hornád	978	BUSOVCE	0,18	592,33	587,90	4,425	587,82	-0,081	-14520	-49229	57829	10606
	979	SPISSKA BELA	0,30	599,48	598,82	0,655	598,71	-0,115	-34400			
Bodrog	1019	HANISKA-GRAJCIAR	0,22	186,95	183,31	3,643	183,57	0,263	57829	-113474	196678	30649
	1041	BUDIMIR	0,25	198,43	196,53	1,903	196,68	0,157	39289			
	1101	NALEPKOVO	0,28	503,03	502,10	0,928	501,93	-0,176	-49229			
	1109	RADATICE	0,18	281,92	280,84	1,084	280,81	-0,030	-5465			
	1146	SNINA	0,26	206,51	204,69	1,819	204,54	-0,149	-38851			
	1152	VELKE SLEMENCE	0,20	102,03	100,10	1,926	100,28	0,172	34382			
	1160	PARCHOVANY	0,20	114,74	109,65	5,086	110,37	0,712	142368			
	1170	STRAZSKE	0,25	132,00	129,10	2,902	128,64	-0,454	-113474			
	1175	SUCHE	0,28	119,43	112,03	7,398	112,73	0,702	196678			
	1202	VELKY HORES	0,10	97,62	96,75	1,872	96,07	0,326	32567			
	1211	VELKE TRAKANY-KOLONIA	0,15	100,40	98,10	2,305	98,49	0,399	59850			
	1244	CHONIKOVCE	0,10	181,59	178,11	3,481	179,42	1,311	131071			
	1251	BLATNA POLIANKA	0,25	102,27	100,98	1,289	100,84	-0,143	-36833			
	1299	VELKY KAMENEC	0,10	97,21	95,09	2,117	95,61	0,521	52122			
	1308	TARNOV	0,25	318,31	315,24	3,066	315,20	-0,046	-11500			
	1318	VYSNY ZIPOV	0,18	144,87	142,62	2,253	142,62	0,002	450			
	1329	PAVLOVCE NAD UHOM	0,15	106,86	104,80	2,055	105,01	0,201	30208			
	1335	VYSNY HRUSOV	0,21	193,78	191,51	2,265	191,27	-0,243	-50935			

čísťkové povodie	číslo stanice	lokality	koeficient μ	nadmorská výška terénu v m.n.m.	referenčná hladina podzemnej vody do roku 1980 v m.n.m.	referenčná hĺbka podzemnej vody do roku 1980 v metroch pod terénom	1986 - 1990	rozdiel [m]	zmena [m ³ km ²]	minimum [m ³ km ²]	maximum [m ³ km ²]	priemer [m ³ km ²]
Morava	10	KUTV	0.20	153.79	152.92	0.873	152.83	-0.083	-16591			
	20	MALE LEVARE	0.12	154.41	152.01	2.401	151.98	-0.025	-3016			
	24	SUCHOHRAD	0.13	144.79	142.33	2.463	142.36	0.037	-4759			
	26	MALACKY-BRECLAVSKA CESTA	0.18	154.20	153.06	1.118	152.64	-0.442	-79513			
	30	ZOHOR	0.25	142.89	141.24	1.651	141.20	-0.035	-8783			
	76	LAKSARSKA NOVA VES	0.16	219.75	207.65	12.101	204.91	-2.737	-437973	-437973	9247	68068
	77	SASTIN-LUH	0.17	183.26	178.01	5.245	177.82	-0.197	-33413			
	80	DOUC	0.20	179.42	177.77	1.665	177.71	-0.051	-10267			
	83	GBELV	0.19	167.55	166.56	1.993	166.61	0.049	9247			
	85	STUDIENKA - JUH	0.17	183.05	186.10	7.953	184.66	-0.441	-74970			
Dunaj	86	MALACKY-BOR	0.19	184.64	178.69	6.195	177.97	-0.517	-98230			
	516	BUC-PERES PUSTA	0.08	121.94	114.38	7.559	113.04	-1.341	-107273	-107273	-107273	-107273
	56	VLCOVCE	0.22	129.10	125.55	3.548	125.46	-0.092	-20263			
	64	NIZNA	0.28	175.46	168.07	17.388	157.15	-0.924	-258802			
	120	CIERNY BROD	0.23	117.66	115.46	2.205	115.47	0.014	3335			
	124	KRALOV BROD	0.25	113.30	110.29	3.010	110.24	-0.054	-13500			
	141	VEĽKE KOSTOLANY	0.23	148.68	147.39	1.293	147.24	-0.145	-33350			
	153	RAKOLUBY	0.20	186.33	180.80	5.531	180.34	-0.457	-91365			
	185	POVAZANY	0.27	175.63	171.61	4.017	171.52	-0.095	-28515			
	188	TUCHYNA	0.20	249.98	240.00	9.977	239.58	-0.425	-88067			
Váh	236	ZIHAREC	0.10	111.88	109.65	2.030	109.82	0.166	18552			
	242	HUNIK	0.10	109.85	106.92	2.932	106.72	-0.196	-19610			
	332	LISKOVA-OBEC	0.25	486.39	483.72	2.671	483.64	-0.079	-19750			
	340	LPTOVSKY PETER	0.25	695.96	694.40	1.560	694.50	0.102	25500			
	379	NOVE ZAMKY-LUH	0.30	113.62	111.41	2.210	111.30	-0.108	-32400			
	416	DUNAJOV	0.28	375.32	372.51	2.815	372.11	-0.399	-111720			
	422	CADCA-PRI MENARINI	0.30	418.34	417.10	1.245	416.91	-0.187	-56100	-258802	84509	31433
	430	KRYVA	0.15	540.11	537.67	2.323	537.67	-0.119	-17925			
	449	SUCANY	0.36	389.16	383.34	5.821	383.52	0.186	64750			
	463	KLASTOR POD ZNIEVOM	0.25	457.67	455.33	2.340	455.07	-0.256	-64114			
Hron	466	IVANICA	0.30	453.86	451.69	2.172	451.48	-0.204	-61300			
	468	BODOROVA	0.30	463.06	461.06	1.998	460.64	-0.424	-127100			
	251	NEDOZERY	0.25	266.52	263.66	2.864	263.68	0.020	4909			
	258	BYSTRICANY	0.20	215.58	213.40	2.176	213.33	-0.076	-15127			
	274	DOLNE NASTICE	0.25	190.43	187.36	3.066	187.44	0.080	20091			
	277	CHYNORANY	0.17	175.27	172.39	2.885	172.53	0.145	24573			
	290	KONAROVCE	0.28	150.36	147.79	2.572	148.09	0.302	84509			
	294	CAKALOVCE	0.20	144.04	141.16	2.875	141.13	-0.036	-6909			
	307	CERNIK	0.15	125.72	123.93	1.785	123.17	-0.769	-115282			
	309	RASTISLAVICE	0.25	123.35	119.10	4.250	118.84	-0.258	-84500			
	355	VESEKA NAD ZITAVOU	0.12	158.01	156.33	1.682	156.54	0.215	25740			
	364	ULANY NAD ZITAVOU	0.25	122.24	120.70	1.544	120.80	0.106	26542			
	543	SVODIN	0.17	172.78	155.74	17.037	152.80	-2.945	-500707			
	546	KURALANY	0.23	142.84	141.58	1.267	141.32	-0.261	-48017			
	548	MEDVECKE	0.30	163.10	156.47	6.633	156.50	-0.969	-290600			
	553	LOK	0.30	167.44	159.31	8.128	157.96	-1.356	-406700			
	565	ZALABA	0.27	120.86	119.55	1.305	119.08	-0.479	-129251			
	572	NYROVCE	0.30	152.58	144.34	8.237	144.07	-0.273	-82000			
	575	SIKENICA-TRHYNA	0.30	133.70	132.53	1.170	131.80	-0.728	-218400			
	580	ZEMLARE	0.20	150.20	146.50	3.695	145.76	-0.741	-148141	-500707	10418	-132544
	583	MYTNE LUDANY-VYCHOD	0.30	148.50	146.00	2.496	145.93	-0.076	-22659			
	762	LOYCA	0.15	237.25	234.97	2.282	234.84	-0.126	-18900			
	877	ZOLNA	0.30	332.52	331.86	0.661	331.69	-0.171	-61360			
	878	WIGLAS	0.30	345.37	344.25	1.123	344.28	0.035	10418			
	881	KRYVAN	0.20	392.43	390.96	1.467	390.87	-0.095	-18900			
	896	BREZNO	0.22	490.06	487.94	2.117	487.87	-0.077	-17013			
	898	POLOMKA-HAMOR	0.30	599.70	598.75	0.949	598.64	-0.113	-33850			

čiarstkové povodie	číslo stanice	lokalita	koefficient μ	nadmorská výška terenu v m.n.m.	referenčná hladina podzemnej vody do roku 1980 v m.n.m.	referenčná hĺbka podzemnej vody do roku 1980 v metroch pod terénom	1991 - 1995	rozdiel [m]	zmena [m ³ /km ²]	minimum [m ³ /km ²]	maximum [m ³ /km ²]	priemer [m ³ /km ²]
Morava	10	KUTY	0.20	153.79	152.92	0.873	152.73	-0.187	-37391			
	20	MALE LEVARE	0.12	154.41	152.01	2.401	152.03	0.019	2264			
	24	SUCHOHRAD	0.13	144.79	142.33	2.463	141.75	-0.581	-75581			
	26	MALACKY-BREGLAVSKA CESTA	0.18	154.20	153.08	1.118	152.80	-0.486	-87433			
	30	LOHOR	0.25	142.89	141.24	1.651	141.16	-0.075	-18763			
	76	LAŠARSKA NOVA VES	0.16	219.75	207.65	12.101	203.61	-4.036	-645653	-645653	6133	-115823
	77	ŠASTIN-JUH	0.17	183.26	178.01	5.245	177.40	-0.616	-104473			
	80	DOUC	0.20	179.42	177.77	1.655	177.80	0.031	6133			
	83	GBELY	0.19	167.55	165.56	1.993	165.48	-0.081	-15453			
	85	ISTUDIENKA - JUH	0.17	193.05	185.10	7.953	184.27	-0.829	-140930			
Dunaj	86	MALACKY-BOR	0.19	184.64	178.49	6.155	177.66	-0.825	-156750			
	516	BUC-PERES PUSTA	0.08	121.94	114.38	7.559	112.32	-2.057	-164553	-164553	-164553	-164553
	56	VLCKOVICE	0.22	129.10	125.65	3.548	124.98	-0.572	-125863			
	64	NIZNA	0.28	175.46	158.07	17.388	156.38	-1.890	-473082			
	120	CIERNY BROD	0.23	117.66	115.46	2.205	115.34	-0.111	-25645			
	124	KRALOV BROD	0.25	113.30	110.29	3.010	110.23	-0.058	-14500			
	141	VEĽKE KOSTOLANY	0.23	148.88	147.39	1.293	146.99	-0.393	-90390			
	153	RAKOLUBY	0.20	186.33	180.80	5.531	179.95	-0.849	-169765			
	185	POVAZANY	0.27	175.63	171.61	4.017	171.46	-0.149	-40095			
	188	TUCHYNA	0.20	249.98	240.00	9.977	239.89	-0.317	-63467			
Váh	236	ZIHAREC	0.10	111.68	109.65	2.030	109.72	0.066	6562			
	242	HLINIK	0.10	109.85	106.92	2.932	106.78	-0.136	-13610			
	332	USKOVA-OBEC	0.25	486.39	483.72	2.671	483.64	-0.081	-20250			
	340	LPTOVSKY PETER	0.25	695.96	694.40	1.560	694.51	0.106	26500			
	379	NOVE ZAMKY-JUH	0.30	113.62	111.41	2.210	111.12	-0.288	-86400			
	416	DUNAJOV	0.28	375.32	372.51	2.815	372.09	-0.415	-116200			
	422	CADCA-PRI MENIARNI	0.30	418.34	417.10	1.245	416.75	-0.345	-103500			
	430	KRIVA	0.15	540.11	537.79	2.323	537.69	-0.100	-14925	-473082	103950	-60181
	449	SUCANY	0.35	389.16	383.34	5.821	383.64	0.297	103950			
	463	KLASTOR POD ZNIEVOM	0.25	457.67	455.33	2.340	455.07	-0.258	-64614			
Hron	466	IVANCIANA	0.30	453.86	451.89	2.172	451.58	-0.112	-33700			
	468	BODOROVA	0.30	463.06	461.06	1.998	461.00	-0.066	-19700			
	251	NEDOZERÝ	0.25	286.52	283.62	2.864	283.67	0.016	3909			
	258	BYSTRICANY	0.20	215.58	213.40	2.176	213.37	-0.032	-6327			
	274	DOĽNE NASTICE	0.25	190.43	187.36	3.066	187.40	0.036	9591			
	277	OHYHORANY	0.17	175.27	172.39	2.885	172.21	-0.179	-30507			
	290	KONAROVCE	0.28	150.36	147.79	2.572	147.84	0.054	15069			
	294	ČAKAJOVCE	0.20	144.04	141.16	2.875	141.07	-0.091	-18109			
	307	CERNIK	0.15	125.72	123.93	1.785	123.25	-0.683	-102362			
	309	RASTISLAVICE	0.25	123.35	119.10	4.250	117.92	-1.178	-294500			
	355	VIESKA NAD ZITAVOU	0.12	158.01	156.33	1.682	156.34	0.012	1500			
	364	ULANY NAD ZITAVOU	0.25	122.24	120.70	1.544	120.52	-0.180	-44958			
	543	ISYODIN	0.17	172.78	155.74	17.037	151.92	-3.819	-649287			
	546	KUPALANY	0.23	142.94	141.58	1.257	141.04	-0.541	-124507			
	548	MEDVECKE	0.30	163.10	156.47	6.633	154.29	-2.175	-652400			
	553	LOK	0.30	167.44	159.31	8.128	157.13	-2.184	-855100			
	565	ZALABA	0.27	120.86	119.65	1.305	119.01	-0.549	-148151			
	572	NYROVCE	0.30	152.98	144.34	8.237	143.53	-0.809	-242800			
	575	SIKENICA-TRHYNA	0.30	133.70	132.53	1.170	131.84	-0.694	-208200			
	580	IŽEMILARE	0.20	150.20	146.50	3.695	145.34	-1.161	-232141	-655100	9000	-203908
	583	MYTNÉ LUDANY-VYCHOD	0.30	149.50	146.00	3.496	145.86	-0.142	-42459			
	762	LOVCA	0.15	237.25	234.97	2.282	235.03	0.060	9000			
	877	ZOLNA	0.30	332.52	331.86	0.661	331.89	-0.167	-50150			
	878	VIGLAS	0.30	345.37	344.25	1.123	344.21	-0.038	-11782			
	881	KRIVAN	0.20	392.43	390.96	1.467	390.93	-0.033	-6500			
	896	BREZNO	0.22	490.06	487.94	2.117	487.90	-0.041	-9093			
	898	POLOMKA-HAMOR	0.30	599.70	598.75	0.949	598.63	-0.117	-36050			

Ipeľ	813	KOSHY NAD IPLOM		0,20	135,10	133,81	1,294	133,42	-0,388	-77525	-164567	-27300	-94275
	815	SAHY	0,20	125,08	124,38	125,08	0,703	123,84	-0,533	-106533			
	817	IPELSKY SOKOLEC	0,15	116,90	115,95	115,95	0,946	115,59	-0,360	-54025			
	819	STREDNE TUROVCE	0,30	131,49	129,06	129,06	2,434	128,66	-0,400	-119990			
	828	SKLABINA	0,30	157,80	155,97	155,97	1,827	155,55	-0,421	-126400			
	833	KIAROV	0,20	147,07	146,19	146,19	0,879	145,37	-0,823	-164567			
	850	HOLISA	0,20	175,66	173,61	173,61	2,053	173,22	-0,389	-77900			
	856	OZDANY	0,20	203,15	201,54	201,54	1,607	201,41	-0,137	-27300			
	903	BETLIAR	0,28	314,85	313,50	313,50	1,355	313,35	-0,147	-41242			
	908	PLESIEC-NOVY HAMOR	0,12	215,58	213,97	213,97	1,612	213,59	-0,380	-45568			
Slaná	917	CHANAVA	0,30	180,45	180,45	180,45	1,199	157,47	-1,781	-534200			
	929	BOITTOVO	0,25	201,57	195,89	195,89	5,679	194,57	-1,325	-331192			
	930	ROCHOVCE	0,28	360,20	359,28	359,28	0,919	358,58	-0,703	-196775			
	937	REVUCA	0,25	318,46	316,16	316,16	2,303	316,16	0,003	769	-534200	769	-148859
	942	GEMERSKY MILHOST	0,28	229,74	228,77	228,77	0,972	228,25	-0,520	-145729			
	957	SIMONOVCE	0,20	174,48	172,94	172,94	1,536	172,67	-0,276	-55169			
	959	JANICE	0,19	163,10	162,03	162,03	1,069	161,61	-0,423	-80326			
	972	ZIAR	0,30	176,78	176,78	176,78	2,001	176,58	-0,197	-59169			
	1007	CECEJOVCE	0,26	199,73	197,29	197,29	2,441	197,02	-0,273	-70869			
	1008	BUZICA	0,30	190,92	189,43	189,43	1,489	189,08	-0,355	-106473	-106473	-12489	-53277
Poprad	1090	MEZEV	0,18	293,42	292,11	292,11	1,315	292,04	-0,069	-12489			
	977	PLAVNICA	0,28	497,13	493,83	493,83	3,301	493,47	-0,355	-99307	-99307	-21360	-54489
Hornád	978	BUSOVCE	0,18	592,33	587,90	587,90	4,425	587,79	-0,119	-21360			
	979	SPISSKA BELA	0,30	599,48	598,82	598,82	0,655	598,58	-0,243	-72800			
	1019	HANISKA-GRAJCIAR	0,22	186,95	183,31	183,31	3,643	182,83	-0,473	-104091			
	1041	BUDIMIR	0,25	198,43	196,53	196,53	1,903	196,72	0,191	47789			
	1101	NALEPKOVO	0,28	503,03	502,10	502,10	0,928	501,92	-0,184	-51469	-104091	47789	-29839
Bodrog	1109	RADATICE	0,18	281,92	280,84	280,84	1,084	280,77	-0,064	-11595			
	1146	SNINA	0,26	206,51	204,69	204,69	1,819	204,52	-0,167	-43531			
	1152	VELKE SLEMENCE	0,20	102,03	100,10	100,10	1,926	99,29	-0,818	-163618			
	1160	PARCHOVANY	0,20	114,74	109,65	109,65	5,086	109,32	-0,388	-67642			
	1170	STRAZSKE	0,25	132,00	129,10	129,10	2,902	128,81	-0,288	-71974			
	1175	SUCHE	0,28	119,43	112,03	112,03	7,398	111,34	-0,696	-194762			
	1202	VELKY HORES	0,10	97,62	95,75	95,75	1,872	95,20	-0,544	-54433			
	1211	VELKE TRAKANY-KOLONIA	0,15	100,40	98,10	98,10	2,305	97,41	-0,689	-103350			
	1244	CHONKOVICE	0,10	181,59	178,11	178,11	3,481	178,37	0,265	26471			
	1251	BLATNA POLIANKA	0,25	102,27	100,98	100,98	1,289	100,92	-0,065	-16333			
	1299	VELKY KAMENEC	0,10	97,21	95,09	95,09	2,117	94,47	-0,627	-62678			
	1308	TARNOV	0,25	318,31	315,24	315,24	3,066	315,08	-0,166	-41500			
	1318	VYSNY ZIPOV	0,18	144,87	142,62	142,62	2,253	142,62	0,006	1170			
	1329	PAYLOVCE NAD UHOM	0,15	106,86	104,80	104,80	2,055	104,43	-0,375	-56192			
	1335	VYSNY HRUSOV	0,21	193,78	191,51	191,51	2,265	191,11	-0,407	-86375			

číslo stanice	lokalita	koefficient zásobnosti μ	nadmorská výška terénu v m n. m.	referenčná hladina podzemnej vody do roku 1980 v m n. m.	referenčná hĺbka podzemnej vody do roku 1980 v metroch pod terénom	1996 - 2000	rozdiel [m]	zmena [m ³ /km ²]	minimum [m ³ /km ²]	maximum [m ³ /km ²]	priemer [m ³ /km ²]
Morava	10 KUTÝ	0,20	153,79	152,92	0,873	152,98	0,061	12209			
	20 MALE LEVÁRE	0,12	154,41	152,01	2,401	152,18	0,175	20964			
	24 SUCHOHRAD	0,13	144,79	142,33	2,463	142,55	0,227	29459			
	26 MALACKÝ-BRECLAVSKÁ CESTA	0,18	154,20	153,08	1,118	152,97	-0,112	-20113			
	30 ZOHR	0,25	142,89	141,24	1,651	141,32	0,081	20217			
	76 LAKSÁRSKA NOVA VES	0,16	219,75	207,65	12,101	203,94	-3,707	-593173		54933	33354
	77 SASŤIN-JUH	0,17	183,26	178,01	5,245	178,21	0,197	33567			
	80 IDOLC	0,20	179,42	177,77	1,655	178,04	0,275	54933			
Dunaj	83 GBELÝ	0,19	167,55	165,56	1,993	165,78	0,221	41927			
	85 STUDENKA - JUH	0,17	193,05	185,10	7,953	186,08	-0,021	-3570			
	86 MALACKÝ-BOR	0,19	184,64	178,49	6,155	178,68	0,193	36670			
	516 BUC-PERES PUSTA	0,08	121,94	114,38	7,559	112,99	-1,393	-111433	-111433	-111433	-111433

Váh	56 VLCKOVCE	0,22	129,10	125,55	3,548	126,02	0,472	103817			
	64 NIŽNA	0,28	175,46	159,07	17,388	156,87	-1,200	-336882			
	120 ČIERNY BROD	0,23	117,66	115,46	2,205	115,51	0,050	11615			
	124 KRÁLOV BROD	0,25	113,30	110,29	3,010	110,45	0,164	41000			
	141 VEĽKÉ KOSTOLANY	0,23	148,88	147,39	1,293	147,18	-0,211	-48530			
	153 RAKOLUBY	0,20	186,33	180,30	5,531	180,37	-0,425	-84965			
	185 POVAŽANY	0,27	175,63	171,61	4,017	171,78	0,163	44145			
	188 TUČNYA	0,20	249,98	240,00	9,977	239,65	-0,355	-71067			
	236 ŽIHAREC	0,10	111,88	109,65	2,030	110,01	0,356	35552			
	242 HLINIK	0,10	109,85	106,92	2,932	106,95	0,032	3190			
	332 USKOVÁ-OBEC	0,25	486,39	483,72	2,671	483,79	0,069	17250			
	340 LIPTOVSKÝ PETER	0,25	695,96	694,40	1,560	694,77	0,374	93600			
	379 NOVE ZÁMKY-JUH	0,30	113,62	111,41	2,210	111,73	0,320	96000			
	416 DUNAJOV	0,28	375,32	372,51	2,815	372,25	-0,257	-71960			
	422 CADCA-PRI MENIARNI	0,30	418,34	417,10	1,245	416,74	-0,359	-107700			
	430 KRIVA	0,15	540,11	537,79	2,323	537,68	-0,109	-16425			
	449 SUCANY	0,35	389,16	383,34	5,821	383,73	0,395	138250			
	463 KLASTOR POD ZNIEVOM	0,25	457,67	455,33	2,340	455,04	-0,292	-73114			
	466 IVANČINA	0,30	453,86	451,89	1,972	451,46	-0,224	-67300			
	468 BODOROVA	0,30	463,06	461,06	1,998	460,95	-0,098	-29300			
	251 NEDOZERY	0,25	286,52	283,66	2,864	283,71	0,056	14409			
	258 BYSTRICANY	0,20	215,58	213,40	2,176	213,41	0,002	473			
Hron	274 DOĽNÉ NASTICE	0,25	190,43	187,36	3,066	187,61	0,244	61091			
	277 ČHYNORANY	0,17	175,27	172,39	2,885	172,45	0,065	10973			
	290 KONAROVCE	0,28	150,36	147,79	2,572	148,04	0,250	68949			
	294 ČAKAJOVCE	0,20	144,04	141,16	2,875	141,18	0,017	3491			
	307 ČERNÍK	0,15	125,72	123,93	1,785	124,07	0,131	19718			
	309 RASTISLAVICE	0,25	123,35	119,10	4,250	119,71	0,610	152500			
	355 VIESKA NAD ŽITAVOU	0,12	158,01	156,33	1,682	156,41	0,078	9420			
	364 ULANY NAD ŽITAVOU	0,25	122,24	120,70	1,544	120,95	0,256	64042			

Hron	543 SVODIN	0,17	172,78	165,74	17,037	161,72	-4,027	-68467			
	546 KURALANY	0,23	142,84	141,58	1,257	141,32	-0,267	-61487			
	548 MEDVEČKE	0,30	163,10	156,47	6,633	156,36	-0,111	-33200			
	553 LOK	0,30	167,44	159,31	8,128	159,57	0,266	78900			
	565 ZALABA	0,27	120,86	119,55	1,305	119,57	0,013	3589			
	572 NYROVCE	0,30	152,58	144,34	8,237	144,06	-0,281	-84400			
	575 SIKENICA-TRHYNA	0,30	133,70	132,53	1,170	132,02	-0,510	-153000			
	580 ZEMĽARE	0,20	150,20	145,50	3,695	146,02	-0,485	-96941			
	583 MYTNÉ LUDANY-VYCHOD	0,30	149,50	146,00	3,496	146,23	0,224	67341			
	762 LOVCA	0,15	237,25	234,97	2,282	235,04	0,070	10500			
	877 ZOĽNA	0,30	332,52	331,86	0,661	331,67	-0,189	-56750			
	878 VIGLAS	0,30	345,37	344,25	1,123	344,42	0,171	51218			
	881 KRIVANY	0,20	392,43	390,96	1,467	391,12	0,161	32300			
	896 BREZNO	0,22	490,06	487,94	2,117	487,87	-0,075	-16573			
	898 POLOMKA-HAMOR	0,30	599,70	598,75	0,949	598,63	-0,121	-36250			

Ipel'	813	KOSHY NAD IPLOM	0,20	135,10	133,81	1,294	133,77	-0,038	-7525	-13850
	815	SAHY	0,20	125,08	124,36	0,703	124,14	-0,237	-47333	
	817	IPELSKY SOKOLEC	0,15	116,90	115,99	0,946	115,99	0,036	5375	
	819	STREDNE TUROVCE	0,30	131,49	129,06	2,434	129,05	-0,002	-550	
	828	SKLABINA	0,30	157,80	155,97	1,827	155,88	-0,095	-28600	
	833	KIAROV	0,20	147,07	146,19	0,879	146,01	-0,181	-36167	
	850	HOLISA	0,20	175,66	173,61	2,053	173,51	-0,097	-19500	
	856	OZDANY	0,20	203,15	201,54	1,607	201,66	0,117	23500	
	903	BETLIAR	0,28	314,86	313,50	1,365	313,87	0,375	104918	
	908	PLESIVEC-NOVY HAMOR	0,12	215,58	213,97	1,612	213,76	-0,212	-25398	
Slaná	917	CHANAVA	0,30	160,45	159,26	1,199	157,92	-1,327	-398000	-77213
	929	BOTTOVO	0,25	201,57	195,69	5,879	195,37	-0,525	-131192	
	930	ROCHOVCE	0,28	360,28	359,28	0,919	358,55	-0,727	-203495	
	937	REYUCA	0,25	318,46	316,16	2,303	316,19	0,037	9769	
	942	GEMERSKY MILHOST	0,28	229,74	228,77	0,972	228,23	-0,542	-151889	
	957	SIMONOVCE	0,20	174,48	172,94	1,536	173,09	0,148	29631	
	959	JANICE	0,19	163,10	162,03	1,069	162,10	0,065	12394	
	972	ZIAR	0,30	178,78	176,78	2,001	176,72	-0,061	-18369	
	1007	CECEJOVCE	0,26	199,73	197,29	2,441	197,37	0,079	20651	
	1008	BUZICA	0,30	190,92	189,43	1,489	189,17	-0,257	-77073	
Bodva	1090	MEDZEV	0,18	293,42	292,11	1,315	292,25	0,147	26391	-10010
	977	PLAVNICA	0,28	497,13	493,83	3,301	493,59	-0,235	-65707	-15529
Poprad	978	BIUSOVCE	0,18	592,33	587,90	4,425	588,04	0,137	24720	-65707
	979	SPISSKA BELA	0,30	599,48	598,62	0,865	598,81	-0,019	-9500	
Hornád	1019	HANISKA-GRAJCIAR	0,22	186,95	183,31	3,643	183,09	-0,213	-46891	-73869
	1041	BUDIMIR	0,25	196,43	196,53	1,903	197,19	0,653	165789	
	1101	NALEPKOVO	0,28	503,03	502,10	0,928	501,84	-0,264	-73869	
	1109	RADATICE	0,18	281,92	280,84	1,084	280,91	0,070	12535	
	1146	SNINA	0,26	206,51	204,69	1,819	204,59	-0,099	-26851	
Bodrog	1152	VELKE SLEMENCE	0,20	102,03	100,10	1,926	100,05	-0,052	-10418	-80974
	1160	PARCHOVANY	0,20	114,74	109,65	5,086	110,39	0,740	147958	
	1170	STRAZSKE	0,25	132,00	129,10	2,902	128,77	-0,324	-80974	
	1175	SUCHE	0,28	119,43	112,03	7,398	112,60	0,568	159158	
	1202	VELKY HORES	0,10	97,62	95,75	1,872	95,87	0,124	12367	
	1211	VELKE TRAKANY-KOLONIA	0,15	100,40	98,10	2,305	98,34	0,247	37050	
	1244	CHONKOVCES	0,10	181,59	178,11	3,481	178,43	0,325	32471	
	1251	BLATNA POLJANKA	0,25	102,27	100,98	1,289	101,03	0,045	11167	
	1299	VELKY KAMENEC	0,10	97,21	95,09	2,117	95,06	-0,037	-3676	
	1308	TARNOV	0,25	318,31	315,24	3,066	315,05	-0,190	-47500	
	1318	VYSNY ZIPOV	0,18	144,87	142,62	2,253	142,90	0,282	50850	
	1329	PAVLIOVCE NAD UHOM	0,15	106,86	104,80	2,065	104,52	-0,287	-42992	
	1335	VYSNY HRUSOV	0,21	193,78	191,51	2,265	191,36	-0,155	-32455	

číslo stanice	lokality	koeficient zásobnosti μ	nadmožská výška terénu v m n.m.	referenčná hladina podzemnej vody do roku 1980 v m n.m.	referenčná hĺbka podzemnej vody do roku 1980 v metroch pod terénom	2001 - 2005	rozdiel [m]	zmena [m ³ km ²]	minimum [m ³ km ²]	maximum [m ³ km ²]	priemer [m ³ km ²]
Morava	10 KUTÝ	0,20	153,79	152,92	0,873	152,70	-0,217	-43391			
	20 MALE LEVARE	0,12	154,41	152,01	2,401	151,94	-0,071	-85336			
	24 SUCHOHRAD	0,13	144,79	142,33	2,463	142,13	-0,195	-25401			
	26 MALACKY-BRECLAVSKÁ CESTA	0,18	154,20	153,08	1,118	152,72	-0,308	-55393			
	30 ZOHOR	0,25	142,89	141,24	1,651	141,26	0,025	6217			
	76 LAKSARSKÁ NOVA VES	0,16	219,75	207,85	12,101	204,30	-3,345	-535253	-535253	102030	36554
	77 SASŤIN-JUH	0,17	183,26	178,01	5,245	178,29	0,273	46487			
	80 DOJC	0,20	179,42	177,77	1,655	177,96	0,195	38933			
	83 GBELÝ	0,19	167,55	165,56	1,993	165,89	0,129	24447			
	85 STUDENKA - JUH	0,17	193,05	186,10	7,953	186,38	0,261	47770			
Dunaj	86 MALACKY-BOR	0,19	184,64	178,49	6,155	179,02	0,537	102030			
	516 BUC-PERES PUSTA	0,08	121,94	114,38	7,559	112,80	-1,579	-126313	-126313	-126313	-126313
	56 VŤOKOVCE	0,22	129,10	125,55	3,548	125,68	0,130	28577			
	64 NIŽNA	0,28	175,46	156,07	17,388	157,18	-0,892	-249542			
	120 CIERNY BROD	0,23	117,66	115,46	2,205	115,48	0,028	6555			
	124 KRALOV BROD	0,25	113,30	110,29	3,010	110,29	0,000	0			
	141 VEĽKE KOSTOLANY	0,23	148,68	147,39	1,283	146,99	-0,385	-90850			
	153 RAKOLUBY	0,20	186,33	180,80	5,531	179,94	-0,855	-170965			
	185 POVAŽANY	0,27	175,63	171,61	4,017	171,61	0,001	405			
	188 TUČOVNA	0,20	249,98	240,00	9,977	239,41	-0,591	-118267			
Váh	236 ZIHAREC	0,10	111,88	109,65	2,030	109,52	-0,132	-13248			
	242 HLINIK	0,10	109,85	106,92	2,932	106,72	-0,202	-20210			
	332 LISKOVA-OBEC	0,25	486,39	483,72	2,671	483,64	-0,061	-20250			
	340 LIPTOVSKÝ PETER	0,25	695,95	694,40	1,550	694,68	0,284	71000			
	379 NOVE ZÁMKY-JUH	0,30	113,62	111,41	2,210	111,41	-0,002	-800			
	416 DUNAJOV	0,28	375,32	372,13	2,815	372,13	-0,373	-104440			
	422 CADCA-PRÍMENIARNI	0,30	418,34	417,10	1,245	416,63	-0,469	-140700			
	430 KRIVÁ	0,15	540,11	537,79	2,323	537,67	-0,115	-17325	-249542	71000	47786
	449 SUCANY	0,35	389,16	383,34	5,821	383,46	0,125	43750			
	463 KĽASTOR POD ZNIEVOM	0,25	457,67	455,33	2,340	454,90	-0,434	-108614			
Hron	466 IVANČINA	0,30	453,86	451,69	2,172	451,37	-0,322	-96700			
	468 BODOVOVA	0,30	463,06	461,06	1,998	460,87	-0,168	-56300			
	251 NEDOZERY	0,25	286,52	283,68	2,864	283,68	0,022	5409			
	258 BYSTRICANY	0,20	215,58	213,40	2,176	213,40	-0,008	-1527			
	274 DOĽNE NASTICE	0,25	190,43	187,36	3,066	187,34	-0,028	-6809			
	277 CHYNORANY	0,17	175,27	172,39	2,885	171,97	-0,419	-71307			
	290 KOŇAROVCE	0,28	150,36	147,79	2,572	147,71	-0,076	-21331			
	294 ČAKALOVCE	0,20	144,04	141,16	2,875	140,94	-0,221	-44109			
	307 CERNIK	0,15	125,72	123,93	1,785	123,44	-0,483	-73882			
	309 PASTISLAVICE	0,25	123,35	119,10	4,250	118,43	-0,674	-168500			
Morava	355 VIESKA NAD ŽITAVOU	0,12	158,01	156,33	1,682	156,42	0,090	10860			
	364 ULANY NAD ŽITAVOU	0,25	122,24	120,70	1,544	120,68	-0,018	-4458			
	543 SVODIN	0,17	172,78	155,74	17,037	152,04	-3,705	-629907			
	546 KUPALANY	0,23	142,84	141,58	1,257	141,41	-0,177	-40787			
	548 MEDVECKE	0,30	163,10	156,47	6,633	155,59	-0,873	-261800			
	553 LUK	0,30	167,44	159,31	8,128	158,83	-0,478	-143300			
	565 ZALABA	0,27	120,86	119,56	1,305	119,14	-0,415	-113971			
	572 NYROVCE	0,30	152,58	144,34	8,237	143,96	-0,385	-115800			
	575 SIKENICA-TRHYNA	0,30	133,70	132,53	1,170	131,94	-0,586	-175800			
	580 ZEMILARE	0,20	150,20	146,50	3,695	145,98	-0,525	-1104941	-629907	57500	-106888
Hron	583 MYTNÉ LUDANY-VÝCHOOD	0,30	149,50	146,00	3,496	146,03	0,024	7341			
	762 LOVČA	0,15	237,25	234,97	2,282	235,03	0,058	8700			
	877 ŽOLNA	0,30	332,52	331,86	0,661	331,65	-0,205	-61550			
	878 VIGLAS	0,30	345,37	344,25	1,123	344,39	0,141	42218			
	881 KRIVAN	0,20	392,43	390,96	1,467	391,25	0,287	57500			
	896 BREZNO	0,22	490,06	487,94	2,117	487,82	-0,125	-27573			
	898 POLOMKA-HAMOR	0,30	599,70	598,75	0,949	598,60	-0,153	-45890			

číslo stanice	lokalita	koeficient zásobnosti μ	nadmožská výška terénu v m n.m.	referenčná hladina podzemnej vody do roku 1980 v m n.m.	referenčná hĺbka podzemnej vody do roku 1980 v metroch pod terénom	2006 - 2009	rozdiel [m]	zmena [m ³ /km ²]	minimum [m ³ /km ²]	maximum [m ³ /km ²]	priemer [m ³ /km ²]
Morava	10 KUTÝ	0,20	153,79	152,92	0,873	152,78	-0,134	-26891			
	20 MALE LEVARE	0,12	154,41	152,01	2,401	152,13	0,121	14504			
	24 SUCHOHRAD	0,13	144,79	142,34	2,463	142,24	-0,085	-11036			
	26 MALACKÝ-BRECLAVSKÁ CESTA	0,18	154,20	153,08	1,118	152,91	-0,177	-31813			
	30 ZOHOR	0,25	142,89	141,24	1,651	141,46	0,223	55842			
	76 LAKSARSKÁ NOVA VES	0,16	219,75	207,65	12,101	204,74	-2,399	-465493	-465493	209475	14172
	77 SASŤIN-JUH	0,17	183,26	178,01	5,245	178,41	0,390	66377			
	80 IDOČ	0,20	179,42	177,77	1,665	178,10	0,330	65933			
	83 GBELÝ	0,19	167,55	165,55	1,993	165,82	0,265	50382			
	85 STUDENKA - JUH	0,17	193,05	186,10	7,953	186,62	0,523	88910			
Dunaj	86 MALACKÝ-BOR	0,19	184,64	178,49	6,155	179,59	1,103	209475			
	516 BUC-PERES PUSTA	0,08	121,94	114,38	7,559	112,88	-1,501	-120073	-120073	-120073	-120073
	56 VÁCKOVCE	0,22	129,10	125,55	3,548	125,96	0,408	89737			
	64 NIŽNA	0,28	175,46	156,07	17,388	157,21	-0,862	-241242			
	120 ČIERNY BROD	0,23	117,66	115,46	2,205	115,55	0,094	21735			
	124 KRALOV BROD	0,25	113,30	110,29	3,010	110,30	0,012	3125			
	141 VEĽKE KOSTOLANY	0,23	148,68	147,39	1,293	147,04	-0,360	-80385			
	153 RAKOLUBY	0,20	186,33	180,80	5,531	179,94	-0,856	-171265			
	185 POVAŽANY	0,27	175,63	171,61	4,017	171,51	-0,108	-29025			
	188 TUCHOVNA	0,20	249,98	240,00	9,977	239,45	-0,553	-110667			
Váh	236 ŽIHAREC	0,10	111,68	109,65	2,030	109,61	-0,040	-4046			
	242 HLINIK	0,10	109,85	106,92	2,932	106,81	-0,113	-11310			
	332 LIŠKOVÁ-OBEC	0,25	486,39	483,72	2,671	483,52	-0,197	-49125			
	340 LIPTOVSKÝ PETER	0,25	695,96	694,40	1,560	694,54	0,135	33750			
	379 NOVE ZÁMKY-JUH	0,30	113,62	111,41	2,210	111,60	0,193	57750			
	416 DUNAJOV	0,28	375,32	372,58	2,815	372,08	-0,423	-118300			
	422 ČADCA-PRI MENARNI	0,30	418,34	417,10	1,245	416,59	-0,503	-150750	-241242	88737	35380
	430 KRIVÁ	0,15	540,11	537,79	2,323	537,53	-0,255	-38250			
	449 SUCANY	0,35	389,16	383,34	5,821	383,46	0,121	42360			
	463 KĽASTOR POD ZNIEVOM	0,25	457,67	455,33	2,340	454,81	-0,525	-131364			
Hron	466 IVANČINA	0,30	453,86	451,69	2,172	451,44	-0,246	-73750			
	468 BODOVOVA	0,30	463,06	461,06	1,996	461,12	0,058	17500			
	251 NEDOZERY	0,25	286,52	283,65	2,864	283,71	0,051	12784			
	258 BYSTRICANY	0,20	215,58	213,40	2,176	213,36	-0,049	-9727			
	274 DOĽNE NASTICE	0,25	190,43	187,36	3,066	187,35	-0,019	-4659			
	277 CHYNORANY	0,17	175,27	172,39	2,885	172,28	-0,105	-17927			
	290 KOŇAROVCE	0,28	150,36	147,79	2,572	148,03	0,242	67709			
	294 ČAKALOVCE	0,20	144,04	141,16	2,875	141,05	-0,112	-22409			
	307 ČERNÍK	0,15	125,72	123,93	1,785	123,82	-0,112	-16807			
	309 RASTISLAVICE	0,25	123,35	119,10	4,250	118,40	-0,700	-175000			
	355 VIESKA NAD ŽITAVOU	0,12	158,01	155,33	1,682	156,22	-0,113	-13500			
	364 ULANY NAD ŽITAVOU	0,25	122,24	120,70	1,544	120,94	0,247	61667			
	543 SVODIN	0,17	172,78	155,74	17,037	152,43	-3,313	-563267			
	546 KUPALANY	0,23	142,84	141,58	1,257	141,43	-0,158	-36417			
	548 MEDVEČKE	0,30	163,10	156,47	6,633	155,91	-0,554	-166250			
	553 LOK	0,30	167,44	159,31	8,128	159,28	-0,034	-10250			
	565 ZALABA	0,27	120,86	119,55	1,305	119,39	-0,170	-45821			
	572 NYRÓVCE	0,30	152,58	144,34	8,237	144,09	-0,258	-77500			
	575 SIKENICA-TRHNA	0,30	133,70	132,53	1,170	132,10	-0,433	-129750			
	580 ZEMĽARE	0,20	150,20	146,50	3,695	146,11	-0,392	-78441			
	583 MYTNÉ LUDANY-VÝCHOD	0,30	149,50	146,00	3,495	146,23	0,221	66441	-563267	66441	81463
	762 LOVČA	0,15	237,25	234,97	2,282	235,00	0,030	4425			
	877 ŽOLNA	0,30	332,52	331,86	0,661	331,45	-0,414	-124250			
	878 VIGLAS	0,30	345,37	344,25	1,123	344,19	-0,060	-17932			
	881 KRIVAN	0,20	392,43	390,93	1,467	391,10	0,140	-28000			
	896 BREZNO	0,22	490,06	487,94	2,117	487,83	-0,113	-24933			
	898 POLOMKA-HAMOR	0,30	599,70	598,75	0,949	598,60	-0,153	-46000			

Ipeľ	813	KOSÍHY NAD IPLOM	0,20	136,10	133,81	1,294	133,85	0,042	8375	8734	-79000	8734	8734
	815	SAHY	0,20	125,08	124,36	0,703	124,32	-0,062	-12333				
	817	ÍPEĽSKÝ SOKOLEC	0,15	116,90	115,95	0,946	116,00	0,048	7250				
	819	STREDNÉ TUROVCE	0,30	131,49	129,06	2,434	129,57	0,514	154250				
	828	SKĽABINA	0,30	157,80	155,97	1,827	155,71	-0,263	-79000				
	833	KĽAROV	0,20	147,07	146,19	0,879	146,01	-0,178	-35667				
	850	HOLISA	0,20	175,66	173,61	2,053	173,43	-0,175	-35000				
	856	OZDANY	0,20	203,15	201,54	1,607	201,85	0,310	62000				
	903	BETĽIAR	0,28	314,85	313,50	1,355	314,10	0,602	168618				
	908	PLEŠIVEC-NOVÝ HAMOR	0,12	215,58	213,97	1,612	213,66	-0,305	-36618				
Slaná	917	CHANÁVA	0,30	160,45	159,26	1,199	158,14	-1,108	-332450	168618	-332450	-76309	168618
	929	BOTTOVO	0,25	201,57	195,69	5,879	195,21	-0,678	-169567				
	930	ROCHOVCE	0,28	360,20	359,28	0,919	358,53	-0,748	-209515				
	937	REVUCA	0,25	318,46	316,16	2,303	316,21	0,051	12644				
	942	GEMERSKÝ MILHOST	0,28	229,74	228,77	0,972	228,14	-0,628	-175969				
	957	SIMONOVCE	0,20	174,48	172,94	1,536	173,07	0,121	24231				
	959	JANICE	0,19	163,10	162,03	1,069	161,84	-0,196	-37196				
	972	ZIAR	0,30	178,78	176,78	2,001	176,76	-0,024	-7269				
	1007	CEČEJOVCE	0,26	199,73	197,29	2,441	197,19	-0,096	-24979				
	1008	BIUŽICA	0,30	190,92	189,43	1,489	189,17	-0,266	-79773				
Poprad	1090	MEDŽEV	0,18	293,42	292,11	1,315	291,83	-0,273	-49119	850	-253727	850	-85922
	977	PLAVNICA	0,28	497,13	493,83	3,301	492,92	-0,906	-253727				
	978	BUSOVCE	0,18	582,33	587,90	4,425	587,88	-0,027	-4890				
	979	ŠPIŠSKÁ BELA	0,30	599,48	598,62	0,865	598,83	0,003	850				
Hornád	1019	HANÍSKA-GRAJCIAR	0,22	186,95	183,31	3,643	183,01	-0,297	-65371	88914	-65371	12722	88914
	1041	BUDÍMIR	0,25	196,43	196,53	1,903	196,88	0,356	88914				
	1101	NALEPKOVO	0,28	503,03	502,10	0,928	502,01	-0,094	-26409				
	1109	RADATICE	0,18	281,92	280,84	1,084	281,14	0,299	53755				
	1146	SNINA	0,26	206,51	204,69	1,819	204,59	-0,106	-27671				
Bodrog	1152	VEĽKE SLEMENCE	0,20	102,03	100,10	1,926	100,11	0,003	682	136658	-124429	-8626	136658
	1160	PARCHOVANY	0,20	114,74	109,65	5,086	110,34	0,683	136658				
	1170	STRAZSKE	0,25	132,00	129,10	2,902	128,70	-0,395	-98849				
	1175	SUCHE	0,28	119,43	112,03	7,398	112,39	0,353	98958				
	1202	VEĽKÝ HORES	0,10	97,62	95,75	1,872	95,78	0,034	3417				
	1211	VEĽKE TRAKANY-KOLONIA	0,15	100,40	98,10	2,305	98,10	0,002	375				
	1244	CHONKOVCÉ	0,10	181,59	178,11	3,481	176,87	-1,244	-124429				
	1251	BLATNÁ POLJANKA	0,25	102,27	100,98	1,289	100,95	-0,036	-9083				
	1299	VEĽKÝ KAMENEC	0,10	97,21	95,09	2,117	95,09	-0,003	-278				
	1308	TARNOV	0,25	318,31	315,24	3,066	315,16	-0,081	-20375				
	1318	VÝSNÝ ŽIPOV	0,18	144,87	142,62	2,253	142,74	0,123	22050				
	1329	PAVLOVCE NAD UHOM	0,15	106,86	104,80	2,055	104,44	-0,367	-55067				
	1335	VÝSNÝ HRUSOV	0,21	193,78	191,51	2,265	191,29	-0,225	-47155				

čísťkové povodie	číslo stanice	lokality	koeficient zázobnosti μ	nadmorská výška terénu v m n.m.	referenčná hladina podzemnej vody do roku 1980 v m n.m.	referenčná hĺbka podzemnej vody do roku 1980 v metroch pod terénom	1981 - 1990	rozdiel [m]	zmena [m ³ km ²]	minimum [m ³ km ²]	maximum [m ³ km ²]	priemer [m ³ km ²]
Morava	10	KUTÝ	0.20	153.79	152.92	0.873	152.85	-0.070	-13991			
	20	MALE LEVARE	0.12	154.41	152.01	2.401	151.92	-0.093	-11176			
	24	SUCHOHRAD	0.13	144.79	142.24	2.463	142.24	-0.085	-11101			
	26	MALACKÝ-BRECLAVSKÁ CESTA	0.18	154.20	153.08	1.118	152.61	-0.475	-85453			
	30	ZOHOR	0.25	142.89	141.24	1.651	141.17	-0.074	-18533			
	76	LAKSARSKA NOVA VES	0.16	219.75	207.65	12.101	206.18	-2.470	-395253	-395253	-3483	-73598
	77	SASŤIN-JUH	0.17	183.26	178.01	5.245	177.76	-0.255	-43273			
	80	DOUC	0.20	179.42	177.77	1.655	177.73	-0.034	-6867			
	83	GBELÝ	0.19	167.55	165.56	1.993	165.54	-0.018	-3483			
	85	STUDENKA - JUH	0.17	193.05	185.10	7.953	184.54	-0.558	-94850			
Dunaj	86	MALACKÝ-BOR	0.19	184.64	178.49	6.155	177.82	-0.661	-125590			
	516	BUC-PERES PUSTA	0.08	121.94	114.38	7.559	113.19	-1.191	-95273	-95273	-95273	95273
	56	VLCKOVCE	0.22	129.10	125.55	3.548	125.41	-0.147	-32363			
	64	NIŽNA	0.28	175.46	158.07	17.388	157.22	-0.848	-237322			
	120	CIERNY BROD	0.23	117.66	115.46	2.205	115.41	-0.046	-10695			
	124	KRALOV BROD	0.25	113.30	110.29	3.010	110.19	-0.104	-26000			
	141	VEĽKE KOSTOLANY	0.23	148.68	147.39	1.293	147.38	-0.006	-1380			
	153	RAKOLUBY	0.20	186.33	180.80	5.531	180.31	-0.494	-98765			
	185	POVAŽANY	0.27	175.63	171.61	4.017	171.50	-0.112	-30105			
	188	TUCHANY	0.20	249.98	240.00	9.977	239.66	-0.345	-69067			
Váh	236	ZIHAREC	0.10	111.88	109.65	2.030	109.71	0.055	5452			
	242	HLINIK	0.10	109.85	106.92	2.932	106.71	-0.205	-120510			
	332	LISKOVA-OBEC	0.25	486.39	483.72	2.671	483.65	-0.067	-16750			
	340	LÍPTOVSKÝ PETER	0.25	695.96	694.40	1.560	694.54	0.136	34000			
	379	NOVE ZÁMKY-JUH	0.30	113.62	111.41	2.210	111.29	-0.124	-37200			
	416	DUNAJOV	0.28	375.32	372.51	2.815	372.19	-0.313	-87640			
	422	CADCA-PRI MENARINI	0.30	418.34	417.10	1.245	416.95	-0.147	-44100			
	430	KRIVA	0.15	540.11	537.79	2.323	537.89	-0.100	-14925	-237322	98000	28781
	449	SUCANY	0.35	389.16	383.34	5.821	383.82	0.280	98000			
	463	KĽASTOR POD ZNIEVOM	0.25	457.67	455.33	2.340	454.96	-0.368	-92114			
Hron	466	IVANCUA	0.30	453.86	451.89	1.968	451.53	-0.162	-48700			
	468	BODROVA	0.25	286.52	283.66	2.864	283.69	0.034	8409			
	251	NEDOZERY	0.20	215.58	213.40	2.176	213.42	0.011	2273			
	258	BYSTRICANY	0.25	190.43	187.36	3.066	187.45	0.083	20841			
	274	DOLNE NASTICE	0.17	175.27	172.39	2.886	172.50	0.114	19303			
	277	CHYNORANY	0.28	150.36	147.79	2.572	147.97	0.178	49789			
	290	KONAROVCE	0.20	144.04	141.16	2.875	141.14	-0.027	-5309			
	294	ČAJALOVCE	0.15	125.72	123.93	1.786	123.31	-0.622	-93232			
	307	ČERNÍK	0.25	123.35	119.10	4.250	118.80	-0.298	-74750			
	309	PASTISLAVICE	0.12	158.01	156.33	1.682	156.49	0.161	19380			
	355	VIESKA NAD ŽITAVOU	0.25	122.24	120.70	1.544	120.78	0.084	21042			
	364	ULANY NAD ŽITAVOU	0.25	122.24	120.70	1.544	120.78	0.084	21042			
	543	SVODIN	0.17	172.78	155.74	17.037	153.29	-2.450	-416557			
	546	KURALANY	0.23	142.84	141.58	1.257	141.34	-0.241	-55507			
	548	MEDVEČEKE	0.30	163.10	156.47	6.633	155.86	-0.604	-181100			
	553	LOK	0.30	167.44	159.31	8.128	158.50	-0.812	-243500			
	565	ZALABA	0.27	120.86	119.55	1.305	119.16	-0.397	-107111			
	572	NYROVCE	0.30	152.58	144.34	8.237	144.15	-0.197	-59200			
	575	SIKENICA-TRHYNA	0.30	133.70	132.53	1.170	131.83	-0.703	-210900			
	580	ZEMLIARE	0.20	150.20	146.50	3.695	146.96	-0.550	-109941	-416557	14318	98148
	583	MYTNE LUDANY-VYCHOD	0.30	149.50	146.00	3.496	145.97	-0.037	-10959			
	762	LOVCA	0.15	237.25	234.97	2.282	235.00	0.033	4950			
	877	ZOLNA	0.30	332.52	331.86	0.661	331.74	-0.123	-36950			
	878	VIGLAS	0.30	345.37	344.25	1.123	344.30	0.048	14318			
	881	KRYVAN	0.20	382.43	380.96	1.467	380.87	-0.092	-18300			
	896	BREZNO	0.22	490.06	487.94	2.117	487.94	-0.007	-1613			
	898	POLOMKA-HAMOR	0.30	599.70	598.75	0.949	598.62	-0.133	-39850			

Ipeľ	813	KOSÍHY NAD IPLOM	0,20	135,10	133,81	1,294	133,43	-0,378	-75525	-138850	-23875	-81406
	815	SAHY	0,20	125,08	124,38	0,703	124,16	-0,214	-42733			
	817	IPELSKY SOKOLEC	0,15	116,90	115,95	0,946	115,80	-0,159	-23875			
	819	STREDNE TUROVCE	0,30	131,49	129,06	2,434	128,59	-0,463	-138850			
	828	SKLABINA	0,30	157,80	155,97	1,827	155,57	-0,408	-122500			
	833	KIAROV	0,20	147,07	146,19	0,879	145,61	-0,579	-115767			
	850	HOLISA	0,20	175,86	173,61	2,053	173,13	-0,482	-96500			
	856	OZDANY	0,20	203,15	201,54	1,607	201,37	-0,178	-35500			
	903	BETLIAR	0,28	314,85	313,50	1,355	313,27	-0,229	-64202			
	908	PLESIVEC-NOVÝ HAMOR	0,12	215,58	213,97	1,612	213,88	-0,087	-10398			
Slaná	917	CHANAVA	0,30	160,45	159,25	1,199	158,43	-0,818	-245300	-245300	-10398	-94133
	929	BOITTOVO	0,25	201,57	195,89	5,679	195,37	-0,518	-129442			
	930	ROCHOVCE	0,28	360,20	359,28	0,919	358,51	-0,769	-215255			
	937	REVUCA	0,25	318,46	316,16	2,303	316,08	-0,082	-20481			
	942	GEMERSKY MILHOST	0,28	229,74	228,77	0,972	228,33	-0,442	-123889			
	957	SIMONOVCE	0,20	174,48	172,94	1,536	172,76	-0,181	-36169			
	959	JANICE	0,19	163,10	162,03	1,069	161,80	-0,233	-44226			
	972	ZIAR	0,30	176,78	176,78	2,001	176,61	-0,173	-51969			
	1007	CECEJOVCE	0,26	199,73	197,29	2,441	197,25	-0,041	-10549			
	1008	BUZICA	0,30	190,92	189,43	1,489	189,07	-0,360	-107973	-107973	27471	-30350
Poprad	1090	MEDZEV	0,18	293,42	292,11	1,315	292,26	0,153	27471			
	977	PLAVNICA	0,28	497,13	493,83	3,301	493,59	-0,236	-65987			
	978	BUSOVCE	0,18	592,33	587,90	4,425	587,81	-0,096	-17220	-65987	-17220	-45902
Homád	979	SPISSKA BELA	0,30	599,48	596,82	0,655	596,64	-0,182	-54500			
	1019	HANISKA-GRAJCIAR	0,22	186,95	183,31	3,643	183,31	0,007	1509	-55669	33539	-8277
	1041	BUDIMIR	0,25	198,43	196,53	1,903	196,66	0,134	33539			
	1101	NALEPKOVO	0,28	503,03	502,10	0,928	501,90	-0,199	-55669			
	1109	RADATICE	0,18	281,92	280,84	1,084	280,77	-0,069	-12485			
Bodrog	1146	SNINA	0,26	206,51	204,69	1,819	204,53	-0,163	-42491			
	1152	VELKE SLEMENCE	0,20	102,03	100,10	1,926	100,12	0,018	3582			
	1160	PARCHOVANY	0,20	114,74	109,85	5,086	110,05	0,396	79158			
	1170	STRAZSKE	0,25	132,00	129,10	2,902	128,67	-0,424	-105974			
	1175	SUCHE	0,28	119,43	112,03	7,398	112,26	0,232	65078			
	1202	VELKY HORES	0,10	97,52	95,75	1,872	95,95	0,198	19767			
	1211	VELKE TRAKANY-KOLONIA	0,15	100,40	98,10	2,305	98,22	0,126	18900			
	1244	CHONKOVCES	0,10	181,59	178,11	3,481	179,01	0,903	90271	-105974	90271	3624
	1251	BLATNA POLIANKA	0,25	102,27	100,98	1,289	100,84	-0,138	-34583			
	1299	VELKY KAMENEC	0,10	97,21	95,09	2,117	95,44	0,346	34622			
	1308	TARNOV	0,25	318,31	315,24	3,066	315,20	-0,040	-10000			
	1318	VYSNY ZPOV	0,18	144,87	142,62	2,253	142,64	0,020	3690			
	1329	PAVLOVCE NAD UHOM	0,15	106,86	104,80	2,055	104,80	-0,003	-392			
	1335	VYSNY HRUSOV	0,21	193,78	191,51	2,265	191,18	-0,338	-70885			

číslo stanice	lokality	koeficient zásobnosti μ	nadmožská výška terénu v m n. m.	referenčná hladina podzemnej vody do roku 1980 v m n. m.	referenčná hĺbka podzemnej vody do roku 1980 v metroch pod terénom	1991 - 2000	rozdiel [m]	zmena [m ³ km ²]	minimum [m ³ km ²]	maximum [m ³ km ²]	priemer [m ³ km ²]
Morava	10 KUTÝ	0,20	153,79	152,92	0,873	152,85	-0,063	-1,2591			
	20 MALE LEVARE	0,12	154,41	152,01	2,401	152,11	0,097	1,1624			
	24 SUCHOHRAD	0,13	144,79	142,33	2,463	142,15	-0,177	-2,3061			
	26 MALACKÝ-BRECLAVSKÁ CESTA	0,18	154,20	153,08	1,118	152,78	-0,299	-5,3773			
	30 ZOHOR	0,25	142,89	141,24	1,651	141,24	0,003	7,17			
	76 LAKSARSKÁ NOVA VES	0,16	219,75	207,85	12,101	203,78	-3,871	-6,19413	-6,19413	30533	7,4588
	77 SASŤIN-JUH	0,17	183,26	178,01	5,245	177,81	-0,209	-3,5453			
	80 DOUC	0,20	179,42	177,77	1,665	177,92	0,153	3,0653			
	83 GBELÝ	0,19	167,55	165,56	1,993	165,63	0,070	1,3237			
	85 STUDENKA - JUH	0,17	193,05	185,10	7,953	184,67	-0,425	-7,2250			
Dunaj	86 MALACKÝ-BOR	0,19	184,64	178,49	6,155	178,17	-0,316	-8,0040			
	516 BUC-PERES PUSTA	0,08	121,94	114,38	7,559	112,65	-1,725	-137,993	-137,993	-137,993	-137,993
	56 VŤOKOVCE	0,22	129,10	125,55	3,548	125,50	-0,050	-1,1023			
	64 NIŽNA	0,28	175,46	156,07	17,388	156,63	-1,445	-40,4482			
	120 ČIERNY BROD	0,23	117,66	115,46	2,205	115,43	-0,031	-7,015			
	124 KRALOV BROD	0,25	113,30	110,29	3,010	110,34	0,053	1,3250			
	141 VEĽKE KOSTOLANY	0,23	148,88	147,39	1,293	147,09	-0,302	-8,9480			
	153 RAKOLUBY	0,20	186,33	180,80	5,531	180,16	-0,637	-127,365			
	185 POVAŽANY	0,27	175,63	171,61	4,017	171,62	0,007	20,25			
	188 TUCHYNA	0,20	249,98	240,00	9,977	239,67	-0,336	-67,267			
Váh	236 ŽIHAREC	0,10	111,88	109,65	2,030	109,86	0,211	2,052			
	242 HLINIK	0,10	109,85	106,92	2,932	106,87	-0,052	-5,210			
	332 USKOVÁ-OBEC	0,25	486,39	483,72	2,671	483,71	-0,006	-1,500			
	340 LIPTOVSKÝ PETER	0,25	695,96	694,40	1,560	694,64	0,240	60,000			
	379 NOVE ZÁMKY-JUH	0,30	113,62	111,41	2,210	111,43	0,016	4,800			
	416 DUNAJOV	0,28	375,32	372,51	2,815	372,17	-0,336	-34,080			
	422 CADCA-PRI MENIARNI	0,30	418,34	417,10	1,245	416,74	-0,362	-105,600			
	430 KRIVÁ	0,15	540,11	537,79	2,323	537,66	-0,104	-15,675	-40,4482	121,100	2,8688
	449 SUCANY	0,35	389,16	383,34	5,821	383,69	0,346	121,100			
	463 KLASTOR POD ZNIEVOM	0,25	457,67	455,33	2,340	455,06	-0,275	-6,8864			
Hron	466 IVANČINA	0,30	453,86	451,69	2,172	451,52	-0,168	-5,6500			
	468 BODEROVA	0,30	463,06	461,06	1,998	460,98	-0,082	-2,4500			
	251 NEDOŽERY	0,25	286,52	283,66	2,864	283,69	0,037	9,159			
	258 BYSTRICANY	0,20	215,68	213,40	2,176	213,39	-0,015	-2,927			
	274 DOĽNÉ NASTICE	0,25	190,43	187,36	3,066	187,51	0,141	35,341			
	277 OHYNOŘANY	0,17	175,27	172,39	2,885	172,33	-0,057	-9,767			
	290 KOŇAROVCE	0,28	150,36	147,79	2,572	147,94	0,152	4,2509			
	294 ČAKAJOVCE	0,20	144,04	141,16	2,875	141,13	-0,037	-7,309			
	307 ČERNÍK	0,15	125,72	123,93	1,795	123,66	-0,276	-41,332			
	309 RASTISLAVICE	0,25	123,35	119,10	4,250	118,82	-0,264	-71,000			
SVODIN	355 VIESKA NAD ŽITAVOU	0,12	158,01	156,33	1,682	156,37	0,045	5,460			
	364 ULANY NAD ŽITAVOU	0,25	122,24	120,70	1,544	120,73	0,038	9,542			
	543 SVODIN	0,17	172,78	165,74	17,037	161,82	-3,923	-66,6967			
	546 KURALANY	0,23	142,84	141,58	1,257	141,18	-0,404	-9,2997			
	548 MEDVEČKE	0,30	163,10	156,47	6,633	155,32	-1,143	-34,2800			
	553 LOK	0,30	167,44	159,31	8,128	158,35	-0,964	-28,9100			
	565 ZALABA	0,27	120,86	119,55	1,305	119,29	-0,268	-7,2281			
	572 NYROVCE	0,30	152,88	144,34	8,237	143,80	-0,545	-16,3600			
	575 SIKENICA-TRHYNA	0,30	133,70	132,53	1,170	131,93	-0,602	-18,0600			
	580 ZEMĽARE	0,20	150,20	146,50	3,695	145,68	-0,823	-16,6441	-66,6967	197,18	-13,6667
Hron	583 MYTNÉ LUDANY-VYCHOD	0,30	149,50	146,00	3,496	146,05	0,041	12,441			
	762 LOVČA	0,15	237,25	234,97	2,282	235,03	0,065	9,750			
	877 ZOLNA	0,30	332,52	331,86	0,661	331,88	-0,178	-53,450			
	878 VIGLAS	0,30	345,37	344,25	1,123	344,31	0,066	197,18			
	881 KRIVAN	0,20	392,43	390,96	1,467	391,03	0,064	12,900			
	896 BREZNO	0,22	490,06	487,94	2,117	487,89	-0,058	-12,833			
	898 POLOMKA-HAMOR	0,30	599,70	596,75	0,949	596,63	-0,119	-3,6650			

Ipel'	813	KOSHY NAD IPIOM	0,20	135,10	133,81	1,294	133,59	-0,213	-42525	-1900	-100367	-54062
	815	SAHY	0,20	125,08	124,38	0,703	123,99	-0,386	-76933			
	817	IPELSKY SOKOLEC	0,15	115,90	115,96	0,946	115,79	-0,162	-24325			
	819	STREDNE TUROVCE	0,30	131,49	129,06	2,434	128,86	-0,201	-60250			
	828	SKLABINA	0,30	157,80	155,97	1,827	155,72	-0,258	-77500			
	833	KIAROV	0,20	147,07	146,19	0,879	145,89	-0,502	-100367			
	850	HOLISA	0,20	175,66	173,61	2,053	173,36	-0,243	-48700			
	856	OZDANY	0,20	203,15	201,54	1,607	201,53	-0,010	-1900			
	903	BETLIAR	0,28	314,86	313,50	1,365	313,61	0,114	31838			
	908	PLESIVEC-NOVY HAMOR	0,12	215,88	213,97	1,612	213,67	-0,296	-35478			
Slaná	917	CHANAVA	0,30	160,46	159,26	1,199	157,70	-1,564	-466100	31838	-466100	-113036
	929	BOTTOVO	0,25	201,57	195,89	5,679	194,97	-0,925	-231192			
	930	ROCHOVCE	0,28	360,20	369,28	0,919	368,57	-0,715	-200135			
	937	REVUCA	0,25	318,46	316,16	2,303	316,18	0,020	5019			
	942	GEMERSKY MILHOST	0,28	229,74	228,77	0,972	228,24	-0,531	-148809			
	957	SIMONOVCE	0,20	174,48	172,94	1,536	172,88	-0,064	-12769			
	959	JANICE	0,19	163,10	162,03	1,069	161,85	-0,179	-33966			
	972	ZIAR	0,30	178,78	176,78	2,001	176,65	-0,129	-38769			
	1007	CECEJOVCE	0,26	199,73	197,29	2,441	197,19	-0,097	-25109			
	1008	BUZICA	0,30	190,92	189,43	1,489	189,13	-0,306	-91773			
Bodva	1090	MEDZEV	0,18	293,42	292,11	1,315	292,14	0,039	6951	6951	-91773	-38644
	977	PLAVNICA	0,28	497,13	493,83	3,301	493,53	-0,295	-62507			
Poprad	978	BUSOVCE	0,18	592,33	587,90	4,425	587,91	0,009	1680	1680	-82507	-40009
	979	SPISSKA BELA	0,30	599,48	598,82	0,665	598,69	-0,131	-39200			
Hornád	1019	HANISKA-GRAJCIAR	0,22	186,95	183,31	3,643	182,96	-0,343	-75491	106789	-75491	-7724
	1041	BUDIMIR	0,25	198,43	196,53	1,903	196,95	0,427	106789			
	1101	NALEPKOVO	0,28	503,03	502,10	0,928	501,88	-0,224	-62669			
	1109	RADATICE	0,18	281,92	280,84	1,084	280,84	0,003	475			
	1146	SNINA	0,26	206,51	204,69	1,819	204,56	-0,133	-34691			
	1152	VELKE SLEMENCE	0,20	102,03	100,10	1,926	99,67	-0,436	-87018			
	1160	PARCHOVANY	0,20	114,74	109,65	5,086	109,86	0,201	40158			
Bodrog	1170	STRAZSKE	0,25	132,00	129,10	2,902	128,79	-0,306	-76474	40158	-87018	-25950
	1175	SUCHE	0,28	119,43	112,03	7,398	111,97	-0,064	-17802			
	1202	VELKE HORES	0,10	97,62	96,75	1,872	95,54	-0,210	-21033			
	1211	VELKE TRAKANY-KOLONIA	0,15	100,40	98,10	2,305	97,87	-0,221	-33150			
	1244	CHONKOVICE	0,10	181,59	178,11	3,481	178,40	0,295	29471			
	1251	BLATNA POLIANKA	0,25	102,27	100,98	1,289	100,97	-0,010	-2663			
	1299	VELKY KAMENEC	0,10	97,21	95,09	2,117	94,76	-0,332	-33178			
	1308	TARNOV	0,25	318,31	315,24	3,066	315,07	-0,178	-44500			
	1318	VYSNY ZIPOV	0,18	144,87	142,62	2,253	142,76	0,144	26010			
	1329	PAVLOVCE NAD UHOM	0,15	106,86	104,80	2,055	104,47	-0,331	-49592			
	1335	VYSNY HRUSOV	0,21	193,78	191,51	2,265	191,23	-0,281	-58915			

číslo stanice	lokality	koeficient zásobnosti μ	nadmorská výška teiehu v m n.m.	referenčná hladina podzemnej vody do roku 1980 v m n.m.	referenčná hĺbka podzemnej vody do roku 1980 v metroch pod terénom	2001 - 2009	rozdiel [m]	zmena [m ³ km ²]	minimum [m ³ km ²]	maximum [m ³ km ²]	priemer [m ³ km ²]
Morava	10 KUTÝ	0,20	153,79	152,92	0,873	152,74	-0,180	-36058			
	20 MALE LEVARE	0,12	154,41	152,01	2,401	152,02	0,014	-1704			
	24 SUCHORAD	0,13	144,79	142,33	2,463	142,18	-0,146	-19016			
	26 MALACKÝ-BRECLAVSKÁ CESTA	0,18	154,20	153,08	1,118	152,83	-0,250	-44913			
	30 ZOHOR	0,25	142,89	141,24	1,651	141,35	0,113	28273			
	76 LAKSARSKA NOVA VES	0,16	219,75	207,85	12,101	204,50	-3,152	-504249	-504249	149783	-19653
	77 SASŤIN-JUH	0,17	183,26	178,01	5,245	178,34	0,325	55327			
	80 DOJC	0,20	179,42	177,77	1,665	178,02	0,255	50933			
	83 GBELÝ	0,19	167,55	165,56	1,993	165,75	0,189	36973			
	85 STUDENKA - JUH	0,17	193,05	185,10	7,953	185,49	0,389	66054			
Dunaj	86 MALACKÝ-BOR	0,19	184,64	178,49	6,155	179,27	0,788	149783			
	BUC-PERES PUSTA	0,08	121,94	114,38	7,559	112,84	-1,544	-123539	-123539	-123539	-123539
	56 VĽKOVCE	0,22	129,10	125,55	3,548	125,81	0,253	55759			
	64 NIŽNA	0,28	175,46	156,07	17,388	157,19	-0,878	-245909			
	120 CIERNY BROD	0,23	117,66	115,46	2,205	115,51	0,058	13302			
	124 KRALOV BROD	0,25	113,30	110,29	3,010	110,30	0,006	1389			
	141 VEĽKE KOSTOLANY	0,23	148,88	147,39	1,293	147,01	-0,375	-86199			
	153 RAKOLUBY	0,20	186,33	180,90	5,531	179,94	-0,855	-171098			
	185 POVAŽANY	0,27	175,63	171,61	4,017	171,57	-0,047	-12675			
	188 TUČYNA	0,20	249,98	240,00	9,977	239,43	-0,574	-114889			
Váh	236 ZHAPEC	0,10	111,88	109,85	2,030	109,56	-0,092	-9159			
	242 HLINIK	0,10	109,85	106,76	2,932	106,76	-0,163	-16254			
	332 USKOVÁ-OBEC	0,25	486,39	483,72	2,671	483,59	-0,132	-33083			
	340 LIPTOVSKÝ PETER	0,25	695,96	694,40	1,560	694,62	0,218	54444			
	379 NOVE ZÁMKY-JUH	0,30	113,62	111,41	2,210	111,49	0,084	25333			
	416 DUNAJOV	0,28	375,32	372,11	3,215	372,11	-0,395	-110600			
	422 CADCA-PRI MENIARNI	0,30	418,34	417,10	1,245	416,61	-0,484	-145167			
	430 KRIVA	0,15	540,11	537,79	2,323	537,81	-0,177	-28625	-245909	55759	42212
	439 SUCANY	0,35	389,16	383,34	5,821	383,46	0,123	43128			
	463 KLASTOR POD ZNIEVOM	0,25	457,67	455,33	2,340	454,86	-0,475	-118725			
	466 IVANČINA	0,30	453,86	451,69	2,172	451,40	-0,288	-86500			
	468 BODOROVA	0,30	463,06	461,06	1,998	460,96	-0,078	-23500			
	251 NEDOZERY	0,25	286,52	283,69	2,864	283,69	0,056	8687			
	258 BYSTRICANY	0,20	215,58	213,40	2,176	213,38	-0,026	-5172			
	274 DOĽNE NASTICE	0,25	190,43	187,36	3,066	187,34	-0,024	-5909			
	277 CHYNORANY	0,17	175,27	172,39	2,885	172,11	-0,280	-47583			
	290 KOŇAROVCE	0,28	150,36	147,79	2,572	147,85	0,065	18242			
	294 ČAKALOVCE	0,20	144,04	141,16	2,875	140,99	-0,172	-34465			
	307 ČERNÍK	0,15	125,72	123,93	1,785	123,81	-0,323	-48515			
	309 PASTISLAVICE	0,25	123,35	119,10	4,250	118,41	-0,686	-171389			
	355 VIESKA NAD ŽITAVOU	0,12	158,01	156,33	1,682	156,33	0,000	33			
	364 ULANY NAD ŽITAVOU	0,25	122,24	120,70	1,544	120,80	0,100	24931			
Hron	543 SVODIN	0,17	172,78	155,74	17,037	152,21	-3,531	-600289			
	546 KURPALANY	0,23	142,84	141,58	1,257	141,41	-0,169	-38844			
	548 MEDVECKE	0,30	163,10	156,47	6,633	155,74	-0,731	-219333			
	553 LOK	0,30	167,44	159,31	8,128	159,03	-0,281	-84167			
	565 ZALABA	0,27	120,86	119,85	1,305	119,25	-0,306	-82571			
	572 NYROVCE	0,30	152,88	144,34	8,237	144,01	-0,329	-98667			
	575 SIKENICA-TRHNA	0,30	133,70	132,53	1,170	132,01	-0,518	-155333			
	580 ZEMILARE	0,20	150,20	146,50	3,695	146,04	-0,466	-93163	-600289	44389	-95588
	583 MYTNÉ LUDANY-VYCHOD	0,30	149,50	146,00	3,496	146,12	0,112	33608			
	762 LOVCA	0,15	237,25	234,75	2,282	235,01	0,045	6800			
	877 ŽOLNA	0,30	332,52	331,86	0,661	331,56	-0,298	-89417			
	878 VIGLAS	0,30	345,37	344,25	1,123	344,30	0,062	15485			
	881 KRIVAN	0,20	392,43	390,96	1,467	391,18	0,222	44389			
	896 BREZNO	0,22	490,06	487,94	2,117	487,82	-0,120	-26400			
	898 POLOMKA-HAMOR	0,30	599,70	598,75	0,949	598,60	-0,153	-45917			

Ipeľ	813	KOSHY NAD IPEĽOM	0,20	136,10	133,81	1,294	133,79	-0,016	-3125	-87867	114250	-5778
	815	SAHY	0,20	125,08	124,38	0,703	124,30	-0,076	-15111			
	817	IPEĽSKÝ SOKOLEC	0,15	116,90	115,95	0,946	115,96	0,009	1375			
	819	STREDNE TUROVCE	0,30	131,49	129,06	2,434	129,44	0,381	114250			
	828	SKLABINA	0,30	157,80	155,97	1,827	155,68	-0,292	-87867			
	833	KIAROV	0,20	147,07	146,19	0,879	146,07	-0,121	-24167			
	850	HOLISA	0,20	175,66	173,61	2,053	173,33	-0,279	-55722			
	856	OZDANY	0,20	203,15	201,54	1,607	201,66	0,120	23944			
	903	BETLIAR	0,28	314,85	313,50	1,355	314,12	0,620	173673			
	908	PLEŠIVEC-NOVÝ HAMOR	0,12	215,58	213,97	1,612	213,61	-0,353	-42384			
Slaná	917	CHANAVA	0,30	160,45	159,25	1,199	157,95	-1,296	-368867	-368867	173673	-89623
	929	BOTTOVO	0,25	201,57	195,89	5,679	195,14	-0,749	-181737			
	930	ROCHOVCE	0,28	360,20	359,28	0,919	358,52	-0,757	-212062			
	937	REVUCA	0,25	318,46	316,16	2,303	316,18	0,020	4936			
	942	GEMERSKÝ MILHOST	0,28	229,74	228,77	0,972	228,17	-0,603	-168814			
	957	SIMONOVCE	0,20	174,48	172,94	1,536	172,94	-0,008	-1668			
	959	JANICE	0,19	163,10	162,03	1,069	161,87	-0,159	-30124			
	972	ZIAR	0,30	178,78	176,78	2,001	176,63	-0,146	-43769			
	1007	CEČEJOVCE	0,26	199,73	197,29	2,441	197,16	-0,124	-32273			
	1008	BUŽICA	0,30	190,92	189,43	1,489	189,19	-0,243	-72939			
Bodva	1090	MEDŽEV	0,18	293,42	292,11	1,315	291,93	-0,176	-31769	-72939	-31769	-45661
	977	PLAVNICA	0,28	497,13	493,83	3,301	493,06	-0,773	-216471			
	978	BUSOVCE	0,18	592,33	587,90	4,425	587,90	0,000	-40			
Poprad	979	SPISSKA BELA	0,30	599,48	598,82	0,665	598,82	-0,009	-2733	-216471	-40	-73081
	1019	HANISKA-GRAJCIAR	0,22	186,95	183,31	3,643	182,98	-0,330	-72705			
	1041	BUDIMIR	0,25	196,43	196,53	1,903	197,00	0,473	118289			
Hornád	1101	NALEPKOVO	0,28	503,03	502,10	0,928	501,92	-0,186	-52154	-72705	118289	8221
	1109	RADATICE	0,18	281,92	280,84	1,084	281,06	0,219	39455			
	1146	SNINA	0,26	206,51	204,69	1,819	204,57	-0,123	-31860			
Bodrog	1152	VEĽKE SLEMENCE	0,20	102,03	100,10	1,926	99,84	-0,263	-52596	-98918	142269	-14402
	1160	PARCHOVANY	0,20	114,74	109,65	5,086	110,37	0,711	142269			
	1170	STRAZSKÉ	0,25	132,00	129,10	2,902	128,70	-0,396	-98918			
	1175	SUCHE	0,28	119,43	112,03	7,398	112,36	0,326	91336			
	1202	VEĽKÝ HORES	0,10	97,62	95,75	1,872	95,69	-0,054	-5389			
	1211	VEĽKE TRAKANY-KOLONIA	0,15	100,40	98,10	2,305	98,03	-0,061	-9083			
	1244	CHONIKOVCE	0,10	181,59	178,11	3,481	177,17	-0,939	-93929			
	1251	BLATNA POLJANKA	0,25	102,27	100,98	1,289	100,92	-0,064	-15889			
	1299	VEĽKÝ KAMENEC	0,10	97,21	95,09	2,117	94,90	-0,195	-19500			
	1308	TARNOV	0,25	318,31	315,24	3,066	315,18	-0,064	-16000			
	1318	VÝSNÝ ŽIPOV	0,18	144,87	142,62	2,253	142,80	0,187	33650			
	1329	PAVLOVCE NAD UHOM	0,15	106,86	104,80	2,055	104,28	-0,527	-79026			
	1335	VÝSNÝ HRUSOV	0,21	193,78	191,51	2,265	191,29	-0,222	-46688			

čísťkové povodie	číslo stanice	lokalia	koefficient zásobnosti μ	nadmorská výška terénu v m.n.m.	referenčná hladina podzemnej vody do roku 1980 v m.n.m.	referenčná hĺbka podzemnej vody do roku 1980 v metroch pod terénom	1981 - 2000	rozdiel [m]	zmena [m ³ km ²]	minimum [m ³ km ²]	maximum [m ³ km ²]	priemer [m ³ km ²]
Morava	10	KUTÝ	0,20	153,79	152,92	0,873	152,85	-0,066	-13291			
	20	MALE LEVARE	0,12	154,41	152,01	2,401	152,01	0,002	-224			
	24	SUCHOHRAD	0,13	144,79	142,33	2,463	142,20	-0,131	-17081			
	26	MALACKÝ-BRECLAVSKÁ CESTA	0,18	154,20	153,06	1,118	152,70	-0,387	-69613			
	30	ZOHOR	0,25	142,89	141,24	1,651	141,20	-0,036	-8908			
	76	LAKSARSKÁ NOVA VES	0,16	219,75	207,65	12,101	204,48	-3,171	-507333	-507333	11833	-74093
	77	SASTIN-JUH	0,17	183,26	178,01	5,246	177,78	-0,232	-39363			
	80	DOJC	0,20	179,42	177,77	1,656	177,82	0,059	11833			
	83	GBELÝ	0,19	187,55	185,55	1,993	185,58	0,026	4877			
	85	STUDENKA - JUH	0,17	193,05	185,10	7,953	184,61	-0,492	-83555			
	86	MALACKÝ-BOR	0,19	184,64	178,49	6,156	178,00	-0,486	-92815			
	516	BUC-PERES PUSTÁ	0,08	121,94	114,38	7,559	112,92	-1,458	-118633	-118633	-118633	-118633
Váh	56	VLKOVCÉ	0,22	129,10	125,55	3,548	125,45	-0,099	-21693			
	64	NIZNA	0,28	175,46	158,07	17,388	156,93	-1,146	-320902			
	120	CIERNY BROD	0,23	117,66	115,46	2,206	115,42	-0,038	-8655			
	124	KRALOV BROD	0,25	113,30	110,29	3,010	110,26	-0,026	-6375			
	141	VEĽKÉ KOSTOLANY	0,23	148,68	147,39	1,293	147,23	-0,154	-35420			
	153	RAKOLUBY	0,20	186,33	180,80	5,531	180,23	-0,585	-113065			
	185	POVAZANY	0,27	175,63	171,61	4,017	171,56	-0,052	-14040			
	188	TUCHYNA	0,20	249,98	240,00	9,977	239,66	-0,341	-68167			
	236	ZHAREC	0,10	111,68	109,65	2,030	109,78	0,133	13252			
	242	HĽINIK	0,10	109,85	106,92	2,932	106,79	-0,129	-12860			
	332	USKOVA-OBEC	0,25	486,39	483,72	2,671	483,68	-0,036	-9125			
	340	LIPTOVSKÝ PETER	0,25	695,96	694,40	1,560	694,59	0,188	47000			
	379	NOVE ZÁMKY-JUH	0,30	113,62	111,41	2,210	111,36	-0,054	-16200			
	416	DUNAJOV	0,28	375,32	372,18	2,815	372,18	-0,325	-90860			
	422	CADCA-PRI MENIARNI	0,30	418,34	417,10	1,245	416,85	-0,250	-74850			
	430	KRYVA	0,15	540,11	537,79	2,323	537,69	-0,102	-15300	-320902	109550	-28735
Hron	449	SUCANY	0,35	389,16	383,34	5,821	383,65	0,313	109550			
	463	KĽASTOR POD ZNIEVOM	0,25	457,67	455,33	2,340	455,01	-0,322	-80489			
	466	IVANČINA	0,30	453,86	451,69	2,172	451,52	-0,165	-48600			
	468	BODOROVA	0,30	463,06	461,06	1,998	460,85	-0,209	-62750			
	251	NEDOZERY	0,25	286,52	283,66	2,864	283,69	0,035	8764			
	258	BYSTRICANY	0,20	215,58	213,40	2,176	213,40	-0,002	-327			
	274	DOĽNÉ NASTICE	0,25	190,43	187,36	3,066	187,48	0,112	28091			
	277	CHYNORANY	0,17	175,27	172,39	2,886	172,41	0,028	4768			
	290	KOMAROVCE	0,26	150,36	147,79	2,572	147,95	0,165	46149			
	294	ČAKALOVCE	0,20	144,04	141,16	2,875	141,13	-0,032	-6309			
	307	ČERNÍK	0,15	125,72	123,93	1,785	123,49	-0,449	-62282			
	309	RASTISLAVICE	0,25	123,35	119,10	4,250	118,81	-0,291	-72875			
	355	VIESKA NAD ŽITAVOU	0,12	158,01	156,33	1,682	156,43	0,103	12420			
	364	ULANY NAD ŽITAVOU	0,25	122,24	120,70	1,544	120,76	0,061	15292			
Hron	543	SVODIN	0,17	172,78	155,74	17,037	152,56	-3,187	-541762			
	546	KURALANY	0,23	142,84	141,56	1,257	141,26	-0,323	-74252			
	548	MEDVECKE	0,30	163,10	156,47	6,633	155,59	-0,873	-261950			
	553	LOK	0,30	167,44	159,31	8,128	158,42	-0,888	-266300			
	565	ZALABA	0,27	120,86	119,55	1,305	119,22	-0,332	-89696			
	572	NYROVCE	0,30	152,58	144,34	8,237	143,97	-0,371	-111400			
	575	SIKENICA TRHYNÁ	0,30	133,70	132,53	1,170	131,88	-0,853	-195750			
	580	ZEMĽARE	0,20	150,20	146,50	3,695	145,82	-0,886	-137241			
	583	MÝTNÉ LUDANY-VYCHOD	0,30	149,50	146,00	3,456	146,01	0,002	741	-541762	17018	-116408
	762	LOVCA	0,15	237,25	234,97	2,282	235,02	0,048	7360			
	877	ZOLNA	0,30	332,52	331,86	0,661	331,71	-0,151	-45200			
	878	VIGLAS	0,30	345,37	344,25	1,123	344,30	0,057	17018			
	881	KRIVAN	0,20	392,43	390,96	1,467	390,95	-0,014	-2700			
	896	BREZNO	0,22	490,06	487,94	2,117	487,91	-0,033	-7223			
	898	POLOMKA-HAMOR	0,30	599,70	598,75	0,949	598,63	-0,126	-37750			

číslo stanice	lokalita	koeficient zásobnosti μ	nadmožská výška terénu v m n.m.	referenčná hladina podzemnej vody do roku 1980 v m n.m.	referenčná hĺbka podzemnej vody do roku 1980 v metroch pod terénom	1981 - 2009	rozdiel [m]	zmena [m ³ km ²]	minimum [m ³ km ²]	maximum [m ³ km ²]	priemer [m ³ km ²]
Morava	10 KUTY	0,20	153,79	152,92	0,873	152,82	-0,102	-20357			
	20 MALE LEVARE	0,12	154,41	152,01	2,401	152,01	0,006	684			
	24 SUCHOHRAD	0,13	144,79	142,19	2,463	142,19	-0,136	-17682			
	26 MALACKY-BRECLAVSKA CESTA	0,18	154,20	153,08	1,118	152,74	-0,344	-61948			
	30 ZOHOR	0,25	142,89	141,24	1,651	141,25	0,011	2631			
	76 LAKSARSKA NOVA VES	0,16	219,75	207,85	12,101	204,48	-3,165	-506376	-506376	23968	57198
	77 SASŤIN-JUH	0,17	183,26	178,01	5,245	177,96	-0,059	-9976			
	80 IDOČ	0,20	179,42	177,77	1,665	177,88	0,120	23968			
	83 GBELY	0,19	167,55	165,55	1,993	165,63	0,076	14527			
	85 STUDENKA - JUH	0,17	193,05	186,10	7,953	184,88	-0,218	-37124			
Dunaj	86 MALACKY-BOR	0,19	184,64	178,49	6,155	178,39	-0,092	-17526			
	516 BUC-PERES PUSTA	0,08	121,94	114,38	7,559	112,90	-1,485	-118776	-118776	-118776	-118776
	56 VŤOKOVCE	0,22	129,10	125,55	3,548	125,56	0,011	2344			
	64 MIZNA	0,28	175,46	158,07	17,388	157,01	-1,063	-287628			
	120 CIERNY BROD	0,23	117,66	115,46	2,205	115,45	-0,009	-1979			
	124 KRÁĽOV BROD	0,25	113,30	110,29	3,010	110,27	-0,016	-3966			
	141 VEĽKE KOSTOLANY	0,23	148,68	147,39	1,293	147,16	-0,223	-51179			
	153 RAKOLUBY	0,20	186,33	180,80	5,531	180,14	-0,655	-131075			
	185 POVAŽANY	0,27	175,63	171,61	4,017	171,56	-0,050	-13616			
	188 TUČYNA	0,20	249,98	240,00	9,977	239,59	-0,413	-82667			
Váh	236 ŽIHAREC	0,10	111,68	109,65	2,030	109,71	0,063	6297			
	242 HLINIK	0,10	109,65	106,92	2,932	106,78	-0,139	-13913			
	332 LUSKOVÁ-OBEC	0,25	485,39	483,72	2,671	483,65	-0,066	-16560			
	340 LPTOVSKÝ PETER	0,25	695,96	694,40	1,560	694,60	0,197	49310			
	379 NOVE ZÁMKY-JUH	0,30	113,62	111,41	2,210	111,40	-0,011	-3310			
	416 DUNAJOV	0,28	375,32	372,16	2,815	372,16	-0,346	-96986			
	422 CADCA-PRI MENARNI	0,30	418,34	417,10	1,245	416,77	-0,322	-96672			
	430 KRŤA	0,15	540,11	537,79	2,323	537,66	-0,125	-18815	-297628	88936	32936
	449 SUCANY	0,35	389,16	383,34	5,821	383,59	0,254	88936			
	463 KĽASTOR POD ZNIEVOM	0,25	457,67	455,33	2,340	454,96	-0,369	-92355			
Hron	466 IVANČINA	0,30	453,66	451,69	2,172	451,48	-0,204	-61052			
	468 BODOROVA	0,30	463,06	461,06	1,998	460,89	-0,169	-50589			
	251 NEDOZERY	0,25	286,52	283,65	2,864	283,69	0,035	8754			
	258 BYSTRICANY	0,20	215,68	213,40	2,176	213,39	-0,009	-1831			
	274 IDOLNE NASTICE	0,25	190,43	187,36	3,066	187,43	0,070	17539			
	277 CHYNORANY	0,17	175,27	172,39	2,885	172,32	-0,068	-11479			
	290 KONIAROVCE	0,28	150,36	147,79	2,572	147,92	0,134	37488			
	294 ČAKALOVCE	0,20	144,04	141,16	2,875	141,09	-0,075	-15047			
	307 ČERNÍK	0,15	125,72	123,93	1,785	123,52	-0,410	-61458			
	309 PASTISLAVICE	0,25	123,35	119,10	4,250	118,69	-0,414	-103448			
	355 VIESKA NAD ŽITAVOU	0,12	158,01	156,33	1,682	156,40	0,071	8676			
	364 ULANY NAD ŽITAVOU	0,25	122,24	120,70	1,544	120,77	0,073	18283			
	543 SVODIN	0,17	172,78	156,74	17,037	152,45	-3,294	-559925			
	546 KUPALANY	0,23	142,84	141,58	1,257	141,31	-0,275	-63263			
	548 MEDVECKE	0,30	163,10	156,47	6,633	155,64	-0,829	-248724			
	553 LOK	0,30	167,44	159,31	8,128	158,61	-0,689	-209776			
	565 ZÁLABA	0,27	120,66	119,55	1,305	119,23	-0,324	-87484			
	572 NYROVCE	0,30	152,88	144,34	8,237	143,99	-0,368	-107448			
	575 SIKENICA-TRHNA	0,30	132,70	132,53	1,170	131,92	-0,611	-183207			
	580 ŽEMĽARE	0,20	150,20	145,50	3,695	145,89	-0,618	-123662	-559925	16542	109946
	583 MYTNÉ LUDANY-VÝCHOD	0,30	149,50	146,00	3,496	146,04	0,036	10941			
	762 LOVČA	0,15	237,25	234,97	2,282	235,02	0,048	7179			
	877 ŽOLNA	0,30	332,52	331,66	0,661	331,66	-0,196	-58922			
	878 VIGLAS	0,30	345,37	344,25	1,123	344,30	0,055	16542			
	881 KRIVAN	0,20	392,43	390,93	1,467	391,02	0,060	11914			
	896 BREZNO	0,22	490,06	487,94	2,117	487,88	-0,060	-13175			
	898 POLOMIKA-HAMOR	0,30	599,70	598,75	0,949	598,62	-0,134	-40284			

Ipel'	813	KOSIHY NAD IPIOM	0,20	135,10	133,81	1,294	133,60	-0,208	-41677	-96172	-5466	-48506
	815	SAHY	0,20	125,08	124,38	0,703	124,15	-0,230	-45954			
	817	IPELSKY SOKOLEC	0,15	116,90	115,95	0,946	115,85	-0,108	-16194			
	819	STREDNE TUROVCE	0,30	131,49	129,06	2,434	128,95	-0,111	-33198			
	828	SKLABINA	0,30	157,80	155,97	1,827	155,65	-0,321	-96172			
	833	KIAROV	0,20	147,07	146,19	0,879	145,78	-0,410	-82029			
	850	HOLISA	0,20	175,66	173,61	2,053	173,27	-0,337	-67362			
	856	OZDANY	0,20	203,15	201,54	1,607	201,52	-0,027	-5466			
	903	BETLIAR	0,28	314,85	313,50	1,355	313,65	0,153	42738			
	908	PLESIVEC-NOVY HAMOR	0,12	215,58	213,97	1,612	213,73	-0,241	-28973			
Slaná	917	CHANAVA	0,30	160,45	159,25	1,199	158,03	-1,220	-365993	-365993	42738	-99252
	929	BOTTOVO	0,25	201,57	195,89	5,679	195,16	-0,730	-182434			
	930	ROCHOVCE	0,28	360,20	359,28	0,919	358,53	-0,747	-209057			
	937	REVUCA	0,25	318,46	316,16	2,303	316,14	-0,015	-3800			
	942	GEMERSKY MILHOST	0,28	229,74	228,77	0,972	228,25	-0,523	-146424			
	957	SIMONOVCE	0,20	174,48	172,94	1,536	172,86	-0,087	-17390			
	959	JANICE	0,19	163,10	162,03	1,069	161,84	-0,191	-36312			
	972	ZIAR	0,30	178,78	176,78	2,001	176,63	-0,150	-44873			
	1007	CECEJOVCE	0,26	199,73	197,29	2,441	197,20	-0,086	-22311			
	1008	BUZICA	0,30	190,92	189,43	1,489	189,13	-0,305	-91514			
Bodva	1090	MEDZEV	0,18	293,42	292,11	1,315	292,12	0,011	2010	-91514	2010	-37272
	977	PLAVNICA	0,28	497,13	493,83	3,301	493,41	-0,423	-118385			
Poprad	978	BIUSOVCE	0,18	592,33	587,90	4,425	587,87	-0,030	-5371	-118385	-5371	-52305
	979	SPISSKA BELA	0,30	599,48	598,62	0,855	598,71	-0,111	-33159			
Hornád	1019	HANISKA-GRAJCIAR	0,22	186,95	183,31	3,643	183,09	-0,219	-48075	-56992	85100	-2966
	1041	BUDIMIR	0,25	198,43	196,53	1,903	196,87	0,340	85100			
	1101	NALEPKOVO	0,28	503,03	502,10	0,928	501,90	-0,204	-56992			
	1109	RADATICE	0,18	281,92	280,84	1,084	280,88	0,045	8103			
	1146	SNINA	0,26	206,51	204,69	1,819	204,55	-0,140	-36502			
	1152	VELKE SLEMENCE	0,20	102,03	100,10	1,926	99,88	-0,225	-45094			
	1160	PARCHOVANY	0,20	114,74	109,65	5,086	110,08	0,426	85296			
	1170	STRAZSKE	0,25	132,00	129,10	2,902	128,72	-0,374	-93612			
	1175	SUCHE	0,28	119,43	112,03	7,398	112,19	0,159	44648			
	1202	VELKY HORES	0,10	97,62	95,75	1,872	95,73	-0,021	-2109			
Bodrog	1211	VELKE TRAKANY-KOLONIA	0,15	100,40	98,10	2,305	98,04	-0,052	-7733	-93612	85296	-12168
	1244	CHONKOVCES	0,10	181,59	178,11	3,481	178,23	0,121	12140			
	1251	BLATNA POLJANKA	0,25	102,27	100,98	1,289	100,91	-0,071	-17747			
	1299	VELKY KAMENEC	0,10	97,21	95,09	2,117	95,04	-0,056	-5554			
	1308	TARNOV	0,25	318,31	315,24	3,066	315,15	-0,095	-23759			
	1318	VYSNY ZIPOV	0,18	144,87	142,62	2,253	142,73	0,115	20684			
	1329	PAVLOVCE NAD UHOM	0,15	106,86	104,80	2,055	104,53	-0,278	-41761			
	1335	VYSNY HRUSOV	0,21	193,78	191,51	2,265	191,23	-0,282	-59248			

INTERPRETÁCIA VÝSLEDKOV

PLOŠNÉ HODNOTENIE - KRIGGING

Zvolené, podobne ako u prameňov, ako alternatívne riešenie celoplošného zobrazenia možných dopadov klimatických zmien na zásoby podzemných vôd v nížinách a kotlinách Slovenska. Opäť bol využitý bodový krignig – geoštatistická hodnotiaci metóda pre priestorovú vizualizáciu bodových dát.

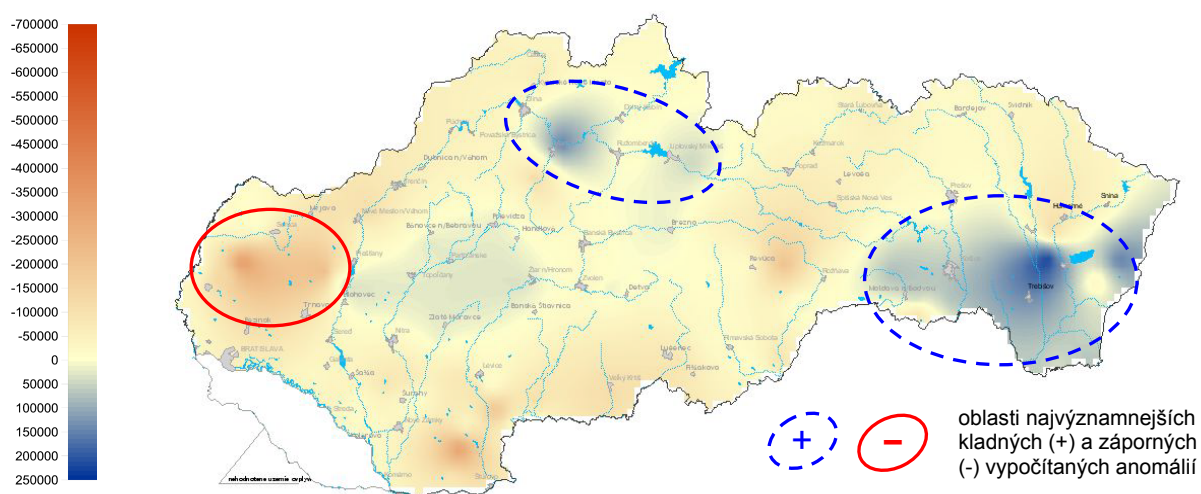
Mapové zhodnotenia územia SR pre jednotlivé obdobia po roku 1980 dokumentujú obr. č. 7 až 12. Pre zobrazenie bodových hodnôt predpokladaných špecifických zmien zásob podzemných vôd okolia sondy v $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ vo vzťahu k referenčnému obdobiu bola použitá zvolená škála vľavo. Nárast zásob (+) podzemných vôd hodnoteného obdobia v porovnaní so zásobami podzemných vôd v referenčnom období do roku 1980 pre jednotlivé body (sondy) a pokles zásob (-) podzemných vôd hodnoteného obdobia v porovnaní so zásobami podzemných vôd v referenčnom období do roku 1980 pre jednotlivé body (sondy) sú uvádzané v $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$.

Obrázky boli spracované ako celoplošné vrátane vymedzenia oblastí najvýznamnejších kladných (modrá farba hranice polynómu), alebo záporných (červená farba hranice polynómu) vypočítaných anomálií indikovaných pre územie Slovenska. Podobne, ako u prameňov, opäť uvádzame, že sa jedná o geoštatistickú metódu s primeranou presnosťou, odpovedajúcou lokalizácii a hustote bodových údajov. Výsledok geoštatistického hodnotenia je v podstate platný najmä pre oblasti sedimentov alúvií vodných tokov a sedimentárne bazény kvartéru, teda do oblastí na ktoré sú monitorovacie sondy cielené. Preto sme pri mapovej vizualizácii plošných výsledkov hodnotenia tieto priradili len k útvarom podzemných vôd v kvartérnych sedimentoch (v súlade s vymedzenými útvarmi podzemných vôd vo vrstve útvarov podzemných vôd v kvartérnych sedimentoch podľa Smernice 2000/60/EK).

Hodnotené obdobie 1981 – 1985 (obrázok č. 7)

Obdobie charakterizované miernymi zmenami zásob podzemných vôd vo vzťahu k referenčnému obdobiu. Prevažuje takmer neutrálny charakter takmer na celom území Slovenska so zmenami špecifických zásob podzemných vôd v intervale -150000 až $+50000 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$, významnejšie poklesy špecifických zásob podzemných vôd sú viditeľné len v oblasti Záhoria (povodie Moravy) a v celej južnej časti Slovenska. Preukazne nárastový charakter zásob podzemných vôd, ako možná odozva vplyvu klimatických zmien bol vypočítaný pre horný Nitru až stredný Hron, stredný Váh (Liptovský Mikuláš- Martin), ale najmä pre juhovýchodnú časť Slovenska (alúvium Hornádu pod Košicami) a povodie Bodrogu (Ondavy, Laborca a Latorice), kde hodnoty zmien špecifických zásob podzemných vôd dosahujú kladné hodnoty okolo $+150000 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$, s najvýznamnejším prejavom štatisticky vypočítaným v širšom okolí Trebišova.

Obr. 7 Hodnotené obdobie 1981 – 1985, sondy

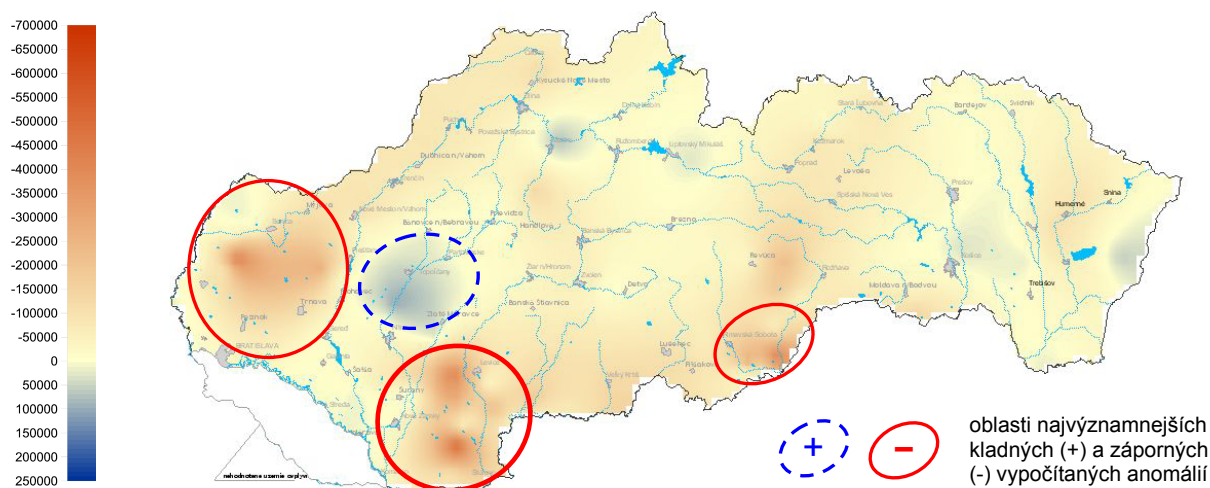


Hodnotené obdobie 1986 – 1990 (obrázok č. 8)

Obdobie, ktoré vykazuje pozvoľný nástup negatívnych dopadov možných klimatických zmien na zásoby podzemných vôd v nížinách a kotlinách Slovenska v porovnaní s výsledkami hodnotení za

obdobie 1981-1985. Najmä oblasti alúvií v povodiach Moravy, dolného Hrona, Ipľa a Slanej vykazujú významnejší pokles hladín podzemných vôd na viacerých objektoch a tým i záporné hodnoty zmien špecifických zásob podzemných vôd až na úrovni $-300000 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ (Hron, Slaná). Významný nárast hladín podzemných vôd v juhovýchodnej časti Slovenska v období 1981-1985 sa v tomto období mení na neutrálny (bez zmeny). Signifikantnejšie nárasty hladín podzemnej vody sú dokumentované skôr na ojedinelých sondách vyskytujúcich sa v skupine sond s vypočítanými poklesmi hladín podzemných vôd čo spôsobuje, že štatisticky interpolované plošne rozsiahlejšie územia s predpokladom nárastu špecifických zásob podzemných vôd sa v podstate nevyskytujú a ak, tak len veľmi lokálne napr. alúvium Nitry (okolie Nitry až Topoľčany), alebo stredný Váh (okolie Martina – v tomto prípade sa ale jedná len o hodnotenie z jedného objektu).

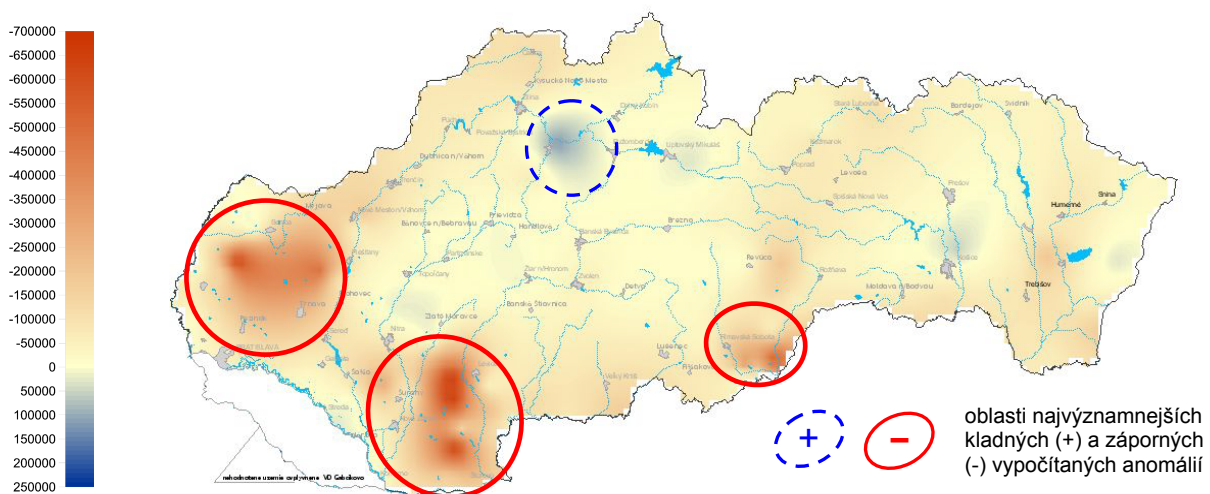
Obr. 8 Hodnotené obdobie 1986 – 1990, sondy



Hodnotené obdobie 1991 – 1995 (obrázok č. 9)

Preukazuje obdobie s najvýznamnejším negatívnym dopadom klimatických zmien na zásoby podzemných vôd nielen po roku 1981, ale ako sa ešte neskôr ukáže i najhoršia pentáda za celé obdobie 1981-2009 s ohľadom na zmenu zásob podzemných vôd. Pokračuje výrazne zhoršovanie, pokles hladín podzemných vôd dokumentovaný v celej južnej časti Slovenska (alúviá v povodiach Hron, Ipeľ, Slaná) kde vypočítané zmeny v špecifických zásobách podzemných vôd dosahujú v priemere hodnoty nižšie ako $-500000 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$, ale aj v povodí Moravy (Myjava a Rudava).

Obr. 9 Hodnotené obdobie 1991 – 1995, sondy



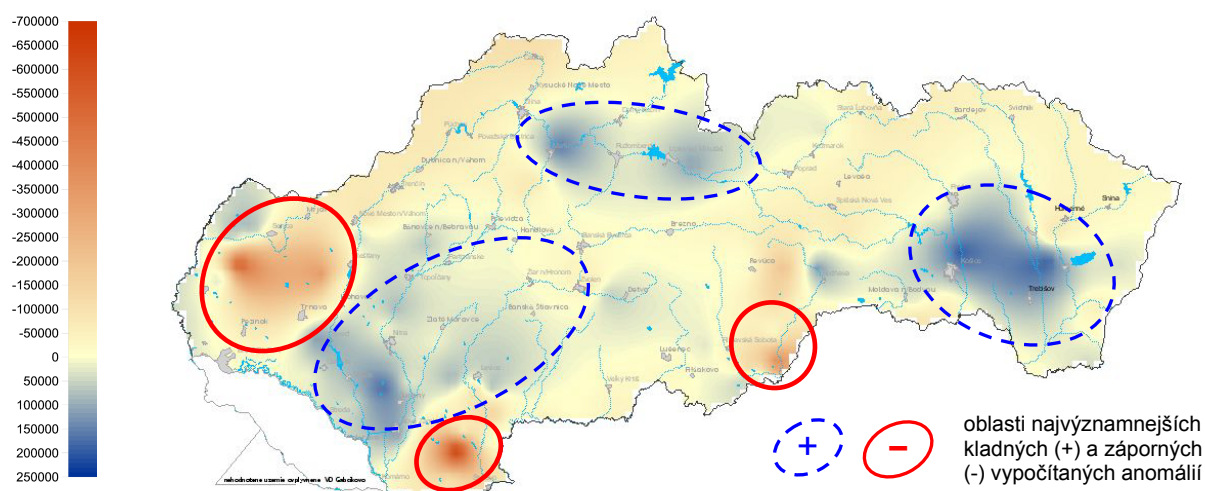
Čo do počtu pomerne veľké skupiny objektov s významnými poklesmi hladín podzemných vôd nás oprávňuje k predpokladu potvrdení existencie širokoplošného poklesu hladín podzemných vôd tohto obdobia vo vzťahu k referenčnému obdobiu. Nastupuje zhoršenie (pokles hladín podzemnej vody) i v celej Východoslovenskej nížine. Nárasty hladín podzemnej vody vykazujú v podstate len 4 objekty

z celkového počtu hodnotených 99 objektov, pričom dva z nich pokrývajú územie stredného Váhu (oblasť Liptovský Mikuláš-Martin).

Hodnotené obdobie 1996 – 2000 (obrázok č. 10)

V porovnaní s predchádzajúcim obdobím 1991-1995 je obdobie 1996-2000 päťročím dramatickej zmeny hladín podzemnej vody. Značnú časť Slovenska možno charakterizovať nárastom hladín podzemnej vody vo vzťahu k referenčnému obdobiu do roku 1980, dosahujúc následne hodnoty zmien v špecifických zásobách podzemných vôd v priemer $+100000$ až $+250000 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$. Jedná sa o rozsiahle územia celého stredného a dolného Váhu, Nitry, Žitavy, stredného Hrona, Hornádu, Bodvy a Medzibodrožia. Zvyšná časť územia Slovenska vykazuje skôr neutrálny charakter v zmenách hladín podzemnej vody vo vzťahu k referenčnému obdobiu do roku 1980, výnimku možno tvoria nevýrazné oblasti centrálnej časti Záhorskej nížiny, dolného Hrona a Slanej v okolí Rimavskej Seče, kde je dokumentovaný mierny pokles v špecifických zásobách podzemných vôd (hodnoty sa v týchto oblastiach pohybujú v priemere okolo -150000 až $-200000 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$).

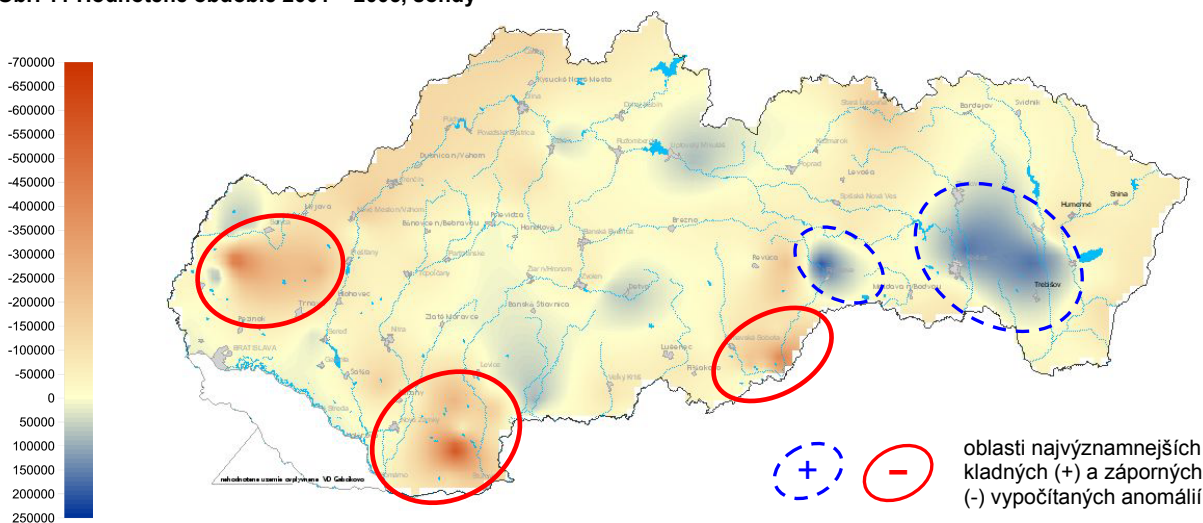
Obr. 10 Hodnotené obdobie 1996 – 2000, sondy



Hodnotené obdobie 2001 – 2005 (obrázok č. 11)

Obdobie charakterizované opätovným poklesom zhoršením stavu zásob podzemných vôd v porovnaní s referenčným obdobím do roku 1980 a to najmä výraznejším plošným rozšírením území s predpokladaným poklesom v špecifických zásobách podzemných vôd na území Slovenska.

Obr. 11 Hodnotené obdobie 2001 – 2005, sondy



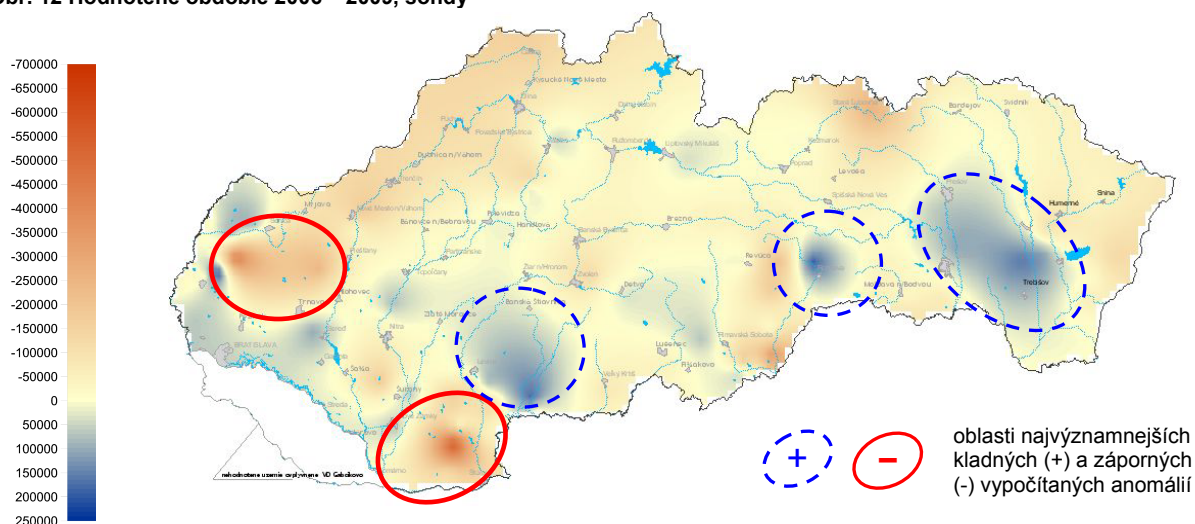
Napriek tomu, že nedochádza k ďalšiemu postupnému poklesávaniu hladín podzemnej vody v dlhodobu, po roku 1980, negatívne najpostihnutejších oblastiach južného Slovenska (dolný Hron,

Slaná a Rimava) a Záhoria, kde je situácia skôr negatívne ustálená, výrazne sa redukujú oblasti s predpokladaným nárastom hladiny podzemnej vody z obdobia 1996-2000 a väčšia časť územia Slovenská spadá skôr do intervalu zmien špecifických zásob podzemných vôd na úrovni -50000 až -150000 m³.km⁻². Plošne významnejšie oblasti s dokumentovaným možným nárastom zásob podzemných vôd v období 1996-2000 postupne, s ohľadom na vývoj nepriaznivých zrážkovo-odtokových pomerov, ustupujú. Takmer bez zmeny sa javí oblasť stredného Váhu i celé dolné Považie a Ponitrie. Jedinou oblasťou, kde naďalej pretrváva mierny nárast hladín podzemnej vody v porovnaní s referenčným obdobím je na základe interpolovaných výsledkov oblasť na línii Košice-Trebišov zasahujúca do povodí Hornádu a Ondavy.

Hodnotené obdobie 2006 – 2009 (obrázok č. 12)

Posledné z hodnotených období, neúplná pentáda, u ktorej v porovnaní s obdobím 2001-2005 dochádza opäť k zmierneniu možných negatívnych vplyvov klimatických zmien na zásoby podzemných vôd. Väčšia časť územia Slovenska je postihnutá miernym poklesom hladín podzemných vôd vo vzťahu k referenčnému obdobiu a z toho vyplývajúceho poklesu v špecifických zásobách podzemných vôd (pohybujúce sa približne na úrovni len niečo cez -150000 m³.km⁻²). Tento stav sa dotýka najmä centrálnej časti Slovenska, celej severnej, severozápadnej až západnej časti Slovenska, ďalej krajného východu a samozrejme južnej časti Slovenska (najmä oblasti dolného Hrona, povodie Slanej a Rimavy). Na druhej strane výsledky geoštatistickej metódy stanovili plošne významné územia s predpokladaným nárastom hladín podzemných vôd v porovnaní s hladinami podzemných vôd referenčného obdobia a tým aj zásob podzemných vôd v oblastiach povodia Krupinice a Štiavnice, povodia Slanej a už dlhodobo aj územia v povodí dolného Hornádu a Ondavy.

Obr. 12 Hodnotené obdobie 2006 – 2009, sondy



Hodnotené obdobia 1981-1990, 1991-2000, 2001-2009

Najhoršie sa javí dekáda 1991-2000, približne podobný, možno len trochu miernejší charakter má i neúplná dekáda 2001-2009.

Hodnotené obdobie 1981- 2009 - CELKOVÉ HODNOTENÉ OBDOBIE

Podobne, ako pri hodnotení prameňov, i pri hodnotení sond sú mapové výstupy na obrázku č. 14 súhrnným celoplošným zhodnotením možného dopadu klimatických zmien na zásoby podzemných vôd v nížinách a kotlinách Slovenska analyzujúcim celé obdobie pozorovania jednotlivých sond. Už z prvého pohľadu na spracované plošné hodnotenie možno konštatovať, že prevažná časť územia (viac ako 80%) má odhadovanú zápornú zmenu v zásobách podzemných vôd medzi obdobím 1981 – 2009 a referenčným obdobím do roku 1980 t.j. je dokumentovaný prevažne negatívny dopad možných klimatických zmien na zásoby podzemných vôd na Slovensku. Hodnoty zmien špecifických zásob podzemných vôd sa celoplošne, okrem lokalít s významnejšími anomáliami, pohybujú v intervale okolo -50000 až -200000 m³.km⁻². Významnejšie poklesy zásob podzemných vôd na úrovni -200000 až -350000 m³.km⁻² sú v oblastiach stredného Záhoria a dolného Považia, celého severozápadného Slovenska a južného pásu Slovenska až po štátnu hranicu s Maďarskom (najmä oblasť dolného Hrona pod Levicami, povodie Ipľa a povodie Rimavy).

Na druhej strane možný nárast zásob podzemných vôd bol vypočítaný najmä pre oblasti Východoslovenskej nížiny a Košickej kotliny s hodnotami v priemere okolo +50000 až +100000 m³.km⁻² a čiastočne na strednom Váhu okolo +50000 m³.km⁻² (Liptovský Mikuláš – Martin).

2.5. ZÁVER

VZÁJOMNÉ PREPOJENIE VÝSLEDKOV HODNOTENÍ VPLYVU KLIMATICKÝCH ZMIEN V POHORIACH SLOVENSKA (hodnotenie meraní na prameňoch) A V NÍŽINÁCH A KOTLINÁCH SLOVENSKA (hodnotenie meraní na sondách)

Spracované plošné mapové zhodnotenie možných dopadov klimatických zmien na zdroje podzemných vôd v pohoriach (na základe hodnotení zmien výdatností prameňov) a zásoby podzemných vôd v nížinách a kotlinách a následne útvary podzemných vôd v kvartérnych sedimentoch (na základe hodnotení zmien hladín podzemných vôd v sondách) nám umožňujú porovnanie oboch výsledkov a posúdenie resp. indikovanie rozdielov medzi oboma geoštatistickými hodnoteniami. (Obrázky č. 13 a 14)

Napriek skutočnosti, že použité metodické postupy pre vyčíslňovanie možných zmien zdrojov podzemných vôd (vypočítané, ako percentuálna zmena priemernej výdatnosti prameňa za hodnotené obdobie k dlhodobej priemernej výdatnosti prameňa za referenčné obdobie do roku 1980) a zásob podzemných vôd (vypočítané, ako predpokladaná zmena špecifického objemu podzemnej vody v m³ na km² stanovená na základe rozdielu hladín podzemnej vody medzi priemernou hladinou podzemnej vody za hodnotené obdobie a dlhodobou priemernou hladinou za referenčné obdobie do roku 1980 s následne aplikovanou hodnotou stanoveného koeficienta zásobnosti) nedávajú samozrejme vzájomne prepojitelné číselné výsledky, umožňujú ale rámcovo vizuálne posúdiť vypočítané pozitívne, alebo negatívne dopady možných klimatických zmien na podzemné vody Slovenska a posúdiť plošnú homogenitu resp. nehomogenitu dopadu klimatických zmien na podzemné vody. Je možné priestorovo indikovať a následne s primeranou mierou presnosti i rámcovo vymedziť oblasti jednoznačného pozitívneho resp. negatívneho dopadu klimatických zmien v prípade, že obe hodnotenia vykazujú zhodné výsledky.

OBDOBIE 1981 - 1985

Oba mapové výstupy z uvedeného obdobia a ich porovnanie (ako pri hodnotení prameňov tak i pri hodnotení sond) dokumentujú pomerne dobrú zhodu. Preukazne dokumentujú mierny pokles zdrojov zásob podzemných vôd na väčšine územia a to najmä v centrálnej a južnej časti Slovenska. Na druhej strane z výsledkov možno predpokladať mierny nárast zdrojov a zásob podzemných vôd na strednom Váhu, ale najmä vo východnej časti Slovenska

OBDOBIE 1986 – 1990

Jednoznačne narastá negatívny dopad možných klimatických zmien ako na zdroje (výraznejšie), tak aj na zásoby podzemných vôd. Najväčší prejav je viditeľný v centrálnej, južnej a juhozápadnej časti Slovenska, čiastočne postihuje celý krajný sever až severozápad. Podiel území s možným nárastom zdrojov, alebo zásob je čo do plochy zanedbateľný, oblasti sa nachádzajú skôr v západnej časti územia Slovenska.

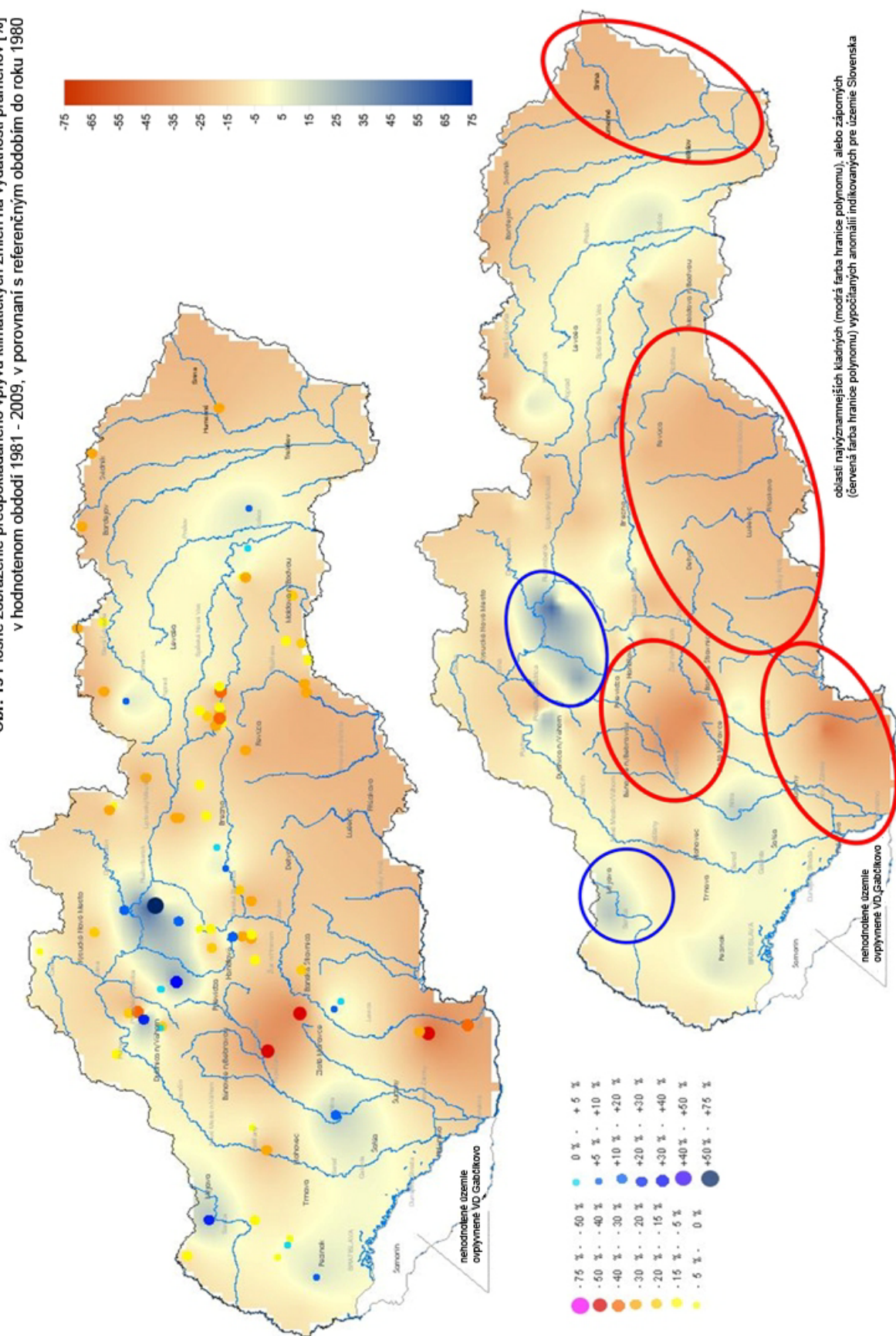
OBDOBIE 1991 – 1995 (päťročie)

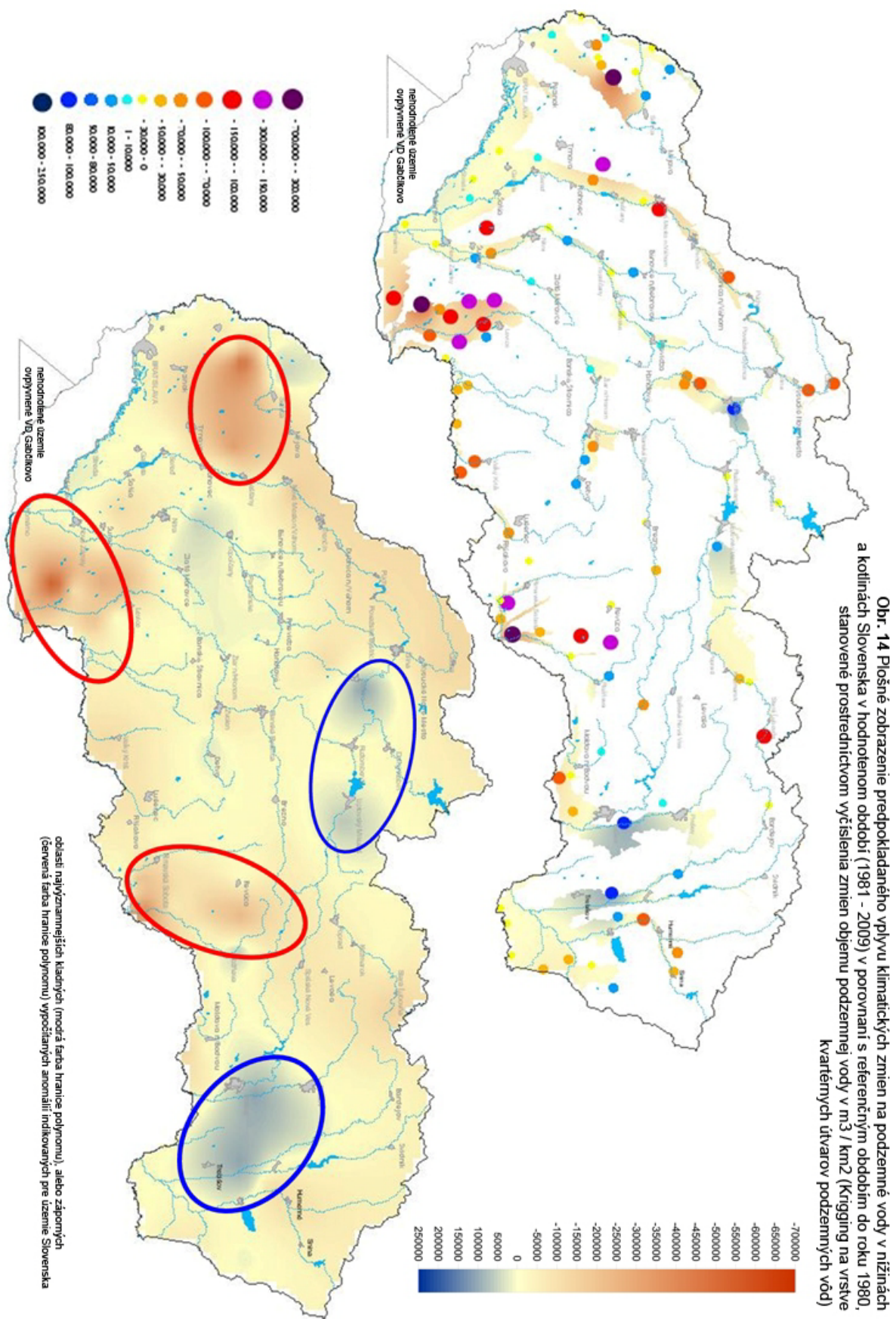
Veľmi dobrá zhoda medzi oboma hodnoteniami, päťročie s veľmi významným negatívnym dopadom klimatických zmien na zdroje i zásoby podzemných vôd. Plošne veľmi významné poklesy v množstvách podzemných vôd sú na mapách dokumentované najmä pre centrálnu, južnú a juhozápadnú časť Slovenska, u prameňov dokonca postihujúce i sever a severovýchod. Oblasti s možnými kladnými zmenami (nárast zdrojov alebo zásob podzemných vôd) sú zanedbateľné.

OBDOBIE 1996 – 2000 (päťročie)

Vzájomné porovnanie oboch mapových výstupov dokumentuje opäť veľmi dobrú zhodu výsledkov ako u hodnotenia prameňov, tak i pri hodnotení sond. Obe mapy jasne poukazujú na obdobie s výrazne miernym dopadom možných klimatických zmien na zdroje a zásoby podzemných vôd. Plošne pomerne značnú časť územia Slovenska možno zaradiť do pásma s predpokladaným nárastom zdrojov a zásob podzemných vôd v porovnaní s referenčným obdobím do roku 1980 postihujúce najmä severozápad až západ a juhovýchod Slovenska. Negatívny dopad klimatických zmien sa prejavuje na oboch mapách skôr v južnej časti Slovenska. Rozdielne je interpretovaná centrálna časť

Obr. 13 Plošné zobrazenie predpokladaného vplyvu klimatických zmien na výdatnosti prameňov [%]
v hodnotenom období 1981 - 2009, v porovnaní s referenčným obdobím do roku 1980





Slovenska, kde pramene indikujú pomerne negatívny dopad klimatických zmien, naproti tomu sondy len neutrálny stav resp. nevýrazný nárast zásob podzemných vôd.

OBDOBIE 2001 – 2005 (päťročie)

Začínajú dve päťročia (aj 2005-2009) u ktorých je výrazne menšia zhoda výsledkov plošného hodnotenia. Je možné samozrejme konštatovať, že územie Slovenska je opäť postihnuté celoplošne výrazným negatívnym vplyvom klimatických zmien a dopad týchto zmien na zdroje a zásoby podzemných vôd postihuje takmer celé územie Slovenska. Rozdielna je skôr intenzita tohto dopadu, ktorá je u prameňov veľmi významná v centrálnej a južnej časti Slovenska a na severovýchode a severozápade Slovenska. Tento prejav je však u hodnotenia sond omnoho menej výrazný a postihuje skôr severozápad a juhozápad, čiastočne juh (povodie Slanej). Ak odhliadne od intenzity dopadu najvýznamnejšie oblasti s predpokladom mierneho nárastu zdrojov a zásob podzemných vôd sú veľmi podobné (Košická kotlina a časť Východoslovenskej nížiny) na jednej strane a sever Slovenska a širšie územie horného Považia na strane druhej.

OBDOBIE 2006 – 2009 (neúplné päťročie)

Obdobie so zatiaľ najintenzívnejším negatívnym dopadom klimatických zmien na zdroje podzemných vôd (výsledky hodnotenia prameňov) a s relatívne menej významným, ale prevažne tiež negatívnym dopadom na zásoby podzemných vôd (výsledky hodnotenia sond). Na oboch mapách možno vymedziť približne zhodné oblasti výrazného poklesu výdatností prameňov a mierneho poklesu hladín podzemných vôd. Jedná sa o celú centrálnu a južnú časť Slovenska, severovýchod a severozápad Slovenska. Spoločné oblasti s predpokladaným nárastom výdatností prameňov a zásob podzemných vôd možno vymedziť na krajnom juhovýchode Slovenska, strednom Považí (vrátane Turčianskej kotliny a alúvia Revúcej) a časť Záhorskej nížiny. Výrazný rozdiel v hodnoteniach prameňov a sond možno pozorovať najmä v oblasti alúvia Krupnice a strednom Ponitří.

OBDOBIE 1981 – 1990 (desaťročie)

Veľmi dobrá zhoda výsledkov, dekáda s preukazne významným a plošne rozsiahlym negatívnym dopadom klimatických zmien na zdroje a zásoby podzemných vôd, ktoré postihovali najmä centrálnu a južnú časť Slovenska. Mierne nárast zdrojov a zásob podzemných vôd je viditeľný v Košickej kotline a Východoslovenskej nížine a na strednom Považí. Z oboch máp možno predpokladať, že negatívny dopad klimatických zmien na podzemné vody vo všeobecnosti postihol viac ako 70% územia Slovenska.

OBDOBIE 1991 – 2000 (desaťročie)

V porovnaní s dekadou 1981-1990 výrazne intenzívnejší negatívny dopad možných klimatických zmien ako na zdroje, tak i na zásoby podzemných vôd. Významne negatívne postihuje celú centrálnu a južnú časť Slovenska a je zreteľný i krajnom severovýchode, severe a severozápade až po Záhorie.

OBDOBIE 2001 – 2009 (neúplné desaťročie)

Najmä z pohľadu hodnotenia prameňov sa výrazne prehlbuje negatívny dopad klimatických zmien na zdroje podzemných vôd, zásoby podzemných vôd a ich zmeny vo vzťahu k referenčnému obdobiu do roku 1980 sú približne na úrovni hodnotenej predchádzajúcej dekády 1991-2000 (možno v niektorých oblastiach došlo k zmierneniu dopadu). Tento negatívny dopad klimatických zmien postihuje skôr centrálnu a južnú časť Slovenska, časť severozápadu a severovýchodu Slovenska. Pomerne dobrá zhoda sa javí pri vymedzení oblastí s možným nárastom zdrojov a zásob podzemných vôd vo vzťahu k referenčnému obdobiu so roku 1980. Jedná sa totiž najmä oblasti krajného juhovýchodu (Košická kotlina a Východoslovenská nížina) a severu Slovenska (Popradská kotlina až stredné Považie po Martin).

OBDOBIE 1981 – 2009 (celé hodnotené obdobie) - obrázok č. 13 a č. 14

Za celkový záver spracovaného hodnotenia možno považovať obrázky č. 13 a 14 – vzájomné plošné porovnanie výsledkov hodnotení meraní na prameňoch a meraní na sondách za celé zvolené obdobie t.j. od začiatku meraní do konca hydrologického roku 2009. Obe mapy reprezentujú výsledky použitej geoštatistickej metódy – bodového Kriggingu a porovnávajú možné zmeny zdrojov a zásob podzemných vôd na území Slovenska medzi obdobiami 1981 – 2009 a referenčným obdobím do roku 1980. Súčasťou mapových výstupov je i vymedzenie oblasti u ktorých použitá metóda hodnotenia indikovala významnejšie anomálie možného poklesu (červene) resp. nárastu (modro) v zdrojoch, alebo zásobách podzemných vôd. Je až prekvapujúce, že obe plošné hodnotenia, spracované na základe maximálne dostupného rozsahu údajov zo štátnych monitorovacích sietí, dokumentujú pri určitom generalizovaní výsledkov odpovedajúcom riešenej problematike, pomerne veľmi dobrú zhodu.

Z máp je preukazné, že obdobie po roku 1980 a možné klimatické zmeny, ktoré sa po tomto roku vyskytli, výrazne negatívne ovplyvnili stav zdrojov a zásob podzemných vôd. I keď výsledky dokumentujú, že tento dopad nebol rovnomerný a homogénny na celom území Slovenska, bol každopádne v globále negatívny a zasiahol určite viac ako 70% územia Slovenska. Najvýznamnejší negatívny dopad možných klimatických zmien na podzemné vody sa predpokladá pre centrálnu a južnú časť Slovenska (čo korešponduje s výsledkami starších prác, realizovaných do roku 2000), pre oblasť krajného východu a čiastočne i pre časť Záhoria. Miernejší negatívny dopad klimatických zmien možno pozorovať i severe a severovýchode územia Slovenska. Z máp a hodnotení je teda zrejme, že negatívny dopad možných klimatických zmien i po roku 2000 pretrváva a nepriaznivo ovplyvňuje množstvo využiteľného potenciálu podzemných vôd pre vodné hospodárstvo, ktoré bolo vyčíslené pred rokom 1980. Taktiež ovplyvňuje i množstvá (najmä zdroje) podzemných vôd vypočítané po roku 1980, pretože jeho intenzita týchto negatívnych zmien najmä po roku 1991 na základe výsledkov hodnotení prameňov (ktorých výsledky sú výrazne reprezentatívnejšie v porovnaní s výsledkami hodnotení sond) narastá. Odhadovaný pokles zdrojov podzemných vôd v najviac zasiahnutých územiach Slovenska (južná časť) sa pre obdobie 1981-2009 pohybuje plošne v priemere -25%, lokálne až do -35%. Zmena zásob podzemných vôd v tomto období 1981-2009 má tiež negatívny charakter (dokumentovaný pokles špecifických zásob podzemných vôd v m^3 na km^2) a plošne sa pohybuje približne na úrovni $-250.000 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$.

Prekvapením na druhej strane je, že z výsledkov meraní štátnej hydrologickej siete podzemných vôd na Slovensku, vychádza určitý dokumentovaný mierny nárast či už dlhodobých priemerných ročných výdatností prameňov, alebo priemerných ročných hladín podzemných vôd v Košickej kotline, čiastočne vo Východoslovenskej nížine a to najmä na základe výsledkov hodnotenia sond (výsledok prívalových povodní resp. intenzívnych dažďov v spojení s geomorfológiou a hydrogeológiou daného územia ?) a tiež v oblasti stredného Váhu (oblasť Turčianskej kotliny a Veľkej Fatry) na základe výsledkov hodnotenia prameňov i sond. Najvýznamnejší rozdiel medzi hodnoteniami sond a prameňov vychádza v oblasti Tribeča, Vtáčnika a východu Záhorkej nížiny.

2.6 POUŽITÁ LITERATÚRA

- Fendeková, M. - Gavurník, J. - Kullman, E. ml. - Sadloňová, K., 1995: Vplyv globálnych klimatických zmien na výdatnosti prameňov na území Slovenska. Zborník prác z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou AQUA 95. Trenčín, 22.júna 1995. STÚ Bratislava. st. 8-18.
- Gavurník J., Kullman E. ml., Slamka I., 1995 : The evaluation of the impact of climatic changes on discharge regime of the springs and expected impact of the climatic changes on the utilizable water resources, National Climatic Program
- Chalupka, J. – Kullman, E.st., 1992: Príspevok k posúdeniu existencie trvalého poklesu výdatnosti zdrojov podzemných vôd vplyvom klimatických faktorov. Zborník prác zo sympózia „Využívanie podzemných vôd vo vzťahu k ekológii“. Rajecké Teplice, 9-11.11.1992.
- Kiselev, P.A., 1951: Izučeniye vodootdači porod pri pomošči indikatorov. Izvestija Akademii nauk Belorusskoj SSR, 2. Moskva.
- Kissane, S. – Kullman, E. st. – Šalaga, I. 1997: Evaluation of Groundwater Resources in Slovakia. Project PHARE Number EU/95/WAT/31. PM Consulting Engineers Dublin. Bratislava. 151 s. a súbor príloh.
- Kullman, E. ml. – Slamka, I. – Gavurník, J., 1995: Hodnotenie vplyvu klimatických zmien na režim výdatností prameňov a predpokladaný dopad týchto zmien na disponibilné množstvá podzemných vôd. Správa NKP. Manuskript – archív SHMÚ Bratislava. 22 s.
- Kullman, E. st. – Chalupka, J., 1995: Pokles výdatnosti zdrojov podzemných vôd na Slovensku a hodnotenie jeho príčin. Podzemná voda 1/95. Vol. 1, No 1. SAH Bratislava. s. 58-73.
- Kullman, E. st., 1996: In Master Plan for Drinkung Groundwater Protection in Fissure and Karst-FISSURE Rock Areas. CITEC S.A. Project N° EC/90/WAT/11b. 1997. Ministri of Environment Republic of Slovakia. 363 s.
- Kullman, E. ml. 1996: Interpretácia možných dôsledkov zmien klimatických a hydrologických pomerov na odhad zmien disponibilných zásob podzemných vôd. Čiastková správa. Slovak Republic's Country study ELEMENT 2, SUBELEMENT 2 III. Slovenský hydrometeorologický ústav.
- Kullman, E. st. 1998: Hodnotenie zmien režimu podzemných vôd do roku 1997 a 1998 na území Slovenska (pokračovanie projektu PHARE No. EU/95/WAT/31). Manuskript. Archív Ministerstva životného prostredia. Bratislava. 209 s.
- Kullman – HYDRO, 1998: Prehodnotenie zásob podzemných vôd – hodnotenie zmien režimu podzemných vôd do roku 1997 a u vybraných objektov do roku 1998 na území Slovenska, Manuskript SHMÚ.

- Kullman, E. st. - Kissane, St. - Šalaga, I., 1999: The influence of climatic changes on the groundwater resources and reserves in Slovakia. *Slovak Geol. Mag.*, 5, 1-2. p. 23-35.
- Kullman, E. st. – Kullman, E. ml. 1999: Influence of climatic changes upon groundwaters of Slovakia and environmental aspects of their exploitation. *Proc. XXIX. Congr. Int. Assoc. of Hydrogeologists, Bratislava 1999*, 183-187.
- Kullman, E. st, Kullman E. ml, Patschova A., 2002: Hodnotenie zmien hydrologického režimu podzemných vôd v pohoriach Slovenska od začiatku pozorovania do roku 2000 s kvantifikáciou ich dopadu na dokumentované zdroje podzemných vôd.
- Kullman, E. st, Kullman E. ml, 2003: Prehodnotenie zmien zdrojov podzemných vôd v pohoriach a zásob podzemných vôd v nížinách a kotlinách Slovenska v období 1981 – 2000 ako odraz vplyvu klimatických zmien.
- Kullman, E. st, Kullman E. ml, 2008: Analýza režimu podzemných vôd a prognóza vývoja kvantitatívneho stavu útvarov podzemných vôd do roku 2015.
- Majerčáková, O., 1994: Posúdenie dlhodobých priemerných prietokov z hľadiska možných klimatických zmien. *Vodohospodársky spravodajca 10/94. Ročník XXXVII. Bratislava*. s. 12-14.
- PAV-EKO, 2002 : Hodnotenie zmien hydrologického režimu podzemných vôd od začiatku pozorovania do roku 2000 s kvantifikáciou ich dopadu na dokumentované zdroje podzemných vôd, Manuskript SHMÚ.
- P.M. Consulting Engineer, 1997: Evaluation of Groundwater Resources in Slovakia. PHARE Project Number EU/95/WAT/31. Manuskript. Ministry of Environment Republic of Slovakia, 459 p.
- Smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady z 23. októbra 2000 ustanovujúca rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky.

3. ANALÝZA CITLIVOSTI A VERIFIKÁCIA VÝPOČTU TVORBY EFEKTÍVNYCH ZRÁŽOK THORNTHWAITOVOU METÓDOU PRE ÚZEMIE SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Peter Malík¹, Miloš Gregor¹, Jaromír Švasta¹ & František Bottlík¹

¹Štátny geologický ústav Dionýza Štúra; Mlynská dolina 1; 817 04 Bratislava 11;
*peter.malik@geology.sk; milos.gregor@geology.sk; jaromir.svasta@geology.sk;
frantisek.bottlik@geology.sk*

3.1 ÚVOD

Efektívne zrážky, t.j. tá časť zrážkových úhrnov, ktorá je schopná infiltrovať do horninového prostredia, hrajú popri hydrogeologických pomeroch a hydraulických parametroch kolektorských hornín kľúčovú úlohu pri hodnotení doplňovania podzemných vôd.

Ich veľkosť je daná rozdielom zrážkových úhrnov a reálnej evapotranspirácie v území. Stanovenie reálnej evapotranspirácie E_R môže vychádzať z akejkoľvek výpočtovej metódy podávajúcej správne výsledky o mesačnej potenciálnej evapotranspirácii (E_P). Pre určenie priemernej reálnej evapotranspirácie podľa Kullmana et al. (1997), resp. Kullmana (2000) a Kullmana et al. (2002, in Scherer et al., 2004) sa na základe skúseností pri porovnávaní vypočítaných s referenčnými hodnotami javí ako najpresnejšia výpočet potenciálnej evapotranspirácie podľa Thornthwaita (1948, 1955), s mesačným krokom hodnotenia. Tento spôsob výpočtu bol prevzatý do pokusov o celoplošné stanovenie regionálnych hodnôt efektívnych zrážok (Švasta & Malík, 2006; 2010; Malík & Švasta, 2010) pre územie Slovenska, keď bola vypočítaná hodnota efektívnych zrážok ako dlhodobý priemer pre roky 1951–1980 (a teda nezohľadňovala odchýlky v klimatických charakteristikách jednotlivých rokov a iných období). Podklady použité pre tento výpočet pozostávali z údajov o priemerných mesačných teplotách vzduchu z 98 klimatických staníc a mesačných zrážkových úhrnoch z 211 zrážkomerných staníc pozorovaných v rámci základnej siete Slovenského hydrometeorologického ústavu pre obdobie rokov 1951–1980, ktoré boli aplikáciou geografických informačných systémov stanovené pre každý rastrový objekt s rozmermi bunky 1000 x 1000 m. Pre definovanie trendu v teplotných a zrážkových dátach zvolili títo autori krokovú regresiu, pričom pri interpolácii teplôt vzduchu boli okrem nadmorskej výšky, zemepisnej šírky a zemepisnej dĺžky do krokovej regresie zahrnuté ďalšie dve topografické premenné – priemerná nadmorská výška v okruhu 5 km (DMR_PRIEM) a minimálna nadmorská výška v tom istom okruhu (DMR_MIN). Všetky hodnoty boli odvodzované z digitálneho modelu reliéfu (DMR) s rozlíšením 100 m. Pri zrážkových úhrnoch bolo takisto aplikované reziduálne krigovanie, pričom globálny trend autori identifikovali krokovou lineárnou regresiou piatich parametrov: zemepisnej šírky a dĺžky, nadmorskej výšky staníc, DMR_PRIEM a DMR_MIN. Takto boli stanovené priemerné mesačné zrážkové úhrny a priemerné mesačné teploty vzduchu pre spolu 50 179 buniek rastra pokrývajúcich celé územie Slovenskej republiky. Hodnoty poľnej vodnej kapacity, vstupujúce do výpočtu reálnej evapotranspirácie, boli odvodené konfrontáciou DMR s pedologickými podkladmi VÚPOP pre Národnú správu o implementácii rámcovej smernice o vodách v oblasti podzemných vôd (retenčnou schopnosťou pôd; Kullman et al. 2005). Podľa príslušnosti mediánovej hodnoty reklasifikovaného pedologického gridu k jednej z možných 5 kategórií VÚPOP boli jednotlivým bunkám gridu priradené hodnoty poľnej vodnej kapacity v intervale od 80 do 120 mm.

Pri zvažovaní vplyvu klimatických zmien – spočívajúcich najmä v zmene teplotných a zrážkových pomerov – na tvorbu podzemných vôd možno považovať tento spôsob výpočtu za rovnako vhodný, nakoľko doň vstupuje relatívne limitovaný počet vstupných hodnôt (veľkosť zrážkových úhrnov, teplôt vzduchu, zemepisnej šírky a pôdnej retencie / pôdnej vodnej kapacity). Pred každým prognózujúcim výpočtom je však vhodné overiť si vplyv každého zo štyroch vyššie uvedených parametrov na výsledný výpočet citlivosťou analýzou, aby bolo možné odhadnúť stupeň nepresnosti prognóz spôsobený nepresnosťou stanovenia jednotlivých vstupných hodnôt. Nakoľko sú k dispozícii i časové rady meraní prietokov pre obdobie rokov 1951–1980, ktoré na záverečných profiloch 60 povodí na území Slovenska vykonával Slovenský hydrometeorologický ústav, je taktiež možné verifikovať použitý spôsob výpočtu pred jeho aplikovaním v oblasti prognózujúcich stanovení. Citlivostnej analýze je venovaná prvá časť tohto príspevku, verifikácia výpočtu pre obdobie rokov 1951–1980 je prezentovaná v jeho druhej časti.

3.2 CITLIVOSTNÁ ANALÝZA VÝPOČTU EFEKTÍVNYCH ZRÁŽOK

Prvotnou snahou autorov bolo v tejto etape práce určiť vplyv hodnôt, vstupujúcich do výpočtu efektívnych zrážok, na výsledné vypočítané hodnoty v rozsahoch typických pre územie Slovenska. Ide najmä o hodnoty úhrnov zrážok, teplôt vzduchu, zemepisnej šírky a pôdnej vodnej kapacity.

Pri teplote vzduchu a mesačných hodnotách zrážok sme vychádzali z dlhodobých priemerných mesačných hodnôt v období rokov 1951–1980 (Tab. 1). Tieto hodnoty boli použité ako nosné a následná kalibrácia spočívala v menení týchto hodnôt.

Tab. 1: Dlhodobé priemerné hodnoty meteorologických parametrov z obdobia rokov 1951–1980.

Mesiac	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Mesačné úhrny zrážok	44	42	41	52	67	95	90	77	52	50	59	55
Priemerné mesačné teploty vzduchu (°C)	-3.7	-1.8	2.2	7.6	12.4	16.7	17.3	16.7	12.8	7.9	3	-1.4

V druhom kroku boli určené rozptyly hodnotených parametrov v rámci územia Slovenska (tab. 2). Bolo zistené, že ročný úhrn zrážok sa na hodnotenom území mení v rozsahu od -250 mm do +700 mm vzhľadom k dlhodobému časovému a priestorovému priemeru (Tab. 1). Teploty vzduchu sa menili v rozsahu od -3 do +11 °C vzhľadom ku dlhodobému časovému a priestorovému priemeru. Rozsah hodnôt zemepisnej šírky, ktorá rovnako vstupuje do výpočtu ako jeden z parametrov, nepresahuje pre územie Slovenska hodnoty intervalu od 47° do 50°. Najvýraznejší rozptyl hodnôt bol dokumentovaný pri poľnej vodnej kapacite a to v rozsahu od 7 do 1500 mm (Šefčík in Malík et al., 2007), pričom extrémne vysoké hodnoty nad 1000 mm boli dokumentované iba v ojedinelých prípadoch. Údaje o pôdnej retencii (poľnej vodnej kapacite) sa teda značne odlišujú od diapazónu hodnôt medzi 80 a 120 mm, ktorý na základe digitálnych podkladov VÚPOP pre Národnú správu o implementácii rámcovej smernice o vodách v oblasti podzemných vôd (Kullman et al., 2005) použili Švasta & Malík (2006). Vzhľadom na ich stanovenie výpočtom z granulometrických analýz pôd však považujeme tieto hodnoty (Šefčík in Malík et al., 2007) za virohodnejšie.

Tab. 2: Rozptyl hodnôt hodnotených parametrov v rámci územia Slovenska vzhľadom ku priemerným hodnotám.

Parameter	Minimálna hodnota	Maximálna hodnota
Zrážky (mm)	-250	700
Teplota (°C)	-3	11
Lat (°)	47	50
Poľná vodná kapacita (mm)	7	1500

Na základe zistených skutočností bol zvolený rozsah hodnôt, v rámci ktorých sme analyzovali citlivosť simulovaných hodnôt na hodnoty vstupných parametrov. Pri simulácii pre citlivosťnú analýzu sme použili 20 krokov menenia hodnôt. Absolútne hodnoty v rámci týchto krokov výpočtu sú zobrazené v tab. 3.

Tab. 3: Nastavenia hodnotených parametrov v jednotlivých výpočtových krokoch.

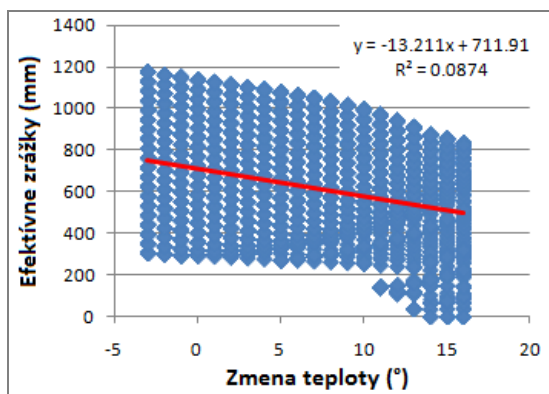
Krok výpočtu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zrážky (mm)	-250	-200	-150	-100	-50	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
Teplota (°C)	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Lat (°)	47	47.15	47.3	47.45	47.6	47.75	47.9	48.05	48.2	48.35	48.5	48.65	48.8	48.95	49.1	49.25	49.4	49.55	49.7	49.85
Poľná vodná kapacita (mm)	7	352	555	698	809	900	977	1043	1102	1155	1202	1245	1285	1322	1357	1389	1419	1448	1474	1500

Tabuľka 3 zobrazuje rozptyly hodnôt, ktoré boli použité pri výpočtoch. Pri hodnotách zrážok sa zobrazené úhrny odčítali od jednotlivých mesiacov pomocou rovnice (1):

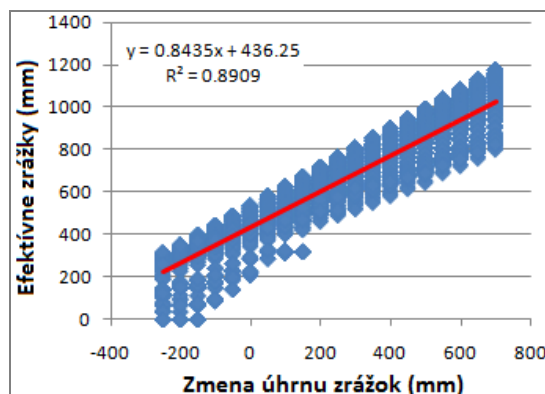
$$\text{Úhrn zrážok pre mesiac } N = \text{Dlhodobá priemerná hodnota} - (\text{nastavená zmena}/12) \quad (1)$$

V prípade teplôt vzduchu sa zobrazené zmeny pripočítali ku dlhodobej priemernej hodnote pre každý mesiac. Pre zemepisnú šírku a poľnú vodnú kapacitu sa použili priamo tie vstupné hodnoty, ktoré sú zobrazené v tabuľke 3. V konečnej simulácii sa teda jednotlivé vstupné hodnoty menili v opísanom rozsahu, čo znamenalo, že simulácia prebehla 204 krát, čo je 160 000 výpočtových cyklov. Z výsledkov tejto simulácie sme nakoniec vychádzali.

Prvý vzťah je zobrazený na obrázku 1. Zobrazuje vplyv zmeny teploty vzduchu na simulované efektívne zrážky v rámci celého rozsahu menených 160 000 hodnôt. Z grafu je zrejmé, že zvyšovanie priemernej ročnej teploty vzduchu má vplyv na znižovanie hodnôt efektívnych zrážok, pričom však tento vplyv nie je veľmi významný.



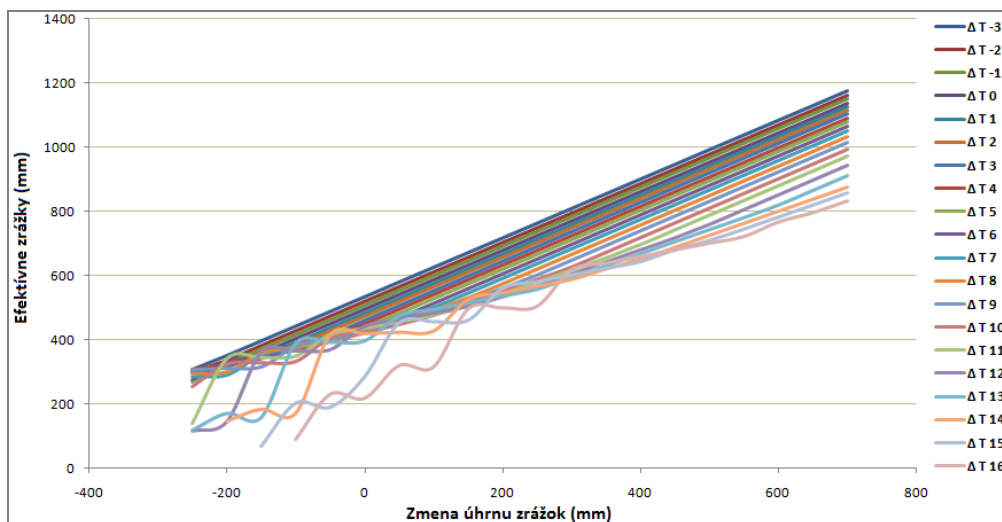
Obr. 1: Vzťah medzi simulovanými hodnotami efektívnych zrážok a zmenou teploty vzduchu.



Obr. 2: Vzťah medzi simulovanými hodnotami efektívnych zrážok a zmenou ročného úhrnu zrážok.

Naopak, veľmi významne na efektívne zrážky vplývajú zmeny v ročných úhrnoch zrážok (obr. 2). Zároveň sme zistili, že tento vzťah je omnoho tesnejší ako v prípade zmien v teplote vzduchu. Istý rozptyl hodnôt je možné vidieť pri nízkych celkových úhrnoch zrážok, kde do tohto vzťahu ešte významne zasahujú ostatné faktory ako teplota vzduchu a poľná vodná kapacita.

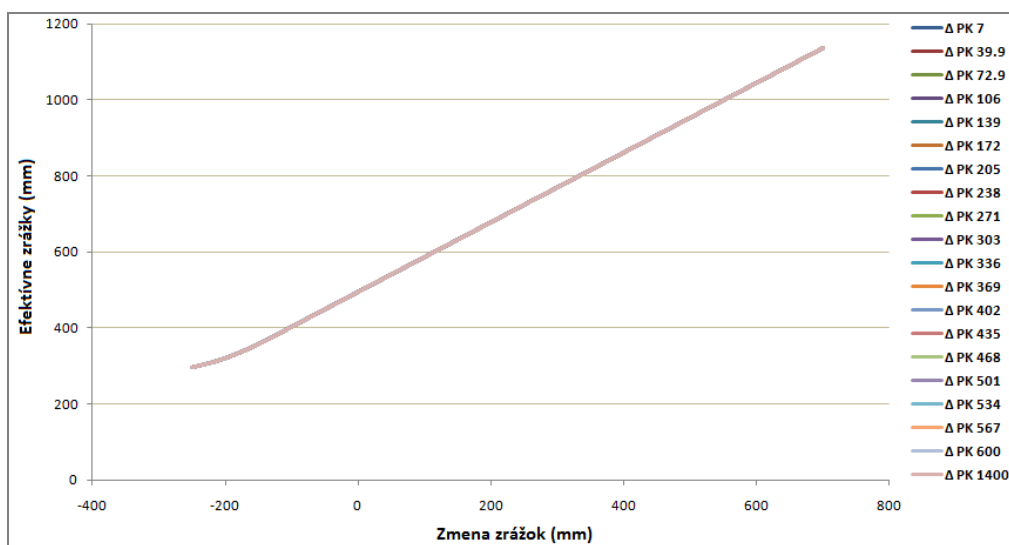
Rovnaká analýza bola spracovaná aj pre zemepisnú šírku a hodnoty poľnej vodnej kapacity, pričom však takého vzťahu neboli nájdené. Iný typ zobrazenia týchto vzťahov zobrazujú nasledovné obrázky č. 3 až 5.



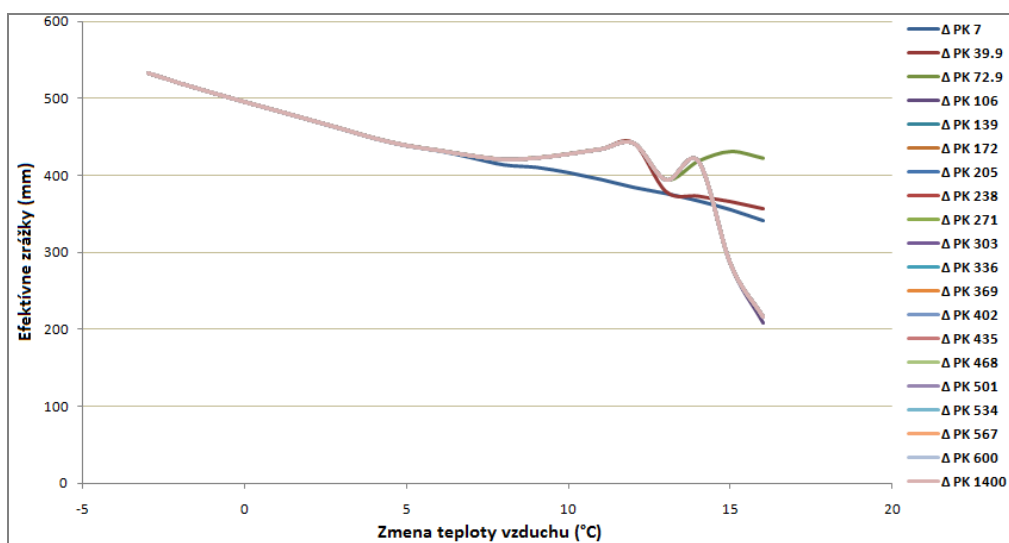
Obr. 3: Vplyv zmeny úhrnu zrážok na hodnoty vypočítaných efekt. zrážok pri rôznych zmenách teploty vzduchu.

V rámci týchto zobrazení boli hodnotené multiparametricky viaceré premenné. Na obrázku je hodnotený vplyv zmeny ročného úhrnu zrážok na hodnotu ročného úhrnu efektívnych zrážok pri rôznych zmenách priemernej ročnej teploty vzduchu. Ako vidíme zmena teploty nemá natoľko výrazný vplyv na počítané hodnoty ako je to v prípade hodnôt ročného úhrnu zrážok. Významné zmeny nastávajú iba v oblastiach s nízkym celkovým úhrnom zrážok a s vyššími priemernými ročnými teplotami vzduchu. Ďalší obrázok č. 4 ukazuje vplyv zmeny ročného úhrnu zrážok na vypočítané úhrny efektívnych zrážok na územiach s rôznymi hodnotami pôdnej retencie / poľnej vodnej kapacity. Zistili sme, že variabilita týchto hodnôt neovplyvňuje na počítané výsledky a zmeny v hodnotách vodnej

pôdnej kapacity majú istý význam iba pri nízkych hodnotách celkových úhrnov zrážok. Posledný obrázok č. 5 zobrazuje vplyv zmeny priemernej ročnej teploty vzduchu na hodnoty efektívnych zrážok pri rôznych hodnotách retencie / poľnej vodnej kapacity. Z grafu je vidieť, že významne sú výsledky ovplyvňované pri vysokých zmenách teploty vzduchu na územiach s vysokými hodnotami retencie / poľnej vodnej kapacity.



Obr. 4: Vplyv zmeny úhrnu zrážok na hodnoty vypočítaných efektívnych zrážok pri rôznych hodnotách poľnej vodnej kapacity.



Obr. 5: Vplyv zmeny teploty vzduchu na hodnoty vypočítaných efektívnych zrážok pri rôznych hodnotách poľnej vodnej kapacity.

Celkovo je možné na základe výsledkov povedať, že určujúcim a hlavným parametrom, ktorý vplýva na celkové výsledky, sú celkové ročné úhrny zrážok. Ich zmena dokáže najvýznamnejšie ovplyvniť celkový ročný úhrn efektívnych zrážok. Ďalšie parametre nie sú natoľko významné ako je to v prípade prvého opísaného parametra. Významným prvkom vo vzťahu k efektívnym zrážkam však môže byť ich synergické pôsobenie, pričom napríklad v územiach s vysokými hodnotami pôdnej retencie / poľnej vodnej kapacity a vysokou priemernou ročnou teplotou vzduchu môžu tieto dva parametre ovplyvniť výsledky pomerne významne. Takáto kombinácia sa na území Slovenska vyskytuje napríklad v nížinných územiach kde sú najvyššie priemerné ročné teploty vzduchu spolu s prítomnosťou dobre vyvinutého pôdneho horizontu, ktorý vykazuje vysoké hodnoty poľnej vodnej kapacity.

3.3 VERIFIKÁCIA VÝPOČTU TVORBY EFEKTÍVNYCH ZRÁŽOK

Slovenský hydrometeorologický ústav vykonával v celom období rokov 1951–1980, pre ktoré bol realizovaný interpolačný výpočet priemerných mesačných teplôt vzduchu a sumárnych mesačných

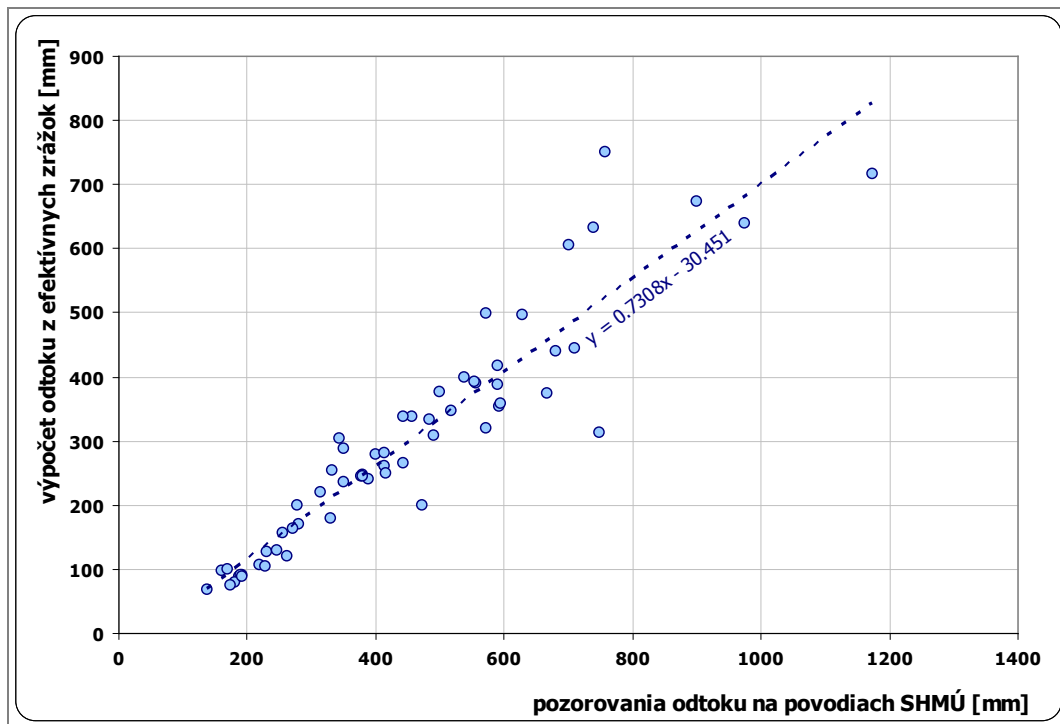
zrážkových úhrnov (Švasta & Malík, 2006; 2010; Malík & Švasta, 2010) pozorovania prietokov na záverečných profiloch 60 povodí na území Slovenska. Pre tieto povodia je preto možné overiť uvedený výpočet efektívnych zrážok (t.j. zrážok odtekajúcich vo forme povrchového a podzemného odtoku z povodí) pri použití daných vstupných hodnôt z obdobia 1951–1980, so skutočne pozorovanými hodnotami odtoku v tom istom období 1951–1980. Výsledky tohto výpočtu, ako aj charakteristika povodí a namerané priemerné hodnoty odtoku (v mm) sú uvedené v tabuľke č. 1. Viaceré menšie povodia uvádzané v rámci tejto tabuľky, ak boli pozorované v období rokov 1951 až 1980 (alebo časovo rozsiahlejšom období), môžu byť zároveň súčasťou väčších hodnotených povodí (napr. povodie Čierneho Váhu – povodie Váhu v Liptovskom Hrádku – povodie Váhu v Liptovskom Mikuláši – povodie Váhu v Ľubochni atď...., z ktorých každé neskôr menované obsahuje aj predchádzajúce).

Tab. 1: Porovnanie výpočtu tvorby efektívnych zrážok s meraniami odtoku na záverečných profiloch 60 povodí na území Slovenska, pozorovaných v období rokov 1951–1980.

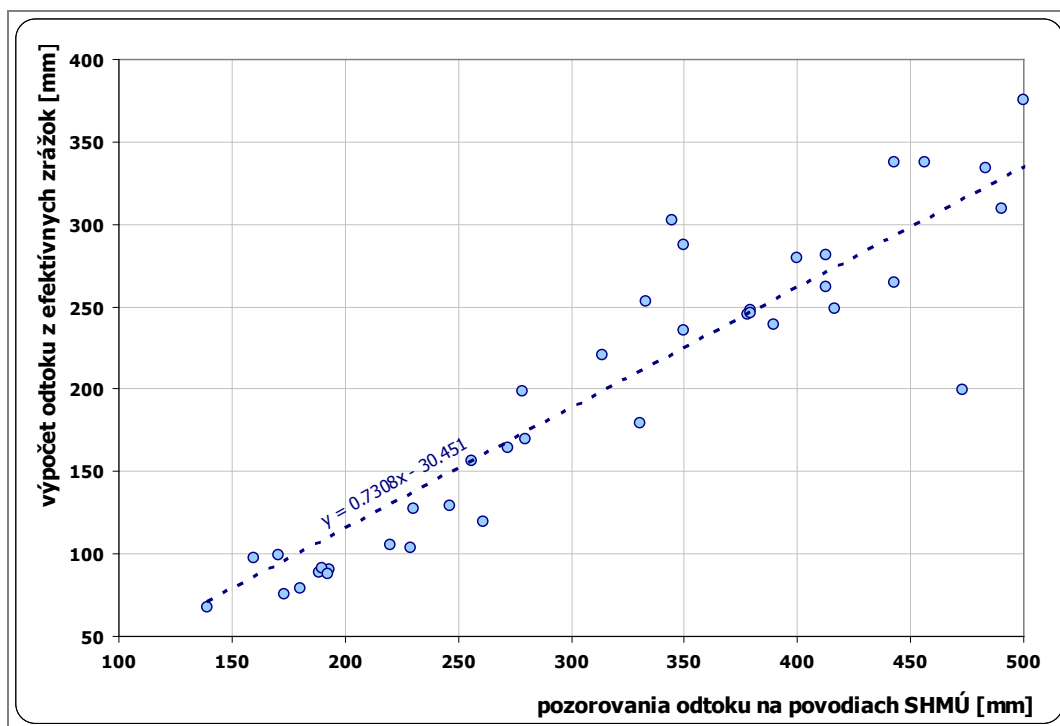
katalógové číslo SHMÚ	Stanica	Tok	plocha povodia [km ²]	priemerná nadm.výška povodia [m]	priem. retencia pôdy v pov.[mm]	pozorovaný priemerný odtok 1951-1980 [mm]	vypočítaný priemerný odtok 1951-1980 [mm]
5311	Čierny Váh	Čierny Váh	242,53	1130,1	93,69	519	494,3
5330	Východná	Biely Váh	98,53	1068,4	157,04	490	488,6
5340	Kráľova Lehota	Boca	114,97	1109,2	99,27	572	705,3
5370	Liptovský Hrádok	Váh	630,75	1049,9	122,49	456	495,8
5400	Podbanské	Belá	90,87	1544,9	83,86	1174	1101,0
5550	Liptovský Mikuláš	Váh	1097,68	1091,0	129,53	589	577,7
5740	Podsúchá	Revúca	208,38	984,5	118,11	702	925,1
5780	Ľubochňa	Váh	2121,04	995,3	140,97	538	598,6
5790	Ľubochňa	Ľubochňanka	117,48	932,7	120,95	628	755,8
5800	Lokca	Biela Orava	354,78	866,3	173,97	590	615,6
5810	Oravská Jasenica	Veselovský potok	89,24	851,9	213,40	593	509,8
5820	Zubrohlava	Polhoranka	160,28	837,8	192,50	668	554,0
6130	Martin	Turieč	826,27	716,9	184,95	400	439,1
6150	Stráža	Varínka	138,58	775,1	166,83	709	683,7
6180	Čadca	Kysuca	467,22	640,1	190,34	556	668,4
6190	Zborov nad Bystricou	Bystrica	220,13	736,8	140,59	680	597,5
6200	Kysucké Nové Mesto	Kysuca	951,18	649,6	178,78	553	522,2
6300	Poluvsie	Rajčianka	243,20	703,1	218,43	483	388,8
6540	Nedožery	Nitra	180,74	567,2	182,56	380	312,8
6550	Handlová	Handlovka	38,71	606,7	116,21	473	321,7
6570	Chalmová	Nitra	596,38	515,2	213,01	330	420,2
6620	Liešťany	Nitrica	137,63	627,4	130,37	413	300,9
6640	Chynorany	Nitra	1120,75	484,7	217,78	280	216,8
6690	Biskupice	Bebrava	308,47	370,1	236,11	220	255,5
6710	Nadlice	Bebrava	587,45	358,4	273,88	189	544,5
6730	Nitrianska Streda	Nitra	2074,41	420,3	248,81	231	513,9
6950	Zlatno	Hron	84,98	1056,1	130,10	596	390,7
7015	Brezno	Hron	576,58	917,7	131,66	443	954,6
7045	Hronec	Čierny Hron	244,79	814,1	86,71	443	928,4
7060	Bystrá	Bystrianka	34,41	1172,4	89,13	975	970,5
7065	Myto pod Ďumbierom	Štiavnička	46,22	1139,5	84,46	739	1086,2
7070	Dolná Lehota	Vajskovský potok	52,07	1114,3	78,72	900	559,2
7080	Jasenie	Jaseniansky potok	85,09	1100,0	74,27	759	429,4
7160	Banská Bystrica	Hron	1761,92	845,8	117,24	500	416,4
7185	Hriňová nad VN	Slatina	72,27	838,7	107,71	350	233,7
7290	Brehy	Hron	3863,20	687,7	152,30	413	258,1
7440	Holiša	Ipel'	672,88	377,2	263,32	160	191,9
7480	Lučenec	Krivánsky potok	203,90	433,5	198,59	247	209,8

katalógové číslo SHMÚ	Stanica	Tok	plocha povodia [km ²]	priemerná nadm.výška povodia [m]	priem. retencia pôdy v pov.[mm]	pozorovaný priemerný odtok 1951-1980 [mm]	vypočítaný priemerný odtok 1951-1980 [mm]
7580	Plášťovce	Krupinica	301,79	456,1	199,63	193	195,9
7600	Plášťovce	Litava	214,03	430,7	199,36	170	200,7
7605	Stredné Turovce	Krupinica	541,56	433,8	207,88	190	435,1
7615	Tupá	Štiavnica	430,98	356,2	265,76	180	446,0
7660	Dobšiná	Dobšinský potok	35,93	798,4	90,72	572	310,9
7670	Vlachovo	Slaná	132,24	792,6	89,30	749	348,4
7730	Štítnik	Štítnik	129,85	618,5	97,77	350	317,8
7820	Lenartovce	Slaná	1810,89	499,2	187,54	272	184,2
7860	Lehota nad Rimavicou	Rimavica	147,95	655,7	87,50	378	371,0
7865	Rimavská Sobota	Rimava	594,84	571,3	162,05	278	346,8
7885	Rimavská Seč	Blh	269,60	334,3	338,04	139	357,5
8080	Poprad - Matejovce	Poprad	315,47	1009,8	160,47	417	97,7
8180	Spišská Belá - Strážky	Poprad	672,54	945,7	149,73	389	370,6
8320	Chmeľnica	Poprad	1263,86	876,2	146,27	379	437,8
8540	Švedlár - Na Hrabliach	Hnilec	353,04	879,6	94,58	345	224,2
8560	Jaklovce	Hnilec	604,44	802,3	93,42	333	155,9
8680	Obišovce	Svinka	340,60	545,8	135,30	173	319,1
8690	Kysak	Hornád	2331,31	673,7	112,82	256	192,5
8870	Košické Oľšany	Torysa	1294,91	508,8	211,50	192	187,8
8970	Medzev - N. Medzev	Bodva	95,78	619,3	93,10	314	582,9
9500	Hanušovce nad Topľou	Topľa	1053,61	434,3	183,32	261	221,4
9650	Horovce	Ondava	2819,77	358,8	210,47	229	269,6

Grafické porovnanie výsledkov výpočtu tvorby efektívnych zrážok s meraniami odtoku na záverečných profiloch 60 povodí na území Slovenska, uvedené v tabuľke č. 1, sa nachádza na obr. č. 6 a 7. Z týchto obrázkov je zrejmé, že vypočítané hodnoty sú zaťažené systematickou chybou a dávajú hodnoty odtoku o 20 až 30 % nižšie, než je veľkosť skutočne nameraných hodnôt odtoku (priemerne 73 % hodnoty skutočného odtoku).



Obr. 6: Porovnanie výsledkov výpočtu tvorby efektívnych zrážok s meraniami odtoku na záverečných profiloch 60 povodí na území Slovenska – všetky povodia.



Obr. 7: Porovnanie výsledkov výpočtu tvorby efektívnych zrážok s meraniami odtoku na záverečných profiloch 60 povodí na území Slovenska – detail hodnôt do 500 mm.

Z obr. č. 6, ale najmä z obr. č. 7 tiež vyplýva, že rozptyl hodnôt pri povodiach z celkovým v období 1951–1980 nameraným odtokom v rozmedzí od cca 150 mm do cca 450 mm (merné odtoky o veľkosti cca 4,7 až 14,2 l·s⁻¹·km⁻²) je relatívne nízky. Povodia s vyššími hodnotami odtoku nad 450 mm (nad veľkosť merného odtoku 14,2 l·s⁻¹·km⁻²), ktorými sú v podstate povodia horských tokov, majú už oveľa väčší rozptyl medzi nameranými a vypočítanými hodnotami odtoku. Nakoľko je stredná hodnota odtoku z týchto povodí v rozmedzí 362 / 413 / 445 mm (vážený priemer / medián / aritmetický priemer; 11,4 / 13,0 / 14,0 l·s⁻¹·km⁻² merného odtoku), možno po zohľadnení systematickej chyby považovať vyššie uvedený výpočet za aplikovateľný.

3.4 ZÁVER

Verifikácia výpočtu efektívnych zrážok pri použití výpočtu potenciálnej evapotranspirácie podľa Thornthwaite (1948, 1955), s mesačným krokom hodnotenia reálnej evapotranspirácie zohľadňujúcej hodnoty retenčnej kapacity pôdy, pri vstupných hodnotách priestorovo distribuovaných mesačných zrážok a teplôt vzduchu z obdobia 1951–1980, v porovnaní so skutočne pozorovanými hodnotami odtoku v tom istom období (1951–1980) na 60 povodiach pozorovaných SHMÚ na území Slovenska ukázala, že vypočítané hodnoty sú zaťažené systematickou chybou a dávajú hodnoty odtoku o 20 až 30 % nižšie, než je veľkosť skutočne nameraných hodnôt odtoku (priemerne 73 % hodnoty skutočného odtoku). Ukázalo sa tiež, že pre povodia s odtokom v rozmedzí od cca 150 mm do cca 450 mm (merné odtoky o veľkosti cca 4,7 až 14,2 l·s⁻¹·km⁻²) je rozptyl hodnôt pomerne nízky a po zohľadnení systematickej chyby bude možné považovať tento spôsob výpočtu efektívnych zrážok za aplikovateľný. Nakoľko je hodnota váženého priemeru odtoku z povodí 362 mm (merný odtok 11,4 l·s⁻¹·km⁻², váženie podľa plochy povodí), mediánová hodnota odtoku z týchto povodí je 413 mm (merný odtok 13,0 l·s⁻¹·km⁻²) a aritmetický priemer hodnôt odtoku 445 mm (14,0 l·s⁻¹·km⁻²), možno tiež konštatovať, že tento vzťah môže byť platným pre väčšinu povodí v rámci územia Slovenskej republiky. Povodia s vyššími hodnotami odtoku nad 450 mm, ktoré majú veľkosť merného odtoku nad 14,2 l·s⁻¹·km⁻², vo väčšine prípadov povodia horských tokov, však vykazujú väčší rozptyl medzi nameranými a vypočítanými hodnotami odtoku. Z vykonanej citlivostnej analýzy vyplynulo, že určujúcim a hlavným parametrom, ktorý dokáže najvýznamnejšie ovplyvniť výsledky výpočtu celkového ročného úhrnu efektívnych zrážok, sú celkové ročné úhrny zrážok. Možno teda odôvodnene predpokladať, že zistené rozdiely – najmä v prípade horských povodí – sú predovšetkým dôsledkom podhodnotenia zrážkových úhrnov vstupujúcich do výpočtu. Napriek relatívne veľkej hustote pozorovacích bodov siete zrážkomerných staníc na území Slovenska (v porovnaní s inými krajinami) predstavuje teda spoľahlivé pozorovanie zrážok najmä v horských oblastiach kľúčovú informáciu k predikcii odtokových pomerov aj vo vzťahu ku klimatickým zmenám.

3.5 POĎAKOVANIE

Prezentované výsledky mohli uzrieť svetlo sveta vďaka projektu „Výskum dopadu klimatickej zmeny na dostupné množstvá podzemných vôd v SR a vytvorenie expertného GIS“ s ITMS kódom projektu 26220220002, ktorý v rokoch 2009 až 2012 riešil Štátny geologický ústav Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ) na základe podpory Agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR pre štrukturálne fondy EÚ (ASFEU). Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku / Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.

3.6 POUŽITÁ LITERATÚRA

- KULLMAN, E., ST., BODIŠ, D., JETEL, J., KOVARÍK, K., KULLMAN, E., ml., MALÍK, P. 2002: Metodické postupy pri stanovovaní výpočtu množstiev podzemných vôd. In: SCHERER, S. et al., 2004: Mezozoikum a paleozoikum SZ časti Považského Inovca, vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Manuskript – Archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, ev. č. , nestránkované.
- KULLMAN, E., st., KISSANE, S., ŠALAGA, I. 1997: Evaluation of Groundwater Resources in Slovakia. PHARE Project No. EU/95/WAT/31. PM Consulting Engineers. Manuskript. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, 459 s.
- KULLMAN, E., st., in VRANA, K., & SIMPSON, R. 2000: Koncept manažmentu povrchových a podzemných vôd v hraničnom regióne. Záverečná správa projektu ZZ 96 21.03. Manuskript – Archív Úradu vlády Slovenskej republiky, 133 s.
- ŠVASTA, J. & MALÍK, P. 2006: Priestorové rozloženie priemerných efektívnych zrážok na území Slovenska. Podzemná voda XII. / 2006 č. 1, Slovenská asociácia hydrogeológov, ISSN 1335-1052, Bratislava, s. 65-77.
- ŠVASTA, J. & MALÍK, P. 2010: Priestorové rozloženie podmienok tvorby odtoku a doplňovania podzemných vôd na území Slovenska. Zborník vedeckých príspevkov z workshopu o predbežných výsledkoch riešenia projektu ASFEU OP Výskum a vývoj Výskum dopadu klimatickej zmeny na dostupné množstvá podzemných vôd v SR a vytvorenie expertného GIS, 27. - 28. máj 2010, Banská Štiavnica, ISBN 978-80-89343-32-4, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, s. 25-39.
- MALÍK, P., BAČOVÁ, N., HRONČEK, S., IVANIČ, B., KÁČER, Š., KOČICKÝ, D., MAGLAY, J., MARSINA, K., ONDRÁŠIK, M., ŠEFCÍK, P., ČERNÁK, R., ŠVASTA, J., LEXA, J. 2007: Zostavovanie geologických máp v mierke 1 : 50 000 pre potreby integrovaného manažmentu krajiny. Manuskript – Archív Geofondu ŠGÚDŠ, Bratislava, arch. č. 88158, 552 s.
- MALÍK, P. & ŠVASTA, J. 2010: Spatial Distribution of Potential Aquifer Recharge from Precipitation for the Period of 1951–1980 over Slovakia. Proc. Groundwater Quality Sustainability. Proceedings of 38th IAH Congress, September, 2010 Krakow, Poland, 422-423.
- THORNTHWAITE, C.W., & MATHER, J.R. 1955: The water balance. Publ. in Climatol. 8, 1-104.
- THORNTHWAITE, C.W., 1948: An approach toward a rational classification of climate. Geograph. Rew. 38, 55-94.

**ZBORNÍK VEDECKÝCH PRÍSPEVKOV
Z KONFERENCIE O VÝSLEDKoch RIEŠENIA PROJEKTU
ASFEU OP VÝSKUM A VÝVOJ**

**VÝSKUM DOPADU KLIMATICKEJ ZMENY NA DOSTUPNÉ
MNOŽSTVÁ PODZEMNÝCH VÔD V SR A VYTVORENIE
EXPERTNÉHO GIS**

Editori: Mgr. František Bottlík; RNDr. Peter Malík, CSc.

Návrh obálky: Mgr. František Bottlík

Technické spracovanie: Mgr. František Bottlík

Náklad: 160 výtlačkov

Vydal: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 2011

Realizácia tlače: apríl, 2012

Text neprešiel jazykovou úpravou

ISBN 978-80-89343-60-7