

ČESKÝ
HYDROMETEOROLOGICKÝ
ÚSTAV

Odvození M - denních průtoků za referenční období 1981 – 2010

Ladislav Budík a kol.

ČHMÚ dle **ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod** poskytuje základní hydrologické údaje jako podklady pro:

- vydávání vodoprávních rozhodnutí,
- povolení nakládání s vodami,
- stavební řízení, atd.

Základní hydrologické údaje odvozované za **referenční období**:

- dlouhodobá roční výška srážek na povodí,
- dlouhodobý průměrný průtok,
- *M*-denní průtoky



Nové referenční období

- Využití dat z **více vodoměrných stanic**
 - Využití nástrojů **GIS** a aktuálních datových vrstev GIS: rozvodnice základních hydrologických povodí 1:10000, polohopis vodních toků, výškopis, hydrogeologie, Corine Land Cover, atd.
 - Uplatnění nových nebo **aktualizovaných matematicko-statistických nástrojů**.
 - Začlenění evidovaných (dle platných právních předpisů) **údajů o ovlivnění** průtokového režimu v celém referenčním období (odběry vod, vypouštění odpadních vod, manipulace na vodních dílech).
- **Odvozené údaje za nové období 1981 – 2010** jsou reprezentativní z hlediska současného hydrologického režimu.

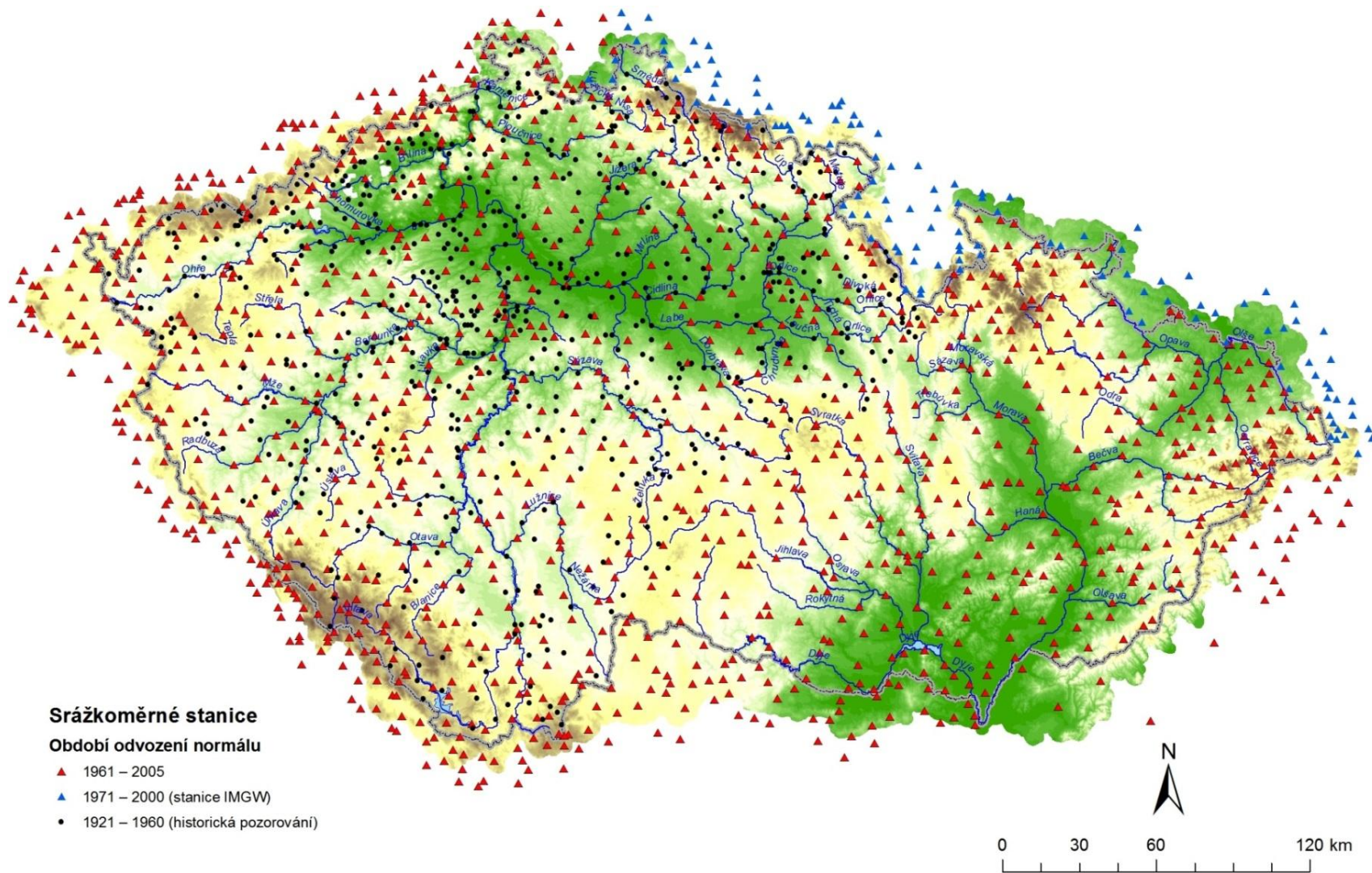


Dlouhodobá roční výška srážek

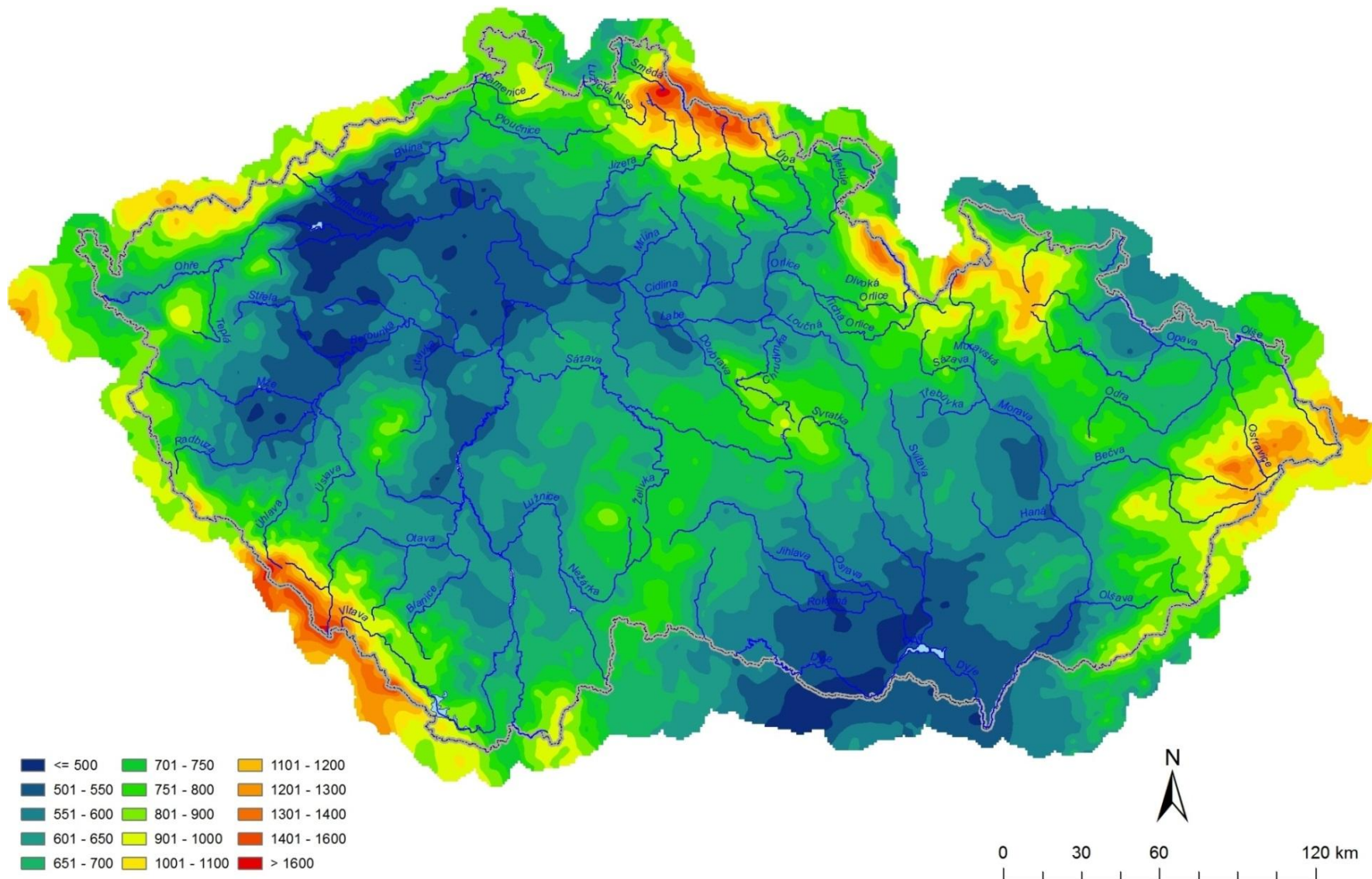
- Odvození rastru dlouhodobých ročních úhrnů srážek - **vrstva GIS**.
- Využití dat od zahraničních partnerů (DWD, IMGW, ZAMG, ...).
- Doplnění neúplných srážkových řad (pomocí regresních vztahů mezi doplňovanou stanicí a okolními stanicemi).
- Využití historických pozorování před rokem 1981.
- Použití metody orografické interpolace (vyvinuté v ČHMÚ).



Umístění srážkoměrných stanic



Dlouhodobá roční výška srážek P



Dlouhodobá roční výška odtoku

- Odvození rastru dlouhodobých ročních výšek odtoku - **vrstva GIS**.
- Odvození regresního vztahu mezi výškou odtoku, výškou srážek a potenciální evapotranspirací.

- Využití Budykova vztahu :
$$\frac{E}{P} = \left(1 + \left(\frac{E_p}{P} \right)^{-\vartheta} \right)^{-\frac{1}{\vartheta}}$$

E **skutečná evapotranspirace** (rozdíl mezi výškami srážek a odtoku) [mm]

P **roční výška srážek** [mm]

E_p **roční potenciální evapotranspirace** [mm]

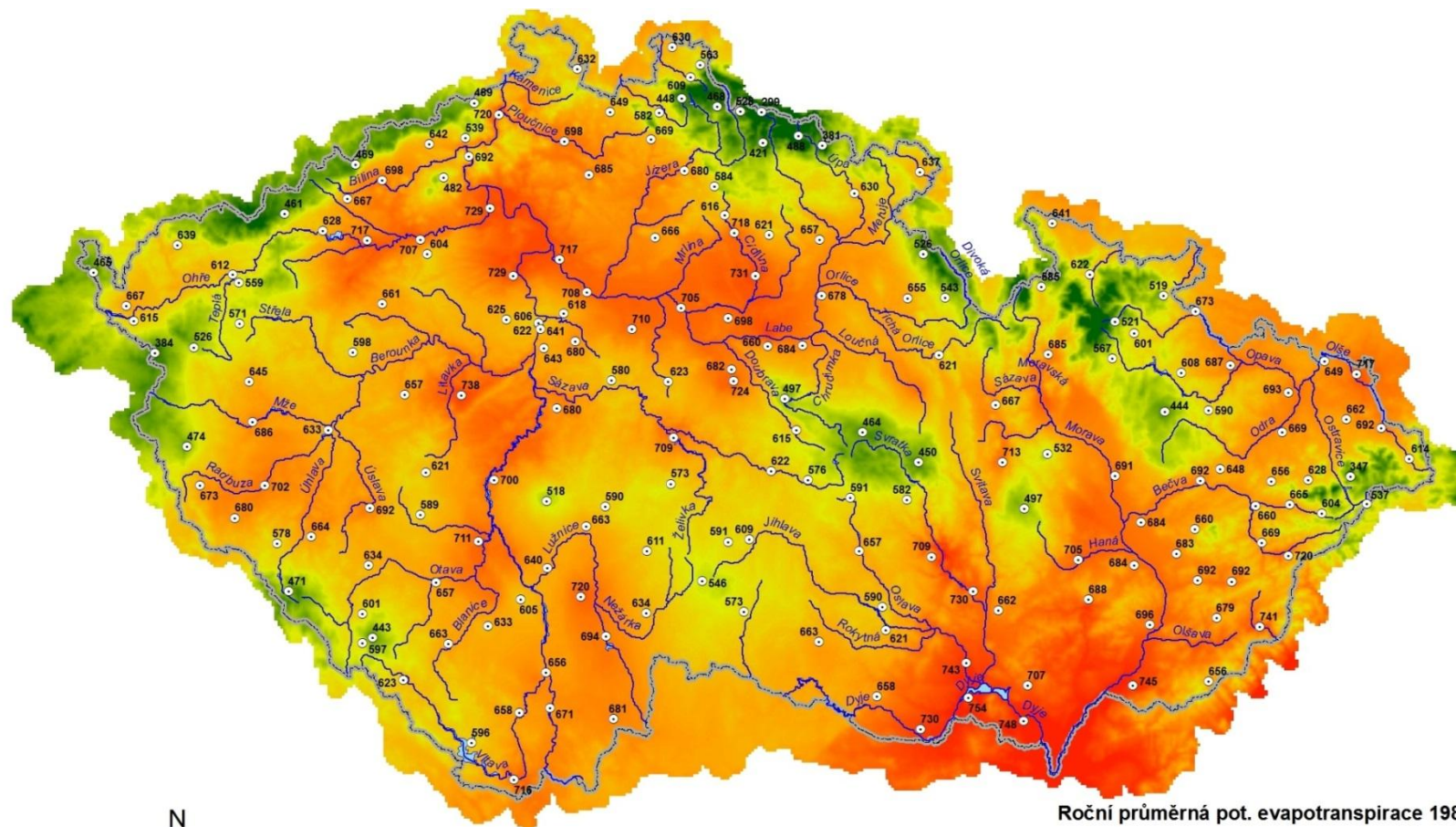
E_p / P **index aridity** [–]

ϑ **parametr**, jehož velikost je závislá na klimatických podmínkách daného regionu

- Byla použita modifikace Budykova vztahu.



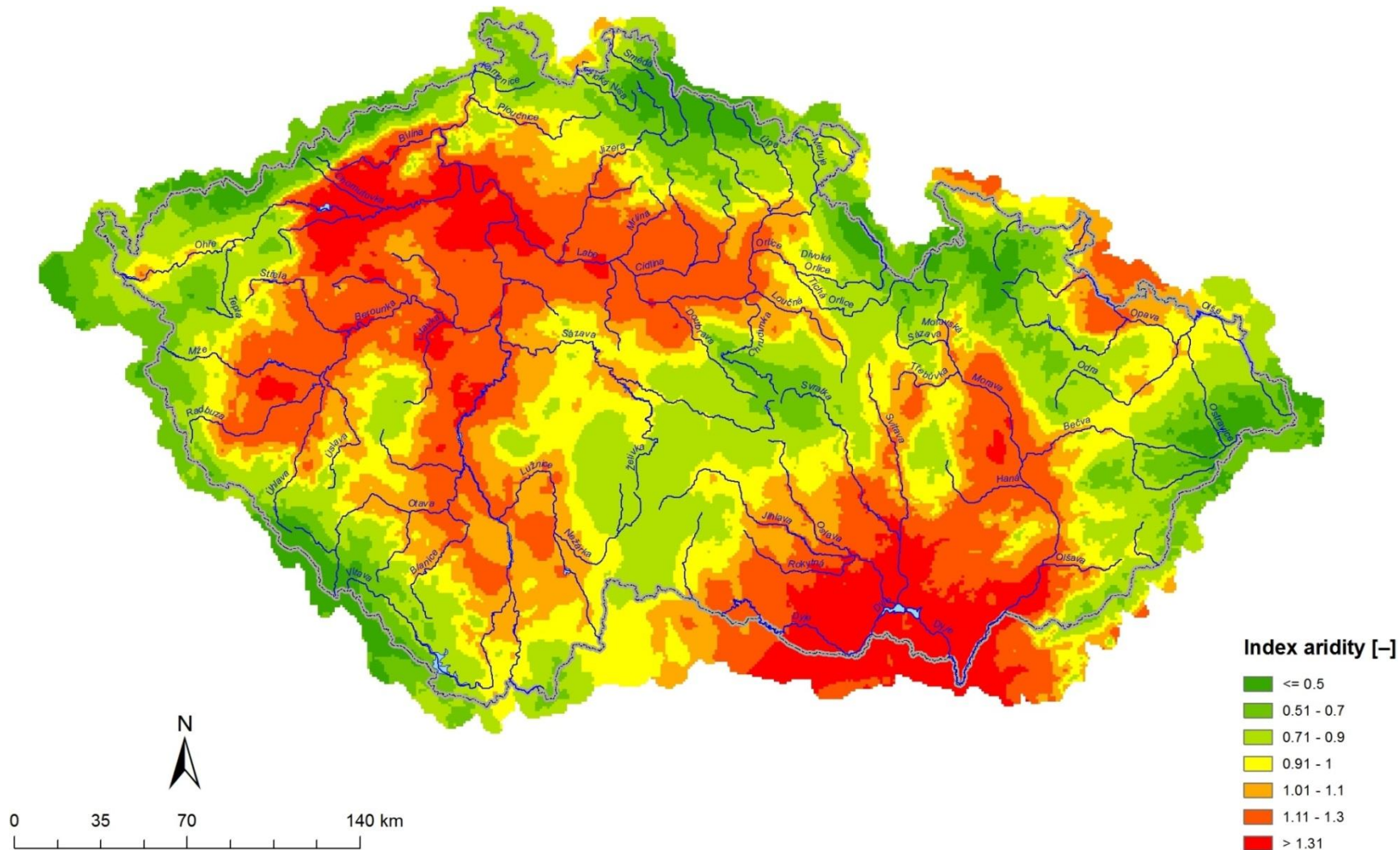
Roční potenciální evapotranspirace E_p (určená dle Papadakise)



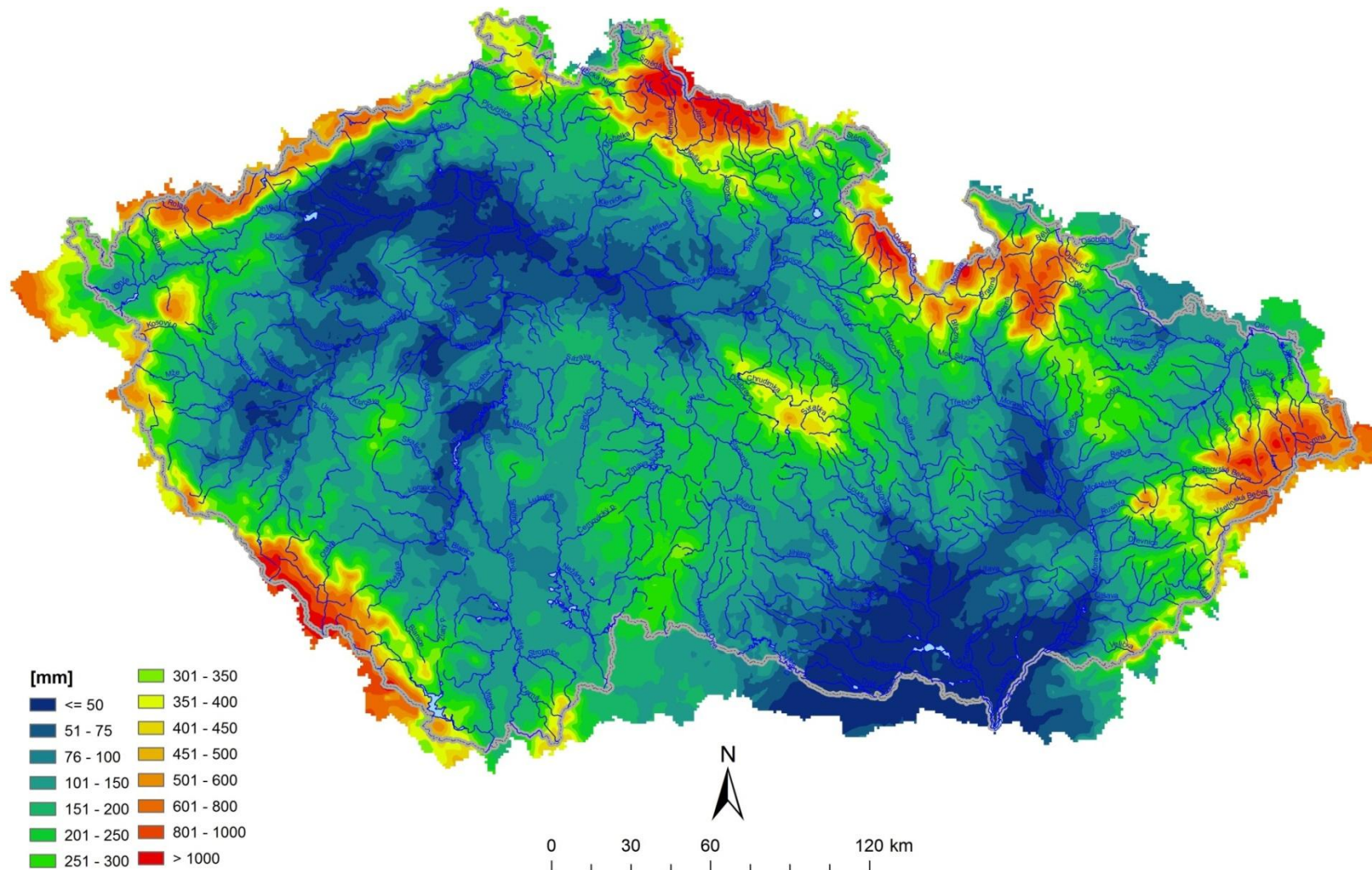
Roční průměrná pot. evapotranspirace 1981–2010 [mm]



Index aridity E_p / P



Dlouhodobá roční výška odtoku



***M*-denní průtoky**

- Jsou zpracovány na základě **pozorovaných dat** odpovídajících hydrologickému režimu, který může být přirozený nebo více či méně ovlivněný.
- Při odvození jsou využity **údaje o ovlivnění**.
- V případě ovlivněného hydrologického režimu jsou odvozeny ***M*-denní průtoky ovlivněné a odovlivněné**.
- Jejich použití se řídí účelem, pro který jsou poskytnuty.
- Výpočet odovlivněných *M*-denních průtoků probíhá paralelně s výpočtem ovlivněných *M*-denních průtoků.



Antropogenní ovlivnění hydrologického režimu

- odběry vody z povrchových a podzemních vod,
- převody vody mezi povodími,
- vypouštění odpadních vod,
- manipulace na vodních dílech.

Data ovlivnění jsou k dispozici pouze **v měsíčním kroku**. Za předpokladu, že ovlivnění se během měsíce příliš nemění, se s daty pracuje jako s denními hodnotami.

Řešení úseků **ovlivněných provozem nádrží** je zpravidla individuální v závislosti na dostupnosti a věrohodnosti vstupních dat. Často jsou přítoky a odtoky z (do) nádrží monitorovány včetně převodů vody mezi povodími.

Parametry řad ovlivnění (odběrů, vypouštění atd.) jsou začleněny přímo do výpočetního schématu jednotlivých říčních úseků.



M-denní průtoky

- Použito logaritmicko-normální rozdělení s pěti parametry **LN5** (Q_a , b , m , σ , $K100$), které lépe popisuje hydrologický režim než původně používané **LN3**.

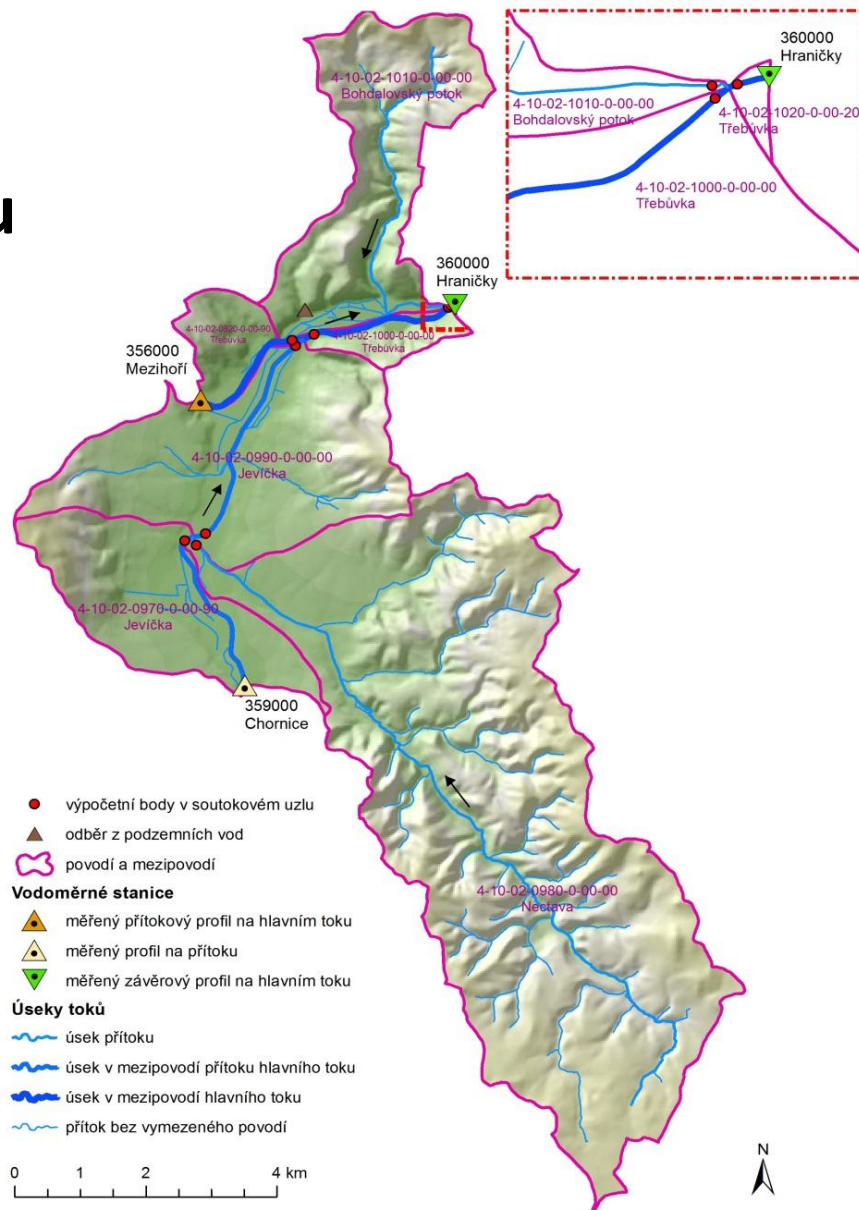
$$\text{LN3} \quad y = e^x + y_0$$

$$\text{LN5} \quad y = a \cdot e^{\text{sign}(x) \cdot |x|^b} + y_0$$

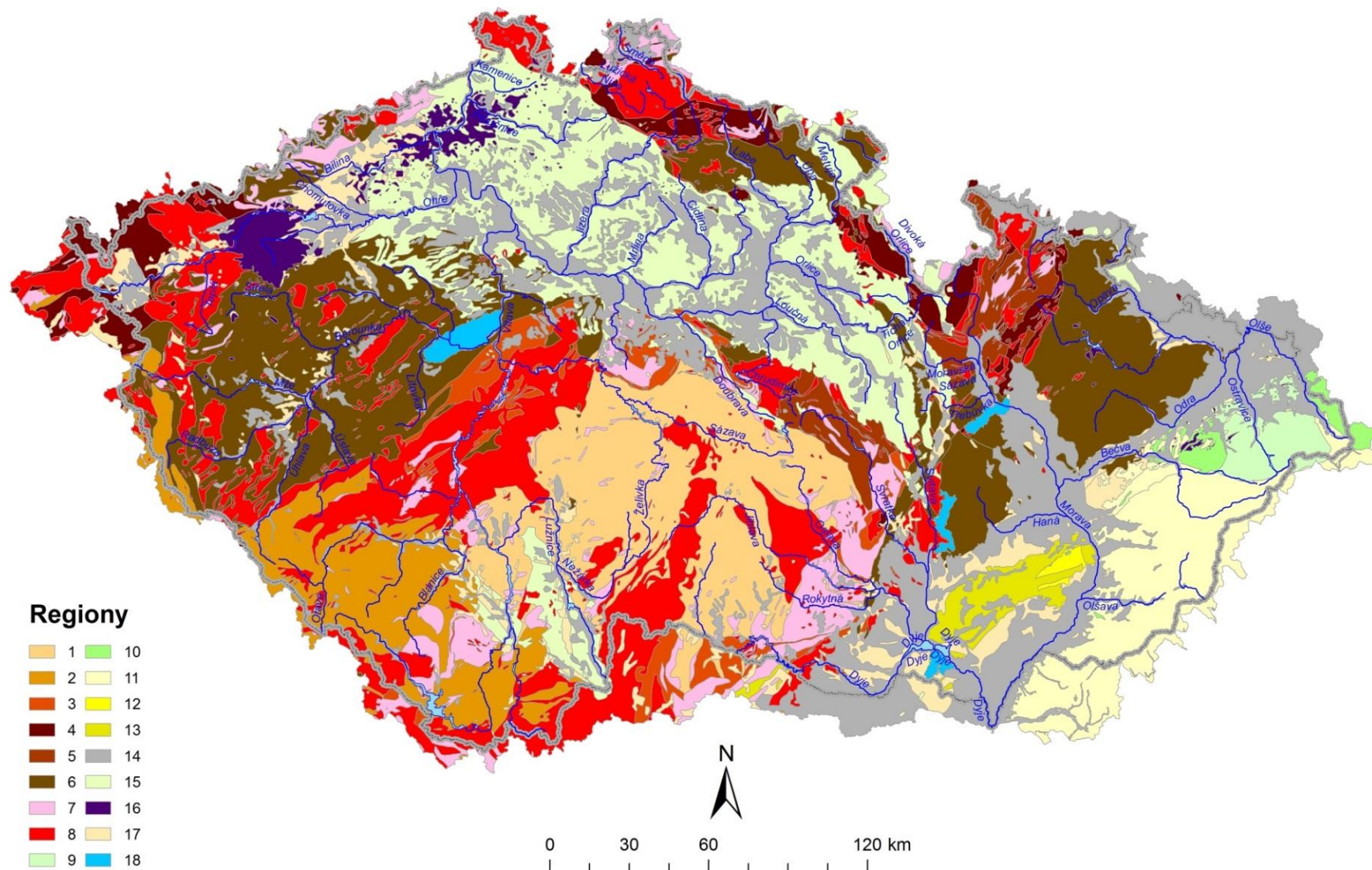
- Parametry slouží jako indikátory hydrologického režimu.
- Území ČR bylo rozděleno do **18 regionů** s odlišnými **litologickými vlastnostmi**, pro které byly odvozeny regresní vztahy pro jednotlivé parametry v závislosti na dalších fyzicko-geografických charakteristikách území.
- Odvození probíhá ve výpočetních úsecích, tj. **v mezipovodích mezi vodoměrnými stanicemi**, případně od pramene k první stanici. Mezipovodí je rozčleněno do podrobnosti základních ploch povodí.



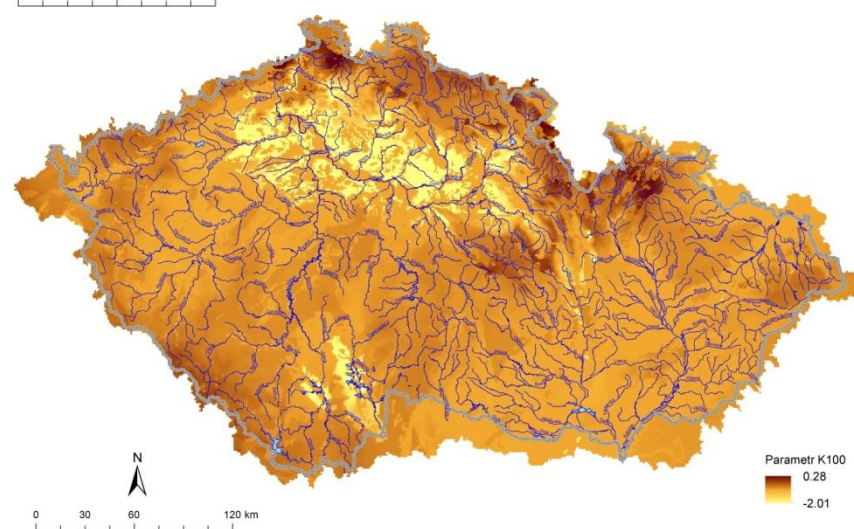
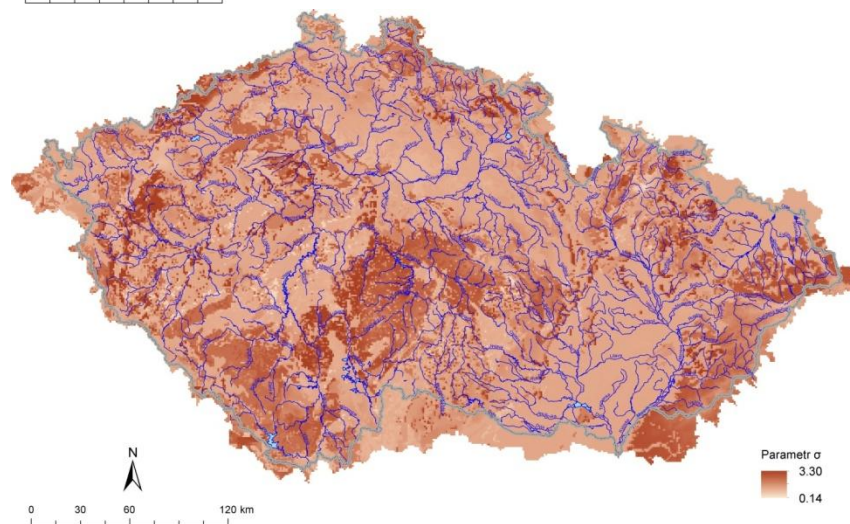
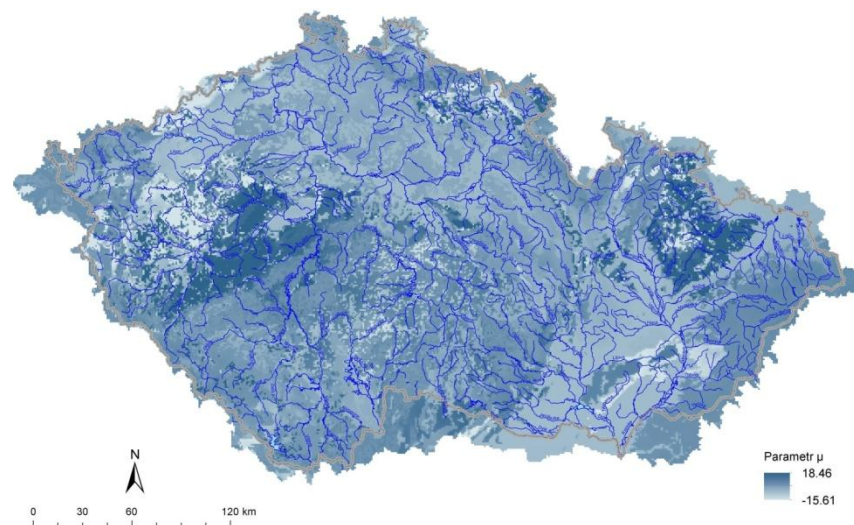
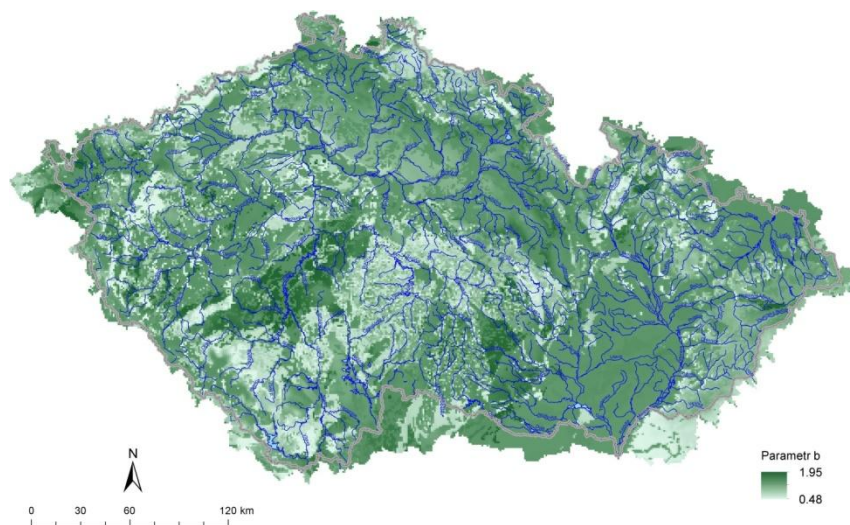
Schéma výpočetního úseku



Litologické členění ČR pro účely výpočtu



Mapy parametrů b , m , σ , K_{100}



Vztah pro odhad koeficientu korelace řad průtoků

$$r = 1 - \left[(A_h + A_p) \cdot \frac{0.1}{12000} \right] \cdot k$$

- r koeficient korelace (klesá s rostoucí plochou povodí)
- A_h plocha povodí hlavního toku nad přítokem [km²]
- A_p plocha povodí přítoku nebo mezipovodí na hlavním toku [km²]
- k korekční koeficient (implicitně $k = 1$, lze upravit)

Optimalizace parametrů LN5

Parametry LN5 se optimalizují na závěrový profil povodí.

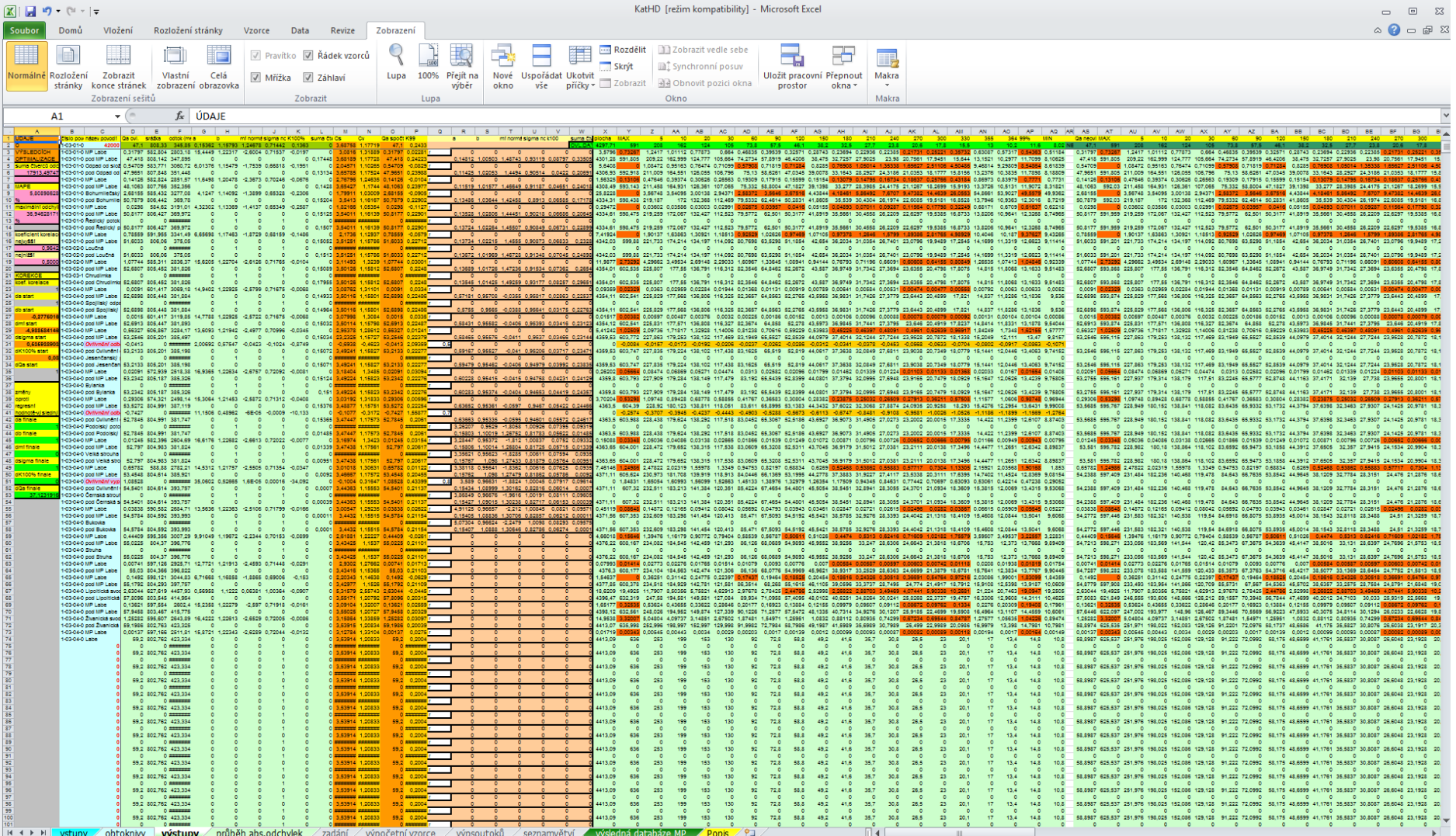
Provede se korekce optimalizovaných hodnot na data pozorovaná.



Ukázka odvození M-denních průtoků

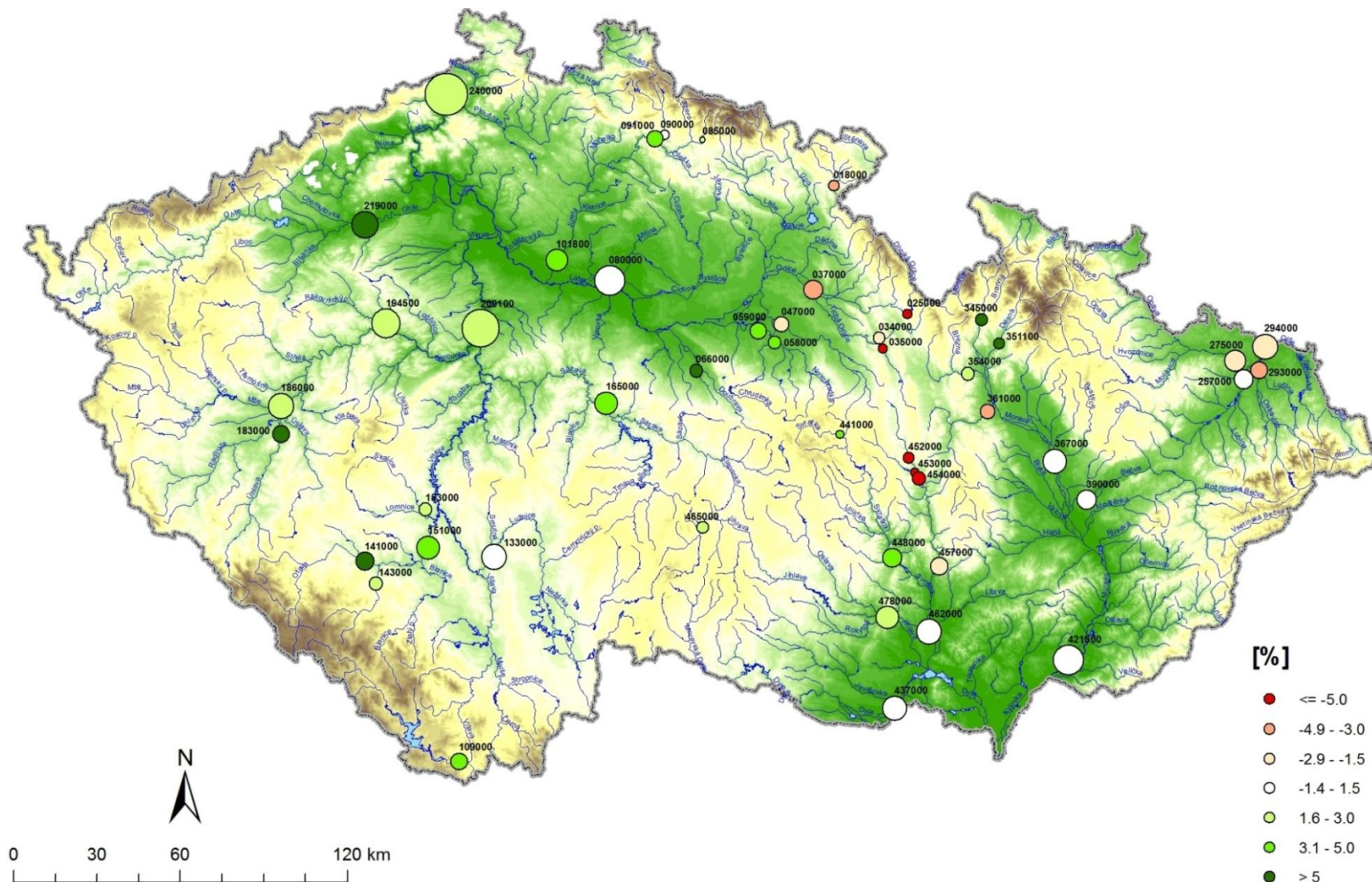
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Hlavní tok		RAZENÍ P	HORNÍ ST	DOLNÍ ST	Plocha_kr	Delka_use	Nadm_vysl	Poten_ev	Qa	b	mi	sigma	Prum_sra	sklonitost	K100	Chp	Nazev_tok
2	Labe		DBC	42000	61000	3,579599	0,703318	227,02977	681,5749	0,008565	1,223165	-2,60039	0,71537	582,8042	0,019448	-0,01972	1-03-01-0196-0	Labe
3	Labe		název	Němčice	Přelouč	5,640795	2,292058	233,34503	676,9879	0,014737	1,154793	-1,7539	0,668175	583,7711	0,023311	-0,19506	1-03-01-0200-0	Odpad od složiště poj
4	Labe	a		0,15362	0,879476	1,563252	1,944869	222,94124	679,1699	0,003805	1,204778	-2,36731	0,702457	582,8242	0,009885	-0,06764	1-03-01-0210-0	Labe
5	Labe	b		1,157931	0,853132	25,82276	10,0647	243,30278	668,5533	0,072234	1,140919	-1,38986	0,653279	585,4324	0,022089	-0,23061	1-03-01-0220-0	Bohumilečský potok
6	mi normálního rozložení			1,246781	0,483291	0,294719	0,393317	221,38292	676,3719	0,000803	1,133688	-1,41365	0,653491	584,6205	0,003838	-0,25867	1-03-01-0230-0	Labe
7	sigma normálního rozložení			0,714415	0,946915												1-03-01-0350-0	Redický potok
8	K100%			0,136303	0,162743	7,419238	4,166154	228,50862	669,1894	0,021162	1,174629	-1,87285	0,681588	591,9551	0,021367	-0,14862	1-03-01-0360-0	Labe
9	Qa povodi v m3/s			47,10	59,20												1-03-02-0873-0	Loučná
10	plocha k horní stanici v km2			4297,705		11,98766	3,995638	222,07243	681,2338	0,029023	1,227039	-2,61262	0,71765	585,3106	0,013368	-0,01038	1-03-02-0880-0	Labe
11	srážka ke stanici v mm			808,3296													1-03-03-1110-0	Chrudimka
12	Desetiletí			Ne	Ano, Ne	0,093594	0,327784	217,53961	684,8541	0,000245	1,229245	-2,57995	0,716753	601,4174	0,012788	-0,00682	1-03-04-0011-0	Labe
13	Aktuální ovlivněné průtoky			Ne	Ano, Ne												1-03-04-0012-0	Spojilský odpad
14	CHP horní stanice			1-03-01-0196-0	0-00-40	0,01517	0,069776	216,72609	685,2493	4,04E-05	1,229245	-2,57218	0,716753	601,4174	0,008183	-0,00682	1-03-04-0013-0	Labe
15			dk. korel	1		5,412421	3,151807	217,40814	686,8745	0,015173	1,219423	-2,49767	0,709959	606,8666	0,006114	-0,0345	1-03-04-0013-0	Labe
16	KOREKCE		dQa	1													1-03-04-0013-0	Ovlivnění odběr Param
17	koef. korelace		db	-0,277502													1-03-04-0020-0	Jesenčanský potok
18	nejvyšší		dmí	-4,988584		0,262019	0,218651	217,16864	689,475	0,000563	1,226339	-2,6757	0,720915	572,939	0,011356	-0,00811	1-03-04-0030-0	Labe
19	0,964156		dsigma	0,535939													1-03-04-0160-0	Bylanka
20	nejnižší		dK100%	0,07970		3,702041	3,072893	217,27399	691,3997	0,007894	1,214526	-2,58717	0,713118	574,321	0,010474	-0,04081	1-03-04-0170-0	Labe
21	0,5																1-03-04-0170-0	Ovlivnění odběr Synté:
22																	1-03-04-0270-0	Podolský potok
23	dQa finale					0,150884	0,325951	212,93292	696,4752	0,000335	1,22682	-2,66126	0,720224	582,3964	0,014238	-0,00767	1-03-04-0280-0	Labe
24	37,123192					7,461457	1,210278	223,59901	693,2145	0,01772	1,217573	-2,55051	0,713544	588,8798	0,013049	-0,03471	1-03-04-0310-0	Velká struha
25																	1-03-04-0320-0	Labe
26																	1-03-04-0320-0	Ovlivnění vyp Syntézie
27																	1-03-04-0440-0	Černská strouha
28						0,451188	1,04366	213,87491	700,887	0,001034	1,223631	-2,51056	0,717987	590,5822	0,033945	-0,01663	1-03-04-0451-0	Labe
29																	1-03-04-0452-0	Bukovka
30						4,660175	3,270793	226,00305	693,7416	0,011963	1,196724	-2,2344	0,701531	595,3561	0,022413	-0,08993	1-03-04-0453-0	Labe
31	Qa			47,1	59,2												1-03-04-0540-0	Struha
32	MAX			591	636	0,079929	0,137043	210,72502	701,5429	0,0002	1,219128	-2,45929	0,714477	597,1264	0,003483	-0,0291	1-03-04-0550-0	Labe
33		5		208	253	1,546374	1,986808	219,93167	701,867	0,004019	1,168579	-1,88648	0,690062	598,1208	0,025421	-0,15297	1-03-04-0550-0	Labe
34		10		162	199	18,62087	12,66276	259,60761	659,9958	0,070857	1,122201	0,063805	1,003641	627,6188	0,036624	-0,09074	1-03-04-0560-0	Lipoltická svodnice
35		20		124	153	1,651768	1,75016	212,54013	722,8298	0,003669	1,22279	-2,59703	0,719181	597,5538	0,01715	-0,01611	1-03-04-0570-0	Labe
36		30		105	130	14,95377	8,742552	213,51071	712,4025	0,033748	1,226133	-2,65286	0,720045	595,6072	0,007746	-0,00861	1-03-04-0580-0	Žvanická svodnice
37	1,8947368	60		73,8	92	0,01719	0,024217	207,63635	734,4039	3,69E-05	1,223427	-2,62885	0,72044	597,1657	0,015142	-0,01324	1-03-04-0590-0	Labe
38		90		57,5	72,8													
39		120		46,1	58,8													
40		150		38,2	49,2													
41		180		32,5	41,6													
42		210		27,7	35,7													
43		240		23,8	30,8													
44		270		20,6	26,5													
45		300		17,8	23													
46		330		15,5	20,1													
47		355		13	17													
48		364		10,2	13,4													
49		99		11,6	14,8													
50	MIN			8,02	10,8													



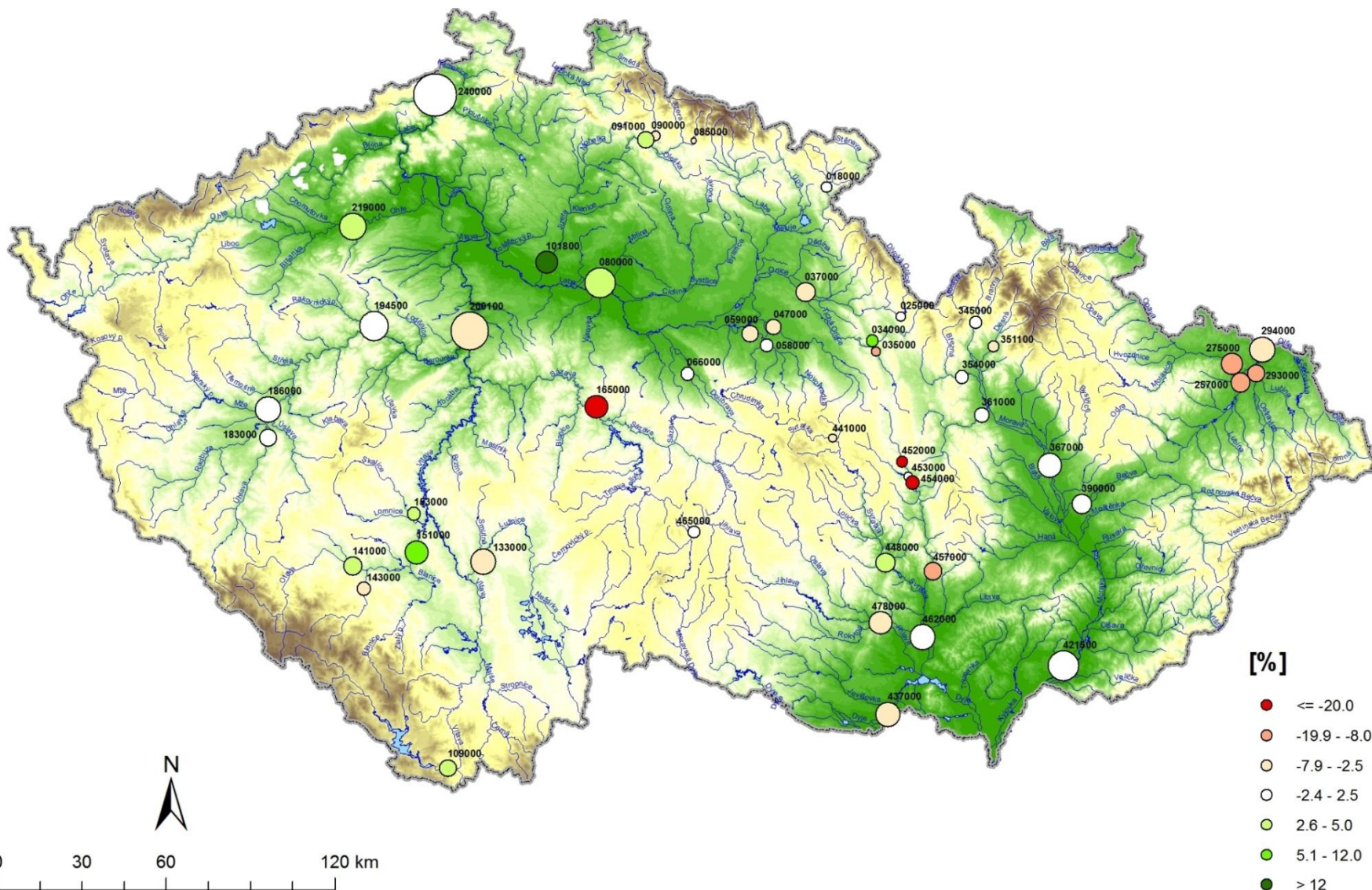


Porovnání dat za referenční období 1931–1980 a 1981–2010

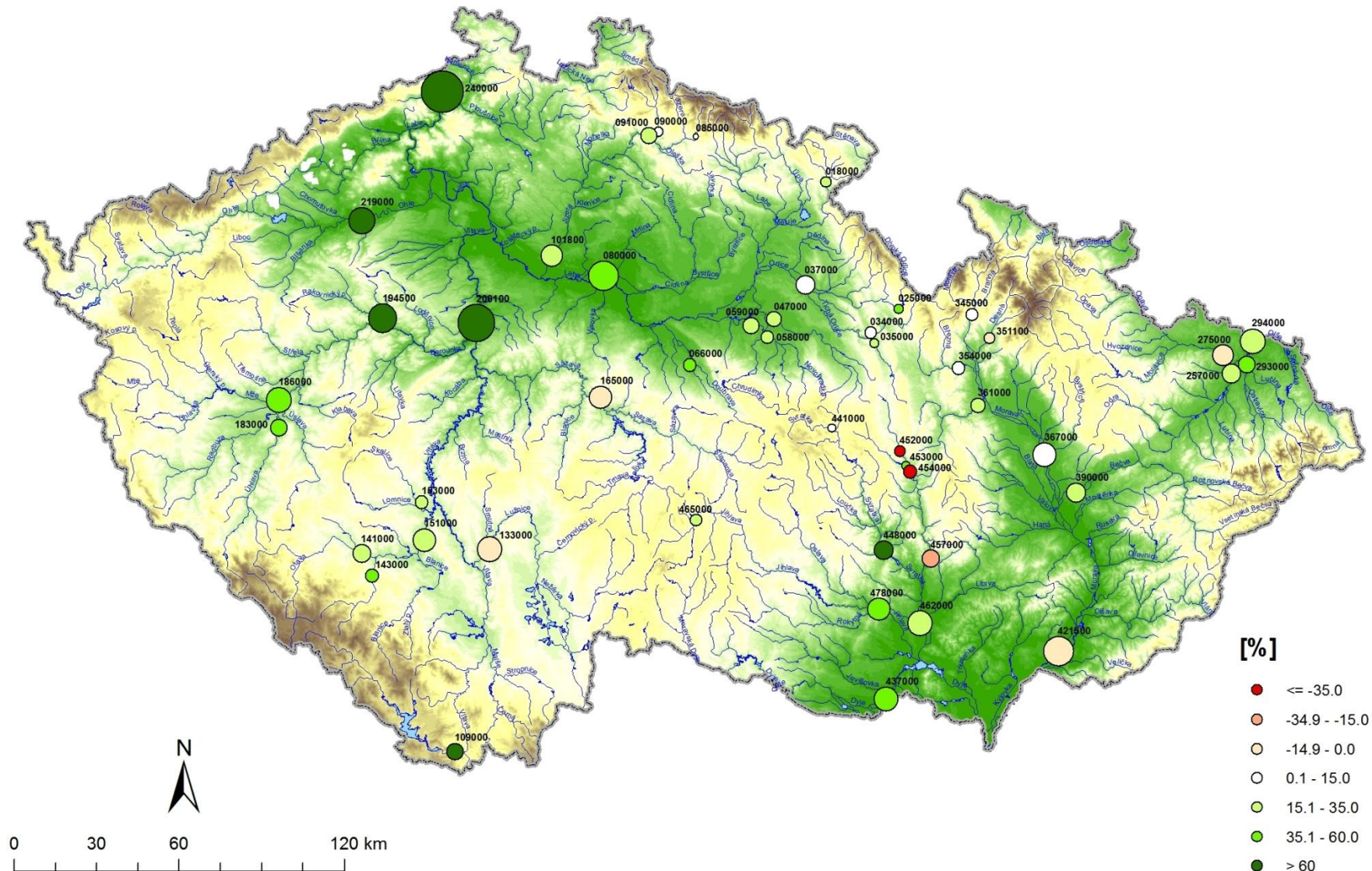
Dlouhodobá roční výška srážek



Dlouhodobá roční výška odtoku



Q_{355d}



Rozdíly v charakteristikách za obě referenční období jsou zejména způsobeny:

- použitím jiného referenčního období,
- větší hustotou vstupních dat z vodoměrných stanic,
- odlišnými metodikami zpracování,
- zahrnutím dat antropogenního ovlivnění,
- podrobnou verifikací pozorovaných dat ve vodoměrných stanicích.

