

Vliv, analýza a možnosti využití ochranné funkce údolních nádrží pro ochranu před povodněmi v povodí Labe

The influence, analysis and possibilities of utilization of the dam protective function for flood mitigation in the Labe river basin

VaV/650/6/03

DÚ 06 Statistická analýza řad maximálních průtoků

DÚ 06 Statistical analysis of series of peak discharges

B. Kulasová, M. Boháč

Český hydrometeorologický ústav

Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 - Komořany

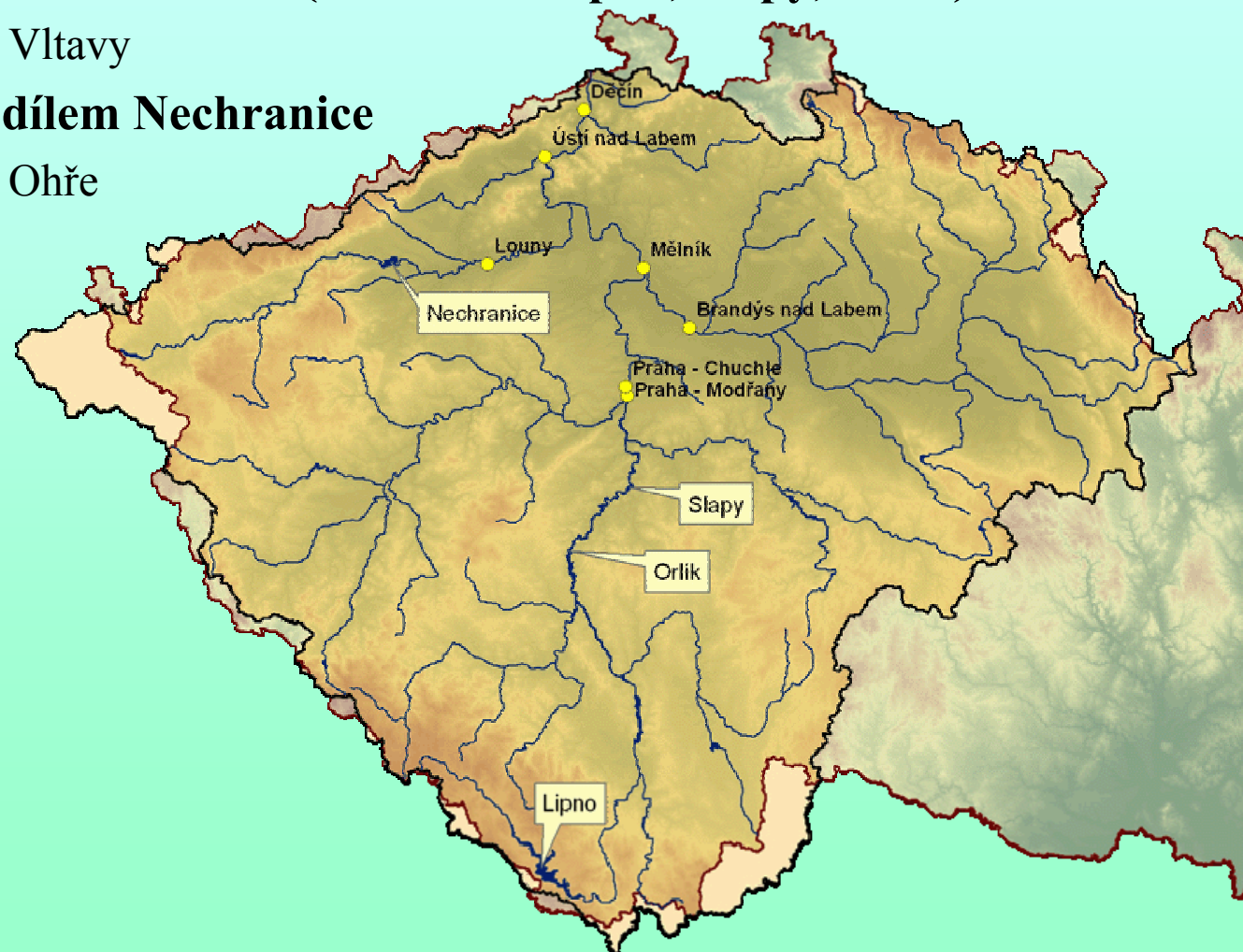
kulasova@chmi.cz

bohac@chmi.cz

Výběr vodoměrných stanic

Selection of water gauging stations

Cíl projektu - posouzení vlivu nádrží na povodňové průtoky ve vybraných stanicích
na Vltavě **pod vltavskou kaskádou (vodní dílo Lipno, Slapy, Orlik)**
na Labi pod zaústěním Vltavy
na Ohři **pod vodním dílem Nechranice**
na Labi pod zaústěním Ohře



Seznam vodoměrných stanic

List of water gauging stations

DBC	Stanice	Tok	Plocha povodí [km ²]	Celkové období pro Q _{max}	Období pro Q _{max} ovlivněné
1040	Brandýs nad Labem	Labe	13 109.2	1883-2002	-
2000	Praha – Modřany	Vltava	26 714.4	1827-1990	1954-1990
2001	Praha – Chuchle		26 730.7	1991-2002	1991-2002
2040	Mělník	Labe	41 838.0	1845, 1852-2002	1954-2002
2190	Louny	Ohře	4 962.3	1884-2002	1968-2002
2210	Ústí nad Labem	Labe	48 540.8	1845, 1851-2002	1954-2002
2400	Děčín	Labe	51 123.3	1845, 1851-2002	1954-2002

Sestavení řad maximálních průtoků

Compilation of peak discharge series

dva typy řad ročních maximálních průtoků za období **1890-2002**

- **přirozené řady** - odpovídají stavu povodí bez vlivu nádrží
- **ovlivněné řady** - prezentují průtokový režim ovlivněný nádržemi

➤ **simulované řady z modelu**

vstup do simulačního modelu:

kulminační a průměrné denní průtoky

denní úhrny srážek (pro povodí bez vodoměrných pozorování a mezipovodí)

vstupní denní hodnoty se převádějí na šestihodinové průměry

výstup z modelu:

simulované řady průtoků (přirozených a ovlivněných) v šestihodinovém kroku

- #### ➤ **kombinované řady** - kombinace pozorovaných a simulovaných průtoků (pro ověření výsledků ze simulačního modelu)

Přehled sestavení průtokových řad

Compilation of discharge series

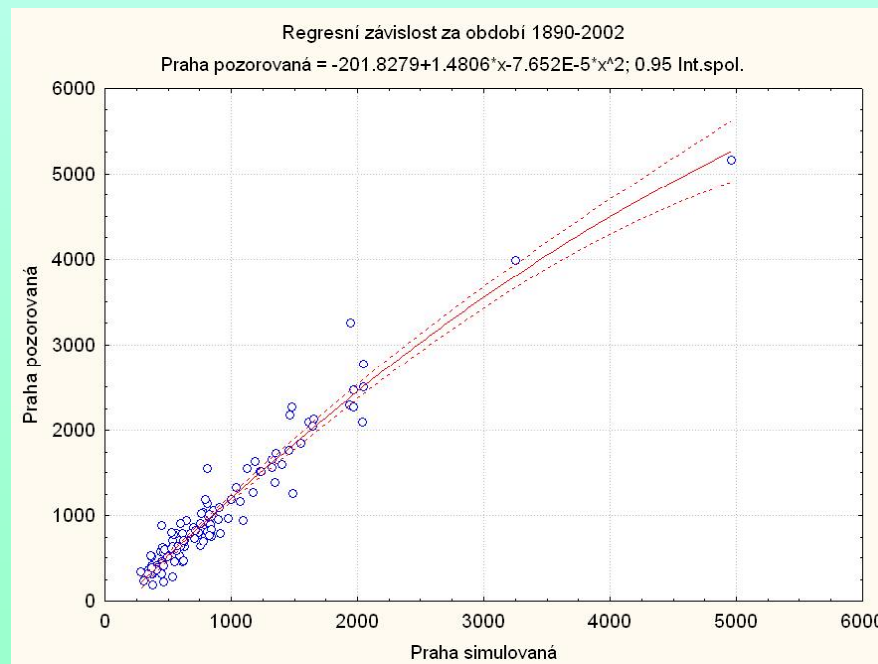
Označení řady	Typ řady	Průtoky	
Simulovaná	přirozená	šestihodinové simulované pro celé období	
	ovlivněná	šestihodinové simulované pro celé období	
Kombinovaná	přirozená	pozorované (přirozené) kulminační před výstavbou nádrží	simulované šestihodinové pro období po výstavbě nádrží
	ovlivněná	simulované šestihodinové pro období před výstavbou nádrží	pozorované (ovlivněné) kulminační po výstavbě nádrží

Regresní vztah ve vodoměrné stanici Praha

Regression in station Praha

nesourodost kombinovaných řad lze tolerovat pro velká povodí (např. Labe) ve stanici **Praha** odvozen **regresní vztah** pro odstranění nesourodosti kombinované řady z pozorovaných (okamžitých) a simulovaných (šestihodinových) průtoků

pomocí regresního vztahu simulované šestihodinové průtoky převedeny na okamžité průtoky => vznik nových kombinovaných řad (pro přirozený i ovlivněný stav)



Statistická analýza simulovaných řad maximálních průtoků

Statistical analysis of simulated series of peak discharges

Software: CTPA (Change and Trend Problem Analysis)

Statistica

Stanovení:

- **základních statistických charakteristik** průtokových řad
- **histogramů** rozdělení četností
- zjišťování **bodů zlomu** pomocí testů změny střední hodnoty (Worsleyův, kumulativní odchylky, poměr věrohodnosti), testů změny rozptylu a dalších testů (Wilcoxonův, Kolmogorova, ...)
- analýza **trendu** (testy přítomnosti trendu, vzniku trendu, změny směrnice trendu a změny trendu)

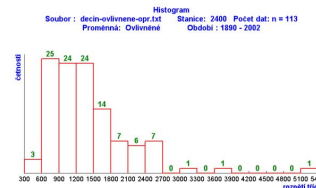
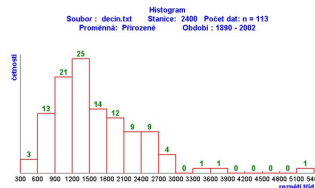
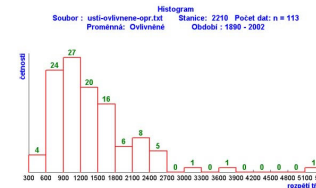
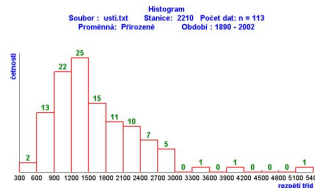
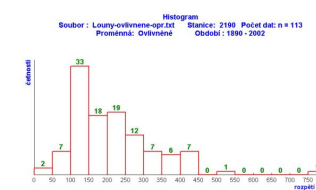
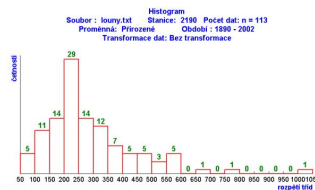
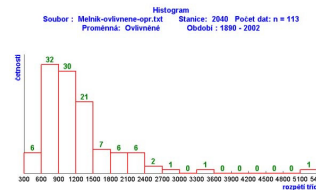
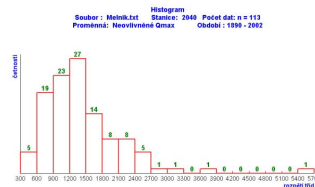
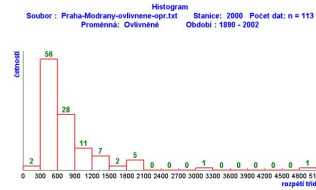
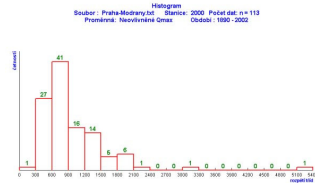
Základní statistické charakteristiky za období 1890-2002

Basic statistical parameters for the period 1890-2002

Stanice	Typ řady	Průměr Qmax		Koeficient variace Cv	Koeficient asymetrie Cs
		[m ³ .s ⁻¹]	[%]		
Brandýs n.L.	přirozená	546	-	0.415	1.009
Praha	přirozená	972	18.9	0.655	3.284
	ovlivněná	788		0.760	3.953
Mělník	přirozená	1419	12.5	0.505	2.244
	ovlivněná	1242		0.540	2.707
Louny	přirozená	289	25.3	0.533	1.671
	ovlivněná	216		0.528	1.508
Ústí n.L.	přirozená	1608	14.3	0.460	1.539
	ovlivněná	1378		0.495	2.228
Děčín	přirozená	1614	13.6	0.460	1.525
	ovlivněná	1394		0.489	2.133

Histogramy průtoků

Histograms of discharges



Praha

Mělník

Louny

Ústí n.L.

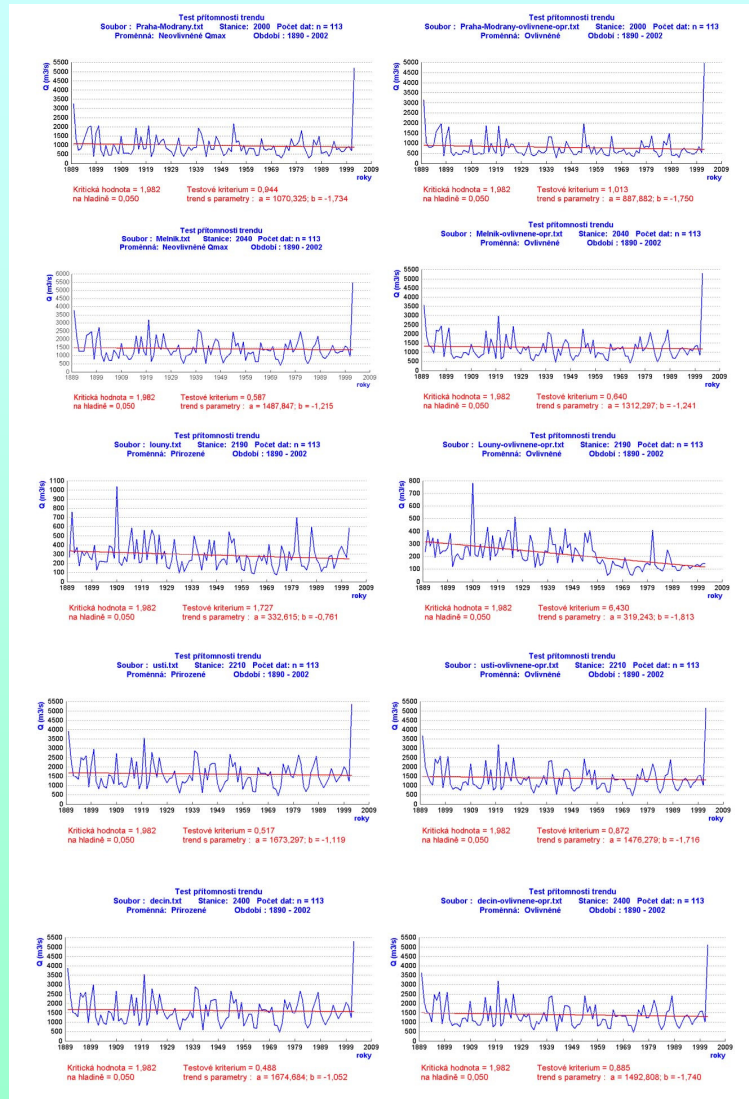
Děčín

přirozené řady
unaffected series

ovlivněné řady
affected series

Trendy průtoků

Trends of discharges



Praha

Mělník

Louny

Ústí n.L.

Děčín

přirozené řady
unaffected series

ovlivněné řady
affected series

Odvozování N-letých průtoků

Derivation of N-year flood peak discharges

program LNwin využívá logaritmicko normální rozdělení (LN2, LN3) a různé metody odhadu parametrů (metoda momentů, metoda momentů logaritmicky transformovaných veličin, metoda založená na minimu kvadrátů relativních odchylek empirického a teoretického rozdělení)

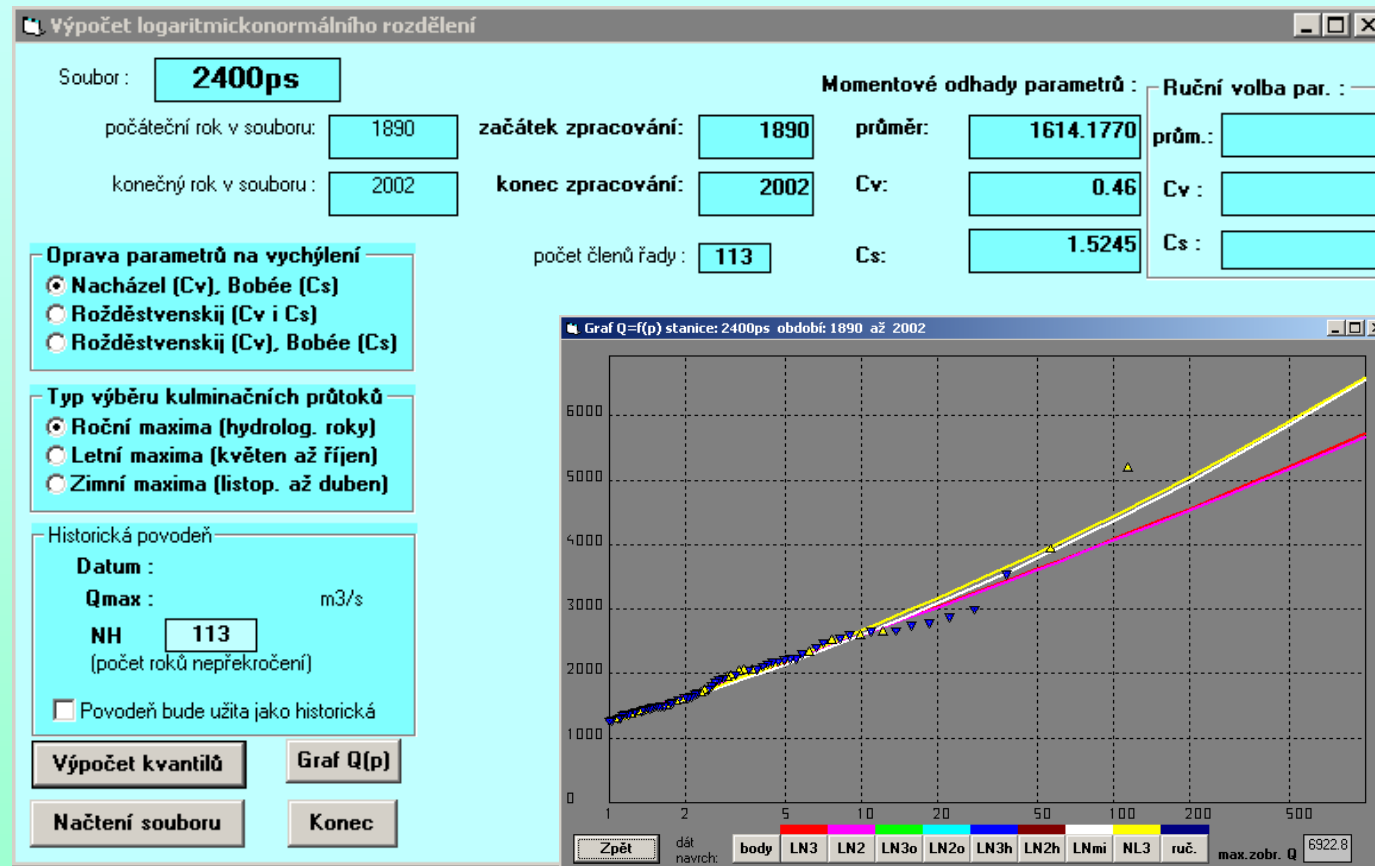
program umožňuje variantně volit dobu opakování největší povodně při odvozování přirozených a ovlivněných N-letých průtoků uvažováno v každé vodoměrné stanici stejné teoretické rozdělení

ovlivněné N-leté průtoky odvozené z řad ze simulačních modelů za zjednodušujících podmínek manipulací nelze považovat za návrhové veličiny

přirozené N-leté průtoky odvozené z kombinovaných řad za co nejdelší období, tj. se zahrnutím povodní i před rokem 1890 se blíží se návrhovým veličinám

Příklad použití programu LNwin

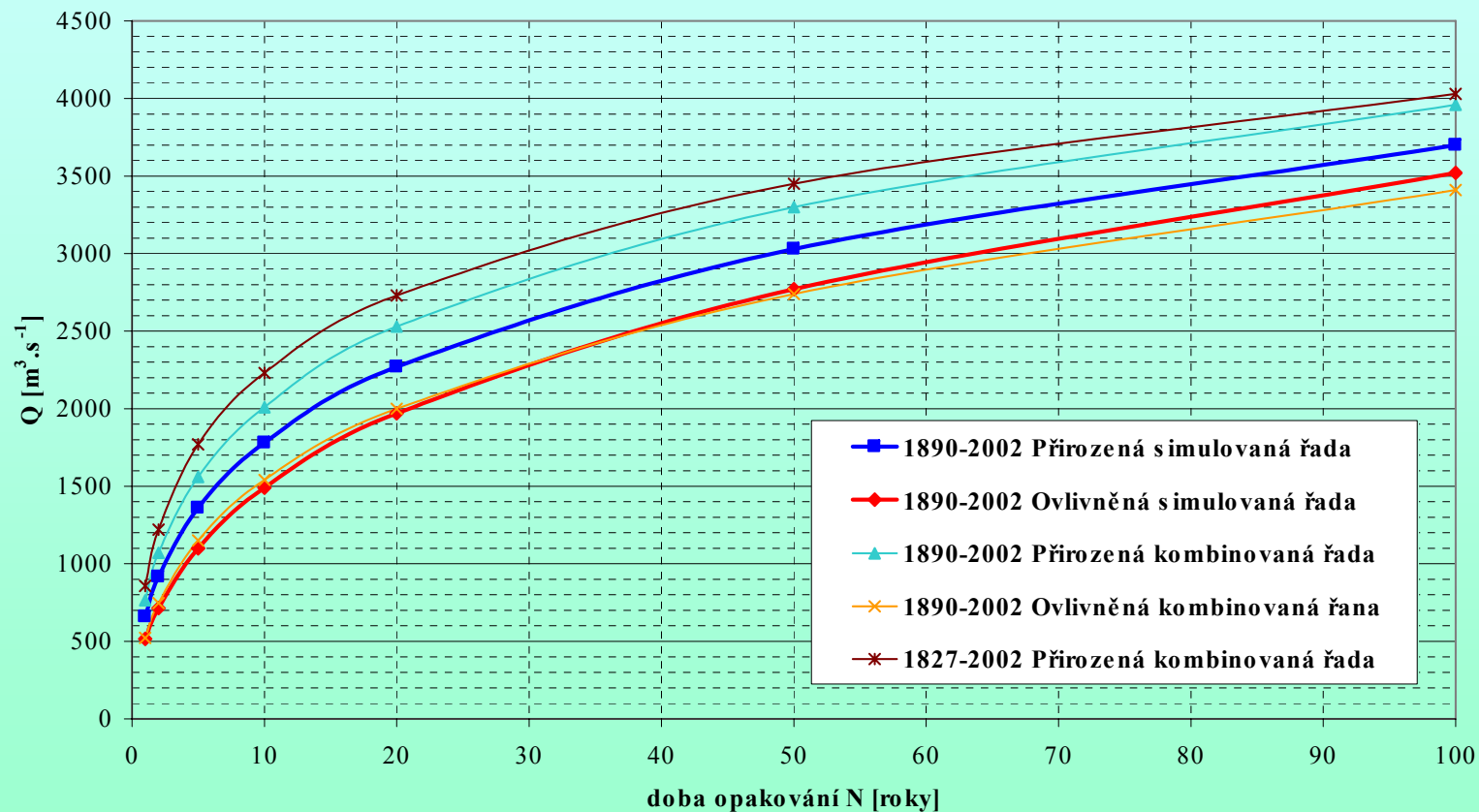
Example of using the program LNwin



Odvozené N-leté průtoky ve stanici Praha

Derived N-year discharges in station Praha

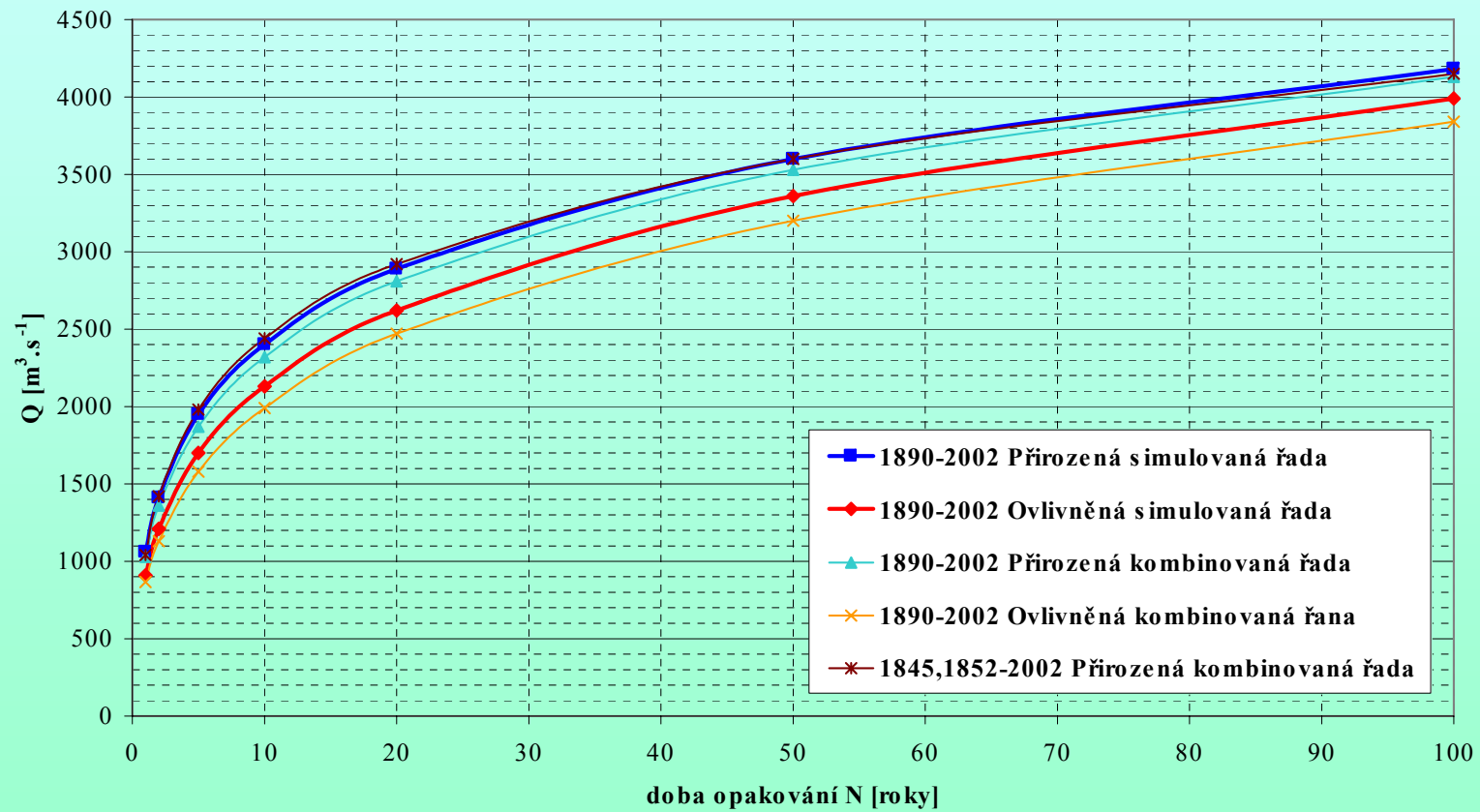
Praha - Vltava



Odvozené N-leté průtoky ve stanici Mělník

Derived N-year discharges in station Mělník

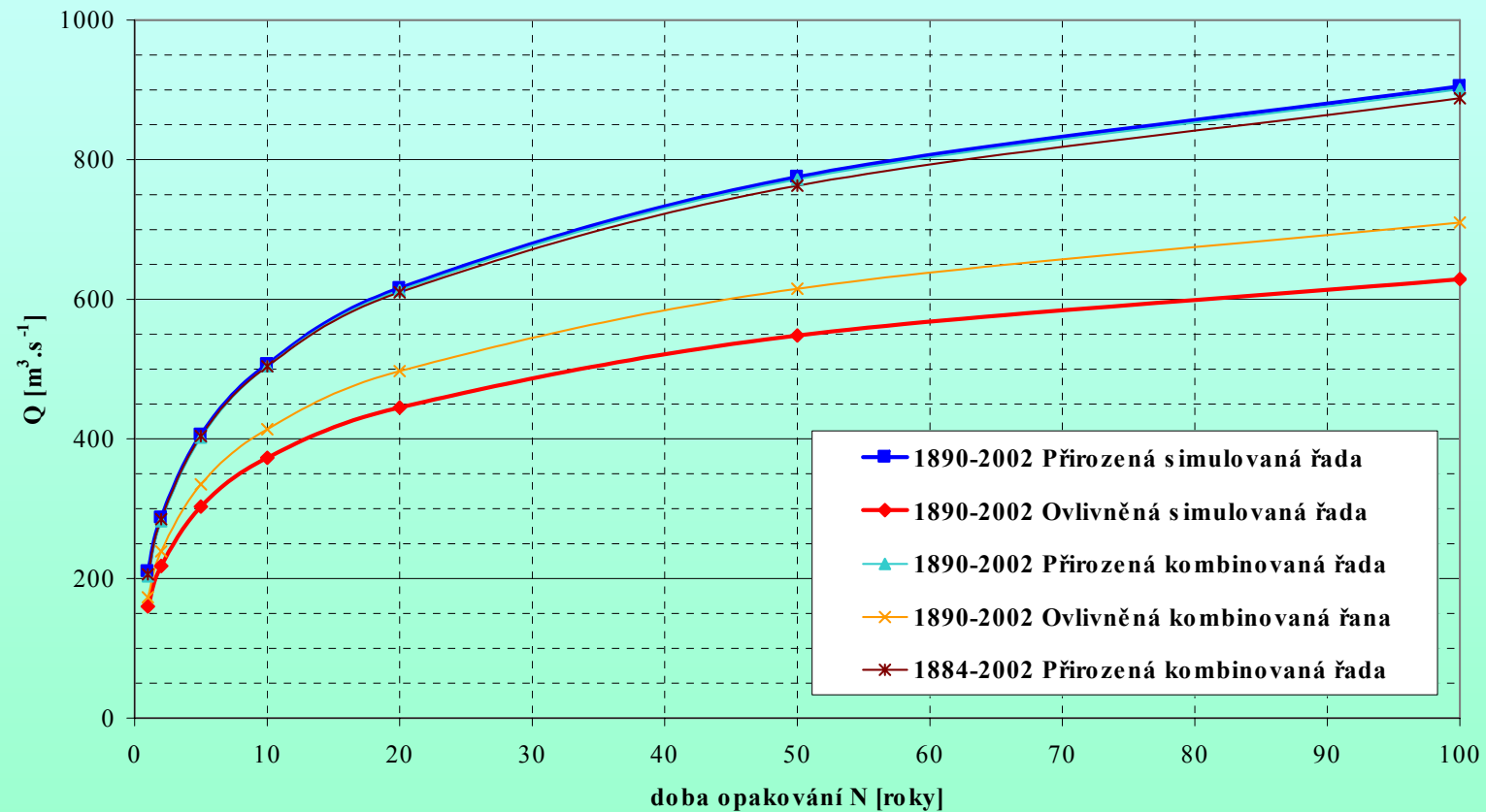
Mělník - Labe



Odvozené N-leté průtoky ve stanici Louny

Derived N-year discharges in station Louny

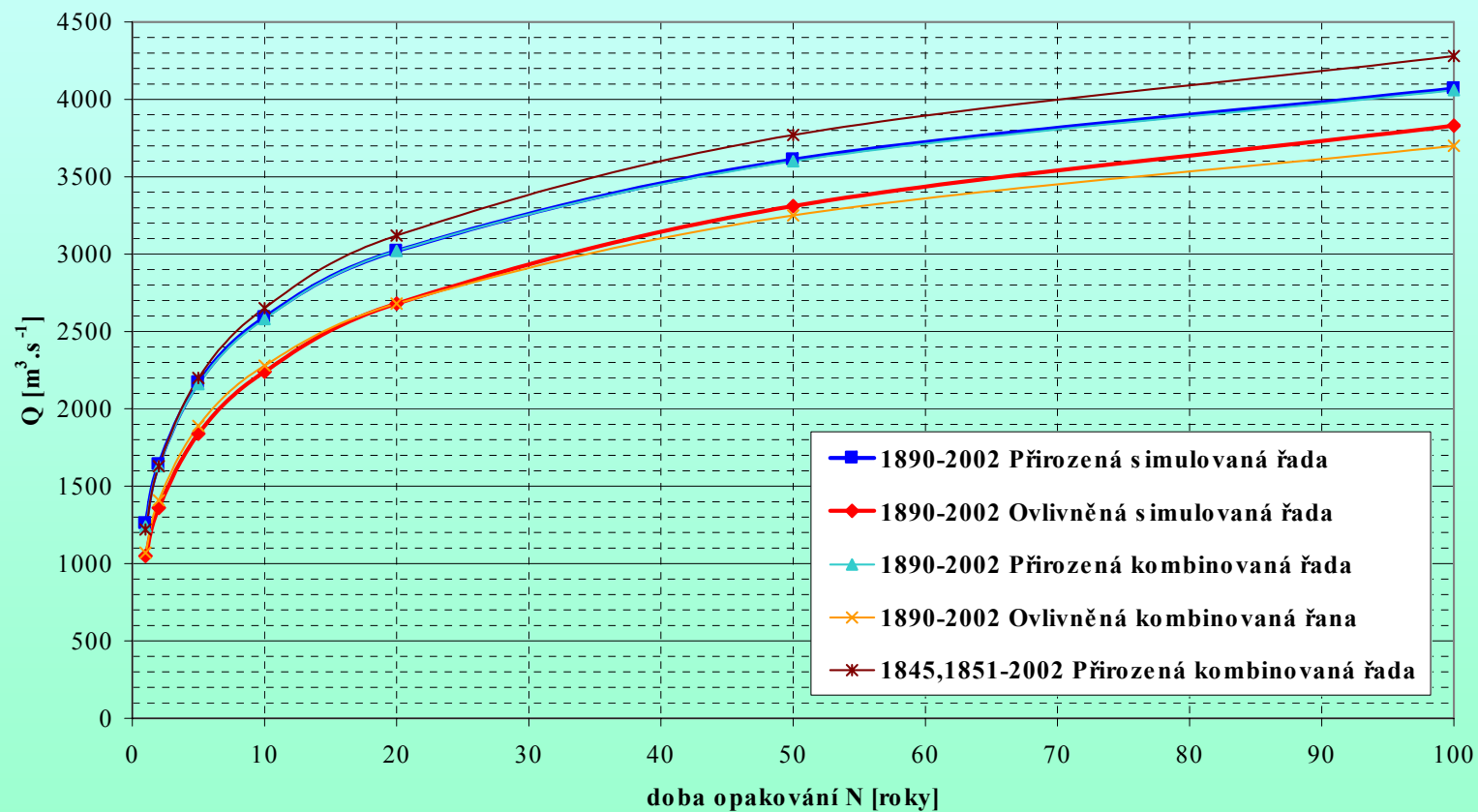
Louny - Ohře



Odvozené N-leté průtoky ve stanici Ústí n.L.

Derived N-year discharges in station Ústí n.L.

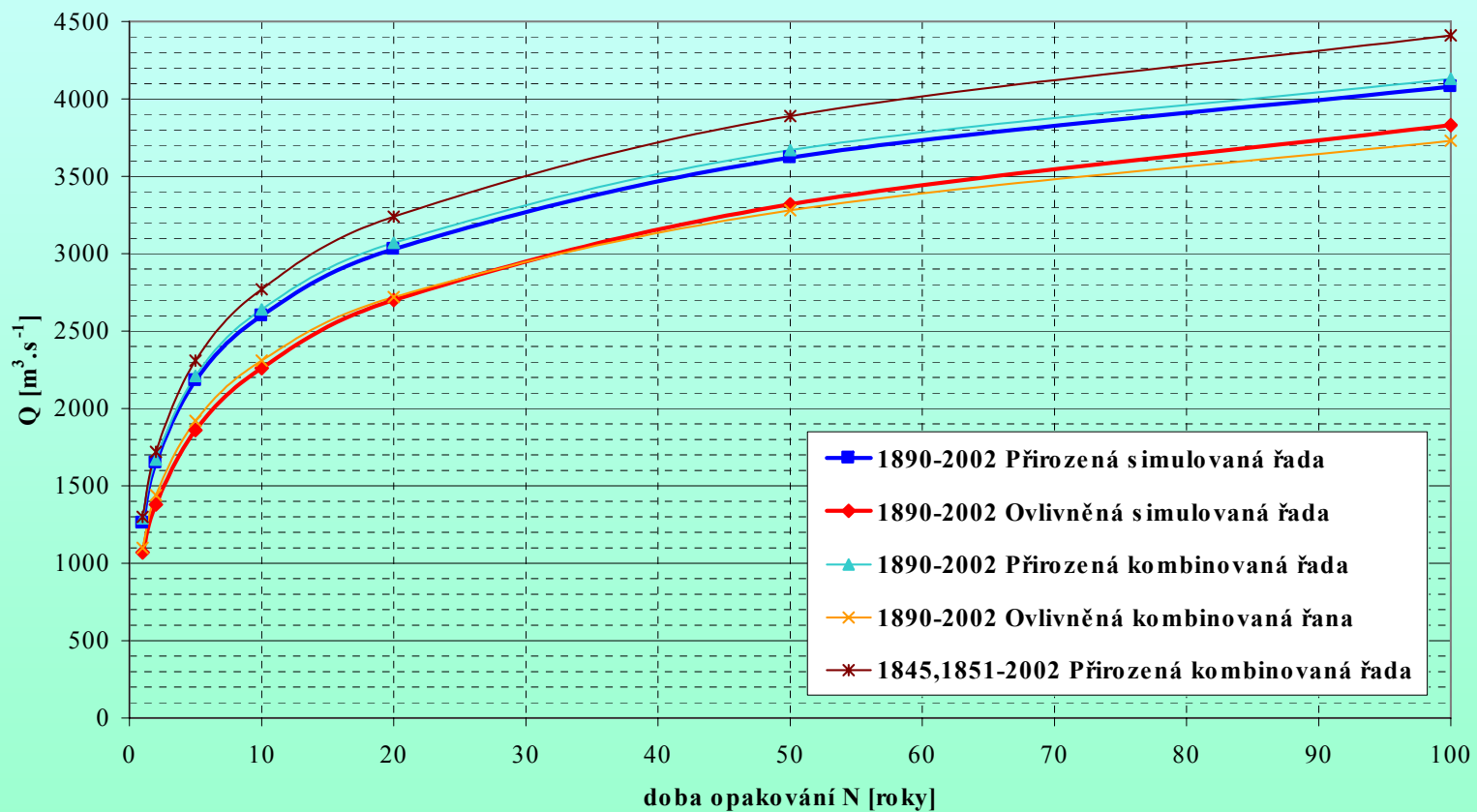
Ústí nad Labem - Labe



Odvozené N-leté průtoky ve stanici Děčín

Derived N-year discharges in station Děčín

Děčín - Labe



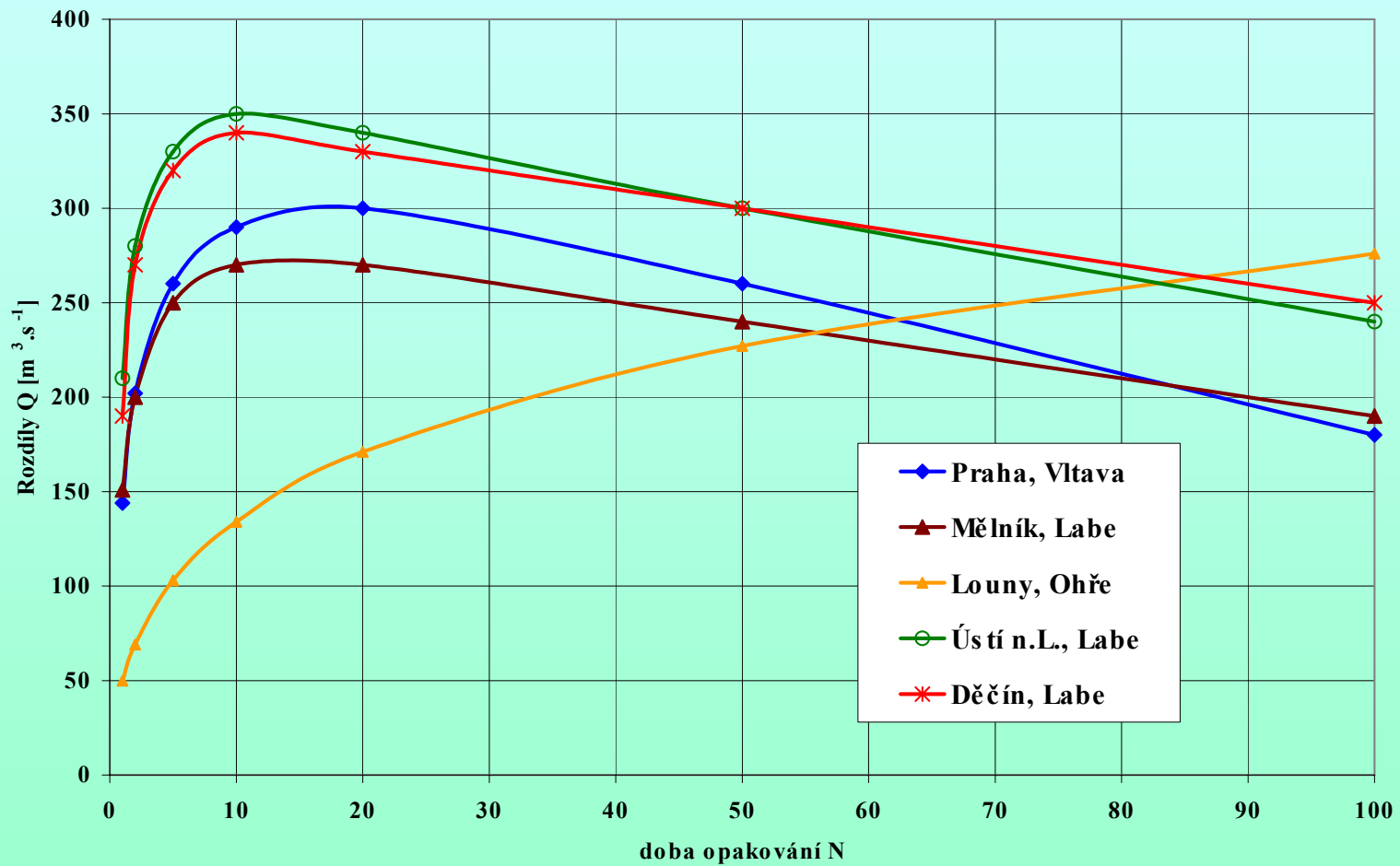
Rozdíly přirozených a ovlivněných N-letých průtoků

Differences between unaffected and affected N-year discharges

Stanice	Řady		Rozdíly přirozených a ovlivněných průtoků pro N						
			1	2	5	10	20	50	100
Praha	simulované	Q [m ³ .s ⁻¹]	144	202	260	290	300	260	180
		[%]	21.9	22.1	19.1	16.3	13.2	8.6	4.9
	kombinované	Q [m ³ .s ⁻¹]	241	323	410	470	530	560	550
		[%]	31.5	30.2	26.3	23.4	20.9	17.0	13.9
Mělník	simulované	Q [m ³ .s ⁻¹]	151	200	250	270	270	240	190
		[%]	14.2	14.2	12.8	11.3	9.3	6.7	4.5
	kombinované	Q [m ³ .s ⁻¹]	163	230	290	330	340	330	290
		[%]	15.8	16.9	15.5	14.2	12.1	9.3	7.0
Louny	simulované	Q [m ³ .s ⁻¹]	50	69	103	134	171	227	276
		[%]	23.8	24.0	25.4	26.4	27.8	29.3	30.5
	kombinované	Q [m ³ .s ⁻¹]	30	43	67	90	116	157	191
		[%]	14.8	15.2	16.7	17.9	18.9	20.3	21.2
Ústí n.L.	simulované	Q [m ³ .s ⁻¹]	210	280	330	350	340	300	240
		[%]	16.7	17.1	15.2	13.5	11.3	8.3	5.9
	kombinované	Q [m ³ .s ⁻¹]	170	220	270	300	340	350	360
		[%]	13.7	13.5	12.5	11.6	11.3	9.7	8.9
Děčín	simulované	Q [m ³ .s ⁻¹]	190	270	320	340	330	300	250
		[%]	15.1	16.4	14.7	13.1	10.9	8.3	6.1
	kombinované	Q [m ³ .s ⁻¹]	190	230	290	330	350	390	400
		[%]	14.7	13.8	13.1	12.5	11.4	10.6	9.7

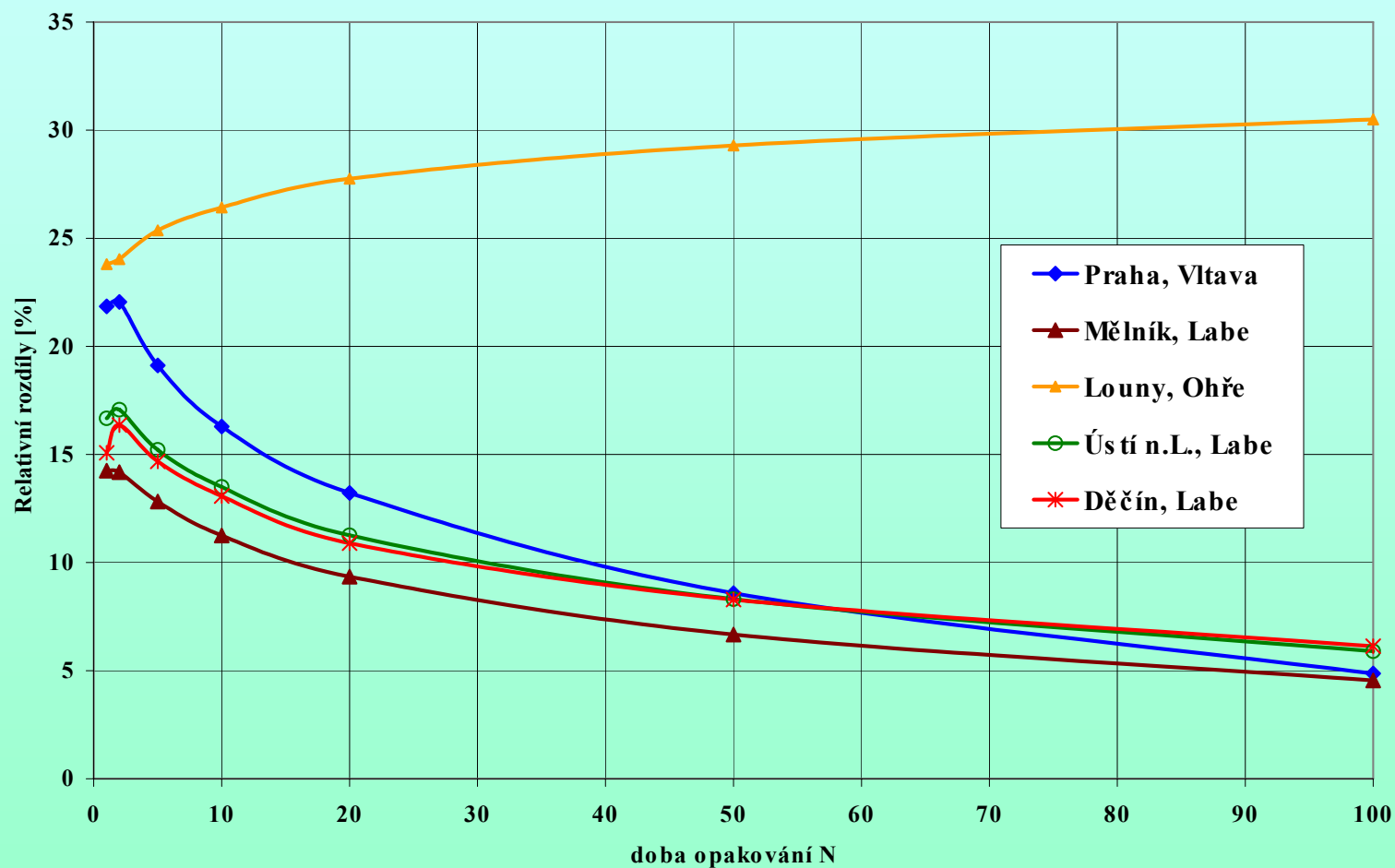
Rozdíly přirozených a ovlivněných N-letých průtoků

Differences unaffected and affected N-year discharges



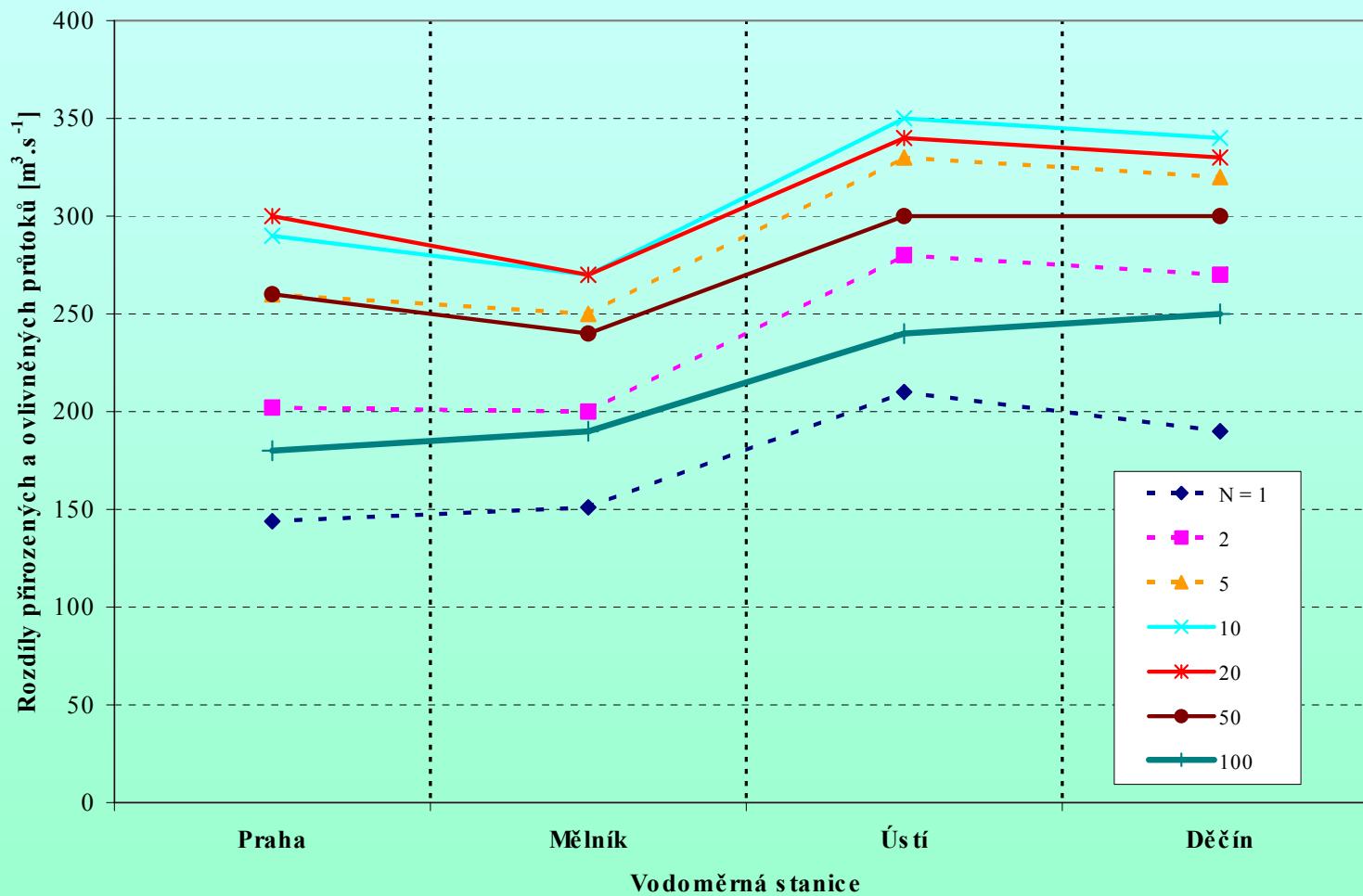
Relativní rozdíly přirozených a ovlivněných N-letých průtoků

Relative differences unaffected and affected N-year discharges



Rozdíly přirozených a ovlivněných N-letých průtoků

Differences unaffected and affected N-year discharges



Hodnocení rozdílů přirozených a ovlivněných N-letých průtoků

Evaluation differences unaffected and affected N-year discharges

- **vliv vltavské kaskády:**
 - v absolutním měřítku je **největší rozdíl** pro dobu opakování **N=10 až 20 let**: stanice Praha $300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (pro N=20 let), Mělník $270 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (N=10 a 20 let), Ústí n.L. $350 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (N=10 let), Děčín $340 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (N=10 let)
 - rozdíly vyjádřené v procentech s rostoucí dobou opakování klesají
 - rozdíly vyjádřené v procentech klesají v podélném profilu po toku dolů (se vzdáleností od vodního díla)
 - u stoletých průtoků se rozdíly pohybují do 6 %,
 - u nižších kvantilů ve stanicích na Labi do cca 17 %
ve stanici Praha do cca 22 % (nejblíže pod vltavskou kaskádou)

- **vliv vodního díla Nechanice na Ohři:**

rozdíly v absolutních hodnotách i v procentech stoupají v celém rozsahu N=1 až 100 let, největší zmenšení je $276 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (pro N=100 let)
(velká retenční schopnost nádrže)

 - rozdíly se pohybují cca od 20 do 30 %



Děkujeme za pozornost
Thank you for attention