
ANALÝZA ZMĚN SRÁŽKO-ODTOKOVÝCH POMĚRŮ V POVODÍ OTAVY

ZDENĚK KLIMENT*, MILADA MATOUŠKOVÁ*

* Katedra fyzické geografie a geoekologie, PřF UK; e-mail: kliment@natur.cuni.cz,
matouskova@natur.cuni.cz

1. CÍL ŘEŠENÍ

Cílem úkolu bylo sledovat trendy ve vývoji odtoku a srážko-odtokových vztahů v povodí Otavy, zejména s ohledem na možné změny způsobené antropogenními zásahy do říčního systému a celkové struktury povodí (změny krajinného pokryvu apod.).

2. MATERIÁL A METODY

2.1. METODY PRO ZJIŠŤOVÁNÍ ZMĚN V ODTOKOVÉM REŽIMU

Změnami odtokového režimu se zabývala řada českých autorů např. Kříž, Kaňok, Bakytová, Brázdil (in Kaňok, 1999).

Podle Kaňoka (1999) je možno tyto metody členit do třech základních skupin:

I. Metody odhalování antropogenního ovlivňování průtoků

- metody porovnávání dvou a více období
- metody porovnávající vývojové tendence srážek a odtoku
- metody založené na korelačním počtu
- metody určení počátku antropogenního ovlivňování velikosti průtoků

II. Metody zjišťování velikosti změn v odtoku vlivem antropogenního faktoru:

- metody absolutní
- metody relativní

III. Metody zabývající se změnami průběhu vodního režimu v určitém časovém období

- metody statistické
- metody analogie
- metody kombinované

Při řešení této části výzkumného úkolu byla aplikována první skupina metod, tj. metody sloužící k identifikaci antropogenního ovlivnění průtoků, konkrétně metody porovnávající tendence vývoje srážek a odtoku.

2.2. METODIKA A POSTUP ŘEŠENÍ

Za základní metodiku byly vzaty analýzy odtoku pomocí jednoduchých a podvojných součtových čar, doplněné o analýzy trendu vybraných odtokových charakteristik. Postupným načítáním hodnot průtoků v chronologickém pořadí je zaznamenán vývojový trend odtoku. V případě postupného rovnoměrného (lineárního) nárůstu křivky je možno vyloučit antropogenní ovlivnění odtoku. V případě identifikace významných odchylek od lineárního průběhu a zároveň nalezení zlomů je možno uvažovat o změnách v odtokovém režimu, jejichž příčinou mohou být antropogenní úpravy hydrografické sítě, strukturní a kvalitativní změny v povodí, např. změna využití krajiny, změna zdravotního stavu vegetačního pokryvu. Příčinnou změn v průběhu jednoduché součtové čáry mohou být rovněž změny srážkových úhrnů. Proto byly rovněž zkonstruovány jednoduché součtové čáry srážkových úhrnů. Pro přesnější identifikaci zlomů ve vývojovém trendu srážko-odtokového režimu byly dále vyneseny podvojně součtové čáry, tj. vnesení závislosti kumulativních ročních srážkových úhrnů a kumulativních průměrných ročních průtoků.

Předpokladem pro samotné zpracování bylo vytvoření jednotné databáze odtokových a srážkových údajů pro povodí Otavy, včetně nezbytné homogenizace srážkových dat a odvození srážkových úhrnů pro dílčí povodí polygonovou metodou. Analýzy součtových řad byly provedeny pro 16 limnigrafických stanic v povodí Otavy (viz tabulka 1, obr. 1), k vyhodnocení srážkových poměrů bylo použito údajů ze 42 srážkoměrných a klimatologických stanic (viz obr. 2).

Postup řešení:

1. Shromáždění časových řad denních hodnot průtoků vody a srážkových úhrnů.
2. Homogenizace časových řad měsíčních srážkových úhrnů, doplnění chybějících hodnot na základě regresní analýzy.
3. Výpočet řad měsíčních a ročních srážkových úhrnů pro dílčí povodí polygonovou metodou.
4. Výpočet řad měsíčních a ročních hodnot průtoků vody pro dané limnigrafické stanice.
5. Odvození jednoduchých součtových čar denních hodnot průtoků vody pro dané limnigrafické stanice od zahájení pozorování do r. 2002.

6. Odvození společných jednoduchých součtových čar měsíčních a ročních hodnot průtoků vody a úhrnů srážek pro dané limnigrafické stanice (hydrologické období 1962-2002).

7. Odvození podvojných součtových čar ročních hodnot průtoku vody a úhrnů srážek pro dané limnigrafické stanice (hydrologické období 1962-2002).

8. Odvození jednoduchých součtových řad ročních minimálních průtoků vody pro dané limnigrafické stanice od zahájení měření do r. 2002.

Tabulka 1 Přehled limnigrafických stanic v povodí Otavy

DBČ	název	řeka	ČHP	měří od-do	P (km ²)	Hs* (mm)	Qa (m ³ /s)	qa (l/s/km ²)	Hs-62,x* (mm)	Ho-62,x (mm)	φ-62,x* (%)
1350	Modrava	Vydra	10801013	1931-	93,410	1192,0	3,39	36,29	1192,0	1141,1	95,7
1360	Antýgl	Hamerský p.	10801015	1963-	20,727	1136,4	0,47	22,68	1150,6	715,1	62,2
1370	Rejštejn	Otava	10801040	1911-	336,500	1186,4	8,13	24,16	1186,4	782,5	66,0
1380	Sušice	Otava	10801064	1931-	543,762	1059,0	10,55	19,40	1059,0	611,3	57,7
1390	Kolinec	Ostružná	10801073	1949-	91,887	792,9	1,20	13,06	792,9	432,4	54,5
1410	Katovice	Otava	10801125	1912-	1136,280	862,1	13,95	12,28	862,1	393,8	45,7
1413	Sudslavice	Volyňka	10802009	1984-	81,603	785,8	0,83	10,17	800,5	320,8	40,1
1417	Bohumilice	Spůtka	10802020	1965-	104,583	848,9	1,00	9,56	852,7	301,5	35,4
1430	Němětice	Volyňka	10802041	1931-	383,491	731,7	2,89	7,54	731,7	233,5	31,9
1440	Strakonice	Otava	10802046	1959-93	1719,990	802,8	17,29	10,05	781,8	323,6	41,4
1450	Blanický Mlýn	Blanice	10803011	1953-	85,213	734,0	0,92	10,80	734,0	333,1	45,4
1470	Podedvorský Ml.	Blanice	10803025	1949-	202,009	749,2	1,96	9,70	749,2	310,7	41,5
1485	Hracholusky	Zlatý p.	10803058	1977-	74,886	688,4	0,56	7,48	694,1	235,8	34,0
1490	Protivín	Blanice	10803084	1941-96	708,150	650,7	3,94	5,56	643,2	179,0	27,8
1500	Heřmaň	Blanice	10803096	1961-	841,844	637,2	4,53	5,38	637,2	170,4	26,7
1510	Písek	Otava	10803101	1912-	2941,316	726,4	23,61	8,03	726,4	258,8	35,6

Pozn.

Hs - průměrná roční srážka na povodí (1962-2002)

Qa - průměrný roční průtok pro celé období pozorování

qa - průměrný roční specifický odtok pro celé období pozorování

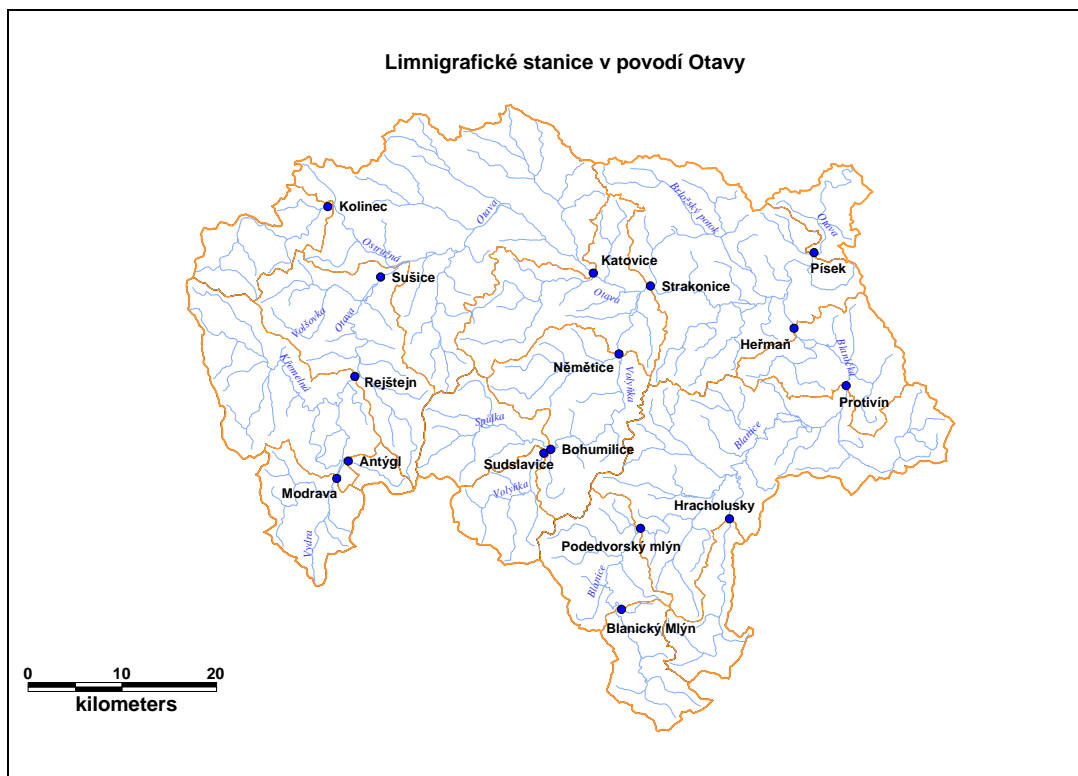
Hs-62,x - průměrná roční srážka na povodí (1962-2002, s výjimkou profilů s kratší dobou pozorování)

Ho-62,x - průměrná roční výška odtoku (1962-2002, s výjimkou profilů s kratší dobou pozorování)

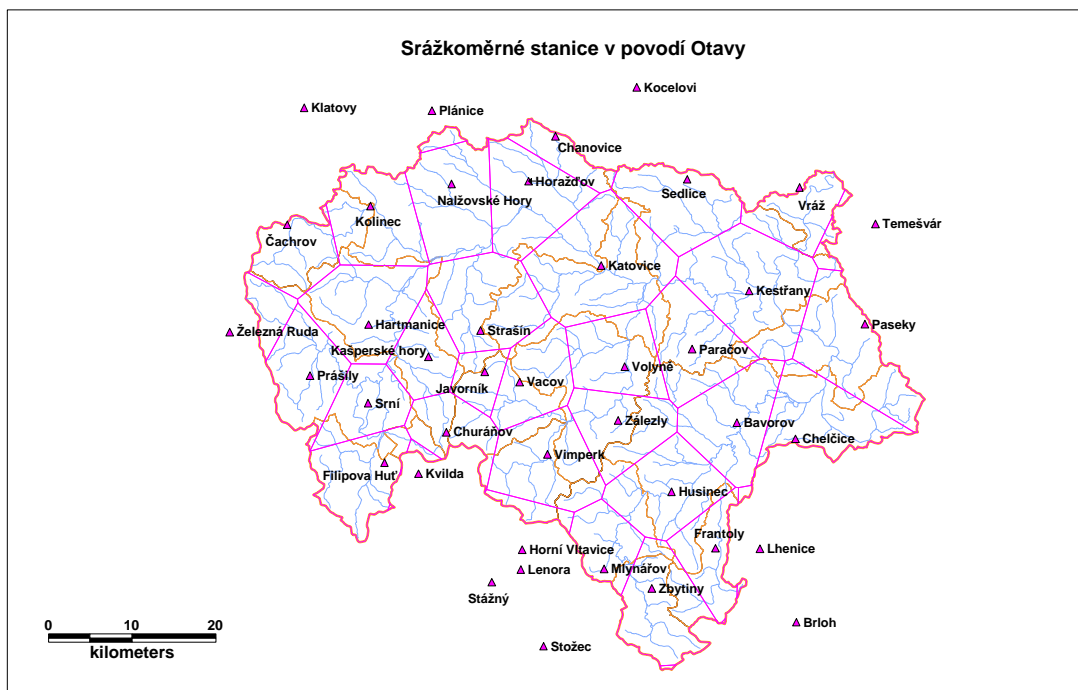
φ-62,x - průměrný součinitel odtoku (1962-2002 s výjimkou profilů s kratší dobou pozorování)

* - hodnoty byly odvozeny polygonovou metodou

Obr. 1 Limnigrafické stanice v povodí Otavy



Obr. 2 Srážkoměrné stanice v povodí Otavy



2.3. POUŽITÁ DATA

Jako zdrojová data pro jednotlivé analýzy byly použity průměrné denní hodnoty průtoků vody pro dané limnigrafické stanice od zahájení měření do hydrologického roku 2002, denní hodnoty srážkových úhrnů pro srážkové a klimatologické stanice v povodí Otavy a jeho blízkém okolí pro období 1961-2002 (viz tabulka 2). Data poskytl ČHMÚ Praha.

Tabulka 2 Přehled srážkoměrných stanic v povodí Otavy

	stanice	nadm.v.(m)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	roční úhrn
1	Filip.Huť	1102	93,7	86,9	95,0	81,6	95,1	129,4	126,8	113,3	90,1	81,4	95,8	114,7	1203,8
2	Churáňov	1118	75,1	69,8	88,8	80,0	98,2	122,9	118,1	115,3	80,4	70,2	81,8	97,1	1097,7
3	Hartmanice	684	53,1	53,2	59,4	59,2	74,2	96,5	95,4	94,1	63,9	53,9	61,4	68,3	832,7
4	Kašp.Hory	737	43,9	42,1	57,3	64,7	79,6	111,1	102,2	101,2	65,3	51,4	56,0	55,1	830,0
5	Chanovice	533	34,7	33,5	44,2	43,2	61,4	77,5	79,6	81,7	48,2	41,3	43,9	40,7	630,0
6	Horaž.Lhota	448	32,0	30,3	43,2	45,1	67,5	78,6	78,2	83,1	49,2	41,2	43,6	38,0	630,1
7	Katovice	401	24,3	25,0	36,9	38,3	56,3	79,5	69,3	72,8	45,1	34,4	36,3	33,3	551,4
8	Kolinec	543	39,0	35,1	52,0	53,5	73,4	88,4	87,3	89,0	56,2	44,8	45,7	44,0	708,5
9	Strašín	662	31,3	33,3	47,7	53,7	76,7	98,8	92,1	90,4	57,6	43,7	47,1	39,6	712,0
10	Vimperk	657	40,8	38,8	52,4	50,9	74,4	97,0	93,2	93,9	56,9	45,9	50,2	52,0	746,3
11	Kestřany	372	25,3	25,9	36,8	37,0	59,5	81,3	77,3	71,2	44,9	36,4	36,8	29,7	562,2
12	Paračov	498	23,2	26,3	38,1	43,1	64,0	88,5	79,4	81,0	48,4	39,0	39,9	28,9	599,8
13	Sedlice	500	28,3	29,7	40,6	40,9	63,8	81,0	76,4	77,9	45,7	39,9	39,6	35,1	599,0
14	Husinec	536	26,2	27,9	43,4	48,3	69,2	94,5	86,1	87,2	52,7	38,4	42,4	32,8	649,1
15	Mlýnářovice	743	54,9	50,1	63,8	57,1	73,1	103,0	97,4	87,8	63,7	54,8	60,0	72,6	838,2
16	Bavorov	436	20,1	21,8	36,4	41,1	57,7	88,3	75,5	78,2	48,4	37,3	34,6	25,8	565,1
17	Frantoly	692	27,4	28,3	38,8	47,8	66,6	101,0	92,2	90,6	57,3	43,0	44,1	34,9	671,9
18	Zálezly	569	21,0	21,6	32,7	43,1	66,5	91,3	84,1	85,3	52,7	35,9	36,8	27,9	598,9
19	Želez.Ruda	789	101,2	85,0	100,2	80,7	99,5	121,9	124,9	115,8	92,6	90,1	103,2	119,1	1234,2
20	Čachrov	708	44,7	44,9	58,7	61,9	83,2	100,7	93,7	102,6	69,8	57,9	56,9	57,4	832,3
21	Klatovy	430	27,4	28,1	39,1	43,9	61,7	76,6	80,0	83,9	53,5	40,5	37,7	34,8	607,1
22	P.-Lovčice	515	37,4	36,5	49,8	53,9	72,8	92,3	79,8	91,0	59,3	50,0	50,1	48,2	721,2
23	Kocelovice	519	27,7	27,5	37,4	40,6	59,4	72,2	73,7	75,5	47,3	38,8	38,1	35,6	573,7
24	Vráž	453	26,2	28,0	36,9	37,8	64,2	82,7	71,1	72,5	44,1	37,3	36,9	30,6	568,3
25	Temešvár	421	19,6	20,7	31,3	33,8	61,0	76,3	72,5	63,3	44,7	37,4	36,2	25,0	521,8
26	Lhenice	558	22,8	30,0	40,5	51,2	67,4	97,9	91,7	77,3	54,6	42,5	45,1	30,3	651,3
27	Brloh	582	19,9	23,4	35,6	43,1	69,2	95,8	83,1	86,5	50,3	39,0	38,2	27,3	611,3
28	Lenora	764	62,9	54,5	60,5	50,1	70,2	101,3	96,4	94,2	64,0	54,4	62,7	84,8	856,0
29	Kvílda	1062	94,8	81,4	94,0	64,2	84,6	118,2	112,0	102,5	78,2	74,5	83,1	114,1	1101,5
30	Javorník	988	45,2	45,5	64,0	67,6	88,1	110,4	100,2	101,1	71,2	53,8	59,4	57,1	863,4
31	Nalž.Hory	526	33,3	31,9	47,0	46,6	66,4	81,6	76,5	85,5	50,5	42,7	44,6	41,4	648,1
32	Prášíly	880	113,9	101,2	116,6	90,4	102,7	128,4	124,7	123,6	102,3	100,0	110,2	155,2	1369,3
33	V.-Peckov	738	32,0	33,8	49,3	49,0	73,6	94,4	83,8	90,6	59,0	44,7	46,6	42,5	699,5
34	Stožec	787	67,6	57,7	72,1	57,7	74,8	107,3	95,6	95,0	66,9	61,7	72,3	91,2	919,8
35	H.Vltavice	807	54,0	52,2	62,5	50,9	72,7	102,8	103,7	99,1	64,9	55,9	60,9	74,6	854,2
36	Horní Planá	772	38,3	40,7	47,1	41,0	68,9	93,6	93,6	92,2	52,5	47,0	46,6	55,6	716,9
37	Chelčice	466	22,4	21,6	36,1	38,8	62,5	93,1	77,5	74,2	50,3	37,9	36,0	28,5	579,0
38	Smí	857	80,1	69,9	81,9	70,5	77,2	118,4	104,5	101,6	74,0	69,7	85,8	103,4	1037,0
39	Strážný	823	81,2	71,1	75,5	54,3	71,8	108,3	97,0	92,8	71,1	65,9	79,0	105,7	973,7
40	Paseky	483	22,1	22,4	36,1	38,4	56,3	85,2	73,2	77,5	43,8	38,7	37,2	31,8	562,6
41	Volyně	469	25,4	24,9	43,0	42,8	65,9	90,0	80,5	85,3	48,5	38,8	39,3	32,4	616,7
42	Zbýtiny	887	38,8	39,9	47,9	46,8	78,7	88,1	89,1	89,4	58,2	45,5	47,8	56,1	726,4

Pozn. Srážkové údaje jsou uvedeny v mm za období 1962-2002. Základní data pro zpracování poskytl ČHMÚ Praha.

3. VÝSLEDKY

3.1. ANALÝZA ZMĚN ODTOKU POMOCÍ JEDNODUCHÝCH SOUČTOVÝCH ČAR PRŮMĚRNÝCH DENNÍCH PRŮTOKŮ

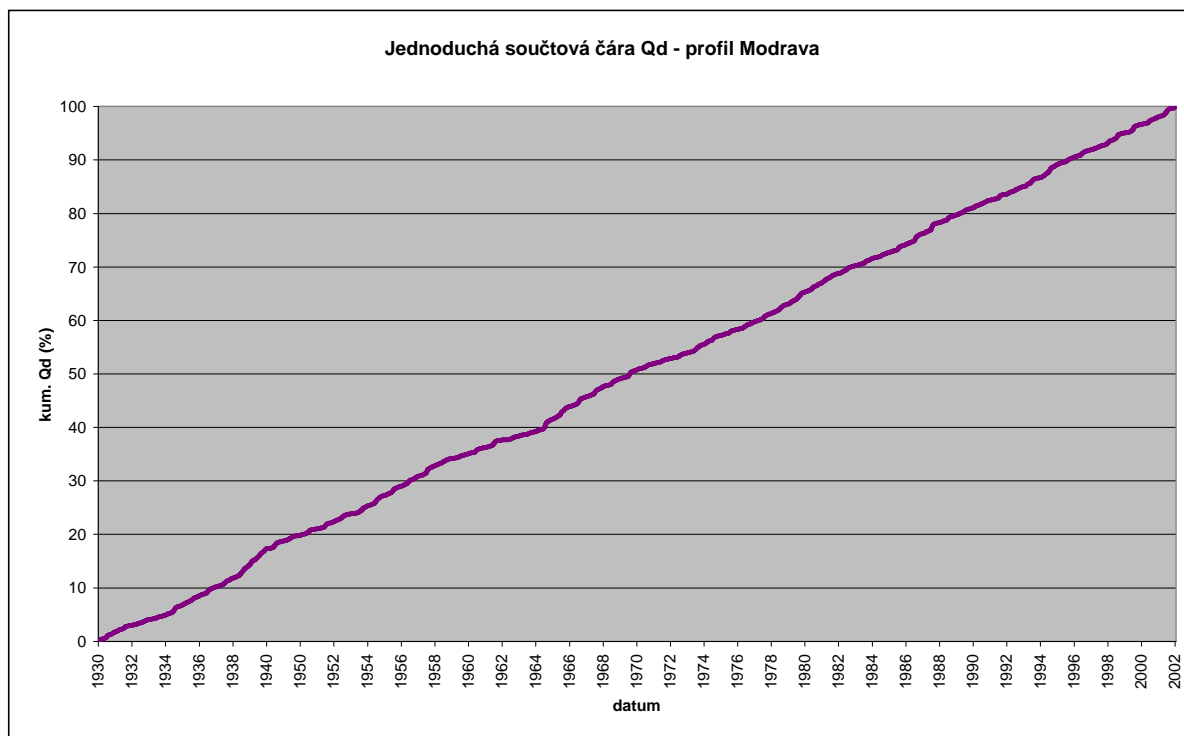
Pro identifikaci významných změn v odtokovém režimu bylo použito metody jednoduchých součtových čar, které byly nejprve konstruovány pro kumulované průměrné denní průtoky. Pro možné vzájemné srovnání jednotlivých profilů jsou vynášeny hodnoty průměrných Qd v relativní podobě. Jednoduché součtové čáry Qd byly sestrojeny pro všechny limnigrafické stanice, ve zprávě jsou prezentovány pouze vybrané profily (viz obr. 3). Časové rozpětí datových řad je rozdílné, což souvisí s odlišným počátkem monitoringu ČHMÚ.

Z uvedených grafů vyplývá, že v profilech Vydra-Modrava a Otava-Písek nebyly rozpoznány výrazné změny v odtokovém režimu. Součtové čáry Qd vykazují pozvolný lineární nárůst bez výrazných zlomů. Takový to trend byl zaznamenán rovněž v profilech Otava-Rejštejn, Otava-Sušice a Otava-Katovice.

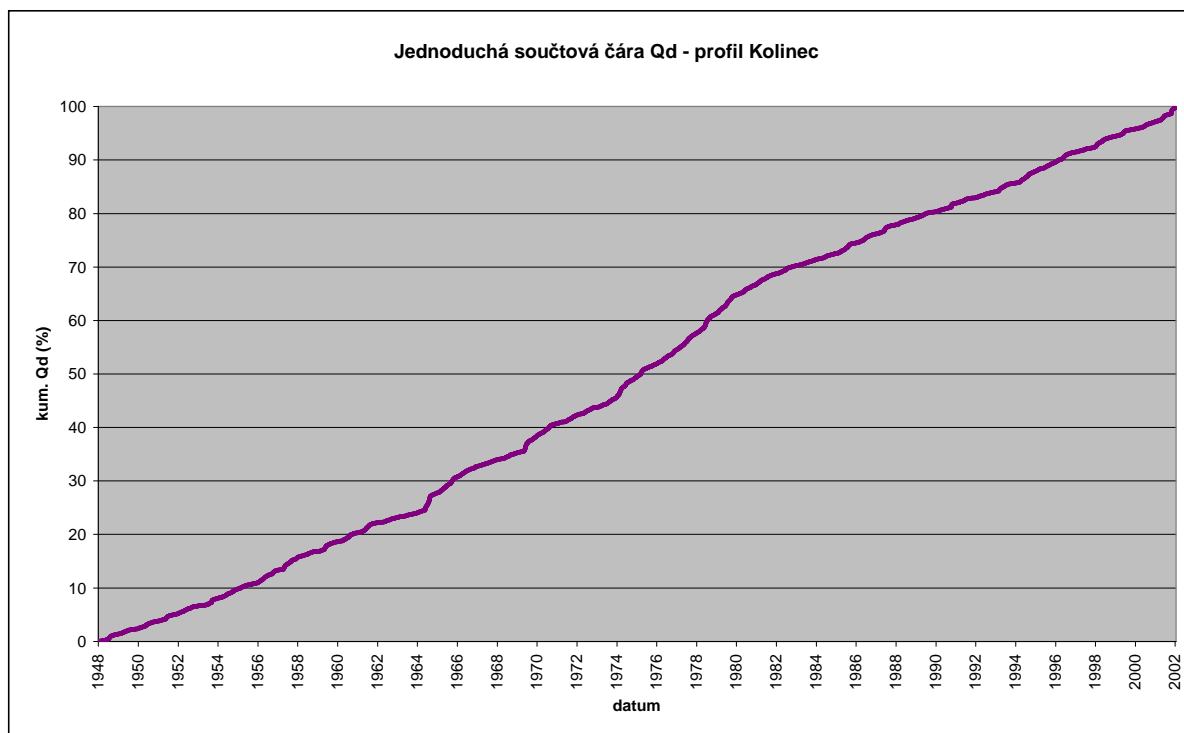
Naopak v profilech Ostružná-Kolinec, Blanice-Blanický Mlýn, Blanice - Podedvorský Mlýn, Blanice-Heřmaň, Volyňka-Nemětice a Spůlka-Bohumilice. Byly identifikovány změny ve vývojovém trendu odtokového režimu. V profilu Ostružná - Kolinec byl zaznamenán zvýšený nárůst odtoku rovněž v období 1975-80. Změna vývojového trendu v období 1975-82 byla rovněž potvrzena na Blanici v profilu Blanický Mlýn a v období 1977-82 v profilu Heřmaň. Podobný vývojový trend byl prokázán i u v profilu Podedvorský Mlýn. V profilu Heřmaň je možno vypořadovat změny v průběhu odtokového režimu rovněž v obdobích 1964-67, 1986-89 a 1993-1997, které mají však výrazně kratší trvání než období 1975-82. V profilu Nemětice je možno vypořadovat určité zvýšení odtoku v období 1938-42, obdobný nárůst byl zaznamenán rovněž v období 1977-1982 a na profilu Spůlka-Bohumilice v období 1977-80.

Z uvedených skutečností na základě analýzy jednoduchých součtových čar Qd vyplývá, že profily na horním toku Otavy nevykazují výrazné změny v odtokovém režimu, rovněž tak profily na dolním toku Otavy. Výraznější změny v odtokovém režimu na základě analýzy Qd byly prokázány na přítocích Otavy: Ostružné, Blanici a Volyňce.

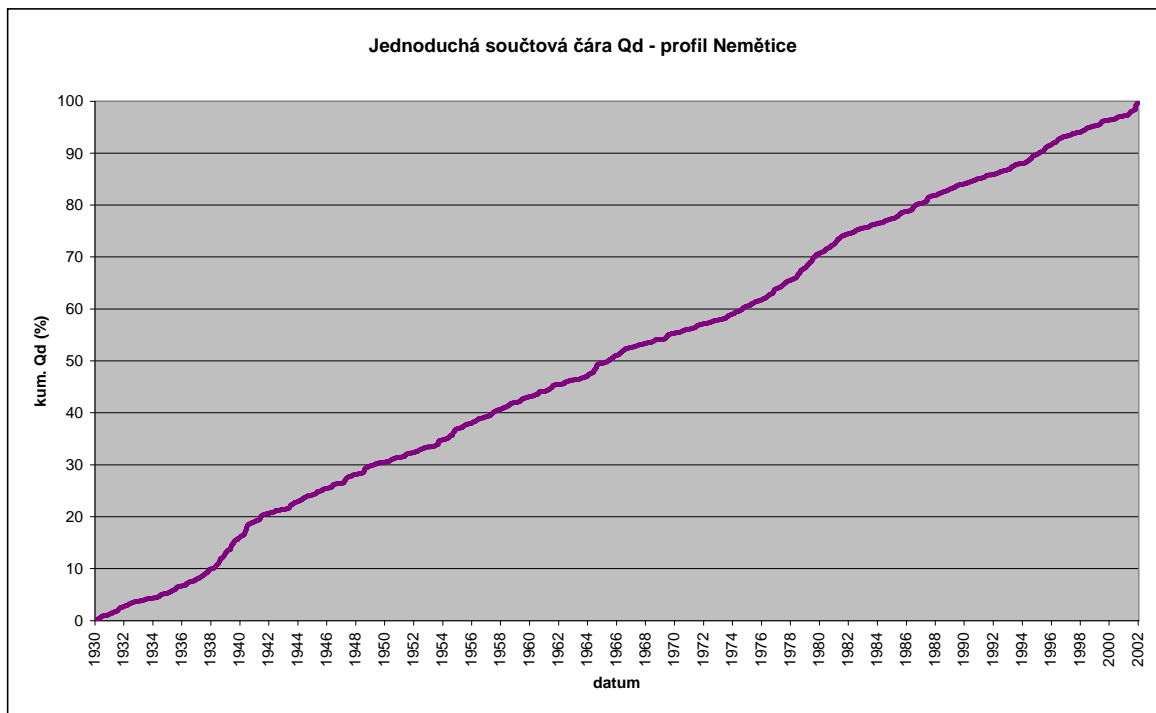
Obr. 3 Jednoduché součtové čáry Q_d pro profily: a) Modrava, b) Kolinec, c) Nemědice (data: ČHMÚ)



a



b



c

3.2. ANALÝZA ZMĚN ODTOKU POMOCÍ JEDNODUCHÝCH SOUČTOVÝCH ČAR PRŮMĚRNÝCH MĚSÍČNÍCH A ROČNÍCH PRŮTOKŮ VODY A SRÁŽKOVÝCH ÚHRNŮ

Pro detailnější sledování trendů v odtokovém režimu bylo použito dále společných jednoduchých čar průtoků vody a srážkových úhrnů pro povodí nad daným profilem. Ke konstrukci bylo použito nejprve kumulovaných měsíčních hodnot, posléze pro lepší přehlednost bez ztráty informace kumulovaných ročních hodnot. Délka hodnoceného hydrologické období 1962-2002 byla ovlivněna dostupností srážkových dat potřebných pro odvození úhrnu srážky na plochu povodí. Srážková data byla před použitím homogenizována. Chybějící data byla doplněna na základě výsledků regresní analýzy (viz tabulka 3) časových řad měsíčních srážkových úhrnů sousedních stanic. Hodnoty srážkových úhrnů byly pro dané povodí vypočteny polygonovou metodou.

Průběhy součtových čar průtoků vody a srážkových úhrnů (viz obr. 4) potvrzují pro některé profily určité změny ve velikosti odtoku. Změny se projevují směrovým odklonem součtové čáry odtoku od součtové čáry srážek, která má bez výjimky lineární charakter. V profilech na horním toku Otavy (Vydra-Modrava, Otava-Rejštejn, Otava -Sušice) nelze vysledovat změny v odtoku. Nejvýraznější změny je možné pozorovat v profilu Ostružná-Kolinec (nárůst průtoku v období 1975-1980), podobně na Blanici (Blanický Mlýn: nárůst

průtoku 1975-1982, podobně Podedvorský Mlýn, Hracholusky i Heřmaň) a na Volyňce (Volyňka-Nemětica: 1977-1982, Spůlka-Bohumilice: 1977-1980). Na středním a dolním toku Otavy je tento trend už méně patrný. Zároveň můžeme sledovat v návaznosti na období nárůstu odtoku trend snižování odtoku, který má mírnější charakter a je rozložen do delšího časového období a trvá přibližně do poloviny 90. let.

Tabulka 3 Příklad regresních rovnic pro stanici Filipova Hut'

Měsíc	Stanice	Rovnice	Hodnota spolehlivosti R
I	Churáňov	$y = 1,2024x + 3,4794$	0,9037
II	Churáňov	$y = 1,251x - 4,1106$	0,897
III	Churáňov	$y = 0,9922x - 2,1656$	0,876
IV	Churáňov	$y = 1,0094x + 0,8252$	0,8187
V	Churáňov	$y = 0,8234x + 12,712$	0,8648
VI	Kvilda	$y = 0,9534x + 17,86$	0,8098
VII	Churáňov	$y = 0,9211x + 17,802$	0,8415
VIII	Churáňov	$y = 0,8579x + 12,534$	0,8986
IX	Churáňov	$y = 1,1334x - 1,4397$	0,8438
X	Churáňov	$y = 1,2336x - 4,1578$	0,9276
XI	Churáňov	$y = 1,2096x - 3,3967$	0,8339
XII	Churáňov	$y = 1,097x + 8,4046$	0,8789

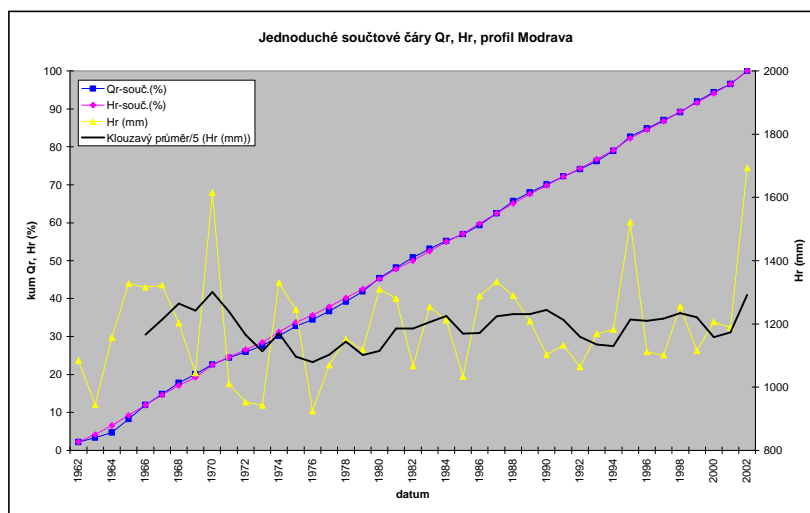
Při porovnání s čarou ročních úhrnů srážek vyplývá, že pozorovaný trend období zvýšeného nárůstu odtoku koresponduje se srážkově bohatšími obdobími a je typický právě pro 70. a 80. léta. Před tímto obdobím, podobně blíže do současnosti, nebyly odchylky pozorovány, součtové řady průtoku vody a srážkových úhrnů řady mají podobný průběh i ve vodných obdobích. Odchylky se rovněž neprojevíly v pramenné, zalesněné části horního povodí Otavy.

3.3. ANALÝZA ZMĚN ODTOKU POMOCÍ PODVOJNÝCH SOUČTOVÝCH ČAR ROČNÍCH PRŮTOKŮ A ROČNÍCH SRÁŽKOVÝCH ÚHRNŮ

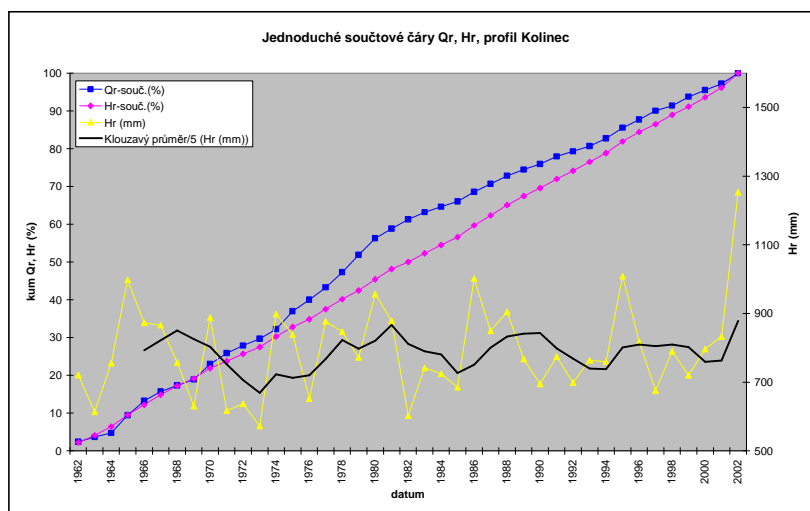
Pro zpřehlednění situace byly pro všechny sledované profily sestrojeny podvojně součtové čáry ročních průtoků vody a ročních úhrnů srážek, které nejlépe vystihují zjištěné změny ve vývoji odtoku. Pro názornost byly odlišeny úseky s rozdílným vývojem různou barvou a proloženy spojnicí trendu. K lomovým bodům podvojně součtové čáry byly doplněny roky. Výsledky potvrdily poznatky z předchozích analýz.

V profilech na horním toku Otavy (Vydra-Modrava, Otava-Rejštejn, Otava-Sušice) nelze vysledovat změny v odtoku. Nejvýraznější změny je možné pozorovat v profilu Ostružná-Kolinec (nárůst průtoku v období 1975-1980), podobně na Blanici (Blanický Mlýn: nárůst průtoku 1975-1982, podobně Podedvorský Mlýn, Hracholusky i Heřmaň) a na Volyňce (Volyňka - Nemětica: 1977-1982, Spůlka - Bohumilice: 1977-1980).

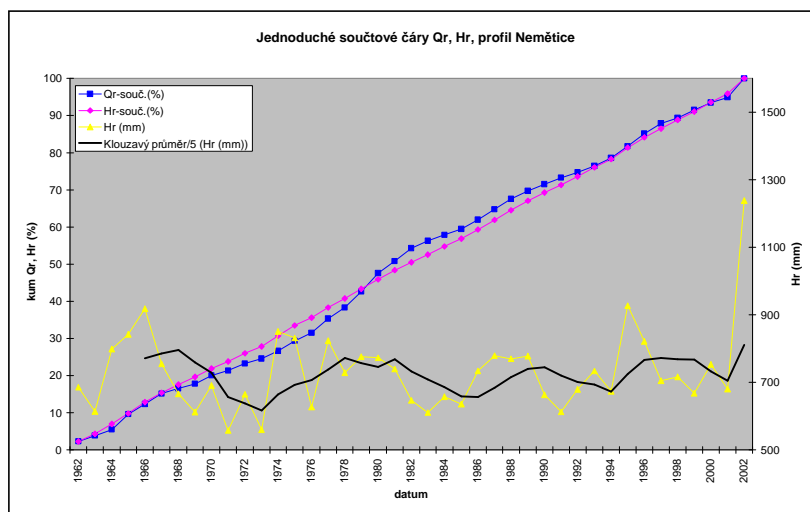
Obr. 4 Jednoduché součtové čáry Q_r , H_r pro profily: a) Modrava, b) Kolínec, c) Nemětice (data: ČHMÚ)



a



b



c

Na středním a dolním toku Otavy je tento trend už méně patrný. Zároveň můžeme sledovat v návaznosti na období nárůstu odtoku trend snižování odtoku, který má mírnější charakter a je rozložen do delšího časového období a trvá přibližně do poloviny 90. let.

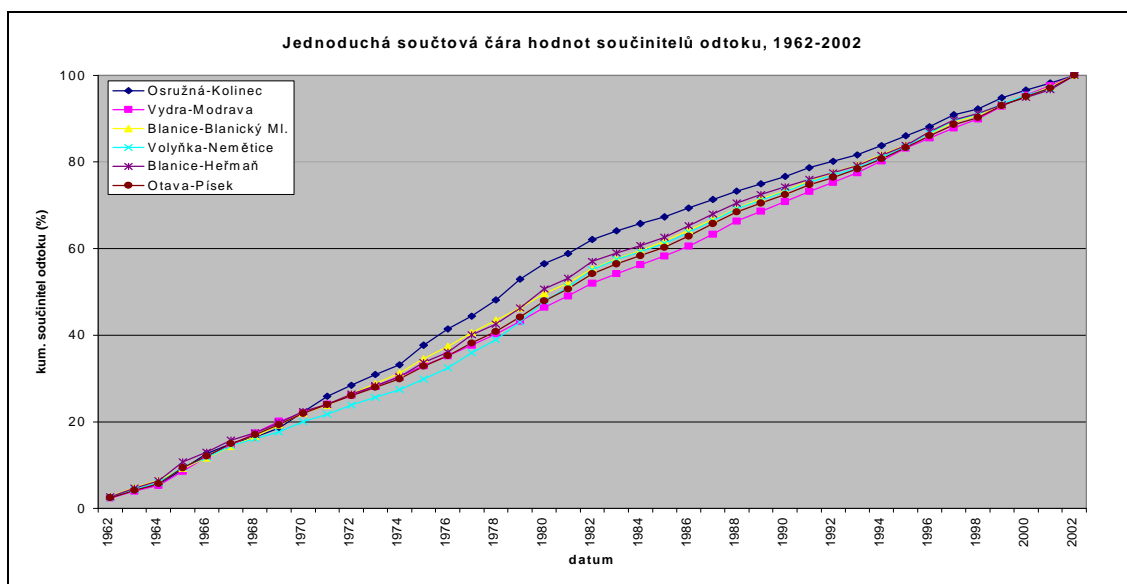
3.4. ANALÝZA ZMĚN ODTOKU POMOCÍ JEDNODUCHÝCH SOUČTOVÝCH ČAR ROČNÍCH HODNOT SOUČiniteLE ODTOKU

Podobné trendy ve vývoji odtoku zjištěné analýzou podvojných součtových čar ročních průtoků a srážkových úhrnů pro sledované profily dokumentují jednoduché součtové čáry hodnot součinitelů odtoku z období 1962-2002 (obr. 5 a 6). K nejvýraznějším změnám dochází na profilu Ostružná-Kolinec, změny se neprojevují na Vydře, méně zřetelně se projevují na dolním toku Otavy v Písku.

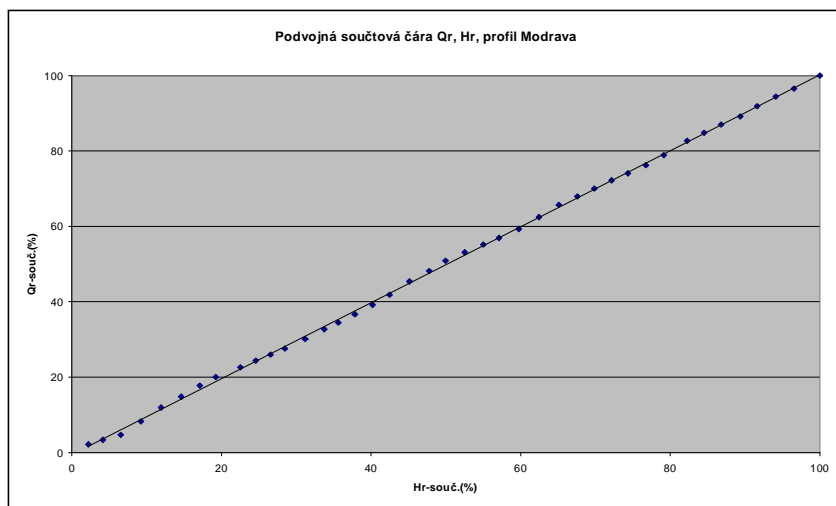
3.5. ANALÝZA ZMĚN ODTOKU POMOCÍ JEDNODUCHÝCH SOUČTOVÝCH ČAR MINIMÁLNÍCH ROČNÍCH PRŮTOKŮ A PRŮMĚRNÝCH ROČNÍCH PRŮTOKŮ

Změny odtokového režimu byly dále studovány na základě analýzy minimálních ročních průtoků. Minimální průtoky byly zvoleny záměrně, neboť při výpočtu aritmetického průměru ročního průtoku může docházet k určitému zkreslení velikosti odtoku výskytem extrémních situací, tj. minimy a maximy. Při analýze minimálních ročních průtoků byly opět použity jednoduché součtové čáry. Do grafů byly rovněž vynášeny kumulativní hodnoty průměrných ročních průtoků pro znázornění odlišných vývojových trendů obou veličin (obr. 7).

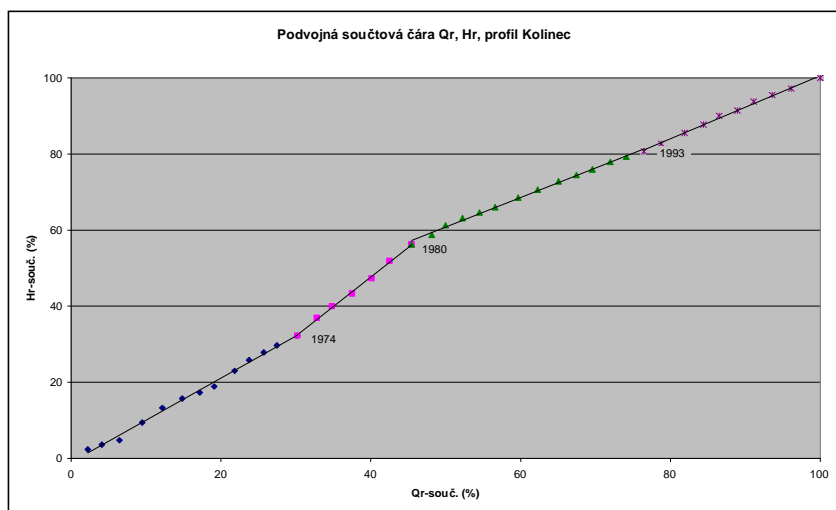
Obr. 5 Jednoduchá součtová čára hodnot součinitelů odtoku, 1962-2002



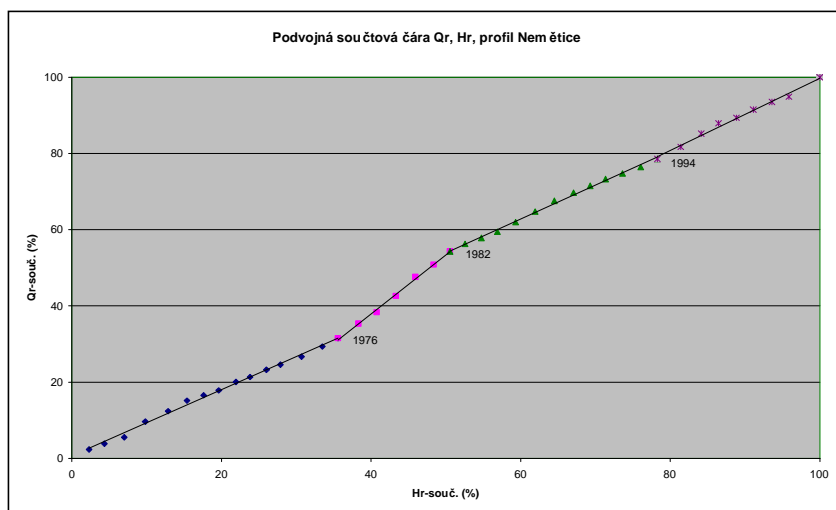
Obr. 6 Podvojná součtová čára H_r , Q_r , profily: a) Modrava, b) Kolínec, c) Nemětics (data: ČHMÚ)



a

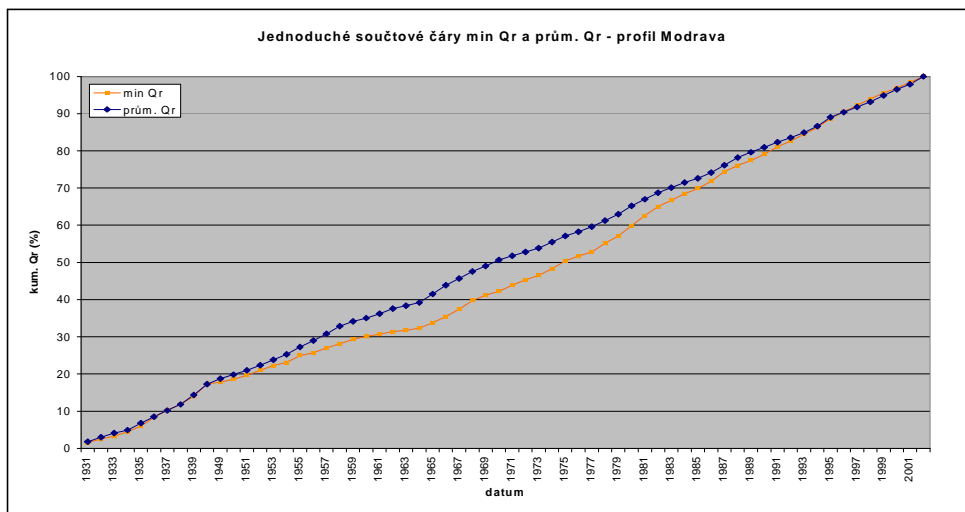


b

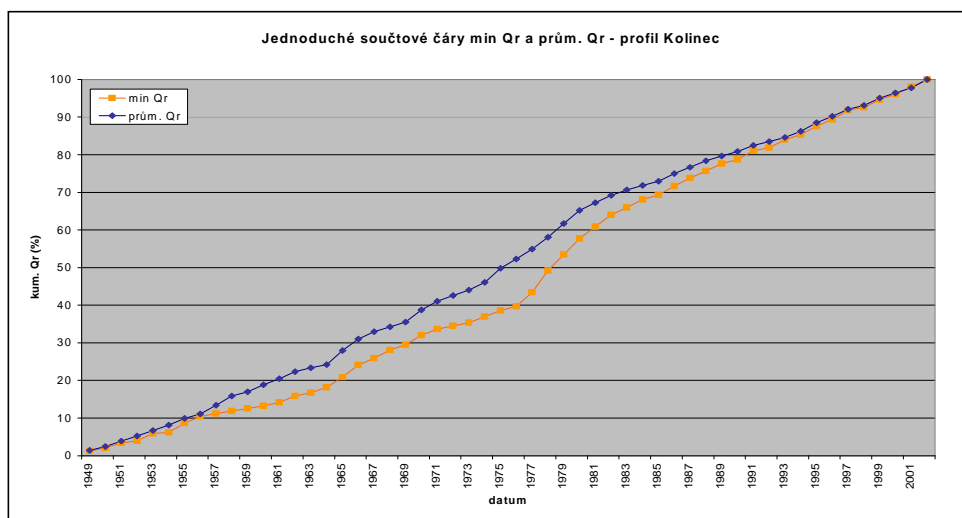


c

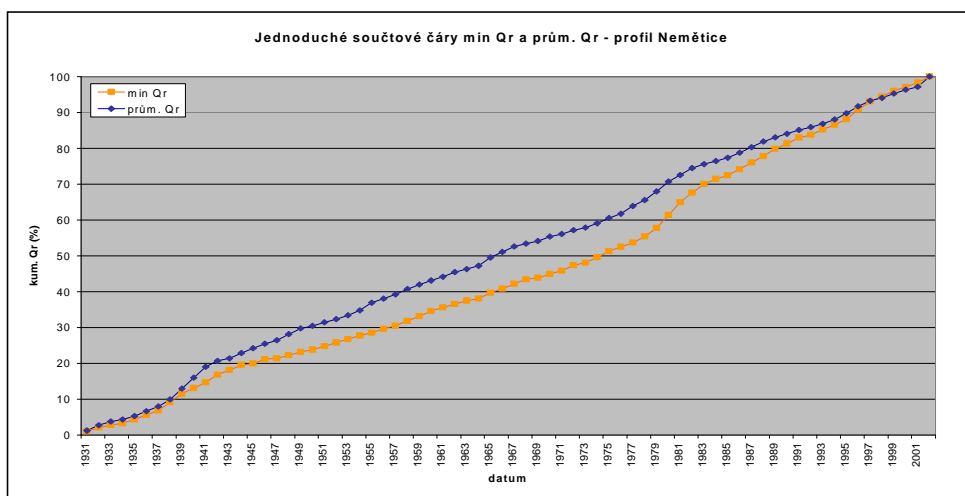
Obr. 7 Jednoduché součtové čáry Q_r pro profily: a) Modrava, b) Kolinec, c) Nemědice (data: ČHMÚ)



A



b



C

Při vyhodnocení minimálních ročních průtoků došlo k významnějšímu odchýlení vývojové tendru od směrnice průměrných ročních průtoků u profilů: Otava-Modrava, Otava-Antýgl, Blanice-Blanický Mlýn a Blanice-Heřmaň. V případě profilu Otava-Modrava byl zaznamenán mírný nárůst odtoku min Q_r v období 1977-82, rovněž tak na profilu Otava-Antýgl v období 1974-82. V profilu Blanice-Heřmaň byl zaznamenán pouze mírný nárůst odtoku min Q_r v období 1975-1982. V profilu Blanice-Blanický Mlýn vykazují min Q_r zvýšený nárůst od roku 1974. Zajímavá je rovněž skutečnost, že většina profilů vykazuje v případě směrnice součtových čar min Q_r významnější nárůst od roku 1983, než je tomu v případě součtové čáry průměrných Q_r .

Při analýze vývojových trendů odtokového režimu pomocí jednoduchých součtových čar minimálních ročních průtoků byly rovněž identifikovány změny v odtokovém režimu. Na rozdíl od součtových čar průměrných ročních průtoků byly nalezeny i odlišnosti ve vývojovém trendu na horním toku Otavy, tj. v profilech Vydra-Modrava a Hamerský potok-Antýgl.

4. DISKUSE

Aplikované metody potvrdily určité trendy ve vývoji odtoku v různých částech povodí Otavy. Za základní lze považovat použitou metodu jednoduchých součtových čar odtoku, sestavenou na základě denních hodnot průtoků vody pro jednotlivé stanice od začátku měření do současnosti (až 90-ti letá řada). Změny trendu ve vývoji odtoku bylo možné sledovat podrobněji ve spojení se srážkovými úhrny od hydrologického roku 1962. Omezení na posledních 40 let bylo dáno zejména dostupností digitalizovaných srážkových dat. K objektivitě dosažených výsledků by prospělo prodloužení časových řad srážkových úhrnů směrem do historie (využití archivu dat v Brozanech), které by zcela jistě bylo komplikováno absencemi měření na některých současných srážkoměrných stanicích v minulosti. Stanovení průměrné výšky srážky na povodí byla vzhledem k velkému množství zpracovávaných dat na úrovni měsíčních hodnot použita polygonová metoda. Ta se ukázala zejména v horských oblastech v místech s malou hustotou srážkoměrných stanic jako nedostatečná, vedoucí k podhodnocení srážkového úhrnu a k vyšším hodnotám součinitele odtoku (např. profil Vydra-Modrava). Dosažené výsledky by zpřesnily, ne však zásadním způsobem, aplikace dalších interpolačních metod.

Hlavní otázkou zůstává, co vlastně vyjadřují zjištěné odchylky v použitých součtových čarách u jednotlivých povodí, zda-li se jedná o přirozený jev nebo jev

ovlivněný lidskou činností, včetně chybného měření veličin, zejména průtoku vody. K evidentnímu nárůstu odtoku dochází na celé řadě sledovaných profilů ve 2. polovině 70. a v 1. polovině 80. let, nárůst je evidentně vázán na jedno z vodných období (ta byla ale i dříve, i po r.1995 a podobný efekt se neprojevil). Zajímavé je, že se celý systém pozvolna vrátil do zač. 90 let do svého původního stavu. Největší odchylky vykázaly přitom plošně menší povodí v podhorské části Šumavy, nebyly naopak pozorovány na horských povodích na horním toku Otavy, stejně tak se nezřetelně projevíly na dolním toku Otavy. Je možné předpokládat, že vedle velikosti plochy povodí (postupné setření projevů směrem po toku) vzniklou situaci ovlivnily rozdílná struktura krajinného pokryvu a land use a také rozsah úprav odtokových poměrů v povodí (plošné odvodnění zemědělsky využívaných ploch v 60.-80. letech). Pozvolný návrat by bylo možné vysvětlit zvyšováním retenční schopnosti povodí a postupnou nefunkčností provedených melioračních úprav.

5. ZÁVĚR

Aplikace metody jednoduchých a podvojných součtových čar pro identifikaci změn ve srážko-odtokovém režimu se ukázala jako vhodná. Pomocí kumulativních řad průtoků a srážkových úhrnů byly nalezeny profily a stanoveny období, ve kterých došlo ke změnám v odtokovém režimu.

Výrazné změny v odtokovém režimu byly identifikovány na přítocích Otavy: Ostružné, Blanici a Volyňce. Významné změny je možné pozorovat v profilu Ostružná-Kolinec (nárůst průtoku v období 1975-1980), podobně na Blanici (Blanický Mlýn: nárůst průtoku 1975-1982, podobně Podedvorský Mlýn, Hracholusky i Heřmaň) a na Volyňce (Volyňka-Nemětice: 1977-1982, Spůlka-Bohumilice: 1977-1980).

Na středním a dolním toku Otavy jsou již změny v odtokovém režimu méně patrné. Výrazné změny v odtokovém režimu nebyly nalezeny na horním toku Otavy v profilech Vydra-Modrava a Hamerský potok-Antýgl. Podobné trendy vykázaly i hodnoty součinitele odtoku. Při vyhodnocení vývojového trendu minimálních průměrných ročních průtoků byly určité drobné změny v odtoku identifikovány i na horním toku Otavy.

6. LITERATURA

- Kaňok, J. Antropogenní ovlivnění velikosti průtoků řek povodí Odry po profil Kozle. *Spisy prací Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity*. Ostrava: 1999, č. 10.
- Kříž, V. Změny a zvláštnosti vodního režimu řeky Ostravice. *Geografie*, 2003, r. 108, č. 1, s. 36-48.