

Zdeněk Máčka

z8308 Fluviální geomorfologie (1)

Fluviální geomorfologie včera a dnes



Fluviální geomorfologie – vymezení disciplíny

Fluviální geomorfologie se zabývá úlohou řek při modelování povrchu kontinentů.

Fluviální geomorfologie se zaměřuje na studium historie vodou modelovaných tvarů, pochopení jejich formativních procesů a predikování jejich budoucích změn za použití kombinace terénního výzkumu, experimentálních studií a numerického modelování.

Fluviální geomorfologie zažívá oživení díky spolupráci s vodním hospodářstvím (river engineering/management) a využití nových analytickým a přístrojových metod.

Jasný start ...

Robert E. Horton

Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA

roč. 56, 1945, s. 257–370, 40 obrázků

- Playfair's law
- Quantitative physiographic factors
- Infiltration theory of surface runoff
- Surface erosion by overland flow
- Origin and development of stream systems and their valleys by aqueous erosion
- Drainage basin topography



Robert E. Horton Medal

Co mám zanechal pan Horton až do dnešních dnů ...

ŘÁD TOKU podle Strahlera

ŘÁD TOKU podle Hortona

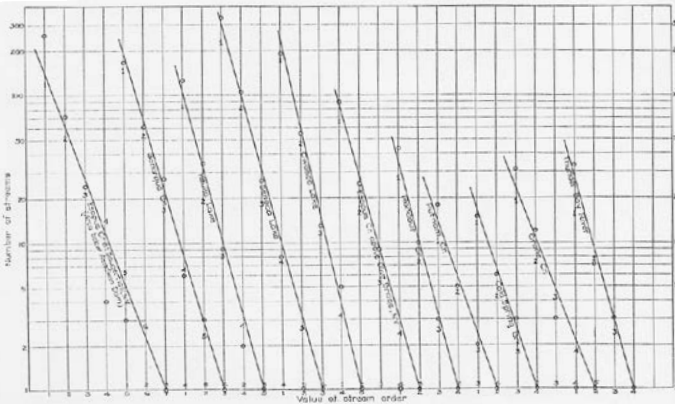


FIGURE 3.—Bifurcation or relation of stream order to number of streams in different drainage basins

ŘÁD TOKU – POČET TOKŮ

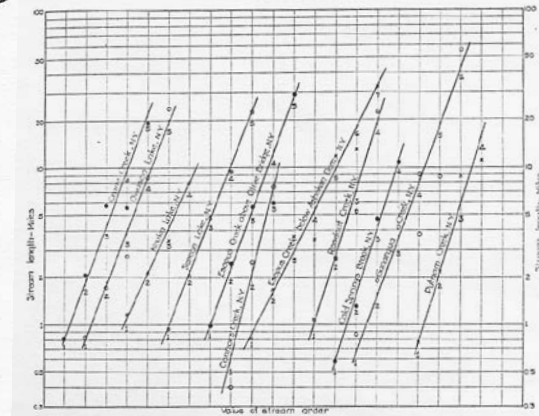
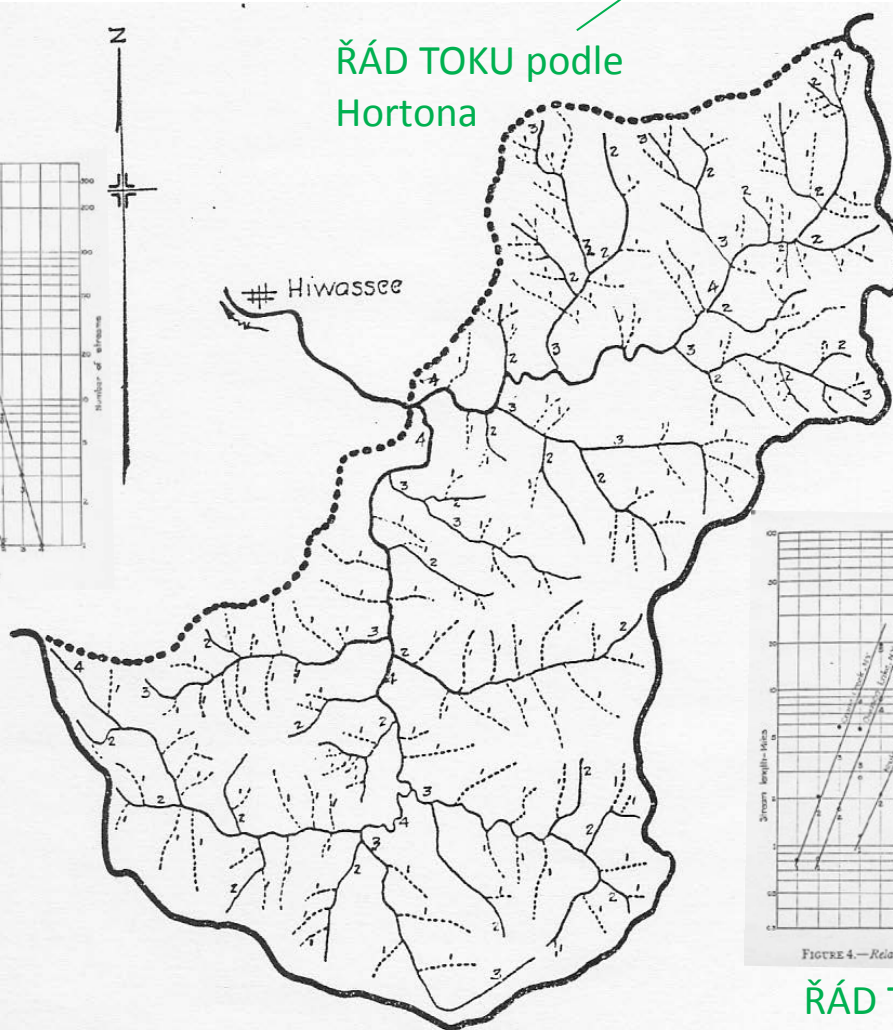


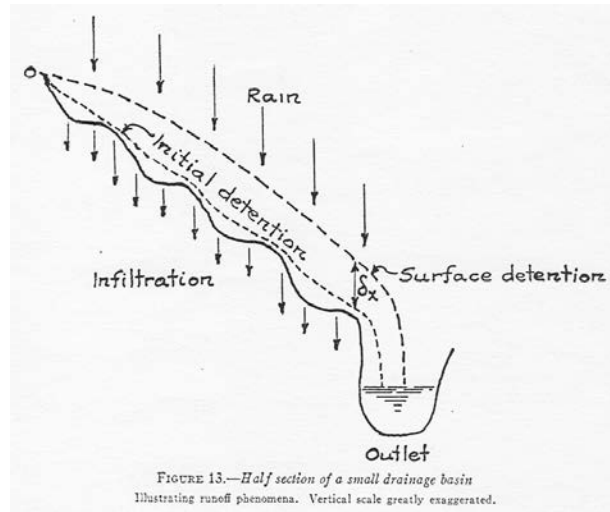
FIGURE 4.—Relation of stream lengths to stream order in different drainage basins

ŘÁD TOKU – DÉLKA TOKŮ

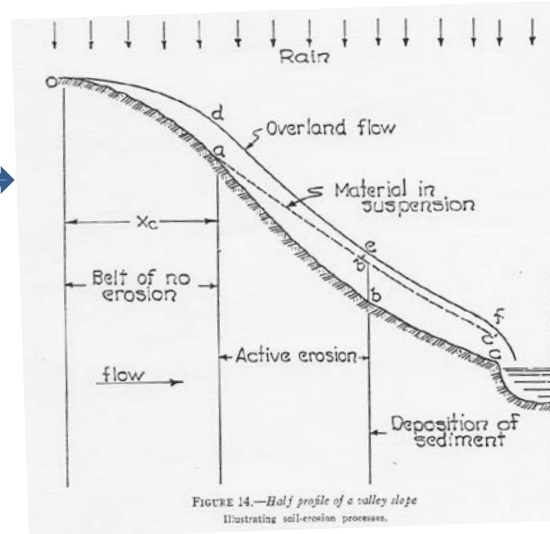
Order	No. of streams	Length miles	Aver. length miles	Drainage area = 82.8 sq. mi $D_d = 2.06$
1	146	72	0.49	
2	32	41	1.28	
3	9	32.8	3.65	
4	2	24.6	12.30	
		170.4		

FIGURE 7.—Drainage net, upper Hiwassee River

LIMITOVANÁ INFILTRAČNÍ KAPACITA



PŮDNÍ EROZE POVRCHOVÝM ODTOKEM



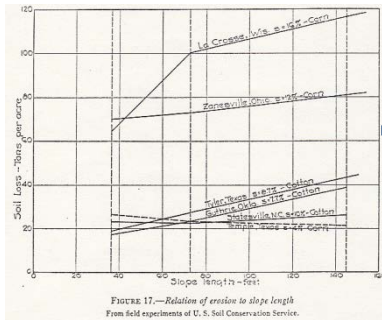
$$q_s = K_S \delta^M$$

q_s ... intenzita odtoku (objem/čas)

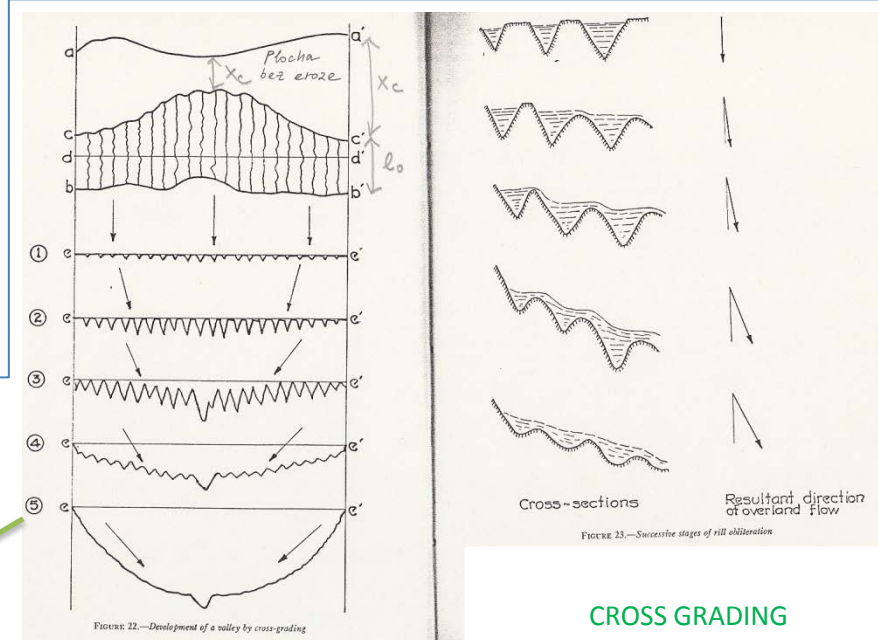
K_S ... koeficient (sklon, odtoková délka, drsnost povrchu a charakter odtoku)

δ ... hloubka odtoku

$M = 5/3$



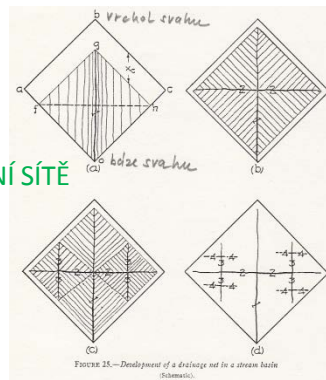
Wischmeier a Smith (1978) universal soil loss equation



CROSS GRADING a vznik MASTER RILL

DÉLKA SVAHU – ZTRÁTA PŮDY VODNÍ EROZÍ

VÝVOJ ÚDOLNÍ SÍTĚ



Příběh pokračuje ... (50. a 60. léta)

Stanley A. Schumm

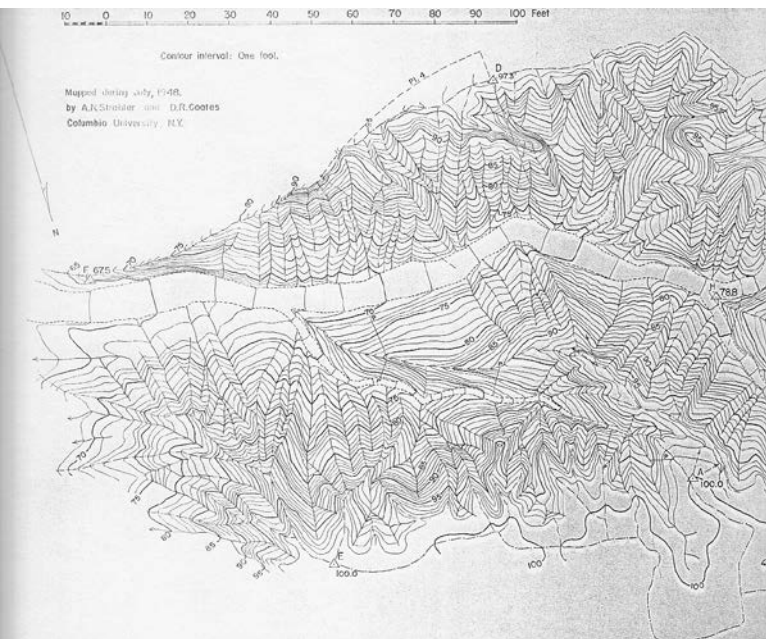
BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA

ROČ. 67, 1956, S. 597 – 646, 46 obrázků, 6 tabulí

Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey

Relief ratio

$\frac{\text{max nadm. výška} - \text{min nadm. výška}}{\text{délka povodí}}$



Topografická mapa badlandu v Perth Amboy

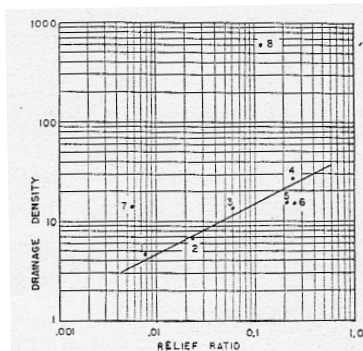


FIGURE 12.—RELATION OF DRAINAGE DENSITY TO RELIEF RATIO
Numbers refer to basins described in Table 7

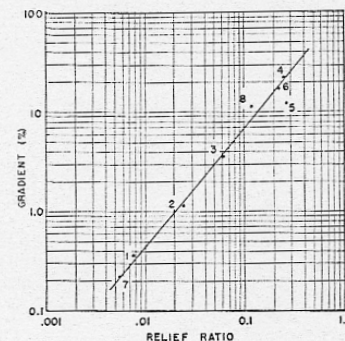


FIGURE 14.—RELATION OF MEAN STREAM GRADIENTS TO RELIEF RATIO
Numbers refer to drainage basins described in Table 7

Constant of channel maintenance
(závislost na převýšení, litologii a klimatu)

$$C = \frac{A}{\sum L} = \frac{1}{D_d} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-1})$$

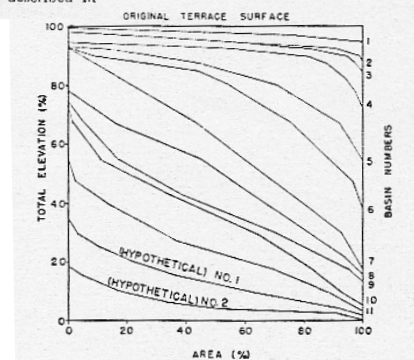


FIGURE 19.—SEQUENCE OF SECOND-ORDER HYPSONETRIC CURVES

Per cent area is plotted against per cent of total relief at Perth Amboy. Numbers increase from youthful to mature basins and are the same areas as shown in Figure 18.

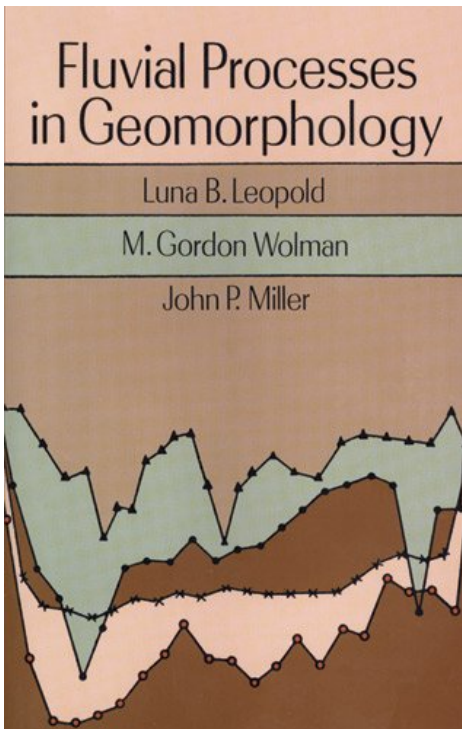
Hypsometrická křivka

Milestones: essential reading 1

Leopold LB, Wolman MG, Miller JP (1964)

Fluvial Processes in Geomorphology

zaměření na pochopení vztahu procesu a tvaru,
nikoliv na historii (vývoj) tvaru



THE EVOLVING LANDSCAPE

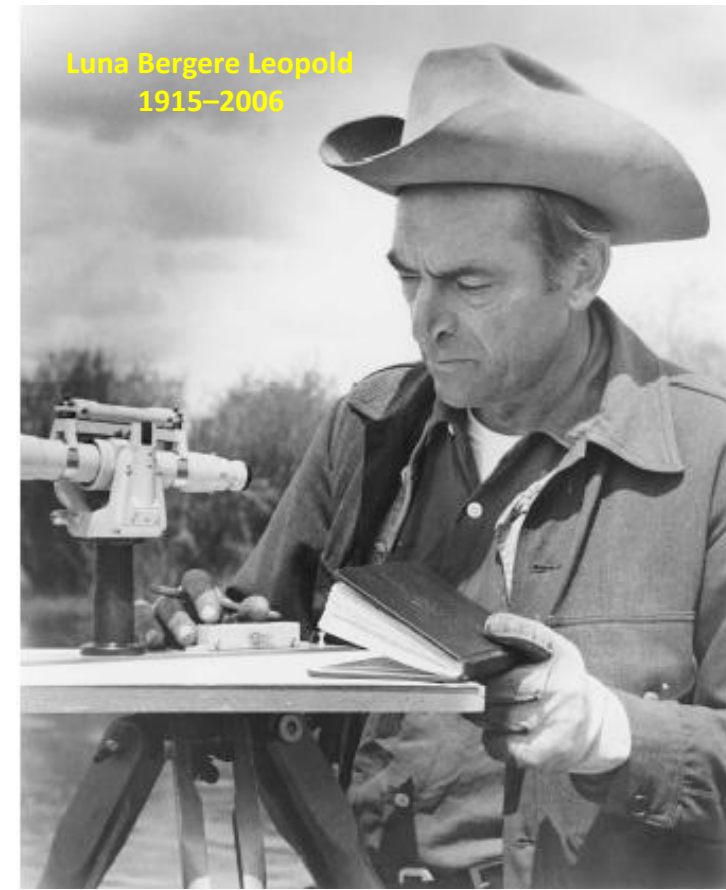
- The changing scene
- Geomorphology and the field problem

PROCESS AND FORM

- Climate and denudational processes
- Weathering
- The drainage basin as a geomorphic unit
- Water and sediment in channels
- Channel form and process
- Hillslope characteristics and processes

THE EFFECT OF TIME

- Geochronology
- Drainage pattern evolution
- Channel changes with time
- Evolution of hillslopes



Nástup empirických měření fluviálních tvarů a procesů (70. léta)

Luna B. Leopold

River channel change with time: an example

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA
roč. 84, 1973, s. 1845 – 1860, 17 obrázků, 1 píseň

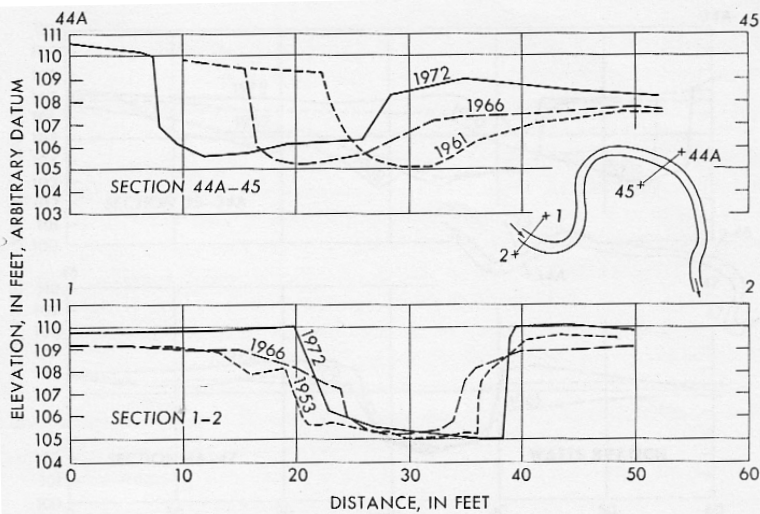


Figure 10. Selected cross sections of the channel of Watts Branch at original date of survey, an intermediate time, and 1972, section 44A-45 (upper) and section 1-2 (lower). Planimetric sketch (center) shows location of sections relative to channel bends.

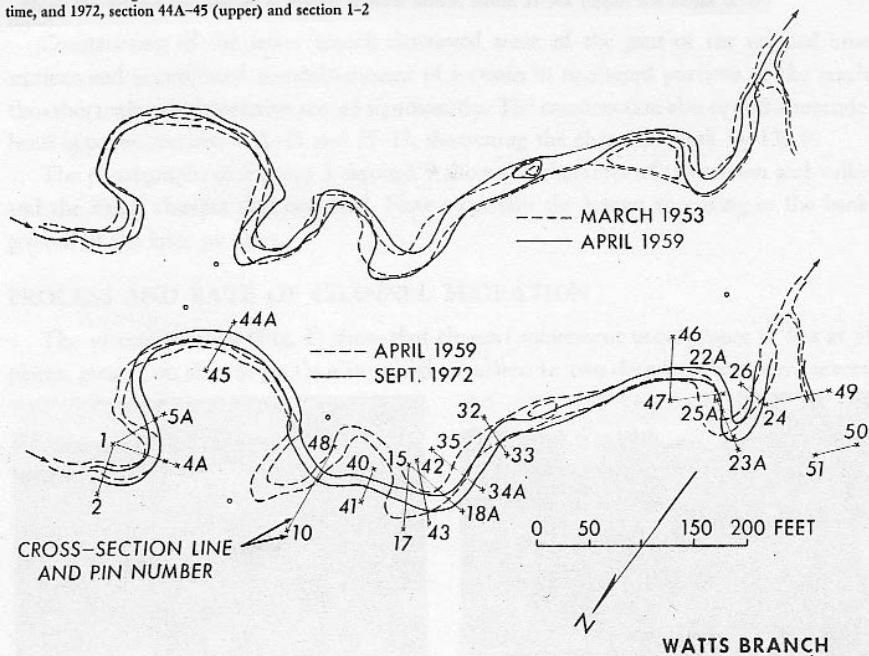
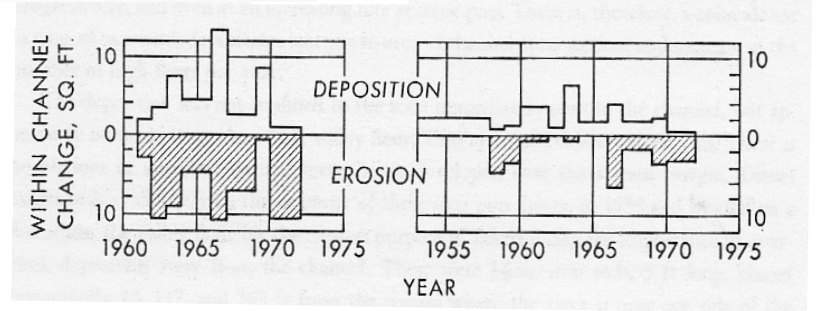
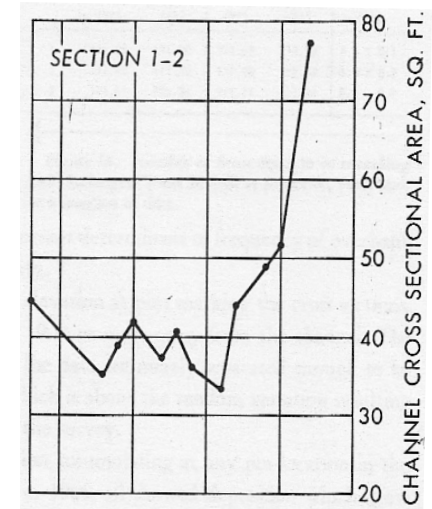


Figure 2. Planimetric maps of the study reach of Watts Branch for successive surveys. Upper, channel configuration in 1953 (dashed line) and 1959 (solid line); lower, 1959 (dashed line), and 1972 (full line) with location of cross sections.

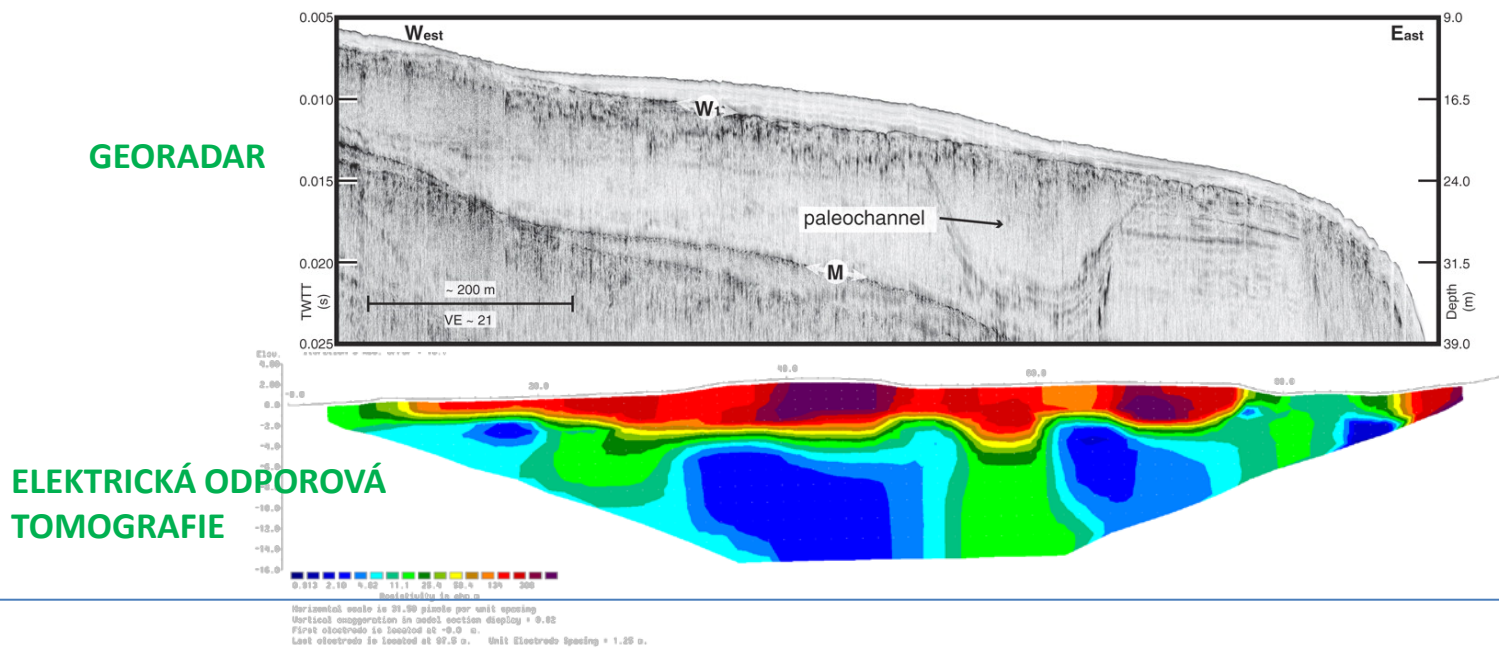


Roy a Lane (2003): *fluviální geomorfologie 'now increasingly grounded in the measurement and understanding of individual cases'*

70. léta – rozplývání jasných kontur oboru

Nové výzkumné techniky – společné využívání různými obory, rozmazávání hranic mezi fluviální geomorfologií a dalšími obory (zejména *hydrologie a sedimentologie*)

Pozvolný návrat k historickému vývoji fluviálních tvarů – multidisciplinární *paleohydrologie*



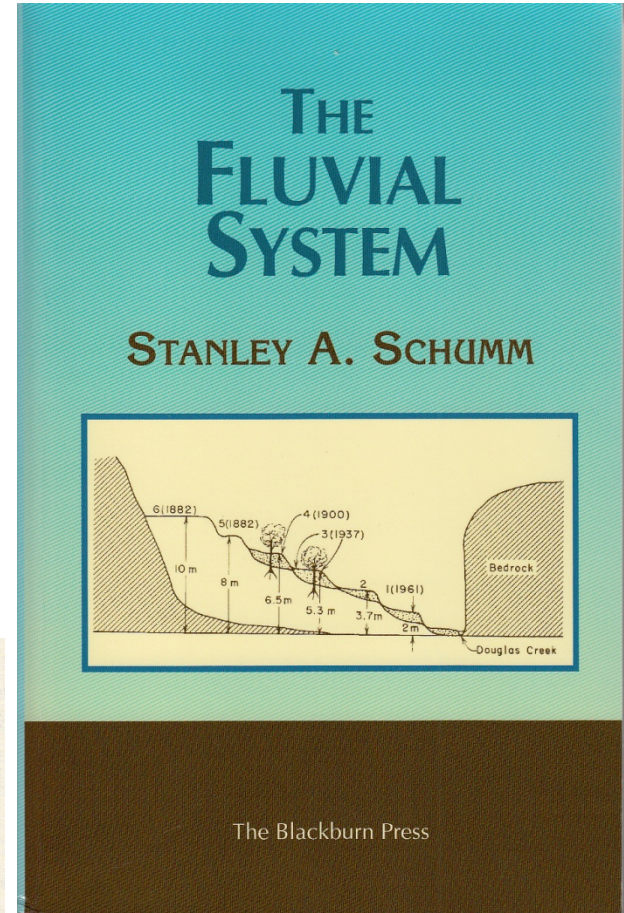
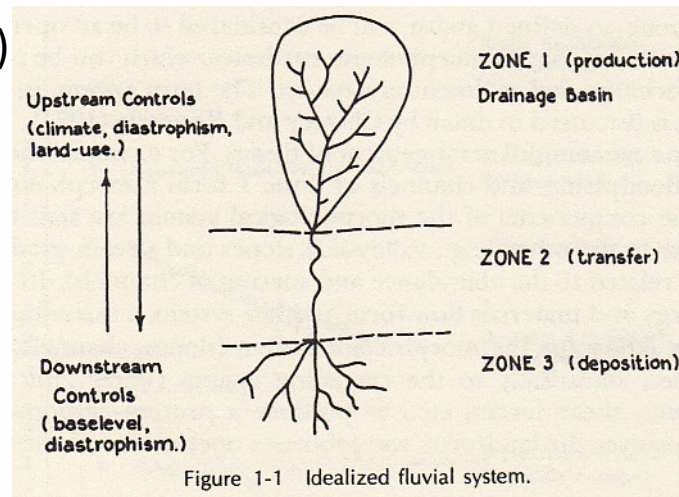
Mnoho fluviálního výzkumu, který je svou podstatou geomorfologický, není řazen pod hlavičku fluviální geomorfologie.

Milestones: essential reading 2

Schumm SA (1977)

The Fluvial System

- Introduction
- Variables and change
- Climate change and paleohydrology
- Drainage basin (zone 1)
- Rivers (zone 2)
- Valley and valley fills (zone 1 and 2)
- Piedmont (zone 3)
- Coastal plain (zone 3)
- The fluvial system

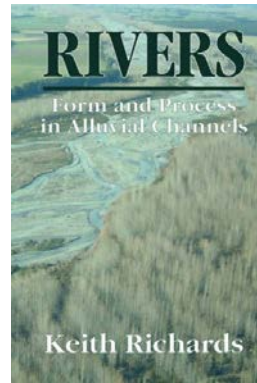


Milestones: essential reading (80. léta)

Keith RICHARDS (1982)

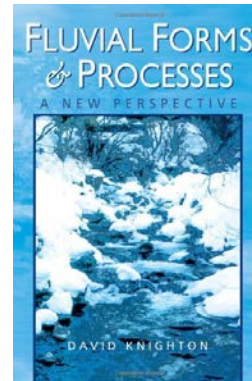
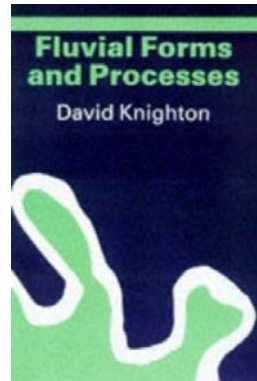
Rivers: Form and Process in Alluvial Channels

- Alluvial river channels: their nature and significance
- The drainage basin: environmental controls of the river channel
- The mechanics of flow and the initiation of sediment transport
- Sediment transport processes
- The magnitude and frequency of channel-forming events
- The morphology of river cross-sections
- River channel pattern: processes, forms and sedimentology
- Channel gradient and the long profile
- River channel changes: adjustment of equilibrium
- Channel management and design



David KNIGHTON (1984, 1998)

Fluvial Forms and Processes



- Introduction
- Drainage networks
- Fluvial processes
- The adjustment of channel form
- Channel changes through time

Marie MORISAWA (1985)

Rivers: Form and Process



- Introduction
- Stream denudation
- Hydraulics of streamflow
- Entrainment and transport
- Mechanics and landforms of fluvial erosion
- River morphology: the channel
- River morphology: channel pattern
- River deposition and fluvial landforms
- Quantitative basin analysis
- Structural and lithological controls
- Impact of man on rivers

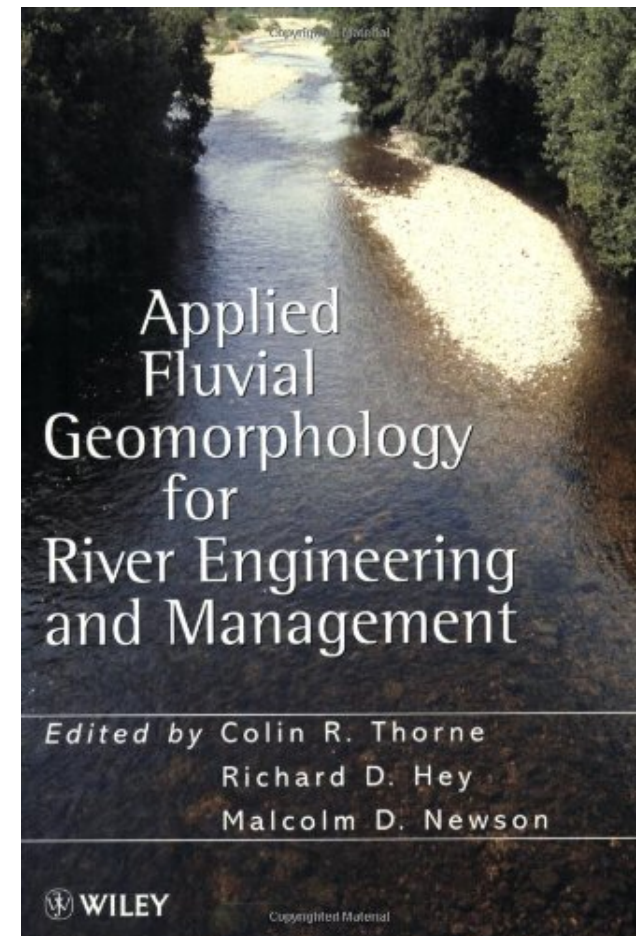
Integrace fluviální geomorfologie a vodního hospodářství (90. léta)

Občas bolestivý proces:

- *geomorfologie* se vodohospodářům zdá být dosud málo etablovaný obor
- *fluvgeo* sbírá rozmanitá data v terénu, namísto aby počítala (modelovala) jako *hydraulika* otevřených koryt
- poznatky *fluvgeo* přicházejí často od ochranářů či zájmových skupin
- *fluvgeo* řeší často problém v jiné časové perspektivě (delší časová měřítká)

Thorne CR – Hey RD – Newson MD (1997)

Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management



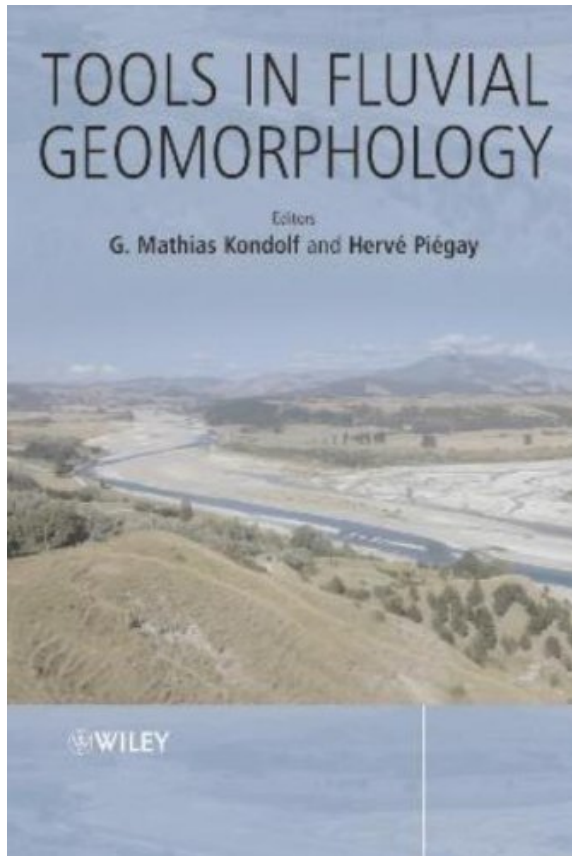
Nové výzkumné metody a techniky

nelineární chování řek, rozmanitá časoprostorová měřítka



pochopení vztahů, řešení problémů

nutnost aplikovat více nástrojů současně



Historie fluviálních systémů

klima, tektonika, povodně, člověk >>> aluviální sedimenty/archivy
často špatně zachovaný sedimentární záznam (puzzle)
sedimentologie, stratigrafie; geochronologie; pedologie;
hydrologie, hydraulika; ekologie

Modelování proudění a splaveninového transportu

computational fluid dynamics (CFD)
parametrizace topografie a dnové drsnosti (GPS, digitální
fotogrametrie, remote sensing /ALS, SAR, LiDAR/)

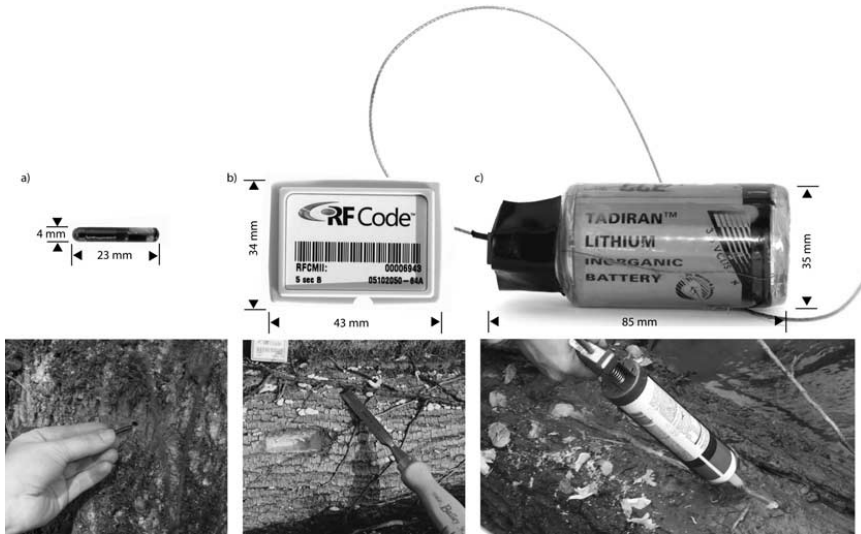
Ekologické a vodohospodářské studie

integrace geomorfologie a ekologie
typy proudění, substráty, dnové formy >>> ekotopy, podklad pro
revitalizace koryt

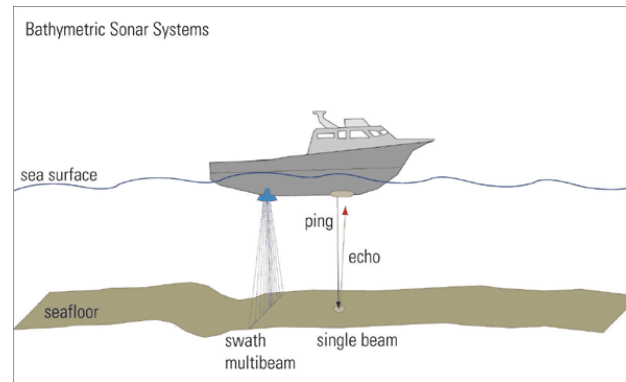
Kondolf GM – Piégay H (eds.) (2002)

TOOLS IN FLUVIAL GEOMORPHOLOGY

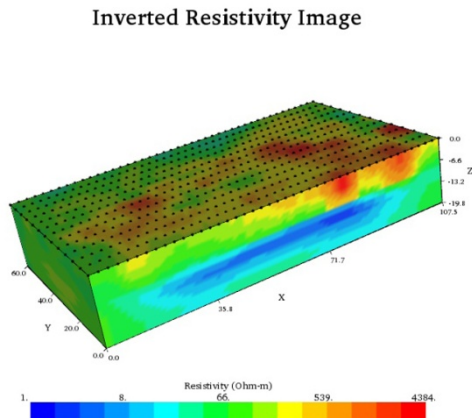
tagy emitující rádiové vlny monitoring pohybu ryb, šterku a říčního dřeva



swath sonar bathymetry přesná morfologie říčního dna, sledování změn



LiDAR + geoelektrické metody (2D GPR, 3D ERT) 3D architektura sedimentárních výplní údolí



vrtné práce, trenching stratigrafie



Příklad multidisciplinárního projektu z oblasti historického vývoje fluviálních systémů

Grantová agentura Av ČR: IAAX00130801

Vztahy mezi klimatem, antropogenní činností a erozí krajiny zaznamenané v přírodních archívech

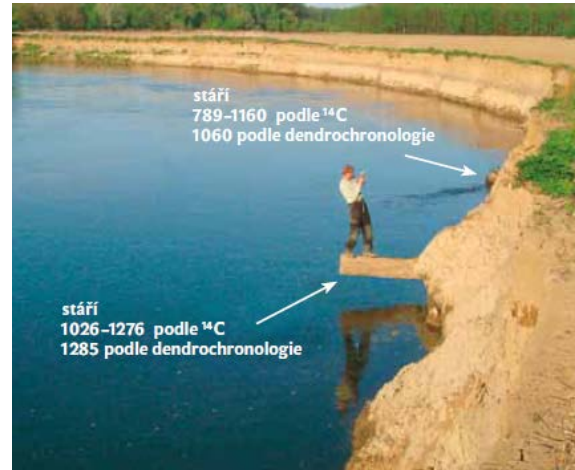
Strážnického Pomoraví (ČR)

(2008-2011)

Participující pracoviště:

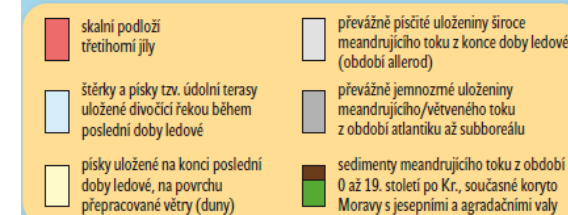
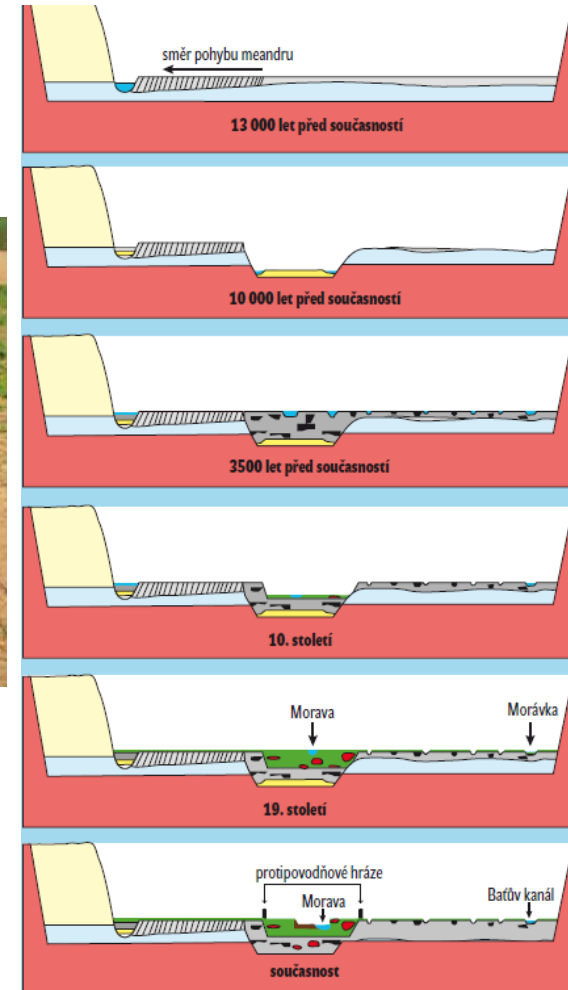
HLAVNÍ ŘEŠITEL: Geologický ústav AVČR

- Botanický ústav AVČR
- Ústav anorganické chemie AVČR
- Ústav jaderné fyziky AVČR
- GÚ PŘF MU
- G Impuls Praha



Mix použitých výzkumných metod:

- sedimentologie (mělké vrty, profily v nátržích), paleomagnetismus
- palynologická rekonstrukce druhové skladby rostlinných společenstev nivy a její historický vývoj
- chemické a mineralogické analýzy, průmyslové znečištění
- datování: ^{14}C , dendrochronologie, OSL
- změny hydrografické sítě (staré mapy), chronologie povodní, změny krajinné pokrývky
- georadar, ERT



Dictionary of Physical Geography (2000)

Fluviální geomorfologie “the study of the morphology of environments worked by rivers“

Fluviální geomorfologie zahrnuje více než jen studium fluviálních tvarů (a procesů) ...

Kondolf a Piégay (2003) “We define fluvial geomorphology in its broadest sense, considering **channel forms, floodplain, network, and catchment** ... we consider fluvial geomorphology at different **spatial and temporal scales** within a nested systems perspective ... Analysis of fluvial geomorphology can involve application of various approaches **from reductionism to a holistic perspective**, two extremes of continuum of underlying scientific approach along which the scientist can choose tools according to the question posed.“

Současné trendy ve fluviální geomorfologii

- *čistá věda /core scientific issues/* – revival tradičních témat
 - hydraulika proudění v otevřených korytech – pohyb splavenin, charakter proudění v meandrech
 - environmental flows
 - říční vzory – vztah k transportu splavenin a sedimentologii
 - slope-channel coupling, depozice sedimentů do niv, říčních jezer a pobřežních mokřadů
- *management životního prostředí /environmental management problems/*
 - klasifikace řek a říčních koryt, projektování přirozených stabilních koryt → povodí jako trvale udržitelný hydrosystém
- *multidisciplinarita výzkumu a aplikací*
 - ekologie; od 90. let horké téma biosložka řek – ripariánní sedimentace, large wood → biogeomorfologie a ekohydrologie
 - fyzika; fyzikálně založené teorie a modelování chování koryt → predikce
 - paleohydrologie; dlouhodobé režimy řek, příčiny/mechanizmy krátkodobých hydrologických změn → globální změna prostředí

Zastoupení a výzkumná témata fluviální geomorfologie po r. 2000

Progress in Physical Geography 2010-14

	2010	2011	2012	2013	2014
fluvgeo	7	8	6	7	0
celkem	56	58	49	50	23
procento	12,5	13,8	12,2	14	0

Témata v PPG 2010-14

book review, classics revisited	ii
discipline progress	iii
sediment transfer	iiiiiiii
channel pattern	ii
human impact	i
hydraulics	iii
biogeomorphology	i
river management	iii
soil erosion	i
methods, techniques	i

Earth Surface Processes and Landforms 2006-11

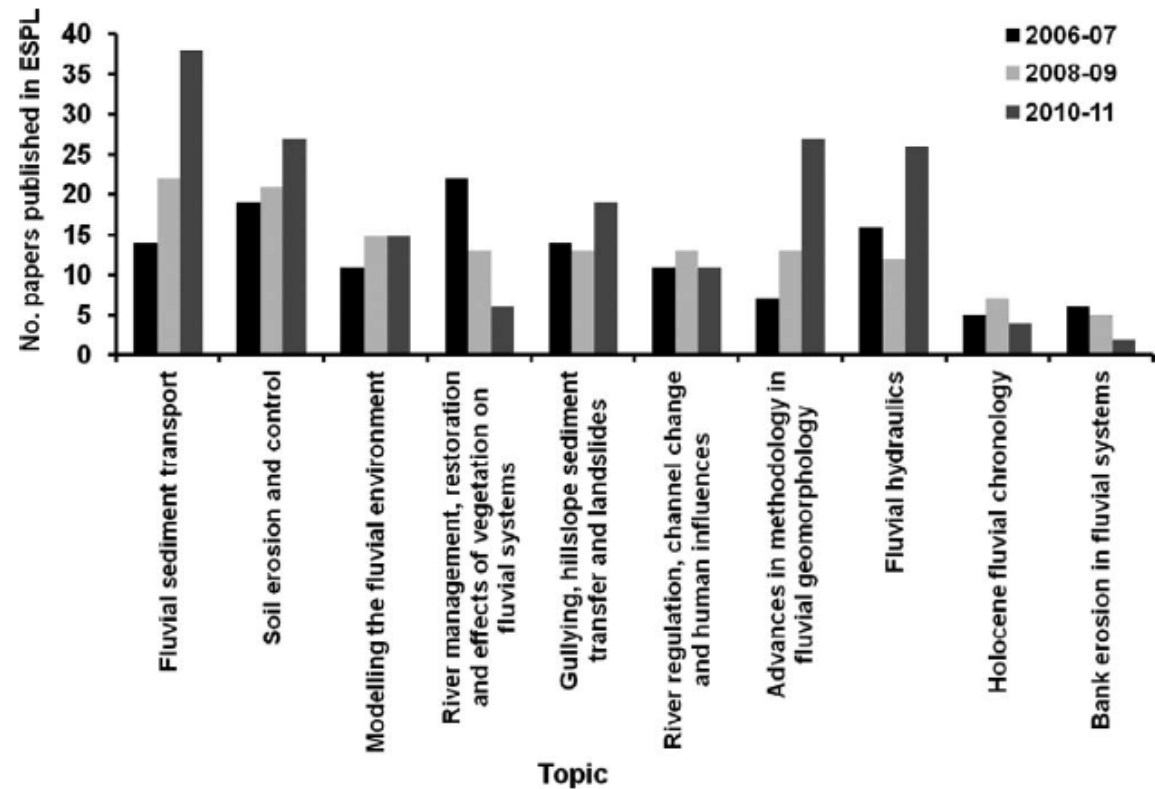


Figure 1. Number of fluvial geomorphology papers published in ESPL in three review periods: 2006–2007, 2008–2009 and 2010–2011.

6th International Conference of the *International Association of Geomorphologists*
Zaragoza, 2005

sekce: Fluvial Geomorphology and Palaeohydrology (95 příspěvků)

The distribution of keywords submitted with abstracts for oral and poster presentations of the “Fluvial Geomorphology and Palaeohydrology” session of the 6th International Conference on Geomorphology (7–11 September, Zaragoza, Spain)

Process and form	Long-term change	River management	Techniques
Channel form (12)	Holocene (9)	River management (4)	Dating/chronology (6)
Channel adjustment (10)	(Neo)tectonics (8)	River ecology (1)	Modelling (3)
Sedimentology (4)	Palaeohydrology (8)	Water framework directive (1)	Remote sensing (2)
Sediment supply (4)	Quaternary (7)	River classification (1)	Ground penetrating radar (1)
Sediment transport (4)	(Palaeo)climate change (4)		Fractal analysis (1)
Erosion (2)	River terraces (4)		Dendrochronology (1)
	Geoarchaeology (2)		
Cross-cutting: floods			